

# **IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación**



Trelew, 3 y 4 de mayo de 2007

Declarado de Interés Provincial por la Honorable Legislatura Provincia del Chubut

Declarado de Interés Municipal por la Municipalidad de Trelew



Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco  
Facultad de Ingeniería - Sede Trelew  
Departamento de Informática



Red de Universidades Nacionales con Carreras en  
Informática

IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación

Zulema Rosanigo ... [et al.]. - 1a ed. - Comodoro Rivadavia :

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2007.

1 CD-ROM.

ISBN 978-950-763-075-0

1. Informática. I. Rosanigo, Zulema.

CDD 005.3

ISBN 978-950-763-075-0



# Indice

## Agentes y Sistemas Inteligentes

Algoritmo evolutivo para la planificación dinámica del mantenimiento de locaciones petroleras	1
Algoritmos Genéticos para la Búsqueda Web basada en Contextos Temáticos	6
Algunos resultados experimentales de la integración de agrupamiento e inducción como método de descubrimiento de conocimiento	11
Alternativas para Definir Protocolos de Interacción basadas en Compromisos	16
Análisis Estático de Programas para la Generación de Computación Ubicua: Inferencia de Tipos	21
Análisis Lenguajes de Especificación de Agente en Robótica Móvil	27
Analizador Java Inteligente	32
Aplicación de Algoritmos Genéticos en la Planificación de Redes de Telefonía Celular	37
Aplicación de Redes Bayesianas en el Modelado de un Sistema Experto de Triage en Servicios de Urgencias Médicas	43
Aprendizaje Basado en Casos aplicado a Procesos de Negociación	48
Arquitectura de un Gestor de Noticias	53
Complejidad Computacional y Descriptiva de la Programación en Lógica Rebatible	58
Comunicación y colaboración entre agentes artificiales	62
Coordinación basada en Argumentación en Sistemas Multi-agente	67
Descomposición de Minkowski usando Algoritmos Genéticos	72
Evolución de Reglas de Clasificación para el Descubrimiento de Conocimiento Comprensible	77
Explicaciones Dialécticas	82
Extensiones del Sistema de Búsqueda de Respuesta AliQAn	87
Hacia una Integración de Argumentación Rebatible y Ontologías en la Web Semántica	91
Identificación de Individuos en Edificios Inteligentes	96
Incorporación de Conocimiento en Algoritmos Evolutivos en Problemas de Scheduling	101
Líneas de investigación del grupo de sistemas inteligentes aplicados a Ingeniería	106
Líneas de Investigación del Laboratorio de Sistemas Inteligentes	109
Manipulación de conocimiento en Sistemas Multi-Agentes por medio de espacios de tuplas	114
Metaheurística Aco Aplicada a Problemas de Planificación en Entornos Dinámicos	119
Metaheurísticas basadas en Inteligencia Computacional Aplicadas a la Resolución de Problemas de Optimización Numérica con y sin Restricciones y Optimización Combinatoria	124
Minería de Datos en Inteligencia de Negocios	130
Modelado de Inferencia y Preferencias en Sistemas Multiagentes utilizando Argumentación	134
Modelado de la Distribución de Espacios Físicos mediante Algoritmos Evolutivos	138
Sistemas Adaptativos Inteligentes	143
Sistemas Inteligentes basados en Neurocomputación	147
Sistemas Meta-heurísticos para Resolver Problemas de Optimización	152
Sobre la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes	156
Tableau Calculi for Description Logics Revision	160
Técnicas de Inteligencia Computacional para el Diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes	165
Un modelo de comportamiento para Agentes BDI colaborativos	170

## Arquitectura, Redes y Sistemas Operativos

Algoritmo de codificación de voz “CS-ACELP” para usarlo en redes de datos	175
Ambiente de Desarrollo y Puesta en Marcha de Sistemas Basados en Microcontroladores	181
Análisis y Determinación de Patrones de Tráfico de Protocolos en Redes LAN	186
Arquitectura de sensores de seguridad para la correlación de eventos	190
Control de una Plataforma Giroestabilizada en Tiempo Real	195
Detección de Noticias del Ámbito Educativo Sobre Múltiples Canales Dinámicos de Información	200
Diseño y simulación de la implementación de tecnologías y procedimientos de transición del protocolo IPv6 en INTRANETS usando un `IPv6 test bed`	206
Inconvenient, reaches and potentialities of the wireless net-works in the Education and its integration with the R + D	211
Investigación en sistemas operativos.Un kernel asimétrico para el procesamiento de red,evaluación de resultados preliminares.	217
Medidor de distancia entre puntos por GPS	222
Modelado de actividades en redes locales	228
Modelos y Algoritmos de Enlaces sobre el Grafo Web del Dominio Educativo Argentino	233
Prototipo para la Estabilización Digital de Imágenes	239
Selección de Recursos Distribuidos en Ambientes Dinámicos Basados en Web	243
Simulaciones Gráficas de redes Bluetooth utilizando el Network Animator del NS2 con la librería UCBT	248

## Computación Gráfica, Visualización e Imágenes

Digitalización Automática de Gráficos de Ecosondas Analógicas	254
El Problema de Normalización en Súper-Resolución de Imágenes Satelitales	258
Escalabilidad visual en grandes grafos	263
Herramientas de Visualización para la Exploración de Datos	266
Medición de la Dimensión Fractal Local en Superficies	270
Ontologías de Visualización	275
QAntenna: una Aplicación Multiplataforma para el Análisis y Visualización de Antenas y Patrones de Radiación	279
Scatter Plot 3D	284
Semantic Based Visualization	289
Servicios Web aplicados a la Visualización	294
Técnicas de Simplificación de Modelos Topográficos	299
Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión y Reconstrucción 3D.	304
Visualización de Terrenos en Dispositivos Móviles	309

## Ingeniería de Software y Bases de Datos

Administración de Objetos con Almacenamiento Adaptativo	312
Administración segura de la información: Una experiencia de vinculación entre un ente del estado provincial y la U.N.P.A.	317
APFELE, una Herramienta para Contar Puntos Función Basada en el Enfoque de Estimación del Tamaño Funcional del Software en la etapa de Elicitación de Requerimientos	322
Aplicación de métricas de madurez en conceptualización de sistemas expertos	327
Aproximaciones en el estudio de Bases de Datos Espacio-Temporales y Ruteo sobre redes móviles	332
Automatización de Procesos de Desarrollo de Software Definidos con SPEM	337
Avances en la línea de investigación sobre PCC del grupo de Procesadores de Lenguajes y Métodos Formales de la UNRC	342
Avances en Propuestas Heurísticas para Consultas a R-Tree	347

Calidad en el desarrollo de Sistemas de Software	351
Comprensión de Programas por Inspección Visual y Animación	355
Conflictos entre Aspectos en Etapas del Desarrollo de Software	360
Desarrollo de la Interfaz de Software del Sistema KEYES	365
Especificación de la Interfaz de Aplicaciones de Cliente del Modelo de Referencia de Workflow utilizando Web Services	370
Estrategia cognitiva aplicada a la descomposición de objetivos	375
Hipótesis bayesiana en modelos de completitud	380
Identificación y detección de Patrones Delictivos basada en Minería de Datos	385
Implementación de un intérprete SQL en MANAGED CODE para dispositivos móviles	390
Integración de Sistemas de Información Geográfica	397
Interacción Hombre - Computadora. Herramientas conceptuales, metodológicas y técnicas	402
LabAssistant: beneficios del uso de un lenguaje reflexivo en un sistema adaptable por el usuario	407
Lenguajes de Modelado de Reglas de Negocio y la Web Semántica	412
Líneas de Investigación del Laboratorio de Informática de Gestión	417
Madurez del Proceso Software en Pequeñas y Medianas Empresas de desarrollo de Software	420
Máquinas de Estado con Variabilidad	425
Mejora del Proceso de Elicitación de Requisitos en Proyectos GSD	430
Métodos de la Ingeniería Informática Avanzada	435
Modelado de Aplicaciones con Procesos Concurrentes y Distribuidos	438
Modelado de simulación hidrológica utilizando un enfoque de desarrollo basado en componentes	443
Modelado y Simulación de Performance de Transacciones Electrónicas Comerciales	448
Ontologías en el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos	453
Ontologías en los Sistemas de Información / Conocimiento	458
Optimización de Búsquedas en Bases de Datos Métricas	463
Organizaciones Inteligentes. Gestión de Indicadores. Informática de Gestión	468
PDA - Portal DiGIR Ampliado Consultas distribuidas sobre base de datos heterogéneas a través de Internet	473
Planeamiento de la Producción para PyMES	478
Procesamiento de consultas espacio-temporales complejas sobre diferentes escenarios	482
Proceso de agregación con múltiples niveles de evidencia para estudios experimentales en Informática	487
Procesos Colaborativos en Comunidades de Práctica Virtuales	492
Propuesta metodológica para la educación de requisitos en proyectos de explotación de información	497
Proyecto "Cursores"	502
Reingeniería Orientada a Aspectos para mejorar la Accesibilidad de sitios Web	503
Simulador de Métodos de Registro y Recolección de Información Arqueológica	508
Sistemas de Software Distribuido	513
SPIGVE - Sistema de Publicación de Información Geográfica Mediante Gráficos Vectoriales Basadas en Arquitecturas Cliente Servidor	519
Struts y JavaServer Faces, cara a cara	525
Substitución de Componentes Software basado en Testing	532
Técnicas de preprocesamiento para mejorar la calidad de los datos en un estudio de caracterización de ingresantes universitarios	535
Tecnología para la enseñanza de bases de datos: Una herramienta para el modelado de datos: Powermodeller	540
UML y Redes de Petri en la Evaluación de Performance de Sistemas	544
Un enfoque práctico para la elección y adecuación de Software	549
Un Sistema de Tiempo Real Distribuido Semi-Soft usando RUP	554

Una propuesta de modelos de ciclo de vida (MCVS) para la integración de los procesos de negocio utilizando Service Oriented Architecture (SOA)	559
Valoración de Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora del Proceso de Software	564
Visión de la Tecnología en Estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en Mendoza - Argentina	569

## Procesamiento Concurrente, Paralelo y Distribuido

Algoritmos Paralelos sobre Arquitecturas Multicluster y GRID	574
Applying Parallelism in Image Mining	578
Aspectos de Implementación de Servidores Web con el modelo BSP de computación paralela	583
Características de Grids vs. Sistemas Peer-to-Peer y su posible Conjunción	587
Cómputo Paralelo Aplicado a Modelos Numéricos del Clima	591
Framework para Detección de Intrusos usando DeLP	596
Interacción de Agentes Robots Autónomos en Ambientes Dinámicos Distribuidos	601
Laboratorios Remotos sobre Espacios Virtuales	607
Monitoreo de Recursos computacionales en un cluster utilizando Grid Services	612
Mosix2: La versión grid de Mosix para Linux-2.6	617
Motores de Búsqueda Web Paralelas y Multimediales	622
Procesamiento distribuido y paralelo. Fundamentos, métricas y aplicaciones.	627
Scheduling en el paradigma Grid	633
Sincronización de Relojes en Ambientes Distribuidos	638
Skeletal Parallel Programming	643
Un modelo de interoperabilidad para sistemas autonomos en entornos distribuidos	648
Utilización de Recursos: Cooperación y Competición	653

## Tecnología Informática Aplicada en Educación

Asignación y resolución de identificadores para un repositorio de objetos de aprendizaje basado en LOM	658
Caracterización y evaluación de competencias TICS	663
Desarrollo en un entorno educativo de objetos para el control de una interfaz de domótica	668
E-Learning	674
Enriquecimiento de Textos en Español Mediante Generación Automática de Hipertexto	680
Entorno virtual Educativo para cursos de EaD	686
Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales	691
Generación dinámica de interfaces de usuario a partir de modelos representados mediante esquemas XML	697
Hacia un repositorio de objetos de aprendizaje	701
Hacia una Gestión Organizacional Inteligente. Sistemas de Soporte a la Gestión del Conocimiento	706
Hacia una Interfaz Accesible: Experiencia sobre un Portal Educativo	710
Implementación de un laboratorio virtual de redes por intermedio de software de simulación	715
Integración de herramientas para la administración de OA	720
La problemática del alumno ingresante a una carrera de informática: Una propuesta correctiva	725
Línea de investigación en STI con tecnología de agentes	728
Métricas: Pautas para un adecuado sistema de evaluación de la calidad en e-learning.	733
Modalidad de Educación a Distancia en la Universidad Nacional del Comahue	739
Multiparadigma en la Enseñanza de la Programacion	743
O Sítio de Pico: Software Educativo para Crianças com Paralisia Cerebral	748
OLPC en Argentina, análisis de realidades y potencialidades	753
Programación y Algoritmos: Análisis y Evaluación de Cursos Introdutorios	760
Proyectos Interinstitucionales en Ambiente Colaborativo	765

Robótica, Informática, Inteligencia Artificial y Educación	769
TICs y Educación	775
Un sistema de información para la gestión de las tesinas del Ciclo de Reconversión de Títulos con el Nivel Terciario y Universitario de Pre-Grado para la Licenciatura en Ciencias de la Información	780

# ***ALGORITMO EVOLUTIVO PARA LA PLANIFICACIÓN DINÁMICA DEL MANTENIMIENTO DE LOCACIONES PETROLERAS***

**A. Villagra, C. Montenegro, E. de San Pedro, M. Lasso, J. Rasjido, D. Pandolfi**

LabTEm - Unidad Académica Caleta Olivia  
Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
Caleta Olivia (9011) – Santa Cruz - Argentina  
{avillagra, cmontenegro, edesanpedro, mlasso, jrasjido, dpandolfi}@uaco.unpa.edu.ar

## **RESUMEN**

En este artículo se describe en forma breve una de las direcciones de investigación que en la actualidad se están desarrollando dentro de la línea de investigación “Metaheurísticas” del Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEm). El objetivo principal de esta línea es la continuación y profundización del estudio de las MHs en general y las técnicas evolutivas en particular, tema sobre el cual el grupo de investigación ha adquirido en los últimos años una importante experiencia. Actualmente se está trabajando sobre una aplicación denominada PAE encargada de realizar la planificación y replanificación dinámica del mantenimiento preventivo de locaciones petroleras, incorporando restricciones en las visitas de mantenimiento, múltiples equipos de mantenimiento y aprendizaje de contingencias en el mantenimiento.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El petróleo, recurso natural de gran importancia para el desarrollo de la humanidad, y el empleo de tecnología, como instrumento de apropiación y de transformación de los recursos naturales, han generado en el mundo impactos ambientales negativos, significativos por las graves consecuencias provocadas en el medio.

Este recurso se ha convertido en una preocupación ambiental seria, dado que su extracción y uso como fuente de energía por los seres humanos ha conducido a su distribución amplia en la biosfera.

En muchas de las regiones donde se ha explotado el petróleo se han generado contingencias de diferentes magnitudes, como consecuencia de las operaciones desarrolladas en: tanques de almacenamiento, oleoductos, equipos de perforación, buques petroleros, etc.

Además de los impactos generados en el medio como consecuencia de la exploración y explotación del petróleo, existen también daños ocasionados a las personas que lo emplean o se encuentran en contacto con él dentro de su ámbito laboral.

En la última década, las Empresas dedicadas a la explotación, producción y transporte del recurso, han visto la necesidad de implementar medidas de prevención a fin de evitar y / o minimizar los daños ocasionados al medio ambiente, personas y bienes materiales.

La mejor manera de atacar el problema de contaminación por petróleo es prevenir el incidente.

Normalmente estos se producen por fallas de equipos o del material y fallas humanas. Los primeros pueden ser subsanados mediante inspecciones periódicas y un mantenimiento adecuado; y los segundos, mediante la instrucción y el entrenamiento del personal en forma permanente.

Por esta razón es importante, para las empresas petroleras y para el entorno que las rodea, un correcto mantenimiento de sus locaciones.

Los Algoritmos Evolutivos (AEs) son metaheurísticas que comparten un concepto base común que

es simular la evolución de los individuos que forman la población usando un conjunto de operadores predefinidos de selección y de búsqueda. Existen una gran variedad de AEs, dentro de ellos se incluyen los Algoritmos Genéticos (Goldberg, 1989 y Holland, 1995) que son los utilizados en este problema. Tendencias actuales en AEs hacen uso de enfoques con multirecombinación (Eiben y Bäck, 1997; Eiben et al., 1994 y Eiben et al., 1995) y múltiples padres (Esquivel et al., 1997; Esquivel et al., 1998 y Esquivel et al., 1999). Para la resolución de diversos tipos de problemas de planificación tales como scheduling o routing estos enfoques han resultado ser estrategias exitosas. Particularmente en problemas de scheduling, introduciendo al enfoque de multirecombinación una nueva variante conocida como MCMP-SRI (*Stud and Random Immigrates*)(Pandolfi et al., 2002).

En este contexto, este trabajo describe en la sección 2 el problema objetivo de la aplicación PAE, en la sección 3 la formulación del problema de planificación, en la sección 4 el algoritmo propuesto y finalmente en la sección 5 se presentan los trabajos futuros.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las empresas petroleras realizan visitas de mantenimiento y/o prevención a cada una de sus locaciones petroleras (pozos productores, inyectores, baterías y colectores). Un yacimiento esta formado por bloques y a su vez éste por baterías. Cada batería esta formada por pozos de producción que son en promedio entre 15 y 20. Cada pozo tiene diferente nivel de producción que es conocido a priori y varía en el tiempo. La producción del pozo define la categoría y la cantidad de veces que debe visitarse al mes. Los pozos no pueden ser visitados más de una vez al día y dependiendo del tipo de pozo existen ciertas tareas que se deben realizar. Cada tarea tiene asignado un determinado equipamiento necesario, una frecuencia de realización y un tiempo aproximado de su duración. Actualmente, el recorrido que realizan los encargados de las locaciones se planifica en base a la experiencia de los mismos. La jornada laboral comienza a la mañana y se visitan las locaciones en dos turnos de tres horas. Luego de finalizado cada turno el equipo responsable debe regresar a la base, realizar determinadas actividades administrativas y luego comenzar con el siguiente turno. El tiempo demandado en cada locación dependerá del tipo de la misma. Existen contingencias aleatorias que hacen que el plan de mantenimiento de un turno no se cumpla, no visitando algunas locaciones. Cuando un plan de un turno no se cumple, lo cual afecta a la programación total, el encargado del equipo de mantenimiento redefine el nuevo itinerario que es realizado por un criterio basado en su experiencia.

## 3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE PLANIFICACIÓN

El problema se puede definir como (Pinedo, 1995):

$$1 | s_{jk} | C_{\max}$$

Denota un problema de scheduling de máquina única con  $n$  tareas sujetas a tiempos de preparación dependientes de la secuencia. Donde las tareas a planificar son el servicio de mantenimiento (o intervención) en cada una de las locaciones petroleras. Además, existe un tiempo de traslado entre cada una de las locaciones al que se denomina  $s_{jk}$ , que representa el costo en tiempo de ir de la locación  $j$  a la locación  $k$ .

La función objetivo es minimizar el makespan ( $C_{\max}$ ) sujeto a los tiempos de preparación dependientes de la secuencia. Este problema es equivalente al denominado *Traveling Salesman Problem* (TSP).

#### 4. ALGORITMO PROPUESTO

Para resolver el problema de planificación del recorrido de las locaciones petroleras se utilizó un algoritmo genético, donde el cromosoma representa el orden en que serán visitadas las locaciones en la planificación. Se implementó un proceso de múltiple recombinación y múltiples padres donde los nuevos individuos se generan a partir de un pool de múltiples padres, conformado por un individuo semental y por individuos generados aleatoriamente (inmigrantes aleatorios). Este proceso es llamado MCMP-SRI y es una variante de multirecombinación (Pandolfi et al., 2002). Este método fue aplicado en diferentes problemas de planificación de máquina única para casos estáticos y casos dinámicos y los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

El proceso de MCMP-SRI, es el siguiente: de la población de individuos denominados sementales, se selecciona un individuo (*stud*), a través de selección proporcional. Se genera un pool de apareamiento con  $n_2$  padres generados aleatoriamente (inmigrantes). El semental se aparea con cada padre inmigrante del pool de apareamiento y las parejas se someten a operaciones de recombinación, y generan  $2*n_2$  descendientes. El mejor de los  $2*n_2$  descendientes, se almacena en un pool de hijos temporal. Esta operación de recombinación se repite  $n_1$  veces, para diferentes puntos de corte cada vez, hasta que el pool de hijos se complete. Finalmente, el mejor descendiente creado de  $n_2$  padres y  $n_1$  operaciones de recombinación, se inserta en la nueva población.

El método de recombinación utilizado fue PMX (*Partial Mapped Crossover*): (Goldberg y Lingle, 1987) que puede verse como una extensión del cruzamiento de dos puntos para representaciones basadas en permutaciones. La selección de individuos fue a través de selección proporcional. En el Algoritmo 1 se puede observar la estructura del algoritmo evolutivo utilizado para este problema de planificación de visitas de mantenimiento a las locaciones petroleras.

Algoritmo 1 - Algoritmo Evolutivo **MCMP-SRI**

```
EA-MCMP-SRI  
t=0; {Generación Inicial}  
inicializar (Stud(t));  
evaluar (Stud(t));  
while (not max_evaluaciones) do  
    pool_apareamiento = Inmigrantes_generados_aleatoriamente  $\cup$  Select (Stud(t));  
    while (not max_padres) do  
        while (not max_recombinaciones) do  
            evaluar (pool_apareamiento);  
        end while  
    end while  
    evaluar (mating_pool);  
    Stud(t+1) = seleccionar la nueva población del pool de apareamiento.  
    t = t+1;  
end while
```

Este algoritmo evolutivo al ser estocástico (no determinístico) produce múltiples soluciones en diferentes corridas independientes con lo cual, en caso de no poder realizar una planificación por cuestiones operativas, se puede seleccionar una solución alternativa (plan de mantenimiento) que si bien puede no ser tan buena como la anterior es factible de ejecutarse.

En cuanto a la replanificación se analizaron tres acciones para replanificar las locaciones restantes a partir de una interrupción en la planificación original:

- 1- Las locaciones no visitadas en el turno interrumpido, se replanifican al final de la planificación original.
- 2- Se replanifican los turnos en el orden de la secuencia restante.
- 3- A partir de la locación interrumpida, se utiliza el algoritmo de planificación para generar una nueva planificación con las locaciones restantes.

De las acciones aplicadas para la replanificación, la última acción (la número 3) es con la cual se obtuvieron mejores resultados.

## 5. DISCUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

Actualmente se han finalizado las etapas de: generación del plan de mantenimiento en locaciones petroleras y el proceso de replanificación frente a la ocurrencia de contingencias en la planificación original (Villagra et al., 2007(a), Villagra et al., 2007(b), Villagra et al., 2006). Se esta comenzando a trabajar en la incorporación de las siguientes características:

- Restricciones en las visitas: existen locaciones que deben visitarse más de una vez por período con el fin de asegurar su correcto mantenimiento. Este tipo de restricción se puede aplicar tanto a la fase de planificación como así también a la fase de replanificación. Por esta razón PAE debe incorporar estas restricciones.
- Múltiples equipos: es posible que de la base petrolera pueda salir mas de un equipo de mantenimiento y por este motivo el algoritmo debe realizar las planificaciones correspondientes a cada equipo disponible. Este tipo de característica puede representarse como un problema de maquinas idénticas en paralelo (Pinedo,1995) donde existen  $m$  máquinas idénticas en paralelo y  $n$  jobs. Cada job  $j$  requiere una única operación y puede procesarse en cualquier de las  $m$  máquinas.
- Aprendizaje de contingencias en el mantenimiento: actualmente se cuenta con grandes volúmenes de datos en bases de datos que proveen información acerca de los resultados de mantenimientos realizados en las locaciones. Esta es una fuente de información para la optimización del proceso de mantenimiento y por lo tanto el descubrimiento de conocimiento implícito puede ser recuperado para aprender sobre contingencias del mantenimiento de las locaciones petroleras y luego ser incorporadas como mejoras al plan.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

## REFERENCIAS

- Eiben A.E. y Bäck Th. “An Empirical Investigation of Multi-Parent Recombination Operators in Evolution Strategies”, *Evolutionary Computation*, 5(3):347-365, (1997).
- Eiben A.E., Raué P.E. y Ruttkay Z., “Genetic algorithms with multi-parent recombination”. *Proc. 3rd Conference on Parallel Problem Solving from Nature*, Springer-Verlag, number 866 in LNCS, pp. 78-87, (1994).
- Eiben A.E., Van Kemenade C.H.M., y Kok J.N. “Orgy in the Computer: Multi-Parent Reproduction in Genetic Algorithms”. *Proc. 3rd European Conference on Artificial Life*, Springer-Verlag, number 929 in LNAI, pages 934-945, (1995).

- Esquivel S., Leiva A., Gallard R. “Multiple Crossover per Couple in Genetic Algorithms”. Proc. Fourth IEEE Conference on Evolutionary Computation (ICEC'97), pp 103-106, Indianapolis, USA April (1997).
- Esquivel S., Leiva A., Gallard R. “Couple Fitness Based Selection with Multiple Crossover per Couple in Genetic Algorithms”. Proc. International Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS'98), pp 235-241, La Laguna, Tenerife, Spain, February (1998).
- Esquivel S., Leiva H., Gallard R. “Multiple Crossovers between Multiple Parents to Improve Search in Evolutionary Algorithms”. Proc. Congress on Evolutionary Computation (IEEE), pp 1589-1594, Washington DC, (1999).
- Goldberg, D. y R. Lingle, “Alleles, loci and the traveling salesman problem”. Proc. of the First International Conference on Genetic Algorithms, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 154-159, Hillsdale, NJ, (1987).
- Holland. J.H. “Adaptation in natural and artificial system”. University of Michigan Press, 1975. New York, (1995).
- Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Vilanova G., Gallard R. “Studs Mating Immigrants in Evolutionary Algorithm to Solve the Earliness-Tardiness Scheduling Problem”. Cybernetics and Systems of Taylor and Francis Journal, (U.K.), pp 391-400, (2002).
- Pinedo M., “Scheduling: Theory, Algorithms and System”, First edition Prentice Hall, (1995).
- Villagra A., de San Pedro M., Lasso M., Montenegro C., Pandolfi D. ,”Evolutionary Algorithm for the Oil Fields Preventive Maintenance Scheduling”, The 11th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, Florida, USA Julio 2007 (a), (Paper aceptado).
- Villagra A., Montenegro C., de San Pedro M., Lasso M., Vidal P., Pandolfi D., “Mantenimiento de locaciones petroleras mediante un Algoritmo Multirecombinativo”, 8° Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Centro de Información Tecnológica (CIT) Asunción, Paraguay. Julio 2007(b), (Paper aceptado).
- Villagra A., Montenegro C., Rasjido J., de San Pedro M., Lasso M., Pandolfi D.; “PAE: una herramienta para la planificación del mantenimiento en locaciones petroleras”; XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación – CACIC 2006; Universidad Nacional de San Luis, San Luis; Octubre 2006.

# Algoritmos Genéticos para la Búsqueda Web basada en Contextos Temáticos\*

Rocío L. Cecchini<sup>†</sup> Carlos M. Lorenzetti<sup>‡</sup> Ana G. Maguitman<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> LIDeCC - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Computación Científica

<sup>‡</sup> LIDIA - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, Argentina

phone: 54-291-4595135 fax: 54-291-4595136

e-mail: {cr, cml, agm}@cs.uns.edu.ar

## 1. INTRODUCCIÓN

El uso de contextos temáticos para seleccionar y filtrar información juega un papel fundamental en los sistemas de recuperación de información basados en la tarea del usuario (e.g., [3, 8]). Desafortunadamente, aprovechar la información del contexto durante la búsqueda en la Web es una tarea difícil. Los buscadores actuales imponen un límite a la longitud de las consultas, y aún si se permitieran consultas largas las mismas podrían volverse demasiado específicas, devolviendo muy pocos o ningún resultado. Esto dificulta la tarea de formular consultas adecuadas para describir contextos temáticos. Una alternativa para evitar este problema es el uso de ciertas sintaxis especiales provistas por algunos buscadores para la formulación de consultas. Sin embargo, aún con la flexibilidad provista por estos mecanismos de formulación de consultas, es posible que el vocabulario utilizado para describir el contexto difiera del usado para indexar los recursos relevantes. La meta de nuestro trabajo de investigación es desarrollar técnicas para refinar las consultas automáticamente y recolectar recursos relevantes para el contexto temático del usuario.

En este trabajo proponemos utilizar Algoritmos Genéticos (AGs) para abordar el problema de reflejar contextos temáticos en las consultas formuladas a un buscador Web. Nuestra propuesta se basa en nuevas técnicas incrementales que permiten evolucionar consultas útiles ligadas a un contexto temático bajo análisis.

### 1.1. Algoritmos Genéticos

Los AGs [7] son técnicas de optimización robustas basadas en el principio de *selección natural y supervivencia del más apto* que establece que “en cada generación los individuos más fuertes tienden a sobrevivir y los más débiles suelen perecer”. Por lo tanto, cada nueva generación dará lugar a individuos más fuertes en comparación a sus ancestros.

Para utilizar AGs en problemas de optimización es necesario codificar la información de las soluciones posibles mediante cromosomas (compuestos por genes) y definir una función de aptitud a ser maximizada. El algoritmo mantiene una población de soluciones candidatas. Esta población evoluciona a través de iteraciones, llamadas generaciones. Las nuevas generaciones se forman usando los operadores genéticos de selección, cruzamiento y mutación. Los cromosomas padres son seleccionados para producir descendientes, favoreciendo a aquellos padres con mejor aptitud. El cruzamiento

---

\* Este trabajo de investigación es financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2005 Nro. 32373), la Universidad Nacional del Sur y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

consiste en combinar dos cromosomas padres dando como resultado dos cromosomas descendientes. Por otra parte, la mutación origina perturbaciones aleatorias de los cromosomas, por ejemplo, reemplazando un gen por otro. El siguiente algoritmo muestra los pasos generales de un AG:

**Paso 1:** Comenzar con una población de soluciones generadas aleatoriamente.

**Paso 2:** Evaluar la aptitud de cada individuo en la población.

**Paso 3:** Seleccionar probabilísticamente individuos a reproducirse favoreciendo a los más aptos.

**Paso 4:** Aplicar cruzamiento con probabilidad  $P_c$ .

**Paso 5:** Aplicar mutación con probabilidad  $P_m$ .

**Paso 6:** Reemplazar la población por la nueva generación de individuos.

**Paso 7:** Ir al paso 2.

Si bien los operadores de selección, cruzamiento y mutación pueden ser implementados de diferentes maneras, su propósito fundamental es explorar el espacio de soluciones candidatas, perfeccionando la población en cada generación mediante el agregado de descendientes mejorados y la eliminación de los peores individuos.

## 1.2. AGs para la Búsqueda Temática en la Web

Los sistemas de recuperación de información basados en contextos temáticos monitorean al usuario, infieren sus necesidades de información y buscan recursos relevantes en la Web o en otras fuentes electrónicas. Tradicionalmente, tales sistemas encuentran documentos relevantes extendiendo las consultas del usuario con palabras adicionales extraídas del contexto o formulando consultas automáticamente. Existen varios sistemas que siguen este enfoque y que han alcanzado resultados prometedores (e.g. [3, 9]). Por otra parte, los AGs han sido parte de diversas propuestas dentro del área de recuperación de la información. Entre ellas cabe destacarse la aplicación de técnicas de AGs para derivar mejores descripciones de documentos [6] y la optimización de consultas utilizando AGs para ponderar palabras [12, 2].

Podemos mencionar varias razones por las cuales los AGs son apropiados para abordar el problema de la búsqueda Web basada en contextos temáticos:

- **Búsqueda temática como un problema de optimización.** El problema de formular buenas consultas para la búsqueda Web basada en contextos temáticos puede ser planteado como un problema de optimización. El conjunto de búsqueda de este problema está dado por el conjunto de posibles consultas que pueden ser presentadas a un buscador. La función objetivo a ser optimizada toma como argumento una consulta y se define como la efectividad que posee dicha consulta para la recuperación de material relevante cuando la misma es presentada a un buscador.
- **Espacio de búsqueda con un gran número de dimensiones.** El espacio de consultas candidatas posee un gran número de dimensiones, donde cada palabra posible da lugar a una nueva dimensión. Esta clase de problemas no son fáciles de resolver mediante métodos analíticos pero pueden ser abordados con éxito mediante AGs.
- **Soluciones subóptimas aceptables.** En la búsqueda Web existen numerosos resultados subóptimos que vale la pena explorar y por tal motivo este tipo de búsqueda admite la formulación de consultas que no son óptimas. Generalmente los AGs no garantizan la identificación de soluciones óptimas pero son altamente efectivos cuando se trata de encontrar aquellas soluciones cercanas a las óptimas.

- **Soluciones múltiples.** Múltiples conjuntos de páginas Web pueden considerarse resultados satisfactorios para una búsqueda basada en un contexto temático. Por tal motivo, podría interesarnos formular varias en lugar de una única consulta. Los AGs pueden ser utilizados naturalmente para problemas de optimización multimodal, devolviendo múltiples soluciones globales.

## 2. NUESTRA PROPUESTA

Nuestro objetivo es evolucionar poblaciones de consultas que tengan la capacidad de recuperar material relevante para el contexto temático del usuario. Con el fin de alcanzar esta meta, comenzamos con una población de consultas compuestas por palabras extraídas directamente del contexto temático inicial y evaluamos estas consultas de acuerdo a la calidad de los resultados recuperados a partir de cada una de ellas. A medida que las generaciones avanzan, predominarán las consultas asociadas a los mejores resultados. Además, los operadores genéticos combinan y alteran continuamente estas consultas de maneras novedosas, generando soluciones cada vez más refinadas. La figura 1 esquematiza nuestra propuesta.

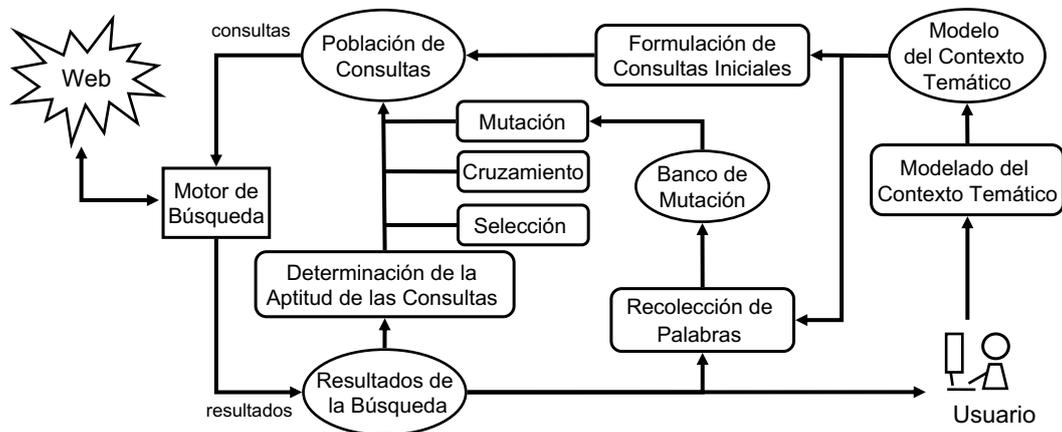


Figura 1: Arquitectura de un sistema basado en AGs para la búsqueda temática en la Web.

### 2.1. Población y Representación de Cromosomas

El espacio de búsqueda está constituido por todas las posibles consultas que un usuario puede ingresar en un buscador. La población, por lo tanto, será un subconjunto de dichas consultas. En consecuencia, cada cromosoma se representa como una secuencia de palabras, donde cada palabra corresponde a un gen que puede ser manipulado por los operadores genéticos. La población es inicializada utilizando un número fijo de consultas generadas a partir de palabras seleccionadas aleatoriamente del contexto temático original. Si bien todas las palabras que conforman la población inicial de consultas provienen del contexto temático original, varias palabras novedosas serán incluidas en lo sucesivo como resultado de la mutación.

### 2.2. Función de Aptitud

Asociamos al espacio de búsqueda  $Q$  una función de aptitud  $F : Q \rightarrow [0 \dots 1]$  que puede evaluar numéricamente a las consultas individuales. La función de aptitud define el criterio con el cual se determina la calidad de una consulta. Nuestro concepto de consulta de alta calidad está basado en la capacidad de la consulta para devolver material similar al contexto temático  $c$  cuando se la envía al

buscador. La función de aptitud propuesta es

$$F(\mathbf{q}) = \max_{d_i \in A_{\mathbf{q}}} (\sigma(c, d_i))$$

donde  $A_{\mathbf{q}}$  es el conjunto de respuesta para la consulta  $\mathbf{q}$  (el conjunto de documentos devueltos por el buscador cuando  $\mathbf{q}$  se usa como consulta) y  $\sigma : D \times D \rightarrow [0 \dots 1]$  es la medida de similitud entre un par de documentos (nótese que el contexto  $c$  puede ser considerado uno de los documentos en  $D$ ).

Medidas de similitud distintas, tales como la similitud por el coseno o la similitud de Jaccard [1], pueden ser usadas en la implementación de la función de aptitud. Una dificultad pragmática que encontramos al intentar implementar la función de aptitud es el uso del conjunto completo  $A_{\mathbf{q}}$ . Utilizar la totalidad de las páginas devueltas por un buscador es demasiado costoso para fines prácticos. Por tal motivo, nos limitamos a los diez primeros resultados y sólo consideramos los “snippets” devueltos por Google para calcular la medida de similitud (el snippet devuelto por Google es un extracto de la página resumiendo el contexto en el cual aparecen las palabras de la consulta).

### 2.3. Operadores Genéticos

Una nueva generación en nuestro AG se obtiene tras aplicar probabilísticamente los operadores de selección, cruzamiento y mutación sobre las consultas de la población actual:

- **Selección.** Una nueva población es generada al seleccionar probabilísticamente las consultas de mayor calidad. La probabilidad de que una consulta  $\mathbf{q}$  sea seleccionada es proporcional a su propia aptitud  $F(\mathbf{q})$  e inversamente proporcional a la aptitud de las otras consultas en la población actual.
- **Cruzamiento.** Algunas de las consultas seleccionadas son incluidas en la siguiente generación tal como son, mientras que otras son cruzadas para crear nuevas consultas. El cruzamiento de un par de consultas se lleva a cabo copiando palabras de cada uno de los padres en los descendientes. En nuestra propuesta utilizamos el operador de cruzamiento “en un punto”.
- **Mutación.** Los pequeños cambios aleatorios resultantes de aplicar el operador de mutación sobre las consultas consisten en reemplazar una palabra  $t_i^q$  seleccionada al azar por otra palabra  $t_j^p$ . La palabra  $t_j^p$  se obtiene del *banco de mutación* que describimos a continuación.

### 2.4. Banco de Mutación

El banco de mutación es un conjunto de palabras compuesto inicialmente por palabras provenientes del contexto temático original. A medida que el sistema recupera resultados relevantes de la Web, las palabras que aparecen en los snippets devueltos por el buscador se irán agregando al banco de mutación. Este procedimiento da al AG la posibilidad de generar consultas con palabras nuevas, permitiendo así una exploración más amplia del espacio de búsqueda.

## 3. CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Las técnicas aquí propuestas pueden ser utilizadas en la implementación de diferentes aplicaciones para la recolección de material basado en contextos temáticos. Por ejemplo, las técnicas de refinamiento de consultas aquí propuestas pueden utilizarse para facilitar el acceso a material temático generado dinámicamente proveniente de lo que se conoce como Web invisible [11]. Otra aplicación con gran potencial es la creación de portales verticales o índices temáticos. Los métodos para evolucionar consultas presentados en este trabajo pueden considerarse una técnica alternativa o complementaria a los crawlers temáticos [5, 10] para la recolección de material sobre un tópico específico.

Tras la implementación y análisis inicial de los métodos aquí descritos hemos observado que nuestra propuesta es muy promisoría. En una serie de pruebas preliminares pudimos notar que la calidad de las consultas evoluciona considerablemente a través de las generaciones sucesivas. Como parte de nuestra tarea de investigación futura esperamos estudiar variantes de las técnicas propuestas. Entre estas, nos interesa implementar diferentes operaciones de selección, cruzamiento y mutación, como así también analizar el impacto de diversos parámetros (probabilidad de cruzamiento y mutación, tamaño de la población, etc.) sobre la eficacia de las técnicas bajo estudio. Otra línea de investigación futura consistirá en el uso de la *programación genética* para evolucionar consultas con sintaxis especiales [4]. En tales métodos no sólo nos concentraremos en seleccionar buenas palabras para formular consultas sino que también se intentará evolucionar consultas que incluyan operadores booleanos y otros comandos especiales.

## REFERENCIAS

- [1] Ricardo Baeza-Yates and Berthier Ribeiro-Neto. *Modern Information Retrieval*. Addison-Wesley, 1999.
- [2] M. Boughanem, C. Chrisment, and L. Tamine. On using genetic algorithms for multimodal relevance optimization in information retrieval. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, 53(11):934–942, 2002.
- [3] Jay Budzik, Kristian J. Hammond, and Larry Birnbaum. Information access in context. *Knowledge based systems*, 14(1–2):37–53, 2001.
- [4] Tara Calishain and Rael Dornfest. *Google Hacks. 100 Industrial-Strengths Tips and Tools*. O’Reilly, 2003.
- [5] Soumen Chakrabarti, Martin van den Berg, and Byron Dom. Focused crawling: a new approach to topic-specific Web resource discovery. *Computer Networks (Amsterdam, Netherlands: 1999)*, 31(11–16):1623–1640, 1999. 1999a.
- [6] M. Gordon. Probabilistic and genetic algorithms in document retrieval. *Commun. ACM*, 31(10):1208–1218, 1988.
- [7] John H. Holland. *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1975.
- [8] David B. Leake, Travis Bauer, Ana Maguitman, and David C. Wilson. Capture, storage and reuse of lessons about information resources: Supporting task-based information search. In *Proceedings of the AAAI-00 Workshop on Intelligent Lessons Learned Systems*. Austin, Texas, pages 33–37. AAAI Press, 2000.
- [9] Ana Maguitman, David Leake, and Thomas Reichherzer. Suggesting novel but related topics: towards context-based support for knowledge model extension. In *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*, pages 207–214, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.
- [10] Filippo Menczer, Gautam Pant, and Padmini Srinivasan. Topical web crawlers: Evaluating adaptive algorithms. *ACM Trans. Inter. Tech.*, 4(4):378–419, 2004.
- [11] Alexandros Ntoulas, Petros Zerkos, and Junghoo Cho. Downloading textual hidden web content through keyword queries. In *JCDL ’05: Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pages 100–109, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.
- [12] Jing-Jye Yang and Robert Korfhage. Query optimization in information retrieval using genetic algorithms. In *Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms*, pages 603–613, San Francisco, CA, USA, 1993. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

# ALGUNOS RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA INTEGRACIÓN DE AGRUPAMIENTO E INDUCCIÓN COMO MÉTODO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO

Kogan, A.<sup>1</sup>, Rancan, C.<sup>2,3</sup>, Britos, P.<sup>3,1</sup>, Pesado, P.<sup>2,4</sup>, García-Martínez, R.<sup>3,1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

<sup>2</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Informáticas. Facultad de Informática. UNLP

<sup>3</sup> Centro de Ingeniería de Software Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones en Informática LIDI. Facultad de Informática. UNLP - CIC

akogan@fi.uba.ar, claudioran@yahoo.com, pbritos@itba.edu.ar, ppesado@lidi.info.unlp.edu.ar, rgm@itba.edu.ar

## 1. Introducción

El descubrimiento de conocimiento (KD Knowledge Discovery) consiste en la búsqueda de patrones interesantes y de regularidades importantes en grandes bases de información [Holsheimer y Siebes, 1991; Piatetski-Shapiro *et al.*, 1991]. Al hablar de descubrimiento de conocimiento basado en sistemas inteligentes nos referimos específicamente a la aplicación de métodos de aprendizaje automático u otros métodos similares, para descubrir y enumerar patrones presentes en dicha información.

Un procedimiento recurrente a la hora de realizar descubrimiento de conocimiento basado en sistemas inteligentes consiste en tomar el conjunto de datos a estudiar, aplicar un algoritmo de agrupamiento [Kaski, 1997, Hall y Colmes, 2003] para separarlo en distintos grupos (clases) y sobre cada uno de ellos, intentar generar reglas que caractericen su conformación, utilizando otro algoritmo a tales efectos [Grosser *et al.*, 2005; Felgaer *et al.*, 2006; Cogliati *et al.*, 2006].

Una de las opciones para llevar adelante el proceso de agrupamiento está dada por el uso de los mapas auto-organizados [Kohonen, 1982; 1990; 1995a, 1995b; Kohonen *et al.*, 1996], los cuales consisten en un algoritmo de redes neuronales utilizado para una gran variedad de aplicaciones, principalmente para problemas de ingeniería, pero también para análisis de datos.

En cuanto a la inducción de reglas, dada la caracterización de las entidades que se utilizan comúnmente en descubrimiento de conocimiento, fuertemente basada en los valores de sus atributos y no en las relaciones establecidas entre estos, se suelen emplear métodos basados en atributos. Uno de los más claros y difundidos son los árboles de decisión o clasificación [Michalski *et al.*, 1998; Grossman *et al.*, 1999] en los cuales se cuenta con nodos que modelizan cada atributo, ramas que se originan en estos nodos, una por cada valor que el atributo puede tomar, y finalmente las hojas que corresponden a las clases individuales. Recorriendo un árbol desde su nodo padre hasta las distintas hojas, se pueden generar de forma muy simple las reglas a las cuales la clasificación responde. Una de las herramientas aplicadas al mencionado proceso es la familia de algoritmos TDIDT (Top Down Induction Decision Trees) [Quinlan, 1986; Servente y García-Martínez, 2002]. Sin embargo, estos pasos se realizan únicamente bajo la presunción de obtener un resultado representativo del conjunto de datos sobre el que se trabaja.

## 2. El problema

Trabajos recientes sobre sistemas de ayuda a la toma de decisiones centrados en tecnología de sistemas basados en conocimiento [Sierra *et al.*, 2006] en áreas como el control aéreo [Ierache y García-Martínez, 2004] o el alistamiento de unidades navales [Rancán, 2004] han puesto de manifiesto que la definición de cómo se puede extraer conocimiento de las bases de datos de

registros de eventos e integrarlo a la base de conocimiento del sistema de ayuda es un problema abierto. En [Rancan *et al*, 2007] se propone un método de descubrimiento de conocimiento basado en agrupamiento e inducción de reglas en el marco de una propuesta de integración de sistemas de descubrimiento de conocimiento y sistemas basados en conocimiento.

En este contexto, resulta de interés el estudio de la integración de los algoritmos de inducción y agrupamiento al ir variando los parámetros que caracterizan el dominio en condiciones de laboratorio. Adicionalmente se intenta valorar intuitivamente la calidad de las reglas obtenidas y la degradación de dicha calidad como consecuencia de la variación de los parámetros controlados en los experimentos.

### 3. Algunos experimentos

El mejoramiento de una Base de Conocimiento con piezas de conocimiento descubiertas automáticamente, puede conducir a una degradación de la Base de Conocimiento original, por lo que es necesario explorar (al menos de forma teórica) cuáles son las curvas de degradación de la calidad de proceso de descubrimiento de conocimiento identificando las condiciones de borde para el modelo dentro del marco teórico desarrollado. Con el objetivo de realizar esta tarea, se ha llevado adelante un experimento que puede dividirse en tres pasos.

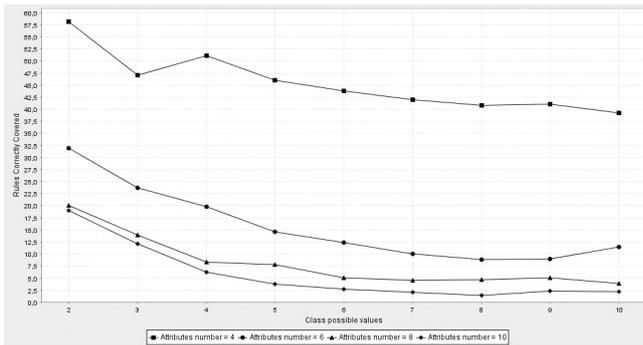
El primer paso consiste en la preparación del experimento. Este paso involucra: [a] generación del dominio basado en: generación de las clases y reglas que indican la pertenencia a cada clase y [b] generación de muestras para cada regla. Como salida de este paso se obtiene un conjunto de reglas de clasificación y un conjunto de muestras del dominio (ejemplos). El paso 2 consiste en la ejecución del experimento. Este paso involucra: [a] aplicar el proceso de agrupamiento al conjunto de muestras del dominio (ejemplos) para obtener el conjunto de sus clusters (grupos) y [b] aplicar a cada cluster el proceso de inducción para obtener reglas que caractericen la pertenencia a dicho cluster, obteniendo así el conjunto de reglas descubiertas. El paso 3 consiste en la comparación entre el conjunto de reglas de clasificación del paso 1 y las reglas descubiertas en el paso 2. El porcentaje de reglas descubiertas de forma correcta, define el éxito del experimento.

#### 3.1. Variables

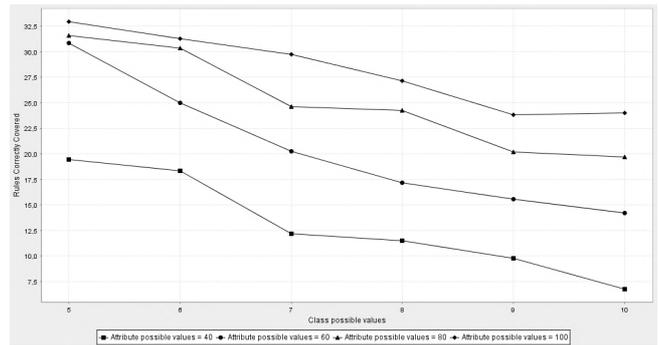
La experimentación hace uso de las siguientes variables independientes: [a] *attributes number*: cantidad de atributos en cada regla de clasificación (la misma en las muestras), [b] *rules per class*: cantidad de reglas de clasificación que indican la pertenencia a cada clase. [c] *class possible values*: cantidad de clases que rigen el dominio, [d] *attributes possible values*: cantidad de posibles valores que puede tomar cada atributo; y de la siguiente variable dependiente: [e] *rules correctly covered*: porcentaje de reglas pertenecientes al conjunto de reglas original que se encontró en el conjunto de reglas descubiertas.

#### 3.2. Resultados

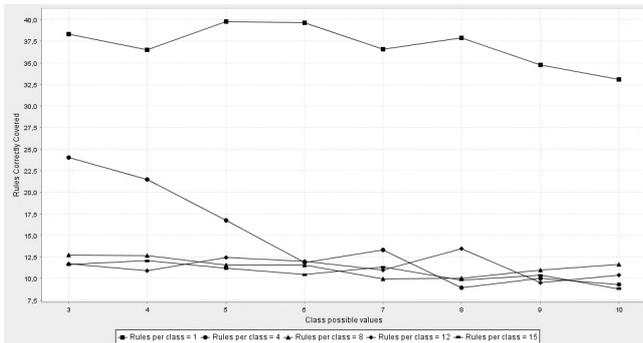
Los experimentos exploran el comportamiento del proceso propuesto al hacer variar una de las variables independientes sobre dominios en los que una segunda variable independiente toma ciertos valores discretos. Los resultados de los experimentos se muestran en las figuras 1 a 10.



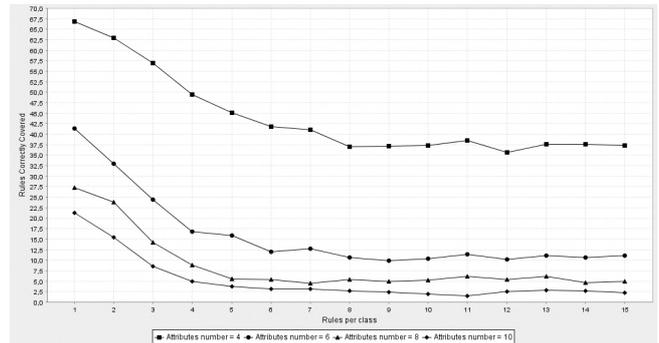
**Fig. 1.** Estudio de dominios variando la cantidad de clases que los rigen, para distinta cantidad de atributos que conforman las reglas



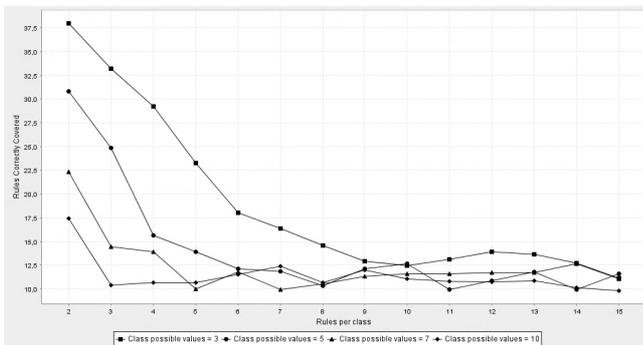
**Fig. 2.** Estudio de dominios variando la cantidad de clases que los rigen, para distinta cantidad de valores posibles que pueden tomar los atributos que conforman las reglas



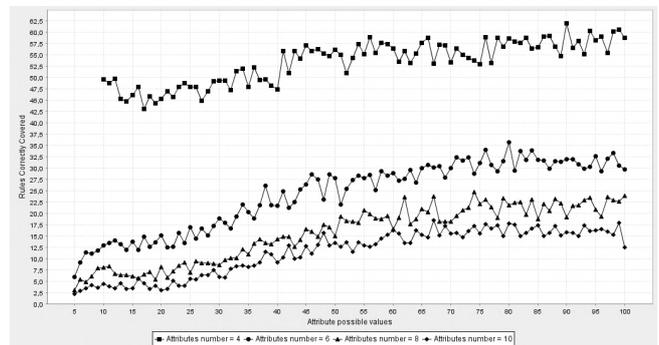
**Fig. 3.** Estudio de dominios variando la cantidad de clases que los rigen, para distinta cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase



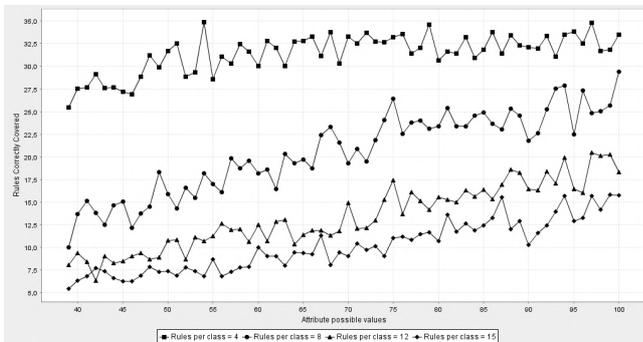
**Fig. 4.** Estudio de dominios variando la cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase, para distinta cantidad de atributos que conforman las reglas



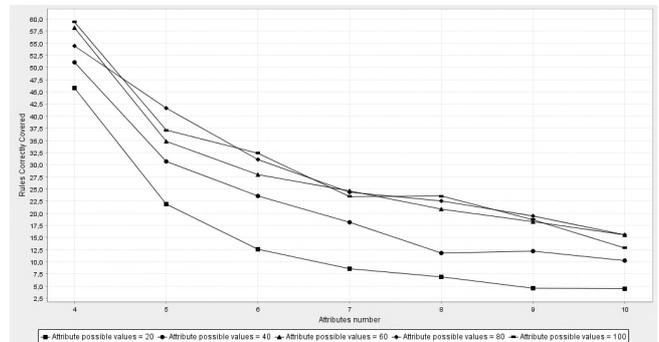
**Fig. 5.** Estudio de dominios variando la cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase, para distinta cantidad de clases que rigen los dominios



**Fig. 6.** Estudio de dominios variando la cantidad de valores posibles que puede tomar cada uno de los atributos que conforman las reglas, para distinta cantidad de atributos que conforman las reglas



**Fig. 7.** Estudio de dominios variando la cantidad de valores posibles que puede tomar cada uno de los atributos que conforman las reglas, para distinta cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase



**Fig. 8.** Estudio de dominios variando la cantidad de atributos que conforman las reglas, para distinta cantidad de valores posibles que pueden tomar cada uno de estos atributos

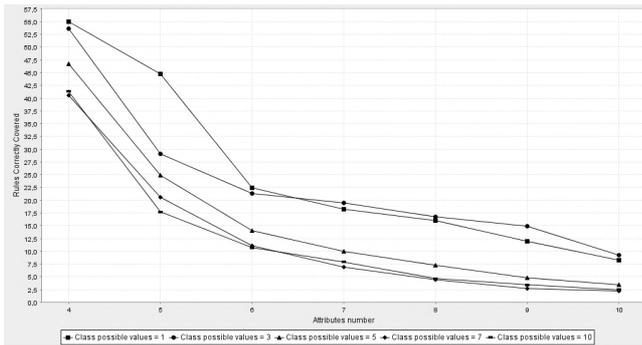


Fig. 9. Estudio de dominios variando la cantidad de atributos que conforman las reglas, para distinta cantidad de clases que rigen los dominios

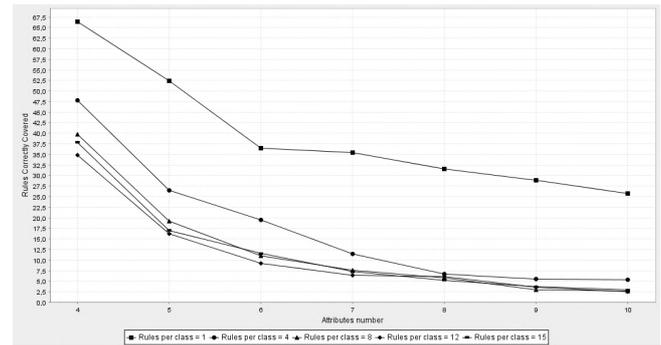


Fig. 10. Estudio de dominios variando la cantidad de atributos que conforman las reglas, para distinta cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase

### 3.3. Interpretaciones

De los resultados experimentales se pueden extraer las siguientes proposiciones experimentales:

1. A mayor cantidad de clases que rigen el dominio, menor es la efectividad del método propuesto (figuras 1, 2, 3, 5, 9).
2. A mayor número de atributos que conforman las reglas que indican la pertenencia a cada clase, menor es la efectividad del método propuesto (figuras 1, 4, 6, 8, 9, 10).
3. A mayor cantidad de posibles valores que puede tomar cada uno de los atributos que componen las reglas, mayor es la efectividad del método propuesto (figuras 2, 6, 7, 8).
4. A mayor cantidad de reglas que indican la pertenencia a cada clase, menor es la efectividad del método propuesto (figuras 3, 4, 5, 7, 10).
5. Para un número alto de reglas que indican la pertenencia a cada clase, la efectividad del método propuesto parecería ser asintótica hacia un mínimo (figuras 4, 5).
6. A partir de determinada cantidad de posibles valores que puede tomar cada atributo, si se sigue aumentando esta cantidad, no se observan mejoras significativas en la efectividad del método propuesto (figura 8).
7. A partir de determinada cantidad de clases que rigen el dominio, el aumento de este parámetro no genera un decremento mayor en la efectividad del método (figura 9).

### 4. Conclusiones

Los procesos de descubrimiento de conocimiento deben lidiar con la incertidumbre vinculada a la medida de la calidad del conocimiento educado. En este contexto, la línea de trabajo en la cual se enmarca este proyecto se orienta a obtener resultados experimentales, los cuales, mediante la abducción, permiten inferir las características del dominio y en consecuencia una estimación de la calidad del conocimiento obtenido.

### 5. Formación de recursos humanos

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: un tesista de doctorado en ciencias informáticas, un tesista de grado en ingeniería informática y tres investigadores formados.

## 6. Bibliografía

- Cogliati, M., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006. *Patterns in Temporal Series of Meteorological Variables Using SOM & TDIDT*. Lecture Notes in Artificial Intelligence (por aparecer). Springer Verlag.
- Felgaer, P., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006. *Prediction in Health Domain Using Bayesian Network Optimization Based on Induction Learning Techniques*. International Journal of Modern Physics C, 17(3): 447-455. ISSN 0129-1831.
- Grosser, H., Britos, P. y García-Martínez, R. 2005. *Detecting Fraud in Mobile Telephony Using Neural Networks*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 3533: 613-615. Springer-Verlag.
- Grossman, R., Kasif, S., Moore, R., Rocke, D. and Ullman, J. 1999. *Data Mining Research: Opportunities and Challenges*, A Report of three NSF Workshops on Mining Large, Massive, and Distributed Data, January 1999, Chicago
- Hall, M. y Holmes, G. 2003. *Benchmarking Attribute Selection Techniques for Discrete Class Data Mining*, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol. 15, no. 6, pp. 1437-1447.
- Holsheimer, M., Siebes, A. (1991). *Data Mining: The Search for Knowledge in Databases*. Report CS-R9406, ISSN 0169-118X, A mersterdam, The Netherlands.
- Ierache, J. y Garcia-Martinez, R. 2004. *Sistema Experto Aplicado al Control del Espacio Aéreo*. Proceedings del IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- Kaski, S. 1997. *Data exploration using self-organizing maps*. Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics, Computing and Management in Engineering Series No. 82, 57 pp. Published by the Finnish Academy of Technology. ISSN 1238-9803.
- Kohonen, T. (1982) *Self-organized formation of topologically correct feature maps*. Biological Cybernetics, 43:59-69.
- Kohonen, T. (1990) *The Self-Organizing Map*. Proceedings of the IEEE, 78:1464-1480.
- Kohonen, T. (1995a) *The adaptive-subspace SOM (ASSOM) and its use for the implementation of invariant feature detection*. In Fogelman-Soulié, F. and Gallinari, P., editors, Proceedings of ICANN'95, International Conference on Artificial Neural Networks, volume 1, pages 3-10. EC2 & Cie, Paris.
- Kohonen, T. (1995c) *Self-Organizing Maps*. Springer, Berlin.
- Kohonen, T., Oja, E., Simula, O., Visa, A., and Kangas, J. (1996b). *Engineering applications of the self-organizing map*. Proceedings of the IEEE, 84:1358-1384.
- Michalski, R. Bratko, I. Kubat, M (eds.) 1998. *Machine Learning and Data Mining, Methods and Applications*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England
- Piatetski-Shapiro, G., Frawley, W.J., Matheus, C.J. 1991. *Knowledge discovery in databases: an overview*. AAAI-MIT Press, Menlo Park, California.
- Quinlan, J. R. 1986. *Induction of Decision Trees, Machine Learning*, 1:81-106
- Rancán, C. 2004. *Arquitectura de Sistema Híbrido de Evaluación del Alistamiento de Unidades Navales Auxiliares*. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software. 6(1): 45-54. ISSN 1667-5002.
- Rancán, C., Pesado, P. y García-Martínez, R. (2007). *Toward Integration of Knowledge Based Systems and Knowledge Discovery Systems*. Journal of Computer Science & Technology, 7(1): 91-97.
- Servente, M. y García Martínez, R. 2002. *Algoritmos TDIDT Aplicados a la Minería Inteligente*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 26: 39-57. ISSN 0326-1840.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Hossian, A., Britos, P. y Balbuena, E. 2006. *Providing Intelligent User-Adapted Control Strategies in Building Environments*. Research in Computing Science Journal, 19: 235-241.

# Alternativas para Definir Protocolos de Interacción basadas en Compromisos

**Mariano Tucat**

mt@cs.uns.edu.ar

**Alejandro J. García**

ajg@cs.uns.edu.ar

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina  
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

## ABSTRACT

Esta línea de investigación se enfoca sobre el diseño de protocolos de interacción entre agentes y estudia la posibilidad de desarrollar nuevos protocolos que no limiten la flexibilidad del agente, permitiéndole aprovechar oportunidades y manejar las excepciones que se le presentan. Además, esta línea busca desarrollar un formalismo de especificación de protocolos flexibles, que permita a un agente *comunicar* una política de conversación a otro agente.

## 1. INTRODUCCIÓN

Una característica esencial de los Sistemas Multi-Agente (SMAs) es la interacción entre agentes. Los agentes pertenecientes a un SMA interactúan con el objetivo de llevar a cabo tareas, ya sea individuales o colectivas, participando de conversaciones. Estas conversaciones pueden ser simples secuencias de intercambios de mensajes tales como pedidos/respuestas o bien pueden representar negociaciones más complejas. Dicho intercambio de mensajes entre agentes, generalmente cae dentro de patrones típicos, llamadas políticas de conversación o protocolos de interacción.

En Sistemas Multi-Agentes abiertos, donde generalmente los agentes son heterogéneos y no se puede acceder a su estructura interna, no es realista asumir que estos agentes estén contruidos de manera tal que siempre se comporten de acuerdo a los protocolos de interacción. Es por esto que resulta necesario un formalismo que restrinja el comportamiento observable del agente, en vez de su estructura interna, así como también resultan necesarias herramientas para verificar que el comportamiento de los agentes se correspondan con una dada especificación de la interacción.

Los protocolos representan las interacciones permitidas entre agentes que se comunican. Dentro de las características deseables de los métodos utilizado para especificar protocolos de interacción para SMAs se encuentran:

---

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050) y SeCyT Universidad Nacional del Sur (24/ZN11)

**Autonomía** La especificación de un protocolo no debe comprometer la autonomía de un agente mas allá de lo que requiere la interacción.

**Heterogeneidad** Un protocolo debe permitir que los agentes provengan de distintos diseños y que puedan adoptar diferentes estrategias para llevar a cabo sus interacciones.

**Oportunidades** Un protocolo debe permitir que un agente aproveche las oportunidades que pueden surgir durante una interacción.

**Excepciones** Un protocolo debe permitir a un agente manejar las excepciones sin necesidad de cancelar toda la interacción.

## 2. LENGUAJES DE COMUNICACIÓN ENTRE AGENTES

La posibilidad de que distintos agentes interactúen en un entorno abierto depende fuertemente de la adopción de un Lenguaje de Comunicación entre Agentes (LCA) común. La gran mayoría de las propuestas están basadas en los actos del habla. Los actos del habla parecen tan apropiados para describir las interacciones entre agentes que prácticamente todas las propuestas existentes en el campo de los LCAs están basadas en ellos.

Los estudios existentes sobre los LCAs siguen tres caminos distintos:

**Mentalistas** definen el significado de los actos del habla usando el estado mental del agente. Usar el estado mental para definir los actos del habla puede ser adecuado en SMA cooperativos, pero presenta algunos problemas cuando el SMA está compuesto por agentes heterogéneos y competitivos. Ejemplos son KQML [10] y FIPA ACL [7].

**Social o Basado en Obligaciones** define el significado de los actos comunicativos usando obligaciones dirigidas de un agente a otro.

**Conversacionales** el significado queda implícitamente definido por el rol que juega el agente en un dado conjunto de protocolos de conversación. Un problema de esta alternativa es que un cambio en el conjunto de protocolos aceptados va a afectar el significado de los actos del habla.

Es decir, los LCAs varían en que enfatizan el estado mental individual o los aspectos sociales de la comunicación. Los agentes *mentales* enfatizan el estado mental del agente, típicamente describiéndolo como creencias e intenciones. Este alternativa presupone el punto de vista intencional, en la cual se puede describir cualquier sistema usando términos tales como creencias e intenciones. Una alternativa mas promisoria, según Singh [11], corresponde a considerar los actos comunicativos como una parte de las interacciones sociales actuales. Aún cuando no se puede determinar el estado mental específico de un agente, se puede asegurar que un agente tiene la posibilidad de interactuar socialmente.

## 3. ANÁLISIS DE PROPUESTAS EXISTENTES EN LA LITERATURA

A continuación se presenta un análisis de las propuestas existentes en la literatura las cuales utilizan distintas alternativas a la hora de representar protocolos. En particular, se analizan las propuestas que enfatizan los aspectos sociales de la comunicación y que se basan en el concepto de compromiso u obligación a la hora de definir la semántica de los LCAs.

Las obligaciones son sociales debido a que, generalmente, implican a dos partes y son públicamente observables por todos los agentes dentro del SMA. Debido a que un compromiso es público, es posible verificar si un agente cumple con sus obligaciones y, por lo tanto, es posible chequear el cumplimiento de los protocolos por parte de los agentes.

### 3.1. Nonmonotonic Commitment Machines

Chopra *et al.* [4, 6, 5] proponen un formalismo para especificar protocolos llamado Nonmonotonic Commitment Machines (NCMs) que usa compromisos para representar los estados y las acciones. El significado de un estado está dado por las obligaciones que existen en ese estado, siendo éste una descripción del mundo. El significado de una acción está dado por como son manipuladas las obligaciones. Una NCM, en vez de especificar directamente las secuencias de estados y transiciones, especifica un conjunto de reglas en Lógica Causal No Monótona.

Chopra *et al.* muestran una forma de especificar protocolos basados en compromisos u obligaciones. Esta alternativa está basada en la noción general de que un agente no viola un protocolo mientras no viole las obligaciones indicadas por el protocolo. Al usar compromisos, los protocolos resultan más flexibles y le permiten al agente manejar excepciones y aprovechar oportunidades sin tener que violar el protocolo.

Que los agentes logren manejar las excepciones y aprovechar las oportunidades presupone que deben poder razonar sobre los protocolos. Para poder razonar formalmente, los protocolos deben tener una semántica formal, la cual, en el trabajo de Chopra *et al.*, está basada en la noción de compromiso. Los protocolos pueden ser vistos, naturalmente, como el intercambio y manejo de obligaciones.

### 3.2. Cálculo de Eventos y Obligaciones

En [12, 13], Yolum *et al.* buscan especificar protocolos basados en capturar el significado intrínseco de las acciones, representándolas explícitamente como parte del protocolo. Para modelar este significado intrínseco se usan los compromisos sociales, los cuales capturan, conceptualmente, las obligaciones de una parte a otra.

Las obligaciones son formalizadas utilizando una variante del cálculo de eventos. Las operaciones para crear y manipular obligaciones, combinadas con las reglas de razonamiento y la representación intrínseca del significado de las acciones le permiten a los agentes razonar acerca de sus interacciones.

El hecho de especificar protocolos en términos de compromisos permite a los agentes razonar acerca de sus acciones, permitiéndoles a su vez manejar situaciones excepcionales que pueden ocurrir en tiempo de ejecución. El cálculo de eventos provee una forma elegante de representar cambios en el mundo a través de acciones en un protocolo, permitiendo a su vez representar uniformemente las obligaciones, sus operaciones y las reglas de razonamiento sobre ellas.

### 3.3. LCA basado en Compromisos

En [8, 9], Fornara *et al.* presentan la especificación operacional de las obligaciones como un tipo de datos abstracto. El concepto de obligaciones es usado para definir el significado de una clase mayor de actos del habla usando un framework homogéneo. Un objeto de la clase de las obligaciones es independiente de la estructura interna y del estado mental de los agentes. Además, es observable por otros agentes y por cualquier entidad superior y es objetivo. Una obligación tiene un estado, el cual evoluciona con el tiempo. Puede estar activo, completado, violado y cancelado.

En particular se analiza la evolución de las obligaciones a lo largo del tiempo, desde precompromisos u obligaciones condicionales hasta compromisos activos, los cuales finalmente se transforman en obligaciones completadas o violadas. En esta propuesta, se proporciona, además, la semántica operacional de las obligaciones a través de un tipo de dato abstracto. El concepto

de obligaciones es usado para definir el significado de una clase amplia de actos del habla usando un framework homogéneo.

Una característica importante del framework presentado es que resulta modular y permite la reutilización de varios componentes. Es decir, partiendo de un pequeño conjunto de operaciones básicas sobre las obligaciones, es posible definir el significado de simples actos del habla, los cuales pueden ser usados para definir una nueva capa de actos del habla mas complejos.

### 3.4. Restricciones de Integridad Social

Alberti *et al.* [3, 1, 2] proponen un formalismo basado en la lógica de primer orden, llamado Restricciones de Integridad Social (ICs, *Social Integrity Constrains* en inglés) para la definición de los protocolos de interacción y la semántica de los LCAs. Estas ICs pueden ser usadas para proveer semántica a los actos comunicativos y a los protocolos que definen la interacción entre agentes en un entorno social abierto.

En este trabajo se utiliza en paradigma de razonamiento denominado *Abduction*, el cual consiste en formular hipótesis (llamadas *abducibles* en inglés) para denotar observaciones. En la mayoría de los *abductive framework*, se imponen restricciones de integridad sobre las posibles hipótesis para prevenir explicaciones inconsistentes. El objetivo del framework propuesto por Alberti *et al.* es formalizar las expectativas acerca del comportamiento de los agentes como hipótesis, y usar restricciones de integridad social para evitar, dentro de los posibles comportamientos esperados, aquellos que violen los protocolos de interacción.

El significado de los actos comunicativos no está definido en base al efecto que tienen en el estado mental de los agentes, sino de acuerdo al efecto social el cual es, además, verificable. La semántica está basada en el concepto de *expectation*, el cual es, según los autores, mas amplio que el de compromiso u obligación, y junto con restricciones de integridad sociales proveen una especificación declarativa de un correcto comportamiento, en lo que respecta a las interacciones, por parte de agentes dentro de una sociedad.

## 4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Las propuestas mencionadas anteriormente utilizan distintas alternativas a la hora de representar protocolos. Estas propuestas tienen en común que enfatizan los aspectos sociales de la comunicación y que se basan en el concepto de compromiso u obligación a la hora de definir la semántica de los LCAs. En la primer propuesta, la correspondiente a Chopra *et al.*, se utiliza un conjunto de reglas en Lógica Causal No Monótona para representar los protocolos, mientras que la propuesta de Yolum *et al.* utilizan cálculo de eventos. En el caso de Fornara *et al.*, el paradigma de la programación orientada a objetos es utilizado para definir la clase de las obligaciones junto con los métodos correspondientes para luego definir los actos del habla a partir de esta clase. Finalmente, Alberti *et al.*, proponen un formalismo basado en la lógica de primer orden, utilizando el paradigma de razonamiento denominado *Abduction* y el concepto de *expectation*, el cual es mas amplio que el de compromiso.

Como trabajo futuro se planea ampliar el estudio y análisis de las propuestas mencionadas, con el fin de compararlas, resaltando sus ventajas y desventajas. A partir de este análisis, se intentará desarrollar un formalismo de especificación de protocolos que permita aprovechar oportunidades y manejar excepciones tomando las ventajas de las propuestas analizadas y tratando de evitar sus desventajas.

## Referencias

- [1] Marco Alberti, Davide Daolio, Paolo Torroni, Marco Gavanelli, Evelina Lamma, and Paola Mello. Specification and verification of agent interaction protocols in a logic-based system. In Hisham Haddad, Andrea Omicini, Roger L. Wainwright, and Lorie M. Liebrock, editors, *SAC*, pages 72–78. ACM, 2004.
- [2] Marco Alberti, Marco Gavanelli, Evelina Lamma, Federico Chesani, Paola Mello, and Paolo Torroni. Compliance verification of agent interaction: a logic-based software tool. *Applied Artificial Intelligence*, 20(2-4):133–157, 2006.
- [3] Marco Alberti, Marco Gavanelli, Evelina Lamma, Paola Mello, and Paolo Torroni. Modeling interactions using social integrity constraints: A resource sharing case study. In João Alexandre Leite, Andrea Omicini, Leon Sterling, and Paolo Torroni, editors, *DALT*, volume 2990 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 243–262. Springer, 2003.
- [4] Amit K. Chopra and Munindar P. Singh. Nonmonotonic commitment machines. In Frank Dignum, editor, *Workshop on Agent Communication Languages*, volume 2922 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 183–200. Springer, 2003.
- [5] Amit K. Chopra and Munindar P. Singh. Contextualizing commitment protocol. In *AA-MAS '06: Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*, pages 1345–1352, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [6] Amit K. Chopra and Munindar P. Singh. Producing compliant interactions: Conformance, coverage, and interoperability. In Matteo Baldoni and Ulle Endriss, editors, *DALT*, volume 4327 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 1–15. Springer, 2006.
- [7] FIPA. Foundation for intelligent physical agents. <http://www.fipa.org>.
- [8] Nicoletta Fornara and Marco Colombetti. Operational specification of a commitment-based agent communication language. In *Proceedings of the 1st International Joint Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS)*, pages 536–542. ACM Press, jul 2002.
- [9] Nicoletta Fornara and Marco Colombetti. Defining interaction protocols using a commitment-based agent communication language. In *AAMAS*, pages 520–527, 2003.
- [10] KQML. Knowledge Query and Manipulation Language. Official Web Page: <http://www.cs.umbc.edu/kse/kqml>.
- [11] Munindar P. Singh. Agent communication languages: Rethinking the principles. *Computer*, 31(12):40–47, 1998.
- [12] Pinar Yolum and Munindar P. Singh. Flexible protocol specification and execution: applying event calculus planning using commitments. In *AAMAS*, pages 527–534. ACM, 2002.
- [13] Pinar Yolum and Munindar P. Singh. Reasoning about commitments in the event calculus: An approach for specifying and executing protocols. *Ann. Math. Artif. Intell.*, 42(1-3):227–253, 2004.

# Análisis Estático de Programas para la Generación de Computación Ubicua: Inferencia de Tipos

Claudio Vaucheret  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Nacional del Comhaue  
vaucheret@gmail.com

## Resumen

Este trabajo expone una línea de investigación en análisis estático de programas lógicos. El objetivo general de la computación ubicua es la generación automática de software en el contexto de recursos limitados. Un aspecto importante para este objetivo es lograr la información de los tipos en lenguajes no tipados como Prolog. Esta línea de investigación abarca el estudio de todas las consideraciones para una inferencia automática eficiente y precisa de la información de tipos en el contexto de la programación lógica.

## 1. Introducción

La tendencia actual hacia la creación de ambientes inteligentes (robótica, domótica, electrodomótica, etc.) supone la universalización de la capacidad de cómputo: la computación no se localiza sólo en los ordenadores, sino que puede atañer también a muchos artefactos de uso habitual en la vida diaria. La computación tiende a ser, cada vez más, ubicua [19]. Esta tendencia requiere un esfuerzo importante de adaptación del software, entendido a la manera clásica, para su incorporación a las nuevas unidades de computación: teléfonos móviles, agendas personales, coches, electrodomésticos conectados a las redes de comunicaciones, instrumentos portátiles que se confunden con la ropa u otros complementos (*wearable computers*). En general, y al menos con la tecnología actual, es de esperar que estos dispositivos no dispongan de toda la capacidad (velocidad, memoria, posibilidad de consumo y de calentamiento) que tienen los ordenadores hoy en día. Por tanto es necesario desarrollar *software* consciente de la limitación de los recursos y, en consecuencia, de su propia capacidad de consumo de los mismos.

El desafío de generar *software* con consciencia de los recursos es mayor cuando no se trata de su desarrollo desde cero (con el consiguiente coste adicional y retraso en su consecución),

sino de adaptar código ya existente, en el sentido de lograr una reutilización de componentes *software*. En ambos casos (desarrollo completo y adaptación) es necesario disponer de una serie de herramientas de manipulación del código potentes y efectivas, que ayuden a la creación de programas con características propicias para la ubicuidad y que auxilien en la adaptación de código ya existente, automatizando esta adaptación en lo posible. Una de las tareas a realizar incluyen experimentar los dominios y técnicas de análisis de tipos más adecuados para el lenguaje y la aplicación particular: el análisis de consumo de recursos e implementar el análisis de tipos resultante.

## 2. Interpretación Abstracta

La interpretación abstracta de programas [3] es una tecnología que permite el análisis estático de programas para obtener propiedades de la ejecución de los mismos sin ejecutar realmente los programas. La idea principal es simular la ejecución de los programas utilizando descripciones de los valores concretos, es decir un dominio abstracto de dichos valores, con el fin de capturar propiedades relevantes de la ejecución de los programas. Una simple analogía de este tipo de ejecución abstracta es la obtención del signo del resultado de una expresión algebraica aplicando la regla de los signos. En lugar de calcular la expresión con los valores concretos, aplicamos un cálculo abstracto sólo considerando los signos de dichos valores. La utilización de este dominio abstracto, en este caso, el de los signos, nos permite obtener propiedades del cálculo sin realizarlo realmente. Existen resultados teóricos que establecen las condiciones que deben tener estos dominios abstractos para garantizar la corrección y la terminación del análisis [3], basándose en una semántica formal de partida del lenguaje de programación a analizar.

Una ventaja de los lenguajes de programación lógica (en general, de los lenguajes declarativos) respecto a otros lenguajes más procedurales es la facilidad de definir semánticas formales sencillas basadas en conceptos puramente lógicos. Esto otorga muchas facilidades a la hora de realizar analizadores de programas basados en interpretación abstracta para programas lógicos [5]. La utilización de diferentes dominios abstractos permiten inferir de programas lógicos propiedades como el grado de instanciación de las variables, aliasing y dependencias entre las variables, tipos, etc.

## 3. Inferencia de Tipos

Dentro del conjunto de propiedades obtenidas por medio de interpretación abstracta de programas se encuentran los tipos, es decir los conjuntos de posibles valores para las variables de un programa.

Los sistemas de tipos en los lenguajes de programación proveen información que es beneficiosa para la eficiencia de los mismos por medio de la optimización de código y la especialización de programas. Y también para la localización de errores de programación en tiempo de compilación.

Existen dos enfoques distintos para los sistemas de tipos en los lenguajes de programación. El primero de ellos es el punto de vista *prescriptivo* originalmente introducido por Church [1] donde las expresiones del lenguaje sin un sentido definido son llamadas no bien tipadas y deben ser rechazadas por el compilador. El segundo enfoque considera los tipos como una disciplina para la clasificación de programas con una semántica definida en forma independiente del lenguaje de tipos. Este enfoque se llama *descriptivo* y es originalmente propuesto por Curry [6].

En programación lógica, este último enfoque asume la existencia de un universo de todos los objetos y los tipos son considerados como subconjuntos de este universo y se describen con diferentes lenguajes de tipos. Una ventaja de este enfoque es que no necesita declaración de tipos y de hecho los tipos pueden ser inferidos del programa. Sin embargo los tipos inferidos pueden no coincidir con el significado intentado del programa. En el tipo de vista prescriptivo no se presupone un universo de objetos, cada tipo diferente se asocia a diferentes dominios. La declaración de tipos forma una parte esencial del programa y se utilizan para determinar la semántica de los mismos. Una ventaja de este enfoque es que el sistema de tipos claramente especifica el significado intentado por el programador. Dentro de la programación lógica este enfoque es aplicado en los lenguajes  $\lambda$ Prolog y en el lenguaje Gödel .

Si bien originalmente Prolog es un lenguaje no tipado, se han propuesto sistemas de tipos para Prolog [8, 20] y se ha mostrado su utilización tanto para depuración de errores [13, 14] como para la optimización [11] y especialización de programas [15]. En los compiladores de Prolog basados en la máquina abstracta WAM cada cláusula es traducida en una secuencia de instrucciones WAM, con el fin de incrementar la eficiencia, este código debe ser especializado y optimizado durante la compilación. Cuanto más información se tenga sobre los posibles valores de las variables más optimizaciones pueden realizarse, por lo tanto la información sobre modos y tipos es crucial en este aspecto.

Tradicionalmente la información de tipos era una carga más para el programador dado que debía proveerla por medio de declaraciones. La aproximación más usual en lenguajes de programación no tipados como Prolog es sin embargo que los tipos o posibles valores de las variables sean inferidos automáticamente.

## 4. Objetivos

Para la concreción de los objetivos se necesitan abarcar diferentes tareas como las siguientes:

**Implementación** Dentro de los objetivos de la investigación se encuentra el de comparar la precisión y eficiencia de los analizadores top-down para tipos. Para ello es necesario la implementación de un analizador de modo que sea comparable con las implementaciones existentes bottom-up y se le puedan incorporar las diferentes técnicas que se quieren comparar.

**Operadores de Widening** Los operadores de widening [4] son necesarios para garantizar la terminación del análisis en dominios infinitos como el dominio de tipos. En nuestro caso de estudio, es decir en los analizadores “top-down” es necesaria la aplicación de operadores de widening tanto en las sustituciones de éxito como en las sustituciones de llamadas. Estos operadores tienen gran influencia en la eficiencia y precisión del análisis de tipos, por lo tanto es uno de los temas que deben ser tratados en el trabajo. Un avance en esta línea de investigación ha sido presentado en [18].

**Dominio de Tipos** Existen varias maneras de representar los tipos. Uno de los dominios más utilizados es el de los tipos regulares [7], debido a que permiten una gran expresividad, manteniendo la posibilidad de implementar eficientemente las operaciones. Los tipos regulares pueden representarse mediante gramáticas regulares deterministas. Las gramáticas determinísticas tienen menor poder expresivo que las no-determinísticas pues las primeras solo pueden expresar un conjunto de términos que sean *tuple-distributivos*, es decir que se pierde la dependencia entre las posiciones de los argumentos. La mayor expresividad de los tipos no-regulares produce resultados de análisis más precisos. Un objetivo de este trabajo es establecer si esa mayor precisión es costosa en términos de eficiencia.

**Multivarianza** Una diferencia que persiste entre los analizadores Bottom-up y Top-down es que los últimos permiten obtener información discriminada de diferentes variantes, o diferentes versiones de la llamada a predicados del programa, así como información en los distintos puntos de programa. El análisis se fundamenta en la extensión de la semántica operacional SLD en colecciones de semánticas las cuales capturan los patrones de llamadas a predicados y los patrones de éxito de los mismos. En esta investigación estudiaremos cómo esta característica influye en la precisión y eficiencia del análisis.

**Combinación de dominios** Además de ser importantes en la depuración y optimización de programas, la información de tipos puede ser utilizada para el propio análisis de programas. En [2] se ha mostrado la posibilidad de reutilizar previos analizadores y combinarlos para mejorar las prestaciones de dichos análisis. La información de tipos puede ser útil para aumentar la precisión de otros análisis. Un caso de estudio particular es el tratamiento de meta-llamadas en programas lógicos.

## Referencias

- [1] A. Church. A formulation of the simple theory of types. *Journal of Symbolic Logic*, 5:56–68, 1940.

- [2] M. Codish, A. Mulkers, M. Bruynooghe, M. García de la Banda, and M. Hermenegildo. Improving Abstract Interpretations by Combining Domains. *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, 17(1):28–44, January 1995.
- [3] P. Cousot and R. Cousot. Abstract Interpretation: a Unified Lattice Model for Static Analysis of Programs by Construction or Approximation of Fixpoints. In *Fourth ACM Symposium on Principles of Programming Languages*, pages 238–252, 1977.
- [4] P. Cousot and R. Cousot. Comparing the Galois Connection and Widening/Narrowing Approaches to Abstract Interpretation. Technical report, LIX, Ecole Polytechnique, France, 1991.
- [5] P. Cousot and R. Cousot. Abstract Interpretation and Application to Logic Programs. *Journal of Logic Programming*, 13(2 and 3):103–179, July 1992.
- [6] H. B. Curry and R. Feys. *Combinatory Logic*, volume 1. North-Holland, Amsterdam, 1958.
- [7] P.W. Dart and J. Zobel. A Regular Type Language for Logic Programs. In *Types in Logic Programming*, pages 157–187. MIT Press, 1992.
- [8] T. Frühwirth, E. Shapiro, M.Y. Vardi, and E. Yardeni. Logic programs as types for logic programs. In *Proc. LICS'91*, pages 300–309, 1991.
- [9] J.P. Gallagher and D.A. de Waal. Fast and precise regular approximations of logic programs. In Pascal Van Hentenryck, editor, *Proc. of the 11th International Conference on Logic Programming*, pages 599–613. MIT Press, 1994.
- [10] G. Janssens and M. Bruynooghe. Deriving Descriptions of Possible Values of Program Variables by means of Abstract Interpretation. *Journal of Logic Programming*, 13(2 and 3):205–258, July 1992.
- [11] A. Marien, G. Janssens, A. Mulkers, and M. Bruynooghe. The Impact of Abstract Interpretation: an Experiment in Code Generation. In *Sixth International Conference on Logic Programming*, pages 33–47. MIT Press, June 1989.
- [12] K. Muthukumar and M. Hermenegildo. Combined Determination of Sharing and Freeness of Program Variables Through Abstract Interpretation. In *1991 International Conference on Logic Programming*, pages 49–63. MIT Press, June 1991.
- [13] G. Puebla, F. Bueno, and M. Hermenegildo. A Generic Preprocessor for Program Validation and Debugging. In P. Deransart, M. Hermenegildo, and J. Maluszynski, editors, *Analysis and Visualization Tools for Constraint Programming*, number 1870 in LNCS, pages 63–107. Springer-Verlag, September 2000.

- [14] G. Puebla, F. Bueno, and M. Hermenegildo. An Assertion Language for Constraint Logic Programs. In P. Deransart, M. Hermenegildo, and J. Maluszynski, editors, *Analysis and Visualization Tools for Constraint Programming*, number 1870 in LNCS, pages 23–61. Springer-Verlag, September 2000.
- [15] G. Puebla and M. Hermenegildo. Abstract Multiple Specialization and its Application to Program Parallelization. *J. of Logic Programming. Special Issue on Synthesis, Transformation and Analysis of Logic Programs*, 41(2&3):279–316, November 1999.
- [16] H. Saglam and J. Gallagher. Approximating constraint logic programs using polymorphic types and regular descriptions. Technical Report CSTR-95-17, Department of Computer Science, University of Bristol, Bristol BS8 1TR, 1995.
- [17] P. Van Hentenryck, A. Cortesi, and B. Le Charlier. Type analysis of prolog using type graphs. *Journal of Logic Programming*, 22(3):179–209, 1995.
- [18] C. Vaucheret and F. Bueno. More precise yet efficient type inference for logic programs. In *International Static Analysis Symposium*, number 2477 in LNCS, pages 102–116. Springer-Verlag, September 2002.
- [19] M. Weiser. The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, 3(265):94–104, September 1991.
- [20] E. Yardeni and E.Y. Shapiro. A type system for logic programs. *Journal of Logic Programming*, 10(2):125–154, 1990.

# Análisis Lenguajes de Especificación de Agente en Robótica Móvil

Sebastián Gottifredi Alejandro J. García

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),

Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial,

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,

Avenida Alem 1253,(B8000BCP), Bahía Blanca, Argentina

Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

Email: {sg,ajg}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Esta línea de investigación involucra la implementación de sistemas multi-agente en robótica mediante el uso de lenguajes de especificación de agentes. En particular, en este trabajo se hará un análisis del desarrollo de agentes que controlan robots Khepera2 utilizando el lenguaje de especificación 3APL. Uno de los objetivos de esta línea de investigación es analizar las ventajas y desventajas del uso de un lenguajes de especificación de agentes en robótica móvil.

Palabras claves: Sistemas Multi-Agentes, Lenguaje de Especificación de Agentes, Robótica Móvil.

## 1. Introducción

En este trabajo se hará un análisis de sistemas mutli-agente (SMA) en robótica, implementados mediante el uso de lenguajes de especificación formal de agentes. A lo largo del trabajo se mostraran los beneficios del uso de lenguajes de especificación en robots móviles, a través de ejemplos. Por último, se realizará una evaluación de una implementación de agentes para manejar robots Khepera2 utilizando el lenguaje de 3APL.

Esta línea de investigación está orientada a sistemas multi-agente colaborativos, con agentes cognitivos que pueden llegar a poseer capacidades deliberativas. Por mas complejo que sea el agente la percepción sobre el entorno será parcial y al actuar la influencia sobre el entorno también será parcial. Por ende, una acción ejecutada por el agente dos veces puede tener efectos diferentes, el agente debe estar preparado para que la acción falle, o que los efectos no sean los previstos. En especial en un ambiente del mundo real utilizando robots móviles, estas acciones pueden tener muchas consecuencias de diferente índole y con diferentes efectos, dándole un grado de incertidumbre adicional al problema de desarrollar el agente que controla al robot. En este trabajo, trataremos las incertidumbres a nivel cognitivo respecto al agente. Por ejemplo, el error producido por el rozamiento de la ruedas en las diferentes superficies no será corregido a bajo nivel, sino que el agente conocerá esta situación y lo tomará en cuenta para decisiones futuras.

---

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 Nro 13096).

En general en la literatura se menciona que para conseguir buena performance en un agente, como un robot móvil, la habilidad del agente para reaccionar adecuadamente al ambiente externo debe ser el aspecto fundamental a ser considerado. Actualmente se reconoce la importancia de la reactividad, pero este aspecto sólo no es suficiente para crear agentes capaces de resolver tareas complicadas, para ello se necesita representar pensamiento de alto-nivel.

Los Sistemas Multi-Agente (SMA) son utilizados para resolver las problemáticas planteadas en robots físicos autónomos móviles en tareas tanto cooperativas como competitivas, como por ejemplo Robocup [2]. Sin embargo, en gran parte de las aplicaciones de SMA, los agentes que controlan a los robots son implementados en forma Ad-hoc utilizando lenguajes de propósito general más algún *plug in* para la comunicación o interacción. Esto hace muy heterogénea la gama de estructuras internas de los agentes, lo que produce que los agentes, y por ende los SMA, sean mucho más difíciles de diseñar, implementar, verificar. Una forma de aliviar este problema es utilizar reglas formales y estándares para la construcción de los agentes. Esto se puede conseguir si la implementación de los agentes del SMA se basa en reglas de sintaxis, semántica y pragmática de un lenguaje de especificación formal para el desarrollo de agentes. Las reglas de este lenguaje formal determinan la forma de las estructuras deliberativas generales del agente. La interacción y comunicación entre agentes del SMA es provista por reglas del lenguaje formal. Esto permite al desarrollador diseñar al agente a nivel de sus estados mentales y capacidades efecto-sensoriales. En [6] se enuncian las principales características de un lenguaje de especificación de agentes y las ventajas de desarrollar agentes de esta manera. A lo largo de la sección 2 se mostrarán las razones de por qué usar un lenguaje de especificación en agentes que controlan robots, y que elementos son necesarios para poder implementar estos agentes utilizando dicho lenguaje.

Existen varias plataformas de implementación de agentes que utilizan como base lenguajes de especificación formal de agentes, en este trabajo se tendrán en cuenta sólo este tipo de lenguajes de implementación. Un Ejemplo de ello es 3APL [1]. En la sección 3 se mostrará una implementación de los robots Khepera2 [7] utilizando este lenguaje.

## 2. Lenguajes de Especificación en Robótica Móvil

En esta sección se mostrarán las razones de por qué utilizar un lenguaje de especificar agentes que controlan robots móviles y cuáles son sus beneficios. A lo largo de la sección se utilizará como dominio de aplicación el *cleaning task problem* utilizado en [4], donde un conjunto de robots móviles, en una habitación con cajas y una zona almacén, tienen como objetivo llevar y depositar las cajas en el almacén.

El mundo de este dominio consiste de:

- Una área de trabajo cuadrada de 100 unidades por lado, dividida en células cuadradas de 10 unidades por lado.
- Robots encargados de llevar las cajas.
- Cajas de diferentes tamaños distribuidas a lo largo de la habitación.
- Una zona de faja que representa el Almacén.

El sistema es abierto, y cada robot posee las siguientes características:

- una visión global del cuarto.
- puede moverse, recoger o dejar cajas

- comunicarse con los otros robots, a diferencia de lo planteado en [4]
- Se pueden producir errores en las acciones del robot y Por ende, una acción ejecutada por el este dos veces puede tener efectos diferentes

Ejemplo 1: Considere 2 robots llamados Robot1 y Robot2, una zona de almacén de 3x3 células en la parte superior derecha de la habitación, y 2 cajas, una pequeña y una mediana llamadas caja1 y caja2 respectivamente (ver Figura 1).

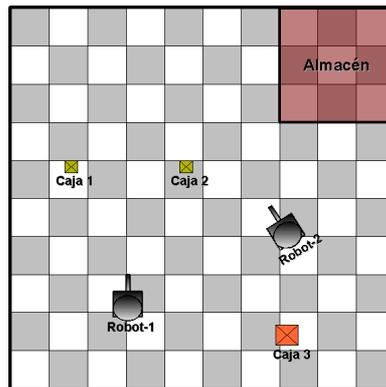


Figura 1: Ejemplo del dominio

En la literatura, se plantea que es adecuado desarrollar los robots móviles inteligentes a través de varios niveles de abstracción, que van desde el mas bajo nivel como los efectores físicos del robot, hasta el mas alto nivel como las capacidades cognitivas del agente. Ejemplos de estas arquitecturas son presentados en [3] y [5]. En la actualidad existen lenguajes como 3APL que siguen la estructura de niveles, gracias un soporte para robótica descrito en [8]. Este trabajo sólo considerarán los niveles mas altos de estas arquitecturas ya que los lenguajes de especificación se encuentran en el nivel cognitivo del agente. Cabe resaltar, que de no existir los niveles inferiores el lenguaje de especificación no se podría utilizar.

Las principales características con las que debe contar un lenguaje, según [6], de especificación de agentes son: arquitecturas mentales flexibles, reglas para modelar la relación comunicación-estados mentales, soporte para planning, manejar la base de conocimiento del agente y el razonamiento.

Como se menciona en [6], el lenguaje de especificación permite desarrollar los agentes a nivel de sus estados mentales, En robots móviles esto es importante, en especial para manejar la incertidumbre respecto del accionar del robot, ya que a este nivel es mas fácil tomar decisiones respecto al que acciones tomar. Siguiendo el Ejemplo 1, el robot1 y usando como base a el lenguaje de especificación de 3APL, estaría especificado del siguiente modo: como meta deberá ordenar la habitación, sus creencias provendrán de la percepción que recibe de la habitación y los mensaje enviados por los otros agentes, sus capacidades serán enviar mensajes, moverse y levantar las cajas, y por último tendrá reglas que le permitirán tomar decisiones respecto a que acciones tomar según la heurística elegida(cajas pequeñas primero, etc). A este nivel de abstracción es mas fácil razonar acerca de la incertidumbre de las posibles acciones que puede tomar el robot.

Una de las ventajas de usar un lenguaje de Especificación para desarrollar los agentes según [6], es que proveen una forma de comunicación entre agentes que está completamente integrada a las capacidades cognitivas de estos, tratándola como un componente mas en el razonamiento. En robots móviles, especialmente en sistemas abiertos, la comunicación para las tareas cooperativas entre agentes es importante debido a las necesidades de coordinación, optimización, etc. Si se observa la Figura 1 podemos ver que tanto el robot1 como el robot2 tienen cerca la caja1, que es la mas pequeña, si ambos están interesado en llevar las cajas mas pequeñas primero, se producirá una colisión. En

el caso de un SMA abierto, donde agentes con diferentes estrategias cooperan, el Robot1 debería avisarle al Robot2 que el se dirige en busca de esa caja, y esperar la confirmación, antes de dirigirse a buscar la caja. De no contar con comunicación, los Robots deberían predecir el comportamiento de sus compañeros.

### 3. Implementación de robots Khepera2 con 3APL

En esta sección se mostrará una implementación de agentes que controlan robots Khepera2 utilizando el lenguaje de especificación 3APL [1]. Para realizar esta implementación se utilizará la arquitectura por capas propuesta en [3], con la diferencia que la capa cognitiva estará representada por el lenguaje de especificación de 3APL, esta arquitectura permite a la capa cognitiva abstraerse de posiciones y detalles de bajo nivel. También se utilizaran la versión para robots móviles de 3APL planteada en [8], donde las creencias de los robots son actualizadas en base al entorno.

A continuación en la Figura 2 se muestra el código 3APL del Robot1 del Ejemplo 1. El comportamiento del agente esta dado por el siguiente orden de preferencia:

1. cajas cercanas a el.
2. cajas que cercanas al almacén.
3. cajas chicas.

En el ejemplo todos los elementos de la percepción del mundo en el BELIEFBASE son generados o actualizados por las capas de nivel inferior a la capa cognitiva en cada ciclo de deliberativo de 3APL.

```
Robot1
%-----
CAPABILITIES:
{} Dormir() {sleep(20)}
{} IrA(Lugar) {llamada a la capa de Sensorial/Efectorial}
{} Recoger(Objeto) {llamada a la capa de Sensorial/Efectorial, encima(Objeto)}
{} Soltar(Objeto) {llamada a la capa de Sensorial/Efectorial, NOT encima(Objeto)}
{} ElegirCaja(Caja) {mejorCaja(Caja)}
%-----
BELIEFBASE:
chica(cajal),media(caja3),otros([robot2]),yo(robot1)cerca(cajal, robot1),
cerca(cajal, robot2), cerca(caja2, robot2),cerca(cajal, almacen),CajasSueltas([cajal, caja2]),
CajasGuardadas([])
%-----
GOALBASE: Ordenar()
%-----
RULEBASE:
Ordenar <- CajasSueltas([]) |
    {Dormir(), Ordenar()},
Ordenar <- CajasSueltas([H|T]) |
    {MejorCajaPosible([H|T]), BuscarCaja(), Ordenar()},

MejorCajaPosible(L) <- (L = [H|T]) AND yo(R) AND cerca(H,R) AND NOT received(X,inform,H) |
    ElegirCaja(H),
MejorCajaPosible(L) <- (L = [H|T]) AND cerca(H,almacen) AND NOT received(X,inform,H) |
    ElegirCaja(H),
MejorCajaPosible(L) <- (L = [H|T]) AND chica(H) AND NOT received(X,inform,H) |
    ElegirCaja(H),
MejorCajaPosible(L) <- (L = [H|T]) |
    MejorCajaPosible(T),
MejorCajaPosible(L) <- (L = []) |
    SKIP

BuscarCaja() <- mejorCaja(B) AND yo(R) AND al_lado(B,R) |
    {Recoger(B), GuardarCaja()},
BuscarCaja() <- mejorCaja(B) |
    {Avisar(B), IrA(B), BuscarCaja() }
```

```

GuardarCaja() <- mejorCaja(B) AND encima(B) AND yo(R) AND al_lado(almacen,R) |
  Soltar(B),
GuardarCaja() <- mejorCaja(B) AND encima(B) |
  {IrA(Almacen), GuardarCaja()}

Avisar(Caja) <- TRUE |
  send(SistemaManejoAgentes,inform,Caja)

```

Figura 2: Implementación del Robot1 en 3APL

El código para el agente que maneja al Robot2 es similar, sólo cambian los hechos iniciales `yo(robot1)` por `yo(robot2)`, y `otros([robot2])` por `otros([robot1])`

## 4. Conclusión

En este trabajo se realizó una exposición de las razones del uso de Lenguajes de Especificación de agente en el desarrollo de agentes para Robots Móviles en un SMA y se mostraron sus beneficios a través de ejemplos, como por ejemplo, el uso de las arquitecturas de agente provistas por el Lenguaje y la integración del sistema de comunicación con dichas arquitecturas. Por último se realizó la implementación de agentes para manejar robots Khepera2 utilizando el lenguaje de 3APL, evaluar los beneficios del uso de lenguaje de especificación en robótica.

Del análisis de la implementación de Robots Khepera utilizando 3APL, se puede concluir que los lenguajes de especificación brindan un buen marco para el desarrollo de las capacidades mentales de los robots, lo que permite, además de todas las ventajas que esto trae respecto al desarrollo de agentes, corregir las posibles incertezas del mundo real a un alto nivel. Sin embargo, para que el lenguaje de especificación brinde todas sus ventajas debe estar implementado sobre un robusto sistema de niveles de abstracción, lo cual no siempre es simple.

## Referencias

- [1] M. Dastani, B. van Riemsdijk, F. Dignum, and J. Meyer. A programming language for cognitive agents: Goal-directed 3apl, 2003.
- [2] The Robocup Federation. Robocup. <http://www.robocup.org>.
- [3] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. Khedelp: A framework to support defeasible logic programming for the khepera robots. In *ISRA06*, 2006.
- [4] Edgardo Ferretti, Marcelo Errecalde, Alejandro García, and Guillermo Simari. An application of defeasible logic programming to decision making in a robotic environment. In *LPNMR*, 2007.
- [5] A. J. García, G. I. Simari, and T. Delladio. Designing an agent system for controlling a robotic soccer team. In *X Congreso Argentino de las Ciencias de la Computación*, 2004.
- [6] Sebastian Gottifredi and Alejandro García. Análisis de lenguajes de implementación de agente. In *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2006)*, 2006.
- [7] K-Team. Khepera 2. <http://www.k-team.com>, 2002.
- [8] Marko Verbeek. 3apl as programming language for cognitive robots. Master's thesis, University of Utrecht, 2003.

## Analizador Java Inteligente

López De Luise María Daniela, miembro IT-Lab de la Universidad de Palermo, mlopez74@palermo.edu  
Agüero Martín Jorge, miembro IT-Lab de la Universidad de Palermo, agüero.martin@gmail.com

Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina, TE/FAX (54 11) 5199 4520

### Abstract

Varios intentos se han realizado para mejorar la producción de programas en diversos lenguajes. No es difícil imaginar cuán conveniente sería poder aplicar técnicas inteligentes para colaborar en este sentido. El presente trabajo realiza el desarrollo y evaluación de un prototipo analizador de métricas de calidad para código escrito en lenguaje de programación Java. El análisis comprende la descripción básica del diseño, descripción de los principios de funcionamiento y presentación de resultados preliminares.

### Keywords

Métricas, neural networks, calidad de software

### Introducción

Hoy en día la evolución del software requiere que las empresas se vean implicadas en una abultada inversión alrededor del desarrollo y mantenimiento de sistemas. Surge entonces la necesidad de contar con herramientas válidas que permitan dar soporte a dichas tareas. La calificación automática del software, a fin de determinar si un módulo de código está suficientemente limpio o libre de errores, es una meta preciada que lograría en muchos casos facilitar el proceso de puesta en marcha y mantenimiento.

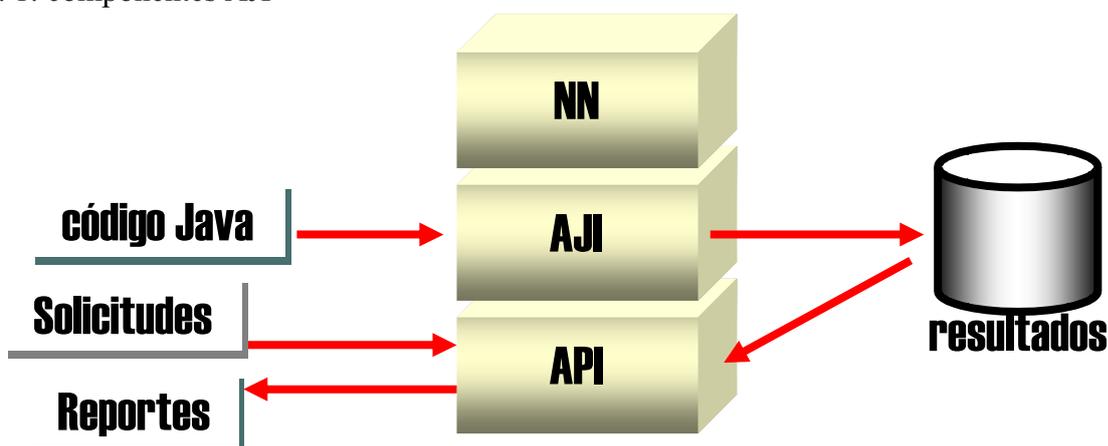
Esta actividad, por demás tediosa y artesanal, cuenta con pocas herramientas de apoyo como JUnit, AgitarONE, Bugzilla, JCosmo, las que, en ningún caso son abarcativas de todo el proceso involucrado.

El prototipo que aquí se presenta es el resultado de un año y medio de trabajo fusionando técnicas históricamente conocidas (métricas de calidad de software, buenas prácticas, estándares de codificación, etc.) con nuevas métricas y conceptos propios, a fin de evaluar código Java, definir defectos más probables, y asesorar sobre cuestiones concretas dentro del código auditado.

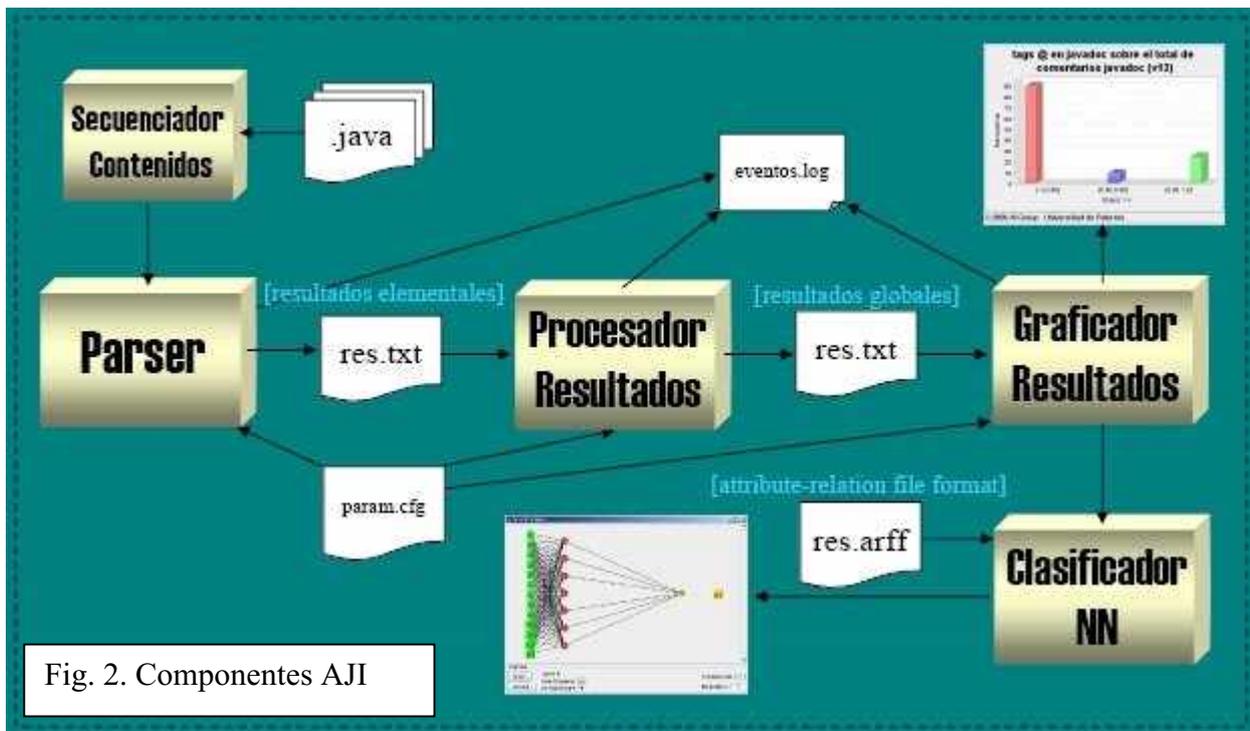
### Descripción del prototipo

El prototipo AJI (Analizador Java Inteligente) se basa en el concepto de detección automática del perfil del codificador para poder predecir sus equivocaciones y errores más probables. Está compuesto por tres módulos como se muestra en la figura 1.

Fig. 1: componentes AJI



El módulo **API** se centra en el manejo de toda la interacción básica con el usuario. El módulo **NN** en cambio es una red neuronal configurada para poder aprender dinámicamente los perfiles de usuario a partir del análisis de 14 variables extraídas de programas codificados en Java. Parte de estas variables son descriptivas (ej: cantidad de clases abstractas, cantidad de interfaces, etc.) y otras son calificativas (ej: clases con nombres mal escritos, balanceos de comentarios vs. código, etc.). El módulo **AJI** es el que realiza la actividad principal. Sus componentes se presentan en la Fig. 2.



Como se puede apreciar en la figura, existe un componente *Secuenciador* que captura el código fuente y lo preprocesa para facilitar la tarea del *Parser*. El *Parser* produce una serie de datos en bruto que luego son usados por el *Procesador de resultados* para elaboraciones más complicadas. Finalmente estos resultados serán entregados al *Graficador de resultados* del módulo API.

### Funcionamiento del prototipo

El prototipo tiene dos modalidades de funcionamiento: *aprendizaje* y *evaluación*. Cuando está en modalidad *aprendizaje*, El secuenciador recibe un lote de archivos java en ASCII y la red neuronal cambia dinámicamente sus pesos hasta llegar a detectar los perfiles. Actualmente el prototipo ha corrido con más de 200 archivos y la red tiene un poder de clasificación de perfiles con una certeza cercana al 99%.

Cuando el prototipo ha estabilizado su aprendizaje está habilitado para comenzar la fase de evaluación por un período definido por el administrador (y podrá re-entrenarse a solicitud del mismo).

La actividad en etapa de *evaluación* utiliza los mismos componentes, salvo por el hecho de que la red neuronal es usada para clasificar los perfiles previamente detectados. Cada perfil a su vez tiene asociada una serie de *características más probables*, las cuales serán contrastadas contra el código actual y serán la base de las conclusiones y recomendaciones que el sistema le informará convenientemente al usuario a través del componente API.

## Resultados

Se realizó un proceso de aprendizaje completo, comenzando con la ponderación y clasificación de las características de un lote de código fuente (ver fig. 3).



Fig. 3. Ponderación y clasificación de código

Luego, la herramienta AJI procesó y evaluó automáticamente los perfiles usando técnicas de inteligencia artificial, específicamente una red neuronal cuya configuración es la siguiente:

- Perceptrón de 1 capa
- 14 nodos de entrada
- 9 nodos ocultos
- 5 nodos de salida (un nodo por cada perfil esperado)

En la figura 4 se muestra el perceptrón funcionando durante un proceso de clasificación.

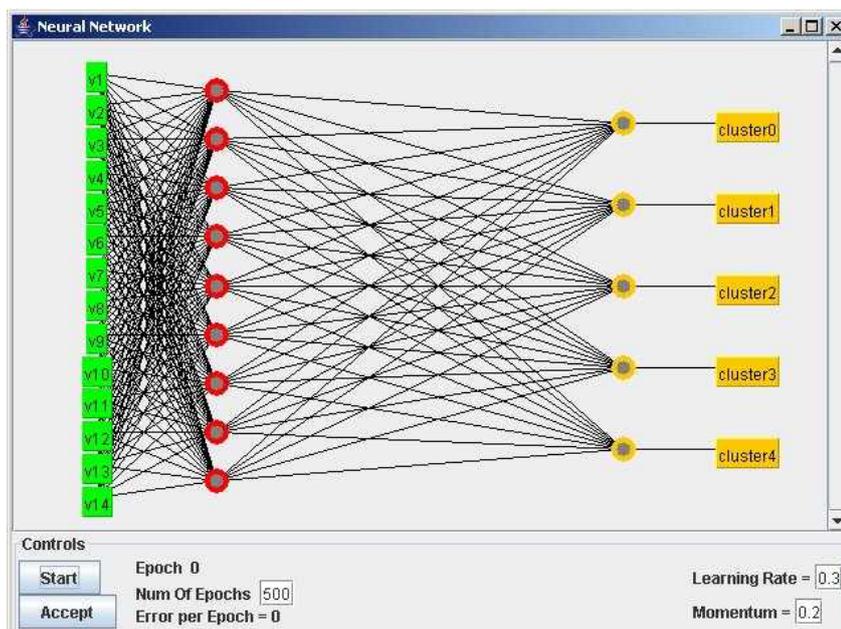


Fig. 4. Red neuronal del módulo NN

La cantidad de perfiles resulta de una investigación previa realizada en base a más de 200 archivos de código, en la que se aplicó técnicas de clustering. El cuadro de la figura 4 compara los resultados alcanzados al clasificar con diferentes algoritmos de clustering:

Clustering	bins	%ok	k	MAE	Root MSE	H	I
EM	5	87.1	0.826	0.071	0.200	14	5
Kmeans	10	94.4	0.922	0.023	0.092	22	10
<b>Kmeans</b>	<b>5</b>	<b>95.2</b>	<b>0.926</b>	<b>0.028</b>	<b>0.120</b>	<b>14</b>	<b>5</b>
FartherFirst	10	92.7	0.854	0.020	0.105	22	10
FartherFirst	5	87.1	0.826	0.071	0.200	15	5

Como se puede apreciar, KMeans obtiene la mejor clasificación cuando se escojen 5 clusters, con un nivel de confianza muy cercano a la predicción perfecta (ver valores  $K^1$ ,  $MAE^2$ ,  $Root\ MSE^3$ ,  $H^4$ ,  $I^5$ ).

Usando ésto, el Analizador Java Inteligente clasificó cada uno de los archivos de código fuente según atributos relevados a partir de las métricas predefinidas y el training set generado por clustering.

El proceso de la red neuronal, genera una calificación cercana al 99% de exactitud en la precisión. Es decir, de los 213 archivos Java, sólo 3 de ellos fueron clasificados erróneamente.

En la fig. 5 se muestra un cuadro con los resultados finales obtenidos del proceso de aprendizaje.

```

=== Confusion Matrix ===
  a  b  c  d  e  <-- classified as
84  1  0  0  0  : a = cluster0
 1 62  0  0  0  : b = cluster1
 0  1 16  0  0  : c = cluster2
 0  0  0 23  0  : d = cluster3
 1  0  0  0 24  : e = cluster4

=== Detailed Accuracy By Class ===
TP Rate  FP Rate  Precision  Recall  F-Measure  Class
0.988    0.016    0.977     0.988    0.982     cluster0
0.984    0.013    0.969     0.984    0.976     cluster1
0.941     0         1         0.941    0.97      cluster2
1         0         1         1         1         cluster3
0.96     0         1         0.96     0.98     cluster4

```

Fig. 5. resultado de clasificación

A la fecha, el grupo de investigación está avocado a la implementación de un Módulo de Recomendación que utilice éstos perfiles detectados para interactuar con el usuario.

<sup>1</sup> K es el valor kappa que mide la concordancia de categorizaciones predecidas vs. observadas.  
<sup>2</sup> MAE mean absolute error, promedio de valor absoluto del error.  
<sup>3</sup> Root MSE, raíz cuadrada del promedio de errores al cuadrado, tiende a exagerar el error de los outlier.  
<sup>4</sup> H, cantidad de nodos ocultos de la red neuronal.  
<sup>5</sup> I, cantidad de nodos de entrada de la red neuronal.

## **Bibliografía:**

- [1] "Aplicación de Métricas Categóricas en Sistemas Difusos", M. D. López De Luise, Martín Agüero. IEEE Latin America. 2006.
- [2] "Finite State Machines", R. C. Martin. Engineering Notebook Column. 1997
- [3] "Analyzing Java Software by Combining Metrics and Program Visualization", T. Syst, P. Yu, H. Müller. 2000.
- [4] "NASA Coding Standards for C, C++, and Java". NASA. 1999.
- [5] "Thinking in Java 3rd edition", B. Eckel. Prentice-Hall. 2002.
- [6] "Data Mining: Practical machine learning tools and techniques (Weka)", Ian H. Witten and Eibe Frank. 2005
- [7] "Applied Software Measurement", Capers Jones. McGraw-Hill. 1997

Título :

**APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN LA  
PLANIFICACIÓN DE REDES DE TELEFONIA CELULAR**

Área :

*Sistemas Inteligentes*

Autores :

MSc. Ing. Mario M. Figueroa de la Cruz

Ing. José Zakour

Ing. Gustavo Juarez

Ing. Daniel Ibarra

Email:

tics@frt.utn.edu.ar

ntics@frt.utn.edu.ar

Tel./Fax :

(0381) 4217150- 4307387- 4307385

## PROLOGO

Este trabajo analiza la problemática que tiene la planificación celular considerando el crecimiento y la evolución hacia nuevas tecnologías proponiendo como alternativa de planificación el uso de algoritmos de Inteligencia Artificial como son los “Algoritmos Genéticos”.

### Problemática

La situación actual en el mercado globalizado de las comunicaciones móviles se caracteriza por un crecimiento inigualable de la demanda. La competitividad desborda la tecnología generando a los operadores de la mercadotecnia una alta presión de desarrollo de nuevos servicios, de modo que es una prioridad alcanzar un diseño optimizado de las redes. El resultado es que, ante una mayor demanda por parte de los usuarios, las redes móviles crecen en dimensiones y complejidad.

Dentro del proceso de planificación de una red celular, la planificación de frecuencias y el posicionamiento de las estaciones base (BTS) es una labor con suficiente entidad y complejidad como para requerir el soporte y la ayuda de herramientas especializadas. Éstas, además de integrarse dentro de los sistemas de planificación celular, deben aportar métodos y algoritmos de optimización que resuelvan el problema desde los puntos de vista teórico y práctico, es decir, que aseguren la factibilidad, calidad y robustez de las soluciones y que contemplen las restricciones asociadas a las situaciones reales en que se encuentra el planificador.

Una vez conocidos los canales (tráfico y señalización) requeridos en cada estación de base como el posicionamiento, la creación de un plan de frecuencias tiene por objeto asignar a cada una de estas estaciones de base las frecuencias o portadoras que darán servicio a estos canales, atendiendo a dos propósitos básicos: minimizar la interferencia y maximizar el uso del espectro. Habitualmente, el objetivo principal del planificador es calcular una asignación de frecuencias que, con el menor número de portadoras, dé servicio a los canales requeridos y minimice la interferencia global de la red. La proximidad de las estaciones de base obliga a que, para reducir el nivel de interferencia, sea preciso garantizar una separación mínima dentro del espectro entre las frecuencias asignadas. Asimismo, es necesario considerar tanto el tipo de planificación que se está realizando (con o sin frequency hopping), como la situación real de la red, es decir, la existencia de condicionantes que influyen en la planificación (frecuencias preasignadas, frecuencias prohibidas, posicionamiento etc).

### Definición del Problema

El problema de la asignación de frecuencias se puede formular en los siguientes términos: dado un conjunto de  $N$  estaciones de base (caracterizadas por el número de canales requeridos  $R_i$ , las frecuencias preasignadas  $FA_i$  y las frecuencias prohibidas  $FP_i$ ) y una matriz  $C$  de separación de canales (en la que  $C_{i,j}$  expresa la separación que debe existir entre las frecuencias de las estaciones de base  $i$  y  $j$ ), se pretende encontrar la asignación de frecuencias que, con el menor número de portadoras, cumple todas las restricciones impuestas por  $R_i$ ,  $FA_i$ ,  $FP_i$  y  $C$ .

Está ya demostrado que un problema de este tipo es un problema de optimización combinatoria de tipo NP-completo, de complejidad de orden exponencial.

A efectos prácticos, esto significa que no existen métodos exactos o deterministas que permitan encontrar la solución en tiempos de cálculo razonables. Dicho de otra manera, y dentro del ámbito del problema descrito, aunque dada una planificación de frecuencias siempre es posible verificar si cumple las condiciones, frente a un problema por resolver no siempre es posible decidir si existe una solución que, con un número determinado de portadoras, cumple todas las restricciones del problema. Es más, en muchas ocasiones tan sólo es posible hallar soluciones con un número de portadoras cercano a una cota mínima, pero sin poder garantizar ni evaluar cuan lejos se está del óptimo global .

### **Algoritmos de resolución**

Para resolver problemas de este tipo se utilizan técnicas y algoritmos de diversa índole que, en general, podrían ser clasificados en iterativos y no iterativos. Los segundos basan la búsqueda de las soluciones en el empleo de heurísticos y de ordenaciones muy específicas, por lo que no tienden a alcanzar buenas soluciones en problemas de campo, es decir, realistas. Por el contrario, los algoritmos iterativos, que se basan en el "refinamiento" sucesivo de una o más soluciones iniciales, suelen ser más robustos, en cuanto a que pueden ser aplicados a distintos problemas con equivalentes garantías de éxito. En cualquier caso, los métodos clásicos de resolución de problemas de optimización combinatoria adolecen de la dificultad para evitar los mínimos locales, singularidad para la que los algoritmos iterativos tienden a estar bien preparados.

Los Algoritmos Genéticos (AG's) son métodos adaptivos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes, postulados por Darwin . Por imitación de este proceso, los Algoritmos Genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas.

En la naturaleza los individuos de una población compiten entre sí en la búsqueda de recursos tales como comida, agua y refugio. Incluso los miembros de una misma especie compiten a menudo en la búsqueda de una pareja. Aquellos individuos que tienen más éxito en sobrevivir y en atraer compañeros tienen mayor probabilidad de generar un gran número de descendientes. Por el contrario individuos poco dotados producirán un menor número de descendientes. Esto significa que los genes de los individuos mejor adaptados se propagarán en sucesivas generaciones hacia un número de individuos creciente. La combinación de buenas características provenientes de diferentes ancestros, puede a veces producir descendientes particularmente interesantes (superindividuos), ya que se encuentran muy bien dotados, con una gran adaptación, típicamente mucho mayor que la de cualquiera de sus ancestros. De esta manera, las especies evolucionan logrando características cada vez mejor adaptadas al entorno en el que viven.

Los Algoritmos Genéticos usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor ó puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. En la naturaleza esto equivaldría al grado de efectividad de un organismo para competir por unos determinados recursos. Cuanto mayor sea la adaptación de un individuo al problema, mayor será la probabilidad de que el mismo sea seleccionado para reproducirse,

cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma. Esta cruce producirá nuevos individuos – descendientes de los anteriores – los cuales compartirán algunas de las características de sus padres. Cuanto menor sea la adaptación de un individuo, menor será la probabilidad de que dicho individuo sea seleccionado para la reproducción, y por tanto de que su material genético se propague en sucesivas generaciones.

De esta manera se produce una nueva población de posibles soluciones, la cual reemplaza a la anterior y verifica una interesante propiedad: contiene una mayor proporción de buenas características en comparación con la población anterior. Así, a lo largo de las generaciones las buenas características se propagan a través de la población, con lo que las áreas más prometedoras del espacio de búsqueda van siendo exploradas al favorecer el cruce de los individuos mejor adaptados. Si el Algoritmo Genético ha sido bien diseñado, la población convergerá hacia una generación que contenga una solución óptima del problema.

El poder de los Algoritmos Genéticos proviene del hecho de que se trata de una técnica robusta, y pueden tratar con éxito una gran variedad de problemas provenientes de diferentes áreas, incluyendo aquellos en los que otros métodos encuentran dificultades. Un Algoritmo Genético encuentra la solución óptima a un problema, hecho demostrado por Holland, pero sin tener en cuenta el tiempo para encontrarla, de modo que muchas veces esta búsqueda no resulta efectiva. Muchas veces existe evidencia empírica de que se encuentran soluciones de un nivel aceptable, en un tiempo competitivo con el resto de algoritmos de optimización combinatoria. En el caso de que existan técnicas especializadas para resolver un determinado problema, lo más probable es que superen a los Algoritmo Genético, tanto en rapidez como en eficacia. El gran campo de aplicación de los Algoritmos Genéticos se relaciona con aquellos problemas para los cuales no existen técnicas especializadas. Incluso en el caso en que dichas técnicas existan, y funcionen bien, pueden efectuarse mejoras de las mismas construyendo un híbrido técnica especializada-Algoritmos Genéticos.

### **Parametrización de la Solución**

Como ya se explico, el problema que se intenta resolver consiste en optimizar los recursos empleados en un sistema de telefonía celular. Estos recursos son básicamente:

- Antenas: Es optimizar la ubicación de las antenas, minimizando la cantidad de las mismas, manteniendo una calidad aceptable de nivel de servicio. Las variables de este recurso sobre las que el sistema tiene control son: posición y potencia.
- Frecuencias: Este es el recurso más escaso y por consiguiente más caro. La finalidad es poder repartir las frecuencias entre las antenas, evitando la interferencia entre celdas adyacentes.

Otro elemento a tener en cuenta es la cantidad de canales que dispone una determinada celda. Esto influirá en la cantidad de llamadas simultáneas que pueden coexistir en una zona geográfica.

Además el sistema debe permitir asignar a distintas zonas geográficas niveles de tráfico distintivos, y esta información debe ser tomada en cuenta a la hora de posicionar las antenas.

Otro elemento a tener en cuenta es el hecho que existen determinados lugares que no

son aptos para servir como punto de colocación de una antena (escuelas, ríos y mares, etc.).

### **Alcances de la Solución**

Es importante tener en cuenta que las soluciones a los problemas planteados pueden ser tan simples o complejas como se desee, según la cantidad de variables que se consideren. Por ejemplo pueden tenerse en cuenta las estructuras de las edificaciones en una determinada ciudad, el material de las mismas, la curvatura terrestre, la topología del terreno y como éstas muchas variables más, a la hora de decidir la mejor manera de armar una red celular.

Las variables mas importantes que se pueden considerar son :

Variables de Entrada:

- Frecuencia de la señal portadora (MHz).
- Sensibilidad del receptor (DB).
- Demanda de servicio en cada punto de tráfico (Erlangs).
- Factibilidad de colocar una Antena en un determinado lugar geográfico.

Variables de Salida:

- Cantidad de Antenas necesarias.
- Posición y Potencia de cada antena.
- Nivel de cobertura de la solución.
- Trafico no cubierto (Erlangs).
- Frecuencias asignadas.

Al diseñar el Algoritmo Genético hay que definir los siguientes elementos:

- Individuo: Representa una posible solución al problema a través de una codificación.
- La Función Fitness: Indica el nivel de adaptación del individuo para el problema (qué tan buena es la solución).
- La Función de Selección: Determina la manera en que se seleccionan los Individuos más aptos para reproducirse de acuerdo a su función Fitness.
- La Cruza: Es la forma en la que se componen nuevos individuos a partir de los padres. Esto se logra recombinando los genes de cada individuo.
- La Mutación: Es un operador genético que altera los genes del individuo con el objeto de evitar la convergencia prematura. Además permite visitar otras regiones del espacio de solución que de otra manera quedarían inexploradas.

Opcionalmente se definen otros elementos destinados a aumentar la diversidad genética de los individuos, explorando así un mayor espacio de soluciones. Entre estos elementos encontramos los conceptos de Islas, migraciones , etc.

## **La Función Fitness**

El diseño de esta parte del Algoritmo Genético es crucial para una correcta evolución de la población hacia una solución satisfactoria.

Los elementos de la Red Celular que se tienen en cuenta a la hora de evaluar el Fitness de una solución son los siguientes:

1. Cobertura de las TDA: se refiere a la cantidad de TDAs a las que se le presta servicio en la solución actual.
2. Nivel de Servicio: es la cantidad de TDAs cubiertas por esta solución dividida en la cantidad de TDAs existentes en el problema.
3. Tráfico Descubierta: es la cantidad de Erlangs que no pueden ser atendidos por la configuración de antenas que se propone en la solución.
4. Cantidad de Antenas: es la cantidad de antenas que utiliza la solución para brindar servicio a las TDAs.
5. Cobertura Total: es la sumatoria de la cantidad de veces que se sirve cada TDA.
6. DB Usados: es la sumatoria de los DB utilizados por todas las antenas que están presentes en la solución.

## **Conclusiones**

Desde el punto de vista de la planificación , la evolución de los sistemas móviles hacia la tercera generación y posteriormente la 4G llevará la implantación de los sistemas en entornos hasta ahora no contemplados como ser las picoceldas en interior de edificios, celdas a bordo de satélites etc., así como la introducción de servicios de banda más ancha .

Desde el punto de vista de la predicción de coberturas, esto se traduce en la necesidad de modelar entornos hasta ahora no contemplados y con una mayor resolución. Por otra parte, los modelos de predicción de coberturas, han de considerar, no sólo los niveles de potencia media recibidos y su varianza, sino también factores como la máxima dispersión temporal, a la que pueden ser sensibles algunos servicios y sistemas.

Se abren posibilidades alternativas para abordar este problema, donde el uso de técnicas de inteligencia artificial como por ejemplo los Algoritmos Genéticos , podrán proporcionarnos herramientas para la elaboración de planificaciones y posteriores modificaciones de las redes celulares.

# Aplicación de Redes Bayesianas en el Modelado de un Sistema Experto de Triage en Servicios de Urgencias Médicas

## María M. Abad-Grau

Departamento de Lenguajes y  
Sistemas Informáticos  
Universidad de Granada  
E-mail: mabad@ugr.es  
Tel: +34 958240634  
Fax: +34 958243179

## Jorge S. Ierache

Facultad de Informática Ciencias de  
la Comunicación y Técnicas  
Especiales, Universidad de Morón  
jierache@unimoron.edu.ar  
Tel: +5411 56272000 (189/746)

## Claudio Cervino

Facultad de Medicina  
Universidad de Morón  
ccervino@unimoron.edu.ar  
Tel: +5411 56272000 (774)

## Resumen:

Este artículo describe el trabajo actual que estamos realizando para la aplicación de redes bayesianas en el modelado de sistemas expertos de triaje (clasificación) en los servicios de urgencias médicas. Las redes son construidas teniendo en cuenta tanto los datos provenientes de experiencias de triaje como la opinión de médicos expertos en urgencias. El sistema será utilizado con una doble finalidad: a nivel teórico para entender cómo la información requerida en el triaje puede ser modelada mediante redes bayesianas y a nivel práctico para entrenamiento y uso por el personal de triaje.

## Introducción

Los servicios médicos de urgencias en la mayoría de los hospitales están sufriendo un fuerte incremento en el número de casos que se presentan. Con el fin de usar los recursos de forma más eficiente, cada vez en más hospitales se hace imprescindible la implantación de un sistema de triaje, o sistema para la catalogación de la urgencia con la que un paciente en la sala de emergencias debe ser atendido. Existen recomendaciones o sistemas estándares de triaje (Gómez Jimenez et al., 2003) para hacerlo. De todos ellos, el CTAS (de amplia difusión en el continente americano) y el MAT (implantado sobre todo en España), disponen de análisis de concordancia y estudios de validez y utilidad. MAT además se basa en categorías sintomáticas y algoritmos clínicos y se encuentra en versión electrónica. Ambos utilizan 5 niveles de triaje, que del 1 al 5 son: resucitación, de emergencia, urgente, menos urgente y no urgente.

Asimismo existen sistemas informáticos que pretenden ayudar a la hora de decidir el nivel de triaje que se le asigna a un paciente. Sin embargo son muy limitadas las funciones que realizan incluso cuestionándose que no son verdaderos sistemas de apoyo a la decisión sino soportes digitales del procedimiento a seguir (Guterman et al., 2003). Algunos de ellos permiten la inclusión de nuevo conocimiento por parte del usuario, generalmente en forma de reglas, son los llamados Sistemas basados en el Conocimiento o Sistemas Expertos como por ejemplo eTRIAGE (Dong et al., 2007), el cual utiliza las reglas CTAS como base de conocimiento. En general estos programas ofrecen precisiones demasiado bajas para poder usarlos como arbitraje en casos individuales (Graber y VanScoy, 2003). Quizás algunas de las limitaciones más relacionadas con su falta de precisión son la falta en cuanto a calidad y cantidad de las variables usadas. Frente a estos sistemas en los que el modelo ha sido creado por el experto o expertos, existen ejemplos de sistemas en los que el conocimiento se puede inducir a partir de los datos (aprendizaje automático o minería de datos), en este caso síntomas, análisis clínicos y otras pruebas, signos vitales, diagnóstico final, etc., como por ejemplo el Mobile Emergency Triage System (MET) (Michalowki et al., 2005), para triaje en niños, que usa árboles de decisión y conjuntos aproximados. El principal inconveniente de

otros enfoques como las redes neuronales, los algoritmos basados en instancias y las máquinas de soporte vectorial es que no aportan información legible por el hombre del modelo que relaciona las distintas variables entre si.

En la sección 1 mostramos la potencialidad de las redes bayesianas en los sistemas hospitalarios de triaje. En la sección 2 se definen los distintos tipos de variables que se han tenido en cuenta y como se ha acotado el problema a un subconjunto dentro de cada grupo para restringirnos al triaje relacionado con enfermedades de origen cardiovascular y respiratorio. Asimismo se muestra la estructura de la red bayesiana aprendida de forma automática a partir de una simulación. En la sección 3 se realiza una evaluación comparativa con otros enfoques. Por último, en la sección 4 las conclusiones y futuras líneas de trabajo.

## 1. Redes bayesianas

Las redes bayesianas constituyen una alternativa a los árboles de decisión por permitir la representación de modelos más complejos de diagnosis o prognosis. Las redes bayesianas se basan en los fundamentos de la teoría de la probabilidad y permiten combinar el juicio del experto con las fuentes de datos disponibles, y realizar inferencia entre cualquier subconjunto de variables. Aunque tienen un amplio uso en el ámbito medico, en los sistemas de triaje a penas se han empezado a aplicar. Existen numerosos ejemplos en los que se muestran los buenos resultados que la redes bayesianas están teniendo en el diagnóstico medico (Yoonkyung and Cheol-Koo, 2003; Sebastiani and Perls, 2007).

Una red bayesiana (RB) se compone de dos partes. Por una lado, la estructura, el modelo o parte cualitativa: un grafo dirigido acíclico (GDA) donde cada nodo representa una variable aleatoria y los arcos representan dependencias probabilísticas entre las variables. Por otra parte, de una distribución condicional de probabilidades de la forma  $P(x|\Pi_x)$  para cada nodo  $x$  dado su conjunto de padres  $\Pi_x$ . Esta parte de la red bayesiana se conoce como la parte paramétrica o cuantitativa de la red.

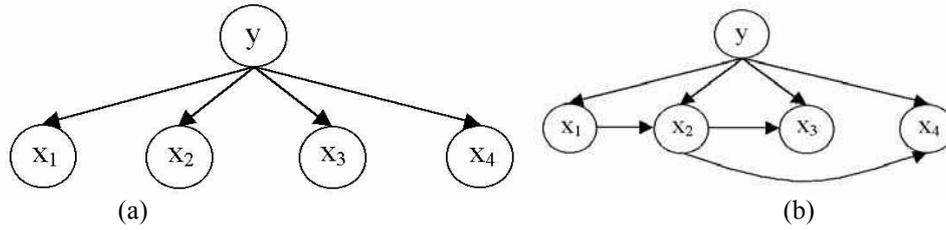
La mayor asunción de independencia que se representa en una RB se llama la “Propiedad Local de Markov” (Sebastiani et. al., 2005b) que consiste en que cada nodo es independiente de todos sus nodos no-descendientes dados los padres. Así, la distribución de probabilidad conjunta que representa una RB se puede obtener mediante el producto de distribuciones de probabilidades condicionales:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1..n} P(x_i|\Pi_{x_i}).$$

### 1.1. Clasificadores bayesianos

Un clasificador es una función que asigna una etiqueta clase a una instancia descrita mediante un conjunto de atributos. Cuando una RB se construye con la finalidad de predecir el valor de una variable clase dada cualquier configuración en el resto de las variables, se tiene un “clasificador bayesiano”. Un clasificador bayesiano que suele ser bastante preciso a pesar de su simplicidad es el “clasificador bayesiano simple” (Naive Bayes classifier) (ver figura 1). El modelo de este clasificador asume la independencia de los atributos  $x_1, x_2, \dots, x_n$  dada la clase  $y$ . Aunque esta asunción no se cumple la mayoría de las veces, su generalmente buen comportamiento se debe a la exactitud con la que las distribuciones condicionales pueden calcularse incluso con muestras relativamente pequeñas dado que el conjunto de padres de todas las variables de entrada  $x_1, x_2,$

...,  $x_n$  se limita tan solo a la clase:  $\prod_{xi}=\{y\}$ ,  $i=1..n$ .



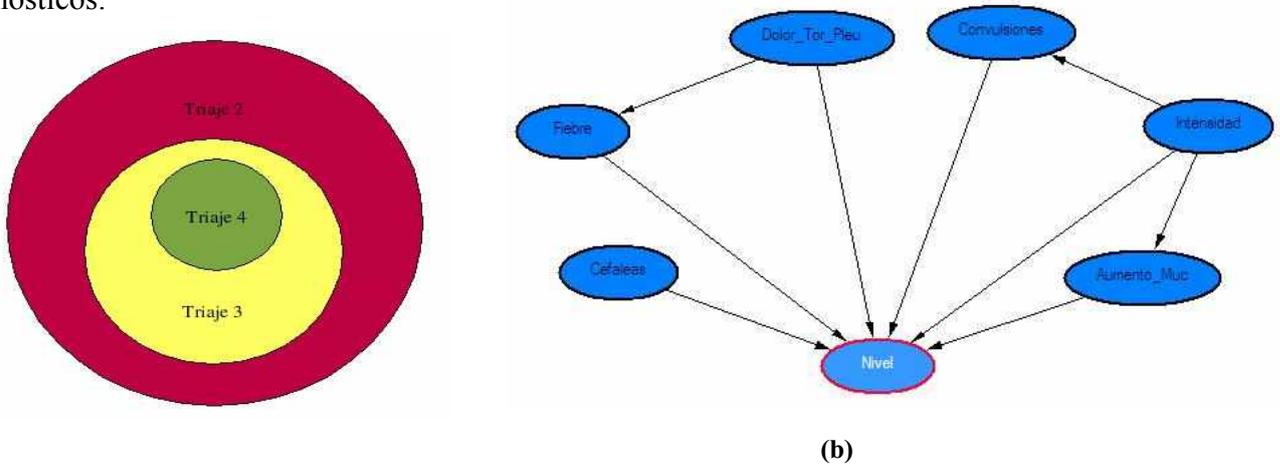
**Figura 1.** (a) Estructura de un clasificador bayesiano simple con 4 variables de entrada. (b) Estructura de un clasificador aumentado en árbol.

Un modelo de clasificador que mantiene un equilibrio entre simplicidad y validez es el “clasificador simple aumentado en árbol” (Augmented Naive Bayesian networks) (Friedman et al., 1997), el cual permite como máximo un arco entre atributos de entrada.

## 2. Utilización de redes bayesianas en el triaje hospitalario

Dada la inexistencia, en nuestro conocimiento, de sistemas de triaje basados en redes bayesianas, en este trabajo nos proponemos acotar el tipo de urgencias hospitalarias para las que el sistema debe responder. Siguiendo la opinión de los expertos hemos restringido el problema a las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Así, solo aquellas categorías sintomáticas que guardan más relación con estas enfermedades han sido seleccionadas como variables del grupo (1). Para las variables del grupo (2) y (4) se han tenido en cuenta también aquellas usadas por Novobilski et al. (2004) para la detección del síndrome coronario severo.

El sistema que se pretende construir es un sistema en capas, de forma que existirán 3 capas determinadas por el nivel de triaje que se pretende identificar. La figura 2 (a) presenta dicha configuración en capas. Se considera que para determinar los casos del nivel 1 no se requiere ni es práctico el uso de sistemas de apoyo a la decisión pues se debe actuar con sólo una muy rápida apreciación visual. En este trabajo nos hemos centrado en la capa externa, la más importante pues es la que pretende discernir entre el nivel de emergencia (nivel 2) y el resto de niveles menos urgentes: niveles 3, 4 y 5. En fases posteriores, se pretenden diseñar las redes bayesianas para las otras dos capas: la capa 2, a usar cuando un paciente es de nivel 3 o superior, llamada “Triage 3” que determinara aquellos pacientes de nivel de triaje 3 frente a los de nivel 4 y 5 y la capa 4, a usar en pacientes catalogados como de nivel 4 o 5, llamada “Triage 4” para distinguir aquellos de nivel 4 frente a los de nivel 5. Se pretende dotar también al sistema de variables explicativas o posibles diagnósticos.



**Figura 2:** (a) Arquitectura en capas del sistema de soporte a la decisión en el triaje basado en redes bayesianas. (b) Estructura del clasificador bayesiano obtenido a partir del algoritmo K2.

Se pretende utilizar una muestra de más de 1000 casos para realizar la evaluación de los modelos, que será obtenida a partir de casos prácticos en salas de urgencias de hospitales de Buenos Aires (se encuentran entre los potenciales interesados el Hospital Posadas, Hospital de Haedo, Hospital Italiano, Hospital Alemán, entre otros). En el estudio realizado hasta el momento se ha hecho una simulación con 124 casos. Se han escogido 40 variables que han sido seleccionadas a criterio de los expertos. En la figura 2 (b) se puede ver el clasificador bayesiano aprendido a partir de los datos con el algoritmo K2 (Cooper y Herskovits, 92). Se trata de un algoritmo para el aprendizaje automático de redes bayesianas. A partir de la red obtenida, el clasificador de la variable “triaje” puede ser obtenido con la sencilla selección de las variables que forman el manto de Markov (Sebastiani et al., 2005b) de dicha variable. Se ha utilizado el software Bayes Discoverer (Sebastiani et al., 2005b). En un segundo paso se ha utilizado directamente un clasificador bayesiano: el clasificador bayesiano simple, sobre las mismas 40 variables.

### 3. Evaluación

Para analizar los datos de la simulación se han utilizado los siguientes algoritmos de aprendizaje automático: (1) C4.5 (Quinlan, 1996): Basado en la creación de un árbol de decisión, C4.5 es el más aplicado entre los de su clase (C45). (2) El vecino más cercano: Un algoritmo basado en instancias (Aha, et al., 1991). Se usarán los parámetros  $k=1$  y  $k=5$  (VMC1, VMC5). (3) K2: Algoritmo genérico para creación de redes bayesianas. (4) Clasificador bayesiano simple (Naive Bayes classifier): Específico para clasificadores, con estimación de máxima verosimilitud (BS0) y estimador bayesiano con factor  $\alpha=1$  (BS1).

De cada uno de ellos se ha obtenido la precisión (en porcentaje de aciertos) utilizando validación cruzada de 5 hojas. La tabla 1 muestra la precisión para cada uno de los métodos empleados, ordenados por la misma. Como puede observarse, todos los algoritmos de redes bayesianas utilizados obtienen mejor precisión.

**Tabla 1.** Resultados de precisión obtenidos por los 6 algoritmos empleados.

<i>Algoritmo</i>	<i>Precisión</i>
BS1	87,90%
K2	86,99%
BS0	86,23%
C45	79,67%
VMC5	80,63%
VNC1	80,50%

### 4. Conclusiones y trabajo futuro

Con este trabajo se ha mostrado el potencial que las redes bayesianas suponen para el uso en sistemas expertos en el triaje hospitalario. En una siguiente fase de este trabajo se pretende la experimentación con casos reales. En trabajos posteriores se puede ampliar el sistema a otras categorías sintomáticas que estén relacionadas con enfermedades de distintos orígenes y realizar un diseño modular como se sugiere por Michalowki et al. (2005).

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido soportado en parte por el proyecto TIN2005-02516 del

**Referencias:**

- Aha David W, Kibler Dennis, Albert Marc K (1991). "Instance-Based Learning Algorithm", *Machine Learning* 6, pp. 37-66.
- Cooper GF, Herskovits E (1992). "A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data", *Machine Learning*, 9, pp. 309-347.
- Dong SL, Bullard MJ, Meurer DP, Blitz S, Akhmetshin E, Ohinmaa A, Holroyd BR, Rowe BH (2007). "Predictive validity of a computerized emergency triage tool". *Academic Emergency Medicine* 14 (1), pp. 16-21.
- Friedman, N., Geiger, D. and Goldszmidt, M. (1997) "Bayesian network classifiers", *Machine Learning*, 29, pp. 131-163.
- Gómez Jimenez, J, Segarra X, Prat J, Fernando JB, Albert E, Borrás M (2003) "Concordancia, validez y utilidad del programa informático de ayuda al triaje (PAT) del Modelo Andorrano de Triaje (MAT)". *Emergencias* 1 (5), pp. 339-44.
- Guterman JJ, Mankovich NJ, Hiller J (2003). "Assessing the effectiveness of a computer-based decision support system for emergency department triage", *Engineering in Medicine and Biology Society*, 1993. Proceedings of the 15th Annual International Conference of the IEEE pp. 592 – 593.
- Michalowski Wojtek, Wilk Szymon, Farion Ken, Pke John et al. (2005) "Development of a decision algorithm to support emergency triage of scrotal pain and its implementation in the MET system". *INFOR*, Nov 2005.
- Novobilski Andrew J, Fermire Francis M, Sonnemaker David (2004). "Mining Bayesian Networks to Forecast Adverse Outcomes Related to Acute Coronary Syndrome." . The 17th International FLAIRS Conference 2004.
- Quinlan, JR (1996). "Improved Use of Continuous Attributes in C4.5", *Journal of Artificial Intelligence Research*, 4, pp. 77-90.
- Sebastiani P, Abad-Grau M, Ramoni MF. (2005b) Learning Bayesian networks. In *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* pp 193-230. Springer, New York, NY.
- Sebastiani Paola, Perls Thomas T (2007). "Complex Genetic Models", *Bayesian Belief networks: a practical guide to applications*. Olivier Pouret, Patck Nam and Bruce G. Marcot (Eds.). Wiley, NY.
- Yoonkyung Lee, Cheol-Koo Lee (2003). "Classification of multiple cancer types by multicategory support vector machines using gene expression data", *Bioinformatics* 19 (9), pp. 1132-1139.

# Aprendizaje Basado en Casos aplicado a Procesos de Negociación

**Carla Salazar Serrudo**

Universidad Complutense de Madrid, Dpto. Sistemas Informáticos y  
Programación , 28040 Madrid, España - [kanata99@hotmail.com](mailto:kanata99@hotmail.com)

**Claudio Augusto Delrieux**

Departamento de Ing. Eléctrica y Computadoras – Universidad Nacional  
del Sur – Bahía Blanca – Argentina – [claudio@acm.org](mailto:claudio@acm.org)

## 1. Introducción

En los últimos años se ha presenciado el crecimiento y auge de la economía digital. El comercio electrónico plantea un nuevo marco de negocios para desarrollar operaciones mercantiles. Se puede definir al comercio electrónico como cualquier forma de transacción comercial en la que las partes interesadas interactúan electrónicamente, en lugar de utilizar intercambio o contacto físico directo.

La modalidad de comercio electrónico más popular es: B2C (Business to Consumer). Consiste en la venta de productos finales al consumidor a través de Internet, en las denominadas tiendas virtuales. Uno de los aspectos clave del B2C es el desarrollo de aplicaciones que buscan o comparan precios de productos en diferentes tiendas. Según un estudio de Dataquest en la actualidad un 10% de las ventas en Internet se canalizan por este medio. Estos comparadores de precios son agentes software<sup>1</sup> que rastrean diferentes tiendas virtuales y cuyo objetivo es buscar el menor precio. Entre estos agentes se pueden citar a Bargain Finder y Jango que son agentes notificadoros de productos, a Firefly y PersonaLogic que son agentes de recomendación de productos, etc.

## 2. Descripción del problema de aprendizaje dentro del proceso de negociación

Existen varias etapas a la hora de comprar algún producto , entre ellos, la etapa más interesante es el proceso de negociación. Este proceso se considera el momento más importante dentro del comercio, pero es a su vez, una tarea bastante compleja y que requiere de tiempo y de estrategias, tanto del comprador como del vendedor para conseguir el producto al mejor precio posible o en el mejor plazo de entrega o con cualquier otro criterio deseado.

En este trabajo se propone construir agentes compradores y vendedores, que se desenvuelvan en un mercado virtual y que tengan capacidad de negociar el precio de un producto por sus clientes. Los agentes en cuestión deberán contar con capacidad de aprendizaje de manera que puedan captar la manera de negociar de su cliente: cómo actúan, cuánto ofertan, cuándo ofertan, cuándo se retiran del negocio, cuándo aceptan la oferta, etc.

En la figura 1 se muestra el esquema del Sistema de Aprendizaje para procesos de Negociación Electrónica (SANE). En dicha figura se puede apreciar a un agente comprador, representante de un cliente humano y a un agente vendedor, encargado de una tienda virtual. Ambos se encuentran regateando el precio de un producto dentro un mercado virtual [6] usando el razonamiento basado en casos (RBC). Los agentes interactúan usando un lenguaje simbólico de negociación, a través de una pizarra electrónica. También se puede apreciar que tanto el comprador como el vendedor disponen de una memoria de casos de negociación que les permite negociar de manera más inteligente a medida que adquieren mayor experiencia. Por ejemplo: ante un nuevo caso de negociación, el comprador puede buscar en su memoria los casos anteriores que hayan tenido éxito, bajo ciertas condiciones (ejemplo: casos similares, casos exitosos, etc.). Entonces, se recupera el caso más parecido y se aplica a la nueva situación. Para la recuperación de los casos, en este trabajo, se usaron métodos estadísticos como la regresión, distancia, etc.

---

<sup>1</sup> Programa informático que puede comportarse como una entidad autónoma y que puede actuar racionalmente de acuerdo a sus percepciones externas y al estado de su conocimiento interno

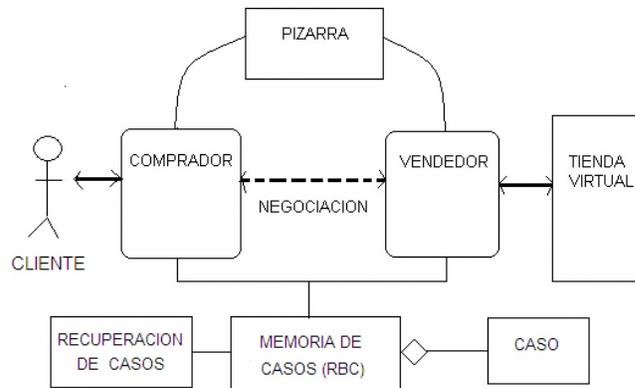


Fig. 1. Arquitectura del Sistema de Aprendizaje para procesos de Negociación Electrónica (SANE).

### 3. Agentes software

Se ha diseñado una plantilla de agente con características que le permitan participar en un mercado virtual. Dicha plantilla de agente se ha basado en el trabajo de Patty Maes y consta básicamente de los siguientes atributos:

- **Nombre:** Almacena el nombre del agente
- **Producto:** Nombre del producto que se desea comprar o vender
- **Precio deseado:** Precio que se desea pagar o recibir por el producto
- **Precio máximo a pagar:** Precio máximo a pagar o precio mínimo a recibir.
- **Precio inicial:** Precio inicial de regateo
- **Precio actual:** Cantidad ofertada en el momento actual
- **Precio actual adversario:** Cantidad ofertada por el adversario en el momento actual
- **Fecha inicial:** Fecha en la que se empieza el regateo
- **Fecha actual:** Fecha actual del proceso de regateo
- **Fecha límite:** Fecha tope en la que se debe realizar la compra o venta
- **Función incremento/decremento:** función matemática que permite calcular el nuevo precio a ofertar. Dicha función puede ser lineal, cuadrática o exponencial.

El agente comprador tiene los atributos anteriores y además incorpora el nombre del cliente al que representa y el comportamiento que cumple se puede describir así:

- **ElegirProducto:** dado el catálogo del vendedor, el comprador ingresa el nombre del producto deseado, al mismo tiempo ingresa los datos iniciales de la compra (precio inicial, precio deseado, precio máximo, fecha límite de compra).
- **BuscarProducto:** ingresa el nombre del producto. También, ingresa los datos iniciales de la compra (precio inicial, precio deseado, precio máximo, fecha límite de compra).
- **Ofertar:** efectúa el proceso de regateo de precio de compra del producto mientras el precio ofertado por el vendedor sea mayor a su precio deseado o precio máximo a pagar. El precio ofertado se calcula así: el tiempo comprendido entre la *fecha inicial* y *fecha limite* se divide en tres partes: en el primer tercio se usa la función lineal, en el segundo tercio se usa la función cuadrática y en el último tercio se usa la función exponencial. La razón es la siguiente: al principio no se tiene mucha prisa por ofrecer un precio muy elevado y por lo tanto, el precio se calcula con la función lineal. Lo contrario sucede al final del periodo, donde se tiene urgencia por conseguir el producto y se puede ofrecer hasta el *precio máximo a pagar*.
- **Rechazar:** en cualquier momento se puede rechazar el precio propuesto por el agente vendedor. Esta conducta sólo manifiesta una forma de disgusto ante la última oferta.
- **Comprar:** Si el precio del vendedor es menor o igual al precio ofertado por el comprador, entonces, se compra el producto.
- **Salir:** En cualquier momento, el agente comprador puede retirarse del mercado virtual.

El agente vendedor tiene como atributo adicional a la plantilla básica señalada la tienda virtual a la que representa y el comportamiento que efectúa incluye lo siguiente:

- **Presentación:** el vendedor expone su catálogo de productos al comprador, con datos que incluyen el nombre del producto, su precio, fecha de expiración, etc.
- **DescribirProducto:** dado el nombre del producto requerido por el comprador, el vendedor le expone los datos del producto.
- **Regatear:** efectúa el proceso de regateo mientras el precio del comprador sea menor al precio deseado o al precio mínimo establecido por el agente vendedor.
- **Rechazar:** en cualquier momento se puede rechazar (no aceptar) el precio ofertado por el agente comprador.
- **Vender:** Si el precio del comprador es mayor o igual al precio ofertado por el vendedor, entonces se realiza la venta.
- **Salir:** En cualquier momento, el agente vendedor puede retirarse del mercado virtual.

#### 4. Pizarra electrónica

La implantación de comunicación entre el agente comprador y el agente vendedor se ha realizado mediante una pizarra electrónica, donde ambos, de manera sincrónica y alternada, pueden escribir y leer las primitivas de comunicación. Dichas primitivas son:

- **ListaProducto(*t*, *prod*):** El vendedor muestra los productos *prod* de la tienda *t*
- **DescripcionProducto(*prod*):** El vendedor muestra las características del producto *prod*
- **Precio(*prod*, *pre*):** El vendedor devuelve el precio *pre* del producto *prod*
- **Vendo(*prod*, *pre*):** El vendedor oferta el producto *prod* al precio *pre*
- **TratoHecho(*prod*, *pre*):** Acepta el producto *prod* al precio *pre*
- **Rechazo(*prod*, *pre*):** No acepta el producto *prod* al precio *pre*
- **Salir(*prod*):** Se retira del mercado
- **BuscoProducto (*t*, *prod*):** El comprador busca el producto *prod* en la tienda *t*
- **ElijoProducto (*prod*, *pre*):** El comprador elige el producto *prod* al precio *pre*
- **Ofrezco(*prod*, *pre*):** El comprador ofrece el precio *pre* por el producto *prod*

Un ejemplo de orden de ejecución de las primitivas de comunicación es el siguiente: el comprador pregunta si el vendedor tiene el producto que él desea (*BuscoProducto*). Posteriormente el vendedor responde diciendo si tiene o no el producto (*DescripcionProducto*). También, el vendedor puede informar del precio del producto (*Precio*). A continuación, el comprador puede ofertar una cantidad determinada (*Ofrezco*). El vendedor puede contestar aceptando el precio ofertado (*TratoHecho*), no aceptando el precio ofertado (*Rechazo*), ofreciendo el producto a otro precio (*Vendo*) o retirándose del mercado (*Salir*). El regateo puede continuar hasta que se acabe el tiempo límite del comprador o del vendedor o cuando ningún precio ofertado sea aceptado por ambos.

#### 5. Razonamiento basado en casos

La principal idea del Razonamiento Basado en Casos (RBC) según [1] es resolver un nuevo problema recuperando situaciones previas similares y reutilizando el conocimiento de dichas situaciones. Para resolver un problema, se debe emparejar el caso actual con algún caso de la base de casos, debiendo, por lo tanto, recuperarse casos similares. Si se encuentra un caso pasado similar y se reutiliza su solución en un nuevo problema, se solucionará el nuevo caso. Finalmente, la nueva solución y el actual problema se deberán guardar en la base de casos.

Los casos implantados en SANE incluyen tres tipos de conjunto de datos:

- a) **Datos generales:**
  - *idCaso*: Identificador del caso
  - *Producto*: nombre del producto a negociar
  - *fechaInicial* y *fechaFinal*: fecha cuando se inicia y termina la negociación
  - *precioInicial* y *precioFinal*: precio inicial y final del producto

- *tratoHecho*: si se ha efectuado la compra y venta del producto
- *seSalio*: indica qué agente abandonó del proceso de negociación
- *nroVecesUsado*: número de veces que se ha usado el caso
- *nroVecesUsadoExito*: número de veces que se ha usado con éxito

b) **Datos del agente vendedor:**

- *nombreVendedor*: nombre del agente vendedor
- *listaPreciosV*: conjunto de precios que ha ofertado durante la negociación.
- *listaFechasV*: conjunto de fechas en las que ha ofertado
- *listaMensajesV*: conjunto de primitivas de comunicación que ha enviado
- *funcionV*: función matemática obtenida por un proceso de regresión a partir de *listaPreciosV* y *listaFechasV*. Puede ser: lineal, hiperbólica, parabólica, etc.
- *errorV*: muestra el porcentaje de error de la *funciónV* con los datos.

c) **Datos del agente comprador:** El agente comprador incluye los atributos anteriormente mencionados para el agente vendedor. Para darle un comportamiento inteligente al agente comprador se aplicó el RBC y para ello se añadieron los siguientes atributos:

- *interesProductoC*: grado de interés por el producto (por ejemplo, 1: poco, 2: regular, 3: bastante, 4: mucho). Se supone que si el comprador tiene más interés, entonces hará más esfuerzo -estos es, invertirá más dinero- para obtener el producto.
- *nivelAdquisitivoC*: nivel adquisitivo medido en unidades monetarias (por ejemplo, 1: 0-500, 2: 501-1500, 3:1501-10000, 4: 10000-∞). Si el comprador tiene mayor poder adquisitivo, entonces existirán más posibilidades de que compre del producto.
- *precioMinimoC* y *precioMaximoC*: precio mínimo y máximo que desearía pagar.
- *fechaActualC* y *fechaLimiteC*: fecha de inicio y fin del proceso de negociación.

Con estos atributos se pueden recuperar los casos similares, por ejemplo: se pueden recuperar compradores parecidos en nivel adquisitivo, en interés por el producto, en periodos de tiempo en los que quisiera adquirir el producto o en intervalos de precio deseados para adquirir el producto.

## 6. Funcionamiento del mercado con aprendizaje

Al ingresar al mercado virtual, tanto el agente comprador inteligente y el agente vendedor deben facilitar sus datos (por ejemplo: precios iniciales y finales, fechas iniciales y finales, etc.). A su vez, el comprador también debe proporcionar su *interesProductoC* y su *nivelAdquisitivoC*. Estos datos se almacenan en una entidad denominada *caso actual*. Dicho *caso actual* se irá alimentando con los datos que se vayan generando durante el proceso de negociación (ejemplo: precios, mensajes, etc.) y a su vez, el *caso actual* alimentará la *base de casos*, cuando finalice el proceso de negociación.

Se determinaron dos tipos de *base de casos*:

- a) *Casos positivos*: conjunto de casos en los que se ha llegado a feliz término en el proceso de compra y venta de productos.
- b) *Casos negativos*: conjunto de casos en los que el proceso de compra y venta de productos no ha llegado a su finalización exitosa (por ejemplo: debido al retiro de los agentes del mercado virtual, a no llegar a algún acuerdo satisfactorio, al concluirse el tiempo permitido, etc.)

A continuación se procede con la recuperación del *caso similar* más parecido al *caso actual* del conjunto de *casos positivos*, para dotarle de conocimiento y pautas de comportamiento al agente comprador. SANE, al igual que los humanos, recupera un caso exitoso de su base de casos.

En este trabajo se han implantado dos tipos de recuperación de casos:

- a) Recuperación del caso en que se haya comprado el producto *p* al menor precio posible, eso significa que se debe recuperar el caso en el que el comprador haya regateado de mejor manera y por lo tanto, tenga el precio más bajo de la *base de casos positivos*.
- b) Recuperación del caso más parecido en los siguientes aspectos: interés por el producto, nivel adquisitivo, precio mínimo de compra, precio máximo de compra, fecha inicial de compra o fecha límite para efectuar la compra. Esta recuperación se realiza usando la fórmula de distancias vectorial entre el *caso actual* y los casos de la *base de casos positivos*.

Después de recuperar el *caso similar*, por cualquiera de los dos métodos explicados anteriormente, el agente comprador inteligente tiene los insumos para calcular el precio a ofertar. El precio a ofertar se obtiene mediante interpolación estadística basada en la función matemática *funcionC* del *caso similar*. Antes de interpolar se realiza la normalización de los valores precio y tiempo del *caso actual* para llevar a cabo la interpolación de manera consistente con la *funcionC* del *caso similar*. De esta forma, se consigue adaptar el comportamiento del *caso similar* en el *caso actual*.

## 7. Experimentos

Se realizaron dos tipos de experimentos sobre el mercado virtual de SANE:

**a) Mercado virtual sin aprendizaje.** Se probó el funcionamiento del mercado virtual de la siguiente manera: se ingresaron los datos necesarios para la negociación del producto tales como el nombre del producto, precio inicial, precio final, fecha final, tanto por parte del comprador como del vendedor. Ambos ofertan y contraofertan hasta llegar a algún precio satisfactorio para ambos, mientras dispongan de tiempo, de dinero, no caduque el producto o no abandonen el mercado, de manera semejante a la vida real. Cabe recalcar que el algoritmo de regateo implementado funciona de manera bastante satisfactoria, puesto que por ejemplo: el agente comprador incrementa su oferta con diferentes funciones matemáticas que, al principio, revelan un comportamiento cauto, y que con buena suerte, podría obtener el producto a un precio cercano a su precio mínimo y cerca al final, con un comportamiento audaz, que incluso puede llegar a ofertar lo máximo posible. De acuerdo a los ejemplos ingresados, cincuenta por ciento de los ejemplos llegan a buen término y cincuenta por ciento no, pero tomando en cuenta que el algoritmo de regateo funciona efectivamente.

**b) Mercado virtual con aprendizaje.** De igual manera, que en el anterior caso, ingresan al mercado los agentes comprador y vendedor. En este contexto, el agente comprador introduce los siguientes datos adicionales: grado de interés por el producto y su nivel adquisitivo, con el objetivo de recuperar un caso, similar o exitoso, para adaptarlo a la nueva situación. Cabe hacer notar que la adaptación del caso se ha conseguido por interpolación de funciones matemáticas. De las pruebas realizadas, se ha comprobado que la recuperación de un caso exitoso tiene mejores resultados que la recuperación de un caso similar, porque permite que el agente comprador pueda tener pautas de cómo y cuánto ofertar para obtener el producto a un buen precio, aunque no siempre lo consiga.

## 8. Conclusiones y Trabajo Futuro.

Este trabajo muestra la implantación de un algoritmo de aprendizaje incremental e interactivo de procesos de negociación en mercados virtuales. El algoritmo funciona en un mercado virtual donde existen un agente comprador (representante de un cliente) y un agente vendedor (representante de una tienda virtual) que interactúan por medio de un lenguaje simbólico que les permite regatear el precio de un producto. Para incorporar comportamiento inteligente al agente comprador se ha aplicado el razonamiento basado en casos, de tal forma que el agente comprador puede adaptar éxitos pasados a su comportamiento actual. El comportamiento actual también se almacena, de manera que el conocimiento se va incrementando poco a poco. En un trabajo próximo se seguirán realizando diversos tipos de experimentos para mejorar el comportamiento de los agentes.

## Referencias Bibliográficas

- [1] Agentes Autónomos, 2004, URL: <http://www.puc.cl/infsecic/boltec10/origen.html>
- [2] Berney, B. "Software Agents – A review", Manchester Metropolitan University, 1999.
- [3] Chavez, A., Maes, P. "Kasbah: An agent marketplace for buying and selling goods", Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and MultiAgent Technology, London, UK, 1996, pp. 75-90.
- [4] Duarte, Cristina, Borsoi Beatriz, "Negociacio de preco em comércio eletrônico: uma investigacao experimental", Brasil, 2003.
- [5] Guttman, R., Moukas, A., Maes, P., "Agents as mediators in electronic commerce", Elec-tronic Markets, pp. 22-27, vol. 8, No. 1, 1999.
- [6] Razonamiento basado en casos. URL: <http://www.etse.urv.es/cbr/>, Septiembre, 2006

# Arquitectura de un Gestor de Noticias

Fernando M. Sagui

Ana G. Maguitman

Guillermo R. Simari

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)<sup>1</sup>

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur

Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina

Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136

e-mail: {fms, agm, grs}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

En la actualidad, las formas más comunes de acceder a las noticias en la Web son: (1) a través de la búsqueda por palabras claves, (2) mediante la navegación de directorios, o (3) visitando páginas dinámicamente generadas basadas en el perfil del usuario. Ninguna de estas formas de acceso permite realizar un manejo cualitativo del contenido de las noticias. Por ejemplo, los mecanismos más usuales para la búsqueda y presentación de noticias no incorporan nociones de validez o confiabilidad. En este trabajo describimos la arquitectura de un gestor de noticias que facilitará el manejo cualitativo de la información. Nuestra meta es agregar un nivel adicional a los gestores básicos, donde se aplicarán nuevas heurísticas, se integrarán noticias basadas en fuentes antagónicas y donde será posible fundamentar posiciones contrapuestas. Esto nos permitirá integrar un sistema de recomendación de noticias con sistemas dialécticos, lo cual facilitará un seguimiento más sostenido y amplio de las noticias de interés para el usuario.

## 1. Introducción

De acuerdo a varios estudios e informes realizados por Nielsen / NetRatings [5], la búsqueda y lectura de noticias en diarios y otros medios de información se ha vuelto una de las actividades más importantes dentro la Web. Tanto la cantidad de usuarios como el tráfico en los principales buscadores de noticias (Yahoo! News, Google News) se ha visto incrementado. La gran cantidad de noticias online refleja la necesidad que tienen los usuarios de estar informados. Además, el éxito que han tenido los buscadores de noticias durante los últimos años marca la necesidad de obtener información y opiniones pluralistas.

En la actualidad, existe una gran cantidad de buscadores de noticias comerciales que están disponibles desde hace unos años. Entre los más utilizados se encuentran Google News [2], Yahoo! News [3], MSNBC [1], etc. Aunque ninguno de ellos da a conocer mediante publicaciones la manera en que ordenan las noticias, es evidente que toman en cuenta factores tales como la novedad, la fuente a la que pertenece el artículo y la cantidad de veces que se repite en diferentes medios.

Una revisión de la literatura actual nos permite identificar una serie de desarrollos en el área de buscadores de noticias. NewsInEssence [14] es un sistema que busca y agrupa en clusters noticias relacionadas. QCS [9] es una herramienta que hace más eficiente la tarea de agrupar y categorizar los

---

<sup>1</sup>Las investigaciones realizadas en el LIDIA son financiadas por la Universidad Nacional del Sur, por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002, Nro. 13096) y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 5050).

documentos en tópicos. En [12], los autores muestran cómo buscar artículos en la web mientras se transmiten noticias en televisión. En [15] se propone una herramienta para extraer noticias de sitios web de manera automática. En [10] se propone y analiza NewsJunkie, un sistema que personaliza las noticias identificando las que son primicia en el contexto del usuario. Velthune [11] es un motor de búsqueda de noticias que extrae información tanto de la Web como de News feeds.

Al momento de definir los servicios que proveerá un gestor de noticias debemos tener en cuenta ciertas características comunes a la mayoría de los lectores:

- **Primicias.** Los lectores quieren recibir información sobre los eventos tan pronto como los mismos ocurran.
- **Relevancia.** Los lectores no quieren ser distraídos con información inútil. Sólo desean información que les resulte de interés.
- **Pluralismo.** A los lectores puede interesarles recibir información de diferentes fuentes sobre una misma noticia, especialmente si dicha información resulta conflictiva. También puede interesarles obtener información extra que fundamente ciertas posiciones.

Las fuentes de noticias han evolucionado a lo largo de los años. Actualmente, no sólo utilizan páginas web para brindar información, sino que también publican utilizando gran cantidad de meta-datos en sus sitios. Esto nos brinda una fuente de recursos importante y que podemos aprovechar para desarrollar herramientas que utilicen esta información que, a diferencia de la web clásica (html), nos brinda recursos en formatos estándares y correctamente clasificados. Los meta-datos más comunes que permiten realizar un manejo más cualitativo de la información son: prioridad, palabras claves, fecha, autor, agencia, categoría (internacional, deportes, economía, último momento, etc.). Además, de estos meta-datos típicos es factible contar con anotaciones provistas por los lectores mediante los procesos colaborativos que facilita la Web 2.0.

Como primer etapa de nuestra investigación estamos desarrollando un Gestor de Noticias (News Manager) que contará con la capacidad para la descarga, clasificación e indexado de noticias. El paso siguiente en nuestra investigación será el agregado sucesivo de niveles adicionales destinados a proveer funcionalidades tales como:

- Sensibilidad a la tarea del usuario para seleccionar noticias basadas en diferentes contextos temáticos.
- Manejo de preferencias para lograr un modelo que se adapte al perfil del individuo que interactúa con el sistema.
- Incorporación de nociones de calidad y validez, así como otros criterios que permitirán realizar un análisis cualitativo del contenido de las noticias.
- Agregado de mecanismos que faciliten las anotaciones semánticas e integración con ontologías.
- Interacción con componentes inteligentes que cuenten con capacidades multilingües y multiculturales.

Cabe mencionarse que pondremos especial atención en el diseño de algoritmos y criterios de ranking. Los métodos más difundidos para generar un ranking de las páginas web (PageRank, Hits, etc.) no siempre serán válidos en nuestro modelo. Las primicias tendrán un peso mayor que las noticias antiguas, pero es probable que las mismas no se encuentren enlazada y que no haya páginas que las apunten.

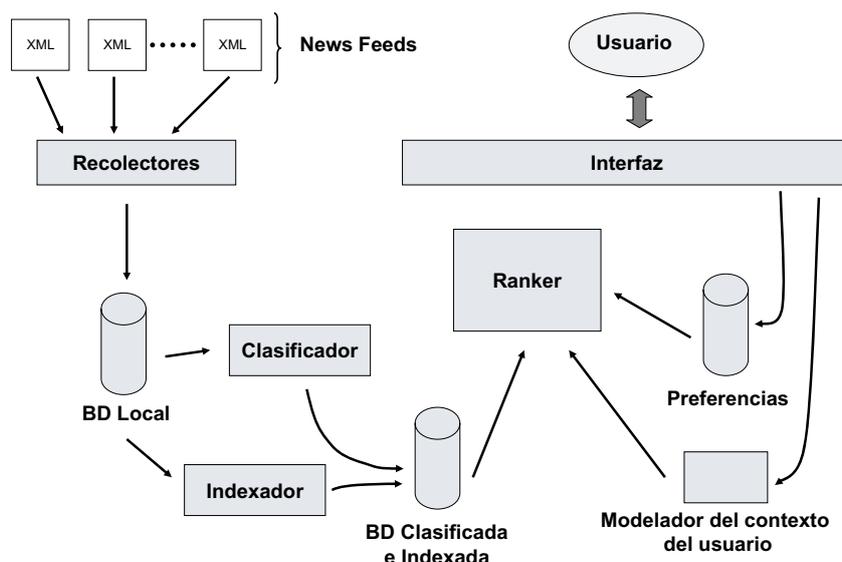


Figura 1: Arquitectura del Gestor de Noticias

## 2. Arquitectura

A continuación describimos la arquitectura de nuestro Gestor de Noticias, la cual se muestra esquemáticamente en la Figura 1. El sistema accede a repositorios de noticias, genera bases de datos locales y utiliza diversos criterios para procesar estas noticias y presentarlas a los lectores. Las fuentes de datos utilizadas se describen a continuación:

- **Web Feeds.** Las noticias son extraídas de diversas fuentes de información. Utilizaremos las fuentes que publican el contenido de su sitio en alguno de los formatos de “syndication” más usados: *Atom* [4] o *RSS* [6]. En general, la mayoría de los medios utiliza los web feeds para publicar un resumen de los cambios más recientes que se han producido en el contenido del sitio. Actualmente este mecanismo es usado por la mayoría de los diarios para publicar sus headlines rápidamente. El Content syndication ha crecido en gran escala desde el año 2001 como medio de publicación de información de diversa índole. Los feeds proveen meta-información sobre el sitio que se está visitando y son herramientas muy útiles para el manejo de información de forma estructurada. Tanto *RSS* como *Atom* se han impuesto dentro de la Web como estándares utilizados por casi todos los diarios y fuentes de información del mundo. Ambos formatos están codificados en *XML*, razón por la cual pueden ser leídos utilizando cualquier plataforma, browser o aplicación.
- **Base de Datos de Noticias.** Esta base de datos contiene las noticias almacenadas localmente. La misma es periódicamente actualizada por los recolectores (descritos más abajo), así como también indexada y clasificada para permitir un acceso temático a la información disponible localmente.
- **Base de Datos de Preferencias de usuarios.** El sistema mantiene la historia de las preferencias de los usuarios con el fin de optimizar y ajustar los resultados de acuerdo a sus prioridades. En un principio, las preferencias deberán ser explícitas. Eventualmente esperamos desarrollar un esquema proactivo que genere un perfil del usuario mientras el mismo interactúa con el sistema. Contar con una base de datos con preferencias de los usuarios nos permitirá implementar un sistema de recomendación que utilice nociones cualitativas basado en el esquema propuesto en [8].

Los módulos encargados de facilitar el acceso, procesamiento y presentación de noticias son los siguientes:

- **Recolectores.** Son los encargados de descargar las noticias de un conjunto predefinido de fuentes. Su trabajo consiste en mantener la base de datos local actualizada, accediendo a las fuentes de datos, observando cambios y descargando la información más reciente.
- **Indexador.** El módulo indexador será el encargado de identificar términos importantes que describan las noticias. El mismo tomará aquellas noticias descargadas por los recolectores y generará un índice que estará asociado a la base de datos local.
- **Clasificador.** Las noticias obtenidas se clasifican en diferentes tópicos, lo cual facilitará el acceso temático a las mismas. Es importante destacar que la mayoría de las fuentes proveen una clasificación manual de la cual nuestro clasificador podrá valerse al momento de integrar las noticias descargadas por los recolectores.
- **Modelador del Contexto del Usuario.** Este módulo está a cargo de modelar el contexto temático del usuario. Esto hará posible el acceso a noticias sensibles a la tarea en la que el usuario se encuentre inmerso. Algunos de los algoritmos a utilizar están descritos en detalle en trabajos anteriores ([7],[13])
- **Ranker.** El ranker es el módulo encargado de ordenar las noticias de acuerdo a su orden de importancia o interés para el usuario. Es importante destacar que los criterios a tener en cuenta para hacer un ranking de noticias difiere de los utilizados para ordenar páginas web.
- **Interfaz.** Este módulo es el encargado de interactuar con el usuario. El mismo no sólo facilitará el acceso a las noticias, sino que también facilitará la generación de anotaciones y el agregado de preferencias por parte del usuario.

### 3. Línea de Investigación - Resultados Esperados

A partir de la arquitectura propuesta esperamos desarrollar una serie de mecanismos novedosos que facilitarán el manejo cualitativo del material almacenado en nuestras bases de datos. El objetivo de esta línea de investigación es desarrollar un sistema que sea capaz de manejar repositorios de noticias con contenidos estructurados e información semántica. El sistema propuesto permitirá generar recomendaciones basadas en conceptos, permitiendo que diversas aplicaciones puedan reutilizar los datos almacenados. Además, los componentes de nuestro sistema interactuarán entre sí mediante servicios web, lo cual facilitará la integración con agentes inteligentes.

La contribución de nuestra propuesta se centrará en el modelado del contexto temático del usuario, la incorporación de mecanismos de inferencia capaces de razonar sobre las preferencias del usuario, la utilización de anotaciones adicionales provistas por los lectores y el diseño y evaluación de algoritmos híbridos de rankings.

En el diseño de un algoritmo de ranking destinado a noticias debemos tener en cuenta varios aspectos, entre los cuales cabe destacarse los siguientes:

- Podemos esperar mucho menos spam que el encontrado usualmente en la web ya que las noticias provienen de fuentes controladas.
- Cada noticia publicada es un trozo de información reciente. Por lo tanto, es probable que nadie apunte a ella, lo que vuelve ineficaz el uso de los algoritmos clásicos basados en enlaces.
- Las fuentes de noticias proveen información continuada y periódica. En consecuencia esta información puede estar repetida en distintos periodos de tiempo o en diversas fuentes.

- El periodismo está basado en opiniones. Por tal motivo, dependiendo de la fuente consultada, es posible la inclusión, exclusión o jerarquización de información asociada a un mismo evento. En casos extremos, es también posible la manipulación y distorsión de la realidad. Por tal motivo, es necesario incorporar nociones de confiabilidad.
- Diversas noticias pueden estar relacionadas (tratar sobre un mismo tema) a pesar de que no exista un enlace explícito entre las mismas.
- Los medios están condicionados por el tiempo y la información provista por los mismos presentan sólo fragmentos de la realidad que podrían no estar actualizados. Además, los sitios de publicación de noticias pueden tener periodicidad variable (mensual, semanal, diario, horario) lo cual puede tener especial importancia al momento de ordenar e integrar noticias de varias fuentes.

Incorporar estos aspectos en el diseño de algoritmos de integración y ranking de noticias presenta nuevos desafíos de investigación que esperamos abordar.

## Referencias

- [1] <http://newsbot.msnbc.msn.com/>.
- [2] <http://news.google.com/>.
- [3] <http://news.yahoo.com/>.
- [4] <http://www.atomenabled.org/>.
- [5] <http://www.nielsen-netratings.com/>.
- [6] <http://www.rssboard.org/>.
- [7] CHESÑEVAR, C. I., LORENZETTI, C. M., MAGUITMAN, A. G., SAGUI, F. M., AND SIMARI, G. R. Exploiting user context and preferences for intelligent web search. In *Proceedings del 8vo Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)* (Morón, Argentina, May 2006), Universidad de Morón, pp. 149–153.
- [8] CHESÑEVAR, C. I., AND MAGUITMAN, A. G. Combining argumentation and web search technology: Towards a qualitative approach for ranking results. *Intl. Journal of Advanced Computational Intelligence* 9, 1 (2005), 53–60.
- [9] DUNLAVY, D. D. QCS: A tool for querying, clustering, and summarizing documents.
- [10] GABRILOVICH, E., DUMAIS, S., AND HORVITZ, E. Newsjunkie: Providing personalized newsfeeds via analysis of information novelty, 2004.
- [11] GULLI, A. The anatomy of a news search engine. In *WWW 2005* (Chiba, Japan, May 2005).
- [12] HENZINGER, M., CHANG, B., MILCH, B., AND BRIN, S. Query-free news search, 2003.
- [13] LORENZETTI, C. M., SAGUI, F. M., MAGUITMAN, A. G., SIMARI, G. R., AND CHESÑEVAR, C. I. Incremental methods for context-based web retrieval. In *Proceedings del 12vo Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACiC)* (San Luis, Argentina, Oct. 2006), Universidad Nacional de San Luis, pp. 1243–1254.
- [14] RADEV, D. R., BLAIR-GOLDENSOHN, S., ZHANG, Z., AND RAGHAVAN, R. S. NewsInEssence: A system for domain-independent, real-time news clustering and multi-document summarization.
- [15] REIS, D., GOLGHER, P., SILVA, A., AND LAENDER, A. Automatic web news extraction using tree edit distance, 2004.

# Complejidad Computacional y Descriptiva de la Programación en Lógica Rebatible\*

Laura A. Cecchi<sup>‡</sup>  
lcecchi@uncoma.edu.ar

Pablo Fillottrani<sup>†</sup>  
prf@cs.uns.edu.ar

Guillermo Simari<sup>†</sup>  
grs@cs.uns.edu.ar

<sup>‡</sup>Depto. de Ciencias de la Computación - Fa.E.A.  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Buenos Aires 1400  
(8300) Neuquén - Argentina

<sup>†</sup>Depto. de Ciencias e Ing. de la Computación  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SUR  
Av. Alem 1253  
(8000) Bahía Blanca - Argentina

## Resumen

En el marco del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes”, de la Universidad Nacional del Comahue, se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de la semántica  $\mathcal{GS}$ , y que tiene como objetivo estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva de la Programación en Lógica Rebatible a través de la semántica declarativa definida.

El propósito de este trabajo es presentar los resultados alcanzados en esta línea de investigación, los desarrollos en progreso y los trabajos a futuro.

**PALABRAS CLAVES:** Sistemas Argumentativos, Razonamiento Rebatible, Programación en Lógica, Semántica basada en juegos, Complejidad Computacional, Complejidad Descriptiva

## 1 Introducción

El área Complejidad Computacional estudia las medidas de espacio y tiempo, que cuantifican la cantidad de recursos físicos que se usan para resolver un problema computacional. Sin embargo, al momento de estudiar un sistema existen otros modos de compararlo con los formalismos ya existentes. Una medida de mucho interés, particularmente en el área de Bases de Datos, es aquella que mide la dificultad de describir consultas. La Complejidad Descriptiva[11] da una caracterización precisa de cuáles conceptos son definibles como consultas en un sistema. Este área permite determinar cuan difícil es *formular* una pregunta, a diferencia de la Complejidad Computacional que permite determinar cuan difícil es *responder* a la pregunta.

---

\*Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue (Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes” (04/E062)) y por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur.

El campo de la Complejidad Descriptiva comenzó en 1974 cuando Ron Fagin[9] mostró que existe una conexión entre la clase de complejidad **NP**, aquellos problemas computables en tiempo polinomial no determinístico, y la lógica:

Un problema está en **NP** si y sólo si puede ser expresado como una sentencia existencial de segundo orden.[9]

Este resultado permite relacionar a la Complejidad Computacional de un problema con la riqueza necesaria en un lenguaje para especificar dicho problema.

La escalabilidad y la robustez de los sistemas dependen fuertemente de las propiedades computacionales de los algoritmos subyacentes. En los últimos años, numerosas implementaciones basadas en sistemas argumentativos han sido desarrolladas, como por ejemplo, aplicaciones en sistemas multiagentes y búsquedas en la web [5, 6, 1, 7]. Por esta razón es crucial estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva de los sistemas argumentativos con el objeto de expandir el campo de sus aplicaciones.

La Programación en Lógica Rebatible (P.L.R.) [10] es una extensión de la Programación en Lógica cuya teoría de prueba está basada en el análisis dialéctico de argumentos a favor y en contra de un argumento inicial y para la cual se definió una semántica declarativa sensata y completa  $\mathcal{GS}$  [4].

En el marco del Proyecto de Investigación "Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes", de la Universidad Nacional del Comahue, se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de la semántica  $\mathcal{GS}$  y que tiene como objetivo estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva de la P.L.R. a través de la semántica declarativa definida. El propósito de este trabajo es presentar la línea de investigación, los resultados alcanzados y los trabajos a futuro.

## 2 Resultados Alcanzados

Dada la importancia del estudio de la Complejidad Computacional y Descriptiva de la P.L.R. se estudió la semántica desarrollada  $\mathcal{GS}$  y se definieron problemas de decisión que se consideraron relevantes [2].

Con el objeto de determinar la complejidad computacional de los problemas de decisión introducidos, se estudió a la P.L.R. desde tres enfoques: la complejidad de los datos (*Data Complexity*), la de los programas (*Program Complexity*) y la combinada (*Combined Complexity*). *Data complexity* es la complejidad que evalúa a una consulta específica en un lenguaje. En este punto estudiamos la complejidad de aplicar esa consulta a una base de datos arbitraria, siendo la consulta fija. La complejidad es dada en función del tamaño de la base de datos. Actualmente, las bases de datos son la principal herramienta para almacenar y recuperar grandes conjuntos de datos. *Data complexity* es una medida clave para determinar la eficiencia de las implementaciones de sistemas argumentativos basados en tecnologías de bases de datos. De este modo, nos permite estudiar a P.L.R. como un lenguaje de consulta midiendo su complejidad enfocada en el tamaño de la base de datos. *Program or Expression complexity* es aquella donde la base de datos específica queda fija y se estudia la complejidad de aplicar consultas representadas por expresiones arbitrarias en el lenguaje. La complejidad está dada en función de la longitud de la expresión. Finalmente, *Combined complexity* considera tanto a la consulta como a la base de datos como variables de entrada.

En [3] se definieron estos conceptos en el contexto de la P.L.R. extendiendo las ideas introducidas en [8, 12].

Los resultados obtenidos en cuanto a complejidad computacional bajo los enfoques *Data complexity* y *Combined complexity* pueden encontrarse en [2, 3].

Como consecuencia de la investigación realizada sobre Data Complexity se determinaron límites inferiores de la Complejidad Descriptiva de la P.L.R.. Ya que nuestros resultados están parametrizados, hemos establecido una cota inferior en  $\mathbf{NP} = \Sigma_1^1$ , que coincide con la clase de propiedades de las estructuras expresables en lógica de segundo orden existencial [9].

### 3 Trabajo Futuro

En este trabajo se han presentado los lineamientos de la investigación que se está llevando a cabo sobre el sistema de la P.L.R. y que tienen como objetivo estudiar la Complejidad Computacional y Descriptiva del formalismo, a través de la semántica declarativa  $\mathcal{GS}$ . Se detallaron los resultados alcanzados especificando en cada caso el trabajo donde ha sido publicado.

Actualmente nos encontramos analizando la *Combined Complexity* de los problemas de decisión introducidos. Asimismo estamos estudiando la Complejidad Descriptiva, teniendo en cuenta la cota inferior hallada. De este modo, podremos precisar el poder expresivo de la P.L.R., con el fin de comparar la P.L.R. con otros formalismos no monotónicos.

Entre nuestros trabajos futuros se encuentran estudiar si los resultados obtenidos sobre Data Complexity pueden ser extendido a otros sistemas argumentativos cuya representación sea similar a la de la Programación en Lógica y cuya teoría de prueba sea análoga.

### Referencias

- [1] N. Bassiliades, G. Antoniou, and I. Vlahavas. A defeasible logic reasoner for the semantic web. In *Proc. of the Workshop on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web*, pages 49–64, 2004.
- [2] Laura A. Cecchi, Pablo R. Fillottrani, and Guillermo R. Simari. An Analysis of the Computational Complexity of DeLP through Game Semantics. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1170–1181, Argentina, Octubre 2005. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- [3] Laura A. Cecchi, Pablo R. Fillottrani, and Guillermo R. Simari. On the complexity of DeLP through game semantics. In *XI International Workshops on Nonmonotonic Reasoning*, 2006.
- [4] Laura A. Cecchi and Guillermo R. Simari. Sobre la relación entre la Semántica GS y el Razonamiento Rebatible. In *X CACiC - Universidad Nacional de La Matanza*, pages 1883–1894, San Justo - Pcia. de Buenos Aires, 2004.
- [5] C. Chesñevar and A. Maguitman. An Argumentative Approach to Assessing Natural Language Usage based on the Web Corpus. In *Proc. of the European Conference on Artificial Intelligence (ECAI) 2004*, pages 581–585, Valencia, Spain, August 2004.
- [6] C. Chesñevar and A. Maguitman. ARGUENET: An Argument-Based Recommender System for Solving Web Search Queries. In *Proc. of the 2nd IEEE Intl. IS-2004 Conference*, pages 282–287, Varna, Bulgaria, June 2004.
- [7] Carlos I. Chesñevar and Ana G. Maguitman. Combining argumentation and web search technology: Towards a qualitative approach for ranking results. *Intl. Journal of Advanced Computational Intelligence & Intelligent Informatics*, 9(1):53–60, 2005.

- [8] Evgeny Dantsin, Thomas Eiter, Georg Gottlob, and Andrei Voronkov. Complexity and expressive power of logic programming. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 33(3):374 – 425, September 2001.
- [9] Ron Fagin. Generalized first-order spectra and polynomial-time recognizable sets. In R. Karp, editor, *Complexity of Computation. SIAM-AMS Proceedings*, volume 7, pages 43–73, 1974.
- [10] Alejandro J. García and Guillermo R. Simari. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [11] Neil Immerman. *Descriptive Complexity*. Springer-Verlag, New York, 1999.
- [12] Moshe Y. Vardi. The complexity of relational query languages. In *Proceedings of the Fourteenth Annual ACM Symposium on Theory of Computing, STOC82*, pages 137–146, New York, NY, USA, May 1982. ACM Press.

# Comunicación y colaboración entre agentes artificiales

Guillermo Aguirre,<sup>†</sup> Marcelo Errecalde,<sup>†</sup> Guillermo Simari<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)<sup>1</sup>  
Departamento de Informática. Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 - Local 106. (D5700HHW) - San Luis - Argentina  
Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224. e-mail: {gaguirre, merreca}@unsl.edu.ar

<sup>‡</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)<sup>2</sup>  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina  
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136. e-mail: grs@cs.uns.edu.ar

## Resumen

No se puede relativizar la importancia que tiene la comunicación cuando un grupo de agentes inteligentes deben colaborar para realizar distintas tareas conjuntas. En la mayoría de estos casos, el comportamiento coordinado del grupo se logra a partir del supuesto de que los agentes poseen determinadas creencias sobre diversos aspectos del mundo que los circunda. Para lograr que estas creencias sean consistentes a nivel global, es fundamental que los agentes se comuniquen de manera efectiva. En este sentido, la investigación sobre los *actos del habla* (en inglés *speech acts*) ha establecido algunas de las condiciones fundamentales que los interlocutores y el entorno deben cumplir en un proceso de comunicación efectivo. Han surgido numerosas propuestas para sistematizar la aplicación de la teoría de los actos del habla a la comunicación entre agentes artificiales. En este trabajo se describen brevemente algunas de las principales propuestas que están siendo consideradas en la línea de “Agentes y Sistemas Multi-agente” del LIDIC, en conjunto con investigadores del LIDIA. El objetivo de este trabajo es presentar los principales aspectos de los enfoques que intentan formalizar el rol de la comunicación en las creencias de los agentes, destacando similitudes y diferencias. También se introducen los aspectos generales de un nuevo enfoque que está siendo elaborado en nuestro grupo de investigación basado en programación lógica rebatible.

## 1. Introducción

El presente trabajo se desarrolla en el contexto de las tareas de investigación que están llevando a cabo de manera conjunta, investigadores del LIDIC y del LIDIA, relacionadas al diseño de agentes colaborativos con capacidades cognitivas de alto nivel. En este contexto, la axiomatización del estado de creencias de los agentes necesario para lograr un comportamiento coordinado es una componente fundamental, como así también el impacto que tiene la comunicación en las creencias de los agentes.

Este trabajo tiene los siguientes *objetivos*

- Introducir las ideas más destacadas de la teoría de los *actos del habla*.
- Presentar algunas de las propuestas para su formalización.
- Destacar la importancia de la comunicación en el trabajo colaborativo.

---

<sup>1</sup>Financiado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPCyT (PICT 2002, Nro. 12600).

<sup>2</sup>Financiado por la Universidad Nacional del Sur y la ANPCyT (PICT 2002, Nro. 13096).

En la sección 2 se presenta una breve síntesis de la teoría de los actos del habla. Las principales propuestas para especificar el efecto de los actos del habla son introducidas en la sección 3. En la sección 4 se describe en forma sintética algunos de los aspectos que deberían ser considerados para llevar a cabo esta tarea empleando programación lógica rebatible.

## 2. La teoría de speech acts

A partir de las ideas de Austin planteadas en [1] a comienzo de los años 60, se produce un cambio en la manera de analizar los enunciados empleados en la comunicación. Hasta entonces, solamente se rescató la valoración lógica (como *correctas* o *incorrectas*) que pudiera hacerse sobre las frases, reflejando con estas posiciones el pensamiento positivista propio de la época. Austin en cambio, resalta la importancia de ampliar el análisis del lenguaje hacia un universo mucho más amplio: el lenguaje cotidiano, es decir, rescatar el valor pragmático de las frases que la gente común usa a diario. Una pregunta, una promesa o una orden tienen sentido más allá de clasificarlas como verdaderas o falsas; son *exitosas* en la medida que consiguen las intenciones del orador. Surge así una nueva percepción del *lenguaje como acción*. Cuando un juez dicta sentencia en la corte y dice: "Culpable", se produce un cambio en el mundo real tan concreto como el producido por cualquier acción física.

Se pueden reconocer en la propuesta austiniana dos ejes fundamentales: a) la consideración del lenguaje operando sobre lo real, lo concreto (no lo simbólico) y b) una nueva percepción del éxito de un enunciado en función de llegar a satisfacer las intenciones que le dieron origen. En la teoría de los actos del habla se identifican tres actos o dimensiones para cada enunciado:

- el acto de emitir los sonidos correspondientes al vocabulario usado, el acto *locutorio*.
- el acto *ilocutorio* que se lleva a cabo **cuando** se dice algo: prometer, afirmar, amenazar, y
- el acto *perlocutorio* que se produce **como consecuencia** de decir algo: intimidar, asombrar, convencer, ofender.

La realización exitosa de un enunciado ejecutivo (performative) requiere satisfacer ciertas condiciones relativas a las circunstancias y personas involucradas, las que deben participar del procedimiento completo y de una manera sincera (sin actuar). Estas condiciones fueron refinadas por John Rogers Searle a fin de establecer el contexto más propicio para lograr los resultados esperados.

Los distintos enfoques que buscan sistematizar el empleo de los actos del habla, dan mucha relevancia al contexto y las condiciones generales que deben cumplir los participantes, particularmente las creencias y metas que tienen.

## 3. Enfoques para la especificación de los actos del habla

A partir del surgimiento de la idea de los actos del habla se propusieron distintos enfoques destinados a axiomatizar el efecto de los actos del habla en las creencias de los interlocutores participantes. En la sección 3.1 se describe el enfoque de Cohen y Perrault quienes proponen el uso de planes para implementar los actos del habla. En la sección 3.2 se introducen los actos del habla según el enfoque de Perrault, usando lógica default. En la sección 3.3 se considera una propuesta similar a la anterior pero basada en este caso en una lógica autoespistémica jerárquica.

### 3.1. Propuesta de Cohen y Perrault

Considerada la aproximación pionera [2] al tratamiento de los actos del habla con técnicas de inteligencia artificial, es una propuesta genérica que considera la elaboración de *planes* donde se integran tanto acciones físicas como acciones lingüísticas. Siguiendo una notación tipo *STRIPS*, Cohen

y Perrault, caracterizan las acciones involucradas de acuerdo a las precondiciones y poscondiciones propias de cada tipo. La combinación de estos *operadores* permite a los agentes realizar tareas más complejas en las que se deben considerar las creencias y objetivos propios y de los otros agentes. Considerando que la resolución de problemas consiste en alcanzar un estado objetivo realizando una secuencia de acciones a partir de un estado inicial, tiene sentido establecer un modelo adecuado para integrar los actos del habla en la planificación de tareas. En la vida diaria las personas suelen construir, ejecutar, simular y depurar planes como así también determinar los planes de otras personas en base a su comportamiento. Así durante una comunicación, las personas esperan que su interlocutor reconozca sus planes y facilitan este reconocimiento para que la comunicación sea efectiva. Entonces, por un lado es necesario que el orador escoja un plan adecuado a las circunstancias y por el otro, que el oyente sea capaz de identificarlo.

A fin de considerar un contexto adecuado en el que se realizan los actos del habla, los agentes deben tener una correcta representación de sus creencias y de las del interlocutor. Algo similar ocurre con las intenciones. Las condiciones previas y las posteriores deben ser descriptas con precisión y para ello se usa un lenguaje lógico que represente los mundos posibles que se van sucediendo. El artículo se concentra en tres operadores: *requerir*, *informar* y *preguntar*. Se hace un refinamiento de los dos primeros para poder combinarlos adecuadamente y construir un plan para requerir información (preguntar). Los operadores resultantes son probados en situaciones complejas que llegan a considerar la participación de un tercer agente: “Pregúntale a Juan para que me diga donde están las llaves”.

### 3.2. Propuesta de Perrault

Para reflejar los efectos de los actos del habla en el estado mental de los interlocutores, Perrault [3] introduce la teoría de *persistencia de creencias*, que luego formaliza mediante los axiomas que integran la teoría default. Usando razonamiento default describe los cambios de actitudes en el tiempo, las transferencias entre agentes, la actualización de los estados mentales de los participantes, la consideración de las intenciones como disparadores de acciones, etc., todas cualidades requeridas en este enfoque. Las creencias previas persisten y las nuevas son adoptadas como resultado de observar los hechos externos, siempre que no estén en conflicto con los conocimientos previos. Como caso particular, se asume que un agente adopta las creencias que él cree que otro agente tiene y que no contradicen las propias.

En esta propuesta se consideran las creencias de un observador de la escena donde se hace el anuncio. El conocimiento que posee el observador es una descripción sobre las creencias de los participantes. Ese estado del mundo evolucionará según se sucedan los distintos enunciados. La descripción del mundo se realiza mediante las *extensiones* obtenidas desde la teoría default. Todas las reglas default utilizadas son normales por lo que se garantiza la existencia de al menos una extensión y, en caso de existir más de una, éstas serán mutuamente inconsistentes. No es posible establecer preferencias entre reglas default que compiten y no se puede lograr un cambio de creencia, es decir, pasar de creer  $p$  antes del acto comunicativo a creer  $\neg p$  después del mismo. Esta limitación, reconocida por el mismo Perrault, es justificada por el deseo de mantener una mayor simplicidad y claridad en su propuesta.

Para probar la correctitud de la teoría default propuesta en cada caso, se detalla la verificación de la extensión correspondiente ( $E$ ) para los casos de una *afirmación sincera* y para una *mentira*. Para ambos actos, se parte de la situación inicial en que se produce el anuncio ( $W$ ) y mediante la aplicación sucesiva de axiomas y reglas default ( $D$ ) se alcanza el conjunto de fórmulas  $E$ , que es la clausura de los defaults  $D$  sobre los hechos  $W$ . Si todo sucede de acuerdo a lo considerado, luego de una afirmación sincera  $p$  se alcanzará un conocimiento mutuo del contenido de la proposición ( $p$ ) y la creencia mutua de que se mantienen las condiciones previas. En el caso que el enunciado sea una mentira, se llega al mismo conocimiento mutuo que en el caso previo pero el orador continúa creyendo la negación de la proposición,  $\neg p$ .

El conjunto inicial de axiomas y reglas default se restringen inicialmente a las *creencias* pero luego

se consideran las intenciones, y se agrega un nuevo conjunto de axiomas y reglas defaults, lográndose el cuerpo axiomático definitivo. Al reconsiderar los actos analizados, las nuevas extensiones ahora incluyen las intenciones puestas en juego por el orador.

Finalmente Perrault considera que un acto del habla es definido en el contexto de una teoría default como las condiciones que deben cumplir las extensiones obtenidas a partir de la teoría de acuerdo al conjunto definitivo de reglas default. Dichas extensiones deben describir el estado mental inicial de los participantes, el hecho del anuncio y las condiciones de observación.

### 3.3. Propuesta con lógica autoespistémica jerárquica

Aquí se presenta una propuesta alternativa para la revisión de creencias de los agentes involucrados en una acción de comunicación. La lógica autoespistémica jerárquica (HAEL por sus siglas en inglés) permite manejar de una manera elegante tanto las creencias de un agente como lo que puede ser asumido en ausencia de información más específica. En [4] se destaca la importancia de una adecuada descripción del contexto en el cual se realizan los enunciados y sus consecuencias. Es decir hay una clara dependencia entre una correcta representación de las circunstancias que rodean a la acción y la determinación de las consecuencias de la misma. En HAEL, se distingue entre las creencias (o su ausencia) que son consecuencia de los hechos conocidos y las creencias que se asumen como un default porque información más específica está ausente. Esto caracteriza al proceso de revisión de creencias presente en este tipo de lógicas. Con HAEL, los autores atacan “dos deficiencias de la lógica autoespistémica”: la introducción de preferencias entre inferencias default y la forma en que se determina si una proposición forma parte de la expansión de un conjunto base.

No es una única teoría uniforme, sino una estructura de varias subteorías enlazadas en una jerarquía. Cada subteoría representa una fuente de información distinta disponible para el agente y la jerarquía expresa la forma en que esta información es combinada. Las distintas subteorías mantienen un ordenamiento indexado por un operador sobre las propias creencias. Por ejemplo, al representar los defaults de una taxonomía, la información más específica tendría precedencia sobre los atributos generales. Para el caso de los actos del habla, en el nivel más bajo se encuentran las creencias del orador y del oyente previas al enunciado. En el próximo nivel, los efectos producidos en las creencias de los participantes luego de realizado el acto comunicativo. En la siguiente subteoría se mantienen las creencias de cada uno sobre las creencias del otro. En todas las subteorías se mantienen axiomas que establecen los hechos y deducciones que se producen sobre las intenciones y creencias de los agentes. Estos cambios de creencias se producen básicamente por un par de operadores: uno para las creencias de un agente y otro para describir sus intenciones.

Se definen axiomas distintos para describir las consecuencias de los enunciados en el orador y en el oyente, por ejemplo para asegurar que el hecho de producir un anuncio de una proposición no cambia el estado mental <sup>3</sup> de quien lo dijo. Al analizar el proceso de revisión de creencia que haría un oyente se presentan distintas alternativas. Si la creencia previa es más fuerte que el enunciado, la creencia inicial  $\neg p$  debiera estar ubicada en el nivel más bajo para bloquear un cambio de idea. Caso contrario, debería quedar en un nivel más alto, para permitir que adopte el contenido de la proposición.

## 4. Enfoque basado en Programación lógica rebatible

Los sistemas multi-agente artificiales deben poder enfrentarse a situaciones cada día más complejas en un mundo cambiante, con acceso solamente a información parcial y muchas veces incierta. Los entornos donde se desempeñan los agentes son dinámicos y generalmente tienen una perspectiva limitada, local, obtenida mediante ciertas variables relevantes. Es importante que las creencias de un agente le permitan razonar y actuar en distintas circunstancias y concebir a sus metas como parte de

---

<sup>3</sup>En relación al contenido de la proposición

un objetivo más amplio. De esta manera, la acción que efectivamente se realizará puede ser escogida entre un grupo de acciones similares de acuerdo a la conveniencia del momento.

Una arquitectura de agente que provee estas características es la arquitectura BDI y corresponde al tipo de agente requerido para aplicar muchas de las propuestas presentadas en este artículo. Nuestro enfoque consiste en aplicar la teoría de speech acts con interlocutores que responden a la arquitectura BDI y que utilizan como mecanismo de representación y razonamiento un sistema de programación en lógica rebatible (*DeLP* [5]).

Diversos trabajos previos [6, 7, 8] han abordado la utilización de *DeLP* con agentes, acciones y planes. Las acciones son definidas por sus consecuencias y sus precondiciones, y la selección de la acción a ser ejecutada requiere analizar el contexto, para determinar si su uso es adecuado en una circunstancia o no. El agente representa sus metas como un conjunto de literales y a medida que realiza acciones se aproxima al estado objetivo en el cual esos literales estarán garantizados, es decir, no habrán podido ser derrotados. De esta manera se puede justificar haber cumplido con lo que se esperaba (estrictamente, su representación).

El encuentro de *DeLP* y la teoría de speech acts plantea como desafíos la representación de los estados mentales de los participantes, la elección del acto del habla adecuado según el contexto, lograr que cada acto funcione como un operador, establecer un adecuado mecanismo de revisión de creencias, integrar actos del habla en planes, poder deducir los planes del interlocutor, etc. Cada uno de estos aspectos constituyen temas de investigación de considerable complejidad que están siendo abordados en forma conjunta por nuestros grupos de investigación.

## 5. Conclusiones

En este trabajo, se han considerado distintos enfoques a la teoría de los actos del habla que otorgan especial importancia a la representación de los estados mentales de los participantes, al modo en que se reflejan las consecuencias de cada tipo de acto del habla, al manejo de las acciones y el contexto en el que se realiza el enunciado. En este sentido, las lógicas no monotónicas parecen tener las cualidades requeridas para abordar la teoría de los actos de habla.

Los planes para tareas que requieren colaboración entre agentes inteligentes podrían incluir acciones lüísticas. Al lograr definir en forma precisa a los actos del habla como operadores, es posible combinarlos con las acciones “físicas” de los agentes. De esta manera, una comunicación efectiva permite que agentes heterogéneos logren un estado mental conjunto y poder así colaborar.

## Referencias

- [1] J. L. Austin. *How to Do Things with Words*. Harvard University Press, Cambridge, MA, Cambridge, MA, 1962.
- [2] Philip R. Cohen and C. R. Perrault. Elements of a plan-based theory of speech acts. *Cognitive science*, 3(3):177–212, 1979.
- [3] C. R. Perrault. An application of default logic to speech act theory. 1990.
- [4] Douglas E. Appelt and Kurt Konolige. A practical nonmonotonic theory for reasoning about speech acts. In *ACL*, pages 170–178, 1988.
- [5] Alejandro Javier García and Guillermo Ricardo Simari. Defeasible logic programming: an argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(2):95–138, 2004.
- [6] Guillermo Ricardo Simari, Alejandro Javier García, and Marcela Capobianco. Actions, planning and defeasible reasoning. In James P. Delgrande and Torsten Schaub, editors, *NMR*, pages 377–384, 2004.
- [7] Marcela Capobianco, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. An argument-based framework to model an agent’s beliefs in a dynamic environment. In Iyad Rahwan, Pavlos Moraitis, and Chris Reed, editors, *ArgMAS*, volume 3366 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 95–110. Springer, 2004.
- [8] Marcela Capobianco, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. An argumentative formalism for implementing rational agents. pages 1051–1062. 7mo Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion (CACIC), 2001.

# Coordinación basada en Argumentación en Sistemas Multi-agente

Edgardo Ferretti,<sup>†</sup> Marcelo Errecalde,<sup>†</sup> Alejandro García,<sup>‡</sup> Guillermo Simari<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)<sup>1</sup>  
Departamento de Informática  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 - Local 106  
(D5700HHW) - San Luis - Argentina  
Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224  
e-mail: {ferretti, merreca}@unsl.edu.ar

<sup>‡</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)<sup>2</sup>  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina  
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136  
e-mail: {ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Este artículo describe, en forma resumida, parte de los trabajos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo en la línea "Agentes y Sistemas Multi-agente" del LIDIC, en conjunto con investigadores del LIDIA. El objetivo de este trabajo es presentar las principales temáticas que están siendo abordadas actualmente en el área de agentes cognitivos, para posibilitar un intercambio de experiencias con otros investigadores participantes del Workshop, que trabajen en líneas de investigación afines. Uno de los objetivos principales de esta línea, es el estudio y desarrollo de modelos de coordinación para agentes que forman parte de un sistema multi-agente; actualmente, uno de los objetivos parciales del grupo de trabajo, es analizar la utilización de técnicas de argumentación en modelos de coordinación de alto nivel. Este estudio se abordará con un enfoque teórico/práctico abarcando modelos teóricos de sistemas multi-agente y su aplicación en problemas complejos del mundo real. En particular, el énfasis estará puesto en problemas que involucren coordinación de múltiples robots.

---

<sup>1</sup>Las investigaciones realizadas en el LIDIC son financiadas por la Universidad Nacional de San Luis y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002, Nro. 12600).

<sup>2</sup>Las investigaciones realizadas en el LIDIA son financiadas por la Universidad Nacional del Sur, por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002, Nro. 13096) y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 5050).

# 1. Introducción

Un *agente* es una entidad computacional autónoma, virtual (programa) o física (robot), que puede percibir su entorno a través de algún tipo de sensores y que es capaz de interactuar con ese entorno utilizando efectores. En un *Sistema Multi-agente*, un conjunto de agentes interactúa para conseguir algún objetivo o realizar alguna tarea. Usualmente, en este tipo de sistemas, cada agente posee información incompleta sobre su entorno y sobre sí mismo, teniendo además capacidades limitadas. El control del sistema es distribuido, los datos están descentralizados, y la computación es asincrónica. El entorno en el que los agentes se desenvuelven es dinámico y cambiante, viéndose afectado por las acciones de otros agentes y por su propia dinámica. Por esta razón, no puede predecirse con certeza el estado futuro de ese entorno.

Todas estas características transforman a la tarea de *coordinación* de los agentes en un aspecto fundamental de un sistema multi-agente. El problema de coordinación puede definirse informalmente como “el manejo de las interdependencias entre las actividades de los agentes” [1]. Este problema es generado por la necesidad de tomar en cuenta las acciones de otros agentes, teniendo como objetivo mejorar la acción conjunta del grupo mediante la articulación de las acciones individuales de sus miembros.

Las interdependencias entre los agentes pueden ser *positivas* o *negativas*. En el primer caso los agentes se benefician con la presencia de otros agentes, mientras que en el segundo, hablamos de la ocurrencia de distintos tipos de *conflictos* que surgen por el acceso a recursos escasos, objetivos en conflicto o distintos puntos de vista. En este sentido, la tarea de coordinación se dedica a aprovechar las interacciones positivas entre los agentes, y evitar, reducir o resolver las interacciones negativas (conflictos). La coordinación puede darse entre agentes que cooperan para realizar una tarea en conjunto, o también entre un conjunto de agentes individualistas que persiguen sus metas particulares y deben negociar por recursos compartidos o que son brindados por otros agentes del conjunto. En el caso de un sistema cooperativo, la coordinación consistirá en la “planificación” de la distribución de las tareas [2, 3], mientras que en el caso competitivo la coordinación consistirá de una “negociación” entre agentes [4, 5, 6, 7]. En ambos casos, la coordinación entre entidades autónomas requiere de cierta habilidad social [8].

Es importante mencionar, que el mecanismo específico de coordinación implementado en un agente determina su dinámica interna así como las propiedades externas de la sociedad donde se desenvuelve. Los mecanismos de coordinación usualmente varían dependiendo de los dominios de aplicación, de los agentes y de sus inclinaciones hacia la cooperación, del entorno y de su grado de predictibilidad. De acuerdo con lo expuesto por Ossowski [9], las *organizaciones*, la *planificación multi-agente* y la *negociación*, son tres de las clases más importantes de mecanismos de coordinación usados en *Inteligencia Artificial Distribuida* (IAD).

Las *organizaciones* en los sistemas multi-agente artificiales son vistas como una metáfora sobre un conjunto de relaciones estructurales de largo plazo entre los roles que pueden desempeñar los agentes. Cuando un agente está de acuerdo con adoptar un cierto rol dentro de una organización debe subordinarse al comportamiento que el rol implica. Existen varias propuestas para clasificar las estructuras organizacionales [10]. Los casos extremos corresponderían a una *organización jerárquica*, donde para cada tarea a realizar hay un manager que controla y coordina su desarrollo, y a una *organización lateral* donde no hay managers únicos y cada tarea se logra mediante la cooperación entre pares.

Por su parte, la *planificación multi-agente*, es un mecanismo de coordinación donde los agentes forman planes que especifican todas sus acciones e interacciones futuras con respecto a un objetivo particular. De esta forma, los agentes involucrados en la ejecución del plan multi-agente se comprometen a comportarse en concordancia con el mismo. La planificación multi-agente normalmente

involucra la elaboración de los planes individuales de cada agente y su coordinación. Cada una de estas tareas podrá ser realizada con distintos niveles de distribución. Existen formas de representar los planes individuales que facilitan su integración y coordinación. En particular, los “Planes de Orden Parcial” (POP) [6] ofrecen mayor flexibilidad para integrar los planes individuales en un plan multi-agente coordinado.

La *negociación* [11], es un mecanismo de coordinación basado en compromisos de término medio entre un grupo de agentes. Los procesos de negociación generan acuerdos dinámicamente, en los cuales los compromisos de los agentes no son permanentes como los compromisos *a priori* de las estructuras organizacionales. Además, los acuerdos pueden ser re-negociados y de esta manera pueden durar más que los compromisos de los planes multi-agente. Un punto central de un modelo de negociación es representar el *objeto de negociación*, el cual claramente es dependiente de la aplicación. Por último, es importante mencionar que un *protocolo de negociación* debe ser definido, de manera de determinar que secuencias de mensajes son legales durante la negociación. Este protocolo se asume público entre los agentes y se refiere tanto a las primitivas de negociación como a los objetos de negociación que pueden ser incluidos en los mensajes.

## 2. Tareas en Progreso y Trabajos Futuros

Dadas las características de los mecanismos de negociación, donde propuestas y contra-propuestas son expuestas por las partes intervinientes, recientemente se han propuesto distintos enfoques que consideran que la argumentación puede ser naturalmente aplicada en este contexto [12, 13, 14]. Asimismo, la argumentación no sólo ha sido utilizada como un mecanismo para llegar a acuerdos entre agentes [15], sino también como un mecanismo de razonamiento interno donde el agente expone argumentos a favor y en contra acerca de aceptar o no una determinada proposición [12, 16, 17, 18, 19]. En el contexto general de negociación, distintos investigadores han comenzado a considerar diversas formas en cómo el proceso de negociación es afectado por las normas sociales e interdependencias entre los agentes. Por ejemplo, en [9], se considera de qué manera las relaciones de dependencia entre los agentes y normas prescriptivas aplicables a un grupo de agentes, puede conducir a la elaboración de planes conjuntos coordinados. Conte y Castelfranchi [20] por su parte, también proponen un modelo acerca del rol de las estructuras normativas en las sociedades de agentes, y consideran a las normas como una fuente externa de modificación de comportamiento. Shoham y Tennenholtz [21] proponen la idea de restringir los comportamientos del agente mediante el concepto de leyes sociales aplicables a todo el sistema multi-agente.

En particular, en nuestro trabajo se considerará cómo influyen distintos tipos de normas sociales e interdependencias entre agentes en las líneas de argumentación de agentes artificiales inteligentes cuando toman sus decisiones individuales, o en sus negociaciones con otros agentes. En este contexto, nuestro trabajo toma las ideas planteadas en [15], acerca del uso de un protocolo de argumentación flexible para llegar a acuerdos; sin embargo, no se utilizará el ordenamiento prioritario (por orden de severidad) propuesto para selección de argumentos en la negociación, sino que se adaptarán a un contexto argumentativo las ideas propuestas en [9], donde se considera la fuerza social de un agente en las negociaciones dándole un enfoque basado en *utilidades* y *bargaining*. Además, se verá cómo estas interdependencias influyen en el razonamiento interno del agente. En la investigación propuesta, en una primera etapa el sistema multi-agente estará formado por un grupo de agentes software (sofbots) mientras que a futuro se procura trabajar con robots móviles. En principio se prevé el uso de Defeasible Logic Programming (DeLP) [22] para representar el conocimiento de los agentes. Asimismo, se utilizará el mecanismo de inferencia provisto por este formalismo para argumentar a favor o en contra de las acciones en base a las cuales se dará la coordinación de los agentes.

Sobre este último aspecto ya se han hecho avances, dado que se ha implementado un framework [23] que posibilitará a robots Khepera 2 reales [24] y simulados [25] razonar usando DeLP. En [26], se expone un ejemplo simple de aplicación de este framework para robots reales y simulados que realizan tareas de limpieza. Actualmente, ya se están llevando a cabo experimentos que extienden la labor presentada en [26], puesto que se está trabajando con ambientes donde más de un robot puede estar realizando tareas de limpieza al mismo tiempo [27]. De esta forma, las acciones que cada robot debe tomar están restringidas por el accionar de terceros, y en consecuencia, cada robot necesita modelar a los otros y a sí mismo (usando programas DeLP). Además, se tiene como uno de los objetivos generales futuros, extender este framework con los modelos de coordinación que se desarrollen.

### 3. Consideraciones finales

La experiencia adquirida al trabajar con este grupo de robots es doble para esta línea de investigación: por un lado provee de elementos de juicio a tener en cuenta para la coordinación de agentes en un entorno complejo, y por otro lado permitirá experimentar con los resultados teóricos que se obtengan, logrando de esta manera una retroalimentación acerca de qué simplificaciones hechas en el momento de modelar el mundo en una simulación, influyen de manera significativa (positivamente o negativamente) si no son tomadas en cuenta, cuando se realiza la correspondiente confrontación con el mundo real.

Algunos de los aspectos principales que están siendo considerados, incluyen el análisis del impacto que tienen los distintos niveles de modelización que pueden realizar los robots sobre el mundo y sobre los otros robots. Asimismo, se están estudiando distintos marcos formales que abordan aquellos factores externos que influyen en el comportamiento de los agentes, tales como la existencia de leyes sociales, normas prescriptivas o simplemente la interdependencia que pudiese llegar a existir entre dos o más agentes.

## Referencias

- [1] Michael Wooldridge. *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons, Chichester, England, 2002.
- [2] F. Von Martial. *Coordinating Plans of Autonomous Agents*. Springer, 1992.
- [3] S. Russel and P. Norvig. *Artificial Intelligence - A Modern Approach*. Prentice Hall, 2003.
- [4] H. J. Müller. *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, chapter Negotiation Principles. The MIT Press, 1998.
- [5] J. S. Rosenschein and G. Zlotkin. *Rules of Encounter - Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*. The MIT Press, 1998.
- [6] Tuomas W. Sandholm. *Distributed rational decision making*. MIT Press, 1999.
- [7] S. Kraus. *Strategic Negotiation in Multiagent Environments*. The MIT Press, 2001.
- [8] S. Kalenka and N. R. Jennings. *Cognition, Agency and Rationality*, chapter Socially Responsible Decision Making by Autonomous Agents, pages 135–149. Kluwer, 1999.
- [9] S. Ossowski. *Strategic Negotiation in Multiagent Environments*. The MIT Press, 2001.

- [10] H. Edward Pattison, Daniel D. Corkill, and Victor R. Lesser. Instantiating Descriptions of Organizational Structures. *Distributed Artificial Intelligence, Research Notes in Artificial Intelligence*, 1:59–96, 1987.
- [11] D. Pruitt. *Negotiation Behaviour*. Academic Press, 1981.
- [12] Sonia Rueda, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. Argument-based negotiation among BDI agents. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(7):1–8, October 2002.
- [13] Simon Parsons and Peter McBurney. Argumentation-based dialogues for agent co-ordination. *Group Decision and Negotiation*, 12(5):415–439, 2003.
- [14] I. Rahwan, S. D. Ramchurn, N. R. Jennings, P. Mc Burney, S. Parsons, and L. Sonenberg. Argumentation-based negotiation. *Knowledge Engineering Review*, 18(4):343–375, 2003.
- [15] S. Kraus, K. Sycara, and A. Evenchik. Reaching agreements through argumentation: a logical model and implementation. *Artificial Intelligence*, 1(2):1–69, 1998.
- [16] S. Parsons and N. Jennings. Argumentation and multi-agent decision making. In *AAAI Spring Symposium on Interactive and Mixed-Initiative Decision Making*, 1998.
- [17] M. Capobianco, C. I. Chesñevar, and G. R. Simari. An argument-based framework to model an agent's beliefs in a dynamic environment. In *1st International Workshop on Argumentation in Multi-Agent Systems*, 2004.
- [18] M. A. Falappa, A. J. García, and G. R. Simari. Belief dynamics and defeasible argumentation in rational agents. In *10th International Workshop on Non-Monotonic Reasoning*, 2004.
- [19] C. I. Chesñevar, G. Simari, T. Alsinet, and L. Godo. Modelling agent reasoning in a logic programming framework for possibilistic argumentation. In *2nd European Workshop on Multiagent Systems (EUMAS)*, 2004.
- [20] R. Conte and C. Castelfranchi. *Cognitive and Social Action*. UCL Press, 1995.
- [21] Y. Shoham and M. Tennenholz. On social laws for artificial agent societies: Off-line design. *Artificial Intelligence*, pages 231–252, 1995.
- [22] A. J. García and G. R. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Journal of Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1-2):95–138, 2004.
- [23] E. Ferretti, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. Khedelp: A framework to support defeasible logic programming for the khepera robots. In *5th International Symposium on Robotics and Automation (ISRA)*, San Miguel Regla Hidalgo, México, 2006.
- [24] K-Team. Khepera 2. <http://www.k-team.com>, 2002.
- [25] Webots. <http://www.cyberbotics.com>. Commercial Mobile Robot Simulation Software.
- [26] E. Ferretti, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. An application of defeasible logic programming to decision making in a robotic environment. In *9th International Conference on Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning (LPNMR)*, 2007.
- [27] E. Ferretti, M. Errecalde, A. García, and G. Simari. Defeasible decision making in a robotic environment. In *AAAI*, 2007. ENVIADO para su presentación y publicación en los proceedings de la conferencia.

# Descomposición de Minkowski usando Algoritmos Genéticos

**María Teresa Taranilla**<sup>(1)</sup>

**Edilma Olinda Gagliardi**<sup>(1)</sup>

**Mario Guillermo Leguizamón**<sup>(2)</sup>

Departamento de Informática

Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales

Universidad Nacional de San Luis, Argentina

{tarani, oli, legui}@unsl.edu.ar

**Gregorio Hernández Peñalver**<sup>(1)</sup>

Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Informática

Universidad Politécnica de Madrid, España

gregorio@fi.upm.es

## Resumen

El objetivo general de este trabajo es proponer una solución alternativa para un problema de tipo geométrico para el cual, debido a su complejidad no se ha encontrado un algoritmo eficiente que lo solucione. Específicamente, estudiamos el problema de la descomposición de Minkowski. En este artículo, presentamos los antecedentes relacionados a nuestra investigación, exponiendo los aspectos relevantes del problema actualmente en estudio. Por otra parte, describimos el enfoque utilizado para su resolución.

**Palabras claves:** Descomposición de Minkowski. Suma de Minkowski. Algoritmos genéticos. Geometría Computacional.

## 1 Introducción

Los polígonos son objetos geométricos con los que se trabaja frecuentemente, ya que constituyen una representación adecuada de objetos del mundo real y, además, las operaciones que pueden realizarse entre ellos brindan soluciones en una variada gama de aplicaciones. Una de las operaciones que se aplica a polígonos es la suma de Minkowski. La suma de Minkowski de dos conjuntos  $P$  y  $Q \subset \mathbf{R}^n$ , se define como  $P \oplus Q = \{p + q: p \in P, q \in Q\}$ . Las propiedades de esta operación la convierten en una herramienta útil en la resolución de problemas que se presentan en diversas áreas entre las que se pueden citar: robótica, diseño y fabricación asistida por computadora, procesamiento de imágenes, sistemas de información geográfica, entre otras.

En esta línea de investigación hemos estudiado la suma de Minkowski, presentamos su contexto teórico, propiedades geométricas y aplicaciones más destacadas. La construcción de la suma de Minkowski de polígonos es un problema de complejidad polinómica, para el cual existen algoritmos eficientes que lo resuelven y que hemos implementado en una herramienta que permite calcular y visualizar la suma de Minkowski entre distintos tipos de polígonos. También, hemos propuesto mejoras para su cálculo basadas en técnicas de paralelismo [11, 12, 13].

<sup>(1)</sup> Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F314, Departamento de Informática, UNSL.  
Proyecto Geometría Computacional AL07-PAC-027, UPM.

<sup>(2)</sup> Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC), Departamento de Informática, UNSL.

Actualmente, trabajamos en el problema inverso al resuelto por la suma de Minkowski, la descomposición de Minkowski de polígonos convexos. Esto es, dado un polígono convexo  $S$ , queremos encontrar polígonos  $P$  y  $Q$  tales que  $S$  es la suma de Minkowski de  $P$  y  $Q$ . El problema de decidir si un polígono convexo admite una descomposición de Minkowski es un problema NP-Completo, tal como se demuestra en [5, 6, 8]. Una alternativa para la resolución aproximada de este tipo de problemas son las técnicas metaheurísticas. En trabajos previos propusimos la resolución del problema de descomposición de polígonos en suma de Minkowski utilizando un algoritmo genético obteniendo resultados satisfactorios [14, 16]. En esta presentación damos el marco formal del problema, presentamos la propuesta y los avances alcanzados.

## 2 Cómo recuperar la forma del robot

En robótica, la suma de Minkowski se utiliza en la planificación de movimientos de robots [9]. Se tiene un robot  $R$  que se mueve por sucesivas traslaciones en un espacio bidimensional formado por un conjunto  $S = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$  de obstáculos poligonales disjuntos. La ubicación del robot en este espacio está determinada por el punto de referencia del robot. Si se hace coincidir el punto de referencia del robot con el origen de coordenadas y se construye  $R'$ , la figura simétrica de  $R$  respecto del origen,  $Q_i \oplus R'$  representa el conjunto de todas las ubicaciones del punto de referencia del robot  $R$  tales que  $Q_i \cap P \neq \emptyset$ . Esta suma se denomina C-obstáculo y representa el conjunto de puntos en los cuales el robot no puede ubicarse, pues colisiona con el obstáculo  $Q_i$ . La unión de todos los C-obstáculos conforma el espacio prohibido, es decir los puntos del espacio que no son ubicaciones válidas para el robot  $R$  en el cálculo de una trayectoria. El espacio formado por las ubicaciones donde el robot no intersecta a ningún obstáculo se denomina espacio libre. Planteado el escenario anterior, se conoce el robot y el conjunto los C-obstáculos obtenidos a partir de la suma de Minkowski de cada obstáculo con el robot.

Supongamos ahora que la forma del robot fuese desconocida y que se tiene el conjunto de C-obstáculos que conforman el espacio prohibido. En este nuevo escenario, puede ser de interés recuperar la forma original del robot. Para recobrar la forma original del robot se puede pensar en descomponer cada uno de los C-obstáculos en sumandos de Minkowski. De esta forma, el polígono que resulte común a todas las descomposiciones será el polígono que representa al robot.

Se plantea así, el problema inverso a la suma de Minkowski, la descomposición en suma de Minkowski, que puede expresarse del siguiente modo: dado un polígono  $S$ , encontrar polígonos  $P$  y  $Q$  tales que la suma de Minkowski de  $P$  y  $Q$  sea  $S$ , es decir,  $S = P \oplus Q$ .

La construcción la suma de Minkowski en dos y tres dimensiones es un problema de complejidad polinómica y existen algoritmos eficientes que lo resuelven [1, 3]. En cambio, el problema de descomposición es un problema más complejo, para el cual no existen algoritmos eficaces que lo solucionen. Seguidamente presentamos la descomposición de Minkowski, mostrando sus aspectos relevantes y a continuación una propuesta para su resolución usando metaheurísticas.

## 3 Descomposición de Minkowski

Sea  $S$  un conjunto convexo en  $\mathbf{R}^n$ , una descomposición de Minkowski de  $S$  es un par de conjuntos convexos  $P$  y  $Q$  de  $\mathbf{R}^n$  tales que,  $S = P \oplus Q$ . Los conjuntos  $P$  y  $Q$  se denominan sumandos de  $S$ . Cualquier conjunto convexo  $S$  se descompone trivialmente en una suma de la forma  $S = \lambda S \oplus (1-\lambda)S$  para  $0 \leq \lambda \leq 1$ . Estas descomposiciones que existen para cualquier conjunto  $S$  se denominan descomposiciones triviales. En la figura 1 se muestra una descomposición trivial de un polígono  $S$  para  $\lambda=1/3$ , (a la izquierda) y una descomposición no trivial para un polígono  $R$  (a la derecha). Un conjunto convexo  $S$  se dice descomponible si puede expresarse como suma de dos sumandos que no sean homotéticos a  $S$ .

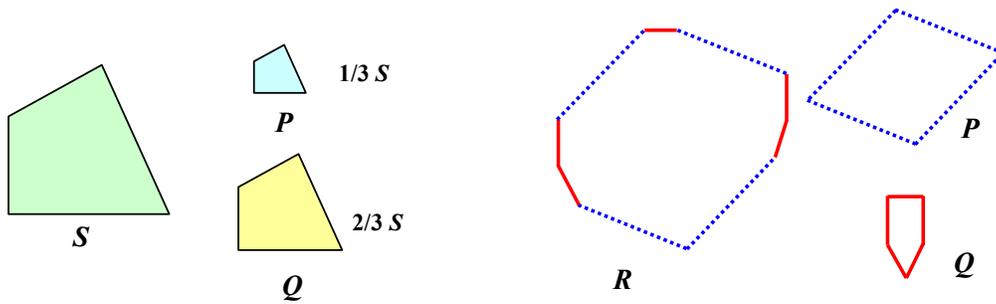


Figura 1: Una descomposición trivial de un polígono  $S$  y una descomposición no trivial de un polígono  $R$

La noción de descomponibilidad de conjuntos convexos fue introducida por Gale [4] en 1954. Posteriormente, en 1963 Shepard [11] caracteriza los sumandos de un polítopo iniciando una serie de trabajos dentro del campo de la Geometría Convexa. Seguidamente se presenta la caracterización en dimensión 2, de lo que denominamos descomposición clásica:

“Dados  $S$  y  $P$ , polígonos convexos,  $P$  es un sumando de  $S$  es decir, existe  $Q$  tal que  $S = P \oplus Q$  si y sólo si los lados de  $P$  son paralelos a los de  $S$  y la longitud de cada uno de ellos es menor o igual que la del correspondiente lado de  $S$ .”

En 1987, Iwano y Steiglitz [6], estudiando problemas de aciclicidad en grafos infinitos, consideran descomposiciones de polígonos convexos en las que no se admiten sumandos que tengan lados paralelos. Este tipo de descomposición se denomina descomposición fuerte y su caracterización es la siguiente:

“Un polígono  $S$  es fuertemente descomponible si admite una descomposición en sumandos tales que ninguna arista de un sumando es paralela a una arista del otro sumando”

Un polígono puede tener más de una descomposición fuerte, según muestra en el ejemplo de la figura 2, donde el polígono  $S$  de vértices  $\{(0,0), (1,0), (2,1), (2,2), (1,2), (0,1)\}$  se descompone en suma de los segmentos  $\{(0,0), (1,1)\}$ ,  $\{(0,0), (0,1)\}$  y  $\{(0,0), (1,0)\}$  o de los triángulos rectángulos  $T = \{(0,0), (1,1), (0,1)\}$  y  $T' = \{(0,0), (1,0), (1,1)\}$

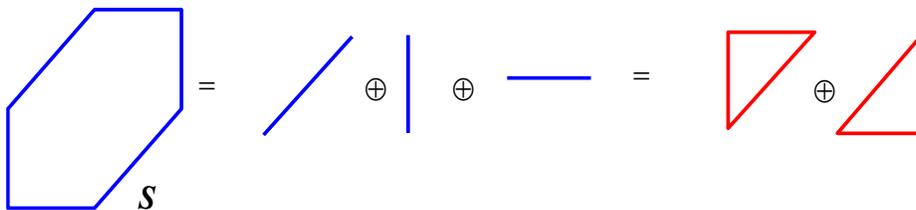


Figura 2: Un polígono con dos descomposiciones fuertes

Debemos observar que aquí un polígono está definido por una sucesión de vectores  $e_1, e_2, \dots, e_n$  con la condición  $\sum e_i = 0$ , por lo que las aristas de un polígono se consideran orientadas. Con esto los triángulos  $T$  y  $T'$  del ejemplo anterior no tienen aristas paralelas.

En [6] los autores demostraron que el problema de determinar si un polígono es fuertemente descomponible es NP-completo.

El tercer tipo de descomposición que consideramos tiene su origen en 1921. En dicho año, Ostrowski [10], observó que la factorización de un polinomio en  $n$  variables estaba relacionada con la descomposición de cierto polítopo en  $\mathbf{R}^n$ , llamado *polítopo de Newton* y demostró que si un polinomio  $f$  factoriza en el producto  $g \cdot h$  entonces el polítopo de Newton de  $f$  se descompone en la suma de los polítopos de Newton correspondientes a  $g$  y  $h$ , es decir,  $S(f) = S(g) \oplus S(h)$ .

Las coordenadas de los vértices de los polítopos de Newton son números enteros por lo que se denominan polítopos *integrales*. Así resulta de interés estudiar la *descomposición integral* de polítopos, introducida en 2001 por Gao y Lauder [5], para caracterizar la irreducibilidad de polinomios. La caracterización de la descomposición integral es la siguiente:

*“Un polítopo integral es integralmente descomponible si puede descomponerse en suma de Minkowski de dos polítopos integrales, cada uno de ellos con más de un punto”*

Gao y Lauder en [5] demuestran que el problema de decidir la existencia de una descomposición integral es NP-completo.

De estos tres tipos de descomposiciones estamos particularmente interesados en la descomposición fuerte, que es la más apropiada para nuestro problema del robot. Este problema es NP-completo y no hemos encontrado referencias al uso de algoritmos heurísticos en la búsqueda de la solución. Nuestra propuesta que se expone en la siguiente sección y consiste en un enfoque evolutivo para resolver el problema de descomposición de polígonos.

#### 4 Nuestra propuesta

En [15] realizamos una propuesta general para encarar el problema de descomposición de polígonos convexos en suma de Minkowski utilizando Algoritmos Genéticos. A continuación presentamos un resumen de la misma, comenzando con la formulación del problema. El problema de descomposición de polígonos, denominado  $SMINK^{-1}$  se define de la siguiente manera:

*PROBLEMA  $SMINK^{-1}$* : Sea  $S$  un polígono convexo de  $n$  lados y sea  $P$  un polígono convexo obtenido eligiendo  $k$  de lados de  $S$ . Sea  $Q$  un polígono convexo obtenido con los lados restantes de  $S$  que no forman parte de  $P$ . Se calcula  $P \oplus Q$  y se mide el área de la diferencia simétrica entre  $((P \oplus Q) \Delta S)$ . El problema consiste en encontrar un polígono  $P$  que minimice el valor de  $f(P) = \text{Área}((P \oplus Q) \Delta S)$ .

Con respecto a la característica del polígono  $S$ , puede suceder que no existan polígonos  $P$  y  $Q$  que cumplan que  $P \oplus Q$  sea exactamente igual a  $S$ . Sin embargo, se pueden obtener polígonos  $P$  y  $Q$  tales que  $S' = P \oplus Q$  y  $S'$  sea lo más aproximada a  $S$  desde el punto de vista morfológico. A medida que el área de la diferencia simétrica tiende a cero, mayor es el parecido morfológico entre  $S$  y  $S'$ .

La representación para un polígono  $P$  es una cadena binaria de  $n$  bits donde un 1 en la posición  $i$  significa que el lado  $i$  de  $S$  forma parte del polígono  $P$ , y un 0 que no forma parte, con la restricción de que en la cadena hay entre 2 y  $n-2$  bits con valor 1.

Cuando el polígono  $S$  es convexo, los sumandos  $P$  y  $Q$  también deben ser polígonos convexos. Con la representación elegida, puede ocurrir que con la sucesión de lados elegidos para armar el polígono  $P$  (o  $Q$ ), al descodificar se obtenga un polígono que no sea simple, que no sea convexo o que no sea cerrado, en ese caso  $P$  (o  $Q$ ) es considerado una solución no factible. Se trabajó en el análisis del espacio de soluciones del problema, y en [16] se formuló una propuesta para el tratamiento las soluciones no factibles del problema  $SMINK^{-1}$ . Esta propuesta incluye la modificación del proceso de descodificación original, en el cual una cadena binaria da lugar a una solución no factible, de manera tal que siempre se obtenga un polígono que cumpla con las características de factibilidad requeridas, de modo que soluciones no factibles siempre se puedan evaluar como factibles. Este nuevo proceso de descodificación incluido en el algoritmo genético fue validado a través de un conjunto de instancias de distinto tipo de los problemas  $SMINK^{-1}$ . Los resultados de este estudio preliminar fueron presentados en [16].

Actualmente, continuamos trabajando en el estudio experimental sobre un conjunto de instancias de variado tamaño y complejidad generadas aleatoriamente para experimentación, prueba y verificación del algoritmo genético que resuelve el problema  $SMINK^{-1}$ . Cabe aclarar que las

instancias de prueba son generadas por un generador aleatorio de polígonos convexos desarrollado para este fin.

## 5 Conclusiones

El objetivo general de nuestro trabajo es proponer una solución alternativa para un problema de tipo geométrico para el cual debido a su complejidad no se ha encontrado un algoritmo eficiente que lo solucione. Específicamente, para el problema de descomposición de polígonos en suma de Minkowski, se propone su resolución aproximada utilizando Algoritmos Genéticos. Asimismo, como propuesta futura se pretende atacar este problema usando otro tipo de metaheurísticas, para realizar una comparación con la propuesta actualmente presentada.

Este trabajo se enmarca en la Línea de Investigación Geometría Computacional y Bases de Datos Espacio-Temporales, perteneciente al Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F314, Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis; en el Proyecto AL07-PAC-027 Geometría Computacional, subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid; y en el marco de la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software (RITOS2), subvencionado por CYTED. Además, cuenta con el apoyo de integrantes de la línea Metaheurísticas del grupo LIDIC.

## Referencias

- [1] de Berg, M., van Kreveld, M., Overmars, M., Schwarzkopf O. *Computational Geometry: Algorithms and Applications*. Springer-Verlag, Heidelberg, 1997.
- [2] Emiris I. and Tsigaridas E. *Minkowski decomposition of convex lattice Polygons*, Algebraic and geometric modeling ,Springer 2005
- [3] Flato, E., *Robust and efficient construction of planar Minkowski sums*, M.Sc. thesis, School of Computer Science, Tel Aviv University, 2000.
- [4] Gale, D. Irreducible convex sets, Proc. Intern. Congr. Math ,Vol.2, 217-218 Amsterdam, 1954
- [5] Gao S., Lauder A. *Decomposition of Polytopes and Polynomials*, Discrete & Computational Geometry",26-1-pp.89-104, 2001.
- [6] Iwano, K; Steiglitz, K. *Testing for cycles in infinite graphs with periodic structures*; Proc. 19<sup>th</sup> ACM Sympos. on Theory of Computing, p 46-55 , 1987
- [7] Michalewicz, Z. *Genetic algorithms + data structures = evolution programs*, Springer Verlag, 1997
- [8] Mount, D; Silverman, R; *Combinatorial and Computational aspects of Minkowski Decompositions*, Contemporary Mathematics, Vol.119, 107-124, 1991
- [9] Latombe, J.C. *Robot Motion Planning*, Kluwer Academic Publisher, Boston, MA, 1991.
- [10] Ostrowski, A. Uber die Bedeutung der Theorie der konvexen Polyeder fur die formale Algebra, Jahresbericht e Deutsche Math. Verein 30, 98-99, 1921
- [11] Shepard, G. *Decomposable convex polytopes*, Matematika10, 89-95 , 1963
- [12] Taranilla, M.T., Kavka,G., Gagliardi, E., Hernández Peñalver, G. *Una herramienta para el cálculo y visualización de Sumas de Minkowski*. Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación, X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2002)
- [13] Taranilla, M.T, Kavka, G., Gagliardi, E., Hernández Peñalver, G. *Una operación entre polígonos: Sumas de Minkowski*, X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2002)
- [14] Taranilla, M. T., Printista M., Gagliardi E. *Una Propuesta para mejorar el calculo de Sumas de Minkowski entre polígonos*, IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, (CACIC 2003)
- [15] Taranilla, M.T.; Leguizamón, M.G.; Gagliardi, E.; Hernández Peñalver, G.; *Estudio de la aplicabilidad de un enfoque evolutivo para la descomposición en Suma de Minkowski*. (CACIC 2004)
- [16] Taranilla, M.T.; Leguizamon, M.G.; Gagliardi, E.O.; Hernández Peñalver, G.. Tratamiento de soluciones no factibles para el problema SMINK<sup>-1</sup>. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2006).

# **Evolución de Reglas de Clasificación para el Descubrimiento de Conocimiento Comprensible**

## **Línea de Investigación: Agentes y Sistemas Inteligentes**

Emiliano Carreño, Guillermo Leguizamón  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en  
Inteligencia Computacional (LIDIC),  
Departamento de Informática,  
Universidad Nacional de San Luis, (D5700HHW)-  
San Luis - Argentina  
(Tel: 2652-420823; fax: 2652-430224;  
email: {ecarreno, legui}@unsl.edu.ar).

Neal Wagner  
Department of Mathematics &  
Computer Science,  
Augusta State University, 2500 Walton  
Way Augusta, GA 30904  
USA (Tel: (706)667-4479; email:  
nwagner@aug.edu).

### **RESUMEN**

Este trabajo, el cual se encuentra dentro del contexto de la minería de datos, propone un método para construir clasificadores basado en la evolución de reglas. El método, denominado REC (Rule Evolution for Classifiers), tiene tres características principales: 1) aplica programación genética (PG) para llevar a cabo una búsqueda en el espacio de potenciales soluciones, 2) un procedimiento permite sesgar la búsqueda hacia regiones de hipótesis comprensibles con alta calidad predictiva, 3) incluye una estrategia para la selección de un subconjunto óptimo de reglas (clasificador), a partir de las reglas obtenidas como resultado del proceso evolutivo. Se lleva a cabo un estudio comparativo entre este método y el algoritmo de inducción de reglas C5.0, para dos problemas de aplicación (conjuntos de datos). Los resultados experimentales muestran las ventajas de usar el método propuesto.

### **DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EJECUCIÓN**

La Figura 1 ilustra el método propuesto. La idea es evolucionar reglas de clasificación, sesgando la búsqueda hacia regiones de hipótesis comprensibles con alta calidad predictiva (características 1 y 2). Luego, una estrategia de selección construye el conjunto de reglas correspondiente al modelo final (clasificador) usando las mejores soluciones generadas durante el proceso evolutivo (característica 3).

La aplicación de PG para el descubrimiento de reglas de clasificación a partir de un conjunto de datos no es conveniente cuando el tamaño de los árboles (s-expressions) se incrementa significativamente. En tales casos, la complejidad del modelo obtenido hace que sea casi

imposible comprender el proceso generador de datos subyacente. Así, si se obtiene un modelo compuesto de muchas reglas de alta complejidad, éste puede ser tan difícil de comprender como una red neuronal compleja. Por otra parte, las medidas de soporte y precisión determinan la calidad predictiva de una hipótesis dada. No obstante, un modelo apropiado debería proveer un balance adecuado entre ambos parámetros. Por ejemplo, una regla con 0.5 de precisión no provee ninguna información sobre si una instancia pertenece o no a una determinada clase, sin embargo, una regla de alta precisión y bajo soporte tampoco es muy útil.

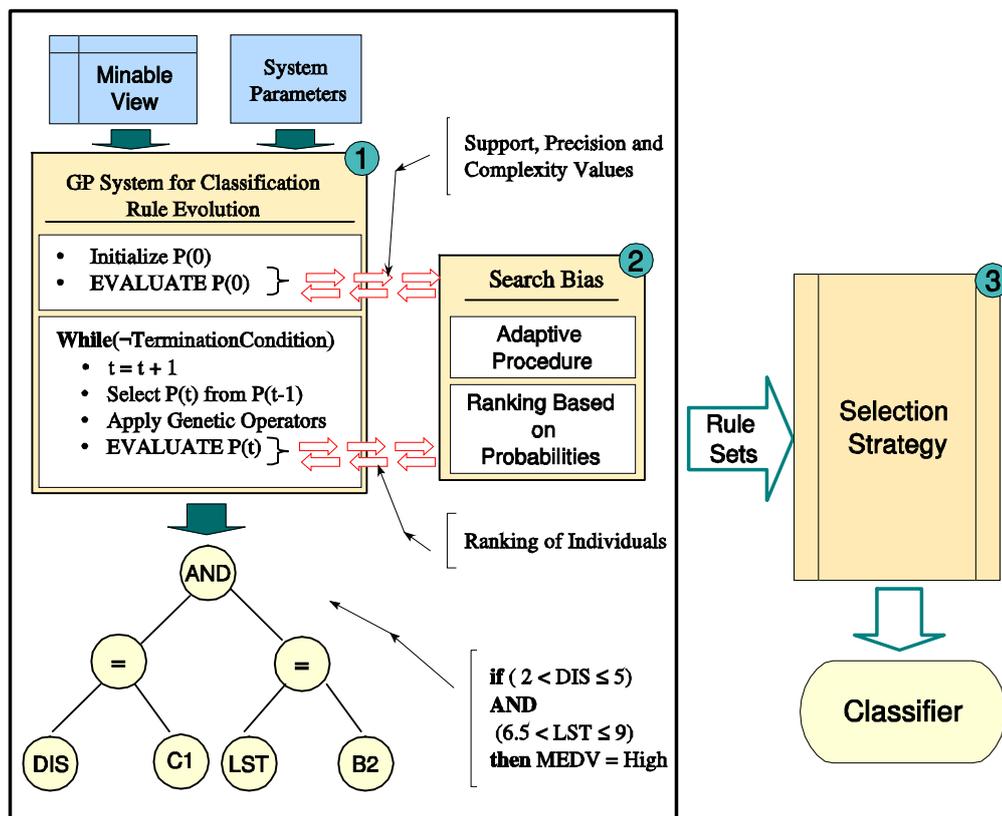


Figura 1: El método propuesto. 1) Sistema de PG para la evolución de reglas de clasificación. 2) Procedimiento para sesgar la búsqueda. 3) Estrategia de selección.

El enfoque propuesto en este trabajo intenta establecer un balance adecuado entre el soporte, la precisión y la complejidad (directamente relacionada con la comprensibilidad) de una regla mediante la incorporación de un procedimiento adaptativo el cual hace un ranking de las soluciones de forma probabilística, basándose en los valores calculados de soporte, precisión y comprensibilidad. Este procedimiento permite sesgar la búsqueda hacia regiones de hipótesis con alta comprensibilidad y un balance apropiado entre soporte y precisión. Para cada clase del atributo objetivo, se obtiene un conjunto de reglas como resultado de un proceso evolutivo. Luego, estos conjuntos se combinan mediante una estrategia para obtener el modelo final. La

idea es explotar las soluciones generadas durante el proceso evolutivo, seleccionando un conjunto de reglas óptimo (en cuanto a su calidad predictiva). En este sentido, puede ser que el conjunto de reglas óptimo no esté formado por las mejores soluciones encontradas durante el proceso evolutivo, sino por reglas que se complementen de forma adecuada. El resultado final es un clasificador expresado como un conjunto de reglas del tipo **if-then**.

En la literatura hay varios estudios donde el proceso de descubrimiento del conocimiento esta centrado en la obtención de reglas comprensibles, interesantes y con alta capacidad predictiva. Algunos ejemplos incluyen [1], [2], [3]. En [3], se presenta un enfoque para descubrir reglas de predicción interesantes mediante la aplicación de un algoritmo genético en el cual la función de adaptación (fitness function) esta dividida en dos partes. Una parte mide el grado de interés de las reglas, mientras que la otra mide su capacidad predictiva. En [1], se propone el uso de PG para el descubrimiento de reglas comprensibles, donde una penalidad para la complejidad se añade en la función adaptativa. En [2] esto también se logra por medio de la aplicación de un algoritmo genético con un enfoque multi-objetivo. En el presente trabajo proponemos un nuevo enfoque para sesgar la búsqueda hacia regiones de reglas comprensibles con alta calidad predictiva, en varios problemas de aplicación. Además, se introduce una estrategia para la construcción de clasificadores por medio de la selección de un subconjunto de reglas obtenidas como resultado del proceso evolutivo. Esta estrategia intenta obtener como modelo final, un subconjunto óptimo de reglas comprensibles con alta calidad predictiva.

En este trabajo se lleva a cabo un estudio comparativo del método propuesto contra **C5.0** [4], un algoritmo de inducción de reglas (del estado del arte) para la construcción de clasificadores. Este estudio analiza principalmente la calidad predictiva y la comprensibilidad de los modelos obtenidos con estos dos métodos. También, se informa el tiempo de ejecución de cada enfoque. Los conjuntos de datos usados provienen del repositorio de la Universidad de California en Irvine (UCI) [5].

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que el enfoque propuesto es capaz de centrar la búsqueda sobre regiones donde las hipótesis tienen una complejidad estructural tal que permite su adecuada comprensión, sin disminuir su calidad predictiva. Las mejoras logradas respecto a **C5.0** son significativas. Los resultados del estudio comparativo muestran las ventajas de usar el método propuesto (**REC**), dado que los clasificadores obtenidos tienen mejor calidad

predictiva que aquellos obtenidos usando **C5.0**. En los experimentos llevados a cabo, **C5.0** es ejecutado usando una técnica de boosting para 1 y 10 pruebas (trials). Para todos los problemas, cuando **C5.0** es ejecutado con 1 trial, los clasificadores obtenidos con ambos métodos tienen una complejidad estructural similar. Por otra parte, al ejecutar **C5.0** con 10 trials (como lo recomiendan sus autores) la calidad predictiva de sus modelos mejora, pero su complejidad se incrementa notablemente y aún así su calidad predictiva se mantiene por debajo de la calidad predictiva de los modelos generados con el sistema **REC**.

Por otra parte, a **C5.0** le toma mucho menos tiempo construir el clasificador que al método propuesto. Este último resultado era de esperarse, dado que **REC** aplica un algoritmo evolutivo para llevar a cabo una búsqueda en el espacio de potenciales soluciones. No obstante, **REC** compensa esta desventaja al generar modelos con una mejor calidad predictiva.

Una ventaja adicional del sistema **REC** es que es posible establecer la complejidad y estructura del clasificador a ser construido. Esto se puede hacer por medio de dos parámetros que determinan la complejidad máxima de una regla y el máximo número de reglas en el modelo. Los resultados demuestran la alta performance del método propuesto para construir clasificadores comprensibles y con alta calidad predictiva.

## POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A SEGUIR

Entre las líneas de investigación futuras se plantean las siguientes:

1. Aunque el tiempo de ejecución del sistema **REC** es razonable, se lo podría reducir por medio de enfoques paralelos. Por ejemplo, podría haber varios procesadores, cada uno evolucionando reglas para una clase diferente.
2. Se estudia la posibilidad de extender el presente trabajo para ser aplicado a problemas de predicción de series de tiempo (discretizando los atributos). En los problemas de predicción de series de tiempo se intenta predecir los valores futuros de cierta variable analizando un conjunto de sus valores pasados y aquellos de otras variables relacionadas. Por ejemplo, las agencias meteorológicas intentan predecir el valor futuro de la temperatura basándose en los valores pasados de esa temperatura y los valores pasados de otras variables relacionadas tales como la humedad relativa, la velocidad del viento, la dirección del viento, etc. Una extensión del sistema **REC** a problemas de predicción de series de tiempo requiere la discretización de todas las variables involucradas; de esta forma, el valor a predecir es un valor nominal ordenado. Siguiendo con el ejemplo anterior, los valores de temperatura ( $T$ )

se podrían convertir en una serie de valores ordenados  $\{Baja (T < 15), Media (15 \leq T < 25) \text{ y } Alta (T \geq 25)\}$ .

3. En [10] Neal Wagner propone un modelo de programación genética dinámico específicamente adaptado para predicciones de series de tiempo en ambientes no estáticos. Éste incorpora métodos para adaptarse de forma automática a ambientes cambiantes así como también para retener conocimiento aprendido en ambientes encontrados previamente. En este sentido, una posible línea de investigación podría plantear la incorporación de dichos métodos en el enfoque propuesto en el presente trabajo, para obtener modelos comprensibles y de alta calidad predictiva en problemas de predicción de series de tiempo (con ambientes no estáticos).

#### REFERENCIAS

- [1] C. C. Bojarczuk, H. S. Lopes, and A. A. Freitas, "Genetic programming for knowledge discovery in chest-pain diagnosis," IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, vol. 19, no. 4, pp. 38–44, Jul.-Aug. 2000.  
[Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/51/18543/00853480.pdf>
- [2] K. Deb and D. Kalyanmoy, Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- [3] E. Noda, A. A. Freitas, and H. S. Lopes, "Discovering interesting prediction rules with a genetic algorithm," in Proceedings of the Congress on Evolutionary Computation, P. J. Angeline, Z. Michalewicz, M. Schoenauer, X. Yao, and A. Zalzala, Eds., vol. 2. Mayflower Hotel, Washington D.C., USA: IEEE Press, 6-9 1999, pp. 1322–1329.  
[Online]. Available: [citeseer.ist.psu.edu/noda99discovering.html](http://citeseer.ist.psu.edu/noda99discovering.html)
- [4] R. Quinlan, "Rulequest research data mining tools." 2006. [Online]. Available: <http://www.rulequest.com/>
- [5] C. B. D.J. Newman, S. Hettich and C. Merz, "UCI repository of machine learning databases." 1998. [Online]. Available: <http://www.ics.uci.edu/mllearn/MLRepository.html>
- [6] J. R. Koza, Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1992.
- [7] O. L. Mangarasian, R. Setiono, and W. H. Wolberg, "Pattern-recognition via linear-programming: theory and application to medical diagnosis," in Large-Scale Numerical Optimization, 1990, T. F. Coleman and Y. Li, Eds. Philadelphia: SIAM, 1990, pp. 22–31.
- [8] J. E. B. J., "Adaptive selection methods for genetic algorithms," in Proc. ICGA 1, 1985, pp. 101–111.
- [9] I. H. Witten and E. Frank, Data Mining: Practical machine learning tools and techniques, 2nd ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2005.
- [10] Neal Wagner, Zbigniew Michalewicz, Moutaz Khouja, and Roy Mc Gregor, "Time Series Forecasting for Dynamic Environments: the DyFor Genetic Program Model" IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2005.

# Explicaciones Dialécticas

Nicolás D. Rotstein

Alejandro J. García

Guillermo R. Simari

e-mail: {ndr, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur

Av. Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, Argentina

## 1. Introducción

Este artículo reporta el estudio realizado hasta el momento en la línea de investigación de *explicaciones dialécticas* [4] y propone direcciones para el trabajo a futuro. Dentro de varias áreas de la Inteligencia Artificial se ha puesto atención al rol de las explicaciones, en particular en sistemas expertos [7, 10, 6]. El objetivo de brindar explicaciones en sistemas expertos es brindar mayor confianza al usuario con respecto a las respuestas dadas por el sistema. No obstante, pocos han analizado el uso de explicaciones dentro de sistemas argumentativos [8]. En general, se habla de ‘argumento’ como una explicación para un literal dado; es decir, el punto siendo explicado es puesto en discusión, y a partir de ahí puede ser aceptado o no. Por ejemplo, el argumento “*hoy está lloviendo, por lo cual me voy a quedar a dormir*” puede ser una explicación para el literal “*hoy no voy a trabajar*”. Sin embargo, la razón provista para no ir a trabajar puede ser puesta en tela de juicio. Por otro lado, en revisión de creencias también se ha estudiado el rol de las explicaciones [3]. Éstas son utilizadas para resolver inconsistencias entre las creencias y las nuevas percepciones; aquel literal soportado por la explicación más *fuerte* es el que finalmente prevalecerá.

Si bien reconocemos que un argumento en sí puede ser tomado como una explicación para un literal, en esta línea de trabajo estamos enfocados en otro tipo de explicaciones: aquellas que justifican las *garantías* brindadas por un sistema argumentativo. Nuestro trabajo puede analizarse desde un punto de vista abstracto, y los resultados se implementarán en un formalismo en particular: De-feasible Logic Programming (DeLP) [5]. Este formalismo utiliza programas lógicos rebatibles (de aquí en adelante, *DeLP-programs*) para representar el conocimiento, y argumentación rebatible para el razonamiento. El procedimiento de prueba utilizado es *dialéctico*, por lo cual estudiaremos un concepto al que denominaremos *explicaciones dialécticas* (de aquí en adelante,  $\delta$ -*Explanations*). El procedimiento de prueba, ante una consulta (*query*), responde si puede o no creerse en dicho literal, es decir, si éste puede considerarse *garantizado*. El mecanismo para lograrlo es construir árboles de dialéctica enraizados en un argumento para el literal consultado o para su complemento. Para más detalles referirse a [5]. El conjunto completo de árboles de dialéctica relacionados con la consulta realizada será considerado la  $\delta$ -*Explanation* de la respuesta para esa consulta.

A lo largo del artículo mostraremos cómo las  $\delta$ -*Explanations* son una herramienta poderosa para comprender y analizar las interacciones entre argumentos dentro de un árbol de dialéctica, y para asistir la codificación y el depurado de bases de conocimiento. Actualmente, hay un prototipo implementado en nuestro laboratorio que permite visualizar el conjunto de árboles de dialéctica que

justifican la respuesta dada para una consulta. Los ejemplos mostrados en este artículo están generados a partir de este prototipo.

En esta línea de investigación se propone el estudio de un área poco explorada: la de explicaciones en sistemas argumentativos. Las explicaciones que proveemos apuntan a revelar el contexto completo de una consulta. Los ejemplos dados en este artículo enfatizan este punto. En la sección que sigue describimos y ejemplificamos las explicaciones dialécticas tanto para consultas fijas como con variables, en la sección 3 discutimos y hacemos una comparación con un acercamiento que se relaciona al nuestro, y en la sección 4 delineamos el trabajo futuro sobre esta línea.

## 2. Explicaciones Dialécticas

Una *consulta DeLP* (*DeLP-query*) es un literal fijo que DeLP intentará garantizar. Una consulta con al menos una variable será llamada *consulta esquemática* (*schematic query*) y representará el conjunto de *DeLP-queries* que unifican con ella. Ambos tipos de consultas requieren tratamientos diferentes, por lo cual primero ejemplificaremos las explicaciones para *DeLP-queries*, y luego, para *schematic queries*.

Pueden existir varios argumentos para un mismo literal, y cada argumento generará un árbol de dialéctica distinto. Por esto, la respuesta devuelta ante una consulta es sólo la ‘punta del iceberg’ de un proceso que incluye la exploración del conjunto de árboles de dialéctica que soporta dicha respuesta. Por lo tanto, para entender realmente por qué una consulta tiene una respuesta en particular, es esencial considerar qué argumentos han sido generados y qué conexiones existen entre ellos. Una  $\delta$ -*Explanation* para una *DeLP-query*  $Q$  es la unión de los árboles de dialéctica construibles a partir de cada argumento para  $Q$  y para el complemento de  $Q$ .

**Ejemplo 1 (DeLP-query)** Consideremos un programa lógico rebatible  $(\Pi_1, \Delta_1)$ :

$$\Pi_1 = \{q, t\} \quad \Delta_1 = \left\{ \begin{array}{ll} (r \multimap q), & (\sim r \multimap q, s), \\ (r \multimap s), & (\sim r \multimap t) \end{array} \right\}$$

desde el cual se pueden construir los siguientes argumentos:

- $\langle \mathcal{R}_1, \sim r \rangle = \langle \{ \sim r \multimap t \}, \sim r \rangle$
- $\langle \mathcal{R}_2, r \rangle = \langle \{ r \multimap q \}, r \rangle$

A partir de este programa la respuesta para la DeLP-query  $r$  es UNDECIDED, cuya  $\delta$ -*Explanation* puede verse en la Figura 1. Allí puede verse que ambos argumentos están en una situación de bloqueo; es decir, ninguno bloquea al otro.

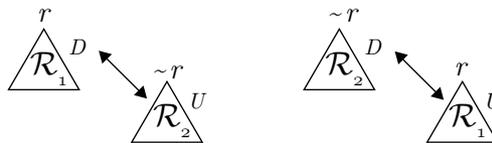


Figura 1:  $\delta$ -*Explanation* para la consulta  $r$  del Ejemplo 1

A continuación, el Ejemplo 2 muestra cómo la introducción de un único hecho en el programa del Ejemplo 1 no sólo modifica la respuesta para la consulta  $r$ , sino que hace una diferencia significativa en la explicación. Es en estos casos en los que recurrir a las  $\delta$ -*Explanations* se torna necesario para el completo entendimiento de lo que ocurre dentro del sistema.

**Ejemplo 2 (Extiende al Ej. 1)** Consideremos el DeLP-program  $(\Pi_1 \cup \{s\}, \Delta_1)$ . Si realizamos nuevamente una DeLP-query por  $r$ , obtenemos NO como respuesta, y la  $\delta$ -Explanation es la mostrada en la Figura 2. Esta explicación tiene dos árboles más que la mostrada en el ejemplo anterior, debido a dos nuevos argumentos que pueden extraerse del programa:

- $\langle \mathcal{R}_3, r \rangle = \langle \{r \multimap s\}, r \rangle$
- $\langle \mathcal{R}_4, \sim r \rangle = \langle \{\sim r \multimap q, s\}, \sim r \rangle$

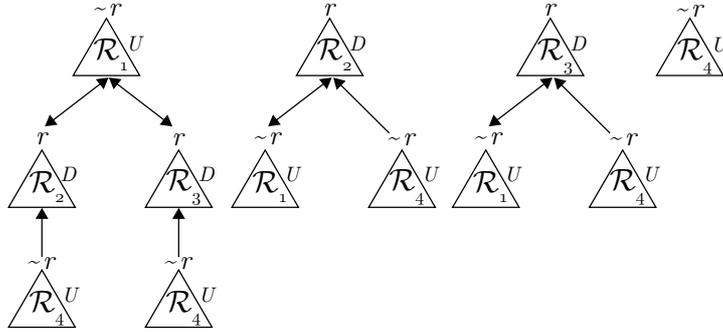


Figura 2:  $\delta$ -Explanation para el Ejemplo 2

A diferencia de las explicaciones dialécticas para *DeLP-queries*, las  $\delta$ -Explanations para las *schematic queries* tienen que lidiar con las diferentes instanciaciones posibles de la consulta dada. Por esto, una  $\delta$ -Explanation generalizada para una consulta esquemática  $Q$  es la unión de todas las  $\delta$ -Explanations para cada instancia de  $Q$ . A continuación, vamos a ilustrar este concepto con un ejemplo.

**Ejemplo 3** Consideremos el siguiente DeLP-program:

$$\Pi = \left\{ \begin{array}{ll} (bird(X) \leftarrow chicken(X)) & chicken(little) \\ chicken(tina) & bird(rob) \\ scared(tina) & \end{array} \right\}$$

$$\Delta = \left\{ \begin{array}{l} flies(X) \multimap bird(X) \\ flies(X) \multimap chicken(X), scared(X) \\ \sim flies(X) \multimap chicken(X) \end{array} \right\}$$

Supongamos que queremos saber, a partir de este programa, si se puede garantizar que algún individuo no vuela. Al consultar por  $\sim flies(X)$  la respuesta es YES, debido a que hay una instancia garantizada para esta consulta:  $\sim flies(little)$ . El argumento que soporta esta garantía es:  $\langle \mathcal{B}_2, \sim flies(little) \rangle = \langle \{\sim flies(little) \multimap chicken(little)\}, \sim flies(little) \rangle$ , el cual derrota a:  $\langle \mathcal{B}_1, flies(little) \rangle = \langle \{flies(little) \multimap bird(little)\}, flies(little) \rangle$ , por ser más directo.

Los árboles de dialéctica que componen la explicación generalizada se muestran en la Figura 3. Esta explicación también muestra que la instancia  $\sim flies(tina)$  no está garantizada.

Por otro lado, veamos que la respuesta para la *schematic query* opuesta (i.e.,  $flies(X)$ ) es también YES. Por supuesto, el conjunto de instancias garantizadas es distinto esta vez:  $flies(tina)$  y  $flies(rob)$ . Los argumentos que soportan estas garantías pueden verse en la Figura 3, y son:

- $\langle \mathcal{A}_1, flies(tina) \rangle = \langle \{flies(tina) \multimap bird(tina)\}, flies(tina) \rangle$
- $\langle \mathcal{A}_2, \sim flies(tina) \rangle = \langle \{\sim flies(tina) \multimap chicken(tina)\}, \sim flies(tina) \rangle$
- $\langle \mathcal{A}_3, flies(tina) \rangle = \langle \{flies(tina) \multimap chicken(tina), scared(tina)\}, flies(tina) \rangle$
- $\langle \mathcal{C}_1, flies(rob) \rangle = \langle \{flies(rob) \multimap bird(rob)\}, flies(rob) \rangle$

La  $\delta$ -Explanation generalizada para  $flies(X)$  es la misma que aquella para  $\sim flies(X)$ , dado que las explicaciones para un literal también incluyen el análisis para el complemento del mismo.

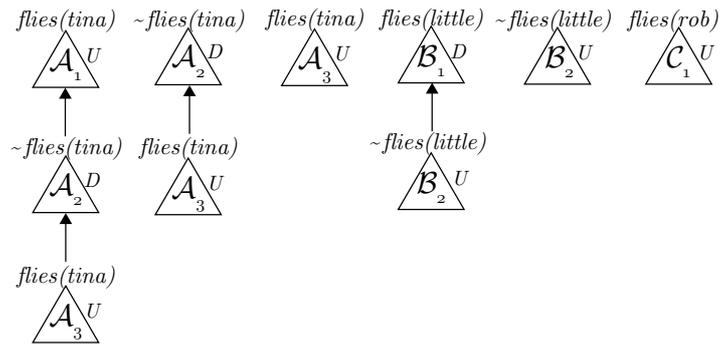


Figura 3:  $\delta$ -Explanation generalizada para  $\sim flies(X)$

Las consultas esquemáticas nos dan la posibilidad de hacer preguntas más generales que las *DeLP-queries*. Con ellas no estamos preguntando si se puede creer en una dada pieza de conocimiento, sino que estamos preguntando si existe una instancia de la consulta (relacionada a un individuo) que puede ser garantizada por el sistema. Esto puede llevar a un razonamiento más profundo, ya que se puede plantear una consulta, obtener las instancias garantizadas y continuar con la *discusión* con esos individuos. Es decir, la discusión puede ser focalizada.

### 3. Trabajo Relacionado

En el sitio web del proyecto ASPIC [2] se presenta una demostración de un *engine* argumentativo basado en el formalismo de Gerard Vreeswijk. En ella se brindan varios casos de ejemplo, dando la posibilidad de ejecutar consultas sobre esas bases de conocimiento, e incluso editarlas. También se puede crear una base de conocimiento nueva, y realizar consultas sobre ella.

Es interesante la posibilidad de visualizar, mediante un grafo, el proceso argumentativo provocado por la consulta. Esto puede tomarse como una explicación para la respuesta dada. Los argumentos y las relaciones de ataque entre ellos se muestran de acuerdo al *Argument Interchange Format* (AIF) [1], y los nodos están adecuadamente coloreados para representar argumentos derrotados (rojo) y no derrotados (verde). Sin embargo, la visualización resulta confusa, ya que hay demasiados elementos en pantalla. Existen estilos de flecha de distintos colores utilizados para representar *rebut*, *undercut*, etc. y pueden hacerse muy difíciles de seguir, sobre todo por su longitud. Además, las estructuras internas de los argumentos no son simples y se muestran desde un principio en completo detalle.

En cambio, la representación dada por nuestro sistema es estructuralmente más simple, ya que se trata de árboles, y los nodos (*i.e.*, argumentos) se muestran en una versión simplificada, con la posibilidad de ver su contenido mediante un *tooltip*. Uno o varios nodos pueden ser expandidos y contraídos para revelar la derivación lógica que hizo a la construcción del argumento. También se puede hacer *zoom in/out* (útil en caso de árboles muy grandes) y un mapa de referencia facilita la ubicación del foco de la ventana de visualización dentro de la pantalla.

Por otra parte, en [2] se brinda otra opción para obtener una explicación de la respuesta dada por el *engine*: una traza que muestra no sólo la construcción de argumentos, sino que también describe interferencias y defensa entre ellos y el status de cada uno: PRO o CON, es decir, a favor o en contra del argumento que soporta la consulta, respectivamente. Se detalla el grado de fortaleza de la interferencia, es decir, si un argumento logró derrotar a otro. No obstante, la traza tiene debilidades similares al grafo en cuanto a visualización: es compleja desde un principio, y no brinda interacción alguna, *i.e.*, el usuario no puede contraer/expandir secciones de la traza. El detalle con el que se muestra la traza parece un tanto excesivo, lo cual afecta a la usabilidad. Nuestro sistema no cuenta con este tipo de facilidades para trazar el proceso argumentativo.

## 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Esta nueva línea de trabajo en el área de argumentación está dedicada a estudiar una parte poco explorada: la de explicaciones en sistemas argumentativos, plasmando los resultados en el sistema DeLP. Este estudio abre nuevas posibilidades para implementar, por ejemplo, sistemas expertos basados en DeLP. La idea de este trabajo nació como una necesidad al hacer testeo y depurado de programas lógicos rebatibles, ya que se torna realmente difícil seguir la dinámica argumentativa del sistema.

Colateralmente, esta línea abarca el análisis e implementación de nuevos sistemas de visualización que faciliten la tarea del usuario en el uso de las explicaciones. Este tipo de herramientas se torna necesario debido a que el número y tamaño de los árboles de dialéctica generados por una consulta pueden llegar a ser muy incómodos de manejar. Por esto, contar con la posibilidad de visualizar los árboles con las facilidades que mencionamos a lo largo del artículo hace que las explicaciones dialécticas cobren mayor sentido. Actualmente, existe un prototipo del sistema DeLP que ofrece una visualización interactiva de explicaciones dialécticas. Como próximo paso de investigación, nos dirigimos a la inclusión de nueva información dentro de las explicaciones.

## Referencias

- [1] Carlos Chesnevar, Jarred McGinnis, Sanjay Modgil, Iyad Rahwan, Chris Reed, Guillermo Simari, Matthew South, Gerard Vreeswijk, and Steven Willmott. Towards an argument interchange format. *Knowl. Eng. Rev.*, 21(4):293–316, 2006.
- [2] ASPIC Project Argumentation Engine Demo. <http://aspic.acl.icnet.uk/ArgumentationSystem>.
- [3] Marcelo A. Falappa, Gabriele Kern-Isberner, and Guillermo R. Simari. Explanations, belief revision and defeasible reasoning. *Artif. Intell.*, 141(1):1–28, 2002.
- [4] A. Garcia, C. Chesnevar, N. Rotstein, and G. Simari. An abstract presentation of dialectical explanations in defeasible argumentation. *Workshop in Argumentation and Non-Monotonic Reasoning (ArgNMR)*, 2007 (to appear).
- [5] Alejandro J. García and Guillermo R. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [6] Giovanni Guida and Marina Zanella. Bridging the gap between users and complex decision support systems: the role of justification. In *ICECCS '97: Proc. 3rd IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems*, pages 229–238, Washington, DC, 1997.
- [7] Carmen Lacave and Francisco J. Diez. A review of explanation methods for heuristic expert systems. *Knowl. Eng. Rev.*, 19(2):133–146, 2004.
- [8] B. Moulin, H. Irandoust, M. Bélanger, and G. Desbordes. Explanation and argumentation capabilities: Towards the creation of more persuasive agents. *Artif. Intell. Rev.*, 17(3):169–222, 2002.
- [9] Michael Schroeder. Towards a visualization of arguing agents. *Future Generation Computer System*, 17(1):15–26, 2000.
- [10] L. Richard Ye and Paul E. Johnson. The impact of explanation facilities on user acceptance of expert systems advice. *MIS Q.*, 19(2):157–172, 1995.

# Extensiones del Sistema de Búsqueda de Respuesta AliQAn

Sandra Roger<sup>1,2</sup>, Antonio Ferrández<sup>2</sup>, Jesús Peral<sup>2</sup>, Sergio Ferrández<sup>2</sup>, Pilar López<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Natural Language Processing Group

Department of Computing Sciences University of Comahue, Argentina

Buenos Aires 1400 - 8300 Neuquén - Argentina

Tel/Fax (54) (299) 4490312 ext. 435 / (54) (299) 4490313

<sup>2</sup> Natural Language Processing and Information Systems Group

Department of Software and Computing Systems University of Alicante, Spain

Carretera San Vicente S/N - 03080 Alicante - España

Tel/Fax (34) 965903400 ext. 2385/ (34) 965909326

sroger@dlsi.ua.es, antonio@dlsi.ua.es, jperal@dlsi.ua.es, sferrandez@dls.ua.es, p.lopez@ua.es

## Abstract

Este trabajo describe las extensiones del sistema AliQAn para el español en dominio abierto. Presenta al sistema Cross-lingual BRILI y un mecanismo de inferencia aplicado al Sistema de Búsqueda de Respuestas monolingual.

## 1. INTRODUCTION

El Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) es una parte esencial de la Inteligencia Artificial, el cual investiga y formula mecanismos computacionales que permiten el desarrollo de sistemas capaces de comprender el conocimiento expresado en textos de un lenguaje dado. La gran cantidad de información digital disponible ha impulsado la investigación en sistemas de información textual que faciliten la localización, acceso y tratamiento de toda esta ingente cantidad de datos. Aunque las investigaciones avanzan en buena dirección aún no existe ningún sistema operacional que localicen la información requerida, procese, integre y genere una respuesta acorde a los requerimientos expresados por el usuario en sus preguntas. Inicialmente, la comunidad científica concentró sus esfuerzos en sistemas más fácilmente abordables como la Recuperación de Información (RI, Information Retrieval) y la Extracción de Información (EI, Information Extraction). Estas investigaciones facilitaron el tratamiento de grandes cantidades de información. Sin embargo, las características que definieron estas líneas de investigación presentaban serios inconvenientes a la hora de afrontar la obtención de respuestas concretas a preguntas muy precisas formuladas por los usuarios.

Todos esto ocasionó un creciente interés en sistemas que afrontaran con éxito la tarea de localizar respuestas concretas en grandes volúmenes de información, dejando la puerta abierta a la aparición de nuevos campos de investigación tales como Búsqueda de Respuestas (BR) -Question Answering (QA)-. La creciente información existente en diferentes lenguas requiere, además, sistemas que permitan recuperar o extraer información solicitada en el idioma no sólo de origen (es decir, en el que

---

\* This research has been partially funded by the Spanish Government under project CICYT number TIN2006-15265-C06-01 and by the Valencia Government under project number GV06-161, and by the University of Comahue under the project 04/E062.

se formula la pregunta) sino también en el idioma destino (es decir, en el que está escrita la pregunta). La campaña internacional CLEF (Cross-Language Evaluation Forum) se centra en el desarrollo de infraestructura necesaria para la experimentación y evaluación de sistemas de recuperación de información que trabajen sobre las lenguas europeas en contextos monolingües y translingües, y en la creación de conjuntos de datos reutilizables por los sistemas desarrollados.

## 2. MARCO DE TRABAJO

La actividad investigadora inicia con el desarrollo del sistema de búsqueda de respuestas (AliQAn) para el idioma español basado en patrones, el cual ha participado en las competencias del CLEF 2005 [6].

Se han realizadas mejoras a nivel semántico mediante estrategias de desambiguación en la selección en los sentidos de las palabras [2, 3].

En un contexto Cross-lingual, las consultas son formuladas en un lenguaje diferente al de los documentos, lo cual incrementa la dificultad. Sin embargo, los sistemas multilingües es un tema de gran importancia para el futuro de la RI por la naturaleza multilingüe de la información disponible. La tarea de BR cross-lingual fue introducida en las competencias CLEF en el año 2003 por primera vez. Así, en las competencias CLEF 2006 [1], tanto AliQAn como el sistema BRILI han participado en dicha competencia. AliQAn para la tarea monolingual y el sistema BRILI es presentado para llevar a cabo la tarea Cross-lingual, es decir, preguntas en inglés y texto en castellano. Ambos sistemas son totalmente automáticos y basados en patrones sintácticos.

Si se caracterizan los sistemas de BR presentados en competencias como el CLEF según el nivel de recursos de PLN utilizado, aquéllos que llegan hasta un nivel sintáctico o a lo sumo un nivel semántico superficial mediante la utilización de sinonimia, hiperonimia entre otras relaciones similares, no superan cierto rango de precisión (a lo sumo un 45 % de efectividad aproximadamente). Los sistemas que superan en gran medida dicho valor son debido a la utilización de técnicas más complejas mediante la utilización de fuentes de conocimientos. De lo expuesto anteriormente, es posible concluir que la efectividad de los sistemas es relativamente baja, por lo que aún queda mucho trabajo por hacer. Se ha empezado a desarrollar una herramienta robusta, capaz de inferir automáticamente en dominios abiertos [4, 5], la cual podrá ser integrada en distintas aplicaciones de PLN como BR, implicación textual entre otras.

### 2.1. BRILI

Considerando la variedad de idiomas en los que los textos pueden estar escritos, el sistema BRILI (español, inglés) reduce el uso de MT evitando el efecto negativo que causa esta clase de estrategias en sistemas de BR Cross-lingual, por medio del uso del módulo ILI de EuroWordNet. A su vez, dos mejoras que tratan este efecto negativo son incluidos:

- BRILI considera más de una traducción por palabra por medio del uso de diferentes synsets de cada palabra en el módulo de ILI de WordNet.
- A diferencia de los sistemas de BR bilingües, el análisis de la preguntas es realizado en el lenguaje original sin el uso de la traducción.

De esta manera se logra mejoras de un 19.12 % en relación a las MT.

## 2.2. Mecanismo de Inferencia aplicado sobre AliQAn

Como se mencionó anteriormente los sistemas que utilizan recursos de PLN hasta un nivel sintáctico no superan un cierto rango de precisión de efectividad. Una nueva generación de sistemas ha comenzado que dan un paso más allá de estos tipos de sistemas. La nueva tendencia en los sistemas de BR tienden a incorporar más semántica en el proceso de comprensión de los textos mediante la utilización de técnicas más complejas que utilizan fuentes de conocimientos externas.

No existen sistemas que utilicen Formas Lógicas (FL) para el idioma castellano y por lo tanto no existen recursos factibles de ser usados para ayudar al proceso de inferencia. Es conocido que el idioma inglés, es un idioma en el que la mayoría de recursos se encuentran disponibles. Teniendo en cuenta esto, se ha decidido optar por una representación que sea fácil adaptar a la representación resultante de la traducción al castellano de algunos de estos recursos, por lo que nuestra representación se ha basado en los trabajos de Moldovan et. al[7]. La transformación codifica las relaciones sintácticas (sintagmas nominales, verbo, sintagmas preposicionales y adverbiales). En una teoría formal encontramos un conjunto de fórmulas bien formadas, un subconjunto de estas que son los axiomas y un conjunto de reglas de inferencias. Existen diversas clases de axiomas. Entre ellos podemos mencionar los axiomas generados automáticamente (relaciones de sinonimia, hiperonimia, etc.) y axiomas generados manualmente (axiomas representando relaciones lingüísticas).

De esta manera, se ha logrado mejorar la precisión de preguntas cuya respuesta esperada es de tipo económico en un 75 %.

## 3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como se ha comentado anteriormente, el desarrollo de estos sistemas aún están en sus albores y resta mucho camino por recorrer para que realmente sea práctico, es decir, hacer que los sistemas sean útiles para los usuarios requiere que se tenga confianza plena en sus resultados, algo que no ocurre dada a su exactitud actual.

Por ello, es necesario un estudio minucioso de las técnicas utilizadas por los sistemas existentes y también de las técnicas factibles de ser usadas y que aún no lo han sido. Es un campo de acción en el cual existen una vasta cantidad de tareas por realizar, con lo cual es importante y sobre todo necesario sumergirse en esta labor haciendo posible un salto en la mejora de la precisión de los sistemas de BR.

En el caso de los sistemas multilingües como BRILI, aún resta reducir el efecto de traducciones incorrectas de nombres propios realizando un reconocimiento de entidades nombradas (Name Entity Recognition, en su denominación inglesa) para detectar posibles nombres de personas, los cuales resultarán en la no traducción de los mismos. Además, el sistema será escalado para responder preguntas en inglés, español y catalán a partir de documentos en los mismos tres idiomas anteriormente mencionados. Además, un algoritmo de desambiguación de sentidos será aplicado a las preguntas para ordenar y pesar los diferentes sentidos de las palabras.

Por otra parte en los sistemas monolingües se puede afirmar que la incorporación de mecanismos de inferencias y razonamiento en textos resultan en un salto en la precisión de AliQAn y de otros sistemas de BR en dominio abierto. Aunque todavía queda mucho trabajo por hacer para que sean realmente eficaces o que logren evolucionar a aquellos en dominios cerrados. Se ha desarrollado una herramienta de razonamiento para el idioma español, idioma en el cual aún no se han desarrollado este tipo de herramientas y del cual existen pocos recursos capaces de ser usados por un método de inferencia. Una tarea que no resulta fácil será el estudio y elaboración de herramientas para ser utilizadas como recurso de conocimientos. Estas herramientas podrán ser resultado de la traducción de herramientas disponibles en otro idioma, de la utilización ontologías a partir de corpus, entre otros medios. Como se ha demostrado en los sistemas que ya están utilizando inferencia en sus sistemas,

la adquisición de tales recursos es fundamental en la mejora de la precisión de los sistemas de BR. El idioma español, a diferencia del inglés por ejemplo, es muy libre en la generación de sentencias válidas. Esto produce que una idea sea expresada en un número mayor de formas correctas. Esto juega negativamente en la automatización de un sistema de PLN. Sin embargo, es posible compensar esta característica, entre otras cosas mediante la incorporación de más axiomas que representan conocimiento externo válido para ser utilizado en el mecanismo de inferencia y así poder independizarse de la representación textual del texto. Es importante destacar que esta área de estudio es nueva y es necesaria la creación de recursos para el idioma español, afianzando nuestra lengua en este campo de investigación.

Resumiendo, el desarrollo de estos sistemas están enfocados en la mejora en la precisión de los mismos, y en la incorporación de conocimiento en las fases requeridas para incrementar el rendimiento de nuestros sistemas.

## REFERENCIAS

- [1] S. Ferrández, P. López-Moreno, S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, X. Alvarado, E. Noguera, and F. Llopis. Monolingual and Cross-Lingual QA using AliQAn and BRILI systems for CLEF-2006. *In Workshop of Cross-Language Evaluation Forum (CLEF)*, 2006.
- [2] S. Ferrández, S. Roger, A. Ferrández, A. Aguilar, and P. López-Moreno. A new proposal of word sense disambiguation for nouns on a question answering system. *Advances in Natural Language Processing. Research in Computing Science. ISSN: 1665-9899. 7th International Conference, CICling*, 18:83–92, February 2006.
- [3] S. Ferrández, S. Roger, A. Ferrández, A. Aguilar, and P. López-Moreno. Nueva propuesta de desambiguación de sentidos de palabras para nombres en un sistema de búsqueda de respuesta. *Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural ISSN: 1135-5948.*, 36:47–56, 2006.
- [4] S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, S. Ferrández, and P. López-Moreno. Un mecanismo de inferencia aplicado a la búsqueda de respuesta. *In Proc. of the VII Argentinean Congress in Computer Science, ISBN 950-609-050-5. XII CACIC*, San Luis, Argentina, October 2006.
- [5] S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, S. Ferrández, and P. López-Moreno. An Inference Mechanism for Question Answering. *In Journal of Computer Science & Technology. ISSN 1666-6038*, volume 7, pages 21–27, 2007.
- [6] S. Roger, S. Ferrández, A. Ferrández, J. Peral, F. Llopis, A. Aguilar, and D. Tomás. AliQAn, Spanish QA System at CLEF-2005. *In Workshop of Cross-Language Evaluation Forum (CLEF). ISSN: 0302-9743 - Lecture Notes in Computer Science - Accessing Multilingual Information Repositories*, 4022(1):457–466, 2005.
- [7] Vacile Rus. Logic form transformation for wordnet glosses and its applications. Advisor: PhD Dan I. Moldovan, March 29th 2001.

# Hacia una Integración de Argumentación Rebatible y Ontologías en la Web Semántica

Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, Guillermo Ricardo Simari

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)<sup>1</sup>  
Depto. Cs. e Ing. de la Computación – Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253 - (8000) Bahía Blanca - Argentina  
Tel/Fax: (+54) 291-4595135/6  
E-mail: {sag, cic, grs}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

La World Wide Web actual está basada principalmente en documentos escritos con un énfasis en su presentación visual. La *Web Semántica* es una visión futura de la Web en la cual la información tiene un significado exacto otorgado por medio de *definiciones de ontologías*. En los estándares propuestos por la W3C, no es posible razonar en presencia de información incompleta y potencialmente contradictoria.

Como parte de esta línea de investigación, estamos trabajando en la aplicación de la argumentación rebatible al problema de la representación de ontologías en el contexto de la Web Semántica.

**Palabras clave:** Argumentación rebatible, Web Semántica, Representación de ontologías.

## 1. Introducción y motivaciones

La World Wide Web actual está basada principalmente en documentos escritos con un énfasis en su presentación visual teniendo en cuenta a usuarios humanos y no a los programas de computadora. La *Web Semántica* [BLHL01] es una visión futura de la Web en la cual la información tiene un significado exacto; permitiendo así que las computadoras entiendan y razonen en base a la información encontrada en la Web.

La Web Semántica propone resolver el problema de la asignación de semántica a los recursos web por medio de *definiciones de ontologías*. En el contexto del área de compartir conocimiento, el término *ontología* se refiere a la especificación de una conceptualización. Esto es, una ontología es una descripción de los conceptos y relaciones que pueden existir para un agente o una comunidad de agentes [Gru93].

En los enfoques actuales, las ontologías son descritas en un *lenguaje de representación de ontologías*. El *Lenguaje de Ontologías Web* (OWL) [MvH04] es el lenguaje propuesto por el estándar del Consorcio de la W3C para tal fin. Aunque dicho lenguaje provee un número expresivo de constructores, el mismo adolece del problema de no permitir razonar en presencia de información incompleta y potencialmente contradictoria.

Por lo tanto, como parte de esta línea de investigación, estamos trabajando en la aplicación de la argumentación rebatible al problema de la representación de ontologías en el contexto de la Web Semántica.

---

<sup>1</sup>LIDIA es un miembro del IICyTI (Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología Informática).

## 2. Marco de trabajo: Argumentación Rebatible

La *Programación en Lógica Rebatible* (DeLP) [GS04] provee un lenguaje para la representación de conocimiento y el razonamiento que utiliza la *argumentación rebatible* [CML00, PV02, SL92] para decidir entre conclusiones contradictorias a través de un *análisis dialéctico*. La codificación de conocimiento por medio de un programa DeLP provee un buen balance entre expresividad e implementabilidad. La investigación reciente ha mostrado que DeLP provee un marco apropiado para construir aplicaciones del mundo real (*e.g.*, algoritmos de agrupación [GC04] y formularios web inteligentes [GCS05, GCS07]) que pueden lidiar con información incompleta y potencialmente contradictoria.

En un programa lógico rebatible  $\mathcal{P} = (\Pi, \Delta)$ , se pueden distinguir un conjunto  $\Delta$  de reglas rebatibles  $P \multimap Q_1, \dots, Q_n$ , y un conjunto  $\Pi$  de reglas estrictas  $P \leftarrow Q_1, \dots, Q_n$ . La derivación de literales en DeLP resulta en la construcción de argumentos. Un *argumento*  $\langle \mathcal{A}, H \rangle$  es un conjunto no contradictorio y minimal de cláusulas fijas  $\mathcal{A}$  de  $\Delta$  que permite derivar un literal fijo  $H$  posiblemente usando reglas fijas de  $\Pi$ .

Debido a que los argumentos pueden estar en conflicto (concepto capturado en términos de una contradicción lógica) puede definirse una relación de ataque entre argumentos. Usualmente se define un criterio para decidir entre dos argumentos en conflicto. Si el argumento atacante es estrictamente preferido sobre el argumento atacado, entonces éste es llamado un *derrotador propio*; en cambio, si no hay comparación posible, entonces éste es llamado un *derrotador por bloqueo*.

Para determinar si un argumento dado  $\mathcal{A}$  es considerado finalmente no derrotado (o *garantizado*), se lleva a cabo un proceso dialéctico recursivo, en el cual son tomados en cuenta los derrotadores para  $\mathcal{A}$ , los derrotadores de éstos y así sucesivamente. Dado un programa DeLP  $\mathcal{P}$  y una consulta  $H$ , la respuesta final a  $H$  con respecto a  $\mathcal{P}$  toma en cuenta tal análisis dialéctico. La respuesta a una consulta puede ser: *sí*, *no*, *indeciso*, o *desconocido*.

## 3. Trabajo en progreso: Hacia las $\delta$ -ontologías

Considerando las dificultades de los enfoques actuales presentadas en la Sección 1, estamos trabajando en un formalismo alternativo de representación de ontologías basado en argumentación rebatible. A continuación, presentamos algunos de los resultados obtenidos.

Intuitivamente, una ontología es una colección de información, incluyendo generalmente información acerca de clases y propiedades. Plantearemos una definición formal de ontología y veremos cómo representar, por cuestiones de espacio, unos pocos ejemplos en este formalismo. Luego veremos cómo a esta definición de ontología puede asignarse semántica a través de un programa DeLP.

**Definición 3.1 ( $\delta$ -Ontología)** Una  $\delta$ -ontología  $\mathcal{O}$  es una 8-upla:

$$\mathcal{O} = \langle \mathcal{H}_D, \mathcal{H}_S, \mathcal{A}_D, \mathcal{A}_S, \mathcal{C}_D, \mathcal{C}_S, \mathcal{I}, \mathcal{R} \rangle$$

donde:  $\mathcal{H}_D$  es un conjunto de reglas rebatibles para establecer la jerarquía de clases;  $\mathcal{H}_S$  es un conjunto de reglas estrictas para establecer la jerarquía de clases;  $\mathcal{A}_D$  es un conjunto de reglas rebatibles para establecer atributos de clases;  $\mathcal{A}_S$  es un conjunto de reglas estrictas para establecer atributos de clases;  $\mathcal{C}_D$  es un conjunto de reglas rebatibles para establecer restricciones sobre clases e instancias;  $\mathcal{C}_S$  es un conjunto de reglas estrictas para establecer restricciones sobre clases e instancias;  $\mathcal{I}$  es un conjunto de hechos para definir individuos de clases; y,  $\mathcal{R}$  es un conjunto de relaciones entre individuos.

## Definición de clases y subclases

Las *clases* corresponden a conjuntos de individuos y se definen mediante predicados unarios. Es decir, una clase  $C$  se representará con un predicado unario  $C(X)$ <sup>2</sup>. La noción de *subclase* relaciona una clase  $S$  más específica con una clase  $C$ . En nuestro acercamiento, consideraremos dos nociones de subclase: *subclase estricta* (representada con una regla estricta  $C(X) \leftarrow S(X)$ ) y *subclase rebatible* (representada con una regla rebatible  $C(X) \rightarrow S(X)$ ). Es necesario notar que la decisión de cuál tipo de noción de subclase es necesario utilizar es puramente una decisión del ingeniero de conocimiento.

**Ejemplo 3.1** *La idea que expresa que “absolutamente todos los individuos de la clase “estudiante de doctorado son individuos de la clase persona” (i.e., la clase PhDStudent es subclase estricta de la clase Student), se representará con una regla estricta en el conjunto  $\mathcal{H}_S$ :*

$$Student(X) \leftarrow PhDStudent(X).$$

*En cambio, la idea que establece que “usualmente todos los individuos de la clase estudiante de doctorado son individuos de la clase de individuos de la clase persona insolvente económicamente” (i.e., la clase PhDStudent es subclase rebatible de la clase NonSolvent), se representará con una regla rebatible en el conjunto  $\mathcal{H}_D$ :*

$$NonSolvent(X) \rightarrow PhDStudent(X).$$

## Definición de individuos

La noción de *instancia* es la relación de pertenencia de un individuo a una clase. En nuestro acercamiento, la noción de individuo perteneciente a una clase está dada por un conjunto de hechos formado por predicados unarios fijos donde el nombre del predicado denota una clase y su argumento corresponde a una constante representando a un individuo en dicha clase.

**Ejemplo 3.2** *Para representar la información que expresa que John es un estudiante de doctorado y que Mark es millonario usaremos los hechos pertenecientes al conjunto  $\mathcal{I}$ :*

$$\begin{aligned} & PhDStudent(john) \\ & Millionaire(mark) \end{aligned}$$

## Definición de relaciones entre individuos

Para denotar *relaciones* entre dos individuos de dos clases diferentes utilizaremos hechos binarios en el conjunto  $\mathcal{R}$ .

**Ejemplo 3.3** *Para establecer que el padre de John es Eddie, usaremos el siguiente hecho en el conjunto  $\mathcal{R}$ :*

$$Father(john, eddie)$$

El enfoque a la definición de ontologías que proponemos no limita el uso de relaciones a relaciones binarias; por el contrario, podemos utilizar relaciones  $n$ -arias para modelar relaciones generales.

**Ejemplo 3.4** *Para establecer que un banco posee la información concerniente a que John vive en Krakosia y tiene un salario de \$400 mensuales, tendremos el hecho en  $\mathcal{R}$ :*

$$Info(john, krakosia, 400)$$

---

<sup>2</sup>En este aspecto, nuestro enfoque coincide con los enfoques basados en las Lógicas para la Descripción [BCM<sup>+</sup>03].

## Definición de atributos

El mundo de clases e individuos es muy limitado si sólo se pueden definir taxonomías. Los *atributos* permiten especificar hechos generales sobre los miembros de las clases y hechos específicos sobre los individuos. Separaremos los atributos en estrictos y rebatibles. También consideraremos el uso de reglas para especificar chequeo de tipos.

**Ejemplo 3.5** *La clase Persona posee los atributos nombre, edad y sexo de tipo string, entero y string respectivamente. Esta información se representa con las siguientes reglas en el conjunto  $\mathcal{A}_S$ :*

$$\begin{aligned} \text{string}(Y) &\leftarrow \text{Person}(X), \text{name}(X, Y) \\ \text{integer}(Y) &\leftarrow \text{Person}(X), \text{age}(X, Y) \\ \text{string}(Y) &\leftarrow \text{Person}(X), \text{sex}(X, Y) \end{aligned}$$

También consideraremos *atributos emergentes* de la ontología que proveen conclusiones plausibles en presencia de información incompleta y potencialmente contradictoria. Como el valor de tales atributos puede cambiar en presencia de nuevo conocimiento, los llamaremos *atributos rebatibles* y éstos serán expresados como reglas en el conjunto  $\mathcal{A}_D$ .

**Ejemplo 3.6** *Para expresar que un estudiante de doctorado usualmente tiene un estado económico poco líquido a menos que su padre sea rico, usaremos las reglas en  $\mathcal{A}_D$ :*

$$\begin{aligned} \text{Status}(X, \text{non\_liquid}) &\rightarrow \text{PhDStudent}(X) \\ \text{Status}(X, \text{liquid}) &\rightarrow \text{PhDStudent}(X), \text{Father}(X, Y), \text{Rich}(Y). \end{aligned}$$

## Definición de restricciones sobre clases e instancias

Una vez definidos las clases, los individuos, sus atributos y las relaciones entre individuos de clase, nos interesa poder especificar *restricciones* que permitan razonar sobre ellos y así enriquecer las conclusiones que se pueden obtener sobre los datos. Para ello, utilizaremos dos conjuntos  $\mathcal{C}_D$  y  $\mathcal{C}_S$  especificando restricciones rebatibles y estrictas respectivamente.

**Ejemplo 3.7** *Para indicar que las nociones de liquidez e iliquidez son opuestas, escribiremos en el conjunto  $\mathcal{C}_S$ :*

$$\sim \text{Status}(X, \text{liquid}) \leftarrow \text{Status}(X, \text{non\_liquid})$$

*Para indicar que una persona que no es solvente usualmente no tiene un buen ingreso, utilizaremos la regla en  $\mathcal{C}_D$ :*

$$\sim \text{Good\_income}(X) \rightarrow \sim \text{Solvent}(X)$$

## Razonamiento con $\delta$ -ontologías

Dada una definición de una ontología, nos interesa poder razonar sobre su contenido. En virtud de que la información contenida en la misma puede ser incompleta y potencialmente contradictoria, realizaremos un análisis dialéctico sobre las reglas y hechos que la conforman.

**Definición 3.2 (Semántica de una  $\delta$ -ontología)** *Una  $\delta$ -ontología  $\mathcal{O} = \langle \mathcal{H}_D, \mathcal{H}_S, \mathcal{A}_S, \mathcal{A}_D, \mathcal{C}_D, \mathcal{C}_S, \mathcal{I}, \mathcal{R} \rangle$  se corresponderá con un programa lógico rebatible:*

$$\mathcal{P} = (\mathcal{H}_S \cup \mathcal{A}_S \cup \mathcal{C}_S \cup \mathcal{I} \cup \mathcal{R}, \mathcal{H}_D \cup \mathcal{A}_D \cup \mathcal{C}_D)$$

Entonces, dada una definición de una ontología  $\mathcal{O}$ , nos interesarán todos los argumentos que se pueden obtener a partir del programa DeLP  $\mathcal{P}$  que le da semántica. Estos argumentos serán utilizados luego en un análisis dialéctico para obtener las conclusiones garantizadas a partir de la ontología.

## Agradecimientos

Esta investigación está financiada por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 No. 13.096, PICT 2003 No. 15.043, PAV 2004 076), por Proyecto 24/ZN10 (Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Argentina) y por CONICET (Argentina).

## Referencias

- [BCM<sup>+</sup>03] Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah McGuinness, Daniele Nardi, and Peter Patel-Schneider, editors. *The Description Logic Handbook – Theory, Implementation and Applications*. Cambridge University Press, 2003.
- [BLHL01] Tim Berners-Lee, James Hendler, and Ora Lassila. The Semantic Web. *Scientific American*, 17 May 2001.
- [CML00] C. Chesñevar, A. Maguitman, and R. Loui. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys*, 32(4):337–383, December 2000.
- [GC04] S. Gómez and C. Chesñevar. A Hybrid Approach to Pattern Classification Using Neural Networks and Defeasible Argumentation. In *Proc. of 17th Intl. FLAIRS Conference. Miami, Florida, USA*, pages 393–398. American Assoc. for Art. Intel., May 2004.
- [GCS05] Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. Incorporating Defeasible Knowledge and Argumentative Reasoning in Web-based Forms. *Proc. of the 3rd Intl. Workshop on Intelligent Techniques for Web Personalization (ITWP 2005). In 19th Intl. Joint Conf. in Artificial Intelligence (IJCAI 2005)*, pages 9–16, 2005.
- [GCS07] Sergio Alejandro Gómez, Carlos Iván Chesñevar, and Guillermo Ricardo Simari. Defeasible Reasoning in Web-based Forms through Argumentation. *International Journal of Information Technology & Decision Making (in press)*, 2007.
- [Gru93] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220, 1993.
- [GS04] A. García and G. Simari. Defeasible Logic Programming an Argumentative Approach. *Theory and Prac. of Logic Program.*, 4(1):95–138, 2004.
- [MvH04] Deborah L. McGuinness and Frank van Harmelen. OWL Web Ontology Language Overview, 2004. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [PV02] Henry Prakken and Gerard Vreeswijk. Logical Systems for Defeasible Argumentation. In D. Gabbay and F. Guenther, editors, *Handbook of Philosophical Logic*, pages 219–318. Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [SL92] G. Simari and R. Loui. A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning and its Implementation. *Artificial Intelligence*, 53:125–157, 1992.

## IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS EN EDIFICIOS INTELIGENTES

Lasso M., Vidal P., Villagra A., de San Pedro M., Pandolfi D.  
Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEm)  
Universidad Nacional de la Patagonia Austral – Unidad Académica Caleta Olivia  
e-mail: {mlasso, pjvidal, avillagra, edesanpedro, dpandolfi }@uaco.unpa.edu.ar

Errecalde M.  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)  
Universidad Nacional de San Luis  
e-mail: merreca@unsl.edu.ar

### RESUMEN

En el marco del Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEm), de la UNPA con la colaboración de la línea de Agentes y Sistemas Multi-agente del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC) se ha comenzado a trabajar en el proyecto de investigación denominado “Administración de Edificios Inteligentes, mediante Sistemas Multiagente”. Una de las preocupaciones que afectan actualmente al hombre, es la seguridad y la protección de sus pertenencias, como así también la posibilidad de ser reconocido por el ambiente para que se adecue a sus necesidades y gustos. El objetivo de este trabajo es abordar la problemática que surge a partir de la identificación de las personas que tienen acceso a un hogar, oficina o edificio, a través de un sistema Multi-agente, de manera que se puedan garantizar la protección de todos sus bienes, tanto tangibles, como intangibles, como así también la adecuación del ambiente donde ingrese.

### 1. INTRODUCCIÓN

Un ambiente o edificio inteligente puede ser definido como aquel que utiliza tecnología computacional para controlar en forma automática su funcionamiento permitiendo realizar las tareas cotidianas de manera más fácil, segura, confortable y eficiente.

Un tema muy vigente actualmente y con mucha demanda por parte de la sociedad tiene que ver, principalmente con la seguridad y la protección de sus bienes. Las agresiones, recibidas por las personas no solo suelen ser de tipo física, sino también digitales, todas las personas necesitan confiar en sistemas que les facilite la seguridad tanto de sus bienes materiales tangibles como de sus bienes intangibles, como pueden ser sus sistemas de información o sistemas digitales en general.

Tanto en hogares como en oficinas o edificios en general, cada una de las personas habilitadas para ingresar debe poseer algún sistema de identificación que lo proteja de cualquier tipo de agresión y/o prepare el ambiente de acuerdo a sus necesidades. Un Sistema de Identificación Segura (SIS), debe ser diseñado para responder a un requerimiento fundamental de los individuos, dándole confianza y asegurándole que la persona que se está identificando es realmente quien debe ser.

Certificaciones digitales, firmas electrónicas, tarjetas o PINes (Personal Identification Number) o técnicas biométricas de identificación son algunos de los métodos actuales que brindan en menor o mayor escala algún grado de seguridad a las personas.

Muchos estudios y muchas propuestas han surgido con respecto a cuál de los métodos actuales vigentes para la identificación de personas es la más adecuada para una determinada situación.

Los problemas con estas características han sido abordados usualmente mediante los denominados “sistemas inteligentes”, englobando con este término tanto a sistemas de Soft Computing (<http://www.ieecis.org>) como a enfoques clásicos de Inteligencia Artificial basados en representaciones y formas de razonamiento de alto nivel [1, 2, 3]. Más allá de las diferencias significativas entre estos enfoques existe un concepto unificador conocido como *agentes*

*inteligentes* [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. La problemática vinculada a la creación de la interfaz entre la identificación de personas, la autenticación de la misma y los permisos asignados o condiciones ambientales que deberán sucederse, pueden ser abordadas con un enfoque multi-agentes, como ha quedado reflejado en trabajos recientes vinculados al análisis, desarrollo e implementación de sistemas para la administración autónoma e inteligente de edificios para uso familiar, oficinas y de tipo industrial. A partir de esta tendencia, han surgido un número considerable de desafíos tanto teóricos como prácticos a los cuales el paradigma de los sistemas multi-agente debe dar una respuesta acorde a las particularidades de esta área de aplicación [11].

En este contexto, este trabajo describe en la sección 2 algunos aspectos generales de los edificios inteligentes, en la sección 3 una visión de los sistemas de identificación más comunes y finalmente en la sección 4 se presentan las líneas de investigación y trabajos futuros.

## **2. EDIFICIOS INTELIGENTES (EI)**

Con el correr de los años, los edificios y construcciones habitados por seres humanos como por ejemplo casas de familia, oficinas e industrias han incorporado paulatinamente distintas componentes y artefactos basados en muchos casos en tecnologías avanzadas. Es común hoy en día que se hable de sistemas automáticos para vigilancia, prevención y control de incendios, control de ascensores, climatización e iluminación como así también de procesos industriales automatizados y equipamientos o electrodomésticos "inteligentes". La disponibilidad y abaratamiento del hardware necesario para este tipo de aplicaciones ha llevado a que elementos tales como robots móviles, sensores inteligentes, cámaras para visión ambiental y computadoras con alto poder de procesamiento entre otros, comiencen a formar parte de nuestra vida diaria como partes constituyentes de los edificios donde vivimos y trabajamos.

Si incorporamos a este fenómeno las posibilidades de interconexión que existen actualmente para integrar estas componentes, la idea de lograr edificios inteligentes surge naturalmente, es decir, edificios que permitan realizar las tareas cotidianas de manera más fácil, segura, confortable y eficiente. Basta observar que es posible hoy en día conectar sensores, computadoras y artefactos eléctricos inteligentes o tradicionales mediante Internet para imaginar innumerables aplicaciones prácticas.

Algunas de las aplicaciones que podemos identificar a partir de la noción de edificio inteligente son las siguientes:

- *Ahorro de energía*: la automatización de edificios permite un menor consumo de energía, controlando de manera flexible y dinámica la calefacción, refrigeración e iluminación de las distintas partes de un edificio. Un ejemplo simple, es el apagado automático de luces en una habitación, cada vez que se detecta que no existe ninguna persona en ella.
- *Servicios personalizados*: es común que en un edificio inteligente sus habitantes puedan expresar sus preferencias respecto a la intensidad de la luz y calor de su oficina. Este tipo de servicios pueden ser muy útiles y placenteros para las personas en la medida que el edificio pueda satisfacer automáticamente dichas preferencias.
- *Seguridad*: este aspecto abarca tanto la seguridad de los habitantes del edificio como así también la del edificio en sí mismo. Como ejemplo del segundo tipo de aplicación podemos mencionar aquellos casos en que el edificio debe mantener una temperatura mínima para las cañerías de un edificio para evitar que éstas se rompan debido al congelamiento.
- *Vigilancia*: en este caso, un sistema de detección de intrusos puede ser establecido que cierre todas las puertas y ventanas automáticamente y dé aviso a los servicios de vigilancia tradicionales.

Si bien hoy en día muchos de los dispositivos y sistemas utilizados para la automatización de edificios suelen ser referenciadas como "inteligentes", la mayoría de las aplicaciones en ésta área son más bien elementales y distan significativamente de las características de los sistemas inteligentes que están disponibles hoy en día en un entorno de computadora. Esto no significa que este dominio no presenta características y requerimientos que harían aconsejable la incorporación

de más inteligencia en los procesos de administración del edificio. Entre los aspectos que deben ser contemplados por un edificio inteligente podemos citar:

- *Flexibilidad*: el sistema debe proveer del soporte necesario para permitir extensiones y modificaciones en las políticas que se adoptan en el edificio. Idealmente, el sistema debería tener la capacidad de detectar y adaptarse automáticamente a estos cambios.
- *Escalabilidad*: el sistema debería funcionar adecuadamente en pequeños edificios como así también en edificios con muchos pisos y habitaciones. Las extensiones en la construcción y en la incorporación de nuevos dispositivos, no debería involucrar un costo significativo para la adaptación del sistema de control del edificio a los nuevos requerimientos.
- *Robustez*: las fallas en el sistema, no deberían tener un gran impacto. Sería inaceptable que un error de programación haga el edificio incontrolable.
- *Amigabilidad*: el sistema debería asistir a sus habitantes y facilitarles sus tareas automatizando gran parte de sus actividades rutinarias. Sin embargo, debería ser posible que las personas tomen el control y realicen estas actividades en forma manual cuando lo consideren necesario.
- *Tiempos de respuestas adecuados*: el ambiente es esencialmente de tiempo real y el sistema debería ser lo suficientemente reactivo como para realizar sus decisiones en un lapso de tiempo acotado.

En la sección siguiente se realiza una descripción de los sistemas de identificación que resultan necesarios e imprescindibles para garantizar la seguridad de las personas y vigilancia dentro de un edificio

### **3. SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN SEGURA (SIS)**

Dado que una de las aplicaciones identificadas que actualmente preocupan en demasía a los habitantes de hogares, edificios o empresas es su seguridad personal y la posibilidad de que intrusos ocasionen problemas no deseados, es necesario definir algún sistema de identificación.

Cualquier sistema de identificación debe definir las metas de seguridad apropiadas y los atributos dentro de una política de seguridad. Esta política debe identificar el nivel de seguridad apropiado y conmensurado con el valor de cada bien protegido. Una identificación segura debe ser una interfaz entre una forma de acceso individual y la facilidad de acceder a un sistema deseado. Un servicio creíble necesita proveer autenticidad y validación al mismo tiempo. La identificación, una vez autenticada y validada, deberá contener o referenciar información que es usada para verificar no sólo la identidad del individuo sino también sus permisos

Para implementar el nivel de seguridad deseado para una aplicación, un SIS debe garantizar: las políticas y procedimientos realizados en la supervisión del uso de la forma de identificación, existir un sistema establecido que proteja el acceso a la información del usuario y prevenir el manoseo de la misma, que las credenciales o sistemas de identificación solo sean emitidas por las organizaciones autorizadas, que los individuos tengan pleno acceso a los privilegios indicados en su identificación y que la credencial sea emitida para la persona correcta, evitando duplicaciones o mecanismo fáciles de falsificar, debe ser fácil de usar, para los usuarios simple e intuitiva, y no debe asustar con impedimentos técnicos confusos, ser rentable para las empresas o entidades, tanto los costos iniciales como los de distribución y mantenimiento, fácil de gestionar, fáciles de distribuir, de renovar, de sustituir en caso de pérdida o cambios.

Los SIS pueden ser implementados para grupos en particular, para varios grupos dentro de una organización o empresa o para múltiples organizaciones o empresas. Independientemente del número o tipo de entidades que se vean involucradas; para que sean, realmente seguros, los sistemas de identificación deben implementar un *modelo de confianza*. Este modelo institucionaliza principios y políticas aceptadas universalmente: que las operaciones del sistema siempre tengan el mismo resultado, independientemente de donde sean realizados y todos los participantes involucrados pueden confiar de que el sistema verificará con precisión y seguridad su identidad.

Antes de implementar cualquier sistema, todas las entidades participantes en un sistema de identificación deben definir y acordar un modelo de confianza.

La decisión de crear un SIS es básicamente el resultado de un análisis de las amenazas a la seguridad, que determina como necesidad primaria asegurarle, a un sistema, un alto grado de confianza.

Los sistemas de autenticación se pueden enmarcar en tres grandes grupos: sistemas basados en *algo conocido* (contraseña), sistemas basados en *algo poseído* (tarjeta inteligente), sistemas de identificación por radiofrecuencias (RFID) y sistemas biométricos (basados en características del individuo). Evidentemente un sistema de autenticación puede y debe combinar varios de estos mecanismos para aumentar el nivel de seguridad, sobre todo si se usa una red de telecomunicaciones. Además, cualquier sistema de autenticación debe ser viable (es decir, económicamente rentable) y aceptado por los usuarios.

En los sistemas basados en algo conocido, la utilización de claves secretas, uso de número de identificación personal, (PIN) y/o tarjetas de identificación, uso de máquinas lectoras de tarjetas o códigos de barra no son suficientes en algunos casos. La autenticación es el mecanismo más básico, y el primero que existe de protección de un sistema y consiste en comprobar que un usuario es quien dice ser, y comúnmente se basa en nombre de usuario/contraseña. Sin embargo, una autenticación tan simple deja mucho que desear, pues si alguien conoce ambos datos o quién posee la tarjeta no es la persona que debe ser, podría entrar en el sistema falseando la identidad y tendría acceso a todas las aplicaciones para las que está autorizado.

En los sistemas basados en algo poseído, una tarjeta inteligente [12] incluye un chip de computador agregado a la tarjeta, que puede ser un micro controlador con una memoria interna o una memoria externa solamente. La tarjeta puede ser conectada al lector, ya sea directamente por contacto físico o de forma remota, a través de una interfase electromagnética. Al tener un micro controlador agregado, las tarjetas inteligentes tienen la habilidad de almacenar enorme cantidad de datos, realizar sus propias funciones en la misma tarjeta (por ejemplo encriptar y hacer firmas digitales) e interactuar inteligentemente con el lector de la tarjeta. La tarjeta de identificación puede combinar varias tecnologías de identificación, incluyendo el chip, marcas de seguridad visual, tiras magnéticas, códigos de barra y/o tiras ópticas.

Los sistemas de identificación por radiofrecuencias (en inglés *Radio Frequency Identification* o *RFID*) [13] son dispositivos que están sustituyendo poco a poco a las etiquetas de códigos de barras y a las tarjetas magnéticas en todas sus aplicaciones. En el control de accesos se gana en comodidad, no es necesario el contacto físico de la tarjeta con el lector, lo que lo hace más cómodo y más rápido de usar. Este es un sistema en el que el interrogador (el dispositivo que lee los datos) tiene que poder leer muchas tarjetas diferentes, tantas como usuarios haya autorizados.

La biometría es un sistema de reconocimiento humano basado en características físicas (huella dactilar, iris, geometría de la mano, rostro) y de comportamiento (voz, firma, dinámica del tecleo o forma de caminar), cuyas aplicaciones tienen un único propósito y es la autenticación de los individuos para evitar fraudes, dado que valida rasgos únicos e irrepetibles en cada individuo. Los sistemas de identificación basados en biométricos capturan una imagen biométrica, en vivo, y lo compara con la imagen biométrica almacenada que fue capturada al momento en que el individuo se registró en el sistema. Esta equiparación biométrica uno-a-uno, verifica que el portador de la identidad es la misma persona que se registró en el sistema de identificación y que es la persona correcta para usar dicho documento [14].

#### **4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS.**

La discusión no se plantea si un edificio es más o menos inteligente, sino en la forma en que las personas deben interactuar con el mismo sin que les ocasione grandes cambios en sus rutinas. Confort, gestión de energía y seguridad son las principales aplicaciones en un edificio inteligente. En este contexto, el LabTEm , en colaboración con el LIDIC, ha comenzado a trabajar en sistemas

de identificación de individuos que provea la posibilidad de identificar a las personas y una vez generada la autenticación habilitar los recursos configurados para ese usuario utilizando para ello el enfoque multi-agente.

En esta primera etapa se están analizando las distintas tecnologías y evaluando costos y beneficios en el servicio que prestan. Probablemente una única tecnología no sea suficiente o garantice el mayor nivel de seguridad, pero cualquiera de éstas pueden combinarse de manera que el sistema de identificación, refuerce significativamente la confianza de los usuarios reduciendo el riesgo. Esta tarea involucra aspectos teóricos y prácticos y en especial el estudio de las nuevas tecnologías existentes para la implementación en edificios inteligentes. Para esta investigación el grupo cuenta con el asesoramiento técnico de empresas tecnológicas del medio, interesadas en la temática de los edificios inteligentes y en la seguridad no sólo de las personas sino también de sus bienes tangibles e intangibles.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

## **REFERENCIAS**

- [1] Poole D., Marchworth A., Goebel R., “Computational Intelligence – A Logical Approach” Oxford University Press, 1998
- [2] Bratman M. Israel D.J., Pollack M. E., “Plans and resource-bounded practical reasoning”. Computational Intelligence, vol 4, nro. 4. pp 349-355. 1988
- [3] Garcia A.J., Simari G.R., “Defeasible logic programming: an argumentative approach”. Theory and Practice of Logic Programming. Vol 4, Nro.2 pp. 95-138. 2004
- [4] Wooldridge M., Jennings N. R., “Intelligent agents: Theory and practice”. 1994.
- [5] M. Huhns and L. Stephens, Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, ch. Multiagent Systems and Societies of Agents, pp. 79–120. The MIT Press, 1999.
- [6] S. Russell and P. Norvig, Artificial Intelligence - A Modern Approach. Prentice Hall, second ed., 2003.
- [7] S. Kalenka and N. R. Jennings, Cognition, Agency and Rationality, ch. Socially Responsible Decision Making by Autonomous Agents, pp. 135–149. Kluwer, 1999.
- [8] M. Wooldridge, Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, ch. Intelligent Agents, pp. 27–78. The MIT Press, 1999.
- [9] M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems. Chichester, England: John Wiley & Sons, 2002.
- [10] M. Wooldridge, An introduction to multiagent systems, ch. 4. Practical Reasoning Agents. John Wiley and Sons, LTD, 2002.
- [11] Errecalde M., Lasso M., Villagra A., Pandolfi D., de San Pedro M., “Edificios Inteligentes: el enfoque multi-agente”. WICC 2006.
- [12] Tarjetas Inteligentes y Sistemas de Identificación Seguros: Construyendo una Cadena de Confianza” Smart Card Alliance report. Octubre 2006
- [13] RFID Journal: <http://www.rfidjournal.com/>
- [14] “Smart Cards and Biometrics in a Privacy-Sensitive Secure Personal Identification System” Smart Card Alliance report. Mayo 2002.

# INCORPORACIÓN DE CONOCIMIENTO EN ALGORITMOS EVOLUTIVOS EN PROBLEMAS DE SCHEDULING.

**D. Pandolfi, E. de San Pedro, A. Villagra, M. Lasso**

LabTEm – Unidad Académica Caleta Olivia-Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
Caleta Olivia– Santa Cruz - Argentina  
e-mail: {dpandolfi, edesanpedro, avillagra, mlasso}@uaco.unpa.edu.ar

**G. Leguizamon**

LIDIC - Universidad Nacional de San Luis  
San Luis – San Luis - Argentina  
e-mail: legui@unsl.edu.ar

## RESUMEN

Los Algoritmos Evolutivos (AEs) son una de las metaheurísticas más ampliamente difundidas y estudiadas [28]. Estas, como muchas otras metaheurísticas, pueden ser mejoradas en su diseño a fin de realizar una exploración más eficiente del espacio de búsqueda. En el caso de los AEs, un adecuado desempeño de los mismos, depende en gran medida de los operadores y/o mecanismos de exploración involucrados y que adecuadamente implementados, pueden dar lugar a versiones más eficientes. En este sentido, la incorporación de conocimiento y/o información en el diseño de los AEs es de gran interés en la actualidad. Por esta razón, existen diversas líneas de investigación en la actualidad que tienen como objetivo principal el diseño avanzado de EAs a través de la incorporación de conocimiento. Esta línea de investigación, aborda diferentes estrategias tales como la incorporación del conocimiento experto a priori o el conocimiento adquirido durante la evolución, conceptos derivados de las teorías de evolución social, y cultural, entre otras.

## 1. INTRODUCCIÓN

Respecto a la incorporación de conocimientos cabe mencionar el trabajo reciente de Yaochu Jin (Ed) [14] cuyo principal objetivo es presentar este subcampo de investigación en un marco unificado a partir del cual los métodos para la incorporación de conocimiento se pueden dividir en al menos las siguiente categorías:

- Incorporación de conocimiento en la representación, inicialización de la población y operadores de exploración.
- Incorporación de conocimiento en el proceso de selección y reproducción.
- Incorporación de conocimiento en la evaluación de la función de *fitness* (p.e., aproximación en la evaluación de la función de *fitness*).
- Incorporación de preferencias en computación evolutiva multi-objetivo (p.e., preferencias humanas).

Sin duda alguna, la división anterior no es exhaustiva y podría diferir si es vista desde otra perspectiva. Por ejemplo, del conocimiento de un experto incorporado a priori dentro del algoritmo; o bien, a través de la evolución tomando como fuente de información; el aprendizaje de vida o de la interacción hombre-máquina, entre otros. Por otro lado, la incorporación de conocimiento puede tener distintas motivaciones y alcances respecto a la mejora global en el desempeño de los algoritmos evolutivos.

## 2. PROBLEMAS DE SCHEDULING

Los problemas de planificación abarcan una variedad de problemas de optimización en campos tales como operaciones de producción y despacho en la industria manufacturera, sistemas distribuidos y paralelos, logística y tráfico. Algunos de ellos pueden incluirse dentro de la clase general de problemas de *scheduling* [10]. En general, el *scheduling* consiste en la asignación de tareas, a través del tiempo, cuando la disponibilidad de recursos es limitada, donde ciertos objetivos deben ser optimizados y varias restricciones deben ser satisfechas. El problema de *scheduling* es de aplicación en las organizaciones y en la industria y en consecuencia tiene un fuerte impacto económico y social. El estudio de los problemas de *scheduling* data aproximadamente de 1950 donde investigadores de ingeniería industrial, investigación operativa, y administradores desarrollan nuevos enfoques y algoritmos que tienen como objetivo principal la reducción de los costos de producción en la industria [15]. Muchos algoritmos eficientes han sido desarrollados para encontrar soluciones óptimas a este tipo de problemas. Por ejemplo, se pueden mencionar los trabajos de Jackson [24], Johnson [19], y Smith [9]. Con el advenimiento de la teoría de complejidad [2], muchas investigaciones sobre dicha temática se han desarrollado debido a la inherente dificultad para resolver esta clase de problemas. Muchos de los problemas de *scheduling* son computacionalmente complejos y el tiempo requerido para calcular una solución óptima se incrementa con el tamaño del problema [20].

Se ha demostrado, por cierto, que muchos problemas de *scheduling* pertenecen a la clase de NP-Hard [18]. Reflejando la relevancia industrial de los problemas de *scheduling* y su campo de aplicación se han reportado en la literatura una variedad métodos basados en algoritmos evolutivos de resolución de este tipo de problemas [7].

## 3. INCORPORACIÓN DE CONOCIMIENTO

Los AEs son lo suficientemente flexibles para incorporar conocimiento desde distintas fuentes de información, cuyo objetivo último es lograr una mejora importante respecto de la eficiencia en la exploración del espacio de búsqueda. Dada su flexibilidad, distintas componentes del mismo han sido consideradas como objeto de estudio y muchas de ellas desde distintas perspectivas y enfoques [16,23,29].

La experiencia adquirida y creencias aceptadas por una comunidad en un sistema social son unas de las principales motivaciones para la creación de los Algoritmos Culturales (ACs) (Reynolds [27]). Desde su creación, los ACs han sido aplicados en diversos problemas. En el caso particular de problemas de *scheduling*, se destaca el trabajo de Ho et al. [12] en donde se mantiene una “estructura cultural evolutiva” para mantener el conocimiento acerca de los esquemas y asignaciones de recursos en un ambiente de *job-shop* flexible. En Becerra-Landa et al. [5], un AC es propuesto para su aplicación al *job-shop scheduling*.

Por ejemplo, el uso de memoria colectiva, este concepto se puede traducir de diferentes maneras según el contexto de aplicación, por ejemplo, en Bearpark et al. [4] una memoria es usada en conjunción y como soporte de los operadores de selección, *crossover* y mutación en un sistema de Programación Genética. Similarmente en Acan et al. [3] se construye una memoria externa compuesta por cromosomas que se caracterizan por tener una calidad por encima del promedio y cuyo tiempo de vida depende de la calidad relativa y otros factores respecto a la población en evolución.

La aproximación de *fitness* es también una importante área de investigación a través de la cual se intenta lograr una disminución en los tiempos de evaluación de los individuos. Por ejemplo, en Rasheed et al. [26] se usa este enfoque combinado con la aplicación de operadores informados y la realización de “ingeniería genética” sobre los individuos. Otros enfoques vinculados a la

incorporación de conocimiento en la función de *fitness* o similares incluyen a la utilización de redes neuronales como modelo aproximado de la función de *fitness* (Jin et al. [13]) y uso de modelos subrogados para simplificar el costo en la evaluación de los individuos (Ong et al [22]).

Los modelos probabilísticos son también una alternativa para la incorporación de conocimiento en algoritmos evolutivos. En Bosman et al. [6] se presenta un resumen del estado del arte en cuanto al uso de modelos probabilísticos que son aprendidos a partir de un muestreo.

El aprendizaje a través de la experiencia de vida desde perspectivas Lamarckianas y Baldwinianas (Ku et al. [17]) es transformado en conocimiento e incorporado como medio para mejorar el proceso de evolución. En Murata et al. [21] una regla de reemplazo generalizada para la determinación de soluciones dominantes es propuesta para problemas multiobjetivo. La regla generalizada se basa en dos reglas clásicas y toma en cuenta información del número de objetivos mejorados.

#### **4. DISCUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS.**

Los Algoritmos Culturales (ACs) propuestos por Reynolds [27] son de los más importantes enfoques para la incorporación de conocimiento, los cuales son una clase de algoritmos que implementan los mecanismos básicos del intercambio cultural y genético entre una población de individuos. La evaluación de cada individuo y la solución que éste representa se mide en relación a la calidad de la misma respecto al problema a resolver. En esta dirección es interesante mencionar el concepto de sociobiología según Wilson [30] el cual puede entenderse como un mecanismo evolutivo exitoso que podría ser usado como mecanismo alternativo en los modelos algorítmicos o metaheurísticas que imitan el proceso evolutivo. Por otro lado, la teoría de Hamilton [11] sobre la evolución genética del comportamiento social, propone que el valor adaptativo de un individuo se podría medir no solamente por su éxito personal en materia de reproducción, sino a través del beneficio de la reproducción de otros individuos (parientes). La suma de estos dos conceptos fue denominado como “*inclusive fitness*” o adecuación adaptativa global.

Basado en estos conceptos previos y en el constante desarrollo e investigación de nuevas técnicas útiles para mejorar el desempeño de los enfoques metaheurísticos, se plantea como una alternativa, el desarrollo AEs más eficientes a través de la incorporación de elementos vinculados a la evolución social. En esta dirección se han propuesto distintos enfoques que *Stud* y Inmigrantes Aleatorios [32,33], AE basado en la teoría del gen egoísta [34], AEs y mecanismo de Haplodiploidía [35], AEs con incorporación de conocimiento específico del problema [31,36], que han sido exitosamente aplicados a distintos problemas de *Scheduling* para distintos objetivos en Problemas de Máquina Única y *Flow Shop*.

En trabajos futuros se aplicarán nuevos enfoques para resolución de problemas de *Scheduling*, principalmente basados en la aplicación de las teorías no ortodoxas de la evolución tales como evolución cultural y evolución social.

#### **5. AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

#### **6. REFERENCIAS**

- [1] Congress on Evolutionary Computation, volume 2, Portland, Oregon. USA, June 19-23, 2004 2004. IEEE.
- [2] Cook S. A. The complexity of theorem-proving procedures. In 3rd Annual ACM Symposium on Theory of Computing, Association for Computing Machinery, page 151.158,1971.

- [3] A. Acan and Y. Tekol. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Performance-Based Computation of Chromosome Lifetimes in Genetic Algorithms. Springer-Verlag, 2005.
- [4] K. Bearpark and A.J. Keane. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter The Use of Collective Memory in Genetic Programming. Springer-Verlag, 2005.
- [5] R. Landa Becerra and C. Coello Coello. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter A Cultural Algorithm for Solving the Job Shop Scheduling Problem. Springer-Verlag, 2005.
- [6] P.A.N. Bosman and D. Thiernes. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Learning Probabilistic Models for Enhanced Evolutionary Computation. Springer-Verlag, 2005.
- [7] Mattfeld D. Branke J. Anticipation in dynamic optimization: The scheduling case. In Parallel Problem Solving from Nature, VI, pages 253–262, 2000.
- [8] P. Chang, J. Hsieh, and Y. Wang. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter F. Divina and E. Marchiori. Springer-Verlag, 2005.
- [9] Smith W. E. Various optimizers for single stage production. Naval Research Logistics Quarterly, (3):59–66, 1956.
- [10] D. S. Johnson Garey M. R. Computers and Intractability. A Guide to the Theory of NP-Completeness. Freeman & Co., San Francisco, CA, 1979.
- [11] W. D. Hamilton. The genetical evolution of social behaviour. Journal of Theoretical Biology, (7):1–52, 1964.
- [12] N.B. Ho and J.C. Tay. Genace: An efficient cultural algorithm for solving the flexible job-shop scheduling. In CEC 2004 [1], pages 1759–1766.
- [13] Y. Jin, M. Hüsken, M. Olhofer, and B. Sendhoff. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Neural Networks for *Fitness* Approximation in Evolutionary Optimization. Springer-Verlag, 2005.
- [14] Yaochu Jin, editor. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, volume 167 of Studies in Fuzziness and Soft Computing. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [15] Leung Joseph. Handbook of Scheduling: Algorithms, Models and Performance Analysis. CCR Computer and Information Sciences Series. Chapman & Hall, 2004.
- [16] H. Kim and S. Cho. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Fashion Design Using Interactive Genetic Algorithm with Knowledge-based Encoding. Springer-Verlag, 2005.
- [17] K.W.C. Ku and M.W. Mak. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Knowledge Incorporation Through Lifetime Learning. Springer-Verlag, 2005.
- [18] Brucker P. Lenstra J. K., Rinnooy Kan A. H. Complexity of machine scheduling problems. Annals of Discrete Mathematics, (1):342–362, 1977.
- [19] Johnson S. M. Optimal two and three stage production. Naval Research Logistics Quarterly, (1):61–67, 1954.
- [20] Pinedo M. Scheduling: Theory, Algorithms and Systems. Prentice Hall, 1995.
- [21] T. Murata, S. Kaige, and H. Ishibuchi. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Local Search Direction for Multi-Objective Optimization Using Memetic EMO Algorithms. Springer-Verlag, 2005.
- [22] Y.S. Ong, P.B. Nair, A.J. Keane, and K.W. Wong. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Surrogate-Assisted Evolutionary Optimization Frameworks for High-Fidelity Engineering Design Problems. Springer-Verlag, 2005.
- [23] I.C. Parmee and J.A. Abraham. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Interactive Evolutionary Design. Springer-Verlag, 2005.

- [24] Jackson J. R. Scheduling a production line to minimize maximum tardiness. Technical Report 43, Management Science Research Project. University of California, Los Angeles, 1955.
- [25] Jackson J. R. An extension of Johnson's results on job lot scheduling. *Naval Research Logistics Quarterly*, (3):201–203, 1956.
- [26] K. Rasheed, X. Ni, and S. Vattam. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Methods for Using Surrogate Models to Speed Up Genetic Algorithm Optimization: Informed Operators and Genetic Engineering. Springer-Verlag, 2005.
- [27] R. G. Reynolds. New Ideas in Optimization, chapter Cultural Algorithms: Theory and Applications, D. Corne, M. Dorigo, and F. Glover (Eds.), pages pp. 367–377. McGraw-Hill, London, 1999.
- [28] Bäck T. Evolutionary Algorithms in theory and practice. New York: Oxford University Press, 1996.
- [29] J. Wang and J.P. Terpenney. Knowledge Incorporation in Evolutionary Computation, chapter Interactive Preference Incorporation in Evolutionary Engineering Design Springer-Verlag, 2005.
- [30] E. O. Wilson. Sociobiology: a new synthesis. Harvard University Press, 1975.
- [31] Pandolfi D., Vilanova G., De San Pedro M.E, Villagra A.; Gallard R.; *Evolutionary algorithms to minimize earliness-tardiness penalties from a common due date*; Proceedings of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Vol. III Emergent Computing and Virtual Engineering, pp. 405-408, Orlando, Florida July 2001
- [32] Pandolfi D., Vilanova G., De San Pedro M., Villagra A. *Multirecombining studs and immigrants in evolutionary algorithm to face earliness-tardiness scheduling problems*. Proceedings of the International Conference in Soft Computing. University of Paisley,
- [33] E. de San Pedro, D. Pandolfi, A. Villagra, M. Lasso “Adaptación Dinámica de Parámetros en MCMP-SRI para el Problema de Máquina Única de Weighted Tardiness”, CACIC – San Luis, Octubre 2007
- [34] Villagra A., de San Pedro M., Lasso M., Pandolfi D. - Optimización guiada por Algoritmos Evolutivos Multirecombinados inspirados en la Teoría del Gen Egoísta para resolver Problemas de Weighted Tardiness. XI RPIC - XI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control, Rio Cuarto, Córdoba, 21 al 23 de septiembre de 2005,
- [35] Villagra A., de San Pedro M., Lasso M., Pandolfi D. – Algoritmo Evolutivo basado en el mecanismo de haplodiploidia para resolver el problema de planificación de weighted tardiness. XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2005 – Universidad Nacional de Entre Ríos, Concordia, Octubre 2005,
- [36] Pandolfi D., Lasso M., DE San Pedro E., Villagra A., Gallard R.; “Knowledge Insertion: an Efficient Approach to Reduce Search Effort in Evolutionary Scheduling”; *Journal of Computer Science & Technology*; Vol 4 Number 2 pp 109-114; ISSN: 1666-6038; Agosto 2004.

## **LINEAS DE INVESTIGACION DEL GRUPO DE SISTEMAS INTELIGENTES APLICADOS A INGENIERÍA**

Sierra, Enrique Ariel, Hossian, Alejandro Armando  
Grupo de Sistemas Inteligentes Aplicados a Ingeniería  
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Comahue  
Tel: 0299-15-5085911 - E-mail: enriquesie@yahoo.com.ar

### **1. Introducción**

El Grupo de Sistemas Inteligentes Aplicados a Ingeniería (G-SIAI) se crea en marzo de 2003 para nuclear los proyectos de investigación de los docentes del área de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue a través de la propuesta y coordinación de trabajos finales de asignatura y de tesis de grado.

Desde su creación ha sido sede para la radicación del Proyecto de Investigación sobre Estudio de un Edificio Inteligente Energéticamente Sustentable de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (Código FAIN 04/118). Acreditado por Ordenanza H.C.S. N° 0643/04. Radicado en el Departamento de Electrotecnia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue.

### **2. Líneas de Investigación**

El G-SIAI desarrolla cuatro líneas de investigación: [a] sistemas inteligentes aplicados al diseño de instrucción, [b] estrategias de control adaptativo centradas en el usuario para edificios inteligentes, [c] diseño de sistemas tutores y [d] aplicaciones de robótica cognitiva.

#### **2.1. Sistemas Inteligentes Aplicados al Diseño de Instrucción**

La instrucción puede ser vista como la creación intencional de condiciones en el entorno de aprendizaje a fin de facilitar el logro de determinados objetivos educacionales. Desde un punto de vista didáctico, la instrucción consiste en un conjunto de actividades de aprendizaje, las cuales normalmente se articulan en determinadas estrategias. Es bien reconocido en el campo de la tecnología educativa que es necesario basar dichas estrategias en un modelo teórico de la instrucción. Sin embargo, debido a la complejidad y a lo imprevisible de los resultados y estilos de aprendizaje observados en diferentes situaciones y ambientes educativos, el éxito en la consecución de los objetivos de la instrucción no está garantizado por la simple adopción de premisas epistemológicas. Por lo tanto, se requiere contar con el conocimiento y la experiencia de diseñadores instruccionales expertos que hayan adquirido a lo largo del ejercicio de la profesión una experticia tal que les permita encontrar soluciones efectivas bajo ciertas condiciones de ambiente de aprendizaje a diseñar. En este contexto, esta línea de investigación explora la construcción de sistemas inteligentes que permitan capturar el conocimiento de diseñadores instruccionales y por lo tanto que sean capaces de recomendar estrategias adecuadas que faciliten el alcance de los objetivos de la instrucción por parte de los educandos, en el contexto del ambiente de aprendizaje que se trate, basándose en un modelo de la instrucción que sintetice teorías, resultados de investigación y experiencia en el área del diseño instruccional a fin de converger hacia el logro de un diseño de instrucción altamente efectivo en la concreción de sus premisas [Sierra *et al*, 2003].

## **2.2. Estrategias de Control Adaptativo Centradas en el Usuario para Edificios Inteligentes**

Conforme a las últimas definiciones internacionalmente adoptadas para el término “edificio inteligente”, éste es un edificio altamente adaptable a las cambiantes condiciones de su entorno. Pero sin embargo, en un concepto integral de control, la idea de adaptación a las cambiantes condiciones del entorno, puede no ser suficiente. Los sistemas de edificios son construidos para proveer condiciones de habitabilidad y confort para las personas que viven en él. Se sabe que las personas por lo general difieren en sus percepciones personales de las condiciones de confort. De algún modo, la sensación de confort es individual y normalmente está afectada de connotaciones culturales. Por lo tanto, la idea que subyace en esta investigación es encontrar técnicas que, basadas en inteligencia artificial, provean recomendaciones para los sistemas ambientales de un edificio en cuanto a las condiciones de confort. De este modo, el edificio resultará adaptable a estas condiciones tal como son deseadas por sus habitantes. En pocas palabras, un edificio debe ser capaz de “aprender” a modificar su comportamiento no sólo en función de las condiciones ambientales, sino también como consecuencia de los deseos y preferencias de la gente que lo habita. [Sierra *et al*, 2005; Sierra *et al*, 2006a].

## **2.3. Diseño de Sistemas Tutores**

Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (ITS) comenzaron desarrollarse en la década de los 80, diseñados con la idea de proveer un conocimiento, que basado en alguna forma de inteligencia, permitiera guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Un tutor inteligente es un sistema software que emplea técnicas de inteligencia artificial (AI) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes a efectos de enseñárselo. A esta definición, se le agrega la consideración referente a diferentes estilos cognitivos, conforme a Cern. En los 90, con los avances de la psicología cognitiva, las neurociencias y los nuevos paradigmas de programación, los ITS han evolucionado de ser meras propuestas instruccionales a ser verdaderos ambientes de aprendizaje donde tienen lugar el descubrimiento de nuevos conocimientos y la experimentación, conforme a una visión constructivista del proceso de aprendizaje. A pesar de estos logros, los ITS no han recibido todavía una aceptación generalizada debido a la complejidad implicada en su diseño, lo que ha limitado su aplicación práctica. El desarrollo de ITS ha sido frenado por la falta de madurez en el área de la cognición humana y por lo tanto no ha sido posible modelarla computacionalmente dado que la complejidad de los modelos involucrados requiere un alto costo en términos de cálculos. [Sierra *et al*, 2004; Sierra *et al*, 2006b].

## **2.4. Aplicaciones de Robótica Cognitiva**

La robótica es un campo relativamente joven de la tecnología moderna que atraviesa las fronteras de la ingeniería tradicional. El aporte fundamental que busca esta línea de trabajo consiste en ofrecer una solución al problema cinemático inverso existente en manipuladores robóticos mediante el uso de redes neuronales artificiales. La solución encontrada ofrece significativas ventajas en comparación con los métodos usualmente empleados [Hossian *et al*, 2007].

### 3. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Grupo de Sistemas Inteligentes Aplicados a Ingeniería: una tesis de doctorado, cuatro tesis de magíster, cuatro tesis de grado en ingeniería y los planes de investigación de dos docentes que han dado lugar a la publicación de tres artículos en revistas científicas y tres comunicaciones a congresos nacionales e internacionales (todos ellos con referato).

### 4. Referencias

- Hossian, A., Sierra, E., Fernández, E., Britos, P., García-Martínez, R. 2007. *El Problema Cinemático en Manipuladores Robóticos Industriales Un abordaje de Solución mediante Redes Neuronales Artificiales*. Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 427-434.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. 2004. *Sistemas Tutoriales Inteligentes Centrados en la Reparación de Mecanismos. Una Propuesta Metodologica de Diseño*. Proceedings de la 4ª Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Pág. 431-446.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Hossian, A., Britos, P. y Balbuena, E. 2006a. *Providing Intelligent User-Adapted Control Strategies in Building Environments*. Research in Computing Science Journal. ISSN 1665-9899. Volumen 19. Pág. 235-241.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. 2006b. *Towards a Methodology for the Design of Intelligent Tutoring Systems*. Research in Computing Science Journal. ISSN 1665-9899. Volumen 20. Pág.181-189.
- Sierra, E., Hossian, A. y García-Martínez, R. 2003. *Sistemas Expertos que Recomiendan Estrategias de Instrucción. Un Modelo para su Desarrollo*. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. 1(1): 19-30. ISSN: 1695-288X.
- Sierra, E., Hossian, A., García-Martínez, R. y Marino, P.2005. *Sistema Experto para Control Inteligente de las Variables Ambientales de un Edificio Energéticamente Eficiente*. Proceedings de la XI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control. Universidad Nacional de Río Cuarto. Pág. 446-452.

# LINEAS DE INVESTIGACION DEL LABORATORIO DE SISTEMAS INTELIGENTES

García-Martínez, R., Britos, P., Ierache, J., Merlino, H., Ochoa, M. Fernández, E.

Laboratorio de Sistemas Inteligentes  
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires  
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141 - E-mail: rgarciamar@fi.uba.ar  
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lsi>

## 1. Introducción

El Laboratorio de Sistemas Inteligentes fue creado en marzo de 1994 para nuclear los proyectos de investigación de los docentes del área y apoyar al grupo de materias de Sistemas de Producción de la Carrera Ingeniería Informática [García-Martínez *et al*, 1996] de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires a través de la propuesta y coordinación de trabajos finales de asignatura y de tesis de grado.

Desde su creación ha sido sede para la radicación de tres proyectos de la Secretaría de de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires: [a] Ambiente Integrado de Ingeniería Automática de Sistemas (Programación UBACyT 2001-2002, Código I011), [b] Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes (Programación UBACyT 2003, Código I605) y [c] Explotación de Información Basada en Sistemas Inteligentes (Programación UBACyT 2004-2007, Código I050).

## 2. Líneas de Investigación

El LSI desarrolla cuatro líneas de investigación: [a] arquitecturas de sistemas inteligentes autónomos, [b] minería de datos basada en sistemas inteligentes, [c] sistemas tutores inteligentes, en cooperación con el grupo de sistemas inteligentes aplicados a ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue y el Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales de la FI-UBA; y [d] métodos para la ingeniería del conocimiento.

### 2.1. Arquitecturas de Sistemas Inteligentes Autónomos

Un sistema inteligente autónomo (SIA) ha sido definido como aquél que puede descubrir y registrar si una acción hecha en una situación dada fue favorable. Entra dentro de los sistemas que aprenden por observación y descubrimiento por experimentación activa. Los sistemas inteligentes autónomos formulan operadores que en conjunto constituyen un modelo de como el entorno que los circunda funciona. Tal modelo es parcial pero tiene la consistencia suficiente como para ser utilizado por su carácter predictivo en procesos de planificación suficiente. En este contexto, el objetivo de esta línea de investigación es estudiar de que manera la interacción entre sistemas inteligentes autónomos mejora el modelo de funcionamiento del entorno que cada sistema va formando y de que manera los modelos de refuerzo pueden ser integrados a la teoría de la negociación de para mejorar dicho proceso de interacción.

Se ha trabajado en definir el modelo de aprendizaje por interacción [García Martínez, 1994a] y la arquitectura del sistema que lo sustenta [García Martínez, 1994b], proponiendo el paradigma de planificación basada en aprendizaje por interacción [García Martínez, 1996] y el correspondiente empotramiento en la arquitectura de sistema inteligente autónomo [García Martínez & Borrajo, 1996, 1997, 2000], se trabajo en colaboración para explorar vinculaciones de robótica cognoscitiva

y aprendizaje automático en el campo de los SIAs [Berlanga *et al.*, 1999] y su correspondientes aplicaciones en el campo de la navegación [Cernic *et al.*, 1999; Alonso *et al.*, 1999; Hossian *et al.*, 2007], se estudió como el aprendizaje automático basado en intercambio de operadores [Maceri, P. 2001] y el uso de algoritmos de refuerzo [Britos *et al.*, 2002], mejoraba el comportamiento de los SIAs. Recientemente se ha trabajado en métodos de ponderación de planes en SIAs [López, 2005] y en mejora del aprendizaje a partir del compartir conocimiento [García-Martínez *et al.*, 2006].

## **2.2. Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes**

La Minería de Datos se centra en la búsqueda de patrones interesantes y regularidades importantes en grandes bases de datos (llamado conocimiento cualitativo). La Minería de Datos basada en Sistemas Inteligentes se refiere específicamente a la aplicación de métodos de Sistemas Inteligentes u otros métodos asociados, para descubrir y enumerar patrones presentes en los datos. Entre los problemas abordados en este campo, está el de inducir conocimientos a partir de datos o ejemplos que no puede ser resuelto mediante los algoritmos tradicionales. En este contexto, el objetivo de esta línea de investigación consiste en explorar la aplicación a Minería de Datos de: algoritmos de inducción, algoritmos genéticos, redes neuronales y redes bayesianas; tratando de realizar comparaciones entre los diversos métodos, ya que no es posible establecer “a priori” cual será el método que resultará más confiable, para resolver cada tipo de problema.

Se exploró el uso de algoritmos genéticos y redes neuronales para la mejora de procesos de clustering [Fernández *et al.*, 1996], el reconocimiento de patrones en sonido [Merlo *et al.*, 1996] y estimación de performance de redes [Merlo *et al.*, 1999], se propusieron modelos de descubrimiento de conocimiento supervisado y no supervisado [Perichinsky *et al.*, 2000, 2001], se analizó como los algoritmos TDIDT podían ser aplicados a la minería de datos inteligente [Servente, 2002; Servente y García Martínez, 2002]. En el área de fundamentos de los sistemas inteligentes aplicados a la minería de datos se investigó sobre: la generación automática de redes neuronales con ajuste de parámetros basado en algoritmos genéticos [Fiszelew, 2002; Fiszelew y García Martínez, 2002; Fiszelew *et al.*, 2003], el uso de algoritmos genéticos en categorización [Yolis *et al.*, 2003a; Yolis *et al.*, 2003b; Yolis, 2003], el entrenamiento de redes neuronales basado en algoritmos evolutivos [Bertona, 2005], la optimización de redes bayesianas basada en técnicas de aprendizaje por instrucción [Felgaer *et al.*, 2003, Felgaer 2005, Felgaer *et al.*, 2006] y el uso de mapas autoorganizados a la detección de comportamientos anómalos [Grosser *et al.*, 2003; Grosser, 2004; Grosser *et al.*, 2005; Grosser *et al.*, 2006].

Esta línea de investigación se desarrolla en cooperación con el Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento de la Escuela de Postgrado del Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

## **2.3. Sistemas Tutores Inteligentes**

En esta línea de investigación se busca definir un marco teórico que sustente el diseño y la evaluación de los Sistemas tutores Inteligentes (STI), presentando las diferentes visiones existentes acerca de los diseños y desarrollos, planteando un marco teórico general con base en la ingeniería de software, los sistemas inteligentes, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación y elaborando una extensión metodológica específica que cautele los aspectos para diseño de STI orientados al tutorizado para la resolución de problemas.

En este contexto se ha explorado el uso de sistemas expertos para recomendar estrategias de instrucción [Sierra *et al.*, 2003], se ha trabajado en los aspectos metodológicos de diseño [Sierra *et al.*, 2004, Sierra *et al.*, 2006], en proponer una arquitectura de STI [Sagueiro *et al.*, 2005c], en identificar modelos del estudiante [Costa *et al.*, 2005] y de selección del tutorizado [Cataldi *et al.*,

2005], se ha investigado en el uso de redes neuronales para selección del protocolo pedagógico [Salgueiro *et al*, 2005a; 2005b; Salgueiro *et al*, 2006; Salgueiro, 2005].

Esta línea de investigación se desarrolla en cooperación con el Grupo de Sistemas Inteligentes Aplicados a Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue y el Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales de la FI-UBA

## 2.4. Métodos para la Ingeniería del Conocimiento

En esta línea de investigación se explora la posibilidad de construir herramientas que asistan al ingeniero del conocimiento en el proceso de diseño y desarrollo de sistemas expertos.

Se ha trabajado en medidas para evaluar la calidad de una base de conocimiento [García-Martínez, 1996; 1997], en metodologías de educación de conocimiento para la construcción de sistemas expertos [García-Martínez *et al*, 1998], en didáctica de las etapas de formalización y análisis de resultados de la técnica de emparrillado [Britos *et al*, 1999], en explorar el uso de algebra de grafos para verificar de bases de conocimiento [Dramis *et al*, 2000a; 2000b], en la validación de sistemas basados en conocimiento [Rizzi *et al*, 2000; 2001] y en métricas de madurez para el desarrollo de sistemas expertos [Hauge *et al*, 2006]

## 3. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes: dos tesis de doctorado, seis tesis de magíster, catorce tesis de grado en ingeniería y los planes de investigación de quince docentes que han dado lugar a la publicación de veintinueve artículos en revistas científicas y cuarenta y siete comunicaciones a congresos nacionales e internacionales (todos ellos con referato).

## 4. Referencias

- Alonso, M., Niveyro, A., Britos, P., Rossi, B. & García Martínez R. 1999. *Neural Networks Applied to Automatic Navigation*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 157-160. Santa Bárbara. California.
- Berlanga, A., Borrajo, D., Fernández, F., García Martínez R., Molina, J.& Sanchis, A. 1999. *Robótica Cognoscitiva y Aprendizaje Automático*. Proceedings of la VIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial. Páginas 1-8. Murcia. España.
- Bertona, F. 2005. *Entrenamiento de Redes Neuronales basado en Algoritmos Evolutivos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Britos, P., Grosser, H., Sierra, H. y García Martínez, R. 2006. *Unusual Changes in Consumption Detection in Mobile Phone Users*. Research in Computing Science Journal, 21: 195-204.
- Britos, P., Rossi, B y García Martínez, R. 2002. *Uso de Algoritmos de Refuerzo en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 28:114-124
- Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. *Notas sobre Didáctica de las Etapas de Formalización y Análisis de Resultados de la Técnica de Emparrillado. Un Ejemplo*. Proceedings del V Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 200-209. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. Agosto 1999.
- Cataldi, Z., Salgueiro, F., Lage, F. y García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes. Los Estilos del Estudiante para Selección del Tutorizado*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 66-70. 2005.
- Cernic, S. , Jezierski, E. , Britos, P. , Rossi, B. & García Martínez R. 1999. *Genetic Algorithms Applied to Robot Navigation Controller Optimization*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 230-234. Santa Bárbara. California.

- Costa, G., Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. y Lage, F. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Estudiante*. Global Congress on Engineering and Technology Education. Pág.63. 2005.
- Dramis, L., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. 2000a. *Verificación de Bases de Conocimiento Basada en Álgebra de Grafos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 23:74-86
- Dramis, L., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. 2000b. *Transformación Algebraica de Grafos en Verificación de Bases de Conocimiento*. Proceedings del VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 729-738. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. ISBN 987-98197-0-5.
- Felgaer, P. 2005. *Optimización de Redes Bayesianas Basada en Técnicas de Aprendizaje por Inducción*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Felgaer, P., Britos, P. and García-Martínez, R. 2006. *Prediction in Health Domain Using Bayesian Network Optimization Based on Induction Learning Techniques*. International Journal of Modern Physics C 17(3): 447-455.
- Felgaer, P., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. *Optimización de Redes Bayesianas Basada en Técnicas de Aprendizaje por Instrucción*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1687. 2003.
- Fernández, V., García Martínez, R., Rodríguez, L. y González, R. *Genetic Algorithms Applied to Clustering*. Proceedings of the International Conference on Signal and Image Processing. Páginas 97-99. Orlando. Florida. Noviembre 1996.
- Fiszelew, A. 2002. *Generación Automática de Redes Neuronales con Ajuste de Parámetros Basado en Algoritmos Genéticos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Fiszelew, A. y García Martínez, R. 2002. *Generación Automática de Redes Neuronales con Ajuste de Parámetros Basado en Algoritmos Genéticos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 26:76-101
- Fiszelew, A., Britos, P. , Perichinsky, G. & García-Martínez, R. 2003. *Automatic Generation of Neural Networks based on Genetic Algorithms*. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação. 2(1): 1-7
- García Martínez, R. & Borrajo Millán, D. 1996. *Unsupervised Machine Learning Embedded in Autonomous Intelligent Systems*. Proceedings of the XIV International Conference on Applied Informatics. Páginas 71-73. Innsbruck. Austria.
- García Martínez, R. 1994a. *Aprendizaje Automático en Sistemas con Interacción con el Entorno*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 17:65-75
- García Martínez, R. 1994b. *Un Sistema con Aprendizaje No-supervisado basado en Método Heurístico de Formación y Ponderación de Teorías*. Revista Latino Americana de Ingeniería 2(2):105-127
- García Martínez, R. *Calidad de Bases de Conocimiento. Una Medida de Evaluación*. Proceedings del III Congreso Internacional de Informática y Telecomunicaciones. INFOCOM'97. Páginas 191-198. Buenos Aires. 1997.
- García Martínez, R. *Planning while Learning-by-Interaction Systems: A Theoretical Approach*. Proceedings del II Congreso Internacional de Informática y Telecomunicaciones INFOCOM'96. Páginas 410-416. Buenos Aires. 1996.
- García Martínez, R. *Una Medida para Evaluar la Calidad de una Base de Conocimiento*. Resúmenes de las III Jornadas de Informática e Investigación Operativa. Páginas 48-49. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay. Septiembre 1996.
- García Martínez, R. y Borrajo, D. 1997. *Planning, Learning and Executing in Autonomous Systems*. Lecture Notes in Artificial Intelligence. 1348:208-210
- García Martínez, R. y Borrajo, D. 2000. *An Integrated Approach of Learning, Planning and Executing*. Journal of Intelligent and Robotic Systems 29(1):47-78
- García Martínez, R., Perichinsky, G., Feldgen, M. y Clua, O. *Un Proyecto de Maestría en Ingeniería Informática Orientada a Sistemas Inteligentes de Producción*. Memoria del V Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación. Páginas 91-98. Ciudad de México. México. Septiembre 1996.
- García Martínez, R., Rossi, B. y Britos, P. (1998). *Metodologías de Educación de Conocimiento para la Construcción de Sistemas Informáticos Expertos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 21:72-84
- García-Martínez, R., Borrajo, D., Britos, P. y Maceri, P. 2006. *Learning by Knowledge Sharing in Autonomous Intelligent Systems*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 4140: 128-137.
- Grosser, H. 2004. *Detección de Fraude en Telefonía Celular usando Redes Neuronales*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Grosser, H., Britos, P. y García-Martínez, R. 2005. *Detecting Fraud in Mobile Telephony Using Neural Networks*. Lecture Notes in Artificial Intelligence 3533:613-615
- Grosser, H., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. *Detección de Fraude en Telefonía Celular Usando Redes Neuronales*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1337-1348. 2003.
- Hauge, O., Britos, P., García-Martínez, R. (2006). *Conceptualization Maturity Metrics for Expert Systems*. In IFIP International Federation for Information Processing, Volume 217, Artificial Intelligence in Theory and Practice, ed. M. Bramer, (Boston: Springer), pp. 435-444.

- Hossian, A., Sierra, E., Fernández, E., Britos, P., García-Martínez, R. 2007. *El Problema Cinemático en Manipuladores Robóticos Industriales Un abordaje de Solución mediante Redes Neuronales Artificiales*. Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 427-434.
- López, D. 2005. *Un Método de Ponderación de Planes en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Maceri, P. 2001. *Aprendizaje Automático Basado en Intercambio de Operadores en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Merlo, G., Britos, P., Rossi, B. & García Martínez R. *Neural Networks Applied to Automatic Estimation of Networks Performance*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 167-171. Santa Bárbara. California. 1999.
- Merlo, G., García Martínez, R., Fernández, V., Caram. F. y Priegue, R. 1997. *Reconocimiento de la Voz mediante una Red Neuronal de Kohonen*. Anales del III Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Páginas 192-198. Editado por el Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata.
- Perichinsky, G., Garcia Martinez, R., Proto, A. Sevetto, A y Grossi, D. *Data Mining: Supervised and Non-Supervised Intelligent Knowledge Discovery*. Proceedings del II Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Mayo. Editado por Universidad Nacional de San Luis en el CD Wicc2001:\Wicflash\Areas\IngSoft\Datamining.pdf.. 2001.
- Perichinsky, G. y Garcia Martinez, R. *A Data Mining Approach to Computational Taxonomy*. Proceedings del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Páginas 107-110. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Mayo. 2000.
- Rizzi, F., Britos, P., Dramis, L., Rossi, B. y García Martínez, R. *Validación de Sistemas Basados en Conocimiento*. Proceedings del VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 739-749. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. Abril 2000. ISBN 987-98197-0-5. 2000.
- Rizzi, F., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R.(2001). *Validación Semántica y Estimación de Competencia de Sistemas Basados en Conocimiento*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 24:24-39
- Salgueiro, F. 2005. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Salgueiro, F., Cataldi, F., Lage, F., García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Pedagógico*. Proceedings del IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 255-266. 2005.
- Salgueiro, F., Cataldi, Z., Britos, P., Sierra, E. y García Martínez, R. 2006. *Selecting Pedagogical Protocols using SOM*. Research in Computing Science Journal, 21: 205-214.
- Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. 2005a. *Los Estilos Pedagógicos en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(4):70-79
- Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. García-Martínez, R. 2005b. *Nuevo Enfoque Metodológico para el Diseño de de los Sistemas Tutores Inteligentes a partir de un Acercamiento Distribuido*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(5):25-32
- Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. y García-Martínez, R. 2005c. *Redefinition of Basic Modules of an Intelligent Tutoring System: The Tutor Module*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 444-448.
- Servente, M, 2002. *Algoritmos TDIDT aplicados a la Minería de Datos Inteligente*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Servente, M. y García Martínez, R. 2002. *Algoritmos TDIDT Aplicados a la Minería Inteligente*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 26:39-57
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. (2006). *Towards a Methodology for the Design of Intelligent Tutoring Systems*. Research in Computing Science Journal, 20: 181-189.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. *Sistemas Tutoriales Inteligentes Centrados en la Reparación de Mecanismos. Una Propuesta Metodologica de Diseño*. Proceedings de la 4ª Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Pág. 431-446. 2004.
- Sierra, E., Hossian, A. y García-Martínez, R. (2003). *Sistemas Expertos que Recomiendan Estrategias de Instrucción. Un Modelo para su Desarrollo*. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa 1(1):19-30
- Yolis, E. 2003. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de
- Yolis, E., Britos, P., Perichisky, G. & García-Martínez, R. 2003a. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, 2(2): 49-63
- Yolis, E., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. 2003b. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1468-1479.

# Manipulación de conocimiento en Sistemas Multi-Agentes por medio de espacios de tuplas

Luciano H. Tamargo, Marcelo A. Falappa, Alejandro García

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Inteligencia Artificial  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina  
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136  
Email: {lt,maf,ajg}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Esta línea de investigación tiene como objetivo analizar el intercambio de conocimiento en sistemas multi-agente utilizando áreas de conocimiento compartidas. El proyecto involucra la extensión del modelo Linda con el objetivo de lograr adaptarlo a un entorno distribuido en un sistemas multi-agente con agentes con conocimiento. En este trabajo, en primer lugar se describe el conjunto de operaciones sobre espacios de tuplas que hemos propuesto en [1]. En base a estas operaciones se propondrá una extensión y finalmente se describirá el trabajo a futuro a realizar en esta línea de investigación.

## 1. Introducción

En un sistema multi-agente los agentes deben poder intercambiar información, ya sea en un entorno colaborativo o basado en negociación. Este intercambio puede hacerse por medio de pasaje de mensajes o utilizando áreas de conocimiento compartidas. Este trabajo tiene como objetivo analizar el intercambio de conocimiento en sistemas multi-agente por medio de áreas de conocimiento compartidas distribuidas. La importancia del mismo radica en que, disponer de un modelo para compartir conocimiento, es un aspecto a resolver en sistemas multi-agente con agentes deliberativos. Por lo tanto, sería interesante contar con un modelo para el mantenimiento de bases de conocimiento que permita abstraerse de los aspectos de implementación.

El modelo Linda [2, 3, 4, 5], es un modelo de memoria compartida originalmente definido para proveer comunicación y sincronización en programas con paralelismo. Utiliza un espacio de memoria compartida llamado "*espacio de tuplas*" (ET), sobre el cual propone seis operaciones. Agregando estas operaciones del ET a un lenguaje base se genera un dialecto de programación paralela. Los ETs son una abstracción a partir de la cual los procesos cooperan y se comunican. Estos pueden verse como áreas de memoria compartidas asociativas referenciadas que no requieren hardware subyacente para el área de memoria física donde residen. Es importante notar que los ETs difieren de las relaciones que son propuestas en el modelo de datos relacional [6], debido a que las relaciones sólo aceptan tuplas que tienen formato (las mismas deben tener la misma aridad, y sus atributos deben ser tipados y mantener un orden); sin embargo, los ETs aceptan tuplas sin formato.

---

Financiado parcialmente por CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 Nro 13096).

Linda provee cuatro operaciones básicas de espacio de tuplas, *out*, *in*, *rd* y *eval*, y dos variantes adicionales *inp* y *rdp*. La operación **out(t)** causa que la tupla *t* sea agregada al ET; **in(t)** causa que alguna tupla *s* que concuerde con la tupla-molde *t* sea retirada del ET (lectura destructiva), y si no se encuentra una tupla *s* que coincida cuando *in(t)* se ejecuta, la ejecución del proceso se suspende hasta que una tupla que coincida esté disponible (es una primitiva bloqueante); **rd(t)** es igual a *in(t)*, excepto que la tupla que coincide no es retirada y permanece en el ET. Las versiones predicativas de *in* y *rd*, **inp** y **rdp** respectivamente, intentan localizar una tupla que coincida, y retornan 0 si la búsqueda falla, en caso contrario retornan 1. La operación **eval(t)** es igual a *out(t)*, excepto que *t* es evaluado después (en paralelo) en vez de antes de ser ingresado en el ET.

En la década del 90 surgieron variantes al modelo, teniendo en cuenta múltiples ETs distribuidos en forma remota, buscando mejorar aspectos que conciernen a los ambientes distribuidos y paralelos. Estas variantes fueron propuestas en trabajos como [7, 8, 9, 10, 11, 12], y consisten en permitir la existencia de **varios espacios de tuplas**. Esto brinda la posibilidad de que un sistema multi-agente pueda trabajar con más de un área de conocimiento permitiendo descentralizar el sistema, lo que provoca que el conocimiento sea compartido de manera distribuida.

A partir de la posibilidad de que puedan coexistir varios ETs en un mismo sistema multi-agente, surgen naturalmente, nuevas operaciones sobre ETs. Esto es, operaciones que tengan como dominio y rango ETs, lo cual hace al modelo aún más interesante y poderoso. Pero se debe notar que, el hecho de agregar más operaciones que se aplican sobre ETs hace que el modelo pierda *ortogonalidad*, obligando al usuario a pensar en más operaciones. Sin embargo, nosotros consideramos que estas nuevas operaciones le agregan expresividad, y permiten que el modelo se aproxime, aún más, a los objetivos del trabajo, ya que permite que los agentes tengan la posibilidad de manipular el conocimiento en forma masiva. Estas nuevas operaciones se definen en la siguiente sección.

## 2. Operaciones que tienen como dominio y rango ETs

Ante la posibilidad de que en un sistema multi-agente puedan coexistir varios espacios de tuplas, resulta interesante disponer de operaciones que tengan como dominio y rango ETs, como se ha visto en los trabajos [8, 13] donde se sugieren las operaciones *collect* y *copy-collect*, respectivamente. A diferencia de estas dos, en esta sección se incluyen y ejemplifican operaciones para unir dos ETs, obtener los elementos comunes y calcular la diferencia, entre otras. Estas operaciones las hemos definido en [1] y se incluye en este artículo un resumen de ellas para que el mismo sea autocontenido. No obstante, en el presente artículo se incluye una nueva definición de la operación que permite realizar la diferencia de espacios de tupla. Esto es, ahora contamos con dos tipos de diferencias, *diferencia existencial* y *diferencia sin réplica*. Todas estas operaciones, en algún sentido recuerdan a las operaciones del álgebra relacional propuestas en [6]. Sin embargo, difieren de éstas ya que en el álgebra relacional las relaciones están formateadas y, como se mencionó con anterioridad, los espacios de tuplas no. Es importante destacar que los espacios de tuplas pueden contener tuplas repetidas [14]. Por lo tanto, las operaciones que se sugerirán tendrán variantes que admiten tuplas replicadas, las cuales se asemejan a las operaciones multi-set del álgebra relacional extendida propuestas en [15]. En el mismo sentido que las operaciones del álgebra relacional, estas difieren de las propuestas en este trabajo, ya que las relaciones sólo admiten tuplas con formato.

Dentro de un ET, el orden de las tuplas no será considerado relevante. Por lo tanto, en las operaciones que se describen a continuación, cuando hay varias tuplas repetidas, y se debe decidir cual de ellas será parte de la solución, la elección se realizará de manera no determinística.

## 2.1. Operaciones para unión de espacios de tuplas

Estas operaciones permiten, por ejemplo, que un agente que está compartiendo conocimiento en diferentes ETs con distintos agentes, logre juntar en un único ET todo su conocimiento, permitiéndole de esta manera, poder trabajar con su conocimiento global sin alterar el conocimiento de los demás agentes.

**Definición 1: (Unión total)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la unión total  $ET_1 \uplus ET_2$  es un espacio de tuplas que contiene todas las tuplas que pertenecen a  $ET_1$  más todas las tuplas que pertenecen a  $ET_2$  [1].

**Definición 2: (Unión sin réplicas)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la unión sin réplicas  $ET_1 \cup ET_2$  es un espacio de tuplas que contiene las tuplas que pertenecen a  $ET_1$  más las tuplas que pertenecen a  $ET_2$ , sin considerar repeticiones de tuplas [1].

A continuación, se muestra un ejemplo en el cual se podrá notar con claridad la diferencia que existe entre ambas operaciones. Por cuestiones de simplicidad, las tuplas de los ejemplos serán representadas por letras proposicionales  $a, b, c$  y  $d$ , debido a que por el momento sólo interesa el comportamiento de las operaciones y no como unifican las tuplas durante el proceso de la operación. En este trabajo, un espacio de tuplas  $ET_1$  que contiene las tuplas  $a, a$  y  $c$  se denotará  $ET_1 = [a,a,c]$ . Para la implementación de éstas operaciones se debe proveer la definición de igualdad entre tuplas. Como en este trabajo en los ejemplos se utilizarán letras proposicionales para representar tuplas, dos tuplas son iguales si son representadas por la misma letra proposicional.

**Ejemplo 1** Considere los siguientes espacios de tuplas:  $ET_1 = [a,b,b,a,d]$  y  $ET_2 = [c,a,b,c,b]$ .

$$\begin{aligned} ET_1 \uplus ET_2 &= [a,b,b,a,d,c,a,b,c,b] & ET_1 \cup ET_2 &= [a,b,d,c] \\ ET_1 \uplus ET_1 &= [a,b,b,a,d,a,b,b,a,d] & ET_1 \cup ET_1 &= [a,b,d] \end{aligned}$$

*Aquí se puede observar que el resultado de la operación  $ET_1 \uplus ET_2$  mantiene las repeticiones de los dos espacios de tuplas, mientras que la operación  $ET_1 \cup ET_2$  elimina toda repetición. También se puede observar que la operación “unión sin réplica” brinda la posibilidad de retornar el contenido sin réplicas de un ET realizando  $ET_1 \cup ET_1$ . Mientras que  $ET_1 \uplus ET_1$  duplica el contenido del ET.*

## 2.2. Operaciones para intersección de espacios de tuplas

Estas operaciones permiten, por ejemplo, que un agente que está compartiendo conocimiento en diferentes ETs con distintos agentes, logre obtener en un único ET el conocimiento que comparte en común con los diferentes grupos de agentes.

**Definición 3: (Intersección total)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la intersección total  $ET_1 \bowtie ET_2$  es un espacio de tuplas que contiene todas las tuplas que pertenecen tanto a  $ET_1$  como a  $ET_2$  [1].

**Definición 4: (Intersección sin réplicas)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la intersección sin réplicas  $ET_1 \cap ET_2$  es un espacio de tuplas que contiene tuplas que pertenecen tanto a  $ET_1$  como a  $ET_2$ , sin considerar repeticiones de tuplas [1].

**Ejemplo 2** Considere los siguientes espacios de tuplas:  $ET_1 = [a,b,b,a,d]$  y  $ET_2 = [c,a,b,c,b]$ .

$$\begin{aligned} ET_1 \bowtie ET_2 &= [a,b,b] & ET_1 \cap ET_2 &= [a,b] \\ ET_1 \bowtie ET_1 &= [a,b,b,a,d] & ET_1 \cap ET_1 &= [a,b,d] \end{aligned}$$

*Aquí se puede observar que el resultado de la operación  $ET_1 \bowtie ET_2$  admite tuplas repetidas en el caso de que existan en la intersección, mientras que la operación  $ET_1 \cap ET_2$  elimina toda repetición existente en la intersección. Además se puede observar que al igual que en la “unión sin réplicas”, la “intersección sin réplicas” brinda la posibilidad de retornar el contenido sin réplicas de un ET realizando  $ET_1 \cap ET_1$ . Esto es,  $ET_1 \cap ET_1 \equiv ET_1 \cup ET_1$ .*

### 2.3. Operaciones para diferencia de espacios de tuplas

Estas operaciones, por ejemplo, brindan la posibilidad de eliminar conocimiento de un espacio en base al conocimiento almacenado en otro. Esto genera que no se realice trabajo redundante. Es decir, supongamos que dos grupos de agentes se encargan de hacer lo mismo en base a información extraída de ETs diferentes, si estos ETs tienen tuplas que están en ambos y hacen referencia a un mismo trabajo, sería interesante sacarlas de alguno de los ETs para que el trabajo no sea duplicado. A continuación, se definen dos versiones nuevas de la operación que realiza diferencia de ETs vista en [1].

**Definición 5: (Diferencia existencial)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la diferencia existencial  $ET_1 -_e ET_2$  es un espacio de tuplas cuyo contenido resulta de quitar (en forma existencial) de  $ET_1$  aquellas tuplas que pertenecen a  $ET_2$ .

**Definición 6: (Diferencia sin réplicas)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la diferencia sin réplicas  $ET_1 - ET_2$  es un espacio de tuplas cuyo contenido resulta de quitar de  $ET_1$  aquellas tuplas (y sus respectivas réplicas) que pertenecen a  $ET_2$ .

**Ejemplo 3** Considere los siguientes espacios de tuplas:  $ET_1 = [a,b,b,a,d]$  y  $ET_2 = [c,a,b,c,b]$ .

$$\begin{array}{ll} ET_1 -_e ET_2 = [a, d] & ET_1 -_e ET_1 = [ ] \\ ET_1 - ET_2 = [d] & ET_1 - ET_1 = [ ] \end{array}$$

Los casos  $ET_1 -_e ET_1$  y  $ET_1 - ET_1$  permiten notar que si se aplica la “diferencia existencial” o la “diferencia sin réplicas” a un espacio de tuplas con si mismo se obtiene un espacio de tuplas vacío. En  $ET_1 - ET_2$  se puede notar que a  $ET_1$  se le quitaron todas las tuplas que están en  $ET_2$  y también sus respectivas réplicas.

### 2.4. Diferencia simétrica

Esta operación permite, por ejemplo, obtener en un espacio de tuplas el conocimiento que no tienen en común los espacios de tuplas que son operandos de la misma.

**Definición 7: (Diferencia simétrica)** Dados dos espacios de tuplas  $ET_1$  y  $ET_2$  la diferencia simétrica  $ET_1 \sim ET_2$  es un espacio de tuplas que contiene todas las tuplas que pertenecen a  $ET_1$  y no pertenecen a  $ET_2$ , más todas las tuplas que pertenecen a  $ET_2$  y no pertenecen a  $ET_1$  [1].

**Ejemplo 4** Considere los siguientes espacios de tuplas:  $ET_1 = [a,b,b,a,d]$  y  $ET_2 = [c,a,b,c,b]$ .

$$ET_1 \sim ET_2 = [a, d, c, c] \quad ET_1 \sim ET_1 = [ ]$$

El caso  $ET_1 \sim ET_1$  permite notar que si se aplica la “diferencia simétrica” a un espacio de tuplas con si mismo se obtiene un espacio de tuplas vacío.

## 3. Trabajo relacionado, conclusiones y trabajo a futuro

Esta línea de investigación tiene como objetivo analizar el intercambio de conocimiento en sistemas multi-agentes utilizando áreas de conocimiento compartidas. Como un primer paso hacia este objetivo, en [1] hemos propuesto extender el modelo Linda definiendo nuevas operaciones que permiten que los agentes puedan manipular en forma masiva el conocimiento. Esto es, operaciones que tienen como dominio y rango ETs, lo cual hace al modelo aún más interesante y poderoso. En este artículo, además, se modificó la definición de la operación *diferencia* vista en [1].

Aunque el hecho de agregar más operaciones que se aplican sobre ETs hace que el modelo pierda *ortogonalidad*, consideramos que estas nuevas operaciones le agregan expresividad cuando Linda se

aplica a un sistema multi-agente. Estas operaciones surgieron en forma natural a partir del hecho de que puedan existir varios espacios de tuplas en un mismo sistema, como lo proponen los trabajos [7, 8, 13, 9].

Como trabajo a futuro se planea definir diferentes propiedades sobre las operaciones propuestas. En base a estas propiedades se intentará buscar un conjunto mínimo de operaciones que le brinden a los programadores las herramientas necesarias para programar agentes que manipulan su conocimiento en forma masiva. Además se intentará combinar estas operaciones con nociones relacionadas a la revisión de creencias para obtener versiones consolidadas de las mismas.

## Referencias

- [1] L. H. Tamargo, A. J. García, and M. A. Falappa. Reformulación del modelo Linda para compartir conocimiento en sistemas multi-agente. *CACIC 2006*, pages 1801–1812, 2006.
- [2] N. Carriero and D. Gelernter. Linda in context. *Comm. of the ACM*, 32(4):444–458, 1989.
- [3] N. Carriero and D. Gelernter. Capitulo 3: Linda. In *How to write parallel programs*, 1992.
- [4] Paolo Ciancarini. Coordination Languages as Software Integrators of Multiagent architectures. *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, 21(4):314–335, 1995.
- [5] Paolo Ciancarini. Coordinating Multiagent Applications on the WWW: A Reference Architecture. *IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING*, 24(5):362–374, May 1998.
- [6] E. F. Codd. A relational model of data for large shared data banks. *Commun. ACM*, 13(6):377–387, 1970.
- [7] K.K. Jensen. Toward a multiple tuple spaces. In *PhD thesis, Aalborg University, Department of Mathematics and Computer Science*, 1993.
- [8] P. Butcher, A. Wood, and M. Atkins. Global synchronisation in Linda. *Concurrency: Practice and Experience*, 6(6):505–516, 1994.
- [9] A. Rowstron and A. Wood. Bonita: a set of tuple space primitives for distributed coordination. In *Proc. HICSS30, Sw Track*, pages 379–388, Hawaii, 1997. IEEE Computer Society Press.
- [10] David Gelernter. Multiple tuple spaces in linda. In *PARLE '89: Proceedings of the Parallel Architectures and Languages Europe, Volume II: Parallel Languages*, pages 20–27, London, UK, 1989. Springer-Verlag.
- [11] Susanne Christine Hupfer. Melinda: Linda with multiple tuple space. 1990.
- [12] Brian Nielsen and Tom Sørensen. PhD thesis.
- [13] A. Rowstron, A. Douglas, and A. Wood. Copycollect: A new primitive for the linda model, 1996.
- [14] Tanenbaum. Chapter 1 and 6. In *Distributed Operating Systems*, 1995.
- [15] Paul W. P. J. Grefen and Rolf A. de By. A multi-set extended relational algebra - a formal approach to a practical issue. In *ICDE*, pages 80–88, 1994.

# METAHEURÍSTICA ACO APLICADA A PROBLEMAS DE PLANIFICACIÓN EN ENTORNOS DINÁMICOS

de San Pedro M., Pandolfi D., Lasso M., Villagra A.

Laboratorio de Tecnologías Emergentes (LabTEem)

Proyecto UNPA-29/B084/1<sup>1</sup>

Unidad Académica Caleta Olivia - Universidad Nacional de La Patagonia Austral  
(9011) Caleta Olivia – Santa Cruz - Argentina

e-mail: {edesanpedro,dpandolfi,mlasso,avillagra}@uaco.unpa.edu.ar

Leguizamón, G.

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

(5700) San Luis – Argentina

e-mail: legui@unsl.edu.ar

## RESUMEN

Las organizaciones industriales frecuentemente están sujetas a diferentes tipos de cambios como pueden ser: que se agregue una nueva tarea, la cancelación de una tarea, la ruptura de una maquina, como así también cambios en los tiempos de procesamiento o de la fecha estimada de terminación de la tarea. Debido a su naturaleza dinámica, los problemas de planificación real son computacionalmente complejos y el tiempo requerido para encontrar una solución óptima se incrementa exponencialmente con el tamaño del problema. Los problemas de planificación se pueden clasificar en: estáticos, donde todas las tareas son conocidas antes del comienzo de la planificación; y dinámicos, en donde sólo el tiempo de comienzo de la tarea es desconocido (dinamismo parcial) ó donde todas las propiedades de las tareas son desconocidas (dinamismo total).

Los problemas de planificación (*scheduling*) estáticos se han abordado a través de distintas metaheurísticas (*Simulating Annealing*, *Tabu Search*, Algoritmos Evolutivos y *Ant Colony Optimization*), pero los problemas de *scheduling* dinámicos han sido encarados principalmente con Algoritmos Evolutivos, para problemas de *job shop* [1], [2], [3], [4], [5] y para problemas de máquina única [6], [7], [8], [9], [10] y [11].

Una metaheurística particularmente exitosa está inspirada para el comportamiento de las hormigas reales, conocida como la metaheurística *Ant Colony Optimization* (ACO). Numerosos enfoques algorítmicos basados sobre las mismas fueron desarrollados y aplicados con éxito para una variedad de problemas de optimización [14], [15], [16], [17], [18], [19] y [20].

Se pretende a través de esta línea de investigación, realizar un análisis comparativo de los trabajos realizados hasta el momento sobre *scheduling* dinámico con algoritmos evolutivos para diferentes problemas de máquina única (*Weighted Tardiness*, *Average Tardiness*, *Weighted Number of Tardy Job*), pero abordado con otra metaheurística diferente como es el caso de ACO.

## 1. INTRODUCCIÓN

Cuando estamos ante un proceso de *scheduling* de actividades, es necesario seleccionarlas para construir una secuencia de las mismas, de manera que cumplan uno o más objetivos, y

---

<sup>1</sup> El Grupo de Investigación cuenta con el apoyo de la Universidad Nacional de La Patagonia Austral.

satisfagan un conjunto de restricciones del dominio del problema. Durante este proceso se deberá seleccionar entre planificaciones (*schedules*) alternativas y asignar recursos y tiempos a cada actividad, de manera tal que dichas asignaciones respeten las restricciones temporales de las actividades (*jobs*) y las capacidades limitadas de un conjunto de recursos compartidos, para que puedan ser minimizadas ciertas funciones objetivo (por ejemplo *tardiness*, *makespan*, etc.).

Dentro del ámbito de *scheduling*, los modelos más estudiados han sido siempre los modelos conocidos como estáticos, en donde las actividades, los recursos, los tiempos de procesamiento están predefinidos, es decir que no se modifican durante el proceso. Pero en los problemas del mundo real existen otra serie de decisiones que interactúan con el modelo clásico, como por ejemplo cambiar la cantidad y/o configuración interna de los recursos mientras el proceso de *scheduling* está en avance para balancear los cambios en la carga de los *jobs* que arriban al sistema; o puede aumentar o disminuir la cantidad de operarios en el sistema, en distintos momentos del día; o uno o más recursos pueden deshabilitarse temporalmente por razones de falla o mantenimiento. Si los modelos contemplan alguna de estas decisiones se obtienen los modelos de dinámicos.

Ante la presencia de un modelo dinámico, existen diferentes criterios para categorizar las clases de ambientes dinámicos: frecuencia del cambio, severidad del cambio, ¿cuán predecible es el cambio?, o ¿hay un ciclo repetitivo en los cambios? [13]. Además de las posibles clasificaciones y/o alternativas de cambios en el entorno, existe una cuestión muy importante a tener en cuenta que es la manera en que se evalúan los algoritmos propuestos para un problema dinámico, ya que las comparaciones no son tan directas como lo podrían ser en un entorno estático, y por ende el análisis de la calidad de los algoritmos propuestos debe ser muy cauteloso.

Para el caso de problemas de *scheduling* dinámico, se pueden considerar diferentes aspectos que tienen que ver con los problemas reales en general, como son el cambio de fecha límite de terminación de las tareas (*due dates*) o cambios en el tiempo de procesamiento de una tarea. Sin embargo existen otras alternativas que son más específicas de los problemas de *scheduling*, como puede ser que se agreguen nuevas tareas durante el proceso de asignación de recursos, o por el contrario, eliminación de tareas, rotura de máquinas, etc. Aunque estos tipos de cambios son más complejos de manejar, son más cercanos a situaciones encontradas en el mundo real.

En la siguiente sección se describen características generales de diferentes metaheurísticas, en la sección 3 se detallan aspectos particulares de la metaheurística ACO y finalmente en la sección 4 se presentan las líneas de investigación y trabajos futuros.

## **2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS METAHEURÍSTICAS**

Todas las metaheurísticas tienen en común que intentan evitar la generación de soluciones de pobre calidad [12], introduciendo mecanismos generales que extiendan el problema específico, algoritmos de una corrida como heurísticas de construcción, o búsqueda local de mejora iterativa. Las diferencias entre las metaheurísticas disponibles tienen que ver con las técnicas empleadas para evitar que se estanque en soluciones sub-óptimas y el tipo de trayectoria seguida en el espacio de cualquiera de las soluciones, parcial o total.

Una primera distinción que puede hacerse entre metaheurísticas, es si ellas se basan en búsqueda constructiva o local. Otra distinción importante está dada en que en cada iteración, ellas manipulan una solución simple o una población de soluciones. Aunque las metaheurísticas constructivas y basadas en la población pueden ser usadas sin recurrir a la búsqueda local, muchas veces su rendimiento puede ser mejorado enormemente si ésta es incluida. Este es el caso para ACO y AE.

Otra clasificación de metaheurísticas tienen que ver con el uso de memoria, es decir, aquellas que explotan memoria para dirigir la búsqueda futura: *Tabu Search* memoriza explícitamente, soluciones encontradas previamente o componentes de soluciones vistas previamente; *Guided Local Search* (GLS), almacena penalidades asociadas con componentes soluciones para modificar la función de evaluación de soluciones; y *Ant Colony System* (ACO) usa feromona para mantener una memoria de experiencias pasadas.

Es interesante notar que, para todas las metaheurísticas, existe un criterio de terminación no general. En la práctica, se usan un número de reglas generales: el máximo tiempo transcurrido en CPU, el número máximo de soluciones generadas, el porcentaje de desviación desde un *lower/upper bound* al óptimo, y el máximo número de iteraciones sin mejora en la calidad de la solución, son ejemplos de tales reglas. En algunos casos, se pueden definir reglas generales dependientes de la metaheurística.

ACO tiene varias características que en su combinación particular lo hace un enfoque único: usa una población (colonia) de hormigas que construye soluciones explotando una forma de memoria indirecta llamada feromona artificial.

### **3. METAHEURÍSTICA ACO PARA AMBIENTES DINÁMICOS**

Considerando las características de los ambientes dinámicos, sería deseable contar con un algoritmo de optimización que sea capaz de ir adaptando continuamente la solución a los cambios del entorno, re-usando la información obtenida en el pasado. Los Algoritmos Evolutivos (AEs) parecen ser los candidatos apropiados ya que tienen mucho en común con la evolución natural, y la adaptación en la naturaleza es un proceso continuo.

El problema principal con los AEs, es que ellos convergen eventualmente a un óptimo y pierden así su diversidad que es necesaria para explorar eficientemente el espacio de búsqueda. Así, una vez que la población del algoritmo evolutivo converge, ésta también pierde su habilidad para adaptarse a un cambio en el entorno cuando tal cambio ocurre. En consecuencia, se requiere de mecanismos adicionales que provean permanente diversidad en la población sin perturbar el proceso de búsqueda.

Por otro lado, la metaheurística ACO está inspirada en el comportamiento de las hormigas reales. Puede ser aplicada a cualquier problema de optimización, para que un procedimiento de construcción de una solución pueda ser realizado. ACO se caracteriza por ser un método de búsqueda distribuida, estocástica y basada en la comunicación indirecta de una colonia artificial de hormigas, transmitida por trayectos artificiales de feromona. Estos trayectos sirven como información usada por las hormigas para construir probabilísticamente soluciones al problema bajo consideración. Las hormigas modifican los trayectos de feromona durante la ejecución del algoritmo para reflejar su experiencia de búsqueda [12].

La aplicación de ACO es particularmente interesante para: problemas NP-duros, que no pueden ser resueltos eficientemente por muchos algoritmos tradicionales; problemas dinámicos del camino más corto, en el cual algunas propiedades de la representación del grafo del problema, cambian concurrentemente en tiempo extra con el proceso de optimización; problemas en los cuales la arquitectura computacional está distribuida espacialmente. La versatilidad de la metaheurística ACO ha sido mostrada en varias aplicaciones.

### **4. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS**

Hasta este momento la investigación en el grupo ha estado orientada al estudio de ambientes dinámicos para problemas de máquina única, abordados en todos los casos con Algoritmos Evolutivos [8], [9], [10], [11], [21]. Con el objetivo de diseñar e implementar diferentes heurísticas alternativas, se ha iniciado el estudio en primer lugar del comportamiento de la metaheurística ACO. En este sentido se prevé además el diseño e implementación de

experimentos que permitan poder realizar la evaluación de la heurística y analizar los resultados obtenidos, a fin de poder hacer un análisis comparativo con los resultados ya obtenidos para ambientes dinámicos con AEs.

A futuro se realizará el estudio de otras metaheurísticas desarrolladas y se analizarán los resultados obtenidos para cada una de ellas a los fines de poder realizar una comparación de resultados que nos indique cuál es la mejor heurística a utilizar para el modelo dinámico planteado, suponiendo para este caso que solo exista una.

Además de analizar el comportamiento de las distintas metaheurísticas en el mismo ambiente dinámico estudiado con algoritmos evolutivos, se prevé hacer un análisis más profundo sobre los diferentes modelos dinámicos en la planificación.

Todos estos problemas han sido desarrollados sin restricciones, por lo que en enfoques futuros se incorporarán a estos problemas, algunas restricciones que hasta el momento no han sido analizadas tales como *preemption vs nonpreemption*, inserción vs no inserción de tiempo ocioso, *set up* dependientes de la secuencia, dependencia entre jobs (*precedence constraints*) entre otros.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Nacional de la Patagonia Austral por su apoyo al grupo de investigación y la cooperación y las críticas constructivas proporcionadas por el mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Bierwirth, et. al – *Production Scheduling and Rescheduling with Genetic Algorithms* – Evolutionary Computation, 7, N° 1, págs. 1 - 17, 1999.
- [2] Fang H. – *Genetic Algorithms in Timetabling and Scheduling* – Department of Artificial Intelligence, University of Edinburg, Scotland, 1994.
- [3] Vazquez M. y Whitley , D – *A Comparision of Genetic Algorithms for the Dynamic Job Shop Scheduling Problem* – Parallel Problem Solving from Nature VI, 2000.
- [4] Lin S., et. al – *A Genetic Algorithm Approach to Dynamic Job Shop Scheduling Problems* – International Conference of Genetic Algorithms, 1997.
- [5] Whitley, D. y Kauth, G. – *GENITOR: A Different Genetic Algorithm* – Proceedings Rocky Mountain Conference on Artificial Intelligence, 1988.
- [6] Madureira A., Ramos C., do Carmo Silva, Silvio – *A Genetic Approach to Dynamic Scheduling for Total Weighted Tardiness Problem*, PLANSIG'99, 18<sup>th</sup> Workshop of the UK Planning and Scheduling Special Interest Group, Manchester, UK, 1999.
- [7] Mao W., Kincaid R. y Rifkin, A. – *On-line Algorithms for a Single Machine Scheduling Problem*, en Impact of Emerging Technologies in Computer Science and Operation Research, págs. 157 – 173, 1995.
- [8] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Vilanova G., Gallard, R. – *Algorithms to Solve the Dynamic Weighted Tardiness Problems*, VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Bs. As., pág. 609 – 616, Octubre 2002.
- [9] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Gallard, R. – *Heuristics to Solve Dynamic W-T Problems in Single Machine Environments*, Proceedings of the International Conference on Computer Science, Software Engineering Information Technology, e-Business and Applications, págs. 432 –437, Rio de Janeiro, June 2003, Brazil.

- [10] De San Pedro M., Lasso, M., Villagra A., Pandolfi D., Gallard, R. – *Solutions to the Dynamic Average Tardiness Problem in Single Machine Environments*, IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, págs. 729 – 739, Octubre 2003.
- [11] Lasso, M., Pandolfi D., De San Pedro M., Villagra A., Gallard, R. – *Solving Dynamic Tardiness Problems in Single Machine Environments*, IEEE Congress on Evolutionary Computation, Vol. I, págs. 1143 – 1149, Portland, USA, 2004.
- [12] Dorigo, M. y Stützle, T. – *Ant Colony Optimization*, The MIT Press, 2004.
- [13] Branke J. – *Evolutionary Optimization in Dynamic Environments (Genetic Algorithms and Evolutionary Computation)*. Kluwer Academic Publishers (KAP), 2002.
- [14] Coloni, A., Dorigo, M., Maniezzo V., Trubian, M. – *Ant System for Job Shop Scheduling*, JORBEL – Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science, Vol. 34, N°19, págs. 39 – 53.
- [15] Bauer, A., Bullheimer, B., Hartl R. F., Strauss, C. – *Minimizing Total Tardiness on a Single Machine using Ant Colony Optimization*, Central European Journal of Operations Research and Economics, Vol 8, N° 2, págs. 125-141, 2000.
- [16] Blum C. – *ACO Applied to Group Shop Scheduling: A Case Study on Intensification and Diversification*, Proceedings of ANTS 2002, Lecture Notes in Computer Science Series, N° 2463, Springer-Verlag, 2002.
- [17] Pfahringer, B. – *Multi-agent Search for Open Shop Scheduling. Adapting the Ant\_Q Formalism*, Technical Report TR-96-09, Australian Research Institute for Artificial Intelligence, Vienna, 1996.
- [18] Gagné C., Price, W. L., Gravel, M. – *Comparing an ACO Algorithm with other Metaheuristics for the Single Machine Scheduling Problem with Sequence-dependent setup times*, Journal of Operational Research Society, Vol. 53, págs. 895 – 906, 2002.
- [19] Merkle, D., Middendorf, M. – *On Solving Permutation Scheduling Problems with Ant Colony Optimization*, Technical Report 415, Institute AIFB, University of Karlsruhe, 2002.
- [20] Guntsch, M., Middendorf, M. – *Applying Population Based ACO to Dynamic Optimization Problems*, Proceedings of ANTS2002, Lecture Notes in Computer Science Series N° 2463, págs. 111 – 122, Springer-Verlag, 2002.
- [21] de San Pedro M., Pandolfi D., Lasso M., Villagra A. - *Dynamic Scheduling Approaches to solve Single Machine Problems* – ASC 2005 - The Ninth IASTED International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing – pp 275-280, Benidorm, España, 2005

# **Metaheurísticas basadas en Inteligencia Computacional Aplicadas a la Resolución de Problemas de Optimización Numérica con y sin Restricciones y Optimización Combinatoria**

Victoria Aragón<sup>†</sup>, Leticia Cagnina<sup>†</sup>, Claudia Gatica<sup>†</sup>, Susana Esquivel<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)  
Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 - Local 106  
(5700) - San Luis - Argentina  
Tel: (02652) 420823 / Fax: (02652) 430224  
e-mail: {esquivel, vsaragon, lcagnina, crgatica}@unsl.edu.ar

## **Resumen**

En esta presentación se describen en forma breve algunas de las direcciones de investigación que en la actualidad se están desarrollando dentro de la línea "Optimización Mono y Multiobjetivo" del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC). Uno de los objetivos de esta línea, es el estudio y desarrollo de metaheurísticas aptas para resolver problemas de optimización numérica y combinatoria. En particular, el énfasis está puesto en las heurísticas de la inteligencia computacional basadas en los paradigmas de inteligencia colectiva y biológicos.

## **1. Introducción**

En la actualidad la línea de investigación focaliza su trabajo sobre tres heurísticas: Sistemas Inmunes (SI), Particle Swarm Optimizers (PSO) y Algoritmos Genéticos (AGs) Centralizados y Paralelos, atacando los siguientes problemas: Optimización Numérica con restricciones (SI, PSO), Optimización Multiobjetivo (PSO) y Problemas de Scheduling de Máquinas Paralelas Idénticas (AGs). En la sección dos se describe el grado de avance de cada problema tratado y la sección tres presenta las conclusiones y futuras líneas de trabajo.

## **2. Grado de Avance**

### **2.1. Sistemas Inmunes**

Actualmente el estudio está centrado en el desarrollo de un nuevo modelo de sistema inmune inspirado en el sistema inmune de los vertebrados. El modelo propuesto está basado en los linfocitos T.

El modelo trabaja sobre 3 subpoblaciones: células T vírgenes (CV), células T efectoras (CE) y células T de memoria (CM). Las subpoblaciones CV y CE contienen células representadas por cadenas binarias en código gray, en cambio, CM contiene cadenas de valores reales para representar a las células de memoria. Esto está inspirado en el hecho que las células de memoria poseen una representación fenotípica diferente a las otras dos. Los pasos del algoritmo se indican a continuación:

1. Para un número prefijado de iteraciones:
2. Generar NV células vírgenes en CV.
3. Evaluar función objetivo para determinar afinidad.
4. Efectuar procesos de proliferación (clonación) y de diferenciación (mutación).
5. Formar CE y CM con las mejores células de CV (reemplazando a las peores si no están vacías).
6. Aplicar proceso de reacción a CE, con las mejores formar una nueva CE.
7. Aplicar proceso de reacción a CM, con las mejores formar una nueva CM.
8. Mover mejores células de CE a CM (acorde con un porcentaje predeterminado).
9. Si corresponde decrementar en 1 el tamaño de CV e incrementar en 1 el de CE y CM.

El último paso tiene como objeto permitir una exploración global en las primeras etapas de la búsqueda y una exploración más localizada sobre las células consideradas promisorias hacia el final del proceso.

El modelo anterior se desarrolló inicialmente para optimizar funciones sin restricciones y el mismo fue validado con un conjunto de funciones de prueba tomado de la literatura especializada. Para poder aplicar el modelo propuesto a funciones con restricciones, fue necesario realizar pequeños cambios para distinguir las zonas del espacio de búsqueda que son factibles de las no factibles. En consecuencia la acción de determinar la afinidad de una célula ahora implica no sólo calcular su valor de función objetivo sino también verificar la cantidad de restricciones que satisface, el grado de violación de las restricciones y consecuentemente si la célula representa una solución factible o no. Por lo tanto, en la etapa de afinidad se incorporó el siguiente esquema de manejo de restricciones, dadas dos soluciones:

1. Si las dos soluciones son factibles se tiene en cuenta el valor de la función objetivo para determinar cuál es la mejor.
2. Si una solución es factible y la otra no lo es, entonces la mejor solución es la factible.
3. Si las dos son no factibles entonces se toma como mejor solución a aquella que viole en menor grado las restricciones del problema.

También el operador de mutación fue modificado puesto que si se está aplicando a una solución factible debe modificarla levemente para permitir la exploración del vecindario de la solución factible mientras que si la solución es no factible deberá modificarse en mayor medida, para permitirle escapar del óptimo local en el cual puede estar atrapada dicha solución. En este último caso, la dureza del cambio estará afectada por el grado de violación de las restricciones. Al ser evaluado el modelo (incorporado ya el esquema de manejo de restricciones descrito), usando las funciones con restricciones [10], los resultados obtenidos no fueron del todo satisfactorios. Por esta razón, actualmente se está trabajando en una modificación del esquema de manejo de restricciones. A continuación se describen brevemente los aspectos más relevantes de dicha modificación.

Cada población sigue encargada se efectuar una tarea específica: CV aportar diversidad, CE explorar la frontera entre la zona factible y la no factible y por último CM explorar la vecindad de las mejores soluciones encontradas. La diferencia radica en la forma de realizar estas tareas. A continuación se presenta el pseudocódigo del nuevo modelo:

1. Para un número determinado de iteraciones.
2. Inicializar población CV.
3. Dividir CV.

4. Reacción CE.
5. Inserción CE en CM.
6. Reacción CM.

En el primer paso se inicializa completamente la población de células vírgenes (CV) pero a medida que avanza la evolución la cantidad de células disminuye puesto que se espera que hacia el final del proceso no será necesaria mucha diversidad porque se ha alcanzado la vecindad de la solución óptima. Luego, se divide CV en soluciones factibles y no factibles insertándolas en CE\_fac y en CE\_nfac respectivamente. El proceso de reacción sobre ambas CEs es de la siguiente forma: CE\_fac muta con un tamaño de paso pequeño para explorar el vecindario de cada solución factible encontrada mientras que para aplicar la mutación en CE\_nfac se incorpora información del problema. Esto es, se asocia a cada solución el grado de violación de cada restricción como también la suma de éstas. También se ha asociado qué variables de decisión influyen en cada restricción. Esta información se usa al momento de aplicar el operador de mutación a las soluciones no factibles, para ello se busca la restricción con mayor violación y se modifican sólo las variables involucradas en dicha restricción. Este proceso hasta el momento parece ser satisfactorio para encontrar la zona factible. Finalmente se inserta un porcentaje de las mejores soluciones de CE\_fac y CE\_nfac en CM, priorizando las factibles sobre las no factibles y se aplica nuevamente el operador de mutación con paso pequeño para poder explorar el vecindario de las soluciones almacenadas en CM.

Actualmente se está revaluando el algoritmo modificado con el conjunto de funciones de prueba standarizado.

## 2.2. Particle Swarm Optimizer

En [15] se presentó el algoritmo CPSO para optimización de funciones con restricciones. Los resultados fueron contrastados con los de Stochastic Ranking [9] y con los de un algoritmo PSO [13] y publicados en un evento internacional [1]. El algoritmo es una implementación básica de la heurística PSO al que se le agregó un mecanismo sencillo de manejo de restricciones. Las restricciones fueron consideradas como desigualdades, convirtiendo las igualdades a través de un factor  $\epsilon$  de tolerancia. CPSO incluye un operador de mutación y una fórmula particular de actualización de partículas la cual evita la convergencia prematura hacia óptimos locales. Los detalles de implementación pueden consultarse en [1] como así también los resultados obtenidos para las 13 funciones de prueba elegidas. Actualmente se está trabajando en una versión mejorada de este algoritmo llamado CPSO-shake, debido al mecanismo de movimiento de partícula que hemos incorporado. El fin de este mecanismo es aumentar la diversidad de la población de forma tal de escapar de zonas de estancamiento. CPSO-shake está siendo evaluado con el benchmark extendido presentado en [5], el cual cuenta con 20 funciones de prueba de diferente tipo. Los resultados obtenidos están siendo contrastados con el algoritmo Stochastic Ranking (SR) [9] el cual sigue siendo uno de los más representativos en el área de optimización restringida, así como también con un nuevo algoritmo propuesto en el 2006 [8] que es una aproximación de una estrategia evolutiva (AESSR) que utiliza también Stochastic Ranking. La primera comparación se realiza de manera directa ya que tanto CPSO-shake como SR realizan la misma cantidad de evaluaciones: 350000. Para la segunda comparación se realiza una comparación indirecta ya que el número de evaluaciones reportadas en [8] es superior a la utilizada por CPSO-shake, o sea: 500000.

Estos resultados están siendo reportados a un congreso internacional para su evaluación, aunque en estas pruebas previas puede observarse la alta competitividad de CPSO-shake cuando es comparado con SR y aún con AESSR el cuál utiliza más evaluaciones. Un resumen de los mejores valores obtenidos

por los algoritmos para las 20 funciones de prueba, puede ser visto a continuación. En la figura 1 se compara el algoritmo CPSO-shake con SR y con AESSR en la figura 2 para el total de funciones de prueba.

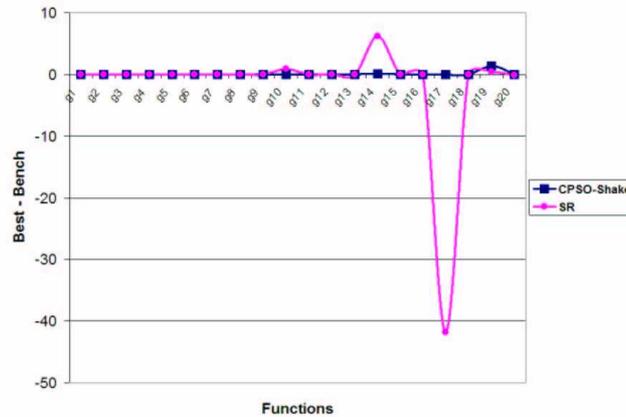


Figura 1: Comparación entre CPSO-shake y Stochastic Ranking

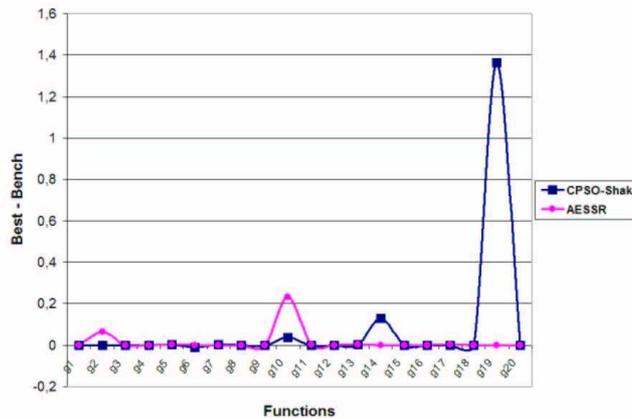


Figura 2: Comparación entre CPSO-shake y Approximate Evolution Strategy con Stochastic Ranking

Adicionalmente se está trabajando en la adaptación de la heurística PSO para problemas de optimización multicriterio, en primer instancia, para ambientes estáticos y, posteriormente, si los resultados obtenidos son buenos se extenderá para su aplicación en ambientes dinámicos.

### 2.3. Algoritmos Genéticos

Un interesante problema de optimización combinatoria es el problema de scheduling de máquinas paralelas idénticas, común en los sistemas de producción, donde es usual tratar de minimizar objetivos relacionados con el *due date*. El modelo básico se define: Las  $n$  tareas son procesadas sin interrupción sobre algunas de las  $m$  máquinas paralelas idénticas del sistema ( $P_m$ ), y cada máquina puede procesar una única tarea a la vez. La tarea  $j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) se hace disponible para su procesamiento en el tiempo cero, y ésta requiere un tiempo positivo y sin interrupciones para su procesamiento  $p_j$ , tiene un *due date*  $d_j$  en el cual la tarea debe estar idealmente terminada, y tiene un peso  $w_j$ .

Las funciones objetivo que nos interesa (relacionadas con *due date*) minimizar son: el *maximum tardiness* ( $T_{max}$ ), *average tardiness* ( $T_{avg}$ ), *weighted tardiness* ( $T_{wt}$ ), *number of tardy jobs* ( $N_t$ ), *weighted number of tardy jobs* ( $N_{wt}$ ).

Para estos problemas de scheduling, en la literatura [7] [6] se definen diversas reglas de despacho y heurísticas que proveen soluciones buenas en tiempos razonablemente cortos, dependiendo de que el número de tareas no sea muy grande.

Se pueden clasificar los AGs como: *centralizados secuenciales* donde existe una única población y se ejecutan secuencialmente sobre un único procesador; *descentralizados paralelos*, los cuales a su vez pueden subdividirse en gránulo grueso o AG distribuido, en ellos la población se subdivide en islas y cada isla ejecuta independientemente existiendo intercambios de individuos, entre las islas con una frecuencia dada o gránulo grueso o AG celular, donde los individuos son ubicados en una grilla toroidal d-dimensional (con d=1,2 y 3 es usado en la práctica), donde un individuo es ubicado en una celda de la grilla y se comunica con sus vecinos [12]. En la actualidad se está trabajando con un AG simple, tratando de optimizar en primer instancia las funciones objetivo *maximum tardiness* y *average tardiness* definidas:

$$T_{max} = \max_j(T_j)$$

$$T_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n T_j$$

Para llevar adelante los experimentos se han seleccionado 20 instancias de prueba de 100 jobs que fueron utilizadas en trabajos anteriores [4] [3] [2] y tienen un valor óptimo (el mejor valor encontrado hasta el momento) conocido y que son los que se usarán como benchmarks para comparar nuestros resultados. Todos los algoritmos implementados y ha implementar usan la librería MALLBA [14]. En una primera etapa se trabaja con un modelo centralizado secuencial y con un modelo distribuido (de gránulo grueso). Los algoritmos se ejecutan sobre un sistema paralelo, *cluster*, con el que cuenta el LIDIC. Algunos resultados preliminares ya muestran que un algoritmo genético simple, como el que se ha implementado, no logra buenos resultados para un problema duro como el que se está tratando (tanto en su versión secuencial como distribuida). Estos resultados pueden consultarse en [11]. Por tal razón los investigadores abocados a este problema están rediseñando el algoritmo para insertarle nuevas potencias, tales como inserción de conocimiento del problema, multirecombinación entre otras.

### 3. Conclusiones

En los problemas de optimización restringidos, el grupo que trabaja con sistemas inmunes se centrará en mejorar el esquema de manejo de restricciones y luego, el modelo será adaptado para trabajar sobre problemas de optimización en ambientes dinámicos y problemas de ingeniería del mundo real. El grupo que trabaja sobre el mismo tipo de problemas pero usando *particle swarm optimizer* dedicará, en primer instancia, su esfuerzo hacia el análisis de cómo lograr una mayor robustez del algoritmo, de manera de conseguir un comportamiento más homogéneo para las diferentes funciones de prueba y una menor variabilidad en ciertos estadísticos. En cuanto al problema de scheduling como ya ha sido expresado se está trabajando en una nueva versión del algoritmo. Una vez que éste esté puesto a punto tanto para el modelo secuencial como distribuido se encarará el modelo celular.

## 4. Reconocimientos

El LIDIC reconce el constante soporte brindado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPYCIT que financian sus actuales investigaciones.

## Referencias

- [1] L. C. Cagnina, Susana C. Esquivel, and C. A. Coello Coello. A particle swarm optimizer for constrained numerical optimization. In *9th International Conference - Parallel problem Solving from Nature - PPSN IX*, pages 910–919, Reykjavik, Island, 2006.
- [2] Ferretti E. and Esquivel S. A comparison of simple and multirecombined evolutionary algorithms with and without problem specific knowledge insertion, for parrallel machines scheduling. *International Transaction on Computer Science and Engineering*, 3(1):207–221, 2005.
- [3] Ferretti E. and Esquivel S. An efficient approach of simple and multirecombined genetic algorithms for parallel machine scheduling. In *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, volume 2, pages 1340–1347, Scotland, UK, September 2005. IEEE Center.
- [4] Ferretti E. and Esquivel S. Knowledge insertion: An efficient approach to simple genetic algorithms for unrestricted for parallel equal machines scheduling. In *GECCO'05*, pages 1587–1588, Washington DC, USA, 2005.
- [5] [http://www.ntu.edu.sg/home/EPNSugan/index\\_files/CEC-06/CEC06.html](http://www.ntu.edu.sg/home/EPNSugan/index_files/CEC-06/CEC06.html).
- [6] T. Morton and D. Pentico. *Heuristic Scheduling Systems*. John Wiley and Sons, New York, 1993.
- [7] M. Pinedo. *Scheduling: Theory, Algorithms and System*. Prentice Hall, 1995.
- [8] T. P. Runarsson. Approximate evolution strategy using stochastic ranking. In *2006 IEEE World Congress on Computation Intelligence*, volume 3, pages 2760–2767, British Columbia, Canada, 2006.
- [9] T. P. Runarsson and X. Yao. Stochastic ranking for constrained evolutionary optimization. In *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, volume 3, pages 284–294, 2000.
- [10] Thomas P. Runarsson and Xin Yao. Stochastic Ranking for Constrained Evolutionary Optimization. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 4(3):284–294, September 2000.
- [11] Esquivel S. and Gatica C. A comparision between centralized and decentralized genetic algorithms for the identical parallel machines scheduling. In *XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- [12] Enrique Torres Alba. *Parallel Metaheuristics, A New Class of Algorithms*, publisher = Wiley-Interscience, year = 2005.
- [13] G. Toscano Pulido and C. A. Coello Coello. A constrained-handling mechanism for particle swarm optimization. In *Congress on Evolutionary Computation*, pages 1396–1403, Portland, Oregon, USA, 2004.
- [14] España Universidad de Malaga. <http://neo.lcc.uma.es/mallba/mallba.html>.
- [15] Aragón V., Cagnina L., and Esquivel S. Metaheurísticas basadas en inteligencia computacional aplicadas a la resolución de problemas de optimización restringidos. In *VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2006)*, pages 195–201, Universidad Nacional de Morón, Buenos Aires, Argentina, 2006.

# MINERIA DE DATOS EN INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

García-Martínez, R., Britos, P., Diez, E., Ochoa, M. Merlino, H., Fernández, E., Rancán, C.

Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento  
Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires  
Tel: 54-11-6393-4843 - E-mail: rgm@itba.edu.ar  
Web: <http://www.itba.edu.ar/capis>

## 1. Objetivos del Proyecto

Este proyecto tiene por objetivos: [a] definir un marco teórico que permita determinar de qué manera, los sistemas inteligentes puede utilizarse para descubrir automáticamente descripciones cualitativas de una base de datos que mejoren la calidad de la inteligencia de negocio, [b] determinar la calidad (por contraste con expertos del dominio) del conocimiento cualitativo inferido automáticamente y [c] desarrollar técnicas y fases metodológicas que mejoren el proceso de minería de datos con énfasis en la inteligencia de negocio.

## 2. Resultados

Los resultados del proyecto pueden agruparse en tres áreas: aspectos metodológicos, fundamentos y aplicaciones.

### 2.1. Aspectos Metodológicos de la Minería de Datos en Inteligencia de Negocios

Dentro de los aspectos metodológicos se ha trabajado en: la definición de técnicas de modelado centradas en el entendimiento del negocio [Ochoa, 2006; Ochoa *et al*, 2006], la definición de métodos de preprocesamiento de datos orientado al uso de explotación de información basado en sistemas inteligentes [Merlino, 2004; Merlino *et al*, 2005], la especificación, diseño y desarrollo de un gestor metodológico para proyectos de minería de datos [Fernández *et al*, 2005; Fernández, 2006] y el desarrollo de una metodología para la selección de herramientas de minería de datos [Britos *et al*, 2006].

### 2.2. Fundamentos de la Minería de Datos en Inteligencia de Negocios

En el área de fundamentos se ha trabajado en la integración metodológica de herramientas inteligentes para explotación de información [Ochoa, 2004; Ochoa *et al*, 2006], en el estudio de herramientas de obtención de sub-óptimos basada en algoritmos genéticos [Cottone, 2004], en el análisis de clasificadores bayesianos [Fernández, 2004], en el nivel de significación estadística del aprendizaje en estos [Césari, 2006] y el estudio comparativo de distintos algoritmos [Groppo Parisi, 2006], en la detección automática de reglas de asociación [Cartagenova, 2005]; y en ambientes de integración: de herramientas para exploración de datos centrados en la web [Merlino, 2006] y sistemas basados en conocimiento y de descubrimiento [Rancán *et al*, 2006; 2007].

### 2.3. Aplicaciones de la Minería de Datos en Inteligencia de Negocios

Dentro de las aplicaciones de la minería de datos en inteligencia de negocios se ha explorado el uso en: predicción de ventas basada en redes neuronales [Nojec *et al*, 2003], análisis de los deudores del sistema financiero [Sal, 2005], identificación de patrones de caras humanas [Britos *et al*, 2005], detección en el patrón de consumo de usuarios de un servicio [Britos *et al*, 2006], en la identificación de variaciones de cubos sísmicos [Cersosimo *et al*, 2006], a análisis de variables agrometeorológicas [Cogliati *et al*, 2006a; 2006b; 2006c], diagnóstico de calidad de datos en sistemas de mantenimiento [Cuello *et al*, 2006], detección de patrones en imágenes médicas [Ferrero 2006; Ferrero *et al*, 2006], identificación de hábitos de uso de sitios web utilizando SOM [Martinelli *et al*, 2006], en la detección de patrones delictivos en Argentina [Perversi, 2007] y en la estratificación de afiliados en una compañía de medicina prepaga con el objeto de determinar grupos de alto impacto económico y patrones de indeseabilidad para la selección de afiliados [Abatti, 2007].

### 3. Líneas de Trabajo

A la fecha de la presentación de esta comunicación se continúa trabajando en: la integración de sistemas basados en conocimiento y de descubrimiento y su aplicación a la toma de decisiones estratégicas operacionales [Rancán *et al*, 2006] y en la cartografía de textos centrada en métodos iconográficos de observación, exploración y comunicación aplicados a la minería de textos [Césari, 2007].

### 4. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Proyecto: dos tesis de doctorado, siete tesis de magíster, siete trabajos finales de especialidad, tres tesis de grado en ingeniería y los planes de investigación de cuatro docentes.

### 5. Referencias

- Abatti, A. 2007. *Aplicación de Redes Neuronales para la Estratificación de Afiliados en una Compañía de Medicina Prepaga con el Objeto de Determinar Grupos de Alto Impacto Económico y Patrones de Indeseabilidad para la Selección de Afiliados*. Proyecto de Tesis de Grado en Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Britos, P. Abasolo, M., García-Martínez, R. y Perales, F. 2005. *Identification of MPEG-4 Patterns in Human Faces Using Data Mining Techniques*. Proceedings 13 th International Conference in Central Europe on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision'2005. Pág. 9-10.
- Britos, P., Grosser, H., Sierra, H. y García Martínez, R. 2006. *Unusual Changes in Consumption Detection in Mobile Phone Users..* Research in Computing Science Journal, 21: 195-204.
- Britos, P., Merlino, H., Fernández, E., Ochoa, M., Diez, E. y García Martínez, R. 2006. *Tool Selection Methodology in Data Mining*. Proceedings V Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 85-90.

- Cartagenova, S. 2005. *Detección Automática de Reglas de Asociación*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Cersosimo, S., Ravazzoli, C., García-Martínez, R. 2006. *Identification of Velocity Variations in a Seismic Cube Using Neural Networks*. IFIP International Federation for Information Processing, Volume 218, ISSN 1571-5736, Professional Practice in Artificial Intelligence, eds. J. Debenham, (Boston: Springer), pp. 11-19.
- Césari, M. 2006. *Nivel de Significación Estadística para el Aprendizaje de una Red Bayesiana*. Trabajo Final de Especialidad en Tecnologías de Explotación de Información. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Cesari, M. 2007. *Cartografía de Textos. Métodos Iconográficos de Observación, Exploración y Comunicación Aplicados a la Minería de Textos*. Proyecto de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Cogliati, M., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006a. *Análisis de Variables Agrometeorológicas en Noches de Heladas u utilizando Mapas Auto Organizados y Algoritmos de Inducción*. XI Reunión Argentina de Agrometeorología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.
- Cogliati, M., Britos, P., García-Martínez, R. 2006b. *Análisis del Viento en el Valle del Río Negro Mediante Mapas Auto Organizados y Algoritmos de Inducción*. Avances en Energías Renovables y Ambiente Vol. 10. Pág. 11.137-11.144.
- Cogliati, M., Britos, P., García-Martínez, R. 2006c. *Patterns in Temporal Series of Meteorological Variables Using SOM & TDIDT*. IFIP International Federation for Information Processing, Volume 217, ISSN 1571-5736, Artificial Intelligence in Theory and Practice, ed. M. Bramer, (Boston: Springer), pp. 305-314.
- Cottone, A. 2004. *Estudio de Una Herramienta de Obtención de Sub-óptimos Basada en Algoritmos Genéticos*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Cuello, G., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006. *Diagnóstico de Calidad de Datos en Sistemas de Mantenimiento. Comparación entre Mapas de Karnaugh y Algoritmos de Inducción*. Memorias de las 1ras. Jornadas de Calidad en Mantenimiento e Inspección del Instituto Argentino del Petroleo y Gas.
- Fernández, E. 2004. *Análisis de Clasificadores Bayesianos*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Fernández, E. 2006. *Asistente para la Gestión de Documentos de Proyectos de Explotación de Datos*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Fernández, E., Merlino, H., Ochoa, M., Diez, E., Britos, P. y García-Martínez, R. 2005. *Gestión Asistida de Documentos. en una Metodología de Explotación de Información*. Proceedings del II Workshop de Ingeniería de Software y Bases de Datos del XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 504-514.
- Ferrero, G. 2006. *Detección de Patrones en Imágenes Médicas*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Ferrero, G., Britos, P., García-Martínez, R. 2006. *Detection of Breast Lesions in Medical Digital Imaging Using Neural Networks*. IFIP International Federation for Information Processing, Volume 218, ISSN 1571-5736, Professional Practice in Artificial Intelligence, eds. J. Debenham, (Boston: Springer), pp. 1-10.

- Grosso Parisi, T. 2006. *Learning Bayesian Networks Skeleton: A Comparison Between TPDA and PMMS Algorithm*. Tesis de Grado en Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires (En cooperación con la Université Claude Bernard Lyon I).
- Martinelli, D., Merlino, H., Britos, P., García-Martínez, R. 2006. *Identificación de Hábitos de Uso de Sitios Web Utilizando SOM*. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software, 8(1): 17-24 .
- Merlino, H. 2004. *Un Método de Preprocesamiento de Datos Orientado al Uso de Explotación de Información Basado en Sistemas Inteligentes*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Merlino, H. 2006. *Ambiente de Integración de Herramientas para Exploración de Datos Centrados en la Web*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Merlino, H., Britos, P., Ierache, J., Diez, E. y García-Martínez, R. 2005. *Un Método de Transformación de Datos Orientado al Uso de Explotación de Información*. Proceedings del II Workshop de Ingeniería de Software y Bases de Datos del XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 22-32.
- Nojec, S., Britos, P., Brossi, B., García Martínez, R. 2003. *Pronóstico de Ventas: Comparación de Predicción entre Redes Neuronales y Métodos Estadísticos*. Revista Eletrônica de Ciência Administrativa. Volumen 2 N° 1 ISSN: 1677-7387.
- Ochoa, A. 2004. *Herramientas Inteligentes para Explotación de Información*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Ochoa, A. 2006. *Uso de Técnicas de Educación para el Entendimiento del Negocio*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Ochoa, M., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006. *Una Protofase de Entendimiento del Negocio para Metodologías de Desarrollo de Sistemas*. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. San Luis. Argentina.
- Perversi, I. 2007. *Aplicación de Minería de Datos para la Exploración y Detección de Patrones Delictivos en Argentina*. Proyecto de Tesis de Grado en Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Rancán, C., Pesado, P. y García-Martínez, R. 2006. *Hacia una Propuesta Integradora de Sistemas Basados en Conocimiento y de Descubrimiento*. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. San Luis. Argentina.
- Rancán, C., Pesado, P. y García-Martínez, R. 2007. *Toward Integration of Knowledge Based Systems and Knowledge Discovery Systems*. Journal of Computer Science & Technology, 7(1): 91-97.
- Sal, E. 2005. *Análisis de los Deudores del Sistema Financiero a través de la Explotación de Datos*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

# Modelado de Inferencia y Preferencias en Sistemas Multiagentes utilizando Argumentación

**Carlos Iván Chesñevar<sup>†</sup>    Jürgen Dix<sup>‡</sup>    Guillermo Ricardo Simari<sup>†</sup>  
Ana Maguitman<sup>†</sup>    Frieder Stolzenburg<sup>\*</sup>    Wojciech Jamroga<sup>‡</sup>  
Sergio Alejandro Gómez<sup>†</sup>    Nils Bulling<sup>‡</sup>**

<sup>†</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)  
Departamento de Cs. e Ing. de la Computación – Universidad Nacional del Sur  
Alem 1253 (8000) Bahía Blanca - Argentina – E-mail: {cic, agm, sag, grs}@cs.uns.edu.ar

<sup>‡</sup> Institut für Informatik, Universität Clausthal  
Julius-Albert-Str. 4, D-38678 Clausthal, Germany  
Email: dix@tu-clausthal.de, { wjamroga, bulling }@in.tu-clausthal.de

<sup>\*</sup> Fachhochschule Harz (University of Applied Studies and Research)  
Department of Automation and Computer Sciences  
Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode, Germany  
Email: fstolzenburg@hs-harz.de

## ABSTRACT

Este artículo presenta una descripción de los principales elementos que caracterizan los desafíos y metas a alcanzar asociados con la integración de inferencia basada en argumentación y preferencias en sistemas multiagentes. Se discute el rol de la Programación en Lógica Rebatible (DeLP), un formalismo argumentativo basado en la programación en lógica para dar soporte a diferentes aspectos de la representación de conocimiento y razonamiento en sistemas multiagentes. También se discute cómo diferentes extensiones de DeLP (particularmente aquellas que involucran la lógica posibilística y conocimiento vago) pueden ser relevantes en el contexto de sistemas multiagentes.

**Palabras Clave:** Argumentación, Sistemas Multiagentes, Representación de Conocimiento.

## 1 INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta una descripción de los principales elementos que caracterizan los desafíos y metas a alcanzar asociados con la integración de inferencia y preferencias basadas en argumentación en sistemas multiagente. Esto corresponde a una línea de investigación que ha sido iniciada en el marco de un proyecto bilateral Argentina-Alemania financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica (SeCyT, Argentina) y por el Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD, Alemania). Las universidades socias de este proyecto son la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Argentina), la Technische Universität Clausthal (Clausthal, Alemania) y la Fachhochschule Harz (Wernigerode, Alemania). La meta principal del proyecto es el modelado

computacional de procesos de inferencia en sistemas multiagentes [7, 1], capturados a través de extensiones de la denominada Programación en Lógica Rebatible (DeLP) [8], un lenguaje de programación que permite modelar el *razonamiento argumentativo* [4]. Parte de las motivaciones que guían este proyecto es el fructífero trabajo conjunto realizado anteriormente (1999-2001), coordinado por los Dres. Jürgen Dix y Guillermo Simari en el marco del proyecto DeReLop (Automating Defeasible Reasoning with Logic Programming), que fue financiado por la Oficina Internacional del BMBF (Alemania) y la Secretaria para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva (Argentina).

## 2 ARGUMENTACIÓN EN DELP Y SUS EXTENSIONES: BREVE RESEÑA

Durante la última década se han desarrollado varios sistemas formales para argumentación [4, 10]. La *Programación en Lógica Rebatible* (DeLP) [8] es uno de tales formalismos, y combina resultados de la teoría de la argumentación rebatible [11] y la programación en lógica. DeLP provee un entorno apropiado para la construcción de aplicaciones que resuelvan problemas del mundo real asociados a información incompleta y contradictoria en dominios dinámicos. En los últimos años ha habido diferentes extensiones de DeLP, que incorporan diferentes elementos relevantes. Así, en [6] se introduce P-DeLP, un nuevo lenguaje de programación en lógica que extiende las capacidades originales de DeLP para razonamiento cualitativo al incorporar el tratamiento de incerteza posibilística y conocimiento vago. Para la formalización se utiliza PGL, una lógica posibilística basada en la lógica fuzzy de Gödel. En otro trabajo reciente [3] se desarrolló el sistema O-DeLP, que refina al lenguaje DeLP pero especializado para el contexto de entornos dinámicos. En O-DeLP se brinda un mecanismo simple pero efectivo para que un agente pueda modelar nuevas percepciones entrantes, modificando su conocimiento sobre el mundo a partir de ellas. Finalmente, en el marco de la Web Semántica se han desarrollado trabajos que tienden a integrar a una extensión de DeLP para manipular conocimiento formulado a través de lenguajes de marcado (*markup languages*). Una de estas extensiones es XDeLP [9], que provee un lenguaje de scripting basado en argumentación.

## 3 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA

Investigaciones recientes han mostrado que DeLP y sus extensiones pueden aplicarse exitosamente para resolver gran número de problemas del mundo real (distribución de conocimiento en empresas [2], sistemas de recomendación [5], procesamiento de lenguaje natural [] etc.). Sin embargo, estos problemas se reducen a contextos de un *único* agente inteligente que razona con información incompleta y potencialmente inconsistente. La evolución de la computación distribuida y las redes de comunicación ha hecho que la comunidad de Inteligencia Artificial haya abordado el desarrollo de sistemas multiagentes que involucra diferentes agentes inteligentes autónomos, con capacidades de razonamiento individuales que deben coordinar sus recursos para poder alcanzar metas o resolver tareas. En este contexto juegan un rol central las preferencias de los agentes, mesurables en diferentes dimensiones (e.g. preferir una pieza de conocimiento por sobre otra, preferir interactuar con un agente por sobre otro para resolver un problema colaborativamente en base a su reputación, etc.). Para utilizar DeLP en un contexto multiagente se requiere de diferentes extensiones del formalismo original que permitan representar manipular grados de preferencia adecuadamente, integrando dichas extensiones a través de protocolos de interacción apropiados. Contar con una formalización como la propuesta facilitará desarrollar aplicaciones complejas basadas en sistemas multiagentes. El tema de investigación parte de varios resultados ya obtenidos en el ámbito de las ciencias básicas, y

tiene un impacto directo en el desarrollo de áreas tecnológicas de vanguardia en Ciencias de la Computación que se basan en interacción entre agentes, tales como la especificación de instituciones virtuales y el desarrollo y automatización de mercados y subastas electrónicas a través de Internet.

El proyecto se guiará por el método científico, combinando aspectos relacionados con investigación básica (formalización, estudio de propiedades lógicas, etc.) con aspectos aplicados (especificación e implementación de software, integración de extensiones de DeLP con plataformas multiagentes, etc.). A partir de la conjunción de estos aspectos se espera obtener resultados con impacto tecnológico en el ámbito de Ciencias de la Computación, y con amplias posibilidades de desarrollo de aplicaciones. Durante el primer semestre de trabajo que se ha iniciado se sincronizarán esfuerzos conjuntos entre los grupos de investigación de las distintas universidades intervinientes para definir el marco formal de trabajo. En esta primera etapa de trabajo se utilizarán resultados preliminares en el área de ontologías y argumentación, y se analizará su integración en un contexto multiagente utilizando extensiones de DeLP. Se espera que a partir de esta formulación pueda proveerse una primera especificación formal del sistema.

Posteriormente se consolidará esta especificación formal a partir de la definición de agentes basados en extensiones de DeLP y su interacción a través de protocolos de comunicación (formalizados a través de un lenguaje de diálogos). En una etapa final se abordará la fase de implementación y desarrollo del sistema resultante. Se partirá para ello del sistema DeLP ya implementado en la Universidad Nacional del Sur, y se lo integrará con una plataforma multiagente a nivel prototípico. Se contará para ello con los desarrollos en tecnología multiagente desarrollados en la Universidad de Clausthal. Se realizará la fase de evaluación y testeo final, analizando diferentes casos que resulten relevantes para aplicar el sistema. Se estudiará el comportamiento emergente del sistema resultante y posibilidades de extensiones y desarrollos futuros.

#### **4 RESULTADOS ESPERADOS**

Al culminar la investigación se espera obtener contribuciones en el área de las ciencias básicas y también contribuciones en el ámbito de aplicaciones tecnológicas. Los principales resultados esperados son:

- A nivel de desarrollo de aplicación, se desarrollará la especificación e implementación de un sistema multiagente que permita resolución de problemas a través de trabajo colaborativo utilizando la argumentación rebatible como paradigma subyacente. La argumentación será formalizada a través de extensiones apropiadas del formalismo DeLP (programación en lógica rebatible) actualmente existente. En tal sentido, se espera que los resultados obtenidos brinden una nueva perspectiva para desarrollar herramientas tecnológicas basadas en argumentos que funcionen desde un enfoque multiagente (en lugar de hacerlo desde una perspectiva centralizada, como hasta el momento).
- En el ámbito de la investigación básica, se analizarán las propiedades lógicas emergentes de las extensiones de DeLP en un contexto multiagente. Un estudio de dichas propiedades resulta de utilidad para modelar aspectos epistémico-cognitivos tanto de los agentes autónomos individuales como del sistema en su conjunto. También se estudiarán sistemas lógicos formales que permitan capturar diferentes características del razonamiento de sentido común a través de las extensiones de DeLP.

Transversalmente al desarrollo del proyecto se espera realizar publicaciones en congresos y revistas de la especialidad con los resultados de investigación obtenido. Asimismo, se espera que durante el desarrollo del proyecto los dos estudiantes de doctorado puedan consolidar su formación en investigación, y que el trabajo realizado contribuya a la culminación de sus Tesis doctorales.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación está financiada por los Proyectos 24/N016 y 24/ZN10 (Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Argentina), por CONICET (Argentina) y por el Proyecto Bilateral DA0609 (DAAD-SeCyT).

## References

- [1] BORDINI, R. H., DASTANI, M., DIX, J., AND FALLAH-SEGHRUCHNI, A. E., Eds. *Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications*, vol. 15 of *Multiagent Systems, Artificial Societies, and Simulated Organizations*. Springer, 2005.
- [2] BRENA, R., AGUIRRE, J., CHESÑEVAR, C., RAMIREZ, E., AND GARRIDO, L. Knowledge and information distribution leveraged by intelligent agents. *Knowledge and Information Systems* (2007).
- [3] CAPOBIANCO, M., CHESÑEVAR, C. I., AND SIMARI, G. Argumentation and the dynamics of warranted beliefs in changing environments. *Intl. Journal on Autonomous Agents and Multiagent Systems (JAAMAS) 11* (Sept. 2005), 127–151.
- [4] CHESÑEVAR, C., MAGUITMAN, A., AND LOUI, R. Logical Models of Argument. *ACM Computing Surveys* 32, 4 (Dec. 2000), 337–383.
- [5] CHESÑEVAR, C., MAGUITMAN, A., AND SIMARI, G. Argument-Based Critics and Recommenders: A Qualitative Perspective on User Support Systems. *Data and Knowledge Engineering* 59, 2 (Nov. 2006), 293–319.
- [6] CHESÑEVAR, C. I., SIMARI, G., ALSINET, T., AND GODO, L. A Logic Programming Framework for Possibilistic Argumentation with Vague Knowledge. In *Proc. of the Intl. Conference in Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI 2004)*. Banff, Canada (June 2004), pp. 76–84.
- [7] DIX, J., KRAUS, S., AND SUBRAHMANIAN, V. S. Heterogeneous temporal probabilistic agents. *ACM Trans. Comput. Log.* 7, 1 (2006), 151–198.
- [8] GARCÍA, A., AND SIMARI, G. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming* 4, 1 (2004), 95–138.
- [9] GÓMEZ, S., CHESÑEVAR, C., AND SIMARI, G. Defeasible reasoning in web-based forms through argumentation. *International Journal of Information Technology and Decision Making (in press)* (2007).
- [10] PRAKKEN, H., AND VREESWIJK, G. Logical Systems for Defeasible Argumentation. In *Handbook of Phil. Logic*, D. Gabbay and F. Guenther, Eds. Kluwer, 2002, pp. 219–318.
- [11] SIMARI, G., AND LOUI, R. A Mathematical Treatment of Defeasible Reasoning and its Implementation. *Artificial Intelligence* 53 (1992), 125–157.

# Modelado de la Distribución de Espacios Físicos mediante Algoritmos Evolutivos

Paula A. Millado, Guillermo R. Coronado, M. Laura Ivanissevich

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Lisandro de la Torre 1070 - Te: 02966-442321

{pmillado; gcoronado; mivanissevich}@uarg.unpa.edu.ar

Claudio A. Delrieux

Universidad Nacional del Sur

claudio@acm.org

## RESUMEN

En la unidad académica Río Gallegos de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, se realiza la distribución y asignación de cada cátedra a un aula, de forma manual, conformando así la grilla de horarios de la unidad. Son conocidas las frecuentes dificultades con las que se encuentra el personal a cargo al momento de realizar la tarea de reasignación de espacios ante eventos especiales, con resultados que, ante la premura, terminan desaprovechando el recurso edilicio que posee la citada unidad académica.

Nos hemos propuesto diseñar un modelo efectivo y flexible que realice esta tarea, minimizando la diferencia entre capacidad del aula y alumnos anotados por asignatura. Dicho modelo adopta las estrategias de un algoritmo evolutivo.

**Palabras Claves:** Algoritmos Evolutivos - Optimización.

## 1. Introducción

La asignación de la carga horaria de cada cátedra, a un aula (o espacio físico) disponible, es una tarea que se realiza manualmente en la Unidad Académica Río Gallegos de la UNPA. Las dificultades no se hacen esperar al momento de reasignar dichos espacios, por diversos motivos. Ni en las asignaciones originales ni en las reasignaciones, se tiene en cuenta la capacidad máxima de un espacio físico, desperdiciando este recurso. Esto sin mencionar los conflictos de asignaciones que sólo son detectados cuando llega el reclamo de los docentes al momento de descubrir la falla.

Nos hemos planteado el problema de obtener una distribución óptima de los espacios físicos disponibles minimizando (en esta primer etapa del proyecto) el número de bancos inutilizados. En comparación con otros trabajos realizados (ver [1] y [2]), en nuestro caso la tarea se ve simplificada por el hecho de disponer de todos los espacios físicos en un mismo

campus universitario, evitando así el problema de la movilidad de los alumnos. Así mismo todas las aulas disponen de las condiciones ambientales óptimas para su funcionamiento (calefacción, en nuestro caso).

Dentro de la amplia calificación de algoritmos evolutivos, nos hemos centrado en la modelización del problema haciendo uso de los Algoritmos Genéticos, sin descartar otros modelos para futuros enfoques.

## 2. Breve caracterización de un Algoritmo Genético

Un Algoritmo Genético (AG) consta de una representación esquemática a la que aplica una técnica de búsqueda (enfocada a problemas de optimización) basada en las teorías evolutivas Neodarwinianas. Es así que consta de procesos de selección de individuos más aptos de una población, que sobreviven al adaptarse, más eficientemente, a las exigencias del entorno. Este proceso se controla actuando sobre los genes de un individuo en los que está codificada cada una de sus características.

### 2.1. Bondades de un AG

Un AG difiere de los algoritmos tradicionales en los siguientes aspectos:

- Trabaja con la codificación de un conjunto de parámetros, no con los parámetros entre sí.
- Evalúa un grupo de soluciones en lugar de un solución por vez.
- Usa reglas de transiciones probabilísticas en lugar de reglas determinísticas.

- Evalúa las posibles soluciones sin aplicar ningún proceso de inferencia, salvando obstáculos vinculados a la definición de la función de supervivencia.

### 2.2. Representación del individuo

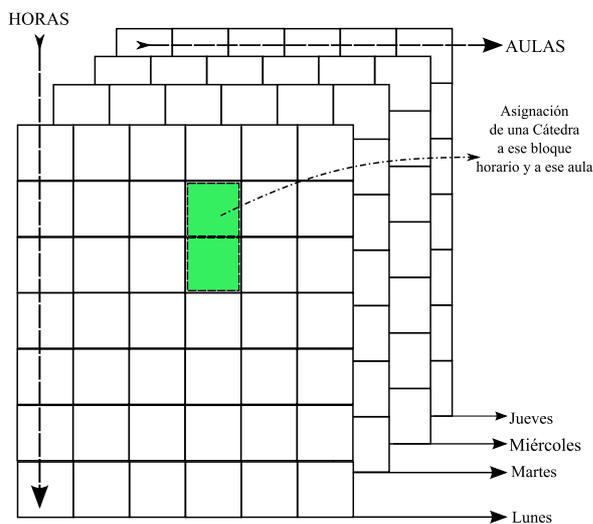
Un AG codifica las características del problema, representando los genes de cada individuo (o cromosoma) de la población de alguna manera. La forma tradicional de un AG (propuesta por John Holland) representa por ceros y unos los genes de cada cromosoma, aunque existen otros tipos de representaciones. La elección adecuada de dicha representación juega un papel importante en la eficacia del AG.

#### 2.2.1. Nuestra elección de individuo

Hemos decidido modelar a nuestro *cromosoma* o *individuo* como una serie de matrices que representan la semana laboral, donde cada matriz conserva la información por día, cada una de estas matrices está compuestas por filas que representan a las aulas y por columnas de horas, por lo que cada celda representa la asignación de un aula a una asignatura por una unidad de tiempo (generalmente una hora) debido a que las asignaturas pueden constar de 4,6,8,9 o 10 horas semanales en módulos de 2hs, 3hs o 4hs. Esta forma de ver al cromosoma evita la superposición de asignaciones.

### 2.3. La función *fitness* o función de aptitud

Representa el “ecosistema” donde el individuo vivirá; el que mejor se adapte, sobrevive. Matemáticamente hablando es la función-



Representación del individuo (cromosoma).

parámetro que evalúa una solución propuesta por el algoritmo.

### 2.3.1. Nuestro modelo de fitness

Estableciendo como premisa la intención de *minimizar* el espacio áulico desperdiciado, surge claramente que un primer intento de establecer la “regla de la vida” para los individuos de la población, se obtiene al monitorear la sumatoria de las diferencias entre el espacio físico del aula (en número de bancos) y el número de alumnos inscriptos a la cátedra asignada para esa aula. En síntesis:

$$\begin{aligned}
 Dif_p &= CapAula_i - AlCatedra_i \\
 \Delta_p &= \Phi Dif_p \\
 F_p &= \sum_{i=1}^{pob} (\Delta_p),
 \end{aligned}$$

El valor  $\Phi$  representa una constante de penalización da tal manera que:

- a) Si  $Dif_p = 0$  tenemos la situación ideal, luego  $\Phi = 1$ .

- b) Si  $Dif_p < 0$  tenemos el caso donde la capacidad del aula es inferior al número de alumnos inscriptos en la cátedra (estado no deseado), luego se le asigna a  $\Phi$  un valor lo suficientemente grande como para que el algoritmo le aplique una probabilidad baja en su proceso de supervivencia.

- c) Si  $Dif_p > 0$  tenemos el caso donde la capacidad del aula es superior al número de alumnos inscriptos. Esta es una situación deseada, sin embargo el algoritmo buscará la configuración que *minimice* este valor.

## 2.4. Generación de la población inicial o Birthpop

La primer etapa de un AG es la generación de la población inicial.

### 2.4.1. Nuestra birthpop.

Estamos evaluando dos alternativas, una de ellas es la generación clásica de una población inicial, es decir, totalmente aleatoria; como segunda opción se considera iniciar desde una asignación existente creada con una técnica tradicional (manual), buscando la optimización de dicha asignación. Para respetar la esencia de los algoritmos genéticos, la creación de la población inicial se realiza de forma aleatoria realizando un sorteo de las aulas entre las asignaturas a cubrir, si la celda sorteada se encuentra ocupada se sortea nuevamente.

## 2.5. Operadores de un AG

Un AG consta, esencialmente, de tres procesos conocidos como: *selección*, *crossover* o *cruzamiento* y *mutación*; los que, al aplicarse

garantizan la dinámica evolutiva que lo caracteriza.

### 2.5.1. Nuestro operador de selección

En nuestro modelo hemos elegido utilizar un proceso de selección basado en la rueda de la ruleta, es decir de la generación de hijos, se seleccionarán, probabilísticamente aquellos que mejor se ajustan a nuestra función *fitness*.

### 2.5.2. Nuestro operador de crossover

Este proceso consiste en entrecruzar subcadenas o partes del cromosoma (individuo) siguiendo algún método no determinístico de elección, tanto del número de subcadenas a intercambiar como del *lugar* del cromosoma donde se aplica la selección.

Se está evaluando la variante que mejor se adapte a nuestro modelo.

### 2.5.3. Nuestro operador de mutación

El operador mutación consiste en la alteración aleatoria de cada uno de los genes del individuo con cierta probabilidad. El objetivo de la mutación es el de producir diversidad en la población. Supongamos que al generar aleatoriamente la población inicial, en la misma posición de todos los cromosomas sólo aparece un único elemento del alfabeto utilizado, esto supondrá que con los operadores reproducción y cruce nunca cambiará dicho elemento, por lo que puede ocurrir que jamás se alcance la solución óptima de nuestro problema. Es necesario un operador que pueda cambiar aleatoriamente cualquier elemento de cualquier individuo. Esta es la misión del operador mutación.

En nuestro caso, seduce la idea de intercambiar aquellos genes caracterizados por aulas de

idéntica capacidad, aunque aún está en proceso de evaluación. Algunas ideas consisten en: a) la posibilidad de utilizar Automatas Celulares a nivel del gen, aprovechando la estructura matricial pensada para el individuo. b) Realizar una mutación a nivel del cromosoma, implementado a través del reordenamiento genético mediante un intercambio de días.

## 3. Implementación

Se está realizando las primeras pruebas de codificación en C++, debido a que posibilita el total control de los procesos y datos, siendo necesaria una amplia conciencia de estos. Se optó por tecnologías Orientadas a Objetos ante la posibilidad del uso de patrones de diseño como el Strategy del Catálogo de Patrones Gamma [5] que facilita la implementación eficiente de familias de algoritmos, de forma encapsuladas e intercambiables, entre otros.

## 4. Referencias

- [1] Karanik, Marcelo J. *Asignación Dinámica de Aulas Utilizando Algoritmos Genéticos*. Trabajo presentado en VIII WICC. 2005.
- [2] Karanik, Marcelo J. *Asignación Dinámica de Aulas Utilizando Algoritmos Genéticos*. Trabajo presentado en IX WICC. 2006.
- [3] Michalewicz, Z. *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Springer-Verlag, second edition, 1994.
- [4] Rechenberg, I. *Evolution strategie: Optimierung technischer systeme nach prinzipien derbiologischen evolution*. Frommann-Holzboog, 1973.
- [5] Gamma, Erich; Helm, Richard; Johnson, Ralph; Vlissides, John. *Design Patterns. Ele-*

*ments of Reusable Object-Oriented Software.*  
Editorial Addison-Wesley. 1995.

[6]Seed, Graham. *An Introduction to Object-Oriented Programming in C++.*  
Springer.1996

[7]Schildt, Herbert . *Borland C++. Manual de Referencia.* McGraw-Hill. 1997.

[8]Smith, A.E. and Tate, D.M. *Genetic Optimization Using a Penalty Function.* In Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms, 499-503. Urbana-Champaign, CA: Morgan Kaufmann. 1993.

[9]Burke, E.K. y J.P.Newall. *A multistage evolutionary algorithm for the timetable problem.* IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol.3, no.1, p.63-74 (abril de 1999).

[10] Goldbert, D. *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning.*  
Adison-Wesley Publishing Co. 1989.

# SISTEMAS ADAPTATIVOS INTELIGENTES

DURÁN Elena, COSTAGUTA Rosanna, MALDONADO Marilena, UNZAGA Silvina Isabel

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) - Universidad Nacional de Santiago del Estero  
Avenida Belgrano (s) 1912 – TE 0385-4509560 . Fax 0385-4509560.  
E-mail: {eduran, rosanna, maldonado, sunzaga} @unse.edu.ar

**Area de Interés:** Agentes y Sistemas Inteligentes

## Resumen

En este trabajo se presenta una de las líneas de investigación del proyecto *Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada* (CICyT – UNSE; Código 23/C062). Esta línea o subproyecto tiene por finalidad diseñar, desarrollar y evaluar Sistemas Adaptativos Inteligentes (SAI) en el ámbito de la educación y del comercio electrónico. En el artículo se presenta un resumen del subproyecto, sintetizando sus fines, el abordaje metodológico realizado a la problemática bajo estudio mediante la aplicación de la Metodología de los Sistemas Blandos, el grado de avance alcanzado hasta el presente, como también las líneas de acción futura.

**Palabras Claves:** Sistemas Adaptativos - Agentes Inteligentes – Memes - Comercio Electrónico – Sistemas de Aprendizaje

## 1. Introducción

Como la Web continúa ganando popularidad, son numerosos los servicios que operan en este ambiente, aunque muchos de ellos no satisfacen a los usuarios, quienes día a día se vuelven más exigentes y demandan un mejor servicio. La pregunta que cabe realizar es ¿qué se entiende por mejor servicio? Un mejor servicio implica: anticiparse a las necesidades del usuario, posibilitar una interacción eficiente, satisfacer sus necesidades, y construir una relación que lo motive para retornar en siguientes oportunidades. El objetivo es entonces proveer a los usuarios lo que ellos quieren o necesitan sin tener que preguntarles explícitamente. La respuesta a esta problemática ha sido el desarrollo de sistemas *adaptativos* o *personalizados*, sistemas que, basados en el conocimiento, alteran automáticamente aspectos de funcionalidad e interacción para lograr acomodar las distintas preferencias y requerimientos de los diferentes usuarios.

Nuestra línea de investigación se centra actualmente en los sistemas adaptativos aplicados a las áreas de comercio electrónico y educación. A diferencia de otras investigaciones existentes, proponemos considerar los rasgos culturales (meméticos) [1, 2] de usuarios como datos a tener en cuenta para la adaptación. Contemplar las cuestiones culturales es importante, ya que todo usuario es un ser social que se desenvuelve dentro de un grupo social, en el que se comparten un conjunto de objetivos, valores, normas, y perspectivas, que condicionan su accionar. Estos grupos culturales, crean y sostienen formas de trabajo que involucran tareas, rituales, patrones de comportamiento y prácticas rutinarias, que se ponen de manifiesto en acciones individuales y especialmente en acciones grupales. Así, un cliente en un sistema de comercio electrónico, demandará ciertos artículos, o un alumno aprenderá de una cierta forma en función de los rasgos culturales que comparte con el o los grupos de los que forma parte.

Así, el objetivo principal de esta investigación consiste en incorporar los rasgos culturales en los modelos de usuario de los SAI, en los dominios de aplicación antes nombrados, con el objetivo de incrementar su utilidad, haciendo que adapten de forma autónoma, su presentación, su organización y gestión.

## **2. Abordaje de la Problemática**

La problemática que se trata en este subproyecto se caracteriza por ser una problemática “blanda” (no estructurada, no determinística, de naturaleza heurística, etc.) [3], por lo tanto requiere de un abordaje particular para efectuar de manera adecuada la situación-problema, y no proponer soluciones inadecuadas, fuera de contexto, lo que implicaría procesos de transformación irrelevantes o de ningún efecto en la solución de los problemas existentes. Es por esto que, en la etapa inicial del subproyecto, se decidió utilizar la Metodología de los Sistemas Blandos (MSB) [4], que se caracteriza por emplear el Enfoque Sistémico [5], por considerar los diferentes puntos de vista que existen ante una misma situación, por identificar varios problemas relevantes, y porque permite transferir nuestras ideas a otros de una forma eficaz y eficiente.

Como resultado de la aplicación de la MSB, se ha elaborado un modelo conceptual (Figura 1) que permite describir y comprender los aspectos y procesos claves en el abordaje de la construcción de SAI.

El diseño de este subproyecto es una primera respuesta para mejorar el nivel de aceptación de los sistemas en los ambientes de aprendizaje y comercio electrónico. Tiene como finalidad proporcionar a los usuarios ayudas adaptativas a sus rasgos culturales; y contribuir a la formación y capacitación de investigadores y docentes del medio en teorías, métodos y técnicas vinculadas al desarrollo de SAI.

## **3. Grado de avance**

A la fecha se han analizado y evaluado modelos de usuario para SAI [5]. A partir de este estudio inicial se han identificado los rasgos culturales (memes) compartidos por los usuarios de sistemas de información (SI) de nuestra universidad, para luego categorizarlos según el grado de incidencia [6]. Para ello, fue necesario previamente, identificar indicadores que permitieran descubrir el estado de los componentes y las dimensiones de análisis de la cultura organizacional. A partir de esta identificación, y mediante la construcción de un instrumento de recolección de datos especialmente diseñado, se llevó a cabo el relevamiento de la información. Un posterior procesamiento posibilitó rescatar los memes predominantes en la población encuestada. Con el reconocimiento de estos memes fue posible mejorar la comprensión de la incidencia de los factores culturales en la operación de SI, particularmente, hizo posible identificar aquellos rasgos que son limitantes y los que actúan como promotores de actividad, como dato base para una futura personalización.

Particularmente, en el ámbito de los sistemas de aprendizaje, hemos trabajado en la identificación del estilo de aprendizaje, como rasgo cultural, que caracteriza a los estudiantes de carreras de Informática de nuestra universidad [7]. Con este propósito encuestamos a una muestra de estudiantes, aplicando el Test de Felder y Soloman [8]. La información recabada originó una base de datos a la que se le aplicó el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento (Knowledge Discovery from Database - KDD) [9]. Así, determinamos que existe un alto grado de homogeneidad en el estilo de aprendizaje de los alumnos. La identificación del *cluster* dominante permitió conocer además las características del estilo de aprendizaje compartido por la mayoría de los alumnos. Este trabajo representa un primer paso hacia la personalización del ambiente de aprendizaje.

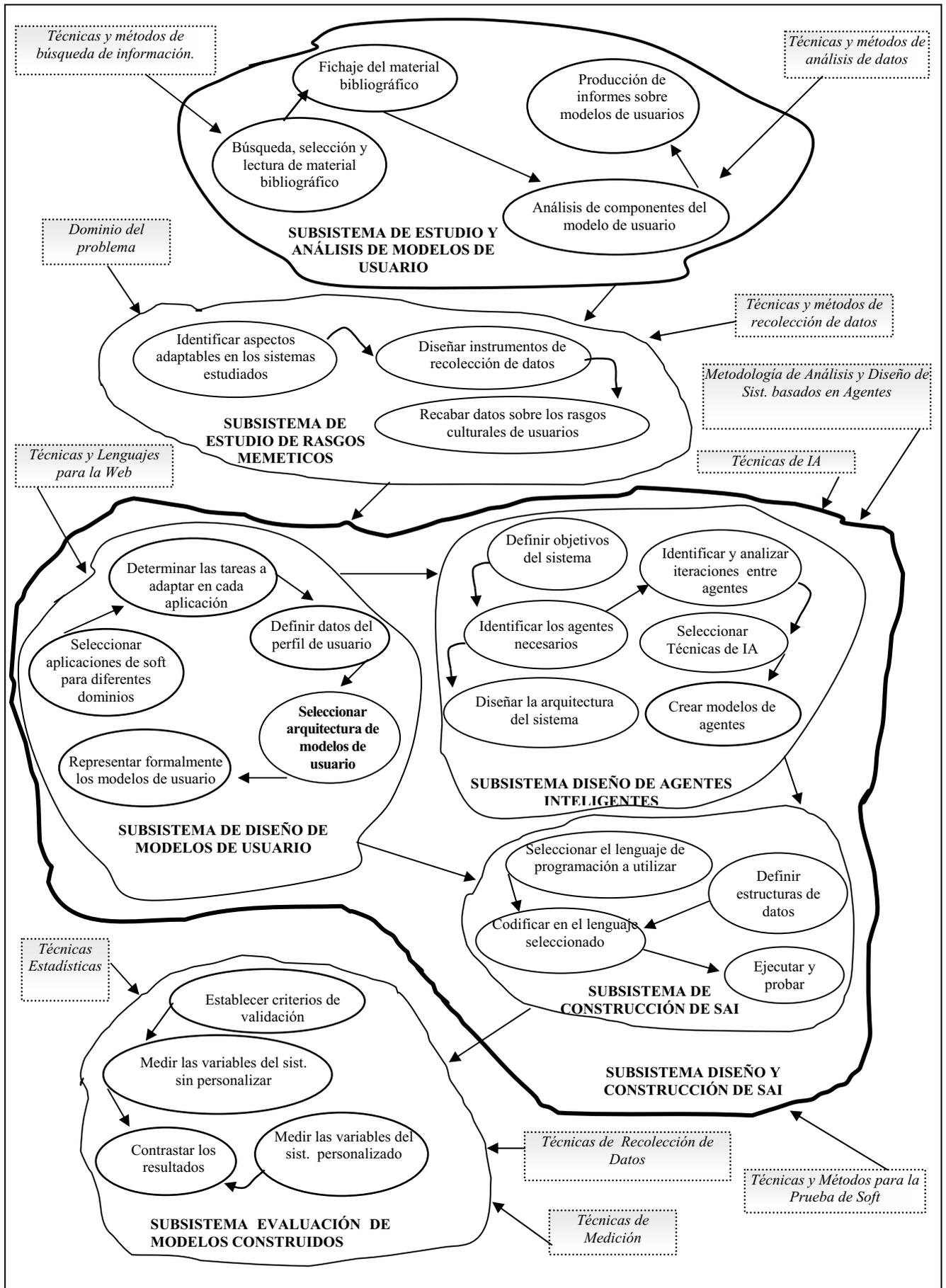


Figura 1. Modelo conceptual del abordaje para la construcción de SAI

Otro avance importante en el subproyecto fue la definición de un modelo de usuario genérico multinivel, basado en agentes, que permite concretar una búsqueda personalizada de sitios Web de comercio electrónico [10]. Con este modelo tratamos de alcanzar una importante meta, ayudar a los usuarios a localizar de manera eficiente información relevante a cerca de productos disponibles en tiendas virtuales. Para ello, adoptamos el perfil de usuario en tres niveles [11], ya que consideramos que es la mejor forma de modelar eficientemente los intereses de compra de un cliente.

El modelo desarrollado proporciona una estructura que permite indagar los atributos de una categoría de producto elegida, así como, soportar y mostrar las búsquedas personalizadas realizadas en función del perfil.

#### 4. Conclusiones y Líneas de acción futura

Hemos investigado los sistemas adaptativos dentro de las áreas de comercio electrónico y educación, a fin de obtener una base sólida sobre la cual desarrollar nuestras propuestas de personalización o adaptación en función de rasgos culturales.

A partir del marco logrado, hemos avanzado identificado los rasgos culturales que influyen en el ámbito de la educación y del comercio electrónico. Además, hemos definido un modelo genérico de personalización, basada en agentes inteligentes, aplicable en ambientes de comercio electrónico.

Actualmente, estamos trabajando en el diseño de un modelo de estudiante que contemple el estilo de aprendizaje, como base para adaptar un curso de Simulación soportado en la Web. Por otro lado, también iniciamos las tareas de desarrollo de un sistema de oferta adaptativa, donde la personalización se realizará en función del modelo de usuario multinivel diseñado.

#### 5. Referencias

- [1] Dawkins R. (1985) *El Gen Egoísta*, 1ª edición, Ed. Salvat, España.
- [2] Costaguta R. y Maldonado M. (2004) “Memética, el Próximo Paso de los Sistemistas”. *Revista Nuevas Propuestas*, Ed. El Liberal, Vol.36, pp. 123-131, Santiago del Estero, Argentina.
- [3] Checkland, P. (1998) *Information, Systems and Information systems: Making sense of the field*, John Wiley and Sons, Gran Bretaña.
- [4] Rodríguez Ulloa R. (1994). *La Sistémica, los Sistemas Blandos y los Sistemas de Información*, Universidad del Pacífico, Lima, Perú.
- [5] Rosnay, J. (1977) *El Macroscopio, hacia una visión global*, Edit. AC, Madrid..
- [6] Costaguta R (2006) “Una Revisión de Desarrollos Inteligentes para Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora”. *Revista Ingeniería Informática*, Edición nro. 13. Chile.
- [7] Costaguta R. y Maldonado M. (2006) “Rasgos Culturales Compartidos Por Usuarios De Sistemas Informáticos”. *Journal of Information Systems and Technology Management*, Vol. 3, No. 1, pp. 68-81, Sao Paulo, Brasil.
- [8] Durán E. y Costaguta R. (2007) “Minería de Datos para Descubrir Estilos de Aprendizaje”. *Revista Iberoamericana de Educación*, Sección “De los Lectores”, apartados: “Educación Superior” e “Investigación Educativa”.
- [9] Felder R. y Soloman V. (1984). *Index of Learning Styles*. <<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>> [Consulta: Marzo 2006]
- [10] Han J. y Kamber M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Academic Press, USA.
- [11] Costaguta R. y Durán E. (2006) “Personalización Basada en Agentes para Sistemas de Comercio Electrónico”. *Memorias Investigaciones Docentes en Ingeniería*. II Jornadas Regionales de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA (CT 06), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. Vol II, pp.: 548 – 554, Gloria del Valle Lopez (ed.). Edit. Sarquís. Catamarca, Argentina.
- [12] Liu D., Lin Y., Chen Ch., y Huang Y. (2001) “Deployment of personalized e-catalogues: An agent-based framework integrated with XML metadata and user models”, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol 24, pp.: 201-228.

# Sistemas Inteligentes basados en Neurocomputación

Laura Lanzarini<sup>1</sup>, Leonardo Corbalán<sup>2</sup>, Germán Osella Massa<sup>3</sup>, Waldo Hasperue<sup>4</sup>, Hernán Vinuesa<sup>5</sup>  
{laural, corbalan, gosella, whasperue, hvinuesa}@lidi.info.unlp.edu.ar

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)<sup>6</sup>.  
Facultad de Informática. UNLP

## CONTEXTO

Esta presentación corresponde al Subproyecto “Sistemas Inteligentes” perteneciente al Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI.

## RESUMEN

Esta línea de investigación se centra en el estudio y desarrollo de Sistemas Inteligentes implementados a partir de mecanismos de adaptación basados en Neurocomputación. Interesa especialmente la transferencia de tecnología a las áreas de minería de datos, robótica evolutiva y procesamiento de imágenes digitales.

Los temas centrales se encuentran relacionados con la investigación de nuevas estrategias basadas en redes neuronales a fin de poder representar la información disponible. Los resultados obtenidos han sido aplicados tanto a la Minería de Datos como al procesamiento digital de imágenes.

En el área de la robótica evolutiva, el énfasis está puesto en el estudio, investigación y desarrollo de controladores basados en redes neuronales evolutivas, especialmente aplicados a situaciones cuya solución requiere del aprendizaje de estrategias. Se trabaja en el desarrollo de nuevos métodos para la resolución de problemas utilizando agentes capaces de percibir y actuar en entornos complejos cuyos resultados son aplicados directamente en esta área.

### Palabras claves

Redes Neuronales, Algoritmos Evolutivos, Adaptación.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Neurocomputación es la rama subsimbólica de la Inteligencia Artificial que basa su funcionamiento en la emulación de procesos biológicos. Sus herramientas principales son las Redes Neuronales y los Algoritmos Evolutivos. Por tal motivo, los Sistemas Inteligentes basados en Neurocomputación se caracterizan por su capacidad de adaptación al entorno de información facilitando de esta manera la resolución de problemas complejos. Su aplicación en diversas áreas ha demostrado ser exitosa.

En el Instituto de Investigación en Informática LIDI se está trabajando desde hace varios años en el uso de Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos aplicados al Reconocimiento de Patrones [Lan00, Lan04] y al control de agentes autónomos [Cor03a, Cor03b, Cor03c]. Además, en los últimos dos años se ha estudiado especialmente la capacidad de caracterización de este tipo de estrategias tendientes a establecer un modelo de la información disponible. Esto ha permitido obtener resultados importantes aplicables a Minería de Datos.

---

<sup>1</sup> Profesor Titular. Facultad de Informática. UNLP

<sup>2</sup> Becario de Perfeccionamiento de la UNLP. Ayudante Diplomado - Facultad de Informática. UNLP

<sup>3</sup> Becario Doctoral de CONICET. Ayudante Dipomado - Facultad de Informática. UNLP

<sup>4</sup> Becario de Estudio de la CIC - Facultad de Informática. UNLP

<sup>5</sup> Becario III-LIDI - Facultad de Informática. UNLP

<sup>6</sup> Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54) (221) 422-7707. <http://weblidi.info.unlp.edu.ar>

Los nuevos métodos de adaptación propuestos así como los resultados obtenidos de su aplicación se relacionan con las investigaciones del III-LIDI, en particular dentro del PAV 076 “Sistemas Inteligentes de apoyo a los procesos productivos” apoyado por la SECTIP y la Agencia.

A continuación se detallan brevemente los avances realizados últimamente.

### **1.1. Minería de Datos**

Esta disciplina hace uso de la gran cantidad de información existente para obtener, a partir de ella, conocimiento útil y comprensible, previamente desconocido. Sus tareas centrales son: predicción, segmentación y descripción. Las herramientas de Neurocomputación cubren muy bien las dos primeras pero presentan serios problemas a la hora de describir el conocimiento adquirido [Cho93, Tah99]. Su funcionamiento de “caja negra” es aceptable cuando a partir de un estado actual se deduce un próximo estado (predicción) o cuando se indica para cada muestra disponible el grupo al cual pertenece (segmentación). Lamentablemente, estas decisiones deben ir acompañadas de una justificación que permita su comprensión por parte de quien debe tomar las decisiones correspondientes. Es precisamente en este punto donde el enfoque biológico falla.

Por tal motivo, se han investigado los mecanismos de aprendizaje y adaptación de las redes neuronales competitivas en aplicaciones de Minería de Datos. La elección de este tipo de redes se debe a su capacidad para definir la arquitectura durante el proceso adaptativo [Fri96, Koh97]. Se ha desarrollado una nueva estrategia que mejora la preservación de la topología de los datos de entrada respecto de las soluciones existentes [Has05]. También se ha investigado el uso de acumulación de evidencia con el objetivo de definir una caracterización más adecuada [Aup03, Fre02, Yag04].

Finalmente, a partir de la red entrenada, se han investigado las opciones existentes y se ha desarrollado una estrategia nueva para extraer reglas de clasificación [Has06b].

### **1.2. Robótica Evolutiva**

En el III-LIDI se está trabajando desde el año 2002 en el desarrollo de controladores para agentes autónomos utilizando Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos. Las investigaciones realizadas han demostrado la importancia de la descomposición de la tarea a resolver. Los primeros controladores buscaban resolver este aspecto atacando la solución del problema en cada una de sus etapas utilizando aprendizaje incremental [Cor03c, Cor05]. Sin embargo, este tipo de soluciones sólo resultaban viables para aquellos problemas que así lo permitieran.

El siguiente paso fue la división de la tarea en capas [Oli05]. En esa oportunidad, si bien el aprendizaje entre las capas requería de un orden específico, se lograron excelentes resultados con un costo computacional menor ya que la complejidad de los entrenamientos parciales resultó inferior al enfoque anterior. El inconveniente del aprendizaje por capas reside en la integración de los módulos. La estrategia sólo contempla la parte de adaptación pero no de integración. Este paso final, no siempre es una tarea fácil de resolver.

Como solución a esto, se ha desarrollado un mecanismo de integración automática de módulos que permite combinar comportamientos básicos aprendidos previamente [Ose06]. El objetivo de este enfoque es construir un repositorio de módulos neuronales que puedan combinarse para obtener distintos comportamientos, reduciendo de esta forma el costo de entrenamiento. En especial, resulta de interés analizar situaciones donde participan varios agentes con objetivos distintos. En estos casos, la evolución modular puede combinar comportamientos generales con otros específicos de cada tarea a desarrollar.

### **1.3. Otras áreas de aplicación**

Algunos resultados de esta línea de investigación han sido utilizados en el procesamiento de imágenes digitales.

En particular, en el área de restauración de imágenes, se ha desarrollado un nuevo filtro adaptativo no lineal basado en una red neuronal feed-forward con capacidad de reducir significativamente el ruido aditivo presente en una imagen [Cor06a]. La restauración es un proceso que pretende recuperar los datos originales de la imagen considerando la degradación (ruido en la adquisición, problemas de transmisión, etc.) que ha sufrido la misma. Su utilización es de fundamental importancia para diversas disciplinas tales como: Medicina, Biología, Física e Ingeniería.

También se abordó el estudio sobre cómo explotar la combinación de redes neuronales con distintas clases de aprendizaje en la resolución de un único problema. En especial se comprobó que la utilización coordinada de una red competitiva con redes feed-forward convencionales reduce el tiempo de convergencia en la fase de entrenamiento. Esta idea fue aplicada con éxito en la segmentación de imágenes digitales [Cor06b].

Otro aspecto importante alcanzado por esta línea de investigación ha sido la obtención del esqueleto de una forma presente en una imagen. Con ello se reduce la cantidad de información disponible facilitando la extracción de características para su posterior reconocimiento y clasificación. En esta dirección se ha propuesto una nueva estrategia de *esqueletización*, aplicable a imágenes esparcidas [Has06a], que utiliza una red neuronal competitiva dinámica entrenada con el método AVGSOM [Has06a].

## 2. TEMAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- Estudio de las estrategias existentes que permitan determinar, durante la adaptación, el tamaño de la arquitectura y la forma de conexión de los elementos que componen una red neuronal competitiva dinámica.
- Análisis de los resultados obtenidos de la combinación de distintas arquitecturas para resolver un único problema. Interesa especialmente la reducción del tiempo de adaptación.
- Investigación y aplicación de técnicas de minería de datos para la obtención del modelo de la información disponible y su post-procesamiento con el fin de facilitar la transferencia del conocimiento adquirido.
- Estudio de estrategias que permitan obtener, a partir de la información del beneficio esperado, las acciones necesarias para modificar los datos y por lo tanto, lograr cambiar el modelo adecuadamente.
- Estudio e investigación de experiencias realizadas en la obtención de controladores en el área de la robótica evolutiva haciendo hincapié en el dinamismo de la representación y en el conocimiento previo necesario para resolver el problema.
- Análisis de la construcción de un único controlador a partir de módulos evolucionados. Estudio de la incidencia del desempeño individual respecto del grupal.
- Estudios de performance de los algoritmos desarrollados. Análisis de eficiencia en la resolución de problemas concretos.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS.

- Desarrollo e implementación de módulos evolutivos generales aplicables a control robótico capaces de resolver tareas sencillas.
- Desarrollo de una estrategia de integración de los módulos evolutivos. Interesa especialmente mantener el dinamismo de la arquitectura a fin de no limitar sus capacidades.
- Desarrollo e implementación de una estrategia para la obtención de reglas de clasificación a partir de una red neuronal competitiva.

- Desarrollo de herramientas gráficas que faciliten la visualización del modelo obtenido a partir de una red neuronal evolutiva.
- Desarrollo de mecanismos que permitan la especificación de un conjunto de acciones a seguir a fin de disminuir la subjetividad de la información modelizada.
- Análisis y ampliación de los frameworks existentes para Robótica Evolutiva en lo que hace a la definición de escenarios, interacción con robots específicos, plataformas de desarrollo y posibilidades de desarrollos multi-agentes.
- Desarrollo de algoritmos evolutivos aplicables a la definición de controladores basados en RNA.
- Resolución de problemas concretos, tanto en ambientes simulados como en el mundo real. En este último caso, resulta de fundamental importancia la optimización del algoritmo propuesto.

#### **4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se están desarrollando actualmente 2 tesis de doctorado, una de maestría y al menos 2 tesinas de grado de Licenciatura.

También participan en el desarrollo de las tareas becarios y pasantes del III-LIDI.

#### **5. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- [Aup03] Aupetit M. “Robust topology representing networks”. ESANN’2003 proceedings. European Symposium on Artificial Neural Networks Bruges (Belgium), ISBN 2-930307-03-X, pp. 45-50. 2003.
- [Cho93] Chowdhury F.N. “Decision making with neural networks”. Southeastcon '93, Proceedings., IEEE. 4-7 April 1993 Page(s):3 p.
- [Cor03a] Corbalán L., Lanzarini L., De Giusti A. “ANES. Arreglos Neuronales basados en la Evolución de Superpoblaciones”. IX Congreso Argentino de Ciencias de Computación. CACIC 2003. La Plata, Argentina. 2003. ISBN: 950-34-0366-9.
- [Cor03b] Corbalán L., Lanzarini L. “GNE. Grupos Neuronales Evolutivos”. XXIX Conferencia Latinoamericana de Informática. CLEI 2003. Bolivia. Septiembre del 2003
- [Cor03c] Corbalán L. Lanzarini L. “Evolving Neural Arrays A new mechanism for learning complex action sequences”. Special Issue of Best Papers presented at CLEI’2002. Volumen 6. Number 1, December 2003. Montevideo, Uruguay.
- [Cor05] Corbalán L., Lanzarini L. De Giusti A. “ALENA. Adaptive-Length Evolving Neural Arrays”. Journal of Computer Science and Technology. Vol 5, nro. 4. 2005. Pags. 59-65.
- [Cor06a] Corbalán L., Osella Massa G., Russo C., Lanzarini L. “Image recovery using a new nonlinear Adaptive Filter based on Neural Networks”. 28th International Conference Information Technology Interfaces (ITI 2006). Dubrovnik. Croatia. Junio de 2006.
- [Cor06b] Corbalán L., Hasperue W., Osella Massa G., Lanzarini L. “BPNn-CPN. Nuevo método para segmentación de Imágenes basado en Redes Neuronales Artificiales”. IV Workshop de Computación Gráfica, Imágenes y Visualización (WCGIV). CACIC 2006. San Luís. Argentina. Octubre de 2006.
- [Fre02] Fred A.L.N., Jain A.K. “Data clustering using evidence accumulation”. Proceedings. 16th International Conference on Pattern Recognition 2002. 4: 276-80.
- [Fri96] Fritzke B. “Growing self-organizing networks – Why?”. En M. Verleysen (edit.), ESANN ’96: European Symposium on Artificial Networks, D-Facto Publishers, Brussels. pp. 61-72. 1996.
- [Has05] Hasperué W., Lanzarini L. “Dynamic Self-Organizing Maps. A new strategy to enhance topology preservation”. XXXI Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2005).

- [Has06a] Hasperué W, Corbalán L, Lanzarini L, Bría O. “Skeletonization of Sparse Shapes using Dynamic Competitive Neural Networks”. VII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI). San Luis. Argentina. Octubre de 2006.
- [Has06b] Hasperué W, Lanzarini L. “Classification Rules obtained from Dynamic Self-organizing Maps”. VII Workshop de Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI). San Luis. Argentina. Octubre de 2006.
- [Koh97] Kohonen T. “Self-Organizing Maps”. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer. ISSN 0720-678X. 1997.
- [Lan00] Lanzarini L. “Reconocimiento de Patrones en Imágenes Médicas utilizando Redes Neuronales”. Journal of Computer Science and Technology. Vol.4 . Dic 2000.
- [Lan04] Lanzarini L., Yanivello D. “Reconocimiento de Comandos Gestuales utilizando GesRN”. X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2004. Bs.As. Argentina. Oct/04. ISBN 987-9495-58-6
- [Oli05] Olivera H., Lanzarini L. “Cyclic Evolution. A new strategy for improving controllers obtained by layered evolution”. Journal of Computer Science and Technology. Vol 4, nro. 1. 2005. Pags 211-217.
- [Ose06] Osella Massa G., Vinuesa H., Lanzarini L. “Modular Creation of Neuronal Networks for Autonomous Robot Control”. 3rd IEEE Latin American Robotics Symposium. LARS 2006. Chile. Oct/06.
- [Tah99] Taha I.A., Ghosh J. “Symbolic Interpretation of Artificial Neural Networks”. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 1999. 11(3): 448-63.
- [Yag04] Yager R.R. “Modeling prioritized multicriteria decision making”. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B, Vol. 34(6): 2396-2404. 2004.

## **Sistemas Meta-heurísticos para Resolver Problemas de Optimización**

**Hugo Alfonso<sup>1</sup>, Patricia Graglia<sup>2</sup>, Gabriela Minetti<sup>1</sup>, Carolina Salto<sup>1</sup>, Natalia Stark<sup>1</sup>**

Laboratorio de Investigación en Sistemas Inteligentes (LISI)

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Pampa

Calle 110 Esq. 9 (6360) General Pico – La Pampa – Rep. Argentina

Te. / Fax: (02302) 422780/422372, Int. 6302

e-mail: <sup>1</sup>{ alfonsoh, minettig, saltoc, starkn @ing.unlpam.edu.ar }, <sup>2</sup>pmg\_xxi@yahoo.com.ar

### **Resumen**

Esta línea de investigación se centra en el diseño y el desarrollo de algoritmos heurísticos y meta-heurísticos que resuelvan problemas de optimización. En particular se pondrá especial énfasis en problemas tales como: el de corte y empaquetado y el de ruteo vehicular. Tanto la optimización de la planificación de recursos como la de generación de patrones de cortes, reducen significativamente los costos de los distintos recursos involucrados. Otro problema atacado es el de secuenciamiento genético, específicamente el de ensamblado de fragmentos de ADN (ácido desoxirribonucleico). Donde los volúmenes y la variedad de la información generada han crecido inconmensurablemente, hecho provocado por los importantes avances dados en la biología molecular y las técnicas subyacentes. Por lo tanto se necesitan de métodos de optimización que permitan estudiar la información funcional y estructural de una secuencia desconocida de ADN.

Las metaheurísticas y las técnicas modernas de la inteligencia artificial han sido juzgadas o evaluadas como eficientes por la comunidad científica, ya que con un esfuerzo limitado se pueden alcanzar buenos resultados con gran versatilidad. En la actualidad dos de las ramas con más éxito para diseñar meta-heurísticas, y dar solución a estos problemas, son la hibridación y el paralelismo.

### **Introducción**

Muchos problemas de optimización discreta buscan la mejor configuración de un conjunto de variables para alcanzar el objetivo planteado por el mismo. Una clase de ellos que se destaca especialmente es la conocida con el nombre de *Problemas de Optimización Combinatoria (POC)*. Estos problemas requieren encontrar la mejor solución dentro de una determinada área finita de búsqueda, para ello se desarrollan diferentes algoritmos que pueden evidenciar distinto grado de *eficiencia* y *eficacia* en la búsqueda de tal solución. Para estos problemas se han desarrollado algoritmos que pueden ser clasificados como *completos* o *aproximados*. Los algoritmos *completos* garantizan encontrar para cada instancia del problema de tamaño finito una solución óptima en tiempo limitado (ver [17] y [18]). Para POC que sean NP-duros [8], no existe algoritmo en tiempo polinomial. Por lo tanto, los métodos completos necesitan tiempo de computación de orden exponencial en el peor de los casos. Esto conlleva que para mayores instancias se requiera un tiempo computacional demasiado grande para el propósito práctico perseguido. El uso de métodos *aproximados* para la resolución de POC ha recibido mucha atención en por lo menos las últimas tres décadas. Estos métodos sacrifican la garantía de alcanzar soluciones óptimas por la de encontrar buenas soluciones en un tiempo significativamente reducido.

En las últimas dos décadas, emergió una nueva clase de algoritmos aproximados que combinan las características de los métodos heurísticos básicos en estructuras de mayor nivel intentando con ello alcanzar una mayor eficiencia y efectividad en la exploración del espacio de búsqueda. Actualmente, estos métodos reciben el nombre de meta-heurísticos [11]. Algunos de estos métodos están inspirados en la naturaleza y en vez de basar la búsqueda en un proceso constructivo que va explorando el espacio de búsqueda con una única solución, lo hacen sobre varias soluciones

simultáneamente. De estos métodos que trabajan sobre varias soluciones surgen los llamados métodos basados en población, siendo uno de ellos el conocido *Algoritmo Evolutivo (AE)* [3, 15].

Otros ejemplos de métodos meta-heurísticos son: Ant Colony [4, 5 y 6], Simulated Annealing presentado por Kirkpatrick et al. en 1983 [14], Tabu Search introducido en 1986 por Glover [9,11] y extendido en 1993 en [10], Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) [7], Variable Neighborhood Search (VNS) [12], Guided Local Search (GLS) [22], Iterated Local Search (ILS) [13 y 16], entre otros.

Dos de las ramas con más éxito para diseñar algoritmos eficientes en la actualidad son la hibridación y la descentralización. La hibridación permite incorporar información del problema en el algoritmo de resolución para trabajar en contacto con sus características diferenciadoras; esto tiene también relación con la posibilidad de involucrar a varios algoritmos distintos en el proceso de búsqueda de una solución de manera más eficiente, ya que usualmente se obtienen reducciones notables en el esfuerzo cuando se utiliza un algoritmo híbrido. Por otro lado, el uso de múltiples procesadores para resolver en forma descentralizada y paralela un problema permite acelerar la búsqueda en tiempo real y alcanzar nuevos dominios de aplicación antes imposibles.

Por otra parte, la optimización combinatoria estudia problemas que están caracterizados por un número finito de soluciones factibles. Son problemas en los que se intenta alcanzar una mejor productividad. Particularmente, los problemas seleccionados para hacer el abordaje en este proyecto son el de corte y empaquetado y el de ruteo vehicular. Tanto la optimización de la planificación de recursos como la de generación de patrones de cortes, reducen significativamente los costos de los distintos recursos involucrados. Otro problema atacado es el de secuenciamiento genético, específicamente el de ensamblado de fragmentos de ADN (ácido desoxirribonucleico), donde los volúmenes de información generada han crecido inconmensurablemente.

Con estas líneas de investigación se pretende encontrar soluciones a los problemas de optimización ya mencionados mediante técnicas meta-heurísticas (algoritmos evolutivos, tabu search, simulated annealing, ant colony,) que resulten más eficaces y eficientes que las actuales; logrando un conjunto de diversas soluciones de buena calidad y en un intervalo de tiempo razonable, como es requerido en situaciones reales. Desde hace ya unos años este grupo de investigación ha estado trabajando en el área de las meta-heurísticas, específicamente en el campo de los algoritmos evolutivos paralelos y descentralizados [1,2,16]. Además se ha avanzado en el planteo de algoritmos meta-heurística para la resolución del problema de corte y empaquetado [20, 21].

## **Tareas de Investigación y Desarrollo**

- Profundizar y modificar la herramienta de software MALLBA, la cual permite la generación de algoritmos meta-heurísticos híbridos, multiobjetivos, descentralizados y paralelos.
- Análisis de codificaciones para la representación de las soluciones de los problemas en estudio.
- Diseño del conjunto de operadores genéticos apropiados que incorporen características propias de cada problema.
- Implementar un generador de instancias de complejidad variables para aquellos problemas cuyas instancias encontradas en la bibliografía resultan de desigual complejidad para la prueba de los algoritmos.
- Analizar el comportamiento de los algoritmos implementados, poniendo especial énfasis en las ventajas proporcionadas por los algoritmos distribuidos y paralelos con respecto a sus pares secuenciales.
- Evaluar el efecto de los modelos algorítmicos paralelos heterogéneos para la resolución de los problemas en estudio.
- Estudiar la escalabilidad de los algoritmos, tanto desde el punto de vista de la robustez de los modelos como desde el punto de vista del paralelismo. En el último caso midiendo speedup y analizando la eficiencia a medida que se incrementa la cantidad de procesadores.

- Extender la aplicación que haya resultado más provechosa a otros problemas de optimización relacionados.
- Delimitar propiedades y formalismos teóricos de alguna de las propuestas a partir de los análisis estadísticos realizados.

### Resultados Esperables

Se espera obtener algoritmos meta-heurísticos que resuelvan eficaz y eficientemente cada uno de los problemas atacados. Donde se halla logrado incorporar un diseño apropiado de la representación de las soluciones, junto con un conjunto de operadores que incorporen conocimiento del problema. Además de, definir y estudiar extensiones paralelas de los modelos desarrollados, de manera que, no solo se aproveche la potencia numérica inherente a las técnicas descentralizadas sino, que también se pueden obtener ganancias en tiempo real al utilizar un conjunto de computadoras para resolver los problemas mencionados.

También es esperable la evaluación conjunta de técnicas, escritura de informes de avances, y difusión de resultados a nivel internacional en conferencias y revistas de impacto.

### Referencias Bibliográficas

- [1] E. Alba, H. Alfonso and B. Dorronsoro. Advanced Models of Cellular Genetic Algorithms Evaluated on SAT. Proceedings of Genetic and Evolutionary Computation Conference, vol 2, pág.1123-1130, 2005.
- [2] H. Alfonso. Nuevos Algoritmos Heurísticos Descentralizados Evaluados Sobre SAT. Tesis de Maestría en Ciencias de la Computación, UNSL, Argentina, 2005.
- [3] T. Bäck, D. Fogel, and Z. Michalewicz. *Handbook of Evolutionary Computation*. Oxford University Press, New York NY, 1997.
- [4] M. Dorigo. Optimization, Learning and Natural Algorithms. Phd thesis, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy, 1992.
- [5] M. Dorigo, V.o Maniezzo, and Alberto Colomi. The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. In IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics, vol 26, nro 1, pág. 29-41, 1996.
- [6] M. Dorigo and G. Di Caro. The ant colony optimization meta-heuristic. In David Corne, Marco Dorigo, and Fred Glover, editors, *New Ideas in Optimization*, pág. 11-32, 1999.
- [7] T. Feo and M. Resende. Greedy randomized adaptive search procedures. *Journal of Global Optimization*, vol 6, pág. 109-133, 1995.
- [8] M. Garey and D. Johnson. *Computers and Intractability: a Guide to the Theory of NP-completeness*. Freeman, San Francisco, California, 1979.
- [9] F. Glover and M. Laguna. *Tabu Search*. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [10] F. Glover and M. Laguna. Tabu search. In C. Reeves, editor, *Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems*, Oxford, England, 1993. Blackwell Scientific Publishing.
- [11] F. Glover. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. *Computers and Operations Research*, vol. 13, pág. 533-549, 1986.
- [12] P. Hansen and N. Mladenović. An introduction to variable neighborhood search. In S. Voss, S. Martello, I. Osman, and C. Roucairol, editors, *Meta-heuristics: advances and trends in local search paradigms for optimization*, Kluwer Academic Publishers, pág. 433-438., 1999.
- [13] Holger H. Hoos and Thomas Stutzle. Local search algorithms for SAT: An empirical evaluation. *Journal of Automated Reasoning*, vol 24, pág. 4, pág. 421-481, 2000.
- [14] S. Kirkpatrick, C. Gellat, and M. Vecchi. Optimization by simulated annealing. *Science*, vol 220, pág. 671-680, 1983.

- [15] P. Larrañaga and J. Lozano. *Estimation of Distribution Algorithms. A New Tool for Evolutionary Computation*. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [16] G. Minetti, H. Alfonso. Variable Size Population in Parallel Evolutionary Algorithms. Proceedings of IEEE of the Fifth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, pág. 350-355, 2005.
- [17] G. Nemhauser and L. Wolsey. *Integer and Combinatorial Optimization*. Ed. John Wiley, New York, 1998.
- [18] C.H. Papadimitriou and I.C. Steiglitz. *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. In Prentice-Hall, Englewood Cliffs edition, 1982.
- [19] Helena Ramalhino Lourenco, Oliver Martin, and Thomas Stützle. A beginner's introduction to iterated local search. In Proceedings of MIC 2001, pág. 1-6, July 2001.
- [20] C. Salto, J.M. Molina, and E. Alba. Sequential versus Distributed Evolutionary Approaches for the Two-dimensional Guillotine Cutting Problem. Proceedings de la Conferencia Internacional de Logística Industrial, pág. 291-300, 2005.
- [21] C. Salto, E. Alba, J. M. Molina. Analysis of Distributed Genetic Algorithms for Solving Cutting Problems. *International Transactions in Operational Research*, vol 13, nro 5, pág. 403-423. Septiembre de 2006.
- [22] C. Voudouris and E. Tsang. Guided local search. Technical Report CSM-247, Department of Computer Science, University of Essex, 1995.

# Sobre la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes\*

Gerardo Parra

Departamento de Ciencias de la Computación  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Guillermo R. Simari

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

e-mail: gparra@uncoma.edu.ar, grs@cs.uns.edu.ar

**Palabras Clave:** INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PLANNING, DINÁMICA DE CREENCIAS.

## 1. Introducción

Nuestra línea de trabajo se enmarca en la idea de considerar la actividad de replaneamiento de un agente inteligente, desde el punto de vista de la teoría de Dinámica de Creencias[AGM85, Gär88, Han96]. Los agentes inteligentes autónomos, debido a su proactividad, se ven obligados a considerar la satisfacción de sus metas a través de un conjunto estructurado de acciones que conforman un plan. El modelo BDI (*Belief, Desires and Intentions*)[GPP<sup>+</sup>99] para representar el conjunto cognitivo de un agente es una posibilidad interesante que permite estudiar el problema que introduce el dinamismo natural del entorno en el que un plan particular se desenvuelve. El entorno corriente, el mundo actual del agente, es representado con un modelo de creencias (*beliefs*) adecuado. Las metas del agente representan sus deseos (*desires*) y describen en forma parcial estados del entorno preferidos. Finalmente, los planes para alcanzar alguno de aquellos estados constituyen, en cierta forma, las intenciones (*intentions*).

El dinamismo del entorno provoca que algunos de los planes deban ser modificados para poder alcanzar las metas finales. Esta actividad de replaneamiento puede considerarse, una revisión de planes. Ciertas partes pueden ser conservadas, pero otras deben ser removidas y

---

\*Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes” (COD 04/E062), por el Grupo de Investigación en Robótica Inteligente y por la Universidad Politécnica de Madrid a través del Proyecto AL05\_PID\_0040, “Implementaciones y Modelos de Razonamiento basado en Programación Lógica”.

reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global.

El propósito de este artículo es presentar las líneas de trabajo actual, los resultados alcanzados y los desarrollos futuros.

## 2. Resultados Alcanzados

Uno de los dispositivos de planificación más interesantes es Graphplan[BF95, BF97, Wel99, GNT04]. Graphplan es un algoritmo simple y elegante que produce planes extremadamente eficientes. En muchos casos, órdenes de magnitud más eficiente que sistemas previos. Por esta razón, es el algoritmo en estudio que deseamos adaptar utilizando la teoría de Dinámica de Creencias.

El funcionamiento de Graphplan alterna entre dos fases: la construcción del grafo de planificación y la extracción de la solución. La primera fase construye un grafo de planificación, a través de sucesivas etapas, hasta alcanzar una condición necesaria (pero que puede ser insuficiente) para la existencia de un plan. Luego, la fase de extracción de solución realiza un recorrido hacia atrás sobre el grafo, buscando un plan que resuelva el problema. Si no es hallada una solución, el ciclo se repite llevando a cabo una nueva etapa en la construcción del grafo.

Podríamos considerar que la actividad de replaneamiento es inherente a cualquier agente que se desarrolle en un ambiente dinámico. Asumamos que un agente inteligente descubre que, una de las acciones requeridas en el plan definitivo no pudo ser ejecutada adecuadamente; es decir, no ha dado los resultados esperados. Ante esta situación, una porción del plan debe ser removida y reemplazada por un subplan conveniente que ofrezca la posibilidad de éxito a todo el plan. Sin embargo, esto implica, en el contexto de Graphplan, la reconstrucción del grafo de planificación desde el principio.

Es importante tener en cuenta que, la construcción del grafo de planificación para un problema determinado no es una tarea trivial. Por lo tanto, es imperativo conservar la mayor parte del grafo ante la necesidad de modificación del problema original.

Con esta motivación, hemos propuesto diversos operadores de cambios para grafos de planificación. Específicamente, hemos introducido operadores de expansión[PS02], contracción[PS01], revisión[PS04] y revisión no priorizada[PS05] de grafos de planificación para modelar operaciones de cambio de planes. El operador de expansión permite la incorporación de nuevas acciones al grafo de planificación. La remoción de algunas piezas del plan global es modelada mediante el operador de contracción. El reemplazo de algunas piezas del plan original por nueva información (o subplanes) se representa mediante la operación de revisión. La operación de revisión no priorizada, en cambio, permite modelar la situación en

la que un agente planificador debe decidir si incorpora o no una nueva pieza de información al grafo de planificación.

### 3. Trabajo Futuro

Las líneas de trabajo actual son variadas. En primer lugar, es interesante analizar la aplicación de las operaciones de cambio de planes en ambientes dinámicos, como por ejemplo el fútbol con robots. Este ambiente brinda numerosos ejemplos y escenarios donde es posible apreciar la utilidad de las operaciones de revisión y revisión no priorizada de grafos de planificación. Además, es necesario introducir variantes de las definiciones de los operadores de expansión y de contracción con el objetivo de hacerlos más atractivos desde el punto de vista computacional.

Dado que los operadores de cambio se definen para un nivel particular del grafo de planificación, es interesante presentar una definición recursiva o iterativa de un cambio sobre todo el plan completo. La caracterización de tal *proceso* de revisión (priorizada o no) será la meta de los futuros trabajos de investigación a desarrollar.

### Referencias

- [AGM85] Carlos Alchourrón, Peter Gärdenfors, and David Makinson. On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions. *Journal of Symbolic Logic*, (50):510–530, 1985.
- [BF95] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. In *Proceedings of the XIV International Joint Conference of AI*, pages 1636–1642, 1995.
- [BF97] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. *J. Artificial Intelligence*, (90):281–300, 1997.
- [Gär88] Peter Gärdenfors. *Knowledge in Flux: Modelling the Dynamics of Epistemic States*. MIT Press, Cambridge, England, 1988.
- [GNT04] Malik Ghallab, Dana Nau, and Paolo Traverso. *Automated Planning. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [GPP+99] M. Georgeff, B. Pell, M. Pollack, M. Tambe, and M. Wooldridge. The Belief-Desire-Intention Model of Agency. In M.P.Singh J.P.Müller and A.S. Rao, editors, *Intelligent Agents V*, volume 1555 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1999.
- [Han96] Sven Owe Hansson. *A Textbook of Belief Dynamics*. Kluwer Academic Press, 1996.

- [PS01] G. Parra and G. Simari. Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Contracción de Grafos de Planning. In *VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, volume 2, pages 1081–1093, Universidad Nacional de la Patagonia Austral - El Calafate - Santa Cruz, 2001.
- [PS02] G. Parra and G. Simari. Reelaboración de Planes en Agentes Inteligentes. Expansión de Grafos de Planning. In *Jornadas Chilenas de Computación 2002*, Universidad de Atacama - Copiapó - Chile, 2002.
- [PS04] G. Parra and G. Simari. Funciones de Selección Cualitativas y Cuantitativas para la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes. In *X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de La Matanza - San Justo - Buenos Aires - Argentina, 2004.
- [PS05] G. Parra and G. Simari. Revisión No Priorizada de Planes en Agentes Inteligentes. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de Entre Ríos - Entre Ríos - Argentina, 2005.
- [Wel99] Daniel S. Weld. Recent Advances in AI Planning. *AI Magazine*, 1999.

# Tableau Calculi for Description Logics Revision\*

Martín O. Moguillansky

Marcelo A. Falappa

Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC)  
Universidad Nacional del Sur (UNS)  
Av. Alem 1253 - (B8000CPB) Bahía Blanca - Argentina  
PHONE/FAX: (+54)(291)459-5136  
E-MAIL: mom@cs.uns.edu.ar    mfalappa@cs.uns.edu.ar

## Abstract

Focusing on the Ontology Change problem, we consider an environment where *Description Logics* (DLs) are the logical formalization to express knowledge bases, and the integration of distributed ontologies is developed under new extensions and modifications of the *Belief Revision* theories yielded originally in [2]. When using tableaux algorithms to reason about DLs, new information is yielded from the models considered in order to achieve knowledge satisfiability. Here a whole new theory have to be reinforced in order to adapt belief revision definitions and postulates to properly react over beliefs on extensions generated from these DL's reasoning services. In this text we give a brief background of these formalisms and comment the research lines to be taken in our way to this goal.

## 1 Introduction

Our main research interest relays in topics like *Ontology Integration* and *Ontology Merging* [3], for what we propose to use theory change formalizations in order to join consistently two terminologies, redefining or reinforcing sub-concepts. But following the reasoning methods exposed for DLs, like satisfiability, solved by tableaux algorithms originally defined in [4], a new area of interest arises. A new set of extensions is obtained from the models considered during the execution of the DL reasoning service. Here, is imperative to redefine the formalizations of the theory change exposed in [5] in order to revise beliefs on each extension and transitively in the knowledge base itself. Those research lines here exposed are a consequence of our previous research works cited in [6], [7] and [5].

The remainder of this paper is disposed as follows. Section 2 gives a brief description of tableau-based algorithms behavior by achieving satisfiability of two very simple DL examples. Section 3 briefly summarizes the kernel contractions of the theory change formalism. Section 4 explains some of the preliminary results obtained and the intended research lines to be followed in order to achieve formal and final results on our investigation. Finally, section 5 concludes making an analysis of this brief description and raises some new lines of investigation to be followed.

---

\*This article assumes some extra knowledge on description logics and reasoning services from the reader. For a more exhaustive reading he may refer to [1].

Partially financed by CONICET (PIP 5050), Universidad Nacional del Sur (PGI 24/ZN11) and Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2002 Nro 13096).

## 2 DLs Reasoning Algorithms

Relevant inference problems usually are reduced to the consistency problem for ABoxes, provided that the DL at hand allows for conjunction and negation. However, for those description languages of DL systems that do not allow for negation, subsumption of concepts can be computed by so-called *structural subsumption algorithms*, i.e., algorithms that compare the syntactic structure of (possibly normalized) concept descriptions.

While they are usually very efficient, they are only complete for rather simple languages with little expressivity. In particular, DLs with (full) negation and disjunction cannot be handled by structural subsumption algorithms. For such languages, so-called *tableau-based algorithms* have turned out to be very useful.

### 2.1 Basics for Tableau Algorithms

Instead of directly testing subsumption of concept descriptions, these algorithms use negation to reduce subsumption to (un)satisfiability of concept descriptions:  $C \sqsubseteq D$  iff  $C \sqcap \neg D$  is *unsatisfiable*.

We illustrate the underlying ideas by two simple examples taken from [8]. Let  $A, B$  be concept names, and let  $R$  be a role name. As a first example, assume that we want to know whether  $(\exists R.A) \sqcap (\exists R.B)$  is subsumed by  $\exists R.(A \sqcap B)$ . This means that we must check whether the concept description  $C = (\exists R.A) \sqcap (\exists R.B) \sqcap \neg(\exists R.(A \sqcap B))$  is unsatisfiable.

Pushing all negation signs as far as possible into the description yields  $C_0 = (\exists R.A) \sqcap (\exists R.B) \sqcap \forall R.(\neg A \sqcup \neg B)$ , which is in negation normal form, i.e., negation occurs only in front of concept names.

Then, we try to construct a finite interpretation  $\mathcal{J}$  such that  $C_0^{\mathcal{J}} \neq \emptyset$ . This means that there must exist an individual in  $\Delta^{\mathcal{J}}$  that is an element of  $C_0^{\mathcal{J}}$ . The algorithm just generates such an individual, say  $b$ , and imposes the constraint  $b \in C_0^{\mathcal{J}}$  on it, this means that  $b$  must satisfy all the three interpreted conjunctions that composes  $C_0$ .

From  $b \in (\exists R.A)^{\mathcal{J}}$  we can deduce that there must exist an individual  $c$  such that  $(b, c) \in R^{\mathcal{J}}$  and  $c \in A^{\mathcal{J}}$ . Analogously,  $b \in (\exists R.B)^{\mathcal{J}}$  implies the existence of an individual  $d$  with  $(b, d) \in R^{\mathcal{J}}$  and  $d \in B^{\mathcal{J}}$ . In this situation, one should not assume that  $c = d$ . Thus:

- For any existential restriction the algorithm introduces a new individual as role filler, and this individual must satisfy the constraints expressed by the restriction.

Since  $b$  must also satisfy the value restriction  $\forall R.(\neg A \sqcup \neg B)$ , and  $c, d$  were introduced as  $R$ -fillers of  $b$ , we obtain the additional constraints  $c \in (\neg A \sqcup \neg B)^{\mathcal{J}}$  and  $d \in (\neg A \sqcup \neg B)^{\mathcal{J}}$ . Thus:

- The algorithm uses value restrictions in interaction with already defined role relationships to impose new constraints on individuals.

Now  $c$  might be such that  $c \in (\neg A)^{\mathcal{J}}$  or  $c \in (\neg B)^{\mathcal{J}}$ . Assume the first possibility leads to an obvious contradiction, so we must choose the second one  $c \in (\neg B)^{\mathcal{J}}$ . Analogously, we must choose  $d \in (\neg A)^{\mathcal{J}}$  in order to satisfy the constraint  $d \in (\neg A \sqcup \neg B)^{\mathcal{J}}$  without creating a contradiction to  $d \in B^{\mathcal{J}}$ . Thus:

- For disjunctive constraints, the algorithm tries both possibilities in successive attempts. It must backtrack if it reaches an obvious contradiction, i.e., if the same individual must satisfy constraints that are obviously conflicting.

In the example, we have now satisfied all the constraints without encountering an obvious contradiction. This shows that  $C_0$  is satisfiable, and thus  $(\exists R.A) \sqcap (\exists R.B)$  is not subsumed by  $\exists R.(A \sqcap B)$ . The interpretation generated by the algorithm is  $\Delta^{\mathcal{J}} = \{b, c, d\}$ ;  $R^{\mathcal{J}} = \{(b, c), (b, d)\}$ ;  $A^{\mathcal{J}} = \{c\}$  and  $B^{\mathcal{J}} = \{d\}$ .

In our second example, we now want to know whether  $(\exists R.A) \sqcap (\exists R.B) \sqcap \leq 1R$  is subsumed by  $\exists R.(A \sqcap B)$ . The tableau-based satisfiability algorithm first proceeds as above, with the only difference that there is the additional constraint  $b \in (\leq 1R)^J$ . In order to satisfy this constraint, the two R-fillers  $c, d$  of  $b$  must be identified with each other. Thus:

- *If an at-most number restriction is violated then the algorithm must identify different role fillers.*

The individual  $c = d$  must belong to both  $A^J$  and  $B^J$ , which together with  $c = d \in (\neg A \sqcup B)^J$  always leads to a clash. Thus, the search for a counterexample to the subsumption relationship fails, and the algorithm concludes that  $(\exists R.A) \sqcap (\exists R.B) \sqcap \leq 1R \sqsupseteq R.(A \sqcap B)$ .

### 3 Kernel Contractions

The **Kernel Contraction** operator is applicable to belief bases and belief sets. It consist of a contraction operator capable of the selection and elimination of those beliefs in  $K$  that contribute to infer  $\alpha$ .

**Definition 3.1 - [9]:** Let  $K$  be a set of sentences and  $\alpha$  a sentence. The set  $K^\perp\alpha$ , called *set of kernels* is the set of sets  $K'$  such that (1)  $K' \subseteq K$ , (2)  $K' \vdash \alpha$ , and (3) if  $K' \subset K'$  then  $K' \not\vdash \alpha$ . The set  $K^\perp\alpha$  is also called *set of  $\alpha$ -kernels* and each one of its elements are called  *$\alpha$ -kernel*.

For the success of a contraction operation, we need to eliminate, at least, an element of each  $\alpha$ -kernel. The elements to be eliminated are selected by an **Incision Function**.

**Definition 3.2 - [9]:** Let  $K$  be a set of sentences and “ $\sigma$ ” be an *incision function* for it such that for any sentence  $\alpha$  it verifies, (1)  $\sigma(K^\perp\alpha) \subseteq \bigcup(K^\perp\alpha)$  and (2) If  $K' \in K^\perp\alpha$  and  $K' \neq \emptyset$  then  $K' \cap \sigma(K^\perp\alpha) \neq \emptyset$ .

Once the incision function was applied, we must eliminate from  $K$  those sentences that the incision function selects, *i.e.*, the new belief base would consist of all those sentences that were not selected by  $\sigma$ .

**Definition 3.3 - [9]:** Let  $K$  be a set of sentences,  $\alpha$  a sentence, and  $K^\perp\alpha$  the set of  $\alpha$ -kernels of  $K$ . Let “ $\sigma$ ” be an incision function for  $K$ . The operator “ $-_\sigma$ ”, called *kernel contraction determined by “ $\sigma$ ”*, is defined as,  $K -_\sigma \alpha = K \setminus \sigma(K^\perp\alpha)$ .

Finally, an operator “ $-$ ” is a kernel contraction operator for  $K$  if and only if there exists an incision function “ $\sigma$ ” such that  $K - \alpha = K -_\sigma \alpha$  for all sentence  $\alpha$ .

### 4 First Advances and Future Research Lines

As seen in section 2.1, new beliefs may be generated from a satisfiability process applied following a tableau-based algorithm. It would be interesting so, to check out what may happen to the theory change definitions cited in section 3 applied to these extensions.

Let first give an example borrowed from [10] in order to understand more precisely the extensions obtained during a reasoning process. Let  $\Sigma$  be a knowledge base composed by  $FRIEND(john, susan)$ ,  $FRIEND(john, andrea)$ ,  $LOVES(susan, andrea)$ ,  $LOVES(andrea, bill)$ ,  $Female(susan)$ ,  $\neg Female(bill)$ .

Now we want to know if is there some not *Female* loving a *Female* who is *FRIEND* of *john*. This is a query  $\Sigma \models^? \alpha$  such that  $\alpha$  is  $\exists FRIEND.(Female \sqcap (\exists LOVES. \neg Female))(john)$ . Following the given tableau specifications, note that we have two different possibilities in order to achieve satisfiability of  $\alpha$ , this is, two interpretations (models) named  $\mathcal{M}_1$  and  $\mathcal{M}_2$  satisfying the query  $\Sigma \models \alpha$ , where  $\neg Female(andrea) \subseteq \mathcal{M}_1$  and  $Female(andrea) \subseteq \mathcal{M}_2$ .

Let analyze the yielding situation with respect to the  $\alpha$ -kernels for each model.

1. Considering  $\mathcal{M}_1$  there is only one proof set  $K'$  for  $\alpha$ , this is  $\Sigma^\perp\alpha = \{FRIEND(john, susan), Female(susan), LOVES(susan, andrea), \neg Female(andrea)\}$
2. Considering  $\mathcal{M}_2$  there is also only one proof set  $K'$  for  $\alpha$ ,  $\Sigma^\perp\alpha = \{FRIEND(john, susan), Female(andrea), LOVES(andrea, bill), \neg Female(bill)\}$

Now if we verify the restrictions given in definition 3.1 for  $\alpha$ -kernels, we realize that the first restriction  $K' \subseteq \Sigma$  is not verified due to the assumption taken during the reasoning service, *i.e.*, the beliefs adopted from each model  $\mathcal{M}_1$  and  $\mathcal{M}_2$  that are not part of the explicit knowledge base  $\Sigma$ . In order to facilitate further reference to this beliefs, let call  $K'_{\mathcal{M}_1} = \{\neg Female(andrea)\}$  and  $K'_{\mathcal{M}_2} = \{Female(andrea)\}$ .

Note that we now have redefined the  $K'$  proof set as  $K' = K'_\Sigma \cup K'_{\mathcal{M}}$ , where  $K'_\Sigma$  is the proof subset that is part of the explicit KB  $\Sigma$ , and  $K'_{\mathcal{M}}$  that extends it consistently, is the set of beliefs assumed in  $\mathcal{M}$ , *i.e.*, that are outside the KB  $\Sigma$ . Now we propose to formally redefine the definition of the  $\alpha$ -kernels in the following way:

**Definition 4.1 - Extended Set of  $\alpha$ -kernels :** Let  $\Sigma$  be a knowledge base and  $\alpha$  a sentence. The set  $\Sigma^\perp\alpha$ , called *set of kernels* is the set of sets  $K'$  such that (1)  $K' = K'_\Sigma \cup K'_{\mathcal{M}}$ , where  $K'_\Sigma \subseteq \Sigma$ ,  $K'_{\mathcal{M}} \not\subseteq \Sigma$ , and  $K' \not\vdash \perp$ , (2)  $K' \vdash \alpha$ , and (3) if  $K' \subset K''$  then  $K'' \not\vdash \alpha$ . The set  $\Sigma^\perp\alpha$  is also called *set of  $\alpha$ -kernels* and each one of its elements are called  *$\alpha$ -kernel*.

Following with the belief revision connection, let think about an incision function selecting beliefs from  $\Sigma^\perp\alpha$  in order to achieve a contraction of  $\Sigma$  by  $\alpha$ , *i.e.*, we want to get  $\Sigma -_\sigma \alpha$ . In this case and following the original definitions given in definition 3.2, an incision function  $\sigma$  may select beliefs from each  $K'$  in  $\Sigma^\perp\alpha$ , this means that we may have beliefs taken from  $K'_\Sigma$  and also from  $K'_{\mathcal{M}}$ . But now, special care we must have with those beliefs coming from outside the KB, *i.e.*, taken from  $K'_{\mathcal{M}}$ , because they are “*assumed*” beliefs and are not explicitly specified in the KB. In this sense we propose an extended incision function as,

**Extended Incision Function:** Let  $\Sigma$  be a knowledge base and “ $\sigma$ ” be an *incision function* for it such that for any sentence  $\alpha$  it verifies, (1)  $\sigma(\Sigma^\perp\alpha) = \sigma(K'_\Sigma) \cup \sigma(K'_{\mathcal{M}})$ , where  $\sigma(K'_\Sigma) \subseteq \bigcup(K'_\Sigma)$  selects beliefs belonging to the KB, and  $\sigma(K'_{\mathcal{M}}) \subseteq \bigcup(K'_{\mathcal{M}})$  is an “*assumed*” subset from outside the KB, and (2) If  $K' \in \Sigma^\perp\alpha$  and  $K' \neq \emptyset$  then  $K' \cap \sigma(\Sigma^\perp\alpha) \neq \emptyset$ .

A contraction as defined in definition 3.3 only retracts the selected beliefs in the incision function from the KB, but now we have a different situation due to possible selected beliefs not belonging to the KB, *i.e.*, beliefs inside  $\sigma(K'_{\mathcal{M}})$ . This type of beliefs need a special care in order to be “contracted” from the KB, because they are not inside the KB, we really need not to contract them from the KB, but revise their opposites. In this sense, we propose a new hybrid operation as follows,

**Hybrid Contraction Determined by  $\sigma$ :** Let  $\Sigma$  be a knowledge base,  $\alpha$  a sentence, and  $\Sigma^\perp\alpha$  the extended set of  $\alpha$ -kernels of  $\Sigma$ . Let “ $\sigma$ ” be an extended incision function for  $\Sigma$ . The operator “ $\ast_\sigma$ ”, referred as *hybrid contraction determined by “ $\sigma$ ”*, is defined as,  $\Sigma \ast_\sigma \alpha = (\Sigma \setminus \sigma(K'_\Sigma)) \ast \neg\sigma(K'_{\mathcal{M}})$ .

Finally, an operator “ $\ast$ ” is an hybrid contraction operator for  $\Sigma$  if and only if there exists an extended incision function “ $\sigma$ ” such that  $\Sigma \ast \alpha = \Sigma \ast_\sigma \alpha$  for all sentence  $\alpha$ .

## 5 Conclusions and Future Work

Part of the formalization of the relying theory change definitions into a more general flavor in order to match extra-classic logics like DLs, have being done in [3], where the generalized postulates have being defined and their pertinent analysis developed.

Considering DLs reasoning services like tableau-based algorithms to solve satisfiability, not only sets us up in a more direct theory formalization, but also permits us to work purely description lan-

guages without need to translate beliefs to fragments of classic first order logic like we have done before in [5].

Tableaux algorithms are nowadays probably the most important reasoning algorithms used in the area. A distinctive feature of this reasoning service is the way it reasons over incomplete information, inferring new beliefs from knowledge in order to prove clauses' satisfiability. By this, we have a totally different way to reason about knowledge, due to a multiple generation of extensions.

When a tableaux algorithm proves satisfiability, it generates models for the knowledge base adding beliefs to it. But on different models, we have different extensions potentially inconsistent one from the other. Here we have given a first glimpse to what should be the extended revision of beliefs on extensions besides the knowledge base revisions we already have. A totally different reasoning dimension is generated by thinking on extensions if one thinks this is a way of predicting future information.

Another interesting research line to be studied is the incision function and its reaction over beliefs outside the KB, or what we have called "assumed" beliefs.

## References

- [1] M. Falappa M. Moguillansky. Tableau calculi for revision of description logics knowledge bases. Computing science technical report, Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Cs. e Ing. de Computación (DCIC), Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA), Bahía Blanca, Argentina, 2007. To be posted.
- [2] Peter Gardenfors Carlos Alchourrón and David Makinson. On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions.
- [3] Giorgos Flouris. On belief change and ontology evolution. *Doctoral Dissertation, Department of Computer Science, University of Crete*, February 2006.
- [4] Manfred Schmidt-Schauß and Gert Smolka. Attributive concept descriptions with complements. *Artificial Intelligence*, pages 48(1):1–26, 1991.
- [5] M. Falappa M. Moguillansky. Towards a non monotonic description logics model. *XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC'2006, Universidad Nacional de San Luis*, pages 1354–1365, ISBN 950–609–050–5, Octubre de 2006.
- [6] M. Falappa M. Moguillansky. Aplicación de operaciones de cambio en sistemas basados en conocimiento. *IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC'2003, Universidad Nacional de La Plata*, pages 1490–1501, Octubre de 2003.
- [7] M. Falappa M. Moguillansky. On the use of belief revision to merge description logic terminologies. *WICC'2006, Universidad de Moron*, pages 57–62, Junio de 2006.
- [8] W. Nutt F. Baader. Basic description logics. *In the Description Logic Handbook, Cambridge University Press*, pages 47–100, 2002.
- [9] S. O. Hansson. Kernel contraction. *The Journal of Symbolic Logic*, pages 59:845–859, 1994.
- [10] Enrico Franconi. Propositional description logics. *From his course Description Logics at <http://www.inf.unibz.it/~franconi/dl/course/2006/slides/prop-DL/propositional-dl.pdf>, dictated during argentinean springtime at Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca*, 2006.

# Técnicas de Inteligencia Computacional para el Diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes

Luciana Benotti    Laura A. Cecchi    Rodolfo del Castillo    Gerardo Parra  
Sandra Roger    Gastón Tagni    Claudio Vaucheret

{lbenotti, lcecchi, rolo, gparra, sroger, gtagni, cvaucher}@uncoma.edu.ar

Depto. de Ciencias de la Computación - Fa.E.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Buenos Aires 1400 - (8300)Neuquén - Argentina

**Palabras Clave:** SISTEMAS MULTIAGENTES, PLANEAMIENTO, REVISIÓN DE CREENCIAS, PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL, SISTEMAS ARGUMENTATIVOS, COMPLEJIDAD .

## 1 Introducción

El proyecto de investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el Diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes”, del Departamento de Ciencias de la Computación, U.N.Co., tiene por objeto estudiar Sistemas Multiagentes (SMA) desde diferentes aspectos. Por un lado, se analiza al agente como entidad cognitiva haciendo hincapié en técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, particularmente Planificación, Dinámica de Creencias, Sistemas Argumentativos y Programación en Lógica.

Por otro, se evalúan mecanismos de comunicación con otros agentes. Los Sistemas Argumentativos y los Sistemas de Diálogos proveen un marco formal para modelar razonamiento y las negociaciones entre agentes autónomos. Asimismo, se contempla la posibilidad de SMA integrados por agentes humanos, lo que requiere del estudio del Procesamiento de Lenguaje Natural (de ahora en más PLN) particularmente en aplicaciones de búsqueda de información sobre la web.

Finalmente, se estudia la Programación en Lógica como lenguaje declarativo con el objeto de mejorar la capacidad de generar automáticamente código ubicuo. El objetivo de este trabajo es presentar las líneas de trabajo de nuestro proyecto de investigación, los resultados alcanzados y los desarrollos futuros.

## 2 Líneas de Investigación y Resultados Alcanzados

En esta sección presentamos las diferentes líneas de investigación y los avances logrados, junto con las publicaciones que los avalan.

**Planificación y Dinámica de Creencias:** En este sentido se estudia la actividad de replaneamiento de los agentes inteligentes desde el punto de vista de la teoría de Dinámica de Creencias. El dinamismo del entorno provoca que algunos de los planes que los agentes han elaborado deban ser

modificados para poder alcanzar las metas finales. Esta actividad de replaneamiento puede considerarse, una revisión de planes. Ciertas partes pueden ser conservadas, pero otras deben ser removidas y reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global. Graphplan es un algoritmo simple y elegante que produce planes extremadamente eficientes, en muchos casos, órdenes de magnitud más eficiente que sistemas previos. Por esta razón, es el algoritmo en estudio que deseamos adaptar utilizando la teoría de Dinámica de Creencias. En el contexto de Graphplan remover una porción de un plan o reemplazarla por un subplan implica la reconstrucción del grafo de planeamiento desde el principio. Dado que este no es un problema trivial, es imperativo conservar la mayor parte del grafo ante la necesidad de modificación del plan original. Con esta motivación, hemos propuesto diversos operadores de cambios para grafos de planning. Específicamente, hemos introducido operadores de expansión[14], contracción[11], revisión[12] y revisión no priorizada[13] de grafos de planning para modelar operaciones de cambio de planes.

**Complejidad Computacional y Descriptiva de la Programación en Lógica Rebatible:** En los últimos años, se han incrementado las aplicaciones en SMA y búsquedas en la web cuyo formalismo está basado en los Sistemas Argumentativos. La robustez y escalabilidad de estos sistemas dependerán fuertemente de las propiedades computacionales de sus algoritmos. Por esta razón, se requiere analizar la Complejidad Computacional y Descriptiva para la Programación en Lógica Rebatible (PLR), con el objeto de expandir el campo de aplicaciones de los sistemas argumentativos. Con este fin en mente, se estudió la semántica GS, desarrollada en etapas anteriores de la investigación, y se definieron problemas de decisión que se consideraron relevantes [4]. Con el objeto de determinar la complejidad computacional de los problemas de decisión introducidos, se estudió a la PLR desde tres enfoques [5]: la complejidad de los datos (Data Complexity), la de los programas (Program Complexity) y la combinada (Combined Complexity). Los resultados obtenidos en cuanto a complejidad computacional bajo los enfoques *Data complexity* y *Combined complexity* pueden encontrarse en [4, 5]. Como consecuencia de la investigación realizada sobre Data Complexity se determinaron límites inferiores de la Complejidad Descriptiva de la PLR. Ya que nuestros resultados están parametrizados, hemos establecido una cota inferior en **NP**, que coincide con la clase de propiedades de las estructuras expresables en lógica de segundo orden existencial.

**Aspectos de Implementación de los Lenguajes Declarativos:** La interpretación abstracta de programas es una tecnología que permite el análisis estático de programas para obtener propiedades de la ejecución de los mismos sin ejecutar realmente los programas. La utilización de diferentes dominios abstractos permiten inferir de programas lógicos propiedades como el grado de instanciación de las variables, aliasing y dependencias entre las variables, tipos, etc. Si bien, originalmente Prolog es un lenguaje no tipado, se han propuesto sistemas de tipos para Prolog y se ha mostrado su utilización tanto para depuración de errores como para la optimización y especialización de programas. Dentro de los objetivos de la investigación se encuentra el de comparar la precisión y eficiencia de los analizadores top-down para tipos. Para ello se realizó la implementación de un analizador de modo que sea comparable con las implementaciones existentes bottom-up y se le pudieron incorporar las diferentes técnicas a comparar. Los operadores de widening son necesarios para garantizar la terminación del análisis en dominios infinitos como el dominio de tipos. En los analizadores “top-down” es necesaria la aplicación de operadores de widening tanto en las sustituciones de éxito como en las sustituciones de llamadas. Estos operadores tienen gran influencia en la eficiencia y precisión del análisis de tipos. Durante el trabajo se implementó un nuevo operador de widening y se analizó la influencia en la precisión de los tipos generados en [18].

**Procesamiento de Lenguaje Natural:** Bajo esta línea de investigación se desarrollan dos tareas bien

definidas: los Sistemas de Diálogos y los Sistemas de Búsqueda de Información.

*Sistemas de Diálogos:* Nuestro objetivo es investigar y definir en forma precisa las actividades de cada agente en un sistema de diálogos, el cual puede ser visto como un SMA. En particular, nos enfocaremos en inferencias en términos de ontologías que representan el conocimiento del estado del diálogo desde el punto de vista del sistema y del usuario. Asimismo, experimentaremos con técnicas de inferencia relacionadas con planes y con estrategias de planificación en el contexto de un sistema de diálogo. La planificación es necesaria a diferentes niveles de un sistema de diálogo no sólo para comprender las intenciones del usuario sino también para transmitir las intenciones del sistema de una forma efectiva. En primer lugar investigamos cómo usar capacidades de planeamiento en un sistema de diálogo. En particular, trabajamos con el sistema de diálogo llamado FrOz, implementado en la Universidad de Saarbrücken. Nuestra tarea consistió en agregar dentro de FrOz una etapa de planeamiento cuyo objetivo es la interpretación de las intenciones del usuario (del jugador). Los resultados del diseño de la interface entre el sistema de diálogo y el sistema de planeamiento fueron publicados en [2]. En [3] mostramos que el sistema que obtuvimos ofrece un laboratorio natural para explorar la teoría de "Enlightened Update". Con esta experimentación obtuvimos dos consecuencias interesantes. Primero, la teoría se aplica naturalmente en nuestro sistema de diálogo y, segundo, propusimos una extensión de la teoría que maneja conocimiento de background incompleto por parte de una de los interlocutores.

*Sistemas de Búsqueda de Información:* Considerando la creciente necesidad de aplicaciones que faciliten el acceso y tratamiento de la gran cantidad de información digital disponible y que dicha información está publicada en diferentes lenguas, se requiere de sistemas que permitan recuperar o extraer adecuadamente la información solicitada en el idioma no sólo de origen (es decir en el que se formula la pregunta) sino también en el idioma destino. El campo de investigación Búsqueda de Respuestas (BR) -Question Answering(QA)- que es estudiado bajo esta línea de trabajo, tiene como objeto obtener acceso interactivo a la información multilingüe. La actividad se ha enfocado en el desarrollo y mejora de la precisión del sistema de búsqueda de respuestas (AliQAn) para el idioma español basadas en patrones. AliQAn ha participado en las competencias del CLEF 2005[17] y su extensión al inglés en las competencias del año 2006 [9, 8]. Se han producido mejoras a nivel semántico [6, 7] en la desambiguación de los sentidos de las palabras. La investigación iniciada dará comienzo al desarrollo una herramienta robusta capaz de inferir automáticamente para dominios abiertos [16, 15] que podrá ser integrada en distintas aplicaciones de PLN como BR, implicación textual entre otras.

Asimismo, se han desarrollado algunas tareas de investigación sobre Web Semántica, particularmente en los temas de reactividad y evolución [1].

Los resultados obtenidos sobre planificación y programación en lógica son aplicados y evaluados en el contexto del fútbol con robots[10]. Dichos trabajos son desarrollados en el Grupo de Investigación en Robótica Inteligente de nuestra universidad.

Todas las líneas de trabajo se realizan en forma colaborativa con investigadores de universidades nacionales e internacionales. Concretamente, se desarrollan trabajos conjuntos con los grupos de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid (Facultad de Informática) y de la Universidad de Alicante, con investigadores del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, de la Universidad Nacional del Sur, del Institut National de Recherche en Informatiques et en Automatique de la Universidad de Nancy, Francia y del CENTRIA, Universidade Nova de Lisboa.

### **3 Trabajo Futuro**

Entre nuestros trabajos a futuro se encuentran los siguientes:

- Dado que los operadores de cambio se definen para un nivel particular del grafo de planificación, es interesante presentar una definición recursiva o iterativa de un cambio sobre todo el plan completo. La caracterización de tal *proceso* de revisión (priorizada o no) será la meta de los futuros trabajos de investigación.
- Analizar la *Combined Complexity* de los problemas de decisión introducidos y estudiar la Complejidad Descriptiva, teniendo en cuenta la cota inferior hallada.
- Actualmente estamos investigando el área de “societal grounding” de acciones. “Societal grounding” investiga cómo un agente (es decir, un sistema) puede coordinar sus significados lingüísticos con su comunidad (es decir, sus usuarios). Nuestro enfoque actual es investigar, cómo funciona esta coordinación para el significado de las palabras que representan acciones como, por ejemplo, los verbos.
- Estudiar y elaborar herramientas para ser utilizadas como recurso de conocimientos. Como se ha demostrado en los sistemas que ya están utilizando inferencia en sus sistemas, la adquisición de tales recursos es fundamental en la mejora de la precisión de los sistemas de BR.
- Existen varias maneras de representar los tipos. Uno de los dominios más utilizados es el de los tipos regulares, debido a que permiten una gran expresividad, manteniendo la posibilidad de implementar eficientemente las operaciones. La mayor expresividad de los tipos no-regulares produce resultados de análisis más precisos. Un objetivo de este trabajo es establecer si esa mayor precisión es costosa en términos de eficiencia.
- Investigar diferentes aspectos relacionados con la representación de conocimiento en la Web Semántica; como por ejemplo, la equivalencia de conceptos definidos en diferentes ontologías, como así también el uso de las mismas para brindar soporte a la integración semántica de diversas aplicaciones.

## Referencias

- [1] José Júlio Alferes and Gastón Tagni. Implementation of a Complex Event Engine for the Web. *IEEE Services Computing Workshops (SCW'06)*, pages 65–72, 2006.
- [2] Luciana Benotti. “DRINK ME”: Handling actions through planning in a text game adventure. In Janneke Huitink and Sophia Katrenko, editors, *XI ESSLLI Student Session*, pages 160–172, 2006.
- [3] Luciana Benotti. From background knowledge to tacit actions: Enlightened update in a dialogue game. In *DECALOG 2007 Workshop on the Semantics and Pragmatics of Dialogue*, page submitido, Rovereto, Italia, 2007.
- [4] Laura A. Cecchi, Pablo R. Fillottrani, and Guillermo R. Simari. An Analysis of the Computational Complexity of DeLP through Game Semantics. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1170–1181, Argentina, Octubre 2005. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- [5] Laura A. Cecchi, Pablo R. Fillottrani, and Guillermo R. Simari. On the complexity of DeLP through game semantics. In *XI International Workshops on Nonmonotonic Reasoning*, 2006.

- [6] Sergio Fernández, Sandra Roger, Antonio Ferrández, Antonia Aguilar, and Pilar López-Moreno. A new proposal of word sense dis-ambiguation for nouns on a question answering system. *Researching Computing Science*, 18:83–92, 2006.
- [7] Sergio Fernández, Sandra Roger, Antonio Ferrández, Antonia Aguilar, and Pilar López-Moreno. Nueva Propuesta de Desambiguación de Sentidos de Palabras para nombres en un sistema de Búsqueda de Respuestas. *Procesamiento del lenguaje natural*, 36:47–56, 2006.
- [8] S. Ferrández, A. Ferrández, S. Roger, P. López-Moreno, and J. Peral. BRILI, an English-Spanish Question Answering System. In *Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology. 1st International Symposium Advances in Artificial Intelligences and Applications (AIAA '06)*, pages 23–29, Poland, 2006.
- [9] S. Ferrández, P. López-Moreno, S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, X. Alvarado, E. Noguera, and F. Llopis. AliQAn and BRILI QA systems at CLEF 2006. In *Proceedings of the Results of the CLEF 2006 Cross-Language System Evaluation Campaign. In Workshop of Cross-Language Evaluation Forum*, Alicante, Spain, 2006.
- [10] Pablo Kogan, Jael Yañez, Costanza Campagnon, Laura Cecchi, Gerardo Parra, Claudio Vaucheret, and Rodolfo del Castillo. Aspectos de Diseño y de Implementación del Equipo de Fútbol con Robots Rakiduum. In CAETI - Universidad Abierta Interamericana, editor, *Proceedings del Campeonato Argentino de Fútbol con Robots 2006*, 2006. Trabajo premiado.
- [11] G. Parra and G. Simari. Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Contracción de Grafos de Planning. In *VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, volume 2, pages 1081–1093, Universidad Nacional de la Patagonia Austral - El Calafate - Santa Cruz, 2001.
- [12] G. Parra and G. Simari. Funciones de Selección Cualitativas y Cuantitativas para la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes. In *X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de La Matanza - San Justo - Buenos Aires - Argentina, 2004.
- [13] G. Parra and G. Simari. Revisión No Priorizada de Planes en Agentes Inteligentes. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de Entre Ríos - Entre Ríos - Argentina, 2005.
- [14] Gerardo Parra and Guillermo R. Simari. Reelaboración de Planes en Agentes Inteligentes. Expansión de Grafos de Planning. *Jornadas Chilenas de Computación 2002*, 2002.
- [15] S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, S. Ferrández, and P. López-Moreno. An Inference Mechanism for Question Answering. *Journal of Computer Science & Technology*, 7:21–27, 2007.
- [16] S. Roger, A. Ferrández, J. Peral, S. Ferrández, and P. López. Un mecanismo de inferencia aplicado a la búsqueda de respuesta. In *Proceedings del XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2006.
- [17] S. Roger, S. Ferrández, A. Ferrández, J. Peral, F. Llopis, A. Aguilar, and D. Tomás. AliQAn, Spanish QA System at CLEF-2005. *Lecture Notes in Computer Science. Accessing multilingual Information Repositories*, 4022:457–466, 2006.
- [18] C. Vaucheret and F. Bueno. More precise yet efficient type inference for logic programs. *International Static Analysis Symposium*, (2477):102–116.

# Un modelo de comportamiento para Agentes BDI colaborativos \*

Sonia V. Rueda

Guillermo R. Simari

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación – Universidad Nacional del Sur  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (L.I.D.I.A)  
Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Av. Alem 1253 – B8000CPB Bahía Blanca, ARGENTINA  
Email: {svr, grs}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

El objetivo general de nuestra línea de investigación es elaborar un modelo de comportamiento para agentes BDI que participan en un sistema multi-agente cooperativo. Los miembros del sistema tienen capacidades limitadas y cuando estas resultan insuficientes para alcanzar sus metas comprometidas, interactúan buscando potenciar sus habilidades. La interacción genera un diálogo deliberativo en el cual uno de los interlocutores es el iniciador y otro el colaborador. Si se produce un conflicto el diálogo se transforma en negociación y su evolución depende de los roles asignados a los interlocutores. El modelo propone un formalismo para representar el conocimiento individual y social e incluye un protocolo de interacción y un algoritmo que especifica el mecanismo de razonamiento, acción e interacción de cada agente BDI.

## Keywords:

Sistemas Argumentativos, BDI, Modelos de Comportamiento, Protocolo de Interacción, Juegos Dialógicos.

## 1. Introducción

Un sistema multiagente puede concebirse como una organización artificial formada por individuos dotados de algunas habilidades. Los individuos pueden compartir objetivos comunes o cada uno de ellos puede tener asignadas metas diferentes. Si la actitud es cooperativa pueden interactuar para brindar y recibir colaboración. La colaboración resulta particularmente útil cuando los agentes tienen habilidades diferentes, porque permite resolver problemas que ninguno de los miembros de la organización podría resolver individualmente. Como contrapartida, exige resolver los conflictos que puedan surgir como consecuencia de la interacción.

En nuestra línea de investigación consideramos que un agente es una entidad artificial con un propósito asignado, algunas habilidades y un comportamiento que combina reactividad, proactividad, autonomía

---

\*Financiado parcialmente por Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

y racionalidad. La autonomía le permite tomar decisiones referidas a cómo actuar considerando su propósito y su conocimiento acerca del entorno. La racionalidad favorece seleccionar *buenas* decisiones.

Los modelos basados en creencias, deseos e intenciones (BDI) intentan capturar la actitud mental de un agente racional que selecciona en cada momento una acción a realizar de acuerdo a la meta perseguida. En un ambiente cooperativo el razonamiento de cada agente BDI involucra deliberación y planificación, pero se agrega además cierto *compromiso social*. En este trabajo el compromiso social permite que cada miembro del sistema pueda brindar y solicitar colaboración participando en diálogos deliberativos. Cuando se produce un conflicto el diálogo se transforma en negociación y los interlocutores intentan alcanzar una solución adecuada para ambos.

La autonomía individual y el compromiso social son dos propiedades que se contraponen. La primera permite que cada agente *actúe* guiado por sus propias metas, de manera independiente al entorno al que pertenece. El compromiso social restringe el modo en que los agentes *interactúan* e influye en el comportamiento individual limitando el nivel de autonomía.

Nuestro trabajo está orientado al diseño de un algoritmo que permita modelar el comportamiento de un agente BDI colaborativo, tanto cuando actúa como iniciador de la interacción y como cuando interviene como colaborador. Estamos abocados además a la elaboración de un protocolo de interacción que permita especificar las diferentes alternativas a través de las cuales puede evolucionar un diálogo, comenzando siempre como un proceso deliberativo y transformándose en ocasiones en una negociación.

La introducción de normas, roles y relaciones condiciona las formas de intervención de cada agente en el diálogo y restringe el comportamiento individual. La estructura que relaciona a los roles es fija, pero la asignación de roles es dinámica y depende de los planes ejecutados hasta el momento por cada uno de los miembros de la organización.

## 2. El modelo BDI

El modelo BDI brinda los elementos esenciales para representar la actitud mental de un agente racional que actúa en un ambiente dinámico, sujeto a cambios bruscos y frecuentes. Las creencias conforman el conocimiento del agente acerca del mundo. Sus deseos e intenciones se refieren al estado que desea alcanzar y representan sus motivaciones y compromisos. La capacidad efectora está constituida por el conjunto de acciones que es capaz de ejecutar.

En nuestro trabajo las creencias van a ser representadas a través de un Programa en Lógica Rebatible,  $(\Phi, \Delta)$ , en el cual  $\Phi$  es un conjunto consistente de hechos y  $\Delta$  un conjunto de reglas rebatibles. La descripción detallada de DeLP puede obtenerse en [2]. Los deseos de un agente se representan como un conjunto de literales. Una intención es un literal específico, seleccionado dentro del conjunto de deseos como una meta comprometida.

Las habilidades de un agente quedan establecidas por un conjunto de acciones  $\Gamma$  que le permiten cambiar el mundo. Como se establece formalmente en [1] cada acción tiene asociado un conjunto de precondiciones, un conjunto de restricciones y un conjunto de consecuencias. El efecto de ejecutar una acción provoca un cambio en las creencias acerca del mundo de acuerdo a las consecuencias establecidas.

Un aspecto central para modelar racionalidad es entonces la vinculación entre conocimiento y acción. Un agente BDI va a estar dotado de cierto nivel de *razonamiento práctico* que le permite seleccionar la acción más adecuada a partir de su conocimiento respecto a sus metas y al estado del entorno en el que

se haya situado [8]. Es decir, la capacidad cognitiva del agente es la que le permitirá actuar adecuadamente en cada contexto particular. El razonamiento práctico involucra dos procesos fundamentales: *deliberación* y *razonamiento sobre medios y fines*. La deliberación permite decidir **qué** metas van a perseguirse, el razonamiento sobre medios y fines determina **cómo** van a alcanzarse.

En nuestro trabajo partimos de la formalización propuesta en [5] para modelar el *estado* y el *comportamiento* de un agente BDI en un momento determinado. Cada agente determina un nuevo conjunto de creencias a partir de una función de revisión de creencias, *brf*, que se evalúa sobre las percepciones *P* y creencias actuales. La función de generación de opciones, *options*, mapea los conjuntos de creencias y de intenciones en el conjunto de deseos. La función de deliberación, *deliber*, genera el conjunto de intenciones a partir de las creencias, deseos e intenciones previas. La función *plan* retorna una secuencia de acciones a partir del conjunto de creencias y de la intención comprometida. En aplicaciones en las cuales el entorno sufre cambios frecuentes, el algoritmo puede ser refinado progresivamente para incorporar reactividad y reconsideración de intenciones. En este caso, la operación *execute* no abarca al plan completo, sino que luego de ejecutar cada acción individual se percibe y analiza la necesidad de ajustarlo. La reconsideración de intenciones permite tomar ventaja de los cambios y aprovechar nuevas oportunidades.

Nuestra línea de investigación propone una alternativa a este modelo en la cual los deseos de un agente no se determinan a partir de las creencias actuales y las intenciones previas, sino que se perciben como necesidades en el entorno. Esto es, la función  $options(B, I)$  se elimina y en su lugar los deseos se actualizan a partir de una función de revisión de deseos que considera la percepción *P*.

Consideramos que el conjunto de metas que un agente percibe e incorpora a sus deseos se corresponde con las acciones que es capaz de ejecutar. Esto no garantiza que se pueda construir un plan ejecutable, el conjunto de creencias puede resultar insuficiente. Decimos entonces que el plan está incompleto. La operación de deliberación se modifica también porque no considera las intenciones alcanzadas previamente sino que selecciona una nueva intención considerando exclusivamente las metas asignadas y las creencias actuales.

El modelo BDI es abstracto, no especifica cómo se representa el conocimiento de un agente, ni propone un mecanismo deliberativo concreto o una estrategia de planificación específica. La selección de intenciones puede realizarse de diferentes maneras, una de ellas es que todos los deseos tengan la misma importancia, otra, asociarle a cada una de ellos una *prioridad*.

En nuestro trabajo, adoptamos un mecanismo de planificación basado en argumentación rebatible, tal que, cuando un agente *a* adopta una intención  $\iota$ , y  $\iota$  no está garantizada por  $(\Phi, \Delta)$  *a* busca una acción *A* en  $\Gamma$  que modifique las creencias de forma tal que pueda obtenerse un argumento sin derrotadores que soporte a  $\iota$ . Si *A* no puede ejecutarse porque sus precondiciones no están garantizadas, *a* elabora una secuencia de acciones que le permitan establecerlas. La secuencia completa, incluyendo a *A*, conformará un plan para  $\iota$ .

Cuando un agente forma parte de un sistema y sus capacidades resultan insuficientes para completar un plan, puede solicitar colaboración. Como contrapartida, sus acciones pueden interferir con los planes de los demás miembros. Si su actitud es cooperativa, brindará colaboración cuando reciba requerimientos y solicitará autorización para provocar cambios que puedan afectar a otros.

Así, en un sistema multiagente la representación de la capacidad cognitiva no sólo determina relación entre conocimiento y acción, sino que también influye en la interacción con otros agentes. Nuestro trabajo adopta la propuesta presentada en [?] para representar el conocimiento de un agente social. Las creencias individuales de cada agente están integradas por sus creencias específicas, las creencias compartidas con cada uno de los otros miembros del grupo y el conjunto de creencias compartido global. Cada conjunto de creencias individual es consistente.

### 3. Colaboración entre agentes BDI

El plan de un agente individual se construye considerando únicamente sus creencias, intenciones y habilidades. Cuando un agente forma parte de un sistema, puede interactuar con otros miembros del sistema en el que participa y aprovechar sus creencias y sus habilidades.

La interacción aumenta las posibilidades de alcanzar las metas comprometidas, pero exige como contrapartida considerar el impacto que el comportamiento social provoca sobre la representación del conocimiento, el mecanismo deliberativo, el proceso de planificación y el modelo de comportamiento de cada agente individual.

En nuestro trabajo la interacción se estructura en *diálogos* entre agentes que buscan colaborar entre sí para aumentar sus capacidades individuales. Un agente *iniciador* realiza una *convocatoria al diálogo* a través de un mensaje que envía a los demás miembros del sistema. Cada receptor responde al requerimiento manifestando su disponibilidad para colaborar, su incapacidad para hacerlo o rechazándolo porque provoca conflicto. El iniciador entablará un diálogo con uno de los agentes que se manifestaron disponibles para colaborar.

El comportamiento de los interlocutores sigue siendo racional. Esto es, como antes cada individuo debe balancear el esfuerzo que dedica a elaborar un plan efectivo, en relación al tiempo que emplea en ejecutarlo. En un diálogo, además, cada agente destina recursos para solicitar y brindar colaboración, nuevamente es importante que mantenga un equilibrio entre la interacción y la ejecución de sus planes. Un diálogo *deliberativo* comienza con un problema abierto, de naturaleza práctica y la meta es una decisión acerca de cómo actuar [9]. La interacción puede fracasar, transformarse en *negociación* o concluir en forma exitosa. La negociación comienza cuando se produce un enfrentamiento entre las motivaciones individuales. El proceso dialéctico puede pensarse como una búsqueda que intenta encontrar una solución adecuada para ambos. La búsqueda también puede fracasar o tener éxito. Cada forma de diálogo, deliberación y negociación, va a estar modelada a través de un diagrama de secuencia en UML que describa las diferentes alternativas de acuerdo a las cuales puede evolucionar la interacción.

Un diálogo termina exitosamente si se encuentra un plan conformado por acciones que los interlocutores están dispuestos a ejecutar y que les permiten alcanzar un acuerdo compartido. En este trabajo los agentes intercambian propuestas y contrapropuestas intentando hacer efectiva la colaboración.

Como en una organización humana, la especificación de normas, roles y relaciones permite balancear la autonomía con el compromiso social que impone formar parte de un grupo. El comportamiento individual y la interacción queda determinado por la relación entre los roles que ocupan los interlocutores durante el diálogo. Esto es, la estructura en la cual se relacionan los roles dentro de la organización, restringe las locuciones posibles en determinados momentos del diálogo. La autonomía sigue siendo una cualidad importante, pero restringida al comportamiento esperado para el rol en el contexto que determina la estructura de relaciones.

Nuestro trabajo se orienta también a la introducción de normas, roles y relaciones en la representación del sistema de agentes, la modificación del comportamiento individual de cada uno y del protocolo de interacción. Las normas y la estructura que relaciona a los roles es fija adoptando la propuesta presentada en [4]. Los roles se asignan dinámicamente considerando las aptitudes de los interlocutores. La evolución de cada diálogo particular va a quedar determinada por el protocolo de interacción y la relación entre los roles específicos que ocupan los interlocutores. La iniciación de un diálogo depende del comportamiento individual del agente que solicita colaboración y del que la brinda.

## 4. Conclusiones

En un sistema multiagentes un grupo de entidades autónomas pueden cooperar en la resolución de un problema que escapa a las capacidades individuales de cada uno. En un ambiente cooperativo el razonamiento de cada agente BDI involucra deliberación y planificación, pero se agrega además cierto *compromiso social*. En este trabajo el compromiso social permite que cada miembro del sistema pueda brindar y solicitar colaboración participando en diálogos deliberativos. Cuando se produce un conflicto el diálogo se transforma en negociación.

La autonomía individual y el compromiso social son dos propiedades que se contraponen. La primera permite que cada agente *actúe* guiado por sus propias metas, de manera independiente al entorno al que pertenece. El compromiso social restringe el modo en que los agentes *interactúan* e influye en el comportamiento individual limitando el nivel de autonomía.

El algoritmo que modela el comportamiento tiene que considerar las dos formas de acuerdo a las cuales puede interactuar. Esto es, como iniciador de un diálogo o como colaborador. Cuando un agente adopta una intención que corresponde a una meta propia y elabora un plan que no está completo, realiza una convocatoria al diálogo que puede concluir en forma exitosa o no.

En el caso de que la intención comprometida corresponda a un requerimiento de colaboración el agente adopta la posición opuesta en el diálogo. Esto es, manifiesta su disposición a colaborar y queda a la espera de que se entable un diálogo deliberativo.

## Referencias

- [1] Simari, G., García, A., Capobianco, M. *Actions, Planning and Defeasible Reasoning*, Proceedings of the 10th International Workshop on Non-Monotonic Reasoning (NMR 2004), pp. 377–384, Whistler, Canada, June 6-8, 2004.
- [2] García, A., Simari, G. *Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach*, Theory Practice of Logic Programming, vol 4, 1, pp. 95–138, 2004.
- [3] Rueda S., García A., Simari, G. *Alternativas para la representacion del conocimiento compartido entre agentes colaborativos*, II Workshop en Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI), VIII CACIC, Argentina, pp. 1508–1919, 2004.
- [4] Rueda S., Simari, G. *Roles y Relaciones en una Organización de agentes BDI*, III Workshop en Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI), IX CACIC, Argentina, pp. 1370–1381, 2005.
- [5] Wooldridge, M., *Intelligent Agents*, in Multiagent Systems A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. Editor G. Weiss. The MIT Press, 2000.
- [6] Fagin, R., Halpern J., Moses, Y., Vardi, M. *Reasoning About Knowledge*, The MIT Press, Cambridge, MA 1995.
- [7] Rao, A. S., and Georgeff M. P., *BDI Agents: From Theory to Practice*, In Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS-95) pp.312-319 San Francisco, USA, 1995.
- [8] Bratman, M.E., Israel D.J., Pollack, M.E., *Plans and resource-bounded practical reasoning*, Computational Intelligence 4: 349,355 1988.
- [9] Walton, D. N., Krabbe E.C., *Commitment in Dialogue: Basic Concepts of Interpersonal Reasoning*, State University of New York Press, Albany, NY, 1995.

# ALGORITMO DE CODIFICACIÓN DE VOZ “CS-ACELP” PARA USARLO EN REDES DE DATOS

Karen Hernández R<sup>1</sup>, Arturo Veloz G<sup>2</sup>, José L Leyva M<sup>2</sup>  
karenhr@cucsur.udg.mx / aveloz@gdl.cinvestav.mx / luis.leyva@cts-design.com

## Introducción

La compresión de voz es un proceso que remueve información redundante para reducir el ancho de banda que se requiere para su transmisión. Algunos algoritmos, como el CS-ACELP, pierden parte de la información contenida en la señal original durante el proceso de compresión y descompresión. Sin embargo, la inteligibilidad del mensaje y el reconocimiento de la persona que habla se conservan. Podemos decir, más que perder información, con el algoritmo CS-ACELP obtenemos una buena relación entre calidad de la voz y ancho de banda (8 Kbps).

El codificador de voz CS-ACELP se basa en el modelo de codificación mediante la predicción lineal excitado por código (CELP) [1]–[2]. El proceso para el algoritmo CS-ACELP empezó en 1990 en el CCITT (hoy ITU-T) para aplicaciones inalámbricas. Se seleccionaron dos codificadores antes de crear el algoritmo en 1994: CS-CELP y ACELP. Ambos algoritmos se analizaron y de estos, se eligieron los mejores aspectos [3]–[5] para formar el algoritmo CS-ACELP. En el proceso de la estandarización del algoritmo CS-ACELP, se realizaron tres pruebas relacionados con la percepción del oído con la idea de caracterizar el desempeño subjetivo de la calidad de la voz. Los resultados indicaron que este codificador tiene un buen desempeño (alta calidad de voz sobre un canal de radio ruidoso y baja complejidad) y bajo retardo [6]–[8]. La calidad de la voz que se obtiene del algoritmo CS-ACELP es equivalente al producido por un codificador ADPCM de 32kbps.

## Antecedentes

En la actualidad no se han negociado convenios entre fabricantes y proveedores de servicios de transmisión de datos para el transporte de voz sobre redes de datos; sin embargo, muchos fabricantes de equipos han desarrollado métodos propios para integrar voz sobre tramas de retransmisión (Frame Relay) [9] o redes IP. El algoritmo CS-ACELP (G.729) es un estándar recomendado por el Frame Relay Forum. Esta organización trabaja junto con los fabricantes de equipos de telecomunicación para asegurar la interoperabilidad de los equipos de los fabricantes.

Aunque ya existe una implementación de la recomendación G.729 un DSP C54xx ya se ha reportado en la literatura [10], decidimos implementarlo en un DSP con base en ciertas características para que se use en una red de datos. La idea es usar una compresión para que se atiendan a varios usuarios. Lo que se persigue con esto es reducir los costos de un sistema optimizando los recursos. Una tarjeta de compresión se puede instalar en una computadora que funcione como un punto de acceso o gateway entre varias computadoras y la red de paquetes, ver Figura 1. En este esquema, únicamente las comunicaciones externas de voz se comprimen (llamadas telefónicas sobre IP o sobre Frame Relay). La computadora gateway tiene las siguientes funciones: comprimir/descomprimir voz para/desde la red y controlar la comunicación entre las redes.

---

<sup>1</sup> Centro Universitario de la Costa Sur. <http://www.cucsur.udg.mx>. Av. Independencia Nacional 151, Autlán, 48900, Jal. México. TEL: 317-3825010. FAX: 317-3823200

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzadas, Campus Guadalajara. <http://www.gdl.cinvestav.mx>. Av. Científica 1145 col. El Bajío, Zapopan, 45010, Jal. México. TEL: 33-37703700. FAX:33-37703709

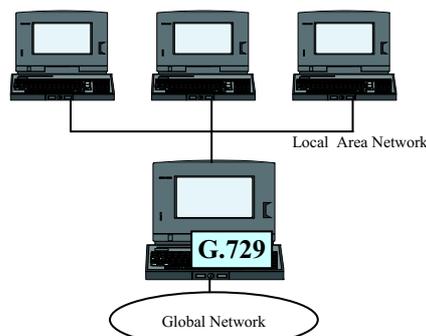


Figura 1. Diagrama con el sistema gateway

### Funcionamiento del CS-ACELP

El codificador CS-ACELP maneja tramas de voz de 10 ms a una velocidad de muestreo de 8000 muestras por segundos (80 muestras por trama). Para realizar el análisis de las tramas, la trama se divide en 2 sub-tramas de 5 ms cada una. Las muestras de entrada y de salida se representan en PCM lineal de 16 bit. El método se basa en hacer una comparación entre la señal reconstruida y la señal original [11].

El principio de codificación se muestra en la Figura 2. La señal de entrada se introduce a un bloque de preprocesamiento donde es filtrada y escalada para evitar componentes indeseables de baja frecuencia o componentes de DC y reducir la posibilidad de desbordamiento en la aplicación de punto fijo (lenguaje C). El libro de análisis de predicción lineal LP calcula los coeficientes del filtro de síntesis (LPC). Este filtro es usado en la reconstrucción de un modelo del tracto vocal. Los coeficientes LPC son convertidos a coeficientes LSP (L0, L1, L2, y L3) por una transformación lineal. Estos coeficientes son robustos al ruido y evitan la inestabilidad en los filtros del decodificador. La búsqueda de los parámetros para definir la señal de excitación se realiza en dos pasos: proceso de ciclo abierto y proceso de ciclo cerrado.

El objetivo en ciclo abierto es estimar una frecuencia fundamental preliminar (tono o pitch) por trama, basado en la señal de voz ponderada perceptualmente. Una vez encontrado el tono preliminar ( $T_{op}$ ) se comienza el ciclo cerrado. El objetivo del ciclo cerrado es determinar el tono más exacto basándose en el  $T_{op}$  del ciclo abierto por medio (búsqueda del índice del libro) de minimización del error ponderado  $\epsilon$ . Este procedimiento empieza ejercitando todos los índices del libro adaptable tratando de minimizar  $\epsilon$ . El índice ( $P_0, P_1, P_2$ ), que produce el mínimo error, es elegido y usado en el siguiente paso. En un segundo paso, el mismo tipo de procedimiento se lleva a cabo sobre el libro fijo (libro algebraico). De este procedimiento, se obtiene el índice del libro fijo ( $S_1, S_2, C_1, C_2$ ). También son obtenidas las ganancias del libro adaptable y fijo basándose en sus índices y son cuantificados vectorialmente usando un libro de estructura conjugada ( $F_1, F_2, G_1, G_2$ ). Los parámetros  $L_i, P_i, S_i, C_i, F_i$  y  $G_i$  son la salida de la información del CS-ACELP enviados cada 10ms con un retardo implícito de 15ms.

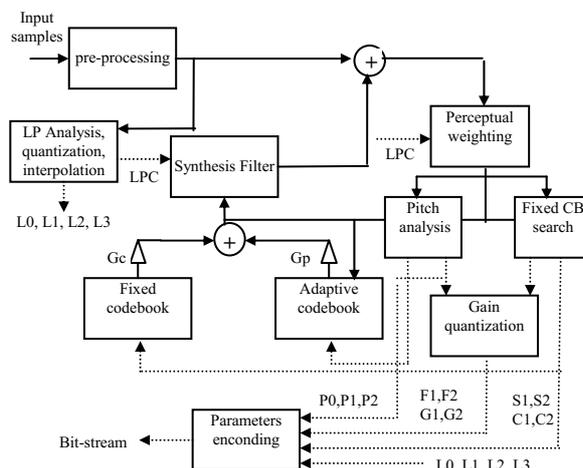


Figura 2. Codificador

El principio del decodificador se muestra en la Figura 3. Primero, se extraen los parámetros de la trama. Estos parámetros son decodificados para obtener la información correspondiente a los 10ms de trama de voz. Los coeficientes LSP cuantificados se interpolan y se convierten en coeficientes del filtro LP para cada sub-trama. Después se realizan los siguientes pasos:

- Se reconstruye la señal de excitación sumando los vectores de las tablas de código adaptable y fijo (escalados con sus respectivas ganancias).
- Se reconstruye la señal de voz filtrando la excitación obtenida por el filtro de síntesis LP.
- La señal de voz reconstruida pasa por una etapa de postprocesamiento (para mejorarla) y así obtener las muestras de entrada que tuvo el codificador.

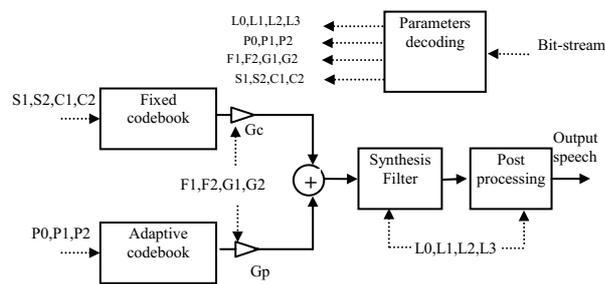


Figura 3. Decodificador

## Implementación

El algoritmo se decidió implementar en el DSP C6201. El DSP seleccionado puede mantener 10 usuarios (canales de voz). La implementación consiste de dos partes: diseño de un DSP basado en una tarjeta y el software operacional (interfaz de usuarios, control de comunicación y el algoritmo G.279). La tarjeta está constituida por cinco bloques -ver Figura 4-; AD/DA converter, DSP processor, Memory (program and data), Address bus decoder y ISA bus interface (considering a dual port memory):

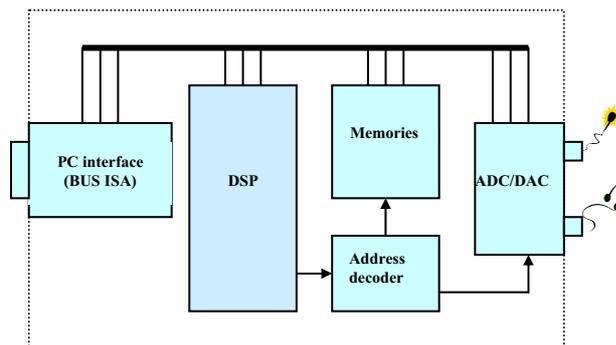


Figura 4. Diagrama de bloque de la tarjeta G729

El tiempo de ejecución del algoritmo G.279 se calculó por el número de operaciones que se realizaban para la ejecución de la comprensión y descomprensión de la voz en 10 ms (total 45500 operaciones) y con la frecuencia del DSP de 200MHz. Así que esto nos indica un tiempo de ejecución de 500  $\mu$ s y por lo tanto, que esta tarjeta puede atender hasta 20 usuarios (10ms).

El espacio de memoria requerido para instalar los programas G.279 se basó en las líneas de código que se obtuvieron después de la compilación del algoritmo (45000 líneas). Se consideraron dos bytes por línea, así que en total que se requieren de 88Kbytes para almacenar los programas de la recomendación G.279.

La interfaz del bus ISA usa una memoria de puerto dual. A través de esta memoria la PC y el DSP pueden intercambiar datos independientemente. La memoria se eligió considerando el número de bytes de voz comprimida (10 bytes) y el número de bytes para comprimir la voz (160 bytes) así como el tiempo requerido para la ejecución del proceso de compresión y descompresión. En total, se necesitan 1700 bytes para que se puedan atender a 10 usuarios.

## Resultados

De las pruebas hechas en la PC se verificó el buen funcionamiento del algoritmo. Se introdujeron varios archivos de voz para comprimir; una vez que el algoritmo de compresión generó un archivo de información comprimida éste se utilizó para descomprimirlo. El tiempo de compresión fue de 10ms. Se escucharon ambos archivos de voz (los originales a comprimir y los descomprimidos) resultando iguales al oído. También se comparó el contenido de estos archivos mediante un programa en C; con el cual se comparó el archivo de voz original contra el reconstruido por el codificador G.729. Los archivos resultaron ser muy diferentes desde el punto de vista numérico. Sin embargo, el oído humano no percibe esta diferencia. Esto se concluye después de verificar las opiniones del grupo de personas que escucharon los archivos. Por otro lado, cuando la comparación se lleva a cabo desde el punto de vista espectral nos damos cuenta que los archivos son muy parecidos en vista de que la distribución de energía es similar. Esto se puede notar en los espectrogramas que se presentan en la Figura 5 (señal original) y en la Figura 6 (la señal reconstruida).

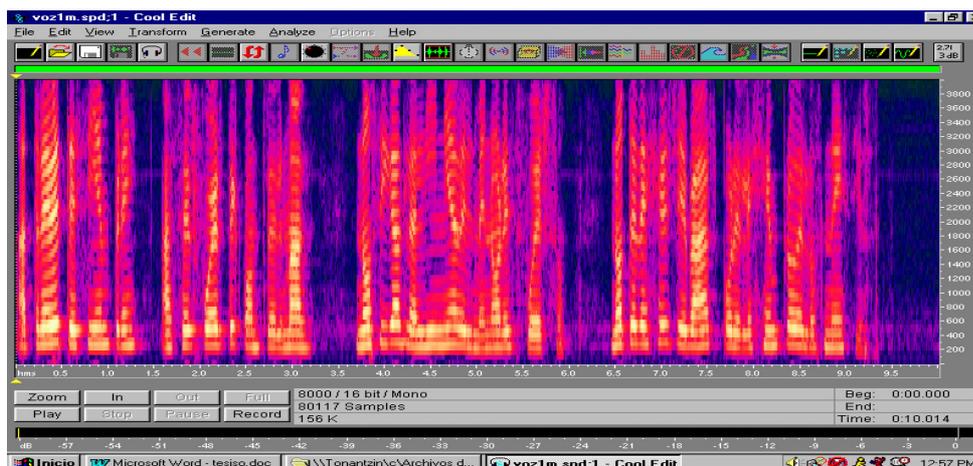


Figure 5. Espectrograma de la señal



Figure 6. Espectrograma de la señal

Respecto al funcionamiento de la tarjeta, lo único que se pudo verificar fue la parte del DSP que va conectada al convertidor TLC32040; se simuló en Maxplus II para saber si se podían leer y escribir los datos del DSP sin problemas de tiempo.

## Conclusiones

Fue necesario estudiar el DSP que se utilizaría para saber las partes que se debían considerar en el diseño de la tarjeta y poder especificar los requisitos de diseño. Una vez terminado el diseño y compilado el algoritmo, se procedió a adquirir los dispositivos que se iban a utilizar (memorias, osciladores, capacitores, etc.); se contactaron diversos distribuidores, nacionales e internacionales. Los dispositivos no siempre cumplen con todas las características requeridas para el diseño y se debe hacer una ponderación entre los posibles candidatos.

El diseño de la tarjeta se presentó para el uso del codificador CS-ACELP pero puede ser usada para cualquier otro tipo de codificador. Se concluye esto porque el algoritmo se carga en una memoria externa al DSP y aunque se consideró el tiempo de procesamiento de trama para 10 usuarios, puede ser modificado. La tarjeta también puede ser usada como un multicondificador; esto es, como un dispositivo que puede contener varios tipos de codificadores y dependiendo del sistema que se use, seleccionar alguno en particular. Es importante aclarar que para llevar a cabo lo anterior, se tendría que cambiar las dimensiones de las memorias que se consideraron en el diseño.

## Trabajo futuro

La tarjeta se diseñó y se dejó lista con los archivos de fabricación para que se mande a fabricar. Sin embargo, algunos de los puntos que faltan por hacer son los siguientes:

- Hacer un programa en la PC para conectar la tarjeta (inicialización, interrupciones, etc).
- Modificar la tarjeta para que pueda ser insertada a una PC dedicada (sin convertidores A/D-D/A, sin micrófono y bocina).
- Fabricar la tarjeta diseñada, ensamblarla y verificarla.
- Verificar el tiempo de ejecución del algoritmo considerando los retardos que se generen en la red.
- Analizar si es posible reducir los libros de código, según el idioma seleccionado

## Referencias

- [1] M. R Schroeder and B. S. Atal. (1985 ). Code-Excited Linear Prediction (CELP): high quality speech at very low bit rates. *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustic, Speech, Signal Processing., Tampa, FL:* 937-940.
- [2] A.M Kondo. (), "Digital Speech: coding for low bit rate communication systems", John Wiley and Sons, pp. 174-209, 1994.
- [3] Kataoka, T. Moriya and S. Hayashi. (1993). An 8kbit/s speech coder based on conjugate structure CELP. *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustic, Speech, Signal Processing II:* 592-595.
- [4] Kataoka, T. Moriya and S. Hayashi. (1996). An 8kbit/s Conjugate Structure CELP Speech Coder. *IEEE Trans. Speech Audio Processing.* 6: 401-411.
- [5] J. Adoul, P. Mabilieu, M. Delprat and S. Morissette. (1987,). Fast CELP coding based on algebraic codes. *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustic, Speech, Signal Processing.* 1953-1956.
- [6] M. E. Perkins et al. (1996). Characterizing the Subjective Performance of the ITU-T 8 kbps Speech Coding Algorithm (ITU-TRec. G.729). *IEEE Communications Magazine.*
- [7] R.V. Cox (1996). Three New Speech Coders from the ITU Cover a Range of Applications. *IEEE Communication Magazine.*
- [8] V.K. Varma (1993). Testing Speech Coders For Usage in Wireless Communications Systems. *Proc. IEEE Wksp. Speech Coding for Telecommunication, Sainte-Adele, Québec, FL:Canada, October 13-15 pp.* 93-94.
- [9] The Frame Relay Forum, "A Discussion of Voice over Frame Relay October 1996", download: [www.frforum.com/40000](http://www.frforum.com/40000).

- [10] R. Salami, C. Laflamme, J-P. Adoul, A. Kataoka, S. Hayashi, T. Moriya, C. Lamblin, D. Massaloux, S. Proust, P. Kroon, Y. Shoham [1998]. Design and Description of CS-ACELP: A Toll Quality 8 kb/s Speech Coder. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, **6**(2)
- [11] ITU-T Recommendation G.729 (1996). Coding of Speech at 8 kbps using Conjugate-Structure Algebraic-Code-Excited Linear-Prediction (CS-ACELP).

# Ambiente de Desarrollo y Puesta en Marcha de Sistemas Basados en Microcontroladores

Fernando G. Tinetti<sup>1</sup>, Ricardo A. López,

Departamento de Informática Sede Trelew, Facultad de Ingeniería - UNPSJB  
Facultad de Informática – UNLP

fernando@info.unlp.edu.ar, lopez.ricardo@gmail.com,

## RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo llevar a cabo una definición y una implementación de referencia (también llamada “*proof of concept*”) de un entorno de desarrollo que involucra múltiples microcontroladores interconectados en red. El sistema debería ser capaz de adquirir y enviar datos/señales desde el exterior (con marcas de tiempo como para establecer un orden), ser controlado desde una PC como en un sistema de tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) y mantener una base de datos accesible al menos para consulta vía un servidor web. En términos generales, este proyecto se orienta a establecer los lineamientos generales para contar con un sistema de desarrollo sobre una red de microcontroladores de bajo costo, documentando y normalizando técnicas y módulos de hardware y software. Además, la implementación de referencia del entorno de desarrollo no solamente se utilizará para verificar la propuesta, sino que también quedará a disposición de cátedras y/o de investigación de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB, como para el desarrollo de sistemas de control a ser aplicados en producción. Posteriormente, se podrá evaluar la posibilidad de distribuir esta implementación de referencia con licencia de software libre, por ejemplo.

**Palabras Clave:** desarrollo de software en microcontroladores, sistemas de tiempo real, sistemas de control, sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

## 1. INTRODUCCION

Tanto a nivel local como internacional, se reconoce la necesidad de innovación en informática relacionada con software de relativamente bajo nivel y distribuido. Los centros especializados, las universidades de prestigio y las grandes compañías del mercado, poseen los recursos humanos y tecnológicos orientados hacia este esfuerzo para satisfacer las necesidades pendientes según las áreas de aplicación. La evolución y utilización de Internet potencia aún más este concepto al difundir información, documentación y software en distintas tecnologías de la especialidad. No obstante ello, en muchos casos esa información es propietaria o existe dificultad en seleccionarla y tenerla a disposición para su uso. En otros casos, la tecnología es compleja y debe ser *adaptada*, para hacerla más fácilmente entendible y utilizable o implementable para aquel que, aún siendo de la disciplina, no posee un suficiente sustento de conocimientos de hardware.

Además, es importante mencionar que al ser propietarios tanto la información como los entornos de desarrollo disponibles para microcontroladores, de alguna manera se impone un grado importante de restricciones a la hora de la implementación y puesta en producción de sistemas que los

---

<sup>1</sup> Investigador Asistente CICPBA

involucran. La idea en este sentido es establecer un conjunto bien definido y especificado lo más rigurosamente posible de requisitos para desarrollo de/con microcontroladores sin perder de vista las características comunes a todos ellos.

Por otro lado, se intenta disponer de una base a partir de la cual se puedan desarrollar aplicaciones/implementaciones sin ser restringidos por un tipo de microcontroladores en particular. Por el otro, se tiende a disponer un entorno que provea bastante más que los microcontroladores en sí mismos, con abstracciones importantes tanto en el contexto de las aplicaciones de control como en las aplicaciones distribuidas en general. En este sentido, es de fundamental importancia contar con una implementación de referencia que provea un ejemplo *real* (aunque sea en pequeña escala) de la propuesta con todas o la gran mayoría de las características que se definan en general.

También está puesto el énfasis de este proyecto en la procura de la formación de profesionales de “amplio espectro”, esto es, el profesional con amplio rango de conocimientos y técnicas. El mismo concepto es replicable en los docentes de este ámbito de la Universidad. En los últimos tiempos y seguramente impulsados por el mejor acceso a tecnologías de última generación, alumnos y docentes de la Licenciatura en Informática de la UNPSJB están interesados en conformar un grupo que, ahondando en conceptos vistos en asignaturas afines, tuviera un objetivo digno de ser investigado e implementado. Otros alumnos integraron algunos de los conceptos en tesinas, en temas como edificios inteligentes o uso de redes inalámbricas, destinando un importante tiempo para su implementación. En este contexto, disponer de un entorno de desarrollo tiende a reducir sus tiempos de aprendizaje y también a reducir la replicación de esfuerzos relacionados con los niveles más bajos de abstracción ligados a los microcontroladores (en aspectos relacionados con la adquisición de datos, por ejemplo), permitiendo a los alumnos concentrarse en conceptos/tareas de mayor valor agregado. La definición y publicación de un prototipo hardware y software con propósitos múltiples, puede aliviar los tiempos necesarios para incluir esta tecnología en un trabajo de Licenciatura, dentro de otros módulos más específicos al objetivo del trabajo involucrado en este proyecto.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Inicialmente, se deben **relevar las características de desarrollo actuales con microcontroladores y experimentar y generar experiencia en el desarrollo de sistemas con microcontroladores**. La metodología básica en este sentido es la de revisión bibliográfica y experimentación con las herramientas de desarrollo disponibles (de uso libre) para microcontroladores. La bibliografía a utilizar en este punto es relativamente estándar en el contexto de arquitectura de sistemas de cómputo, en donde se describen las características de los microcontroladores en general con algunos ejemplos de microcontroladores específicos [1] [6] [9]. Además, la gran mayoría de empresas que producen y comercializan microcontroladores proveen mucha de esta información en sus páginas web, dado que es imprescindible para quienes necesiten desarrollar e implementar sistemas basados en microcontroladores pueden hacerlo lo más rápidamente posible. La información estándar en cuanto a bibliografía son las hojas de datos de los microcontroladores (con la descripción y una idea de la programación de los mismos) y ejemplos de aplicaciones completas (también denominados *notas de aplicación*). En lo referente a las herramientas estándares para el desarrollo con microcontroladores que las empresas suelen poner a disposición vía sus páginas web, son entornos de desarrollo *simples*: normalmente ensambladores y/o compiladores más un simulador de una línea (o *familia*) de microcontroladores [12] [13] [5]. Se debe recordar que es importante no solamente la adquisición de conocimiento y generación de experiencia sino también la generación de una estrategia y materiales de trabajo para la formación de recursos humanos, dado que estos materiales pueden ser utilizados en asignaturas de la Licenciatura en Informática de la UNPSJB y en la

formación de nuevos integrantes del grupo de investigación que se puedan incorporar con posterioridad.

Una vez conocidos los microcontroladores y sus entornos de desarrollo, se debería **definir un conjunto de requisitos mínimos de hardware y software para un entorno de desarrollo y puesta de sistemas en los cuales sea necesaria una red de microcontroladores**. Entre las primeras tareas a llevar a cabo es la de analizar detalladamente los sistemas en producción basados en distintos microcontroladores y el estudio de las posibilidades de y/o flexibilidad para el desarrollo de sistemas basados en múltiples microcontroladores. Una de las fuentes de información que se pueden utilizar de manera directa son las propias “notas de aplicación” que las empresas ponen a disposición en sus páginas web, pero esto no debería generar que se pasen por alto las características y las necesidades de los sistemas en producción que se puedan analizar en detalle. Por otro lado, ni las notas de aplicación ni el estudio de los sistemas en producción debería restringir la posibilidad de proponer mejoras y/o innovaciones que se consideren necesarias. En este sentido, tanto la posibilidad de trabajar con instituciones de producción de bienes y/o servicios como la propia experiencia de los integrantes del grupo de investigación son importantes en cuanto al aporte de ideas y conceptos a tener en cuenta en las definiciones y análisis de características. También se debe tener en cuenta la orientación académica del ambiente de desarrollo, para su uso específico en cátedras de la Licenciatura en Informática de la UNPSJB. Los sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) también son una buena fuente de información, aunque usualmente tienen el inconveniente de ser sistemas propietarios y, por lo tanto, no proporcionan muchos de los detalles técnicos necesarios en esta etapa.

Una de las propuestas más importantes del proyecto de investigación es, en realidad, **definir una arquitectura de hardware y software flexible y modular para sistemas que involucren redes de microcontroladores**. De esta forma, sería posible el reemplazo de módulos con el menor costo de adaptación al cambio. A priori, se deben utilizar tanto la metodología *top-down* como la estratificación en capas (*layers* o *tiers*), que puede se ha utilizado extensivamente en el área de protocolos de comunicación y sistemas distribuidos [8] [2] [10] [7] [4]. En este punto no es necesario conocer con precisión los microcontroladores a utilizar ni el hardware de la red de interconexión sino que se deben definir con la mayor precisión posible las características del hardware de cada una de las partes. Es muy probable que el sistema completo involucre varias plataformas de hardware [3] [11], dado que habrá todo un conjunto de microcontroladores en contacto directo con el campo de aplicación (básicamente a través de señales/datos de entrada/salida), por otro lado se debe definir el hardware de la red de interconexión y, tal como en los sistemas SCADA, es muy probable que se incluya al menos una PC para el almacenamiento y manejo de los datos del sistema. Además, es necesario conocer el conjunto de funcionalidades que se debería implementar en cada una de las plataformas de hardware involucradas, es decir las características del software, incluyendo el software asociado a la red de interconexión. Si bien en este punto no se tiene una implementación, es muy importante recordar que lo que se plantea es un ambiente de desarrollo para la implementación de este tipo de sistemas. Es decir que una implementación de referencia proveerá información importante sobre la versatilidad de estas definiciones, pero las definiciones en sí mismas deberían ser suficientemente bien especificadas como para simplificar el desarrollo de sistemas basados en redes de microcontroladores.

Como se comenta antes, si bien la definición del ambiente de desarrollo es muy importante e independiente del hardware y software a utilizar/developar, de todas maneras se considera muy necesario **implementar un prototipo de hardware y software de sistemas que involucren múltiples microcontroladores interconectados en red para propósitos múltiples**. Con este prototipo se tienen al menos dos resultados importantes: a) una implementación del entorno de desarrollo de sistemas con redes de microcontroladores y b) una plataforma lista para ser utilizada

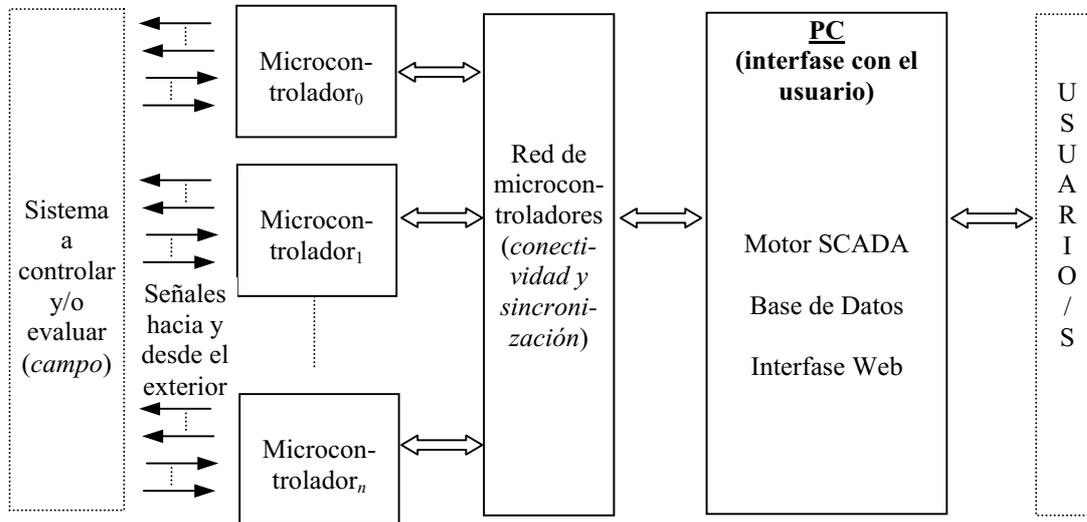
en la investigación y desarrollo dentro de la UNPSJB para, por ejemplo, incorporar temas relacionados en las tesis de la Licenciatura mencionada. Evidentemente también se tiene la posibilidad de experimentar, redefinir, incorporar características/funcionalidades, etc. sobre un sistema real. Aunque la definición del entorno es necesaria para la independencia de, por ejemplo, los microcontroladores específicos a utilizar, también es necesario contar con una herramienta o prototipo real, para comprobar que la definición no sea solamente una propuesta y se pueda llegar a un sistema en producción. En el contexto del software a desarrollar, sería importante analizar la posibilidad y utilidad de generar código con licencia de uso libre, tal como la GNU GPL (General Public License o licencia pública general) [14]. En cuanto al uso del prototipo, será importante la verificación y la caracterización del prototipo con la redefinición de las partes que se consideren necesarias.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

A partir del desarrollo de las líneas de investigación precedentes, se tiende obtener resultados satisfactorios en cuanto a:

1. Experimentación y generación de experiencia con microcontroladores y formas de interconexión de redes de microcontroladores como punto de partida, para después continuar con otras propuestas de mayor porte, teniendo en cuenta la evolución sistemática de estos dispositivos en campos como redes inalámbricas y control.
2. Definición de un conjunto de requisitos mínimos de hardware y software para contar con un entorno de desarrollo y puesta en marcha de sistemas en los cuales sean necesarios un conjunto de microcontroladores interconectados en red. El sistema definido debería tener la capacidad de:
  - Adquisición de datos/señales y envío de señales de control.
  - Generación de secuencia (ordenamiento temporal) de eventos hacia/desde el exterior. Dado que habría varios microcontroladores, éstos deberían estar sincronizados para establecer una secuencia con referencias de tiempo confiables.
  - Interfase con un motor de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA, *Supervisory Control and Data Acquisition*) corriendo en PC.
  - Registro de eventos y datos relevantes en una base de datos corriendo en PC.
  - Acceso a la base de datos del sistema, vía un servidor web.
3. Definición de una arquitectura de hardware y software (para sistemas que involucren múltiples microcontroladores interconectados en red) flexible y modular de forma tal que sea posible el reemplazo de módulos con el menor costo de adaptación al cambio. Una vez definidas las características de los sistemas basados en microcontroladores y en las características de los propios microcontroladores, la idea será definir una arquitectura de hardware del sistema como la que se muestra en la Fig. 1. A priori, el esquema de la arquitectura que se muestra en la Fig. 1 no es más que una idea que debe ser verificada/contrastada con lo que se analice, estudie y defina en los pasos anteriores. Es decir, una vez que los objetivos 1 y 2 ya estén cumplidos, se podrá analizar y evaluar si el esquema de hardware de la Fig. 1 resulta útil o si debe ser modificado por alguna razón específica.
4. Elaboración de un prototipo hardware y software de sistemas que involucren múltiples microcontroladores interconectados en red para propósitos múltiples, preparando así una base para posibilitar la inclusión de la temática en la producción de tesis.
5. Documentación y normalización (siempre que sea posible) de las definiciones y módulos o subsistemas (de hardware y software) incluidos dentro del trabajo efectuado, a efectos de sistematizar la información disponible. Esta información se orienta, en principio, a las cátedras de la Licenciatura en Informática de la UNPSJB donde el tema es de base: Introducción a la Computación y Arquitectura de Sistemas de Cómputo. Estas dos asignaturas tienen ya incluido

en sus programas, un conocimiento relativamente elevado de distintos tipos de hardware. También es posible utilizar esta información dentro de la temática de la asignatura Sistemas Distribuidos ya que, de hecho, se utilizan muchos de los conceptos involucrados.



**Figura 1:** Esquema General para Sistemas Basados en Redes de Microcontroladores.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Cady F. M., Microcontrollers and Microcomputers: Principles of Software and Hardware Engineering, Oxford University Press, 1997, ISBN: 0195110080.
- [2] Comer D. E., Internetworking with TCP/IP, Vol 1, Prentice Hall, 5th Edition, ISBN 0131876716, 2005.
- [3] Coulouris G., Dollimore J., Kinberg T., Sistemas Distribuidos. Conceptos y Diseño, 3ra. edición, Pearson Educación, 2001, ISBN: 84-7829-049-4.
- [4] Kurose J., Ross K., Redes de Computadores: Un enfoque descendente basado en Internet, Pearson Addison Wesley, 2003, ISBN 84782900613
- [5] Microchip Technology Inc., PICMicro – Mid-Range MCU family, Reference Manual, 2002.
- [6] Stallings W., Computer Organization and Architecture, Prentice Hall, 6th edition, ISBN 0130351199, 2002.
- [7] Stallings W., Data and Computer Communications, Prentice Hall, 8th Edition, ISBN 0132433109, 2006.
- [8] Stevens W. R., Fenner B., Rudoff A. M., Stevens R. W., Unix Network Programming, Vol. 1: The Sockets Networking API, Addison-Wesley Professional, 3rd Edition, ISBN 0131411551, 2003.
- [9] Tanenbaum A. S., Structured Computer Organization, 5th Edition, Prentice Hall, ISBN 0131485210, 2005.
- [10] Tanenbaum A. S., Computer Networks, 4th Edition, Prentice Hall Ptr, ISBN 0130661023, 2002.
- [11] Tanenbaum A. S., M. van Steen, Distributed Systems: Principles and Paradigms, Prentice Hall, 2nd Edition, ISBN 0132392275, 2006.
- [12] Microchip Technology Inc., [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- [13] Freescale Semiconductor, [www.freescale.com](http://www.freescale.com)
- [14] Free Software Foundation, Inc., GNU General Public License, [www.gnu.org/copyleft/gpl.html](http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html)

# ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE PATRONES DE TRÁFICO DE PROTOCOLOS EN REDES LAN

Santiago Pérez, Higinio Facchini, Gustavo Mercado  
{santiagocp, higiniofac, gmercado}@frm.utn.edu.ar

LIREDAT

(Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Nuevas Tecnologías de Redes Datos y Telecomunicaciones)

Facultad Regional Mendoza,  
Universidad Tecnológica Nacional

Mendoza Argentina  
0261-4239119 (int. 176)

## I) Resumen:

La comunidad dedicada al estudio, análisis y diseño de redes LAN y WAN ha destinado un gran esfuerzo para incorporar nuevas metodologías para facilitar y acelerar las especificaciones de nuevas redes, asegurando la mejor relación costo-performance.

Debido a la complejidad de la fase de relevamiento de una red existente, o a la estimación de las características de la nueva red, se procede en un breve plazo a un sobredimensionado de algunos aspectos de dichas redes, aun cuando posteriormente surjan cuellos de botella permanentes o transitorios.

Se investigará y desarrollará un método para determinar patrones característicos de tráfico de protocolos de red en grandes Redes LAN, según los usuarios. Dichos patrones de tráfico y de perfiles de usuario podrán ser usados en una nueva metodología sistemática de relevamiento a proponer, que reducirá las horas de ingeniería de esta etapa de diseño, acotando sensiblemente los errores que se producen por su omisión y/o simplificación.

Se plantean los siguiente objetivos:

- \* Desarrollar una metodología para establecerr patrones característicos de tráfico de red LAN, según el perfil de los usuarios
- \* Introducir métodos de innovación tecnológica en el área de diseño de redes LAN y WAN

## II) Introducción:

Se están introduciendo aceleradamente tecnologías y métodos avanzados para la optimización en los procesos de diseño y rediseño de redes LAN y WAN, que llevan al replanteo metodológico de la orientación actual de la Ingeniería de Redes de Datos. Los problemas relacionados al diseño de redes LAN de envergadura, y sus accesos WAN son de una complejidad creciente en la medida que crece proporcionalmente el número de usuarios en la red, y la variedad de los servicios demandados por los mismos [1][2][3].

La labor de diseño normalmente ha quedado relegada por cuestiones de complejidad y de horas de ingeniería, a estimaciones gruesas sobre el dimensionamiento de los dispositivos pasivos y activos de la red.

Por ello, es un objetivo constante de investigación la búsqueda de nuevas metodologías en las etapas iniciales de diseño, para una efectiva aproximación para la puesta en marcha de redes de una manera estable, con la mayor calidad de servicios posible y una reducción de sus costos asociados [4][5][6][7].

La existencia de herramientas software y hardware para la evaluación del tráfico de red resuelve la incertidumbre por estimaciones que causan sobredimensionamiento o nuevos cuellos de botellas en la red, con los perjuicios

consiguientes en la economía de las organizaciones.

Este es un proyecto de desarrollo de metodologías de diseño donde se van a introducir nuevas herramientas y técnicas para mejorar la ecuación económica de inversión y el tiempo de puesta en marcha estable de las redes.

Específicamente, una de las tareas más complejas en la fase de diseño (o rediseño) de una gran red LAN (más de 100 puestos de trabajo) y WAN, es el relevamiento y el dimensionamiento del sistema, en función de todos los parámetros y las variables involucradas, entre redes. Aunque las técnicas de diseño conocidas incluyen una secuencia de tareas perfectamente establecidas [8][9][10], la tarea de relevamiento es habitualmente omitida o simplificada, dado la gran cantidad de horas de ingeniería que se requeriría por puesto de trabajo para una red de estas dimensiones. Y como una consecuencia, esta simplificación, podría introducir importantes errores en el dimensionamiento y selección del tipo de equipamiento activo y pasivo de la red.

El relevamiento de la red no es una tarea sencilla, y requiere de una metodología que incluya todos los parámetros que deseamos medir para llegar a un buen diagnóstico de los requisitos necesarios para un buen funcionamiento de la misma. Por lo tanto es necesario tener en cuenta todos los factores que puedan afectar, de una u otra manera, a los principales problemas de la red, que son: paquetes perdidos, retransmisiones de paquetes, errores, retardos elevados, etc.

Para dicha tarea es necesario analizar los problemas en todas las capas del modelo OSI, pero específicamente las 4 capas inferiores son las que afectan específicamente al tráfico, y sobre las cuales se realizará el presente proyecto; dejando para un futuro los problemas propios de los Sistemas Operativos utilizados.

Por lo tanto se realizará un análisis exhaustivo de la capa física (cableado, conectorizado, distribución física, etc.), de los equipos activos intervinientes (switchs, hubs, routers, wireless, placas de red, etc.), de la

organización lógica (VLAN, direccionamiento, enrutamiento, etc.), de los protocolos de comunicación utilizados y de la organización de administración de la red.

El trabajo está basado en la utilización de herramientas software y hardware para la toma de muestras de tráfico de diferentes puestos de trabajo de una gran red LAN (se tomará como red de estudio la LAN de la UTN Regional Mendoza, desde el Laboratorio LIREDAT [12][13]). Las muestras son estudiadas para clasificar a los puestos de trabajo (usuarios) según el segmento de pertenencia en la red, distribución de protocolos, distribución según el tipo y tamaño de paquetes, ancho de banda medio demandado, distribución horaria, pico de ráfagas de tráfico, distribución de tráfico local y externo, etc.

Las herramientas Software a utilizar son variadas, y preferentemente se utilizarán los programas sniffers (como Etherpeak, Ethereal), programas de monitoreo de la red que incluyan los protocolos SNMP/RMON, las estadísticas y análisis de tráfico que realizan los dispositivos activos (switchs) existentes en la red bajo estudio, etc.

Estas herramientas permiten hacer un exhaustivo análisis del tráfico global de paquetes, y también de un detalle pormenorizado de cada paquete. El trabajo incluye hacer este estudio a detalle en cada segmento de la red, en distintos días de la semana, a distintos horarios durante el día, y en distintas épocas del año. Esto nos permitirá clasificar el tráfico de acuerdo a protocolos (WEB, FTP, Correo electrónico, datos compartidos, etc.) y por lo tanto su utilización durante el día y sus prioridades.

Además se tendrá en cuenta tráfico ocasional que afecte notablemente el rendimiento, como por ejemplo Videoconferencias, video en general, voz, etc.

También se analizará el impacto de tráfico de VoIP (voz sobre IP) en comunicaciones telefónicas normales, ya que la Facultad está integrando lentamente este tipo de comunicación.

Indudablemente a todo este análisis hay que adicionarle las consecuencias del

crecimiento de la red, ya sea en cuanto a cantidad de usuarios, cantidad y tipo de tráfico, protocolos nuevos a utilizar, la implementación de QoS (calidad de Servicio), etc.

A partir del estudio de las muestras, se analizarán patrones de comportamiento de los usuarios, tal que se puedan definir el menor número posible de tipos o perfiles de usuarios. Estos perfiles de usuarios, se supone, se replicaran con bastante aproximación para la mayoría de los perfiles de usuarios en diversas redes LAN, independientemente de la organización, y por lo tanto, disminuyan las horas de ingeniería de la etapa de relevamiento del diseño y/o rediseño de toda nueva red. La concepción de esta nueva metodología sistemática para la fase de relevamiento se presentará en la forma de planillas guía, o instrumento software similar, para obtener los tráficos de la nueva red en distintos puntos de la topología. Y como una consecuencia, para aproximar apropiadamente el dimensionamiento del equipamiento activo y pasivo de la nueva red.

### III) Temas de Investigación [15]..[40]

Alcanzar la optimización de la topología de red en cuanto a parámetros como el costo, tiempo de respuesta, tiempo de atraso, probabilidad de bloqueo, escalabilidad, administración, performance y confiabilidad, entre otros aspectos, constituye un desafío que se renueva permanentemente. Es por ello, que se destaca la importancia de las políticas de red de la organización, a través de una introducción del modelo de negocios de la red global y que cubra los principios de diseño significativos, tales como el diseño top-down, requerimientos y restricciones, y herramientas de diseño de red. Más específicamente, en el diseño (rediseño) deberá tenerse en cuenta los principios de diseño, examinando los requerimientos y restricciones de una red desde una perspectiva de negocios y desde una perspectiva técnica, después de evaluar los conceptos de modelo de negocios de la red global, y de diseño top-down. Además, sin pasar por alto las herramientas usadas en el

proceso de diseño de red, para auditar redes, y analizar y simular la red.

Durante el desarrollo del trabajo se desarrollaran las siguientes tareas de investigación:

- \* Efectuar un estudio comparativo y general de varias metodologías de diseño existentes

Las metodologías de diseño son un proceso crítico para directores, administradores, consultores y arquitectos de la red. Varias organizaciones han crecido en experiencia incluyendo diseñadores de red, a causa de la frecuencia de los cambios de la misma. El rol del crecimiento en la red debe ser como en el negocio, y esto ha forzado a cambios rápidos y dinámicos sobre la propia red como en la organización con TI. Objetivo: Se pretende investigar las metodologías de diseño existentes, y plantear un análisis comparativo, y los criterios que se han impuesto hasta la fecha

- \* Investigar y definir una metodología para establecer patrones característicos de tráfico de protocolos según tipo de usuarios.

Existen herramientas software y hardware para la toma de muestras de tráfico de los protocolos de red, que diferentes puestos de trabajo introducen en la misma. Según las actividades de los usuarios sobre la red, se puede definir un perfil para los mismos. Cada perfil tendrá patrones característicos de distribución de tráfico de los protocolos de la red según el segmento de pertenencia en la red, distribución de protocolos, distribución según el tipo y tamaño de paquetes, ancho de banda medio demandado, distribución horaria, pico de ráfagas de tráfico, distribución de tráfico local y externo,. Estos perfiles podrán convalidar o no, principios de diseño que tradicionalmente se han manejado, como por ejemplo la regla 80/20 que considera que el 80 % del tiempo el usuario está dedicado a tráfico en su propio segmento, y resto del tiempo fuera del mismo. Objetivo: Analizar los patrones de comportamiento de los usuarios, para definir

el menor número posible de tipos o perfiles de usuarios

#### IV) Referencias bibliográficas

1. Mike Schwartz, *Report of the Internet Perspective Working Group*, IITA Digital Libraries Workshop,
2. David Clark, *Rethinking the design of the Internet: The end-to-end arguments vs the brave new world*, MIT
3. Jorge Pérez, *Evolución y Tendencias del sector de las Telecomunicaciones*. Universidad Politécnica de Madrid
4. Simon Hauger, *A scalable architecture for flexible high-speed packet classification*, Universidad de Stuttgart
5. Gouquiang Hu, *Analysis of the CSMA/CA Protocol en a new optical MAN network architecture*, Universidad de Stuttgart
6. Magdalena Balazinska, *Characterizing Mobility and network usage in a corporate wireless LAN*, , MIT Laboratory for Computer Science, Paul Castro, IBM
7. Roberto Battiti, *Wireless LANs: From WarChalking to Open Access networks*, Departamento de Informatics y telecomunicaciones, Universidad de Trento
8. <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/idg4/index.htm> CISCO PRESS
9. Anthony Bruno, *CCDA Certification Guide*, Cap. 2, CISCO PRESS
10. Tom Lammler, Andy Baril, *Guia de Estudio CCDA, Certified Design Asóciate*, 2º Edición, San Francisco, London, Ed. Sybex, www.sybex.com
11. *Top-down network design* – CISCO PRESS
12. <http://web.frm.utn.edu.ar/liredat/>
13. <http://web.frm.utn.edu.ar/codarec/principial.html>
14. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
15. IP Journal,
16. <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/switches/>
17. [http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2001/04/13/net\\_2nd\\_lang.html](http://www.oreillynet.com/pub/a/network/2001/04/13/net_2nd_lang.html)
18. <http://www.alliancedatacom.com/technologies/csu-dsu/csudsu.asp>
19. <http://www.protocols.com/pbook/tcpip.htm>
20. <http://www.protocols.com/pbook/novel1.htm>
21. <http://www.protocols.com/pbook/applstalk.htm>
22. <http://www.networking.ibm.com/app/aiwconf/cpic.htm>
23. <http://www.networking.ibm.com/app/aiwhome.htm>
24. <http://www.snmpworld.com/>
25. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>
26. <http://www-mm.informatik.uni-mannheim.de/veranstaltungen/animation/mac/ethernet>
27. <http://standards.ieee.org/regauth/ethertype/eth.txt>
28. <http://www.iol.unh.edu/training/ge.html>
29. <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>
30. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>
31. <http://standards.ieee.org/getieee802/802.5.html>
32. <http://www.merit.edu/>
33. <http://www.iptel.org/>
34. <http://www.frforum.com/>
35. <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/gatecont/>
36. <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/phones/>
37. <http://www.protocols.com/pbook/VoIP.htm>
38. <http://www.iana.org/>
39. [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/ethernet.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ethernet.htm)
40. [http://www.qpcomm.com/vsat\\_info.html](http://www.qpcomm.com/vsat_info.html)

# **Arquitectura de sensores de seguridad para la correlación de eventos**

**Lic. Javier Diaz**

**Lic. Nicolás Macia**

**Lic. Paula Venosa**

**Lic. Miguel Luengo**

**Ms. Lía Molinari**

**C.C. Viviana Ambrosi (\*)**

**{ javierd, nmacia, pvenosa, mluengo, lmolinari, vambrosi } @ info.unlp.edu.ar**

**Calle 50 y 115 – 1er Piso – Edificio Bosque Oeste**

**L.I.N.T.I. - Facultad de Informatica – U.N.L.P.**

**(\*) Profesional Principal - CICBA**

## **Palabras Claves**

Sistemas de detección de intrusiones, firewall, honeypot, correlación, NTP.

## **Resumen**

El crecimiento exponencial que tuvo Internet en la última década trajo consigo un gran volumen de tráfico hostil. Es por ésto que implementar mecanismos de seguridad es una tarea imprescindible del administrador de red actual. Además el monitoreo de la seguridad de una red y sus sistemas es una pieza fundamental en la segurización de la misma puesto que permite una detección temprana de los incidentes de seguridad, para así responder en tiempo y forma y consecuentemente elaborar contramedidas a futuro.

Algunas aproximaciones más complejas consideran la sincronización de eventos de seguridad con una posterior correlación de tales eventos, con el objeto de obtener alertas más confiables. Una iniciativa de tal proyecto es el llevado a cabo por el ARCERT, llamada CAL “Coordinación y Análisis de Logs”, el cual prevee la sincronización de eventos de seguridad dentro de las redes de los Organismos de la Administración Pública Nacional. Otra iniciativa similar es la de la UNAM, mediante el proyecto llamado Honeynet UNAM, el cual se basa en el uso de honeynets dentro del campus de la Universidad para el análisis de eventos de seguridad y la implementación de mecanismos pro-activos.

En este trabajo se presenta una arquitectura de sensores de seguridad distribuidos estratégicamente, de

modo de proveer la información recolectada a un monitor central en el que se lleven a cabo correlaciones de datos que permitan generar alertas confiables.

## **Introducción**

Hoy en día es común detectar intentos hostiles para comprometer la seguridad de los sistemas. No resulta extraño que esos intentos provengan tanto desde el exterior como del interior de una organización.

Por ello, la necesidad de implementar mecanismos de seguridad como así también de monitorear el nivel de compromiso de las redes, es una tarea obligada que determinó la aparición de gran cantidad de herramientas que pueden ser usadas de diferentes maneras para atacar este problema. Entre estas herramientas se pueden mencionar firewalls, IDSs, honeypots, HIDS, etc.

Estas herramientas proveen información valiosa que, si no es tratada adecuadamente, puede fácilmente saturar la capacidad de interpretación del administrador encargado de la seguridad.

Un ejemplo de ello, es el caso de un sistema de detección de intrusos, en el cual podemos llegar a observar una gran cantidad de alertas, de las cuales la mayor parte son falsos positivos. Por otro lado, si optimizamos la capacidad de detección con el fin de disminuir la cantidad de falsos positivos, podemos caer en el problema de los falsos negativos, es decir que ocurra un evento y no lo hallamos detectado.

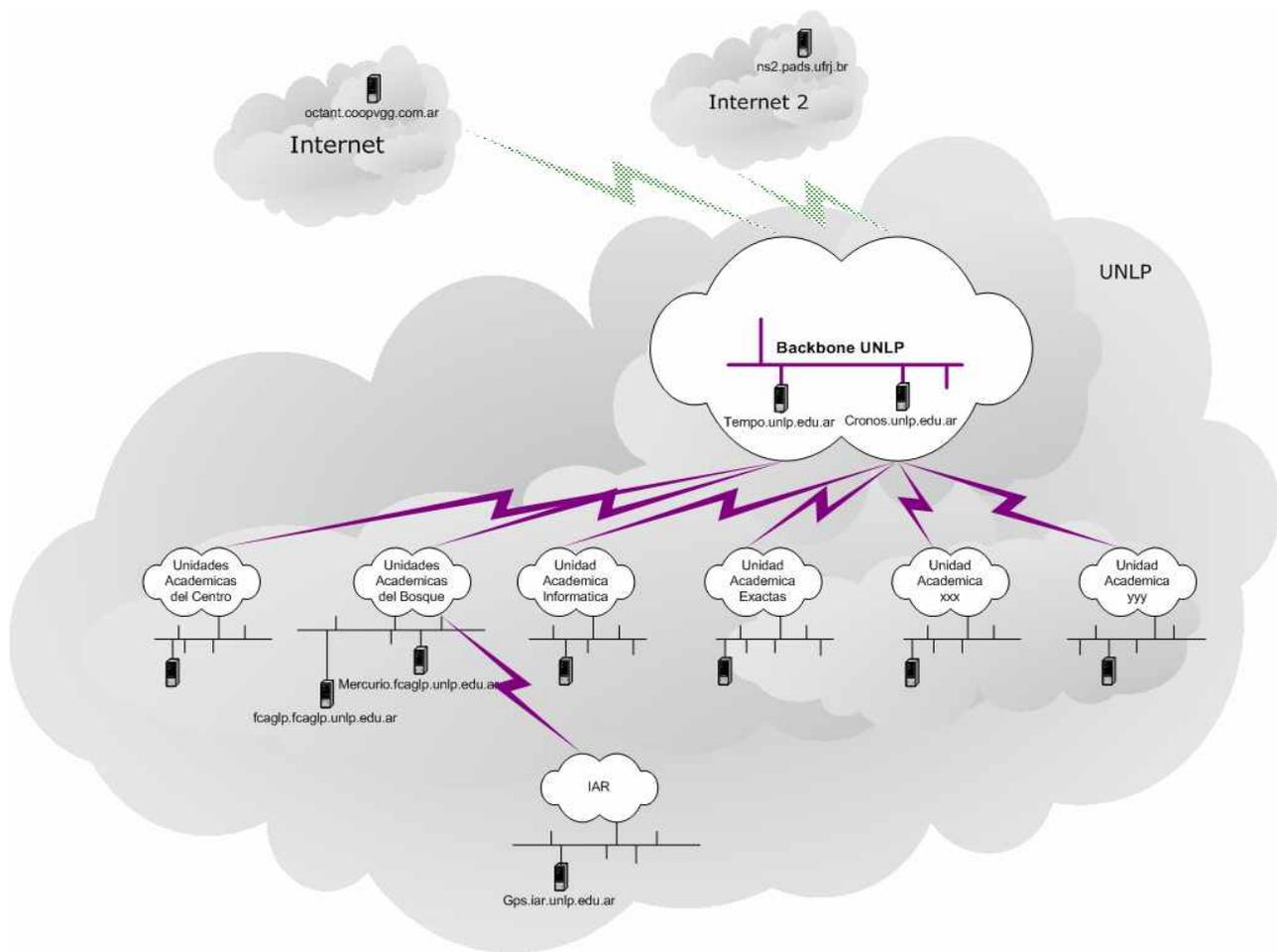
Otro ejemplo que podemos dar es cuando un honeypot no es el destino del ataque, caso en el cual la información registrada no es de utilidad.

Este trabajo propone la evaluación de diversas herramientas de seguridad para la conformación y puesta a punto de una arquitectura de sensores distribuida que permita la centralización de la información recolectada para el posterior análisis y correlación, de modo de maximizar la confiabilidad de las alertas generadas. Se utilizará la red de la Universidad Nacional de La Plata para la implantación de dicha arquitectura.

## **Arquitectura de sensores de seguridad**

Uno de los primeros requisitos para establecer una arquitectura distribuida es la sincronización de relojes. Para tal fin, se utilizó el protocolo NTP [Ref.1], el cual es un estándar reconocido para la sincronización de relojes en Internet. Se montó una arquitectura de servidores de tiempo, cuyo servidor central que brinda la hora oficial para la U.N.L.P. está ubicado en el core de la red y toma la hora de referencia del reloj del IAR [Ref.2], el cual es un reloj Stratum 0 de tipo GPS. Mecanismos de redundancia de relojes de referencia vía Internet e Internet2 fueron tomados para afrontar posibles cortes de disponibilidad que pueda haber con la red del IAR.

La siguiente figura muestra la arquitectura de relojes establecida para la sincronización.



Respecto a los sensores, se utilizarán distintas herramientas con el fin de recolectar información. Actualmente, han sido probadas las siguientes:

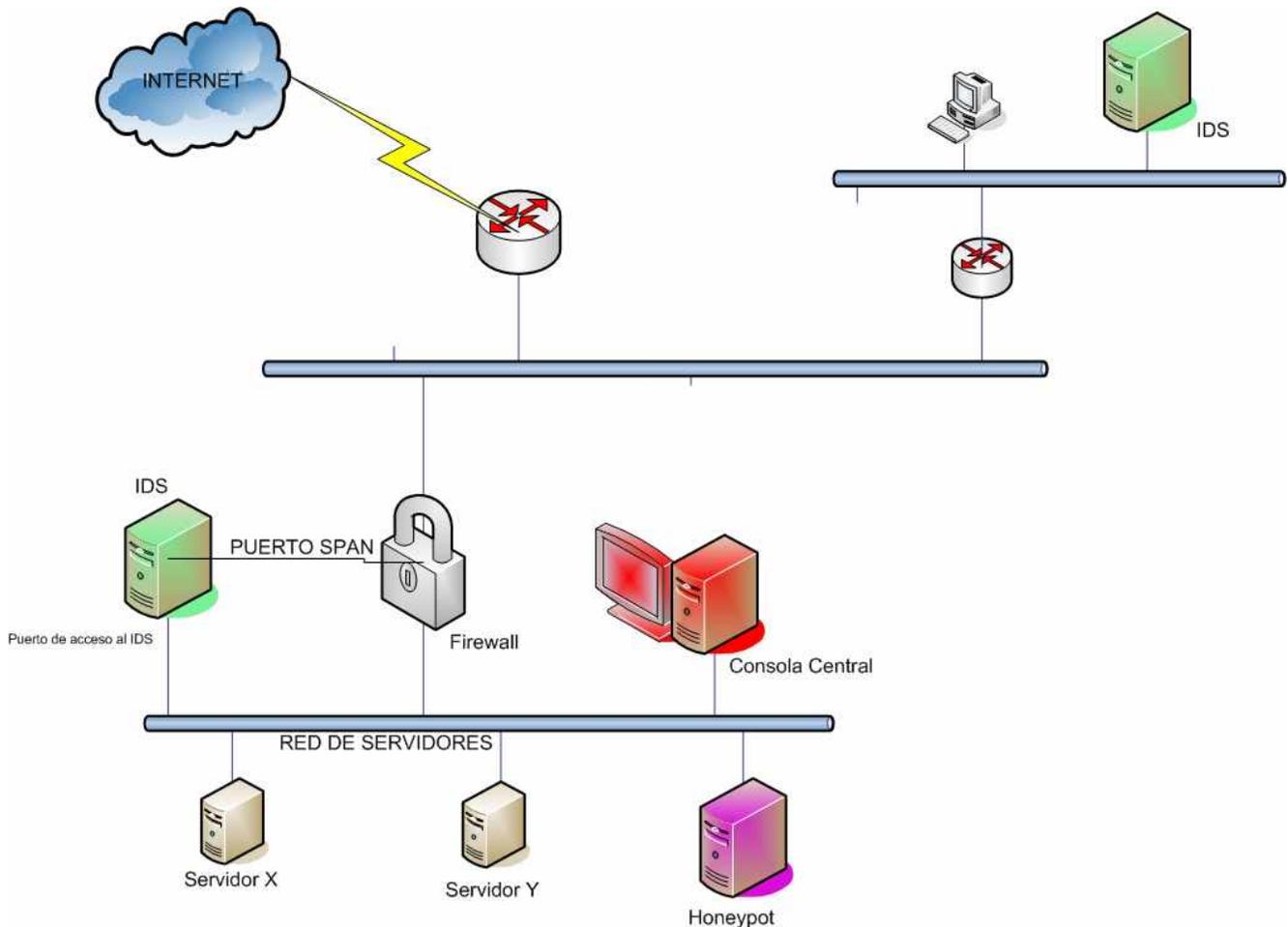
- SNORT [Ref.3]: es el sensor de red de facto del mercado en materia de IDSs. Se lo usa en forma distribuida en diferentes lugares de la red en forma no promiscua. En el caso de redes de servidores con muchas restricciones de seguridad se lo utiliza en forma promiscua, conectados a un puerto de SPAN en el que se replica el todo el tráfico del segmento protegido.
- PF [Ref.4]: En nuestra organización se usa el PF (Packet filter) que es el firewall de OpenBSD. Se utiliza OpenBSD en una configuración transparente de bridge, con una política de firewall restrictiva, la cual loguea todo el tráfico denegado que se genera en forma interna, es decir proveniente de los servidores que se protegen. Cualquier alerta del firewall, por su ubicación implica un profundo análisis del alerta generado porque puede reflejar el compromiso de un servidor.
- Syslog: Por medio de un servidor de logs se pueden exportar los mensajes de diferentes dispositivos a la consola central. Esta aplicación ha sido testada con logs de routers Cisco y con logs de servidores.

A futuro se probarán las siguientes:

- Honeyd, integrándolo como honeypots a la arquitectura de sensores.

- Mwcollect/nepenthes como colectores de malware.
- SAMHAIN como chequeadores de integridad del filesystem del servidor en el que corre.
- SANCP [Ref.5] como analizador estadístico del tráfico de red, el cual permite detectar patrones anormales en el tráfico por medio de una serie de reglas
- Nessus como escaneadores de vulnerabilidades
- Iptables como firewall de Linux.

Para la tarea de centralización de la información, se evaluaron 2 aproximaciones, OSSIM [Ref.6] y Prelude [Ref.7]. Se eligió Prelude para la implementación de la arquitectura distribuida porque tiene una mejor escalabilidad en la conformación de la arquitectura distribuida, maneja un formato estándar de mensajes estándar, llamado IDMEF [Ref.8] (Intrusion Detection Message Exchange Format) y además por la creciente cantidad de herramientas open-source que interactúan con esta herramienta.



Sin embargo no se niegan las capacidades de OSSIM para el manejo de la información de seguridad y su posterior correlación. Es por ésto que OSSIM será utilizado como referencia con el objeto de comparar la información obtenida en ambos sistemas.

Finalmente, debemos mencionar que la correlación de datos, el punto crucial de la arquitectura, está en desarrollo. Desde el propio producto Prelude, se tuvieron dos iniciativas para correlacionar los datos. La primera de ellas se basó en el producto OpenSource SEC [Ref.9], “Simple Event Correlator”, el cual permitió detectar un número limitado de ataques como ser propagación de gusanos, ataque de fuerza bruta y usuarios generando cantidades excesivas de trafico. La segunda de ellas, la que actualmente están desarrollando, está basada en la primera, extendiendo sus capacidades. De todas formas, más allá que Prelude provea una aproximación al tema de la correlación, no se descartan técnicas propias para la correlación de los mismos.

Será necesario evaluar las técnicas de correlación analizando el impacto respecto de la certeza de las alertas generadas como así también de la certeza de la omisión de las mismas.

## Conclusiones

La implementación de una arquitectura de sensores de seguridad distribuida permitirá mejorar la calidad de las alertas generadas, incrementando su confiabilidad. Además la información recolectada y correlacionada puede ser usada en cualquier grupo de seguridad de cualquier organización, posibilitando la detección temprana y la implementación de medidas proactivas ante incidentes de seguridad.

Otra línea de trabajo futura relacionada con el presente trabajo es la de la evaluación de la información recolectada localmente por esta arquitectura, frente a las amenazas de seguridad registradas a nivel internacional, como ser las generadas por el sitio [www.dshield.org](http://www.dshield.org) el cual es patrocinado por SANS.

## Referencias

- [Ref.1] [http:// www.ntp.org](http://www.ntp.org)
- [Ref.2] <http://www.iar.unlp.edu.ar/>
- [Ref.3] <http://www.snort.org/>
- [Ref.4] <http://www.openbsd.org/faq/pf/>
- [Ref.5] <http://www.metre.net/sancp.html>
- [Ref.6] <http://www.ossim.net>
- [Ref.7] <http://www.prelude-ids.org>
- [Ref.8] <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4765.txt>
- [Ref.9] <http://www.estpak.ee/~risto/sec/>

# Control de una Plataforma Giroestabilizada en Tiempo Real

Claudio Aciti y Nelson Acosta

INTIA/INCA - Fac. de Ciencias Exactas - Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Bs. As.  
Paraje Arroyo Seco s/n - Tel/Fax: (02293) 43- 9680 - Tandil (7000) - Buenos Aires - Argentina<sup>1</sup>  
{caciti, nacosta}@exa.unicen.edu.ar

## Resumen

El presente trabajo pretende el desarrollo de un sistema de control en tiempo real de una plataforma giroestabilizada en la cual se ubica una cámara que captura señales de video. El objetivo de la aplicación es que la plataforma mantenga a la cámara apuntando a un lugar fijo, absorbiendo los movimientos del móvil en donde está ubicada, las vibraciones, y cualquier otro tipo de ruido que pueda desestabilizar la señal de video.

## 1. Introducción

La giroestabilización de plataformas es un tema que gana terreno día a día. Las fuerzas armadas, las fuerzas de seguridad, entre otros, están incorporando a sus vehículos (helicopteros, lanchas, etc.) plataformas giroestabilizadas que les permite apoyar una cámara de video de manera tal que puedan obtener una señal libre de vibraciones y ruidos.

La señal de video obtenida permite tener una visión precisa a gran distancia (puede ser de cientos de metros hasta algunos kilómetros) y brinda la posibilidad de tomar acciones en consecuencia (para realizar búsquedas, persecuciones, controles, etc.). Se pueden usar distintas técnicas para el reconocimiento de patrones (reconocimiento de vehículos por formas, patentes), distinción de colores (en lugares de mucho contraste: agua, tierra, vegetación), seguimiento de objetos (en autopistas, en el mar, en una multitud, etc.), entre otros.

Para controlar una plataforma de este tipo se requiere trabajar a una frecuencia de tiempo real de manera tal que no se pierdan datos de entrada y que al momento de actuar no sea demasiado tarde. Se propone como objetivo la construcción de una plataforma giroestabilizada de cuatro grados de libertad, y una aplicación de control por software usando un sistema operativo de tiempo real.

En la sección 2 se hace una descripción de plataformas giroestabilizadas. En la sección 3 se aborda el tema de sistemas operativos de tiempo real. En la sección 4 se detalla la plataforma realizada y sus componentes. En la sección 5 se presenta el estado actual del proyecto y se plantean líneas futuras. Por último se detalla la bibliografía usada.

## 2. Plataformas Giroestabilizadas

Por estabilidad se define a la respuesta de un sistema cuando se le mueve de una posición de equilibrio. La estabilidad se divide en dos tipos: estática y dinámica [1][2].

---

<sup>1</sup> Proyecto financiado por la empresa REDIMEC SRL. Con sede en Tandil, Argentina. <http://www.redimec.com.ar>

- La estabilidad estática se produce cuando un sistema es desplazado de su posición de equilibrio. Se divide en tres tipos: positiva, negativa y neutra. La estabilidad estática positiva genera una fuerza para volver al punto de partida. La neutra permanece en equilibrio en el lugar donde queda. Y la negativa genera una fuerza que lo aleja del punto de equilibrio. En un sistema multidimensional se debe considerar la estabilidad para cada uno de sus ejes por separado
- La estabilidad dinámica se dá cuando el movimiento del sistema produce una fuerza que se opone a un movimiento. Es común que suceda que las fuerzas tendientes a recuperar la posición de equilibrio sean tan grandes que fuercen al sistema a ir mas allá de la posición inicial. La estabilidad dinámica es la propiedad que amortigua estas oscilaciones haciéndolas cada vez menores en intensidad.

Las plataformas giroestabilizadas utilizan giróscopos que miden velocidades angulares, en torno a un eje fijo. La posición de la plataforma también es importante ya que puede estar puesta de diferentes formas: colgada, sostenida de costado, apoyada, etc. Todos estos casos hacen variar el problema de la estabilización (Figura 1).

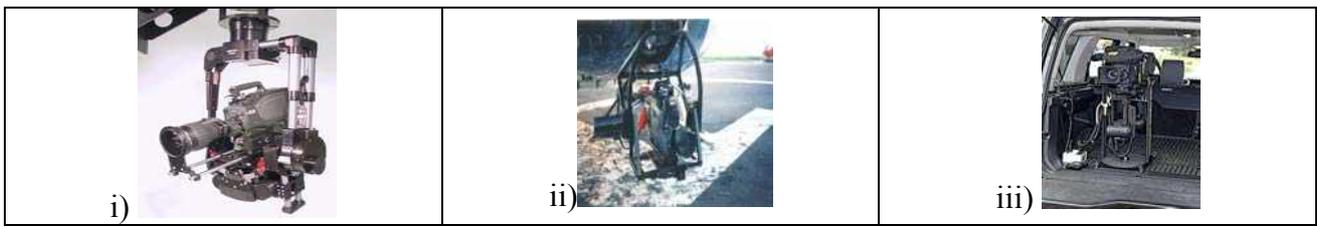


Figura 1. Ejemplos de Plataformas Giroestabilizadas que se utilizan para poner cámaras de video. En i), la plataforma está colgada. En ii) la plataforma está puesta de costado, y en iii) la plataforma está apoyada.

### 3. Tiempo Real

Se define de Tiempo Real a los sistemas que deben responder ante estímulos generados por el entorno dentro de un período de tiempo finito especificado. En sistemas en donde se trabaja con señales del mundo exterior se debe tener el cuidado de muestrear las señales a una misma frecuencia. En sistemas operativos estándares la velocidad es alta. Pero esta velocidad no es tan importante si no se tiene el control de la frecuencia con la que se muestrea la señal [3] [4] [5] [6].

#### 3.1 Muestreo de Señales

Una señal analógica, compuesta por infinitos valores, al momento de ser convertida al formato digital pierde muchos valores. Si es convertida con muestras que se toman a una frecuencia de tiempo muy pequeña (ns), la pérdida de datos intermedios no se nota. Ahora, si la frecuencia es mayor (ms), la pérdida de datos se hace notar y puede repercutir en el resultado final. Si la señal es muestreada rápidamente pero la frecuencia no es constante, entonces se tiene una señal deformada.

En la Figura 2, se puede apreciar en primer lugar una señal continua. En el gráfico del medio, la misma señal muestreada de forma constante a dos intervalos diferentes, en ambos casos la señal

pierde datos pero no pierde la forma. En el gráfico de abajo, la señal muestreada generalmente a gran rapidez, y por momentos, mas lenta. Se puede ver claramente que la señal original queda deformada.

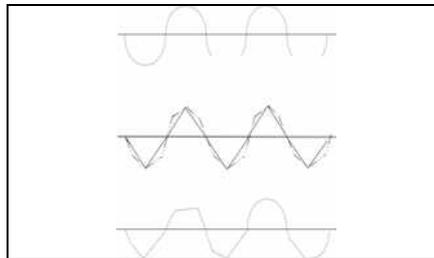


Figura 2. En el primer gráfico se ve la señal original y en los gráficos de abajo, se puede ver la misma señal muestreada de de diferentes formas.

### 3.2 Tiempo de respuesta de un sistema

El tiempo de respuesta es crítico. Si a un cierto tiempo el sistema no responde, debe desechar el resultado y tomar datos nuevos para que la respuesta sea coherente. En estos casos el uso de un sistema operativo de tiempo real, que si bien no garantiza velocidad, si dá garantías de exactitud en la frecuencia de muestreo.

### 3.3 Sistemas Operativos de Tiempo Real

Los Sistemas Operativos de Tiempo Real brindan la posibilidad de tener control del tiempo en que se deben ejecutar las tareas. En el mercado actual existe una gran variedad de sistemas operativos de tiempo real. Entre ellos, se destacan: RTLinux, ADEOS, QNX (en todos los casos software propietario), y RTAI (software libre), entre otros. RTAI (Real Time Application Interfaces) es una implementación de Linux para tiempo real basada en RTLinux que añade un pequeño kernel de tiempo real bajo el kernel estándar de linux y trata al kernel de linux como una tarea con la menor prioridad (Figura 3). RTAI además proporciona una amplia selección de mecanismos de comunicación entre procesos y otros servicios de tiempo real. Adicionalmente, RTAI proporciona un módulo llamado LXRT para facilitar el desarrollo de aplicaciones de tiempo real en el espacio de usuario [6] [7] [8] [9] [10].

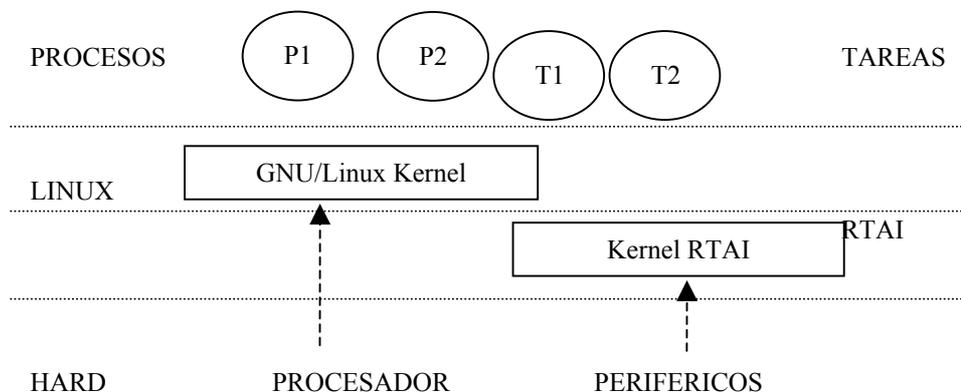


Figura 3: Arquitectura de un sistema operativo GNU/Linux con un parche RTAI.

#### 4. Arquitectura de Tiempo Real Desarrollada

En RTAI las aplicaciones de tiempo real se ejecutan con una prioridad mayor al kernel de linux. De esta forma, una aplicación de alta prioridad no se ve interferidas por otras de menor prioridad. Este parche en el sistema operativo posibilita que si una aplicación que se ejecuta en tiempo real no necesita al procesador, entonces el sistema operativo de oficina GNU/Linux se ejecute normalmente. Para realizar este trabajo se necesitan 3 tareas de tiempo real duro (prioridad máxima). Estas tareas tienen prioridades diferentes y tienen comunicación entre sí.

- La primer tarea (T1) se encarga de leer los datos, cada 1ms, que provienen del DMA (Acceso Directo a Memoria) del conversor y los guarda en buffers. El DMA lee aproximadamente unos 5000 valores por milisegundo de cada canal de entrada. Existe un buffer circular para cada señal. Esta tarea se ejecuta en tiempo real duro con prioridad 2.
- La segunda tarea (T2) toma los datos de los buffers que guardó la tarea anterior. Calcula el promedio de cada buffer, y los envia a la función de control. El controlador se encarga de calcular los resultados y enviarlos a los motores de salida por medio de los conversores de datos. Para realizar el control se pueden utilizar controladores difusos, adaptativos, PIDs, o de cualquier otro tipo. Esta tarea se ejecuta con prioridad 3, es decir que es menos importante que la tarea anterior.
- La tercer tarea (T3) corre con máxima prioridad y está atenta a cualquier interrupción que venga de parte del teclado. Cuando detecta que una tecla fue presionada, pone la variable stop en 1 y termina. Las otras tareas al detectar este cambio, envian valores 0 a los motores para parar la plataforma y terminan inmediatamente. De esta forma se da por terminada la aplicación y no se deja ningun residuo en los canales de salida. Esta tarea corre con prioridad 1 y se ejecuta cada 30 ms.

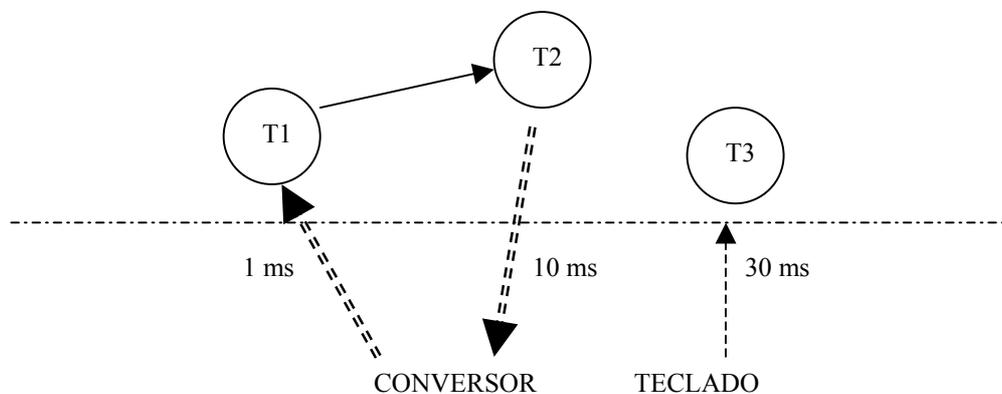


Figura 4. Esquema de la aplicación que corre en tiempo real. Las tareas T1 y T2 se comunican con el conversor analógico / digital, y la tarea T3 lee las interrupciones de teclado.

Un sistema de estas características asegura que las tareas se ejecutan en el tiempo solicitado con una alta precisión. Evitando así latencias indeseadas que lleven a un mal desempeño de la aplicación.

## 5. Estado Actual del Proyecto

Se construyó con una plataforma de 4 grados de libertad, y se le agregaron los siguientes componentes: a) un giróscopo en azimuth, b) un giróscopo en elevación, c) un potenciómetro para el motor fino en azimuth, d) un potenciómetro para el motor fino en elevación, e) un potenciómetro para el motor grueso en azimuth, y f) un potenciómetro para el motor grueso en elevación. La estabilidad de esta plataforma es controlada por un software y se mueve de un lugar a otro por un joystick que tiene libertad en azimuth y elevación.

Se está trabajando con un sistema operativo en tiempo real: GNU/Linux en una distribución de Debian Sarge con un parche de tiempo real RTAI y un kernel estable backportado 2.6.17-2. El tiempo de muestreo está a un máximo de 49000 por milisegundo aproximadamente, lo que equivale a un poco más de 5000 muestras por canal/ms. Se está utilizando dos conversores analógicos digitales con conexión USB.

Hasta el momento se está utilizando un controlador PID con resultados aceptables. Se prueban diferentes controladores (basados en lógica difusa y redes neuronales) para verificar si los tiempos de cálculo están entre los esperados.

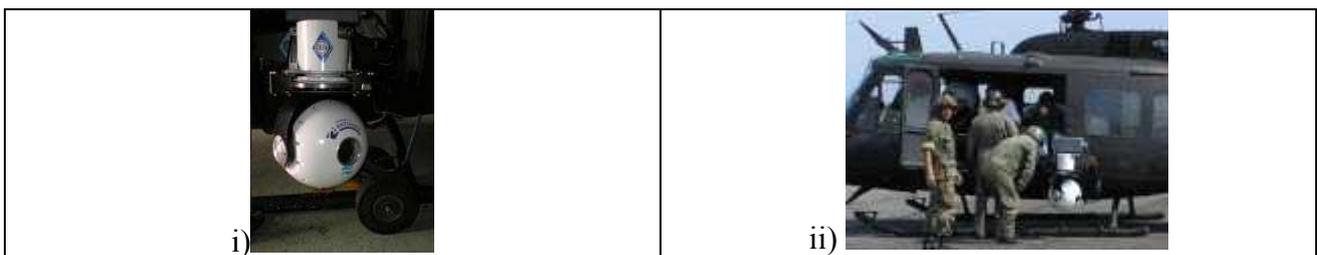


Figura 5. Cámara giroestabilizada desarrollada por REDIMEC SRL en conjunto con CITEFA y probada en la base militar de Campo de Mayo en Diciembre de 2006.

## 6. Bibliografía

- [1] [www.inicia.es/de/vuelo/PBV/PBV16.html](http://www.inicia.es/de/vuelo/PBV/PBV16.html)
- [2] <http://wings.avkids.com/Libro/Controls/intermediate/stability-01.html>
- [3] <http://www.aero.polimi.it/~rtai/index.html>
- [4] <http://www.linuxdevices.com/articles/AT6605918741.html>
- [5] <http://rtportal.upv.es/>
- [6] <http://www.rtai.org>
- [7] DIAPM RTAI Programming Guide 1.0. <http://www.rtai.org>
- [8] [home.gna.org/adeos/](http://home.gna.org/adeos/)
- [9] <https://qnx.com>
- [10] <https://www.rtlinux.org>

# Detección de Noticias del Ámbito Educativo Sobre Múltiples Canales Dinámicos de Información

Fernando R. A. Bordignon y Gabriel H. Tolosa

Universidad Nacional de Luján  
Departamento de Ciencias Básicas  
Laboratorio de Redes de Datos  
{bordi, tolosoft}@unlu.edu.ar

## Resumen

Se presentan resultados preliminares, obtenidos de las pruebas experimentales, de un nuevo método de detección de noticias del ámbito educativo sobre múltiples canales dinámicos de información. La técnica descrita podría ser aplicada a canales de sindicación de contenidos afin de detectar automáticamente noticias del dominio en cuestión y generar pseudocanales especializados.

De los primeros experimentos realizados se puede concluir que el método de detección de noticias en el ámbito educativo funciona con una buena performance asociada (0,883 F-Score) y por lo tanto puede ser utilizado en aplicaciones de filtrado automático sobre canales de noticias.

## 1 – Introducción

En la actualidad, los servicios de información para la obtención de noticias no se encuentran limitados a periódicos electrónicos, agencias o portales, sino que se han expandido a diferentes medios de publicación. Esta tendencia se sostiene sobre la base de la posibilidad de que existan diferentes medios de publicación orientados a cualquier usuario como blogs y wikis. Además, tales medios cuentan con la posibilidad de entregar contenido por solicitud utilizando protocolos de sindicación de contenidos.

En el área de Recuperación de Información (RI) tradicional, se reconoce como alternativas para la obtención de información la recuperación inmediata (búsquedas en *Search Engines* y *Browsing*) y la recuperación diferida (filtrado o ruteo). En este último caso, el usuario especifica sus necesidades y el sistema entregará de forma continua los nuevos documentos que le lleguen y concuerden con ésta. Un ejemplo es el servicio denominado GoogleAlert<sup>1</sup>.

Sin embargo, el modelo de intercambio basado en la sindicación se ha popularizado últimamente mediante protocolos como RSS, dada la posibilidad de recibir información semiestructurada utilizando XML. Bajo este esquema de trabajo, prácticamente cualquier proveedor de información puede publicar su “nuevo” contenido en su sitio y en su archivo XML para que aquellos que lo deseen lo descarguen y procesen. Una característica interesante de este modelo es que la información está disponible justo cuando es publicada y la frecuencia de consulta la decide el consumidor.

Por otro lado, la amplitud temática de ciertos servicios de información genera ciertas veces que un usuario se encuentre sobrecargado en cuanto a la cantidad de información que recibe

---

<sup>1</sup> <http://www.googlealert.com/>

inclusive por este medio. Además, las características estructurales de las noticias recibidas son heterogéneas y dependen del que genera la información. Es posible recibir noticias cortas, de unas pocas líneas e – inclusive – solo títulos. De aquí que surge la necesidad de desarrollar técnicas que permitan filtrarlas por una determinada temática, teniendo en cuenta dichas características.

En este artículo se presenta un modelo de detección de noticias que se basa en la clara suposición de que existe un vocabulario propio asociado a cada área, junto con un uso particular de los términos del lenguaje. De esta manera, es posible construir una descripción específica que intente capturar alguna de sus particularidades a partir de ciertos parámetros. Aquí, se presenta y evalúa una metodología que permite detectar noticias en español relacionadas con la educación provenientes de múltiples fuentes informativas, en particular que propagan sus contenidos por medio de la sindicación (por ejemplo, mediante el protocolo RSS).

Este trabajo es parte del proyecto de investigación “*Modelos y Servicios de Información sobre Sistemas Complejos en Ambientes Académicos y Científicos*” desarrollado en el Laboratorio de Redes<sup>2</sup> de la Universidad Nacional de Luján. En el mismo, se estudian diferentes espacios de información educativos con la finalidad de caracterizar, extraer y organizar la información para facilitar su acceso y utilización, a partir de la aplicación de técnicas de Recuperación de Información y Minería de Datos.

## **2 – Los Canales de Noticias**

Una de las tecnologías que contribuye a la diseminación de información proveniente de diferentes fuentes está basada en el concepto de feed", utilizando protocolos derivados de XML. Uno de los casos más comunes es el protocolo RSS (Really Simple Syndication) [Richardson, 2005] [Hammersley, 2005] el cual permite poner a disposición de los usuarios pequeños textos que pueden ser extraídos por un software lector y presentados si necesidad de visitar un determinado sitio web u otra clase de repositorio. Esta modalidad de trabajar es opuesta a la idea original de publicar en un sitio web que los usuarios deban obligatoriamente visitar [Hammond, 2004], sino que provee un *snapshot* de la información del sitio en forma de resumen, con texto y enlaces. Aquí es importante la idea que un consumidor de información puede solicitar el resumen con la frecuencia que desea a los efectos de estar altamente actualizado.

En la actualidad existen múltiples fuentes de información que brindan resúmenes utilizando esta tecnología como por ejemplo los blogs, periódicos, agencias de noticias, wikis e inclusive páginas de empresas. Inclusive, existen algunos servicios de búsqueda como Feedster cuyas fuentes de información son cientos de miles de canales RSS. Otro ejemplo es Moreover.com, el cual almacena noticias de miles de fuentes, las categoriza y genera resúmenes también en RSS. Si bien resultan útiles, en muchos casos se requiere identificar unos pocos temas (o solo uno) de fuentes seleccionadas, en general, por el usuario final de acuerdo a parámetros propios.

## **3 – Detección de Noticias de Educación**

Como se ha mencionado, se trata con la suposición de que existe un vocabulario propio relacionado con la educación, producto del uso frecuente de ciertos términos que caracterizan al dominio en estudio. A los efectos de obtener una lista de palabras que representa el vocabulario antedicho se

---

<sup>2</sup> <http://www.tyr.unlu.edu.ar/investigacion.html>

utilizó la técnica de *log-likelihood ratio* [Rayson 2000] [Rayson 2004], la cual provee un criterio que permite identificar el léxico propio del discurso educativo

El método de Rayson compara dos corpus, uno general – también llamado corpus de referencia de la lengua - y otro específico del dominio en estudio. A partir de analizar las frecuencias normalizadas de aquellos términos que están en el conjunto intersección de ambos corpus, para cada palabra se obtiene un valor de significancia (se excluyen las palabras vacías). Cuanto más alto sea el valor asociado a un término mayor será su peso o importancia en el vocabulario propio del dominio educativo.

En los experimentos realizados, como corpus de referencia de la lengua (corpus-español) se utilizó un conjunto de artículos de diversa temática extraídos del espacio web. El corpus de educación (corpus-educa) se construyó con capítulos de libros, noticias, artículos en línea y ensayos, entre otros documentos. En la tabla 1 se presentan las descripciones de cada uno.

	Corpus Educa	Corpus Español
<b>Tokens total</b>	685.667	6.414.694
<b>Tokens distintos</b>	41.104	188.496
<b>Tamaño</b>	8 Mb	31 Mb

Tabla 1 – Composición de las descripciones de los corpus

En primera instancia, se confeccionaron cinco listas (L1, ..., L5). con los primeros 100, 200, 300, 400 y 500 términos más representativos (valores de significancia más elevados) del vocabulario educativo. Luego se desarrolló una métrica que permita medir el contenido de lenguaje educativo de una noticia. Para ello se decidió medir la proporción de términos relativos al dominio en estudio. Dada una lista  $L_i$  y una noticia  $N_j$  la proporción se calcula como:

$$\text{Proporción}(N_j, L_i) = Q_{ij} / |N_j|$$

Donde:

$Q_{ij}$  es la cantidad de términos de la lista  $i$  que hay en la noticia  $j$  (se cuentan las repeticiones)

$|N_j|$  es el total de términos en la noticia  $j$  (se excluyen las palabras vacías)

A continuación, es necesario determinar un umbral de corte para el valor de proporción que define que una noticia corresponde al dominio educativo o no. Este parámetro se determinó empíricamente a partir de una serie de experimentos sobre un corpus de prueba.

## 4 – Experimentos y Resultados

A los efectos de validar la hipótesis de trabajo y ajustar los parámetros del modelo se diseñaron una serie de experimentos. Se dispone de una colección de prueba de noticias cortas donde cada una posee un título y un texto asociado al mismo. La colección tiene en total 5.085 noticias, donde 325 son de educación y 4.760 pertenecen a otros temas como deportes, espectáculos, arte, política y actualidad internacional. A cada noticia se le eliminaron las palabras vacías.

Para evaluar la eficiencia de la técnica propuesta se utilizaron las medidas clásicas del área de recuperación de información: *Precision* (P) y *Recall* (R), las cuales se calcularon como:

$$\text{Precision(umbral\_n)} = \frac{\text{cantidad de noticias de educación en conjunto resultados}}{\text{Cantidad de noticias totales en conjunto resultados}}$$

$$\text{Recall(umbral\_n)} = \frac{\text{cantidad de noticias de educación en conjunto resultados}}{\text{Cantidad de noticias de educación en el corpus}}$$

Luego, se utilizó la métrica F-Score o F-Measure la cual integra P y R (es su media armónica).

$$\text{F-Score(umbral\_n)} = 2 / ( (1 / \text{precision(umbral\_n)}) + (1 / \text{recall(umbral\_n)}) )$$

El primer experimento consistió en calcular los valores de proporción para cada noticia del corpus de prueba y obtener la métrica F-Score para valores de umbral comprendidos entre 0,06 y 0,25 (6% y 25% de *tokens* de cada documento). La tabla 2 muestra los resultados obtenidos de eficiencia para distintos valores de umbral y distintos largos de lista (en *itálicas* se indica el máximo valor de performance alcanzado).

Umbral	Listas de palabras				
	L1 (100 palabras)	L2 (200 palabras)	L3 (300 palabras)	L4 (400 palabras)	L5 (500 palabras)
<i>0,06</i>	0,774	0,627	0,693	0,659	0,675
<i>0,07</i>	0,832	0,730	0,778	0,753	0,765
<i>0,08</i>	0,835	0,810	0,823	0,816	0,820
<i>0,09</i>	0,815	0,868	0,841	0,854	0,847
<i>0,10</i>	0,767	<b>0,883</b>	0,821	0,851	0,835
<i>0,11</i>	0,713	0,868	0,783	0,824	0,803
<i>0,12</i>	0,673	0,844	0,749	0,794	0,771
<i>0,13</i>	0,619	0,821	0,706	0,759	0,731
<i>0,14</i>	0,583	0,787	0,670	0,724	0,696
<i>0,15</i>	0,548	0,742	0,630	0,682	0,655
<i>0,16</i>	0,459	0,709	0,557	0,624	0,588
<i>0,17</i>	0,402	0,680	0,505	0,580	0,540
<i>0,18</i>	0,363	0,646	0,465	0,540	0,500
<i>0,19</i>	0,325	0,596	0,420	0,493	0,454
<i>0,20</i>	0,248	0,562	0,344	0,427	0,381
<i>0,21</i>	0,209	0,523	0,299	0,380	0,335
<i>0,22</i>	0,159	0,488	0,239	0,321	0,274
<i>0,23</i>	0,127	0,422	0,195	0,267	0,225
<i>0,24</i>	0,094	0,354	0,148	0,209	0,174
<i>0,25</i>	0,077	0,307	0,123	0,176	0,145

Tabla 2 – F-Score para distintos valores de umbral y de longitud de lista de palabras

Como se aprecia en la tabla 2, la máxima performance se obtiene utilizando una lista de 200 términos, lo cual arroja un valor de F-Score de 0,88 con una *Precision* de 0,91 y *Recall* de 0,86. También se observa que a medida que se eleva el valor de umbral, como es lógico, la *Precision* aumenta y el *Recall* se reduce. Los resultados anteriores implican que el filtro debería configurarse con una lista de 200 palabras y un umbral de corte de 0,1 a los efectos de lograr la máxima performance.

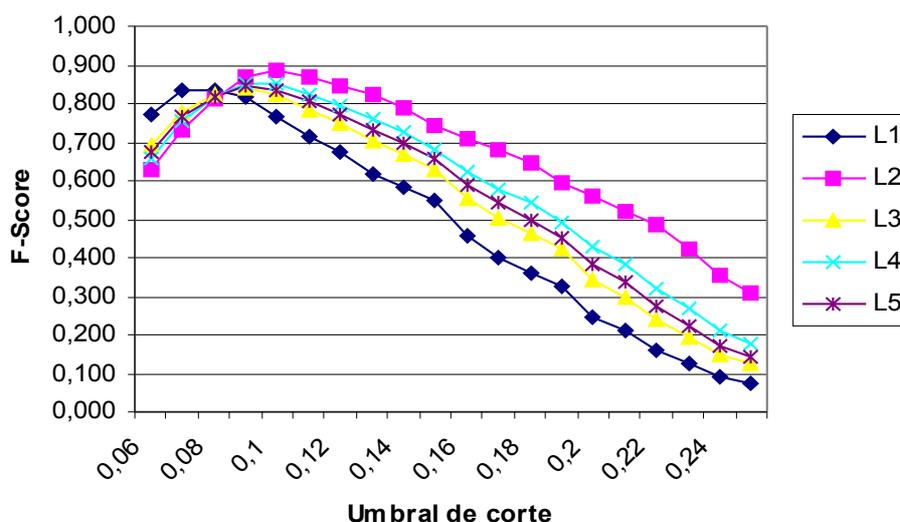


Gráfico 1 – F-Score para distintos valores de umbral y de longitud de lista de palabras

## 5 – Conclusiones y Trabajos Futuros

Se ha presentado un nuevo método destinado a la detección automática de noticias educativas sobre múltiples canales dinámicos de información. Su implementación es simple y requiere pocos recursos computacionales para operar. Se ha evaluado su performance bajo la métrica F-Score arrojando importantes valores de eficiencia (F-Score 0,88 con 0,91 en *Precision* y 0,86 en *Recall*).

En próximos experimentos se evaluará la eficiencia del método en función de distintos largos de noticias, esto se propone debido a que los canales de información donde opera (típicamente sobre sindicación de contenidos) suelen presentar algunas noticias de corto tamaño y esto podría afectar la performance. También se pretende evaluar posibles mejoras aplicando técnicas de preprocesamiento de textos, tales como *stemming* [Panessi, 2001] y uso de colocaciones en listas de palabras. Por otro lado, se considera extender el modelo a otros dominios del conocimiento para obtener filtros de propósito general que puedan ser utilizados en procesos de minería de datos como la detección automática de documentos de interés temático.

## 6 – Referencias

[Hammersley, 2005] Hammersley, B. Developing Feeds with RSS and Atom. O'Reilly, Cambridge, MA, 2005.

[Hammond, 2004] Hammond, T.; Hannay, T. and Lund B. The Role of RSS in Science Publishing. Syndication and Annotation on the Web. D-Lib Magazine. Vol. 10 No. 12. 2004.

[Panessi, 2001] Panessi, W. y Bordignon, F. Procesamiento de Variantes Morfológicas en Búsquedas de Textos en Castellano. Revista Interamericana de Bibliotecología. Vol 24, No. 1, pp 69-88. 2001.

[Rayson, 2000] Rayson, P. and Garside, R. Comparing Corpora Using Frequency Profiling. Proceedings of the Workshop on Comparing Corpora. Hong Kong, pp. 1-6. 2000.

[Rayson, 2004] Rayson P., Berridge D. and Francis B. Extending the Cochran rule for the comparison of word frequencies between corpora. Volume II of Purnelle G., Fairon C., Dister A. (eds.) *Le poids des mots: Proceedings of the 7th International Conference on Statistical analysis of textual data (JADT 2004)*, Belgium, Presses universitaires de Louvain, pp. 926-936. 2004.

[Richardson, 2005] Richardson, W. The ABCs of RSS. *Technology & Learning*, 25, Issue 10, pp. 20-24. 2005.

# Diseño y simulación de la implementación de tecnologías y procedimientos de transición del protocolo IPv6 en INTRANETS usando un `IPv6 test bed`

Gustavo Mercado\*, Carlos Taffernaberry\*, Alejandro Dantiacq Piccolella\*,  
Santiago Pérez\*, Juan José Ciarlante<sup>+</sup>, Raúl Moralejo\*<sup>§</sup>

\* LIREDAT – Laboratorio de Investigación en Redes de Datos  
Dpto. Electrónica - UTN Facultad Regional Mendoza  
{gmercado, carlos\_taffe, alejandrod, santiagocp, rmorelejo}@frm.utn.edu.ar

<sup>+</sup> I<sup>2</sup> – Instituto de Informática

<sup>§</sup> ICTI - Instituto de Calidad en Tecnologías de la Información  
Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza  
{jjo, raul.morelejo}@um.edu.ar

## Resumen

El Protocolo de Internet actual, conocido como IPv4, comienza a dar señales de encontrarse al límite de su diseño y ya no puede seguir brindando respuestas adecuadas [1]. El Internet Engineering Task Force (IETF) desarrolló un nuevo protocolo de Internet, denominado IPv6 que reemplazará al antiguo [2].

Una de las tareas fundamentales es la transición del viejo protocolo al nuevo IPv6 [3]. Esta afirmación define un conjunto de mecanismos y procedimientos que las redes de Internet deben implementar. Una parte importante de la transición es convertir las redes LAN Internas (INTRANET) al nuevo protocolo.

En este trabajo se muestra un proyecto de investigación, el “CODAREC6: INTRANET”, que pretende ser un ambiente de trabajo y desarrollo que permita:

El ESTUDIO de redes INTRANET con IPv6, comprendiendo cabalmente sus funciones, objetivos y alcances,

El DISEÑO y actualización de aplicaciones para que puedan operar tanto con el nuevo protocolo como con el antiguo,

El DESARROLLO e IMPLEMENTACIÓN de escenarios de trabajo para montar funciones, mecanismos y aplicaciones,

El ENSAYO de la funcionalidad del protocolo y de las aplicaciones para comprobar la validez de los procesos y su aproximación a las normas, sobre diferentes plataformas operativas,

La CAPACITACIÓN y la DIFUSIÓN para ayudar a la comunidad empresarial regional a comprender y a evaluar costos y beneficios en la transición de sus redes INTRANET del protocolo IPv4 al IPv6.

## 1. Introducción

El protocolo de Internet se encuentra al límite de su diseño. Después de 20 años, la versión 4 del protocolo de Internet (IP) ya no puede seguir adecuándose a las nuevas necesidades, sobretodo en cuanto al paulatino agotamiento de las direcciones IP disponibles, un proceso que terminará en muy poco tiempo, al ritmo actual de crecimiento de la red [4].

Las poco más de cuatro mil millones de direcciones en todo el mundo que permite disponer IPv4, que en un principio se consideraron más que adecuadas, se han vuelto insuficientes desde ya hace algunos años.

Afortunadamente, el tiempo de vida de IPv4 fue extendido por 10 años gracias a algunas técnicas que se utilizan en las redes locales, como la traducción (NAT) y uso temporal de asignaciones (CIDR) [5].

Simultáneamente a este período fue necesario para que IPv6, sucesor de la versión 4, crezca y se establezca definitivamente.

La Internet Engineering Task Force (IETF), quien desarrolla los protocolos estándar para Internet, convocó a la comunidad de investigadores a estudiar alternativas para subsanar los inconvenientes de IPv4. El resultado llegó en 1995 y se llamó IPv6 (Internet Protocol versión 6). Si bien por estos días IPv6 es utilizada experimentalmente por los pioneros en los sectores de redes inalámbricas, de juegos, de uso doméstico, redes de investigación nacional conectadas a nivel mundial, organismos militares y gobierno, una vez estandarizado, entre 2007 y 2010, ofrecerá importantes beneficios para la puesta en producción a nivel mundial.[6]

Algunas de las nuevas características que dispone IPv6 son:

- Gran capacidad de direccionamiento: el espacio de direcciones es de 128 bits, lo que permite tener 2 elevado a 128 (340 sextillones) de direcciones IP [7].

Para hacer una notación medianamente legible, los 128 bits de las direcciones IPv6 se agrupan en 8 palabras de 16 bits (representadas por 4 dígitos hexadecimales cada una) y separadas por dos puntos, por ejemplo: FECD:CAF8:7654:3210:0123:4567:89AB:CDEF.

- Calidad de servicio (Qos): la implementación de IPv6 permite diferenciar los paquetes de datos que pertenecen a un flujo particular, y de esta forma otorgar un ancho de banda en función de cada necesidad, ya sea para comunicaciones de voz, videoconferencias, correo electrónico, etc.

- Autoconfiguración (Neighbour Discovery): no es necesario configurar manualmente los nodos en IPv6 [8].

- Autenticación y privacidad: IPv6 implementa IPSec como parte integral el entorno de seguridad [9].

- Formato sencillo del encabezado: es fijo, y se suprimieron campos como el checksum, ToS y fragmentación, y se agregó uno para identificar flujos de datos [10]. Lo cual permite un trabajo más sencillo y rápido de los routers intermedios.

Las funciones de los campos eliminados se logran con encabezados de extensión, que permiten incorporar nuevas características al protocolo, como IPSec o movilidad.

- End to end: IPv6 no usa NAT ya que tiene direcciones globales para todos los nodos. Así, cualquier nodo puede enviar paquetes a cualquier modo destino, sin que se deba alterar el contenido de las direcciones. Esto necesitará reforzar las normas de seguridad.

En la actualidad existen varias instituciones en el país que han adoptado IPv6 para sus redes, aunque por ahora en forma experimental. Cuando el resto de las organizaciones decidan hacer la transición, el proceso deberá realizarse con los menores contratiempos posibles. Para lo cual será necesario llevar a cabo tareas tales como: actualización de elementos activos, entrenamiento de personal, actualización de sistemas operativos y herramientas de manejo, y verificación de aplicaciones compatibles con IPv6 (IPv6 ready).

Los objetivos del presente proyecto, tanto como el anterior "CODAREC6: An IPv6 test bed" [11], se han pensado para ayudar a las organizaciones regionales y nacionales a llevar a cabo una transición IPv4 a IPv6 adecuada y confiable, creando herramientas, probando aplicaciones, realizando procedimientos e implementado

ambientes de desarrollo y prueba. Pero fundamentalmente creando conciencia y capacitando al personal jerárquico y técnico de empresas e instituciones.

### 1.1 CODAREC6 Test Bed

La metodología de investigación del presente proyecto usará la infraestructura del laboratorio de prueba (test bed) como instancia de implementación y simulación.

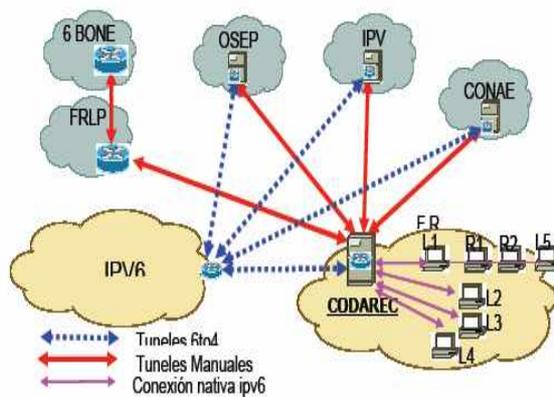


Figura 1

La figura 1 muestra el laboratorio de pruebas formado por varias redes locales nativas IPv6 interconectadas por medio de enlaces WAN.

En las redes locales los nodos se implementaron en diversas plataformas (LINUX, SOLARIS y WINDOWS), todos con doble stack (IPv6/4). Para comunicar estas “islas” IPv6 utilizando la nube de Internet actual (que solo soporta IPv4) se implementó una técnica denominada Túnel en dos de sus variantes, manual y 6to4 [12].

Este TEST BED nos permitió ensayar y verificar las distintas funcionalidades IPv6 y el cumplimiento de las normativas del IETF a través de sus RFC. Se probaron técnicas de ruteo nativo y métodos de transición IPv4 a IPv6[13]. Se ensayaron métodos de autoconfiguración Stateless y Stateful. Se montó un servicio de DNS con soporte a IPv6 [14].

Para encaminamiento se implementaron los protocolos RIPv2, OSPF y BGP4 a través de QUAGGA [15]. También se montaron servicios HTTP, FTP y SSHD.

Se realizaron pruebas de verificación, validación y en algunos se realizaron pruebas de desempeño.

El CODAREC6 Test Bed contribuyó al estudio, diseño, y desarrollo de IPv6 [16]; también fue un pilar fundamental del presente proyecto.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivos Generales

Diseñar, simular e implementar una Red de Campus Local (INTRANET) denominada "Codarec6 INTRANET", que permita el estudio, investigación, desarrollo, implementación, divulgación y transferencia de sistemas intranets basados en el Protocolo de Internet versión 6 (IPv6).

### 1.2.2 Objetivos Particulares

#### Transición IPv4 a IPv6

Estudiar y evaluar metodologías de transición en organizaciones de mediana envergadura. Realizar un análisis del impacto económico-social-organizacional de la transición IPv4 a IPv6 en redes de área local intranet [17].

#### Servicios y servidores IPv6 nativos

Estudiar, evaluar, diseñar y ensayar en el "Codarec6 test bed" todos los servicios necesarios para permitir la configuración automática del protocolo IPv6, para los distintos tipos de Sistemas Operativos Clientes que se encuentren en la Intranet. Investigar, ensayar y comparar las implementaciones existentes de servicios como Ftp, Http, Smtip, protocolos par a par, etc y su funcionamiento en distintos Sistemas Operativos con soporte IPv6.

Verificar el cumplimiento de IPv6 Ready y comparar su desempeño con respecto a los mismos servicios para el protocolo anterior IPv4.

Evaluar los impactos económico-social-organizacional para la implementación de servicios y servidores IPv6 nativos.

#### VPNs en IPv6

Estudiar, diseñar e implementar, en la Red INTRANET, metodologías y procedimientos que permitan la comunicación segura a través de la utilización del protocolo IPsec [9] y otros protocolos VPN [21].

#### Convergencia

Organizar, implementar y evaluar metodologías para la convergencia de Voz Video y Datos en redes INTRANETs IPv6.

#### Herramientas de programación de aplicaciones

Instalar y verificar el funcionamiento con IPv6 de herramientas de programación orientadas al trabajo de networking [18].

#### Modelación y simulación de redes

Estudiar, investigar e implementar sistemas de simulación de redes INTRANET.

#### Difusión y Capacitación

Participar en el fortalecimiento y difusión de IPv6 y sus aplicaciones, incentivando su uso e implementación en el medio regional. Fortalecer la preparación de recursos humanos.

## 2. Metodología

El desafío de las instituciones de investigación, desarrollo y educación frente a las nuevas tecnologías se basa en la necesidad primaria del conocimiento de la tecnología para luego el desarrollo de productos y la capacitación del medio circundante.

La tecnología IPv6 además produce el consecuencia de afectar a toda la Internet, es decir a todas las redes conectadas mundialmente.

Una de la tarea más importante se refiere a la transición del viejo protocolo IPv4 al nuevo y que afectará especialmente a las organizaciones debido al cambio internos de clientes, servicios y servidores, además de aprovechar las novedosas características del nuevo protocolo [19].

En este sentido del abordaje de las nuevas tecnologías el "CODAREC6: INTRANET" pretende ser un ambiente de trabajo y desarrollo que permita:

El ESTUDIO de redes INTRANET con IPv6, comprendiendo cabalmente sus funciones, objetivos y alcances,

El DISEÑO y actualización de aplicaciones para que puedan operar tanto con el nuevo protocolo como con el antiguo,

El DESARROLLO e IMPLEMENTACIÓN de escenarios de trabajo para montar funciones, mecanismos y aplicaciones,

El ENSAYO de la funcionalidad del protocolo y de las aplicaciones para comprobar la validez de los procesos y su aproximación a las normas, sobre diferentes plataformas operativas,

La CAPACITACIÓN y la DIFUSIÓN para ayudar a la comunidad empresarial regional a comprender y a evaluar costos y beneficios en la transición de sus redes INTRANET del protocolo IPv4 al IPv6.

Para cumplir con esta metas se hará uso del IPv6 test bed, como instrumento de simulación y prueba de nuevas tecnologías de IPv6. En dicho test bed se montarán las funciones corrientes y operativamente probadas, sobre varios sistemas operativos y en modalidad de "dual stack" para ensayar mecanismos de transición.

### 2.1 Diseño Experimental y Métodos

#### 2.1.1 Transición IPv4 a IPv6

En esta etapa se investigarán las alternativas de transición, seleccionando aquella que nos permita minimizar los impactos de la transición. Para lograrlo se llevará a cabo un plan integral que contemple los factores intervinientes (económico, ambiental, social y tecnológico).

En el objetivo de transición se diseñará e implementará primeramente sobre el “IPv6 test bed” para obtener y evaluar resultados preliminares, para luego hacer pruebas selectivas de comprobación y validación sobre redes intranet reales.

El objetivo se completa con la formulación de la planificación de la transición de la intranet. Dichos planes se representan en manuales de procedimientos y documentación de información y ayuda.

Las áreas comprendidas en este objetivo son:

- Plan de transición de clientes.
- Plan de transición de servicios.
- Plan de numeración y subneting.
- Plan de transición de Sistemas Operativos.
- Plan de coexistencia.

### **2.1.2 Servicios y servidores:**

La metodología para estudiar e investigar servicios y servidores IPv6 nativos puede ser dividida en los siguientes ítems.

#### **Configuración de clientes:**

La configuración de los clientes debe ser automática, de acuerdo al plan de numeración definido, e independiente del sistema operativo de los nodos clientes. Se deberán asignar dirección, prefijo, gateway y servidores de nombres.

Para lograr este objetivo, se deberán investigar, configurar y comparar los distintos servidores DHCPv6 [20]. Adicionalmente se deberá seleccionar, instalar y configurar distintos servidores RADV (Router Advertisement Protocol).

Para brindar un servicio de nombres, uno o más servidores de nombres. Se generarán todos los registros necesarios para que los nodos puedan interactuar utilizando nombres y no direcciones.

#### **Servicios de Información:**

Seleccionar, instalar configurar y evaluar distintas implementaciones de servidores de FTP y HTTP, que soporten el protocolo IPv6.

Implementar y lograr la coexistencia de un servidor SMTP para los stacks IPv4 e IPv6.

Relevar los servicios par-a-par utilizados en la actualidad y seleccionar o desarrollar servidores con iguales características y soporte IPv6.

#### **Servicios de Red:**

Evaluar y seleccionar uno o más protocolos de ruteo dinámico para luego implementarlo en la intranet. Variar la topología de la red, y verificar la convergencia de los mismos.

Ensayar los protocolos de ruteo seleccionados anteriormente con distintas marcas de routers, para verificar la compatibilidad de los mismos.

Crear y evaluar el comportamiento de VPN a lo largo de la intranet.

### **2.1.3 VPNs en IPv6:**

Evaluar e implementar las facilidades de VPN en ambientes IPv6.

Estudiar, configurar e implementar la seguridad en la capa IP y el conjunto de protocolos por el cual esto es llevado a cabo (AH, ESP, IKE, ISAKMP, etc).

Analizar y evaluar las distintas formas en las cuales se puede implementar IPsec, en un host o en conjunto con un router o un firewall (creando un security gateway). Como son la implementaciones BITS, BITW y nativas.

Realizar un análisis cuantitativo y cualitativo entre implantaciones IPsec en IPv4 e IPv6 y entre las distintas aplicaciones y sistemas operativos.

Análisis e implementación del manejo de claves en forma manual y automática (IKE) y los algoritmos para autenticación y encriptación.

Estudiar, evaluar y analizar el manejo de SAs y las técnicas de gestión de SAs ya sea en modo transporte o túnel.

Evaluar los distintos DOI de Seguridad IP en Internet para IPsec y su interoperabilidad.

### **2.1.4 Convergencia**

Las redes modernas tienden a manejar todo tipo de información, aun aquellas que por su naturaleza no se adaptan a la conmutación de paquetes. En el diseño de IPv6 se contempló la necesidad de que información en tiempo real, tal como voz y video, compartan el medio transporte con los datos. En el CODAREC6 INTRANET se contemplarán estas tecnologías, para lo cual se debe:

Estudiar e implementar metodologías de Calidad de Servicio sobre intranets,

Estudiar e implementar servicios y servidores de tecnologías de Voz sobre IPv6.

Estudiar e implementar servicios y servidores de tecnologías de Video sobre IPv6.

### **2.1.5 Herramientas de programación de aplicaciones**

Estudiar y seleccionar un grupo de las herramientas de programación más usadas. Realizar ensayos de soporte a los mecanismos de comunicación (ya sea sockets u otro medio) para el protocolo IPv6. Se desarrollará un servidor y un cliente en cada lenguaje seleccionado y luego se realizarán las comparaciones correspondientes referidas a la configuración, adaptabilidad, complejidad y flexibilidad de los mismos.

### 2.1.7 Modelación y simulación de redes

La tarea de simulación y evaluación de rendimiento de protocolos de red INTRANET (IPv6) surge como una necesidad de validar y evaluar las acciones del CODAREC6 INTRANET.

### 2.1.8 Difusión y Capacitación

El IETF a través de su nuevo grupo de operaciones, v6ops, recomienda realizar una constante tarea de capacitación de recursos humanos. Por lo tanto uno de los principales objetivos de Codarec6: INTRANET es la capacitación y difusión de la temática de IPv6. Para cumplir este objetivo realizaremos:

- Dictado de Cursos, Seminarios y Conferencia para público especializado de la región.
- Promoción, coordinación y asistencia técnica de tesinas de grado y postgrado.
- Presentación de Trabajos en Congresos y Reuniones Técnicas/Científicas.
- Publicación de Trabajos en revistas
- Desarrollo de página web de consulta pública

## 3. Conclusiones

En este reporte se trató de mostrar las características y objetivos de proyecto de investigación y desarrollo denominado CODAREC6: Intranet. También se muestra la metodología para llevar adelante tal proyecto. En presentaciones sucesivas se irá mostrando los avances del proyecto.

## 4. Bibliografía

- [1] Douglas E. Comer "Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP", Pearson PH, Tercera Edición, 1996, ISBN 0-13-219687
- [2] R. Fink "The IETF IPv6 Operating Group and the development of the IPv6 into IPv4 Networks", The internet Protocol Journal, Volume 6, Number 2, June 2003, pag 20 a 22
- [3] S. Deering y R. Hinden "Protocol, Version 6 (IPv6) Specification" RFC 2460 IETF, Dec 1998

- [4] T. Hain "A Pragmatic Report on IPv4 Address Space Consumption", The internet Protocol Journal, Volume 8, Number 3, Set 2005
- [5] Richard Stevens, "TCP/IP Ilustrated" Vol 1 Addison-Wesley Professional; US Ed edition (December 31, 1993)
- [6] IPv6 Dissemination and Exploitation. <http://www.6diss.org/>
- [7] J. Reynolds, J. Postel. ASSIGNED NUMBERS. RFC 1700, Oct 1994
- [8] S. Thomson, T. Narten. IPv6 Stateless Address Autoconfiguration. RFC 1791 Ago 1996
- [9] Hugo Adrián Francisconi, "IPsec en Ambientes IPv4 e IPv6", Primera Edición (Versión 1.0) ISBN 987-43-9727-6, Edición del Autor, Agosto 2005. <http://www.codarec6.frm.utn.edu.ar/areas/seguridad/>
- [10] T. Szigeti y C. Hattingh "End-to-End QoS Network Design", Cisco press, 2004
- [11] Carlos Taffernaberry, Alejandro Dantiacq Picolella, Gustavo Mercado y Adrián Francisconi, "CODAREC6: An IPv6 Test Bed", XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, San Luis, Octubre 2006.
- [12] B.Carpenter, K. Moore Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds RFC 3056, Feb 2001.
- [13] R.Gilliga, E. Nordmark. Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers. RFC 2893, 2000.
- [14] S. Thomson, C. Huitema, V. Ksinant, M. Souissi. DNS Extensions to Support IP Version 6. RFC 3596, Oct 2003.
- [15] Quagga Routing Software Suite <http://www.quagga.net>.
- [16] Taffernaberry C., Dantiacq A., Francisconi A., Mercado G, S. Perez, R. Moralejo, D. Vergara y F. Fuccili, "CODAREC6 Test Bed: Manual de Diseño e Implementación" Versión Draft, CODAREC IPv6, UTN\_FRM, 2006
- [17] M-K. Shin, Ed. Application Aspects of IPv6 Transition, RFC 4038, March 2005
- [18] W. Richard Stevens "Unix Network Programming", Prentice Hall PTR, Vol 1, Second Edition, 1998, ISBN 0-13-490012-X
- [19] T. Chown, IPv6 Campus Transition Scenario Description and Analysis, draft-ietf-v6ops-campus-transition-00, October 15, 2006
- [20] R. Droms, Ed. Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6). RFC 3315 Jul 2003
- [21] J J Ciarlante, OpenVPN IPv6 support patch, <http://openvpn.net/archive/openvpn-devel/2004-09/msg00038.html> , Sep 2004.

# Inconvenient, reaches and potentialities of the wireless networks in the Education and its integration with the R + D.

Pablo F. Roa

Department of Networking. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral. Argentina. proa@fich.unl.edu.ar.

**Abstract.** The wireless networks have had a great impact in the foreign educational Campus being in Argentina a recent technology. They possess characteristics in equable with regard to the mobility and flexibility of the environment where they can be located. In our city is born the concrete need to link the Technological Center of the Seaboard, the Campus of the National University of the Litoral and the CERIDE (central regional of investigation and development) especially working parties in parallel computation of said institutions. Due to that these centers are found arranged geographically to distances that do not exceed the 1300 mts. the technology wireless permits to present a primary solution of links, being able to pass to a technology of in agreement fiber the demands of traffic be increased and the projects. This solution permits to carry out happiness plan without altering the nature Preserve of the Seaboard (Ecological Reserve) situated between the Campus and the Technological Center. In the present I work the benefits of this technology they are analyzed and their implementation.

## 1 Introducción.

La ciudad de Santa Fe posee una integración particular entre tres institutos, combinando: Educación (Universidad Nacional del Litoral), Investigación (INTEC-UNL) y Desarrollo (CERIDE-UTN-UNL) conformando una área geográfica en forma de triángulo donde en las inmediaciones de los edificios, existe una reserva natural de dimensiones reducidas pero que alberga gran variedad de flora y fauna típicas de la zona.

**Figura 1.** Fotografía de los 3 centros. En la parte inferior, el edificio de la UNL.



En la actualidad se presenta la problemática de unir estos 3 centros, mas especialmente en un área de especialidad en común: “el computo paralelo”. Mencionados centros poseen infraestructura propia que agrupada potenciaría enormemente su capacidad de cálculo.

Se trata de unir específicamente las redes de estos grupos y no la red general que poseen dichas instituciones, donde viaja tráfico de diversos contenidos y características. Dichos centros se hallan a 1000 mts y a 1300 mts del edificio más alto (UNL).

## **2 El tráfico y el comportamiento del mismo.**

El tráfico que generan los procesos de computo paralelo necesita de delay (retardos) mínimos entre ordenadores y su comportamiento condiciona el rendimiento total del sistema. Por otro lado, el tipo de datos es homogéneo, solo con las excepciones de transferencias, debida a la subida o bajada de archivos para su posterior computo. El número total de ordenadores condiciona el tráfico total durante una ejecución. Dicho tráfico depende de los tamaños de datos a ser procesados en el cluster y su distribución en los diferentes computadores, teniendo en general un comportamiento de ráfagas no mayores a 20 MTU. Puede establecerse un sistema de división del cluster conformando celdas de computo, con lo que se optimiza el tráfico total por los enlaces de wireless, dejando el computo dentro de cada celda destinado al mayor poder de calculo y enlaces fisicos mas veloces.

## **3 La elección.**

Existen razones para pensar en las cualidades especiales del diseño de enlaces por radio del tipo IEEE802.11, fácil conectorizado a la red existente en los edificios, costo razonablemente inferior a cualquier tendido de cables, prestaciones que permiten consolidar los proyectos en sus etapas iniciales y avanzadas, con la posterior ventaja de quedar como enlace de backup. Su bajo costo y sencilla configuración hacen de este tipo de implementación, factible a ser realizada en un tiempo corto (menor a 1 semana).

¿Qué es WI-FI ?. El sistema WI FI es un método de comunicación inalámbrico que utiliza un enlace de radio-frecuencia para la transmisión de datos. Utiliza la frecuencia de libre uso que se sitúa en 2.4 Ghz con potencias de 30 mW, con esto se alcanza un rango de 5 a 6 Km, pero con antenas direccionales de ganancia elevada y amplificadores de 500 mW fácilmente se logran distancias de 30 a 40 Km con enlaces de 5.5 Mbps. Los sistemas inalámbricos poseen la virtud de generar puentes entre redes cableadas, uniéndolas por intermedio de radiofrecuencia. Esta característica es fundamental de las redes WiFi del tipo IEEE802.11, donde inicialmente las velocidades no eran elevadas (2 Mbps) pero con el transcurso del tiempo fueron elevadas a 11 Mbps y en la actualidad 54 Mbps.

La mayor problemática planteada es el retraso que se produce en la conmutación del medio físico a lo que se le debe agregar el tiempo de propagación, siendo este último menor que el tiempo de propagación de una fibra óptica. Los tiempos medios oscilan entre 1 mS y 2 mS para 11 Mbps y tiempos de 0,8 mS y 1 mS para 54 Mbps. La oscilación de estos dos valores pueden verse alterados cuando se cambia el tamaño de trama que se maneja en Ethernet (desde 64 bytes hasta 1500 bytes) por lo que los retardos introducidos por el puente inalámbrico siempre se preservarán dentro de dichos intervalos para la longitud de 64 bytes de trama de IP. Esta medición se realizó mediante una conexión única entre dos ordenadores sin considerar el tráfico que se pudiera dar por múltiples interconexiones simultáneas. El enlace configurado a 11 Mbps con tramas de 1500 bytes se comportó con 16 mS de RTT.

Para tener en cuenta, una fibra óptica a 100 Mbps posee tiempos de retardos entre 0,36 mS y 0,54 mS, teniendo en cuenta un paquete de ping de 64 bytes y su contestación.

Otro valor a tener en cuenta es la capacidad propia del sistema para soportar un tráfico continuo, dicho tráfico se denomina throughput. Los valores de una red inalámbrica configurada a 11 Mbps como bridge arrojan valores de hasta 600 kBytes/s, sin considerar las cabeceras de bytes que agregan los protocolos IEEE802.11b y TCP/IP. Como resultado de este valor, podemos apreciar que realmente se transportan datos a razón de no más de 5 Mbps reales. Esta pérdida de eficiencia es propia de medios compartidos como el Ethernet, si bien el rendimiento de una red cableada a 10 Mbps puede llegar a los 6 Mbps reales.

#### **4 Los inconvenientes.**

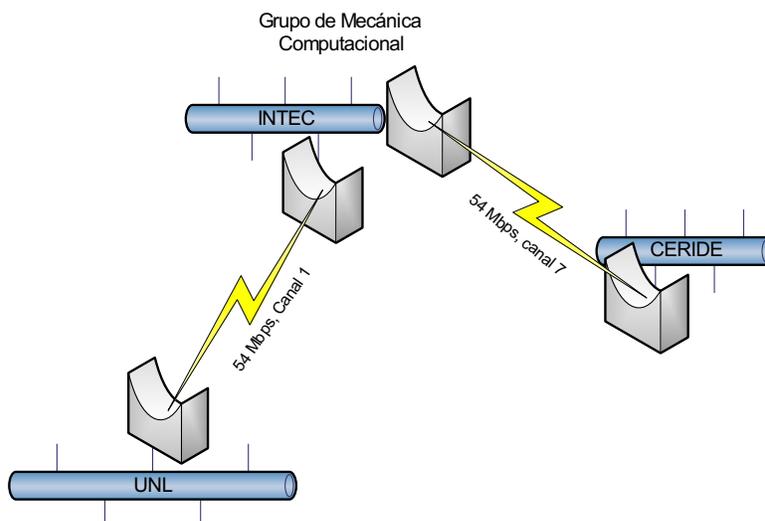
Las redes implementadas en 2.4 Ghz poseen la desventaja de la interferencias debido a la creciente polución electromagnética, principalmente por la gran difusión de estos equipos en el mercado. En otro sentido; si bien se pueden alcanzar distancias de hasta varios kilómetros, no es aconsejable la implementación IEEE802.11 dada la posibilidad de pérdida de paquetes, debida a la expiración de los clocks (espera de confirmación) del transmisor (ACK). En nuestra implementación estos factores resultaron minimizados por la corta distancia de los dispositivos wireless y a la utilización de antenas direccionales de ganancia elevada.

#### **5 La topología.**

En el diseño a implementar se consideran dos enlaces a 54 Mbps lo que efectivamente proveen en cada enlace, un throughput de 25 Mbps (3,2 MBytes/s) reales.

Dado que el poder de cálculo se concentra en los ordenadores del INTEC, se realiza el centro de estrella de la topología en dicho lugar.

**Fig. 2.** Esquema de la topología física de la red.



## 6 Resultados obtenidos.

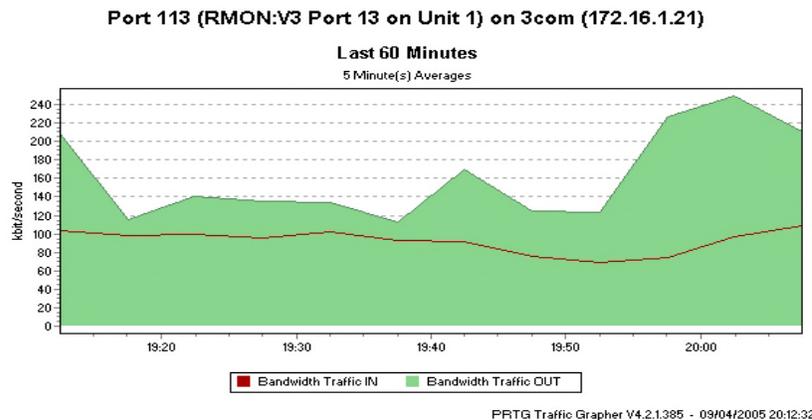
Se ha realizado un enlace preliminar con equipos trabajando a 54 Mbps, con 1 computadora en la FICH-UNL y 4 computadoras en el INTEC, corriendo **Linux** "Beowulf" analizando solo este enlace por el momento, y no el comportamiento en su conjunto. Dado que contábamos con los equipos (de marca Linksys) de 802.11g, realizamos una prueba para determinar el comportamiento del sistema bajo tráfico de los clusters.

En estos gráficos analizamos el ancho de banda real, es decir el throughput; con configuraciones del cluster y software que emplea el grupo de mecánica computacional, si modificar los parámetros del TCP.

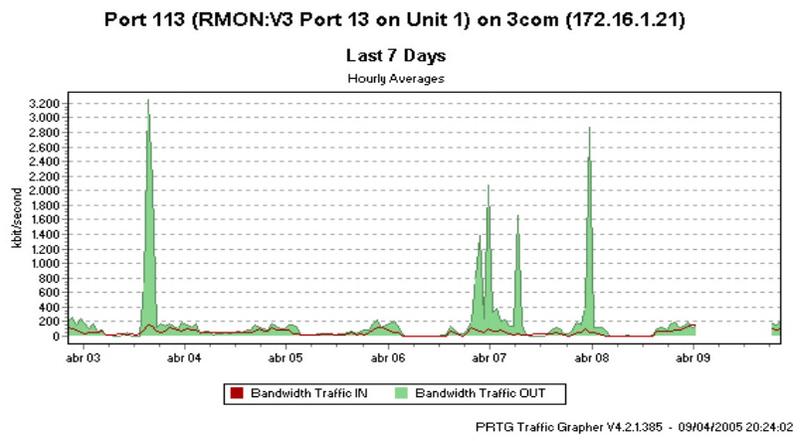
**Fig. 3.** Muestreo de 5 minutos de transferencia entre los dos clusters medido en la boca de un switch 3com3300 que accede al Bridge de Wireless.



**Fig. 4.** Muestreo de 60 minutos con promedio de 5 minutos, en la boca de un switch 3com3300 que accede al Bridge de Wireless.



**Fig. 5.** Muestreo de 7 días con promedio de 60 minutos, en la boca de un switch 3com3300 que accede al Bridge de Wireless.



Se puede observar en el gráfico inferior, el tráfico basal y 5 transferencias de archivos de tamaño considerable, donde la capacidad efectiva del canal llega a 3200 bps. El tráfico nulo o muy pequeño corresponde al apagado de los equipos del cluster.

El tráfico máximo que posee la configuración analizada es de 400 kbps para un cluster de 4 PC que se comunicaban con otras 4 PC. Con este dato podemos asegurar un máximo de 40 computadoras en ambos extremos con un enlace a 54 Mbps. Se tendrá que tener en cuenta que esta linealización se considera siempre que el poder de cálculo de cada ordenador se mantenga dentro de ciertos límites, de lo contrario las

conclusiones de la linealidad se modifican, debido a la mayor disponibilidad de los elementos de computo.

## **7 Conclusiones.**

Si bien la utilización de las redes inalámbricas se dirige al enlace móvil para notebooks y de conexiones SOHO, otras variaciones de implementación a corta distancia, pueden tener un éxito considerable con un bajo costo de implementación y un corto tiempo de puesta en funcionamiento; bajo impacto medio – ambiental, dado que las implementaciones no modifican el entorno de instalación como lo afectaría una instalación de fibra óptica aérea o subterránea. Este trabajo propone además presentar a las autoridades de Campus un sistema considerando sus alcances y demostrar la utilidad de compartir los recursos disponibles en los 3 Institutos para el cálculo paralelo.

Otro punto interesante a tener en cuenta es la movilidad que presentan los grupos de I+D, dentro de los Campus usualmente en períodos de 3 a 6 años se desplazan de oficinas lo que trae acarreado un costo de rediseño y reinstalación del cableado físico. Con la tecnología wireless, solo se debe reorientar la antena (direccional) en forma leve.

## **8 Bibliografía**

Redes de computadoras. Kurose. Ross. Ed. Pearson Adinson Wesley.  
WiFi Home Networking. Raymond J. Smith. Mc Graw Hill.  
QoS Issues in Ad Hoc Wireless Networks. Satyabrata Chakrabarti. Lucent Technologies.

# Investigación en sistemas operativos. Un kernel asimétrico para el procesamiento de red, evaluación de resultados preliminares.

Javier Díaz

jdi@info.unlp.edu.ar

Matías Zabaljáuregui

matiasz@info.unlp.edu.ar

Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas  
Universidad Nacional de La Plata

## Resumen

*Este artículo presenta los temas que se están comenzando a explorar en el Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas como parte de una línea de investigación en sistemas operativos y expone los primeros resultados obtenidos.*

*La rápida evolución en las tecnologías de hardware, las redes de datos y el diseño del software de usuario contrasta con el hecho de que el diseño del kernel y los mecanismos que implementan la protección y virtualización de los recursos, en los sistemas operativos actuales, no hayan tenido avances significativos en las últimas tres décadas. Esta disparidad se ve reflejada en un overhead significativo de procesamiento, conocido como intrusión del sistema operativo.*

*Esta línea de investigación se enfoca en identificar, proponer y evaluar nuevas caracte-*

*erísticas relacionadas con la performance y escalabilidad del kernel Linux, teniendo en cuenta los nuevos desafíos que presentan las arquitecturas multicore y la computación centrada en las redes a los sistemas operativos de la próxima generación.*

## 1. Introducción

Asumiendo un futuro tecnológico cercano donde la computación centrada en las redes y las arquitecturas paralelas serán características fundamentales, se hace evidente la necesidad de replantear el diseño del software de base teniendo en cuenta los nuevos paradigmas de procesamiento y características del hardware. Por un lado, se espera un gran desarrollo tecnológico basado en las distintas formas de almacenamiento y procesamiento distribuido, soportado por el incesante avance en

los estándares y tecnologías de redes de datos. Por otro lado, las arquitecturas con múltiples núcleos de procesamiento se están posicionando como el estándar actual para la mayoría de las configuraciones de hardware.

En este escenario, se están planteando nuevas características (y adaptando antiguas ideas) que los sistemas operativos deberán incorporar en el corto y mediano plazo. Entre otras, se pueden mencionar el diseño de kernels asimétricos y activos para explotar al máximo el paralelismo en las nuevas arquitecturas, el desarrollo de una capa de llamadas al sistema completamente asincrónicas y basadas en memoria compartida para optimizar las operaciones de entrada/salida que cada vez son más frecuentes, las nuevas tecnologías de virtualización, y las funcionalidades que incorporan soporte para computación Grid en el kernel.

A continuación se describen los temas que forman parte de la línea de investigación en sistemas operativos que se está desarrollando en el Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas.

## **2. Línea de Investigación**

### **2.1. Un kernel asimétrico y activo**

Generalmente, los sistemas operativos han utilizado a las máquinas SMP de manera simétrica, intentando balancear la carga entre todos los elementos de procesamiento disponibles. En los sistemas ASMP, los procesadores se especializan para tareas específicas. Por ejemplo, es posible que una CPU responda a todas las interrupciones del hardware, mientras el resto del trabajo en el sistema sea distribuido equitativamente entre el resto de las

CPUs. O puede restringirse la ejecución del código en modo kernel a sólo un procesador (a uno específico o a un procesador a la vez), mientras el código en espacio de usuario se ejecuta en el resto de las CPUs.

Yendo más allá, la idea de un kernel activo es una evolución del modelo de kernel vertical [4], y propone dedicar CPUs o cores a realizar exclusivamente actividades del kernel. Al ser un agente activo, es posible que el kernel se comunique con el hardware y el espacio de usuario utilizando mecanismos alternativos, menos costosos que los actuales (interrupciones por hardware y software).

Como se detalla en la sección 3, nuestro trabajo se centra en el estudio de las posibilidades que ofrecen estos conceptos en el tratamiento de la entrada/salida de red. Sin embargo, se han identificado posibles aplicaciones en otros dominios (virtualización, tiempo real, etc).

### **2.2. Llamadas al sistema asincrónicas y basadas en memoria compartida**

La API que el kernel ofrece al espacio de usuario define la base de los servicios y operaciones que el sistema operativo provee a los procesos. En particular, define la sintaxis y semántica de las operaciones exportadas por el kernel, conocidas normalmente como llamadas al sistema. Los buffers para entrada/salida de datos aparecen en esta definición como argumentos a las operaciones. La semántica de pasaje de parámetros puede tener un impacto significativo en la eficiencia de la transferencia de datos entre el kernel y la aplicación. Se ha manifestado previamente [2] el costo que implica el modelo tradicional de llamadas al sistema en sistemas operativos que se ejecutan

en máquinas donde se realizan principalmente tareas de entrada/salida.

La línea de trabajo se centra en ideas alternativas orientadas a incrementar la eficiencia del kernel Linux en el manejo de entrada/salida, relacionadas principalmente con la posibilidad de realizar operaciones vectorizadas (utilizando más de un buffer de datos por invocación, lo que favorece las operaciones scatter-gather) y utilizando memoria compartida entre el kernel y el espacio de usuario, para evitar las copias físicas en memoria de un dominio de protección al otro. Además, para lograr mayor escalabilidad, evitando el overhead que implica el scheduling de grandes cantidades de threads [6], se están proponiendo APIs que poseen una semántica de entrada/salida asíncrona para operaciones de sockets y archivos. Las aplicaciones realizan operaciones sin ser bloqueadas y sin verificar previamente el estado del descriptor de socket o archivo, luego reciben eventos que señalan la terminación de una operación previamente invocada. Este modelo permite que múltiples operaciones entrada/salida estén realizándose concurrentemente sin que el proceso o thread sea bloqueado por el sistema operativo.

### 2.3. Nuevas técnicas de virtualización

Recientemente, dos nuevas técnicas de virtualización han logrado un nivel de performance sorprendente con respecto a la performance en la ejecución nativa. La paravirtualización y la virtualización asistida por hardware, por separado o combinadas (virtualización cooperativa), se posicionan como una nueva capa de abstracción estándar que revolucionará la estructura de los centros de cómputo

gracias a la consolidación del hardware, un mayor nivel de seguridad y redundancia, la reducción en el uso de energía, la migración de hosts virtuales sin interrumpir los servicios, etc.

Hasta ahora, la solución basada en un *hypervisor* era la manera estándar de implementar las técnicas mencionadas de virtualización. Sin embargo, en este caso es necesario duplicar ciertas funcionalidades que ya existen en un kernel. Por lo tanto, se están planteando ciertas ventajas al incorporar capacidades de virtualización al propio kernel.

La línea de trabajo se enfoca en comparar las técnicas alternativas, evaluar la integración de esta funcionalidad en el kernel y detectar las opciones que ofrecen las arquitecturas multicore a éstas tecnologías.

## 3. Un prototipo y resultados preliminares

Como se manifestó en un trabajo previo [2], los costos asociados a ciertos mecanismos del sistema operativo, agrupados bajo el nombre de intrusión del sistema operativo, pueden llegar a ser significativos. Esta sección presenta una modificación al kernel Linux 2.6 basada en la idea de un kernel activo, que reduce los costos relacionados con el manejo de interrupciones y la sincronización del subsistema de red en una máquina SMP. Además se exponen algunas mediciones realizadas, comparando una configuración del kernel estándar y un kernel modificado.

Con esta modificación se logra desacoplar el procesamiento de las aplicaciones de usuario del procesamiento de red del kernel. El procesamiento TCP/IP es aislado de las CPUs

que ejecutan el sistema operativo y los procesos de usuario (CPU-S-HOST), y se delega a un procesador o subconjunto de procesadores dedicados a las comunicaciones (CPU-S-NET). Las CPU-S-HOST deben comunicarse con las CPU-S-NET usando un medio de comunicación de bajo costo y no intrusivo, como la memoria compartida.

Una CPU-NET no necesita ser multiplexada entre otras aplicaciones y/o funciones del kernel, con lo cual puede ser optimizada para lograr la mayor eficiencia posible en su función. Por ejemplo, es posible evitar el costo de las interrupciones de hardware si las CPU-S-NET consultan, con una frecuencia suficiente, el estado de las NICs (Network Interface Controller) para saber si necesitan ser atendidas. También se reduce la contención por datos compartidos y el costo de sincronización dado que el procesamiento de red ya no se realiza de manera asincrónica y descontrolada entre todas las CPUs de la máquina (el kernel Linux sigue el paradigma de paralelismo por mensaje [5]), sino que se ejecuta sincrónicamente en un subconjunto reducido de CPUs (posiblemente sólo una CPU, dependiendo del tráfico a procesar).

En las placas de red se desactivan las interrupciones y se verifica el estado por *polling*. El resto de las interrupciones del sistema son enrutadas a la CPU-HOST usando los mecanismos de enrutamiento ofrecidos por el Controlador Programable Avanzado de Interrupciones de E/S (I/O APIC) [1]. De esta forma, la CPU-NET no debe manejar eventos asincrónicos no relacionados con la red. Sin embargo, la interrupción del timer del APIC local se mantiene habilitada en la CPU-NET, ya que se utiliza para implementar los timers por software del kernel Linux (muy utilizados por TCP), pero además deja abierta la posibili-

dad de disparar eventos periódicos, como pueden ser evaluar la situación y realizar una reconfiguración automática del subconjunto de CPU-S-NET.

Se modificó el kernel Linux 2.6.17.8 para implementar la arquitectura separada de CPU-HOST y CPU-NET. Las pruebas se realizaron sobre máquinas con dos procesadores AMD Opteron de 64 bits, Serie 200 DE 2 GHz (denominadas CPU0 y CPU1).

En la prueba A, se configuró el kernel para lograr afinidad total [3] del procesamiento de dos de las NICs a la CPU0 y el procesamiento de la tercer NIC se asoció a la CPU1. Esta es la configuración que logró mayor eficiencia sin modificar el código fuente. En la prueba B se utilizó el prototipo implementado. En ambas pruebas se logró un rendimiento de red cercano a 1,5 Gbps consumiendo aproximadamente el 70 % de la capacidad de cómputo de la máquina. El cuadro 1 muestra los cambios de contexto (cswch/s) e interrupciones (intr/s) por segundo durante ambas pruebas. Los cuadros 2 y 3 presentan los resultados del perfilamiento estadístico del kernel durante cada prueba, es decir, indican las funciones del kernel que utilizaron la CPU por más tiempo.

Cuadro 1: Comparación de pruebas A y B

medidas\pruebas	A	B
cswch/s	157186,17	99275,49
intr/s	131363	0

Si se comparan las pruebas A y B, se observa que la segunda prueba reduce en más del 30 % la cantidad de cambios de contexto por segundo y lleva a cero la cantidad de interrupciones de hardware. Los costos de sincronización (la función `_spin_lock()`) bajan notablemente y el subsistema de interrupciones (las

Cuadro 2: Perfilamiento del kernel durante la prueba A

muestras	%	símbolo
154270	13.1928	__copy_to_user_ll
153381	13.1167	_spin_lock
94636	8.0930	handle_IRQ_event
58272	4.9833	__do_IRQ
45311	3.8749	schedule
39026	3.3374	tcp_v4_rcv
30196	2.5823	qdisc_restart
26420	2.2594	__switch_to
24781	2.1192	default_idle

funciones `handle_IRQ_event()` y `__do_IRQ()` ya no genera costos importantes.

Cuadro 3: Perfilamiento del kernel durante la prueba B

muestras	%	símbolo
148053	10.3428	__copy_to_user_ll
120776	8.4372	net_rx_action
95700	6.6855	desencolar
68739	4.8020	qdisc_restart
65176	4.5531	tcp_v4_rcv
59659	4.1677	schedule
50669	3.5397	try_to_wake_up
48140	3.3630	tcp_rcv_established
43827	3.0617	kfree
36767	2.5685	__tcp_select_window
30361	2.1210	local_bh_enable
28993	2.0254	eth_type_trans

Esta prueba de concepto hace suponer que es posible reducir la intrusión del sistema operativo en el procesamiento de red. En aquellas máquinas cuya principal función es el movimiento de datos, como es el caso con un *Storage Element* en una infraestructura Grid, pue-

de ser beneficioso dedicar una CPU o core de manera exclusiva al procesamiento de red. Actualmente se está adaptando esta idea a una arquitectura multicore y se están realizando varias optimizaciones a la implementación que resultarán en una mejora importante en la eficiencia de procesamiento.

## Referencias

- [1] Daniel P. Bonet and Marco Cesati. *Understanding Linux Kernel 3rd Edition*. O'Reilly, 2005.
- [2] Javier Díaz and Matías Zabaljáuregui. Modificaciones al kernel Linux para redes de alta velocidad. WICC 2006.
- [3] A. Foong, J. Fung, and D. Newell. Improved Linux SMP Scaling: User-directed Processor Affinity. INTEL.
- [4] S. J. Muir. Piglet: An Operating System for Network Appliances.
- [5] D. Schmidt and T. Suda. Measuring the Impact of Alternative Parallel Process Architectures on Communication Subsystem Performance. Department of Information and Computer Science. University of California.
- [6] Y. Turner, T. Brencht, G. Regnier, V. Salletore, G. Janakiraman, and B. Lynn. Scalable Networking for Next-Generation Computing Platforms. Proceedings of the Third Annual Workshop on System Area Networks, Madrid, Spain, 2004.

## MEDIDOR DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS POR GPS

Cátedra de Técnicas Digitales II - Ingeniería en Electrónica - Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná

Ing. Raúl M. Caballero<sup>1</sup> - Ing. Gustavo Daniel Maggiolo<sup>2</sup> - Amid Gabriel Ivan<sup>3</sup> - Matías Fleischer<sup>4</sup> - Pablo Gauto - José Luis Frund - Fernando Ceaglio

1. caballero\_raul@gigared.com 2. maggiolo@gustavo.net.ar 3. aleamid@gmail.com 4. fleischerivan@yahoo.com.ar

### RESUMEN

A partir del advenimiento de los sistemas GPS estos han sido utilizados en un sinnúmero de aplicaciones que van desde el geoposicionamiento de un avión hasta identificar el mapa de rutas de un simple usuario en su automóvil. La medición de distancia sobre la superficie terrestre es un tema de interés tanto para un agrimensor como para un simple ciudadano.

La tecnología de aplicación siempre ha sido foránea y a partir de este proyecto de desarrollo tecnológico se demuestra que es posible la generación e implementación de productos de tecnología actual por alumnos de universidades argentinas y que pueden lograrse similares sistemas de calidad de información y tratamiento de la misma desde nuestras casas de altos estudios.

En esta aplicación en particular se ha desarrollado un dispositivo con la capacidad de medir distancias entre dos puntos sobre la superficie de la tierra y con posibilidades de ampliar sus prestaciones a partir de la información que los sistemas de posicionamiento global ofrecen. También, en este primer desarrollo, se puede almacenar una sucesión de puntos o posición terrestre para su posterior transferencia a la PC o para su procesamiento en el propio dispositivo manual.

### INTRODUCCIÓN

La aplicación desarrollada cuenta con las siguientes características:

Resolución de +/- 5 mts de la distancia medida. Auto rango. Fácil de utilizar (solo posee 2 pulsadores). Es portable.

Posee dos modos de operación: Medición de Distancia y Trayectoria. Conexión a PC.

Indicación en pantalla de intensidad de la señal y el estado de las baterías. Muy bajo consumo.

### CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

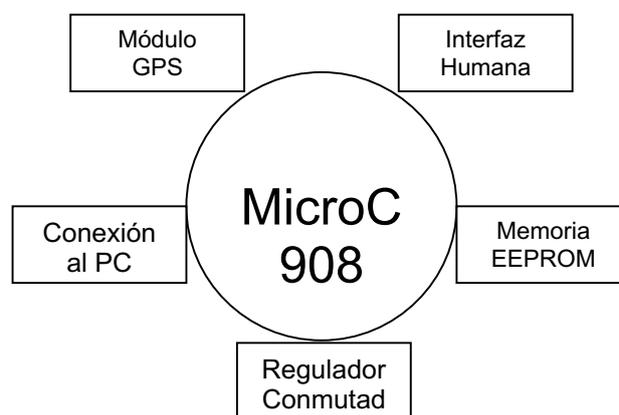
El modo de operación **Medición de Distancia** calcula la distancia entre dos puntos ingresados. El operador ingresa el primer punto presionando un botón, luego ingresa el segundo punto presionando nuevamente el mismo botón y automáticamente la aplicación le muestra la distancia calculada entre los dos puntos seleccionados.

El modo de operación **Trayectoria** va almacenando, en una memoria interna, los puntos seleccionados para luego ser descargados en una PC. Cada vez que se presiona un botón el sistema almacena el punto en la memoria y en la pantalla se muestra un índice de la cantidad de números ingresados.

Para apagar el dispositivo de debe mantener presionado uno de los botones por mas de 1 segundo.

### DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE LOS BLOQUES DE LA APLICACIÓN

La aplicación desarrollada se puede dividir en lo siguientes bloques funcionales:



### Módulo GPS

El Módulo GPS (Global Positioning System) es el encargado de proveer los datos, correspondientes a la posición geográfica, utilizados para el cálculo de la distancia y el almacenamiento de puntos. También envía información sobre la cantidad de satélites y la

señal que recibe de cada uno, la hora y la fecha.

El receptor de GPS utilizado es el FV-17 de la firma TEC-SYC, el cual integra un reloj de tiempo real, una salida de temporización de 1 pps, una entrada seleccionable para DGPS (GPS de modo Diferencial), mensajes NMEA-0183 y memoria no volátil.

El GPS es un sistema de navegación global basada en satélites, creada y operada por el Departamento de Defensa de los EEUU (DOD). El sistema esta compuesto por una red de 24 satélites denominada NAVSTAR, situados en una órbita a unos 20.200 km. de la Tierra, y por receptores GPS, que permiten determinar nuestra posición en cualquier lugar del planeta, bajo cualquier condición meteorológica.

Cuando se enciende nuestro receptor GPS portátil y apuntamos la antena hacia el cielo, empezamos a captar y recibir las señales de los satélites, empezando por la más fuerte, de manera que puede empezar a calcular la distancia exacta hasta ese satélite, así como saber dónde buscar los demás satélites en el espacio.

Una vez que el receptor GPS ha captado la señal de, al menos, tres satélites, entonces puede conocerse la distancia a cada uno de ellos y calcular la posición en la Tierra mediante la triangulación de la ubicación de los satélites captados. Acto seguido se presenta en pantalla como Longitud y Latitud. Si un cuarto satélite es captado, este proporciona más precisión a los cálculos pudiéndose calcular la altitud del punto donde esta ubicado el dispositivo

Lo que básicamente puede hacer un receptor de GPS por nosotros, independientemente de sus características físicas y sus prestaciones específicas, es:

- Calcular nuestra posición actual, con lo que, podemos localizarla en un mapa.
- Guiar o encaminarnos hacia un destino seleccionado (rutas).

- Guardar nuestra posición actual en memoria para ayudarnos a volver a ella cada vez que lo deseemos.

El GPS envía todos los datos y se configura mediante mensajes **NMEA**. Los mensajes NMEA-0183 fueron definidos en 1997 por la *National Marine Electronics Association* y es el estándar de interface entre los dispositivos electrónicos marinos.

Cada mensaje (también llamado trama) es una secuencia de caracteres ASCII que tiene la siguiente forma:

**\$Encabezado,Datos\*Checksum<CR><LF>**

Esta trama comienza con el símbolo "\$", contiene un **Encabezado**, una serie de **Datos**, un carácter "\*" (asterisco) que indica la finalización del mensaje, seguido de un valor de *Checksum* y para terminar la trama hay una combinación de los caracteres de retorno de carro (<CR> = 0x0D) y nueva línea (<LF> = 0x0A).

La porción de *Datos* se subdivide en campos, los cuales se encuentran separados unos de otros por comas ",". La cantidad de campos y su tipo depende del *Encabezado* (mensaje) que se esté transmitiendo.

El *Checksum* se calcula mediante una función lógica XOR a todos los caracteres (8 bits) que se encuentren entre el símbolo '\$' y el símbolo '\*' el resultado es expresado en dos dígitos ASCII del número hexadecimal resultado de la operación lógica realizada a los dígitos.

La **iniciación, configuración y consulta del módulo GPS** se realiza mediante el protocolo SiRF NMEA. El encabezado posee un prefijo **PSRF** seguido de 3 caracteres numéricos (<MID>) que indican el mensaje. La trama completa es de la siguiente forma:

**\$PSRF<MID>,Datos\*Checksum<CR><LF>**

MID	Mensaje	Descripción
100	Configura el puerto serie	Configura los parámetros y protocolo de comunicación
101	Iniciación de la navegación	Parámetros X/Y/Z para inicio
102	Configura el	Configura parámetros para

MID	Mensaje	Descripción
	puerto para DGPS	el DGPS
103	Control de pedido/frecuencia	Configura el funcionamiento de los mensajes de respuesta
104	Iniciación LLA	Latitud – Longitud – Altura
105	Datos de debug On/Off	Mensajes para debugging

El encabezado de la trama para los mensajes de **respuesta de módulo GPS** comienza con los caracteres **\$GP** seguidos por el *mensajeID* NMEA. La trama completa tiene la forma:

**\$GPMensajeID,Datos\*Checksum<CR> <LF>**

**GGA**: Datos de tiempo, posición y tipo de fijado (Fix type) *//\* VER \*/\**.

**GLL**: Latitud, longitud, tiempo UTC de la posición fija *//\* VER \*/\** y estado.

**GSA**: Modo de operación del receptor de GPS, satélites utilizados en la solución de la posición y valores de DOP *//\* Ver \*/\**.

**GSV**: El número total de satélites GPS en vista, el ID de cada satélite, su elevación, acimut y valor de SNR (relación señal a ruido).

**MSS**: Relación señal a ruido, intensidad de la señal, frecuencia, velocidad de bits desde un receptor de radiofaro.

**RMC**: Datos de tiempo, fecha, posición, curso y velocidad.

**VTG**: Información de curso y velocidad relativos a la tierra.

#### Identificador de Mensaje (mensajeID): GLL

Ej.: **\$GPGLL,3723.2475,N,12158.3416,W,161229.487,A\*2C**

Nombre	Ejemplo	Descripción
MensajeID	\$GPGLL	Encabezado del protocolo
Latitud	3723.2475	ddmm.mmmm
Indicador N/S	N	N = Norte o S = Sur
Longitud	12158.3416	dddmm.mmmm
Indicador E/O	W	E = Este o W = Oeste
Posición UTC	161229.487	hhmmss.ss
Estado	A	A = Datos Válidos o V Datos Inválidos
Checksum	*2C	
<CR><LF>		Fin de terminación de mensaje

#### Identificador de Mensaje (mensajeID): GSA

Ej.: **\$GPGSA,A,3,07,02,26,27,09,04,15,, , , ,1.8,1.0,1.5\*33**

Nombre	Ejemplo	Descripción
MensajeID	\$GPGSA	Encabezado del protocolo
Modo 1	A	Ver Tabla Modo 1
Modo 2	3	Ver Tabla Modo 2
Satélite Utilizad	07	Sv en el Canal 1
Satélite Utilizad	02	Sv en el Canal 2
Satélite Utilizad		Sv en el Canal 12
PDOP	1.8	Position Dilution of Precision <i>//* VER */*</i>
HDOP	1.0	Horizontal Dilution of Precision
VDOP		Vertical Dilution of Precision
Checksum	*33	
<CR> <LF>		Fin de terminación de mensaje

La transmisión de los comandos mencionados se realiza por medio de una conexión serie entre el módulo GPS y el microcontrolador.

Los parámetros de transmisión son:

- Velocidad: 4800 bps
- Longitud del dato: 8 bits
- Bit de Start: 1 bit
- Bit de Stop: 1 bit

- Paridad: Ninguna
- Control de flujo: Ninguno
- Código de caracteres usados (comandos NMEA-0183): ASCII

#### Los comandos

El módulo GPS FV-17 está configurado por defecto a transmitir determinados comandos cada un segundo, estos comandos son: **GGA**,

**ZDA, DTM, GSV y VTG;** por lo que se deben desactivar debido a que el GPS está transmitiendo una cantidad considerada de información que no se utiliza. Para realizar

esta tarea, de desactivar los comandos por defecto, el módulo cuenta con el comando **GPint**, que procederemos a explicar:

### Comando \$PFEC,GPint

El formato de este comando es:

<b>\$PFEC</b>	<b>,GPint</b>	<b>,GGA00</b>	<b>ZDA00</b>	<b>.....</b>	<b>*hh</b>	<b>CR LF</b>
Campos:	1	2	3	4	n+1	

#### Donde:

- 1 Nombre del comando
- 2 Nombre del comando del GPS e intervalo de tiempo en segundos (de 00 a 60).
- n+1 Checksum

Este comando se utilizo para desactivas los valores por defecto que tiene configurado el módulo GPS. La sintaxis del comando empleado se estableció de la siguiente manera:

<b>\$PFEC</b>	<b>,GPint</b>	<b>,GGA00</b>	<b>,ZDA00</b>	<b>,DTM00</b>	<b>,VTG00</b>	<b>,GSV00</b>	<b>*0x30</b>	<b>CR LF</b>
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--------------	--------------

De este modo el comando Gpint se utiliza para informarle al GPS que cada 0 segundos, o lo que es lo mismo que este desactivado. En si, lo que hace el módulo es enviar los resultados del comando una sola vez.

### Microcontrolador MC68HC908AP32

El microcontrolador es el corazón del dispositivo. Este es el encarga de enviar los comandos al GPS como tambien interpretar los enviados por el. Calcular la distancia entre dos puntos, almacenar datos en la memoria EEPROM y dialogar con al PC para la transferencia de los datos. Para esta aplicación se utilizo el microcontrolador MC68HC908AP32 ya que posee 32KB de memoria Flash, 2KB de memoria RAM, 2 puertos SCI, un bus I2C, ADC, Timer entre otras cosas.

La memoria flash de programa se utilizo un 70% aproximadamente; mientras que la RAM un 45%. Dada la ventaja de este microcontrolador de tener dos módulos SCI (puertos seriales), se utilizaron ambos; uno para dialogar con el módulo GPS, y el otro para transmitir los datos a una PC.

Para almacenar los datos en la EEPROM se utiliza el módulo I2C (MMIIC: Multi-Master IIC Interface). El módulo ADC se utilizo para medir el nivel de batería del sistema (se usaron dos canales, uno para la batería principal y el otro para la batería de Back-up del sistema). Los Timer se utilizaron para la

temporización de la luz de backlight del LCD como así también para

### Interfáz Humana

La Interfáz Humana está constituida por un display en donde se desplegarán todos los mensajes y dos botoneras para el completo manejo de la aplicación.

El display es un LCD matriz de punto de 2 líneas por 16 caracteres del tipo estandar con backlight incorporado.



Desde el punto de vista del controlador, los segmentos extra aparecen dispuestos en una matriz de 5 x 7 puntos donde cada punto de la matriz se corresponde con uno de estos segmentos especiales.

El circuito integrado del Display LCD es normalmente el encargado del control del

sistema. De cara al exterior encontramos un conector de 14 pines donde se conecta la alimentación, la señal de contraste y todas las señales de control.

Las funciones que podemos efectuar son las siguientes:

- Escribir comandos
- Escribir datos
- Leer datos
- Leer el estado

El dispositivo cuenta con dos botones, los cuales poseen dos modos de funcionamiento.

Boton 1 tiene las siguientes funciones:

Funcion 1 -> Enciende y apaga el dispositivo

Funcion 2 -> Encender el backlight

Boton 2 tiene las siguientes funciones:

Funcion 1 -> Modo distancia

Funcion 2 -> Modo trayectoria

**Modo distancia:** Este modo sirve para medir la distancia entre dos puntos, en este modo se entra por defecto. Para salir de este modo debemos mantener presionado el Boton 2 por mas de un segundo, de esta forma entramos al modo trayectoria.

**Modo trayectoria:** En este modo almacenamos los datos en una memoria EEPROM, cada vez que se presiona el boton. Para salir de este modo debemos mantener presionado el Boton 2 por mas de un segundo, de esta forma entramos al modo distancia nuevamente.

Boton 1 – Funcion 1: enciende y apaga el dispositivo, si se mantiene presionado por mas de 1 segundo, la aplicación se apagará.

Boton 1 – Funcion 2: Al presionarlo y luego soltarlo se activa el backlight, el cual se apaga automaticamente después de 1 minuto.

Boton 2 – Funcion 1: al presionarlo en esta funcion se toma un nuevo punto, luego de tomar el segundo punto se informa la distancia entre ambos en el display.

Boton 2 – Funcion 2: si se presiona y se mantiene presionado por más de 1 segundo, el dispositivo cambia al Modo trayectoria, en el cual es posible almacenar las coordenadas de varios puntos para su posterior analisis.

## **ESTADO DEL SISTEMA**

El dispositivo nos informa permanentemente el estado del sistema. Esta información esta compuesta por :

- ❖ Cantidad de satélites en vista
- ❖ El modo en el cual se encuentra el sistema (D: Distancia o T: Trayectoria)
- ❖ Nivel de carga de la Bateria del Back Up (Bateria del modulo GPS - B).
- ❖ Nivel de carga de la Bateria Sistema (Fuente de alimentación - S)

Toda esta información aparece en la línea superior del display.

## **MEDICION DE DISTANCIA**

Para el calculo de la distancia dado en coordenadas geodésicas, que es lo que nos da el modulo de GPS, debemos resolver el segundo problema fundamental de la geodesia, que se puede enunciar asi: “Conocidas las coordenadas geodésicas de dos puntos, calcular la distancia geodésica entre ambos y los acimuts en ambos extremos”.

Para nuestra aplicación, lo que nosotros debemos calcular es la distancia geodésica entre ambos.

Los pasos para el calculo de distancia se informan en la segunda línea del display, y son los siguientes:

**Punto inicio.** (Presionando el botón se almacenan las coordenadas del primer punto)

**Punto inicio OK** (Confirmación del primer dato valido)

**Punto fin.** (Presionando el botón se almacenan las coordenadas del segundo punto)

**Punto fin OK** (Confirmación del segundo dato valido)

**Calculando** (En este momento se realiza el calculo de la distancia)

**Distancia** (Aquí se informa la distancia entre los dos puntos )

**OBS :** Si el dato tomado no es valido se pide nuevamente el ingreso del mismo

### Memoria EEPROM

La Memoria EEPROM se utiliza para almacenar los puntos ingresados en el modo de operación Trayectoria. Esta memoria se comunica mediante el protocolo I<sup>2</sup>C y es de facil utilización.

En esta memoria se van almacenando los puntos seleccionados uno a continuación del otro y se mantiene hasta que el usuario apague y vuelva a encender el dispositivo. Esta memoria se desactiva cuando la aplicación está en el modo de operación Medición de Distancia. Dentro de la memoria los datos se organizan de la siguiente manera:

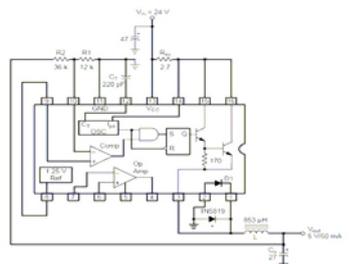
Nº	Bytes	Nombre
0	1	Indice
1	4	Latitud P 1
2	4	Longitud P 1
3	4	Latitud P 2
4	4	Longitud P 2
...	4	...
63	4	Latitud P 63
64	4	Longitud P 63

### Conexión al PC

La Conexión al PC se encarga de transmitir los datos almacenados en la memoria a la computadora. Consta de un conversor de TTL a RS-232 y solamente está activo cuando se transmiten los datos al PC.

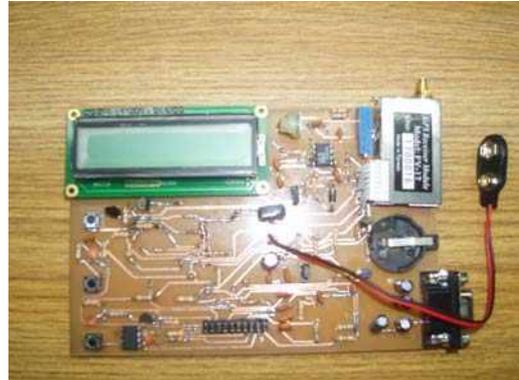
### Regulador Conmutado

El Regulador Conmutado regula la tensión de la batería de 9v a 5v. Se utiliza este dispositivo para extender la vida util de la batería, ya que en esta aplicación es vital el bajo consumo. El circuito integrado utilizado es de la empresa On Semiconductors y para el diseño del regulador se utilizó la nota de aplicación AN920, el circuito es el siguiente:



OBS: La fuente utilizada fue calculada para 5V y 300 mA

### Imagen del dispositivo de pruebas



# Modelado de actividades en redes locales.

Cristóbal Raúl Santa María [smaria@sion.com](mailto:smaria@sion.com) 1561454636 UNLaM y U. de Morón.

Gastón Iemello [iemello\\_gaston@redlink.com.ar](mailto:iemello_gaston@redlink.com.ar) 4662-1365 U. de Morón.

Marcelo Gonzalez [administrador@amichi.com.ar](mailto:administrador@amichi.com.ar) 4650-3920 U. de Morón.

Cecilia Ana [anacm@ar.ibm.com](mailto:anacm@ar.ibm.com) 4585-2891 U. de Morón

Alvaro Moyano [moyanoal@ar.ibm.com](mailto:moyanoal@ar.ibm.com) 4585-2891 U. de Morón.

## 1-Introducción.

El presente trabajo reúne distintos esfuerzos realizados en 2005 y 2006 en el Departamento de Ingeniería de la UNLaM y en la Maestría de la FICCTE de la U. de Morón. Se describieron allí distintas redes y se estudió su tráfico. Conocida la topología y basándose en trabajos anteriores surgió la decisión de establecer patrones estadísticos para algunas actividades claves tales como la emisión de tramas. Pero a diferencia de las hipótesis teóricas se propuso aquí la determinación experimental de esos patrones para lo cual se recolectó información sobre los tiempos en los cuales se emitían las tramas en la red. Se realizaron mediciones en distintos momentos del día con carácter periódico y se las procesó por medio de software estadístico. En las distintas redes se logró establecer y comprobar el patrón Poisson-Exponencial para la cantidad de tramas emitidas en la unidad de tiempo y para el tiempo entre emisión de tramas respectivamente. Este paso experimental confirmó la idea teórica y permitirá en adelante la simulación de la actividad de red para evaluar experimentalmente parámetros de desempeño y tráfico.

## 2- Antecedentes del Modelado

La idea fue establecer los patrones estadísticos de las actividades del sistema para luego aplicar técnicas de MonteCarlo en cada bloque del sistema y simular así el tráfico de las tramas por la red según lo establecido en un trabajo anterior. (Ver referencia 4)

Se comenzó cada uno de los trabajos con una descripción de la red y se determinó que el modelo de simulación se construiría para la capa nº 2 o de Enlace en la nomenclatura del Modelo OSI. Se estableció restringir el análisis refiriéndolo al tráfico interno de la red.

Se supuso que el sistema emite tramas desde desde cualquier ws con un patrón estadístico que gobierna la actividad. Matemáticamente esto constituye un proceso estocástico. La idea de proceso se apoya en que la forma de la distribución se mantiene y sus parámetros varían de acuerdo al tiempo de la observación. Esto se verifica para el número promedio de tramas emitidas por unidad de tiempo.

También tiene este carácter probabilístico la longitud de las tramas que viajan por la red lo que junto con las características del medio físico determina la duración en tiempo de la transmisión. Eventualmente podría haber colisiones y congestionamiento de la red lo que haría incrementar los tiempos reales de transmisión por sobre los teóricos.

Sin embargo la capacidad del medio físico y el esquema switchheado presente en algunas redes permiten que solo por sucesos muy inusuales se verifiquen demoras atribuibles a la congestión. El modelo se construye aquí para llevar por simulación la red al límite compatible con su actividad sin congestión.

Cada trama emitida por una ws llega a un hub (o a un switch) y de allí pasa al switch-router que la rutea hacia el hub (o switch) de la subred correspondiente al destinatario. Se trata de simular este mecanismo.

Para ello se requieren los tiempos de emisión y su ley de probabilidad que se obtiene ajustando matemáticamente los datos.

Con la función obtenida se aplica la técnica de simulación de MonteCarlo. La diferencia entre el tiempo total simulado y el tiempo teórico dado por la longitud de la trama y la velocidad teórica de la red marcará su desempeño para esa trama. Así puede obtenerse un parámetro de desempeño de la red.

### 3- Mediciones

Se midieron dos redes elegidas por disponer de las herramientas de software necesarias y cuya identificación se reserva dada la naturaleza de sus tareas.

#### Red 1:

Red de datos de área local tipo Ethernet, funcionando a una velocidad de 10 megabits por segundo bajo la norma del IEEE 802.3, la cual tiene un acceso aleatorio y contencioso al momento de acceder al medio físico de enlace. Conformada por 2 hubs interconectados por su back plane (prolongación del bus interno hacia el exterior) comportándose como uno solo sobre los cuales están conectados 46 dispositivos de red diferentes a saber: terminales de trabajo servidores de aplicaciones y repositorios de datos, routers de conectividad con otras redes y firewalls que posibilitan el acceso a redes con restricciones de seguridad. El tránsito está constituido por transacciones electrónicas bancarias por lo cual la velocidad se adecua al modo de utilización. Dos veces por semana durante 1 mes se realizaron 24 capturas de 200 segundos en los 3 picos horarios de tráfico diario: 10:00 hs, 12:30 hs. y 17:30 hs. con un promedio de 52.800 registros por captura realizada.

Se utilizó un analizador de protocolo marca HP, modelo Internet Advisor J3444A, número de serie US 36422964, ejecutando la versión de software Lan/Wan 17.0.0.1000 del mes de diciembre del año 2004, fabricación del hardware del año 2002, herramienta que resulta de alta confiabilidad. El equipamiento al cual estaban conectados los distintos dispositivos de red, eran hubs del tipo stakeable (que permiten su interconexión por el back plane) marca 3Com, modelo Super Stack 11, ejecutando el release de software versión 1.04, con una velocidad de bus interno de 10 megabit por segundo.

Fue conectado el analizador de protocolo, configurando su placa en modo promiscuo. Realizadas las diferentes capturas por el tiempo acordado se grabaron los datos en disco incluyendo: número de secuencia, time stamp, dirección IP origen, dirección IP destino, tamaño del paquete y tipo de paquete (ver captura tipo). Se cargaron planillas de cálculo eliminando información redundante y se las procesó con la herramienta de cálculo estadístico. Se muestra captura tipo.

Secuencia	Tamaño	Tiempo	Origen	Destino	Tipo	Port Orig/Dest
1	64	0.000000	10.10.73.56	10.2.0.70	TCP	1758->3001
2	64	0.015625	10.12.33.251	10.2.0.70	TCP	15202->3003
3	594	0.015676	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
4	594	0.016151	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
5	542	0.031250	10.13.15.1	10.2.0.30	TCP	3956->10704
6	64	0.031683	10.12.33.251	10.2.0.70	TCP	15202->3003
7	98	0.031734	10.13.13.126	10.2.0.3	TCP	9652->10704
8	594	0.031813	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
9	596	0.032100	10.2.0.70	10.12.33.251	TCP	3003->15202
10	98	0.032105	10.2.0.3	10.13.13.126	TCP	10750->9652

#### Red 2

La segunda red seleccionada tiene la siguiente conformación: 1 HUB 3COM modelo Super Stack II, ejecutando el release de software versión 1.04, con una velocidad de bus interno de 10 megabit por segundo, sobre el cual están conectados los siguientes 17 dispositivos: 14 estaciones de trabajo, 2 servidores, 1 File Server y Servicios de Dominio y Netbios 1 Servidor Proxy Cache y 1 router hacia otras redes. La red tiene una infraestructura lógica de dominios Windows, los protocolos soportados son TCP/IP Netbios sobre TCP/IP, la obtención de direccionamiento lógico es dinámico mediante DHCP lo que indica la existencia de broadcast necesario para el establecimiento de la conexión. La velocidad de transferencia es 10 Mbps. Con el analizador de protocolos, se realizaron 36 capturas de datos de 300 segundos cada una correspondientes a 3 lecturas diarias, a las 11 hs., 13.30 hs. y 16 hs. 3 veces por semana durante un mes. El promedio de tramas por recolección realizada fue del 12.300. El analizador de protocolo utilizado fue Ethereal Versión 0.99.0 configurado en modo promiscuo sobre red de datos de área local (LAN) tipo Ethernet, funcionando a una velocidad de 10 megabit por segundo, bajo la norma del IEEE 802.3, con acceso aleatorio y contencioso al medio físico de enlace.

Lecturas parciales del día 1 y 2

Día1 - Lectura1	Día1 - Lectura2	Día1 - Lectura3	Día2 - Lectura1	Día2 - Lectura2	Día2 - Lectura3	Día3 - Lectura1	Día3 - Lectura2	Día3 - Lectura3
0,100632	0,000177	0,143301	0,000079	0,196136	0,001326	0,129271	0,001154	0,068260
0,209625	0,000244	0,001435	0,000338	0,001483	0,155293	0,670915	0,163447	0,001142
0,599448	0,000271	0,001258	1,741729	0,001253	0,004188	0,695959	1,236645	0,001442
0,547159	0,001653	0,000217	0,148218	0,000177	0,633062	0,000054	0,144468	0,001189
5,288814	0,000008	0,001473	0,002721	0,001437	0,130930	1,492700	1,349031	0,000567
0,542111	0,000005	0,001253	0,635479	0,000915	1,109119	1,494175	0,000038	0,251896
0,000199	0,000102	0,001202	0,692740	0,000181	0,115148	1,512428	0,636102	0,092342
0,000381	0,000387	0,000211	0,016613	0,014373	0,006840	0,022099	0,003358	0,028562
0,000679	0,000134	0,000007	0,013824	0,000244	0,001118	1,456584	0,003011	0,020375
0,188111	0,000351	0,001222	0,000228	0,000180	0,001016	0,000046	0,002728	0,010812
3,304098	0,000188	0,001245	0,000385	0,000914	0,001213	1,544037	0,001228	0,081958
0,601839	0,000500	0,001200	0,000008	0,000228	0,000283	0,000064	0,000394	0,060903
3,483413	0,000164	0,001309	0,000150	0,000141	0,001734	0,322000	0,001150	0,009995

#### 4- Resultados

Los datos obtenidos de ambas redes fueron procesados estadísticamente para obtener el patrón de los tiempos entre emisión de tramas. Tal tarea fue realizada con el programa Best Fit de Palisade versión 4.5.5 del año 2005.

Para el análisis de todas las capturas se filtraron los datos y se realizaron distintos test de bondad de ajuste ( $\chi^2$ (Chi cuadrado))

En ambas redes el mejor ajuste se produjo para la distribución exponencial negativa. A efecto de ilustrar el tipo de procesamiento realizado y sus resultados se presentan a continuación algunas tablas y gráficos:

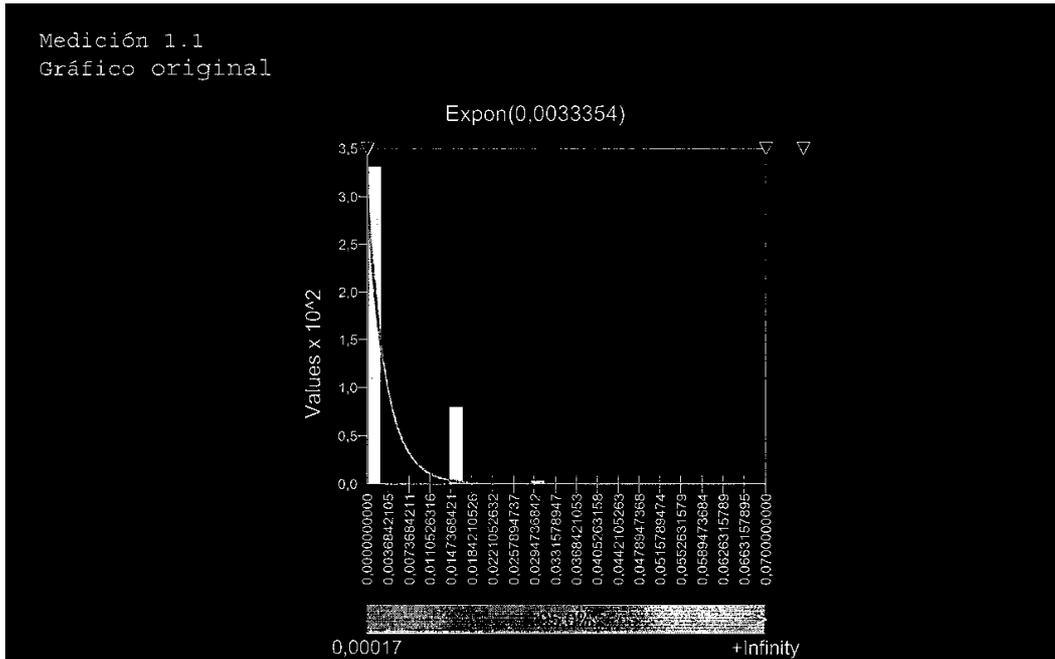
*Red 1:*

La tabla 3 muestra el ranking de mejor bondad de ajuste para distintas muestras.

Tabla 3.  
Ranking de ajuste de las muestras con respecto a las distintas distribuciones.

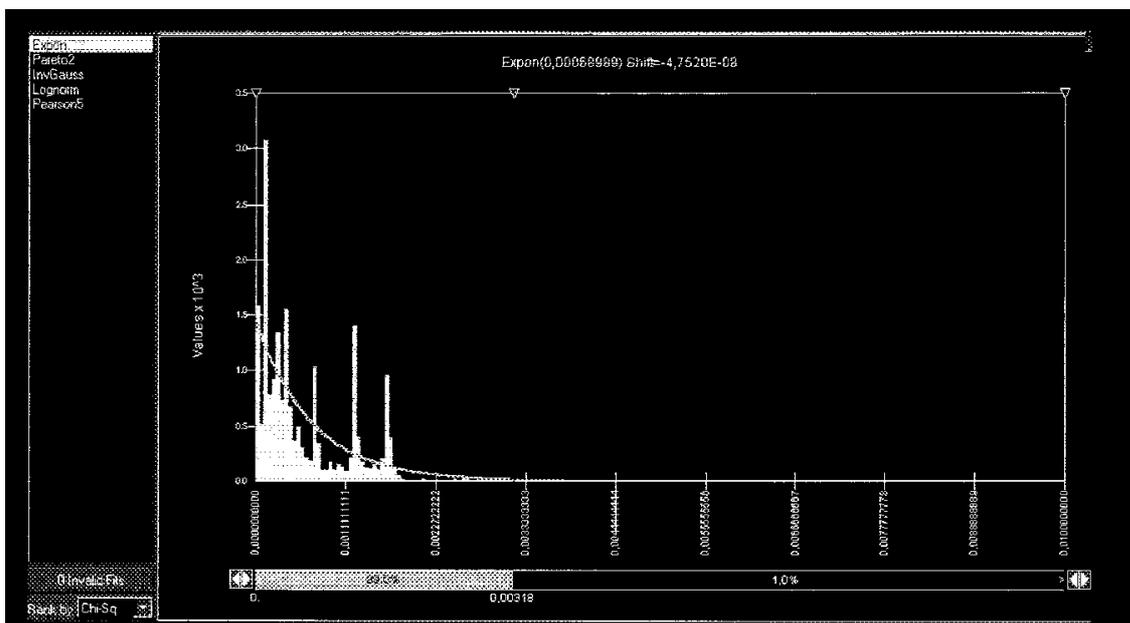
	Med.1_1	Med.1_2	Med.1_3	Med.2_1	Med.2_2	Med.2_3
<b>Función</b>	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.	Exp.
Función	Unif.	Unif.	Par.	Par.	Par.	Par.
Función	Ray.	Ray.	Ray.	Trian.	Trian.	Ray.

Se presentan también los gráficos que muestran el ajuste.



Red 2.

En la columna de la izquierda figura marcada en **negrita** la distribución exponencial al tope del ranking de ajuste y en la fila inferior se observa marcado en negro el porcentaje correspondiente a ese tramo de la distribución exponencial



## 5-Conclusiones

Se determinó experimentalmente entonces que el patrón estadístico de los tiempos entre emisión de tramas es exponencial lo que lleva a considerar el número de tramas emitidas en la unidad de tiempo como un proceso de Poisson cuyos valores esperados resultan precisamente la inversa multiplicativa de los tiempos esperados entre emisión de dos tramas consecutivas.

En fórmulas esto se expresa como sigue:

El parámetro  $\lambda$  es la esperanza matemática de una variable aleatoria con distribución de Poisson que modela el número de tramas emitidas en la red por unidad de tiempo

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

La distribución exponencial negativa que modela el tiempo transcurrido entre la emisión de dos consecutivas de estas tramas es

$$P(t) = a e^{-at} \text{ para } t \geq 0 \text{ cuya esperanza matemática es } E(t) = 1/a$$

Es posible ver matemáticamente que :

$$E(x) = 1/E(t) = 1/(1/a) = \lambda$$

La comprobación experimental de la hipótesis de comportamiento Poisson-Exponencial en redes de estructura y actividad similar habilita la posibilidad de simular el tráfico de acuerdo al patrón establecido, utilizando técnicas de Monte Carlo y teniendo en cuenta la topología descripta.

## 6- Referencias

- (1)- Informe Final del Proyecto de Investigación C058 .Modelo de Simulación para Red de Area Local. Director : Cristóbal Santa María.UNLaM. Departamento de Ingeniería. 2006.
- (2)- Informe Final del Seminario de Investigación de Maestría. Iemello, Gastón y Gonzales, Marcelo. Director: Cristóbal Santa María. FICCTE . UM 2006.
- (3)- Informe Final del Seminario de Investigación de Maestría. Ana, Cecilia y Moyano, Alvaro . Director: Cristóbal Santa María. FICCTE . UM 2006.
- (4)- Informe Final del Proyecto de Investigación Evaluación del Tiempo de Transferencia de la Información en Redes de Datos mediante Modelos Analíticos y Técnicas de Simulación. Director: Oscar Segre. FICCTE. UM. 2000.

# Modelos y Algoritmos de Enlaces sobre el Grafo Web del Dominio Educativo Argentino

Pablo J. Lavallen<sup>1</sup>, Gabriel H. Tolosa, Fernando R.A. Bordignon  
Universidad Nacional de Luján, Argentina  
Departamento de Redes  
{plavallen,tolosoft,bordi}@unlu.edu.ar

## Resumen

El estudio de las características de la Web, su dinamismo y el análisis de los distintos algoritmos que operan sobre ella se centran en modelar la misma como un grafo dirigido (*webgraph*). A partir de esto se pueden realizar diferentes tareas de análisis teniendo en cuenta la información aportada por este enfoque y que puede ser utilizada para mejorar las estrategias y herramientas que permiten la gestión de los recursos que se encuentran distribuidos en el espacio Web.

En este sentido, este trabajo presenta los primeros resultados de un estudio realizado sobre los sitios que conforman el espacio web educativo argentino, el cual permite analizar sus características básicas y diferencias con el resto de la web. El objetivo fundamental es lograr una mejor comprensión de las interacciones que ocurren en este sistema distribuido y dinámico de gran escala, que surge y se desarrolla a partir de las acciones no coordinadas de sus usuarios. Estos resultados permitirán – a priori – mejorar las estrategias de localización, organización y acceso a la información, lo que redundará en un uso más eficiente de los recursos disponibles, optimizando herramientas existentes o creando nuevas adaptadas especialmente al dominio educativo argentino.

## 1 – Introducción

El estudio de las características de la Web, su estructura, dinamismo y particularidades ha abierto varias líneas de investigación, especialmente en cuanto a las estrategias de recuperación de información. En este sentido, aparecen nuevos desafíos y oportunidades para explorar a partir de estudiar la componente que diferencia a la web de otros conjuntos o corpus de documentos: los enlaces entre las páginas. A partir de éstos, Kumar [Kumar 2000<sub>a</sub>] y Broder [Broder 2000] introducen la idea de modelar la web como un grafo dirigido (denominado *webgraph*) en el cual las páginas HTML corresponden con los nodos del grafo y los hipervínculos, sus aristas.

A partir de ello se pueden realizar diferentes tareas de análisis teniendo en cuenta la información aportada por este enfoque y que puede ser utilizada para mejorar las estrategias y herramientas que permiten la gestión de recursos que se encuentran naturalmente distribuidos. La web es – además – una red libre de escala [Barabasi 2000] en la cual algunas de sus variables – entre ellas, el grado entrante y saliente – siguen distribuciones que se modelan mediante una ley de potencias (*power law*) [Kumar 2000<sub>a</sub>] [Broder 2000] [Barabasi 2000].

Sobre esta idea, Broder [Broder 2000] planteó una estructura para la web conocida como *bow-tie* en la cual se ubica a cada nodo (página) en una región diferente de acuerdo a su conectividad con el resto. Esta estructura está constituida por: a) un CORE, formado por el SCC (*Strongly Connected Component*) de mayor tamaño. Un SCC es el conjunto de todos los nodos que se pueden alcanzar siguiendo caminos a través de los enlaces dirigidos. b) un conjunto de nodos

---

<sup>1</sup> Actualmente, se encuentra desarrollando su trabajo final, carrera Licenciatura en Sistemas de Información, UNLu.

denominado IN, formado por los nodos que alcanzan al CORE, pero que no pueden ser alcanzados desde éste. c) el conjunto OUT, que esta formado por los nodos que son alcanzables a partir de CORE pero que sus enlaces salientes no apuntan al CORE. d) TENDRILS: esta formado por los nodos que son alcanzables desde el IN, o que alcanzan al OUT pero no pasan por el CORE. e) ISLANDS que son los nodos que no se encuentran en ninguna de las clasificaciones anteriores. Esta estructura no solamente permite determinar la conectividad del grafo web sino que además facilita el estudio de su dinamismo [Baeza-Yates 2006].

El análisis de las características mencionadas anteriormente, conjuntamente con el análisis de los enlaces, brinda información valiosa que es utilizada con diferentes fines, entre los mas destacados se encuentran los algoritmos que utilizan dicha información para determinar la importancia de las páginas, entre otros. Los ejemplos más representativos de este tipo de algoritmos son: HITS [Kleinberg 1999<sub>a</sub>] en el cual básicamente se proponen los conceptos: *autoridad* – sitios muy apuntados – y *hub* – sitios que apuntan a muchos - , que permiten indicar la “calidad” de una página y dicho valor es utilizado para su ranqueo. Por otro lado, se encuentra el algoritmo PageRank [Page 1998] que utiliza los enlaces a una página para calcular su importancia, donde – básicamente – cada enlace a una página se toma como un voto, luego la página mas votada será mejor rankeada.

Otra de las aplicaciones de algoritmos que siguen esta línea de trabajo es la detección de *webspam* [Becchetti 2006] [Gyöngyi 2004] basándose en los enlaces de páginas web. La idea subyacente en el *webspam* es alterar la manera en la que los usuarios navegan la web generando “granjas de enlaces” que modifican el comportamiento de los algoritmos de ranqueo. TrustRank [Gyöngyi 2004] es un ejemplo de utilización de un algoritmo que usa información de los enlaces de páginas web para detectar dichas “granjas de enlaces” y evitar el *webspam*. Por otra parte se han propuesto diferentes algoritmos que – utilizando los enlaces entre páginas – permiten identificar comunidades temáticas en la web. Se trata – básicamente – de identificar páginas que tienden a vincularse entre si pero que no se vinculan con otras comunidades [Kleinberg 1999<sub>b</sub>].

En este trabajo se propone un estudio exhaustivo a nivel de enlaces de un subconjunto particular del grafo web consistente en el Dominio Educativo Argentino. En primer lugar, se ha mostrado en [Bordignon 2006] que los espacios web educativos presentan características propias respecto de otros dominios o de la web global, especialmente en su estructura de enlaces y conectividad. Además, si bien se han propuesto modelos de generación de grafos de la web [Albert 1999] [Kumar 2000<sub>b</sub>], aún no se han realizado estudios sobre dominios particulares acotados. Para nuestro conocimiento, tampoco se han encontrado trabajos sobre aplicación de algoritmos que operan sobre enlaces a este tipo de dominios. Una mejor comprensión de las interacciones que ocurren en este sistema distribuido y dinámico de gran escala, que surge y se desarrolla a partir de las acciones no coordinadas de sus usuarios permitirá mejorar las estrategias de localización, organización y acceso a la información, especialmente dentro el dominio educativo argentino.

## 2 – Objetivos

El análisis del grafo web Educativo de Argentina brindará un caso de estudio real donde se podrá determinar cuales son sus propiedades y cuál es el modelo que mejor se ajusta a su estructura. A partir de éste, se podrán simular otros grafos que mantengan las mismas propiedades. Esto es particularmente interesante debido a que los modelos de grafos web deben considerar [Shah, 2005]:

- a) Generación en tiempo relativamente corto sobre el equipamiento disponible.
- b) Deben ajustarse de la mejor manera posible al grafo real, por ejemplo, en las distribuciones de enlaces.

c) Se debe poder escalar en número de nodos y aristas para poder simular la evolución de la estructura.

Además, este grafo servirá para poder probar el funcionamiento de diversos algoritmos en diferentes escalas, permitiendo describir y ejemplificar algoritmos de tratamiento de enlaces para diferentes tareas como – por ejemplo – ranking, detección de spam y detección de comunidades.

Adicionalmente se codificará una pieza de software que sirva como *front-end* de la librería COSIN[Laura 2003<sub>b</sub>], la cual se utilizará para el análisis del grafo web. La misma facilitará la tarea de análisis y la emisión de reportes a partir de automatizar procesos intermedios y de generar estructuras de datos específicas para los diferentes casos.

### **3 – Metodología**

Para el trabajo propuesto es necesaria una muestra representativa del Dominio Educativo Argentino. Para ello se requiere de una etapa de recolección (*crawling*) de páginas, la cual ya se ha llevado a cabo. Luego, a partir de diferentes algoritmos que operan sobre enlaces se estudiarán las particularidades del mismo, especialmente en cuanto a los modelos de generación de grafos a partir de distribuciones de grado, grafos aleatorios y grafos con características de mundos pequeños [Watts 1998].

#### **3.1– Recolección de datos**

Para la etapa de recolección (*crawling*) se utilizó el software WIRE [Castillo, 2005] configurado para descargar sólo páginas cuyo dominio de segundo nivel sea *.edu.ar*. La semilla inicial de direcciones estaba compuesta por una lista de 3.612 sitios. La tarea se llevó a cabo en el mes de enero de 2007 utilizando un servidor con un procesador de 2.5 Ghz, 1 GB de memoria RAM y Sistema Operativo Linux.

#### **3.2 - Análisis**

La tarea de análisis se llevará a cabo utilizando la metodología clásica de área, la cual incluye: estudio de las distribuciones de grado entrante y saliente, tanto a nivel de páginas (webgraph) como de sitios (hostgraph). Se aplicarán los algoritmos de análisis de enlaces para ranking como PageRank [Page 1998] y HITS [Kleinberg 1999<sub>a</sub>] y se estudiará el rol de los nodos de acuerdo a diferentes criterios (grado, centralidad, reputación, etc.). Además, se utilizarán métodos de detección de comunidades web [Kleinberg 1999<sub>b</sub>] y se estudiará la existencia de *webspam* [Becchetti 2006].

Por otro lado, se aplicarán diferentes modelos de generación de grafos web [Kumar 2000<sub>b</sub>] [Shah 2005] a los efectos de determinar el modelo que representa de mejor manera al dominio educativo argentino.

### **4 – Resultados Preliminares**

Los resultados obtenidos a partir de la tarea de *crawling* indican un total de 2.236 sitios recolectados, lo que muestra un crecimiento respecto a los 1.964 sitios hallados en [Bordignon, 2006]. De los sitios recolectados el 37,7% no tiene links salientes, es decir no apuntan a ninguna otra página, y el 47,6% no tiene links entrantes, esto significa que no son apuntados por ninguna página.

Para las distribuciones de grado entrante y saliente se hallaron los ajustes mediante una ley de potencias. En el primer caso, se encontró un ajuste con un exponente  $\beta = 1,99$  (Figura 1, izq) mientras que para la distribución de grado saliente se halló de  $\beta = 4,20$  (Figura 1, der).

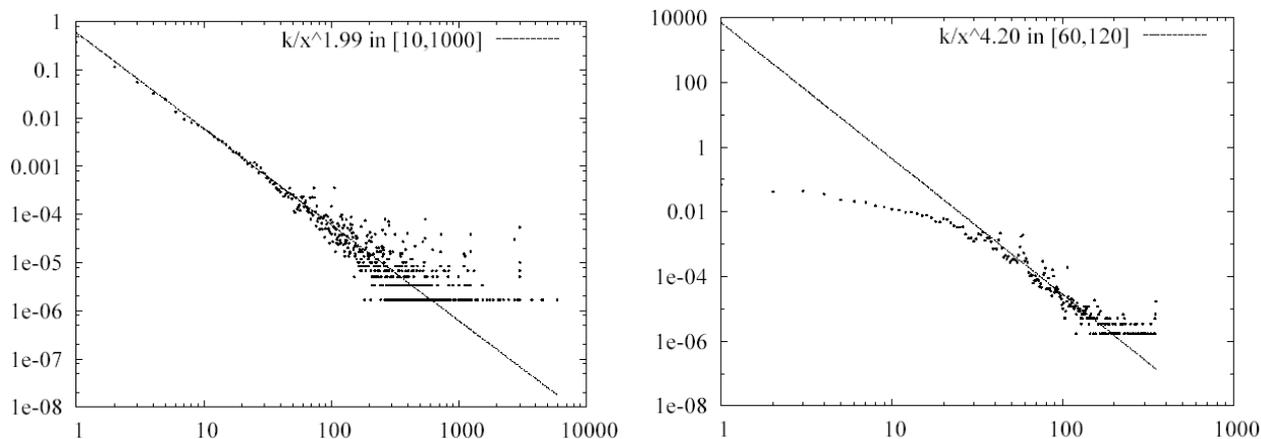


Figura 1. Distribuciones de grado entrante (izquierda) y saliente (derecha) con su recta de ajuste correspondiente. (los ejes x e y se encuentran en escala logarítmica)

Complementariamente, se determinó la estructura de la web de acuerdo al modelo de Broder [Broder 2000]. Como se dijo anteriormente, esta estructura ubica a los nodos de acuerdo a su conectividad con el resto (Figura 2)

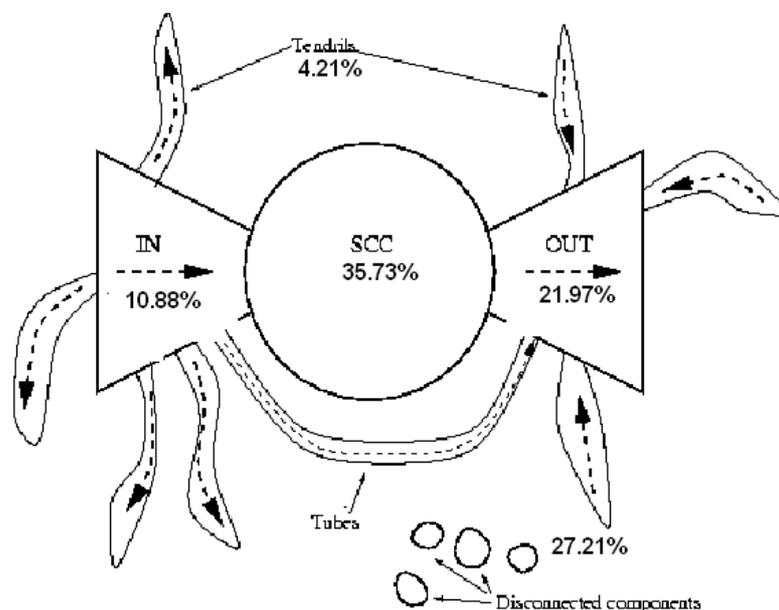


Figura 2. Estructura de *bow-tie* [Broder 2000] del espacio web educativo argentino en 2007

El análisis del modelo de Broder muestra que en el dominio educativo de argentina los tamaños de las regiones se distribuyen de manera diferente que en la web global [Broder 2000]. El tamaño del CORE evidencia buena conectividad, mientras que existe una fracción significativa de elementos desconectados (27,21%). No obstante, el tamaño del CORE ha aumentado respecto de muestreos anteriores [Bordignon 2006], disminuyendo las demás. Esto evidencia una evolución

positiva en la estructura de enlaces. Actualmente, se está trabajando con los modelos de generación de grafos web a partir de secuencias de distribuciones de grado y se están realizando tareas de prueba de los diferentes algoritmos que operan sobre los enlaces.

## 5 – Referencias

[Albert 1999] R. Albert, H. Jeong, and A.-L. Barabasi. *Diameter of World-Wide Web*. Nature, vol. 410, pp. 130-131, September , 1999.

[Baeza-Yates 2006] R. Baeza-Yates, B. Poblete. *Dynamics of the Chilean Web Structure*. Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking Vol. 50, 2006.

[Barabasi 2000] A Barabasi, R Albert, H Jeong. *Scale-free characteristics of random networks: the topology of the world-wide web*. Physica A 281, pp 69-77, 2000.

[Becchetti 2006] L. Becchetti, C. Castillo, D. Donato, S. Leonardi, R. Baeza-Yates. *Link-based characterization and detection of web spam*. In Proceedings of the 2nd International Workshop on Adversarial Information Retrieval on the Web (AIRWeb), 2006.

[Bordignon 2006] ]Bordignon, Fernando R. A. and Tolosa, Gabriel H. *Characterization of South American Educational Web Domains* . In Proceedings Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2006. 2006.

[Broder 2000] A. Broder, R. Kumar, F. Maghoul, P. Raghavan, S. Rajagopalan, R. Stata, A. Tomkins, A. y J. Wiener. *Graph Structure in the Web*. 9th International World Wide Web Conference / Computer Networks, 33(1-6), pp. 309-320, 2000.

[Castillo, 2005] C. Castillo and R. Baeza-Yates. WIRE: an Open Source Web Information Retrieval Environment. Workshop on Open Source Web Information Retrieval (OSWIR), 2005.

[Gyöngyi 2004] Z. Gyöngyi, H. Garcia-Molina, J. Pedersen. *Combating Web Spam with TrustRank*. Thirtieth International Conference on Very Large Data Bases, Canada, August-September, 2004.

[Haveliwala 2002] T. Haveliwala. *TopicSensitive PageRank*. 11th international conference on World Wide Web 2002, May 07 - 11, 2002

[Kleinberg 1999<sub>a</sub>] J. Kleinberg. *Authoritative Sources in a Hyperlinked Environment*. ACM, 46(5), pp 604-632, 1999.

[Kleinberg 1999<sub>b</sub>] J. Kleinberg, R. Kumar, P. Raghavan, S. Rajagopalan, A. Tomkins. *The Web as a graph: measurements, models and methods*. 5th International Computing and combinatorics Conference.1999.

[Kumar 2000<sub>a</sub>] R. Kumar, P. Raghavan, S. Rajagopalan, D. Sivakumar, A. Tomkins, E. Upfal. *The Web as a graph*. 19th ACM Symposium on Principles of Database Systems, 2000.

[Kumar 2000<sub>b</sub>] R Kumar, P Raghavan, S Rajagopalan D. Sivakumar. *Stochastic Models for the Web Graph*. IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS.). pp 57-65, 2000.

[Laura 2003<sub>a</sub>] L. Laura, S. Leonardi, S. Millozzi, U. Meyer, J. Sibeyin. *Algorithms and Experiments for the Webgraph*. 11th Annual European Symposium on Algorithms , 2003.

[Laura 2003<sub>b</sub>] L.Laura, S. Leonardi, S. Millozzi. *A software library for generating and measuring massive webgraphs*. Technical Report 05-03, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Universita' di Roma ``La Sapienza'', 2003

[Page 1998] S. Brin, L Page. *The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine*. 9th international conference on World Wide Web 7. pp 107-117. 1998

[Shah 2005] Shah, S, *Generating a web graph*. M.Eng. report, Computer Science Department, Cornell University, 2005. <http://www.infosci.cornell.edu/SIN/WebLib/papers/Shah2005a.doc>.

[Watts 1998] D. Watts, S. Strogatz. *Collective dynamics of small-world networks*. Nature 393, 440. 1998.

Proyecto:

# Prototipo para la Estabilización Digital de Imágenes

Nelson Acosta & Nadia B. Avendaño  
[nacosta@exa.unicen.edu.ar](mailto:nacosta@exa.unicen.edu.ar) & [nadiasan@gmail.com](mailto:nadiasan@gmail.com)

Facultad de Ciencias Exactas – INCA/INTIA – UNICEN  
Tandil – Argentina

## Resumen

Se presenta un proyecto para la estabilización de videos digitales en tiempo real. Diseñado para remover aquellos movimientos no deseados de las imágenes, y así lograr una secuencia de video estabilizada, bajo restricciones generales de una aplicación de tiempo real.

## 1.- Introducción

La captura de imágenes desde dispositivos en movimiento genera problemas de estabilidad que dificultan la identificación y el seguimiento de patrones, en diversas aplicaciones de tiempo real.

Los movimientos indeseados presentes en las imágenes se deben a vibraciones, cambios de dirección y aceleraciones de los dispositivos en cuestión.

Los equipos de estabilización de videos son una herramienta práctica al momento de disminuir estas alteraciones indeseadas. Las aplicaciones que utilizan cámaras estabilizadas son muy diversas: transmisiones de televisión, controles de seguridad de grandes áreas, sistemas de patrullajes, sistemas de antenas satelitales, astronomía, etc.

Entre las tecnologías actualmente presentes, encontramos las plataformas giro-estabilizadas, las cuales predicen y contrarrestan los movimientos que perturban la imagen.

Las cámaras giro-estabilizadas para realizar filmaciones de alta calidad se componen de cinco módulos:

- Acelerómetro: permite medir las aceleraciones que sufre el sistema considerando el plano perpendicular al foco de la cámara.
- Plataforma mecánica: permite el montaje de una cámara sobre su superficie e integra el sistema de servos electromecánicos.
- Actuadores: permiten mover la plataforma mecánica para evitar cambiar el plano focal.
- Visualizador: permite ver la imagen de la cámara y que el operador realice su control.
- Sistema de control-filtro-cálculo: es el cerebro del sistema, trabaja evitando que los vibraciones del vehículo se transmitan a la cámara

En algunos casos, el diseño del sistema incluye un módulo adicional que permite realizar los ajustes finos de la imagen capturada de forma digital. La tarea realizada por este componente podría resumirse en dos pasos: la estimación del movimiento indeseado y la corrección del mismo a través de la secuencia de imágenes.

La estabilización digital de videos es un proceso donde los movimientos de una imagen son removidos para generar imágenes compensadas. El proceso genéricamente se podría describir con cuatro pasos:

- (a) Estimación del movimiento local: Los sistemas de estimación de movimiento local generan vectores de movimiento local analizando sub-imágenes en distintas posiciones del frame.
- (b) Estimación del movimiento global: La estimación global determina el movimiento global analizando los vectores resultantes de la etapa anterior. El movimiento global es pasado a un filtro para permitir aquellos movimientos de la cámara intencionales, mientras son removidos los movimientos de alta frecuencia de la cámara no deseados.
- (c) Filtrado de movimiento.
- (d) Compensación del movimiento.

La estimación y corrección de movimiento puede ser realizada mediante aproximaciones espacio-temporales o aproximaciones de matching entre regiones. Dadas estas dos alternativas, la taxonomía estudiada que se plantea es la siguiente:

#### **A) Aproximaciones de matching por regiones:**

1. **Bit-plane matching:** Esta técnica calcula la estimación de movimiento usando planos de un bit, los cuales son extraídos de la secuencia de videos. Este proceso de estimación puede ser realizado usando sólo funciones boléanos, lo cual reduce significativamente la complejidad computacional. Además se plantea un esquema de corrección del movimiento basado en la mediana lo suficientemente robusto en condiciones de objetos en movimiento.
2. **Seguimiento de características:** Esta técnica aplica una transformación, denominada *warping*, a la imagen que compensa los movimientos de la cámara. Se plantea un modelo de seguimiento de puntos característicos a lo largo de la secuencia de imágenes con el objetivo de estimar la transformación que permitirá la compensación necesitada.
3. **Basado en SWT (Stationary Wavelet Transform):** En este modelo se estima el movimiento translacional, proyectando la descomposición de la onda estacionaria, en el los ejes horizontal y vertical.

#### **B) Aproximaciones espacio-temporales:**

1. **Optical Flow Estimation:** Este esquema utiliza una técnica de flujo óptico, basado en el brillo de los píxeles, para estimar los vectores de movimiento local, obteniendo la velocidad de cada píxel en el frame actual. Estos vectores de velocidad son utilizados para determinar el movimiento rotacional y transnacional.

- 2. Linear Region Matching:** Esta técnica realiza la estabilización de la imagen a través de la correspondencia de puntos a lo largo de la secuencia del video. Se selecciona un conjunto de puntos del primer frame, y se busca una correspondencia de líneas en el siguiente frame, con el objetivo de estimar los parámetros de movimiento.

## 2.- Análisis

Del estudio de la taxonomía presentada se analizan las distintas transformaciones utilizadas en las diversas técnicas, como son traslación, rotación, warping, affine (combinación de las 3 anteriores). Con el objetivo de determinar ventajas y desventajas que permitan la selección de las técnicas que mejor se adaptan al objetivo planteado: que funcione en tiempo real.

Se analizan los algoritmos matemáticos para su implementación software y potencialmente hardware, se descartan las técnicas de alto costo computacional debido a la imposibilidad de obtener modelos precisos para el seguimiento de características en aplicaciones de tiempo real.

Se decide la utilización de operadores booleanos en la técnica de block matching, debido a que su implementación permite algoritmos verdaderamente rápidos.

## 3.- Estado Actual del Proyecto

Se ha terminado el estudio del estado del arte del proyecto, y se ha comenzado el diseño del sistema de estabilización. Se ha desarrollado un conjunto de algoritmos que permiten realizar la predicción de los movimientos de un cuerpo, a partir del movimiento analizado desde la imagen de video.

Se propone una implementación combinando varias técnicas que se espera mejore los resultados obtenidos a partir de los algoritmos puros. La técnica a utilizar propone la aproximación de block matching, planteando un modelo de corrección del movimiento basado en mediana, de forma de encontrar la transformación más adecuada (*warping*) con el objetivo de obtener alta calidad en los frames.

El diseño del sistema y los algoritmos de estabilización, permiten la estabilización independiente de la plataforma en que se ejecute. Si bien en primer lugar se está utilizando un prototipo software sobre simulador, se migrará a una plataforma software que trabaja sobre un video desde disco, para luego migrar al uso de la cámara giro-estabilizada real. Después de ese desarrollo, se materializará el diseño en hardware basado en plataformas FPGA sobre el dispositivo electro-mecánico real.

## REFERENCIAS

- “*Real-Time Digital Image Stabilization*”, Alan C. Brooks, EE 420 Image Processing Computer Project Final Paper. Electrical Engineering Department, Northwestern University, Evanston, IL 60208 USA, (e-mail: [abrooks@northwestern.edu](mailto:abrooks@northwestern.edu)). MARCH 2003.
- “*Full-frame Video Stabilization*”, Yasuyuki Matsushita, Eyal Ofek, Xiaoou Tang and Heung-Yeung Shum IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. 50-57, June, 2005.
- “*Image Stabilization by Features Tracking*”, Alberto Censi, Andrea Fusiello, y Vito Roberto; In Proceedings of the 9th International Conference on Image Analysis and Processing, Venice, Italy, September 1999. IAPR. To appear. 1999.
- *Image stabilization algorithms for video-surveillance applications*, Lucio Marcenaro, Gianni Vernazza y Carlo S. Regazzoni. International Conference on Image Processing, Volume: 1, On page(s): 349-352 vol.1, Thessaloniki, Greece. ISBN: 0-7803-6725-1
- “*Digital image stabilizing algorithms based on bit-plane matching*”, Sung-Jea Ko; Sung-Hee Lee; Seung-Won Jeon; Eui-Sung Kang; Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume 45, Issue 3, Aug. 1999 Page(s):598 – 603.
- *An Electronic Digital Image Stabilizer Based on Stationary Wavelet Transform (SWT)*, H. R. Pourreza, M. Rahmati and F. Behazin. In the Proceeding of the International Conference on Image Processing, 14-17 Sept. 2003 (ICIP'03). Vol.2, pp: II-383-6. ISBN: 0-7803-7750-8.

# Selección de Recursos Distribuidos en Ambientes Dinámicos Basados en Web

Santiago Bancho<sup>1</sup>, Fernando R. A. Bordignon, Gabriel H. Tolosa  
{sbancho, bordi, tolosoft}@unlu.edu.ar

## Resumen

La masificación de las comunicaciones de datos y el surgimiento de múltiples fuentes de información en-línea ha generado la necesidad de poner atención en el problema de realizar búsquedas sobre repositorios que se encuentran distribuidos. Este problema puede dividirse en tres partes: la representación de cada fuente a los efectos de permitir las búsquedas, la selección de las adecuadas de acuerdo a una consulta y la fusión de los resultados para presentar al usuario.

Este artículo presenta los primeros avances en el trabajo de construcción de descripciones de recursos distribuidos y evaluación de algoritmos de selección. El objetivo es integrar y adaptar distintos algoritmos pertenecientes al área de Recuperación de Información Distribuida para que funcionen conjuntamente con fuentes de información heterogéneas en ambientes dinámicos basados en Web. Se utilizarán recursos que presten servicio de sindicación de contenido y así poder evaluar cómo responden los algoritmos de selección de recursos distribuidos en espacios acotados como son blogs y otras fuentes que utilizan esta modalidad de publicación de contenidos.

**Palabras clave:** Recuperación de información distribuida, representación y selección de recursos, sindicación de contenidos.

## 1 – Introducción

El área de Recuperación de Información ha sido pionera en la tarea de buscar y rankear documentos relevantes a partir de una necesidad de información del usuario [1,2], operando sobre grandes volúmenes de información, generalmente en documentos de texto y tradicionalmente bajo esquemas centralizados.

Con el acentuado crecimiento de las comunicaciones y la expansión de Internet como plataforma de intercambio de información surge la necesidad de integrar distintas fuentes. Nace así la Recuperación de Información Distribuida RID (también llamada *Federated Search*) [1] que pretende dar respuestas al problema de la Recuperación de Información en un nuevo ambiente ampliado por el crecimiento de repositorios, tanto dentro de las organizaciones (Figura 1a) como de la red global de información (Figura 1b). La RID tiene como objetivo principal desarrollar modelos y estrategias para obtener el mayor beneficio de estas fuentes distribuidas para responder a las distintas necesidades de información de sus usuarios, que perciben al sistema como único, independientemente del número de fuentes que existan. El proceso es totalmente transparente al usuario por lo tanto no percibe la complejidad del mismo.

La RID incluye tres subproblemas a estudiar [1, 3, 6]: a) DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS, es decir, cómo se representa la información que se encuentra distribuida en repositorios, denominados corpus de documentos o bases de datos textuales, b) la SELECCIÓN DE RECURSOS, donde a partir de una necesidad de información y un conjunto de descripciones de éstos se decide cuáles serán los que tengan mayor probabilidad de satisfacer la consulta. Por último, c) la FUSIÓN DE LOS RESULTADOS consiste en la integración de los resultados retornados por las consultas a n bases de datos formando una única lista que presenta el ranking de resultados.

---

<sup>1</sup> Actualmente desarrollando su trabajo final de licenciatura en esta temática.

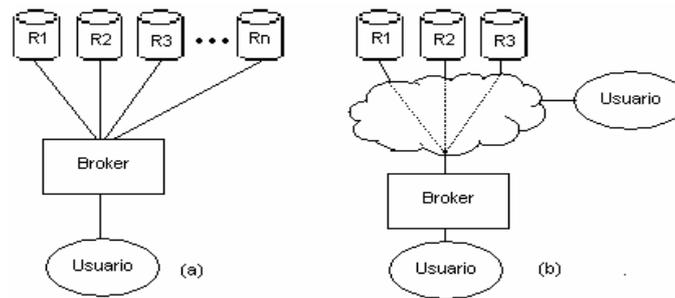


Figura 1

El objetivo de un sistema de RID es proveer una interfaz sencilla para poder acceder a todos los recursos distribuidos, orientar cada necesidad de información del usuario hacia el recurso que mejor la satisfaga y luego fusionar lo seleccionado en una única lista de resultados [10]. Un caso clásico en la Web son los metabuscadores (Metasearch<sup>2</sup>, Mamma<sup>3</sup>, etc). Como se ha mencionado estos sistemas tratan con la problemática fundamental de la RID [1]. La característica principal que justifica el uso de sistemas de RID es que permite realizar búsquedas más exhaustivas que los buscadores tradicionales. También reducen el tráfico en la red. Esto es posible gracias a que evita tener que realizar una consulta a todos los repositorios ya que se puede contar con una descripción mínima de este y así saber si está en condiciones de satisfacer esa necesidad de información. De esta manera solo se consultarán aquellas que estén en condiciones de responder.

Los trabajos realizados hasta la actualidad, y los más interesantes, incluyen algoritmos para la construcción de descripciones de recursos en ambientes no cooperativos como Query Based Sampling [15], Capture-Recapture, etc. Estos algoritmos permiten obtener algunos valores que no están disponibles, por las características del entorno. Por ejemplo, el tamaño de la colección en cantidad de documentos y otros datos estadísticos de estos repositorios que son requeridos a la hora de seleccionar.

Además, los algoritmos de selección de recursos [3, 9] que utilizan modelos de espacios vectoriales de IR tradicional como gGLOSS [14], redes de inferencia bayesianas como INQUERY [12], CORI [5], ReDDE [10]. Estos últimos son los más utilizados por la comunidad de investigadores de RID. El objetivo fundamental de estos algoritmos es retornar un pequeño conjunto de bases de datos (recursos) que contengan la mayor cantidad de documentos relevantes para una consulta. Los sistemas de RID son también una solución a los problemas de escalabilidad que presentan los motores de búsqueda tradicionales que deben manejar grandes volúmenes de información y utilizar demasiados recursos de hardware, software y ancho de banda. La solución aportada por la RID es más robusta, facilita el mantenimiento de índices ya que no utilizan un único índice central sino que se propone la utilización de un índice por cada recurso [16].

Por otro lado, existe todo un nuevo espacio de publicación que puede ser accesible a través de servicio de sindicación de contenido, que permite trabajar de manera opuesta a la idea original de publicar en un sitio web que los usuarios deban obligatoriamente visitar [13] por ejemplo, diarios como Clarín, La Nación entre otros. También existen buscadores verticales que operan sobre espacios acotados como: TECHNORATI, GOOGLE BLOG SEARCH<sup>4</sup>, FEEDSTER<sup>5</sup>.

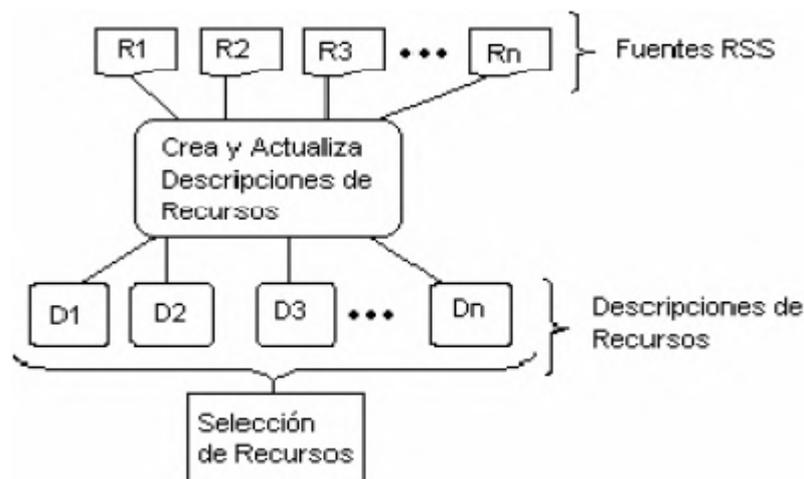
<sup>2</sup> <http://metasearch.com>  
<sup>3</sup> <http://www.mamma.com>  
<sup>4</sup> <http://blogsearch.google.com>  
<sup>5</sup> <http://www.feedster.com>

En este trabajo de investigación se propone la integración de técnicas de RID y las nuevas formas de publicación de contenido. Es decir, la utilización de recursos Web existentes que presten servicio de feeds – RSS, ATOM y RDF – para publicar su contenido. Principalmente se apunta a Blogs y sitios Web personales de iguales características a la hora de publicar contenido. La utilización de estas tecnologías para construir descripciones de recursos constituye una alternativa novedosa ya que conduce a un ambiente de trabajo híbrido donde no hay una cooperación absoluta por parte de la fuente sino que es parcial, y se realiza a través de feeds. Tanto la sindicación de feeds como los Blogs son parte de la evolución de la Web y forman parte de un movimiento conocido como Web 2.0 [4] cuya filosofía es la reutilización de herramientas Web existentes y el aprovechamiento de la inteligencia colectiva.

## 2 – Objetivos de la Propuesta

El objetivo de este trabajo es integrar y adaptar distintos algoritmos pertenecientes al área de RID para que funcionen conjuntamente con fuentes de información heterogéneas en Ambientes Dinámicos Basados en Web. Se trabajará con algoritmos que corresponden al primero y segundo subproblema de RID, descripción de los recursos y selección de recursos, respectivamente. Se requiere: a) una aplicación que recupere y almacene documentos XML en formatos de *feeds* RSS, ATOM y RDF. b) Definir una estructura de datos propia para almacenar el contenido de cada una de las fuentes. c) Adaptar un algoritmo de selección de recursos para tratar con el tipo de objeto recuperados.

Puntualmente, se propone un modelo de BD textual adaptando un algoritmo de selección de recursos basado en los clásicos como CORI [5] y ReDDE [10]. Se desarrollará una herramienta que permita generar descripciones de recursos de fuentes heterogéneas en español y que permita el estudio de la evolución del lenguaje de cada fuente. Para poder realizar esto la aplicación deberá recuperar documentos publicados a través de sindicación de documentos. A continuación se incluye



un gráfico que ilustra la arquitectura del modelo:

## 3 – Resultados Preliminares

Esta investigación surge como la evolución del trabajo realizado en el marco de un curso de Inteligencia Artificial en la Lic. en Sistemas de Información de la UNLu denominado "Algoritmo de Selección de Recursos Basado en Redes de Creencia para Recuperación de Información Distribuida" [17].

El algoritmo utiliza las representaciones de las base de datos textuales y de las consultas para generar evidencia acerca de la capacidad de cada una de las fuentes para satisfacer cada requerimiento. La idea inicial de esta propuesta surge del algoritmo de selección de recursos CORI, el cual utiliza una red de inferencia Bayesiana y una versión adaptada de la fórmula Okapi de normalización de frecuencias de términos. En la nueva aproximación se modifica el diseño de la red, las asignaciones de pesos a cada uno de los términos y la fórmula de ponderación de cada base de datos.

En las pruebas iniciales utilizando el algoritmo propuesto obtuvo una performance comparable con el modelo CORI (Gráfico 1 y 2), utilizando las colecciones de prueba CISI y CACM de acuerdo a la metodología TREC, la cual ha sido estudiada previamente [18]. En dichos experimentos, se utilizaron 3 métodos de ponderación de términos: frecuencia relativa (PFR), Estimador de máxima Especificidad (PMNi) y suavizado del MLE (PSM).

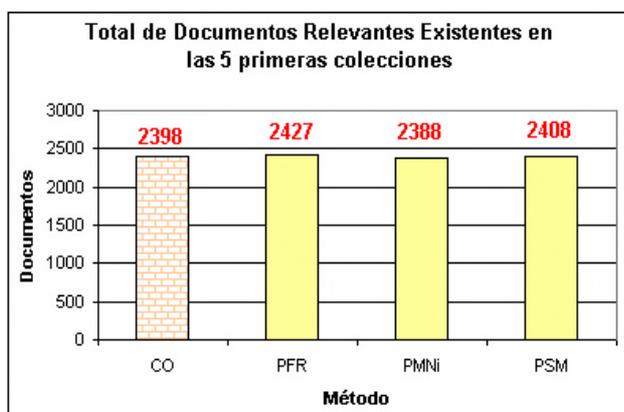


Gráfico 1

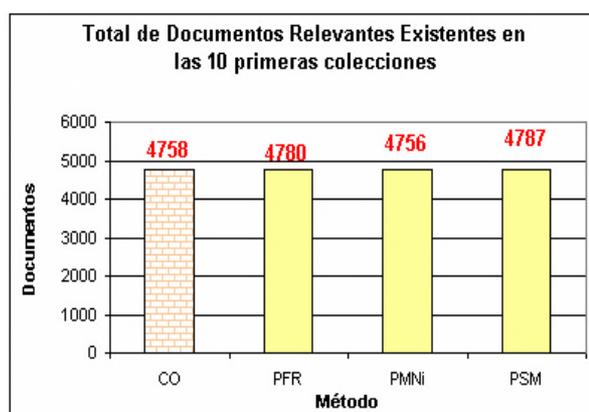


Gráfico 2

Actualmente, se está trabajando con la construcción de bases de datos textuales a partir de los recursos RSS recuperados a los efectos de caracterizar cada base de dato textual y poder retroalimentar el modelo de selección al ambiente en cuestión.

#### 4 – Referencias

- [1] Callan J. Distributed Information Retrieval. In W.B. Croft, editor, Advances in information retrieval, chapter 5, pages 127-150. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [2] Si, L., & Callan, J., Modeling search engine effectiveness for federated search, Proceedings of the 28th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, August 15-19, 2005, Salvador, Brazil
- [3] French J. C. , Powell A. P., Callan J., Viles C. L., Emmitt T., Prey K. J., Mou Y., Comparing the performance of database selection algorithms, Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.238-245, Berkeley, California, United States (August 15-19, 1999)
- [4] O' Reilly T. Presidente y CEO de O' Reilly Media, INC. Qué es web 2.0. Patrones del diseño y modelos del negocio para la siguiente generación del software.
- [5] Callan, J, Lu Z., Croft W. B. Searching distributed collections with inference networks, Proceedings of the 18th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.21-28, Seattle, Washington, United States ( July 09-13, 1995)

- [6] French J. C., Powell A. L., Viles C. L., Emmitt T., Prey K. J. Evaluating database selection techniques: a testbed and experiment, Proceedings of the 21st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.121-129, August 24-28, Melbourne, Australia (1998)
- [7] Xu J., Callan, J, Effective retrieval with distributed collections, Proceedings of the 21st annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, p.112-120, Melbourne, Australia (August 24-28, 1998)
- [8] Si, L., & Callan, J., Unified utility maximization framework for resource selection, Proceedings of the thirteenth ACM international conference on Information and knowledge management, November 08-13, 2004, Washington, D.C., USA
- [9] Si, L., & Callan, J. Relevant document distribution estimation method for resource selection, Proceedings of the 26th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in informaion retrieval, Toronto, Canada (July 28-August 01, 2003)
- [10] Si, L., & Callan, J. Distributed information retrieval with skewed database size distributions. In Proceedings of the national conference on digital government research. (2003a)
- [11] Shokouhi M., Zobel J., Scholer F., and Tahaghoghi S. M. M. Capturing collection size for distributed non-cooperative retrieval. In SIGIR '06: Proceedings of the 29th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pages 316–323, New York, NY, USA, 2006. ACM Press.
- [12] Callan J. P., Croft W. B., and Harding S. M. The INQUERY retrieval system. In Proceedings of the Third International Conference on Database and Expert Systems Applications, pages 78{ 83, Valencia, Spain,. Springer-Verlag (1992)
- [13] Hammond T., Hannay T., and Ben Lund. The Role of RSS in Science Publishing. Syndication and Annotation on the Web.D-Lib Magazine. Volume 10 Number 12. ISSN 1082-9873. (December 2004)
- [14] Gravano L. and Garcia-Molina H. Generalizing GLOSS to vector-space databases and broker hierarchies. Technical Report STAN-CS-TN-95-21, Stanford University. Available as ftp: //db. Stanford.edu/pub/gravano/-1995/stan.cs.tn.95.21.ps (May 1995)
- [15] Callan, J. and Connell, M. Query-based sampling of text databases. Technical Report IR-180, Center for Intelligent Information Retrieval, Department of Computer Science, University of Massachusetts. (1999)
- [16] Baeza-Yates R., Castillo C., Junqueira F, Plachouras V. and Silvestri F. Challenges in Distributed Information Retrieval (invited paper). In ICDE (Istanbul, Turkey). (April 2007)
- [17] Banchemo, S.; Tolosa, G. H.; García, O. y Bordignon, F. R.A. Algoritmo de Selección de Recursos Basado en Redes de Creencia para Recuperación de Información Distribuida. UNLu Departamento de Ciencias Básicas Laboratorio de Redes.(2005)
- [18] Tolosa, G.; Bordignon, F. R. A., Peri, J. A., Banchemo S. Creación de una colección de prueba de literatura científica en español para evaluar sistemas de recuperación de información. UNLu Departamento de Ciencias Básicas (WICC 2005)

# Simulaciones Gráficas de redes Bluetooth utilizando el Network Animator del NS2 con la librería UCBT

Ing. Francisco Novillo, José Landa A., José Jimbo S. y Luis Salazar M.  
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, ESPOL, Guayaquil-Ecuador  
Grupo de Investigación en Comunicaciones Móviles (GICOM)  
{fnovillo, jlanda, jjimbo, lsalazar}@fiec.espol.edu.ec

**Abstract.**—La visualización gráfica de resultados dentro de las operaciones que siguen los dispositivos Bluetooth dentro de su estructura básica y sus procedimientos, tales como el descubrimiento, conexión y transmisión de archivos, nos ayudan a tener en cuenta de manera más didáctica el funcionamiento de esta tecnología de corto alcance. Utilizando herramientas como el simulador Network Simulator, su extensión gráfica Network Animator y la librería para el uso de Bluetooth de la Universidad de Cincinnati UCBT, hemos logrado adaptarla para la interpretación gráfica de las simulaciones Bluetooth.

**Index Terms**— Ad-Hoc, Bluetooth, NS2, NAM, UCBT.

## I. INTRODUCCION

Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica de corto alcance, bajo costo y bajo consumo de energía, aún en desarrollo, para aplicaciones de corto alcance. Dentro de lo que es Bluetooth se tiene sus formas básicas de conexión de dispositivos como lo son las piconets y las scatternets. En el estándar se han definido los parámetros de cómo debe trabajar y sus procedimientos básicos de interconexión de dispositivos así como de los perfiles para la interoperabilidad entre varios fabricantes. Dado que es una tecnología que aún sigue en desarrollo, una herramienta poderosa para poder probar diseños, algoritmos de ruteo en redes Ad Hoc, lo constituye el simulador de redes NS2. Dentro de las herramientas para la visualización tenemos las desarrolladas como el NAM (Network Animator) y el Xgraph (para ver resultados en gráficas). Nuestro trabajo se deriva del desarrollo de la librería para la simulación de Bluetooth de la universidad de Cincinnati UCBT, en síntesis esta funciona con el NS2, pero hemos planteado una adaptación para que trabaje con el NAM, dándole un ambiente gráfico más completo, para observar los procesos que se dan dentro de las operaciones de los dispositivos Bluetooth.

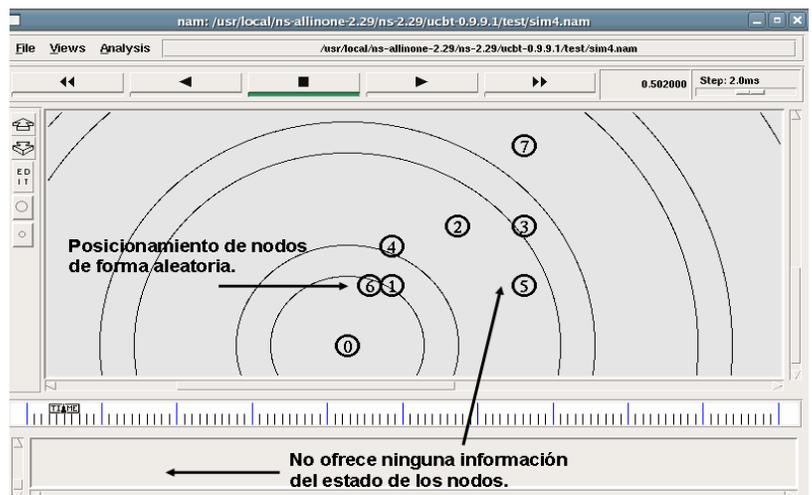
El propósito de esta adaptación gráfica de UCBT es poder tener una herramienta fiable de simulación de varios casos dentro de la tecnología Bluetooth así como el poder hacer análisis y contribuciones futuras.

## II. SOLUCIÓN PLANTEADA

Para solucionar el principal problema que presenta la librería UCBT, el cual es, que actualmente carece de una interfaz gráfica que pueda ser manipulada por el usuario, decidimos incorporar a la librería, en las funciones dentro de las cuales esta nos permita realizar las principales acciones tales como el posicionamiento y el movimiento de los nodos, así como el código necesario para que durante la simulación en el NAM (Network Animator) estas puedan ser visualizadas.

Además para revisar el estado de los nodos en un instante de tiempo tenemos que recurrir al archivo de salida del simulador, en otras palabras, el simulador no ofrece información del tiempo en que ocurre el cambio de estado de los nodos y cuales son estos.

Lo que planteamos como solución es realizar modificaciones a ciertas funciones que nos permitan realizar acciones tales como movimiento y posicionamiento ya que la versión de la librería UCBT que utilizamos no ofrece tales opciones, como podemos observar en la Fig. 1.1 el posicionamiento de los nodos es de forma fija para todas las simulaciones que se realicen, de igual manera no se presenta ninguna información acerca del estado de los nodos durante la simulación haciendo

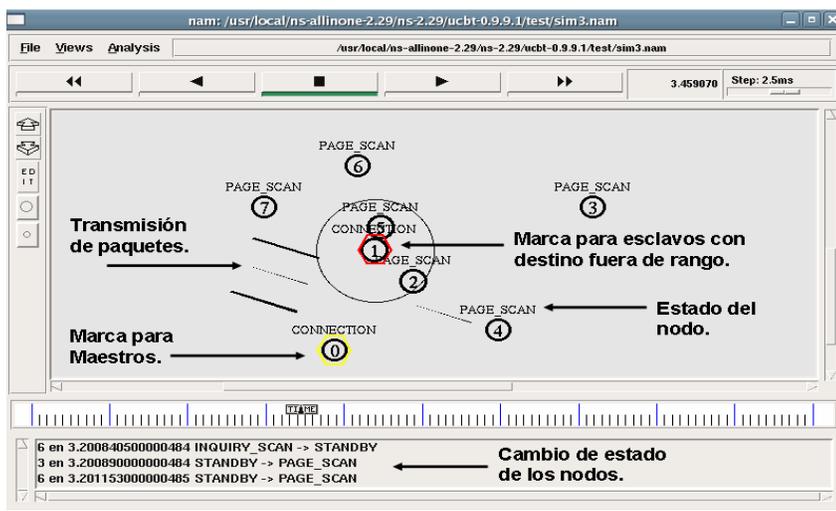


la interfaz grafica de poca utilidad para el aprendizaje.

Para solucionar estos problemas decidimos incorporar a la parte gráfica varia información durante la simulación, entre

una de las mas importantes es la información acerca del estado del nodo puesta sobre cada uno de ellos.

Como aportes adicionales mostramos como comentario información del nodo, como lo es la identificación, el instante de tiempo en el cual este cambia del estado y el estado anterior y actual del mismo. Además se le colocaran marcas (Amarillas) a los nodos que alcanzan el estado de Master (Maestro) y marcas (Rojas) a los nodos móviles cuyo destino se encuentre fuera del área de cobertura para obtener una mejor apreciación de los resultados en cada instante de tiempo durante la duración de la simulación, los resultados después de las modificaciones realizadas a la librería se pueden apreciar en la Fig. 1.2.



### III. DESCRIPCIÓN DE LAS MODIFICACIONES A LA LIBRERÍA UCBT.

Para realizar las modificaciones a la librería y obtener los resultados deseados usaremos dos herramientas, estas son:

1. La función `tcl.eval (char* x)` [1] de la clase Tcl instance que esta declarada en `~tclcl/Tcl.cc`, para obtener acceso a esta instancia debemos declarar la siguiente línea en cada función de la librería donde se use `tcl.eval (char* x)`.

`Tcl& tcl = Tcl :: instance ();`

2. El formato de las trazas del archivo del NAM (Network Animator), para cada evento [2] [3].

Utilizaremos estas herramientas en ciertas funciones que se encuentran dentro de algunos archivos que tienen implementadas funciones específicas de `baseband`, `wirelessnode` y `ns-btnode` estas funciones fueron seleccionadas por ofrecernos información acerca del estado, los posicionamientos y los tiempos en que ocurren los cambios de estados en cada nodo así como también la identificación del nodo que en un tiempo determinado esta siendo tratado.

La mayor cantidad de código se añadió en el archivo en el que se especifican las funcionalidades de `baseband`, pues es aquí donde se realizan la mayor cantidad de eventos dentro de la librería UCBT. Además del código añadido se declararon dos variables globales estas son `Coor [50] [8]` de tipo `double` y `sec` de tipo `entero`, el funcionamiento de cada una de estas variables de explicarán mas adelante.

La variable `Coor [50] [8]` es una matriz que acepta un número máximo de 50 nodos por defecto y almacena importante información como lo son las coordenadas de los nodos y además banderas utilizadas para identificar ciertos estados de los nodos como lo son si es Maestro, el nodo esta marcado, el nodo esta conectado, etc. Esta información servirá para poder realizar acciones dependiendo del caso en las funciones que se han modificadas dentro de las funcionalidades del `baseband`, en la Fig. 1.3 se muestra la matriz definida por la variable `Coor [50] [8]`. Las filas de la matriz representa el identificador del nodo aprovechando el hecho que en la mayoría de simulaciones se crean nodos de manera secuencial, de esta manera asociamos las filas de la matriz con el identificador de cada nodo es por eso que en la mayoría de veces usaremos la variable `Coor [ ] [ ]` de esta manera `Coor [bd_addr] [ ]`, `Coor [sender] [ ]` y `Coor [receiver] [ ]`, siendo `bd_addr`, `sender`, `receiver` las variables definidas por la librería UCBT en la sección del `baseband` como identificadores de los dispositivos.

Los datos almacenados en las localidades de la columna `Pos X (Coor [ ] [0])` representan las posiciones en x de los nodos, si hacemos la analogía con las coordenadas (x, y), de igual forma los datos almacenados en las localidades de la columna `Pos Y (Coor [ ] [1])` representan las posiciones en y del nodo.

Los datos almacenados en la columna `f Coor (Coor [ ] [2])` son banderas que nos indican si esta en 0 que el nodo no se ha movido y si esta en 1 que este ya ha realizado por lo menos un movimiento. Usamos esta bandera debido a que la librería UCBT maneja una estructura llamada `node_` en la cual se encuentran definidas las variables `X_ (node_->X_)`, `Y_ (node_->Y_)` y `Z_ (node_->Z_)` estas variables guardan información de la posición de los nodos pero cuando se realiza el primer movimiento estos valores son distintos a la posición de destino del nodo, así que a partir del primer movimiento estos valores no son útiles como posición de partida para un nuevo movimiento del mismo, si usamos estas variables para otro movimiento se creara efectos de brinco al involucrarse la función que realiza el efecto de la movilidad.

Por ello el primer valor que almacenara `Coor [ ] [0]` y `Coor [ ] [1]` serán los valores que contengan las variables `node_->X_` y `node_->Y_`, la variable `node_->Z_` es descartada porque no

	<i>Pos X</i>	<i>Pos Y</i>	<i>f Coor</i>	<i>f Mark MST</i>	<i>f Mark OUTR</i>	<i>f es MST</i>	<i>f MSTid</i>	<i>f CONNET</i>
0	0,00	0,00	1	0	0	1	0	0
1	5,00	2,36	0	0	1	0	0	1
2	10,50	25,36	0	1	0	1	0	1
3	1,00	0,00	0	1	1	0	3	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
47	25,69	14,82	1	0	0	0	6	1
48	12,36	1,65	0	0	1	1	9	1
49	13,54	2,54	1	1	1	0	5	1

trabajamos en tres dimensiones, cuando se realiza el primer movimiento los datos almacenados en *Coor [ ] [0]* y *Coor [ ] [1]* serán la posición de destino del nodo, es por ello que antes de asignar el valor a estas variables verificamos el estado de *f Coor* (*Coor [ ] [2]*).

Los datos almacenados en la columna *f Mark MST* (*Coor [ ] [3]*) son banderas que nos indican si el nodo es Master (Maestro) y es usada para ponerle una marca que lo distinga del resto de nodos, esta marca es un hexágono de color amarillo colocado sobre el nodo, esto ocurre cuando el valor de esta bandera para el correspondiente nodo es 1.

Cuando el nodo sale del estado de Maestro entonces esta bandera toma el valor de 0 y la respectiva marca que lo identificaba como tal debe ser removida.

Los datos almacenados en la columna *f Mark OUTR* (*Coor [ ] [4]*) son banderas usadas cuando realizamos algún movimiento de nodos, se activa cuando el nodo móvil realiza un movimiento cuyo destino se encuentra fuera del rango de la piconet a la que pertenece, caso contrario permanece en 0, esto nos es útil para colocarle una marca a ese nodo, esta marca es un hexágono de color rojo colocado sobre el nodo, cuando se ha activado esta bandera y para poder diferenciarlo del resto de igual forma si el mismo nodo realiza otro movimiento cuyo destino este dentro de rango de la piconet en la que se encuentra, la marca que este poseía será quitada.

Los datos almacenados en la columna *f es MST* (*Coor [ ] [5]*) son banderas usadas para indicarnos si el nodo es maestro en el caso de estar esta activa, con el valor de 1, y que no lo es cuando esta tiene el valor de 0.

Los datos almacenados en la columna *f MSTid* (*Coor [ ] [6]*) en cambio nos indican la piconet a la cual pertenecen estos nodos y lo hacemos asociando al nodo con el identificador del Maestro al cual están conectados.

Los datos almacenados en la columna *f CONNET* (*Coor [ ] [7]*) son banderas que nos indican si el nodo es un esclavo en caso de estar activa con el valor de 1 y que no lo es cuando tiene el valor de 0, su funcionamiento en el equivalente al de *f es MST* pero para el caso de esclavos.

Para realizar las acciones que se visualizarán en NAM (Network Animator) hacemos uso de los datos en la matriz

*Coor [50] [7]* mediante validaciones y el uso de la función *tcl.eval (char\* x)* para hacer que se ejecute la correspondiente acción, con del uso del correspondiente formato de las trazas que se almacenan en el archivo de NAM.

Para el caso de colocar los estados de los nodos sobre cada uno de ellos debemos usar el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \\"n -t %.15f -s %d -S DLABEL -l %s -L %s\\"", clkoffset, bd_addr_, nuevoest, lastest)
```

Donde *clkoffset* representa el instante de tiempo en que aparecerá esta acción durante la simulación, *bd\_addr\_* es el identificador del nodo, *nuevoest* es el nuevo estado del nodo y *lastest* el estado anterior.

Para colocar comentarios del instante en que el nodo cambia de estado y cuales son estos, primeros crearemos una variable tipo *string* que contenga el comentario que aparecerá en la ventana de NAM de la siguiente manera:

```
sprintf (anotacion, "%d en %.15f %s -> %s", bd_addr_, Scheduler::instance ().clock (), lastest, nuevoest)
```

Donde *bd\_addr\_* es el identificador del nodo, *Scheduler::instance().clock()* es el instante de tiempo en que ocurre el cambio de estado, *sec* es una variable global ya descrita anteriormente que actúa para generar la secuencia en la que aparecerán los comentarios en la pantalla del NAM, *lastes* y *nuevoest* son el nuevo estado y el estado anterior. Luego para ejecutar esta acción en el simulador usaremos el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \\"v -t %.15f -e sim_annotation %.15f %d %s\\"", clkoffset, clkoffset, sec, anotacion)
```

Cuando tengamos que ponerle las marcas (Amarillas) a los nodos que alcanzan el estado de maestro usaremos el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \\"m -t %.15f -s %d -n m%d -c yellow -h hexagon\\"", clkoffset, bd_addr_, bd_addr_)
```

Y para remover estas marcas cuando estos nodos salgan del estado de maestros usaremos este formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \\"m -t %.15f -s %d -n m%d -c yellow -h hexagon -X\\"", clkoffset, bd_addr_, bd_addr_)
```

La única diferencia entre los dos formatos es el parámetros **-X [2] [3]**, este formato le indica al interprete del NAM que si un nodo tiene una marca puesta se la remueva.

el segmento de código agregado para la parte anteriormente descrita, la cual se encuentra en la función **change\_state()**, es descrita en el siguiente algoritmo:

```
change_state()
Tcl & tcl = Tcl :: instance ();
anotacion [100], nuevoest [100], lastest [100]
.
.
.
.
.
if (!strcmp(state_str(), "NEW_CONNECTION_SLAVE"))
then
    f es SLV [n] = 1
else
    if (f es SLV &&!strcmp(state_str(),
"CONNECTION")) then
        f es SLV [n] = 1
    else
        f es SLV [n] = 0
if (!strcmp(state_str(), "NEW_CONNECTION_MASTER"))
    sprintf(nuevoest, "NEW_CONNECTION_MST")
    if (f Coor [n] != 1) then
        f Coor [n] = 1
        Pos X [n] = node_->X_
        Pos Y [n] = node_->Y_
    f es MST = 1
    if (f Mark MST [n] != 1) then
        f Mark MST [n] = 1
        .
        tcl.evalf("puts $namfile \"m -t %.15f -s %d -n
m%d -c yellow -h hexagon\"", clkoffset,
bd_addr_, bd_addr_)
else
    sprintf(nuevoest, "%s", state_str())
    if (!strcmp(state_str(), "CONNECTION")) && f Mark
MST [n])
        f Mark MST [n] = 1
    else
        if (f Mark MST [n])
            f Mark MST [n] = 0
        .
        tcl.evalf("puts $namfile \"m -t %.15f
-s %d -n m%d -c yellow -h hexagon
-X\"", clkoffset, bd_addr_,
bd_addr_)
if (!strcmp(ps, "NEW_CONNECTION_MASTER"))
    sprintf(lastest, "NEW_CONNECTION_MST")
else
    sprintf (lastest, "%s", ps)
```

```
sprintf (anotacion, "%d en %.15f %s -> %s", bd_addr_,
Scheduler::instance ().clock (), lastest, nuevoest)
```

```
.
.
.
tcl.evalf ("puts $namfile \"n -t %.15f -s %d -S DLABEL -l %s -
L %s\"", clkoffset, bd_addr_, nuevoest, lastest)
tcl.evalf ("puts $namfile \"v -t %.15f -e sim_annotation %.15f
%d %s\"", clkoffset, clkoffset, sec, anotacion)
```

Para lograr el posicionamiento inicial de los nodos, este es ejecutado cuando se invoca a la función **setPos(X, Y)**, usaremos el siguiente formato:

```
tcl.evalf("puts $namfile \"n -t * -s %d -x %.17f -y %.17f -Z 0
-z 1 -v circle -c black\"", getAddr(), x, y)
```

Donde **getAddr ()**, **x**, **y** son el identificador del nodo, la posición en x y la posición en y respectivamente.

Para realizar el efecto de movilidad, que es invocado con la función **setdest ( )**, durante la simulación se utilizara el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \"n -t %.9f -s %d -x %.17f -y %.17f
-U %.6f -V %.6f -T %.6f\"", clkaux, bd_addr_, Coox, Cooy,
Vx, Vy, tmp)
```

Donde **Coox** y **Cooy** son las posiciones iniciales desde donde el nodo empezará a moverse, **Vx** y **Vy** son las velocidades en x y la velocidad en y respectivamente y **tmp** es el tiempo que dura el movimiento del nodo.

Ahora si el caso es poner una marca a los nodos que salgan del radio de la piconet en la que se encuentran utilizaremos el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \"m -t %.15f -s %d -n md%d -c red -
h hexagon\"", clkaux, bd_addr_, bd_addr_)
```

Donde la variable **clkaux** cumple la misma función que la variable **clkoffset** anteriormente descrita. Para remover estas marcas utilizaremos igual que el caso anterior el siguiente formato:

```
tcl.evalf ("puts $namfile \"m -t %.15f -s %d -n md%d -c red -
h hexagon -X\"", clkaux, bd_addr_, bd_addr_)
```

De igual forma la única diferencia entre los dos formatos anteriores es el parámetro **-X [2] [3]** utilizado para remover las marcas de un nodo que poseía una.

Podemos describir el segmento de código agregado a la función de movilidad mediante el siguiente algoritmo:

```
Setdest (destx, desty, destz, speed)
```

```

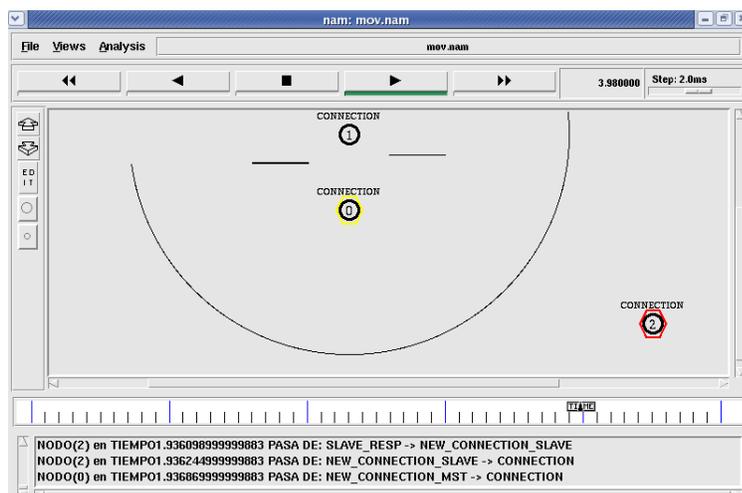
Tcl& tcl = Tcl :: instance ()
dst = 0, Coox = 0, Cooy = 0, Vx = 0, Vy = 0, tmp = 0, mst = 0,
dstmst = 0
.
.
if (f Coor [n] = 1) then
    Coox = Pos X [n]
    Cooy = Pos Y [n]
    Pos X [n] = destx
    Pos Y [n] = desty
else
    Coox = node_->X_
    Cooy = node_->Y_
    Pos X [n] = destx
    Pos Y [n] = desty
    f Coor [n] = 1
dst = sqrt((destx - Coox) (destx - Coox) + (desty - Cooy)
(desty - Cooy))
Vx = speed * (destx - Coox)/dst
Vy = speed * (desty - Cooy)/dst
tmp = dst/speed
.
tcl.evalf ("puts $namfile \"n -t %.9f -s %d -x %.17f -y %.17f
-U %.6f -V %.6f -T %.6f\"", clkaux, bd_addr_, Coox, Cooy,
Vx, Vy, tmp)
if (f es SLV [n] = 1) then
    if (f Mark OTR [n] != 0) then
        mst = fMST id [n]
        dstmst = sqrt ((destx - Pos X [mst]) *
(destx - Pos X [mst]) + (desty - Pos Y
[mst]))
        if (dstmst > 10) then
            f Mark OTR = 1
            tcl.evalf ("puts $namfile \"m -t %.15f
-s %d -n md%d -c red -h
hexagon\"", clkaux, bd_addr_,
bd_addr_)
        else
            if (dstmst <= 10) then
                f Mark OTR = 0
                tcl.evalf ("puts $namfile \"m -t %.15f
-s %d -n md%d -c red -h hexagon -
X\"", clkaux, bd_addr_, bd_addr_)

```

#### IV. SIMULACIONES

En este trabajo presentamos tres simulaciones que realizamos con la adaptación grafica. La primera es un escenario con tres dispositivos bluetooth donde establecemos comunicación entre dos nodos esclavos y un maestro. Luego se efectúa el movimiento de un esclavo de tal manera que quede fuera del rango establecido por la especificación. Esto lo vemos en la Figura 1.4

Figura 1.4 Dispositivo Bluetooth fuera de rango de cobertura



La segunda simulación consiste en un caso típico de una Piconet. Tenemos cinco nodos bluetooth, cuatro esclavos y un maestro, estableciendo una transferencia de archivos entre los nodos 0 y 2 y los nodos 0 y 3. Los resultados pueden ser observados en la Figura 1.5

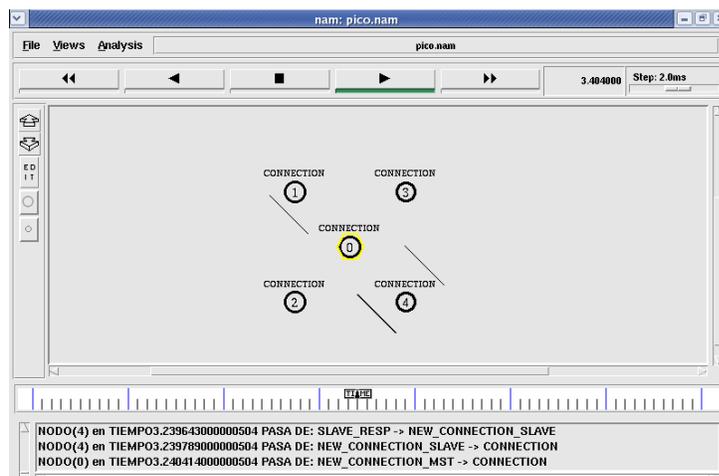


Figura 1.5 Transferencia de archivos en una piconet

En la tercera simulación tenemos una conexión TCP entre los nodos 0 y 2 (comunicación con acuse de recibo-ACK) y una conexión UDP entre los nodos 0 y 1 (sin acuse de recibo). Vea la Figura 1.6

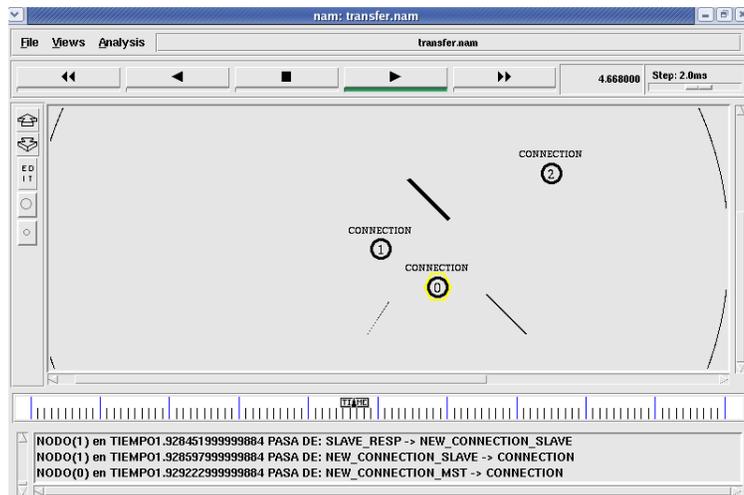


Figura 1.6 Tipos de transferencias en una red Bluetooth

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo, nosotros hemos introducido una solución práctica para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas con la librería UCBT.

Hemos mostrado que las modificaciones realizadas a ciertas funciones de la librería UCBT nos han permitido corroborar el correcto funcionamiento de la especificación BT como por ejemplo los estados por los que tiene que someterse un dispositivo para establecer una comunicación, la movilidad de dos dispositivos conectados para demostrar que el rango de cobertura no debe sobrepasar los diez metros y la transferencia de información entre un master y un esclavo.

Para mejorar el entendimiento de todo el proceso que se lleva a cabo para establecer una comunicación entre dos dispositivos BT, nuestras simulaciones deberán enfocarse en los procedimientos básicos tales como el Inquiry y Paging. Este será nuestro siguiente avance en nuestro trabajo.

## VI. REFERENCIAS

### [1] The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation).

The VINT Project. A collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC. Kevin Fall (kfall@ee.lbl.gov), Editor Kannan Varadhan (kannan@catarina.usc.edu), Editor January 8, 2003, Pag. 19.

### [2] The ns Manual (formerly ns Notes and Documentation).

The VINT Project. A collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC. Kevin Fall (kfall@ee.lbl.gov), Editor Kannan Varadhan (kannan@catarina.usc.edu), Editor January 8, 2003, Pag.

353.

### [3] 38.1.11 Nam Trace File Format Lookup Table.

<http://www-rp.lip6.fr/~ridoux/Docs/Manuel-NS2/node514.html>, revisada el 1 de Agosto de 2006.

### [4] UCBT Bluetooth Extension for NS2 at the University of Cincinnati

<http://www.ececs.uc.edu/~cdmc/ucbt/ucbt.html>, revisada el 15 de Enero de 2006.

### [5] Bluetooth SIG

<http://www.bluetooth.com/Learn/Technology/Specifications>

# Digitalización Automática de Gráficos de Ecosondas Analógicas

Marina Cipolletti<sup>1</sup>, Gerardo Perillo<sup>2,3</sup>, Alejandro Vitale<sup>1,2</sup> y Claudio Delrieux<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Depto. Ing. Eléctrica y Computadoras — Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253 — (8000) Bahía Blanca, ARGENTINA

<sup>2</sup> Instituto Argentino de Oceanografía CC 804, B8000FWB Bahía Blanca, Argentina

<sup>3</sup> Depto. Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, B8000DIC Bahía Blanca, Argentina

<sup>4</sup> Autor para contacto [claudio@acm.org](mailto:claudio@acm.org) (Parcialmente financiado por SECyT-UNS)

## 1. Descripción del problema

Las ecosondas son las principales fuentes para realizar relevamientos de la topografía submarina. Estos equipos son portátiles, pudiendo ser instalados en embarcaciones durante las campañas de relevamiento. Éstas pueden ser de dos tipos de tecnologías tanto analógicas, más antiguas, como digitales, más modernas y versátiles. Las ecosondas digitales son ideales en la actualidad para la gran mayoría de las tareas de investigación. Sin embargo, el precio de las mismas las hace de difícil acceso a grupos de trabajo con presupuestos bajos, quienes muchas veces además disponen de sondas analógicas. Independiente de ello, existe en los archivos de los institutos oceanográficos e hidrológicos como así también en organismos portuarios una gran cantidad de registros batimétricos cuyo análisis ha sido solamente muy básico debido a lo extensivo del trabajo manual para leer las fajas. Por ello, hay cúmulos importantes de información que, de contar con un sistema rápido y eficiente, permitiría rescatar y preservar esa información.

Las ecosondas basan su funcionamiento en el uso de ultrasonido. La sonda contiene un transductor sumergido, el cual emite un pulso sonoro de propiedades específicas con frecuencias que van desde 33 a 250 MHz. El mismo transductor actúa como receptor de la onda que rebota en el fondo. La sonda posee un registrador, el cual, para cada instante de tiempo, registra la el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de la onda pero donde se estima la profundidad del fondo con respecto a la ubicación del transductor. Ese registro se efectúa sobre papel continuo que puede ser reglado o no según la marca y modelo, de manera que en el momento en el que el rebote supera un determinado umbral de amplitud, el registrador realiza una marca en el papel a una altura proporcional al tiempo insumido en el rebote. Dado que la velocidad de propagación del sonido en el agua es conocida, en condiciones de salinidad y temperaturas definidas, este tiempo es proporcional a la profundidad, y por lo tanto el registro en la faja es proporcional a la profundidad en ese instante. La información presente en estas fajas es la curva batimétrica y el reglado del papel. Con un instrumento adecuadamente calibrado, estos dos elementos permiten una reconstrucción adecuada de la curva profundidad *vs.* tiempo. Estas mediciones luego deben volcarse a alguna base de datos que los concentre para su registro, procesamiento, e integración con datos de otras fuentes o mediciones, para las tareas específicas de investigación que los requieran. Desafortunadamente, este ingreso debe realizarse en forma manual, lo cual es un proceso tedioso, lento, y sujeto a errores operativos, donde la subjetividad del operador juega un papel importante. Por dicha razón, la digitalización automática o semiautomática de los fajas representa una posibilidad interesante para facilitar, agilizar y mejorar la calidad de la adquisición de relevamientos topográficos submarinos, lo cual podría reemplazar la adquisición digital de datos en equipos de mucho mayor costo.

Sin embargo, en la mayoría de las fajas, es posible observar un conjunto de defectos, muchos de los cuales son imposibles de eliminar (ver Fig. 1). Entre esos defectos se puede contar la variabilidad o desvanecimiento del trazo del registrador, la aparición continua o esporádica de ecos o curvas secundarias, la existencia de manchas, dibujos o anotaciones en el papel, la presencia de ruidos

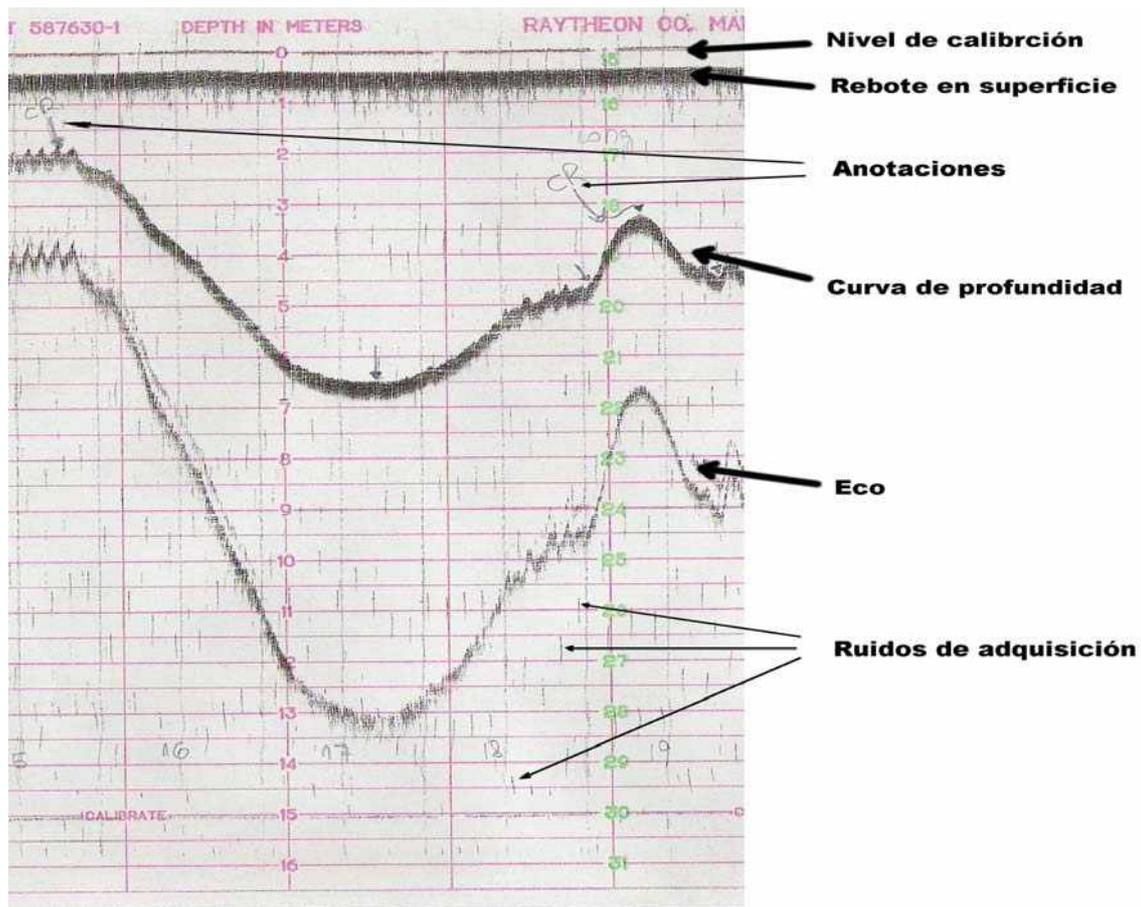


Figura 1: Elementos y defectos en un gráfico de ecosonda.

durante la adquisición (que genera trazos fortuitos), etc., a lo que hay que agregarle además los defectos inherentes al proceso de adquirir imágenes desde papel con el escáner (ruido de cuantización, distorsión barrell, etc. [6]). Por todo ello, la digitalización robusta de la información en estos gráficos requiere un conjunto de técnicas articuladas en un *workflow*, el cual debe ser testeado en diferentes condiciones, con diferentes entradas, resoluciones, etc. para lograr resultados confiables en forma no supervisada.

## 2. Digitalización de la curva batimétrica

La digitalización de la curva requiere una serie de pasos, cada uno de los cuales está destinado a eliminar contenido innecesario o ruidoso presente en la imagen. En la Fig. 2 se puede ver el orden y los resultados intermedios de cada uno de estos pasos. Para confirmar si los resultados adecuados, el sistema agrega un *overlay* de la digitalización de la curva sobre el gráfico escaneado antes de exportar los datos a formato de planilla electrónica.

Todos los pasos de procesamiento descritos en la sección anterior se encapsularon en un aplicativo que abre una imagen en formato bmp con el escaneo de la faja, aplica el procesamiento, genera el *overlay* para validar la correctitud del resultado, y exporta la curva digitalizada en formato xls. De esa manera, la operación completa de digitalización puede ser realizada por personal sin entrenamiento específico, quedando el personal especializado para la supervisión y verificación de la tarea.

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo faja escaneada, y la digitalización obtenida. El gráfico original presenta varios problemas con diferente grado de intensidad. Los más importantes son la presencia de

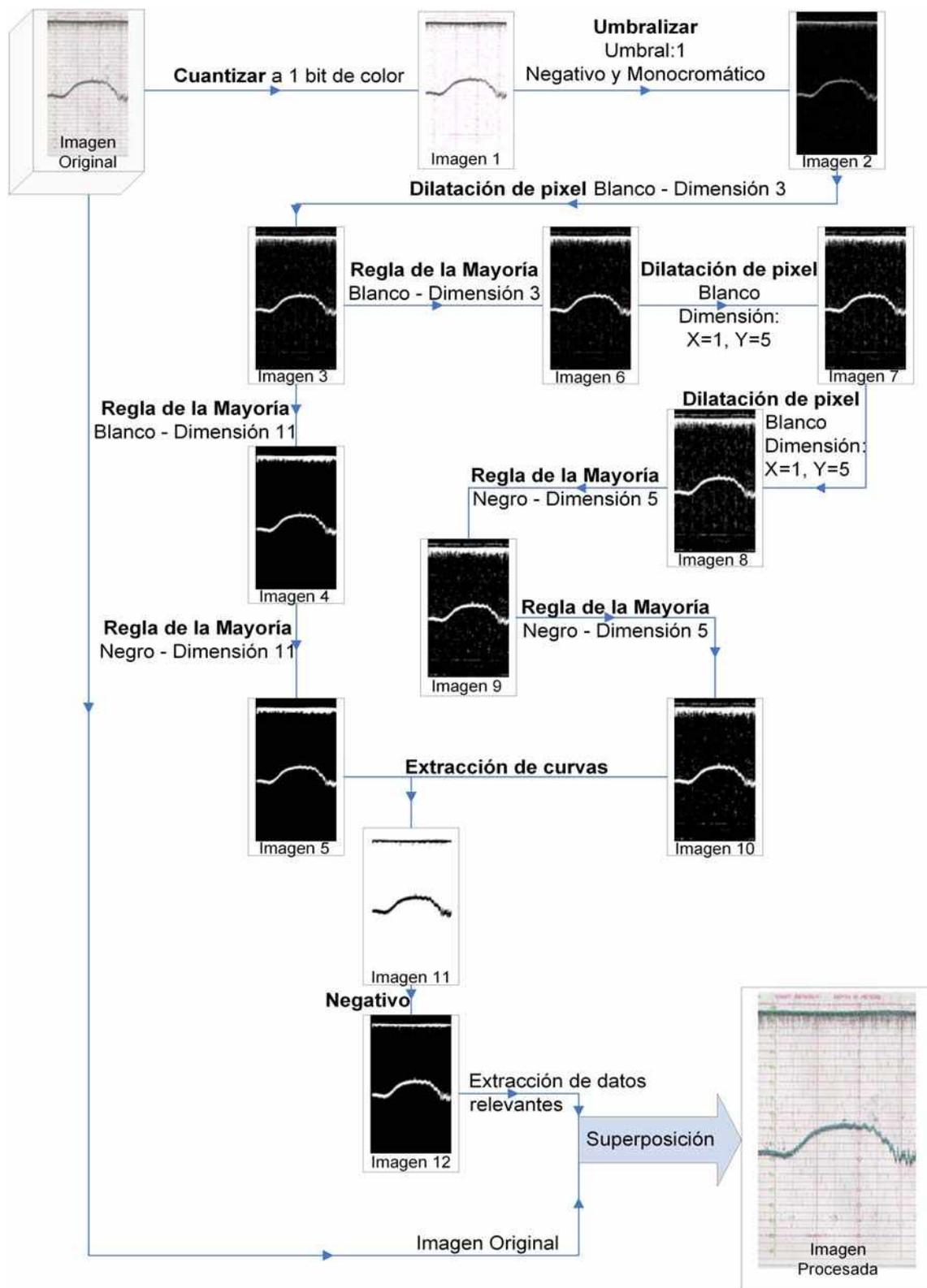


Figura 2: Secuencia de pasos del procesamiento.

ecos (inclusive hay un eco de la línea de mareas más arriba), ruidos de alta intensidad, y anotaciones con trazos gruesos y del color de la curva a digitalizar. Además, la curva en sí presenta muchas oscilaciones (alta frecuencia). Sin embargo, se puede apreciar que los resultados son satisfactorios.

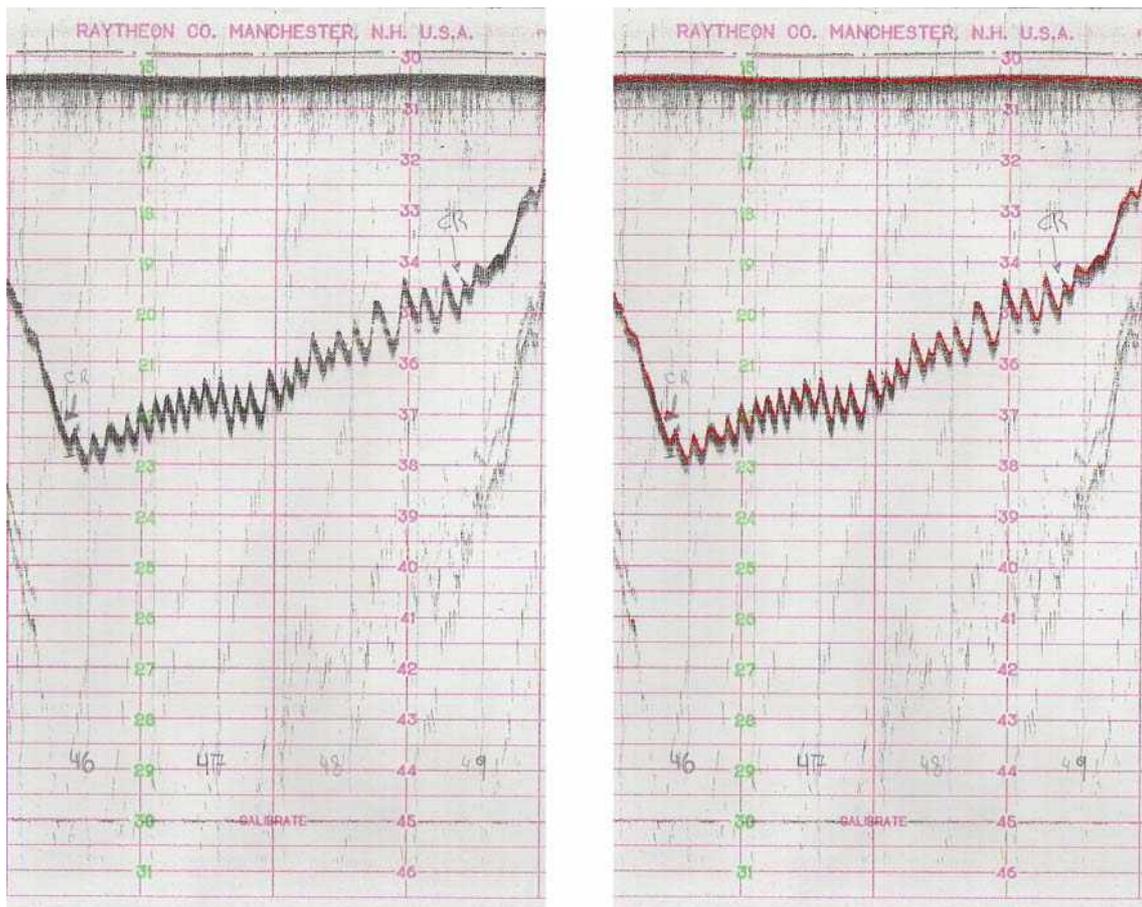


Figura 3: Resultados obtenidos.

El sistema genera una digitalización continua que respeta las oscilaciones del registro original, sin confundirse por las anotaciones, ecos o puntos de ruido espurio.

## Referencias

- [1] K. Castleman. *Digital Image Processing*. Prentice-Hall, New York, 1989.
- [2] Andrew Glassner. *Principles of Digital Image Synthesis*. Morgan Kaufman, San Francisco, 1995.
- [3] Jonas Gomes and Luiz Velho. *Image Processing for Computer Graphics*. Springer, New York, 1997.
- [4] Rafael González and Richard Woods. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley, Wilmington, USA, 1996.
- [5] T. Lillesand and R. Kiefer. *Remote Sensing and Image Interpretation (4th. ed.)*. Wiley & Sons, New York, 2000.
- [6] J. C. Russ. *The Image Processing Handbook*. CRC Press, Boca Raton, FL, 1989.
- [7] Robert Schowengerdt. *Remote Sensing Models and Methods for Image Processing (2th. ed.)*. Academic Press, San Diego, 1997.
- [8] J.C. Sprott. A method for approximating missing data in spatial patterns. *IComputers and Graphics*, (28):113–117, 2004.

# El Problema de Normalización en Súper-Resolución de Imágenes Satelitales

Paula M. Tristan<sup>(1)(2)</sup>, Jorge H. Doorn<sup>(1)</sup>, Ruben S. Wainschenker<sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup> INTIA, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario (7000), Tandil, Argentina Tel.(02293) 439682 Int. 49.

<sup>(2)</sup> CONICET, Rivadavia 1917, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
e-mail: {ptristan,jdoorn,r fw}@exa.unicen.edu.ar

**Resumen**-- La resolución espacial de las imágenes satelitales ha ido mejorando en las últimas décadas con la puesta en órbita de plataformas con instrumentos de medición más precisos. No obstante, este aspecto también ha sido abordado utilizando métodos numéricos y aprovechando propiedades de las imágenes. La técnica denominada Súper-Resolución mejora la resolución de una secuencia de imágenes aprovechando el movimiento relativo de los objetos presentes en estas. A diferencia de otros dominios de aplicación, en el caso de las imágenes satelitales se tiene que la iluminación promedio de las diferentes imágenes de origen, tienen una variación muy grande, lo que hace imperioso el uso de estrategias de normalización adecuadas. Desafortunadamente los efectos estacionales no son suficientes para explicar este fenómeno por lo que es necesario utilizar información proveniente de la misma imagen para lograr un uso eficiente de la técnica de Súper-Resolución.

*Palabras clave*—Resolución especial, Sensado remoto, Teledetección, Mejora de Calidad

## 1. Introducción

El desarrollo de la teledetección ha crecido vertiginosamente en los últimos 50 años, y se espera aún un mayor crecimiento en el futuro. Existen numerosas aplicaciones basadas en el análisis de imágenes satelitales que abarcan campos científicos y tecnológicos muy variados como cartografía, agricultura, forestación, logística militar, y prospección petrolera entre otros [1].

Una de las principales características de los sistemas de teledetección es su resolución espacial la que se define como la menor separación entre dos objetos que puede diferenciar el sensor, este concepto está relacionado con el IFOV, (Instantaneous Field of View). El IFOV es el área de la superficie representada en cada píxel en una imagen satelital y por consiguiente está relacionado con la escala con la que se representan las imágenes [2].

Si el tamaño de la superficie representada por un píxel es grande comparado con la del objeto de interés, seguramente la señal capturada corresponderá a más de un tipo de cubierta, por ejemplo en una zona donde hay un sembrado próximo a un camino seguramente algún píxel estará afectado por el flujo emitido tanto desde el cultivo como del camino. Por el contrario cuanto menor sea la superficie representada, habrá más probabilidad de que cada píxel albergue una única cubierta [3].

En los años 70's las imágenes de los primeros Landsat tenían un IFOV de 79m x 79m, en la actualidad con el avance de la tecnología se han logrado poner en órbita satélites como el QuickBird que aportan imágenes con un IFOV de 0,62m x 0,62m. No obstante aún para las imágenes con la máxima resolución espacial, siempre es una buena noticia avanzar un paso más, así como mejorar la resolución de aquellos satélites que no tienen buen IFOV o mejorar la resolución

de las imágenes capturadas anteriormente con sensores antiguos de baja resolución.

En el presente artículo se analiza el impacto de la variabilidad de la iluminación proveniente de una misma región de la superficie al ser capturada en distintas pasadas del satélite.

## 2. Resultados obtenidos

Se ha desarrollado una técnica de súper-resolución a imágenes satelitales. Esta se basa en aprovechar la información no redundante presente en una secuencia de imágenes. Una imagen debe diferir respecto de las otras en un único vector desplazamiento para cada par analizado. Si hay correspondencia entre la secuencia de baja resolución en unidades enteras de píxeles, entonces cada imagen contendrá casi la misma información, solamente desplazada, con lo cual no existe un gran aporte en la construcción de una imagen de mayor resolución. Pero, si las imágenes tienen entre ellas desplazamientos a nivel sub-píxel, entonces existe información adicional y se puede mejorar la resolución espacial [4-11].

El primer trabajo de súper-resolución aplicado a imágenes satelitales estuvo motivado por la necesidad de mejorar la resolución de imágenes adquiridas por el satélite Landsat 4 en 1984 [12]. Este satélite adquiría imágenes de una misma región del planeta en el transcurso de sus orbitas, repitiéndose cada una de estas al cabo de dos semanas, produciendo así una secuencia de imágenes similares pero no idénticas de una región a lo largo de varios meses. La técnica de Super-Resolución trata de poner cuatro, nueve y quizás 16 píxeles en la misma área donde el medio de adquisición proveyó uno solo.

En imágenes satelitales, el movimiento de los objetos de imagen a imagen se debe a características propias de la órbita y giro de cada satélite además de los movimientos propios, como alabeo y cabeceo, lo que hace casi imposible que un satélite observe dos veces exactamente igual una misma porción de territorio.

El movimiento entre dos imágenes satelitales, implica realizar dos tipos diferentes de traslaciones, uno es a nivel píxeles enteros y otro a nivel sub-píxel. No se conoce el movimiento existente de una imagen a otra posterior, por lo que es necesario obtener esta información de las imágenes mismas. El algoritmo ya probado busca la mejor aproximación del vector de traslación de una imagen respecto a otra utilizando la correlación entre las mismas. Se selecciona una imagen base y se trasladan respecto de ella todas las imágenes restantes. Finalmente se construye una imagen artificial resumen, que es el resultado de promediar todas las imágenes de la secuencia.

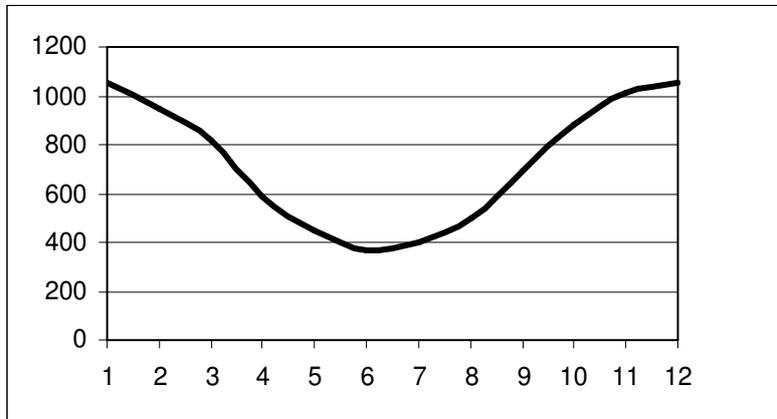
Debido a que algunas cubiertas cambian su comportamiento espectral con el correr del tiempo esta técnica debe ser utilizada sobre imágenes con objetos cuasi invariantes en el tiempo [13-15]. Ejemplo de estos son caminos, rutas, construcciones edilicias entre otros.

## 3. Normalización

La iluminación promedio de cada imagen satelital, de una secuencia temporal, varía notoriamente debido a numerosos factores. Indudablemente el más importante de ellos está relacionado con la órbita terrestre, tanto por la distancia de la tierra al sol como por la declinación solar. Los otros factores están relacionados con aspectos climáticos y con la variación de la cubierta. Los aspectos climáticos están relacionados esencialmente en la diafanidad del aire en el momento de la observación y la variación de la cubierta puede ser menor o muy grande.

En *Figura 1* se presenta la variación anual de la radiación solar en la región de Tandil sin considerar los efectos atmosféricos [16], mientras que en la *Figura 2* se le ha adicionado las energías recibidas en el Satélite Landsat 7 provenientes de una estrecha región que encierra el aeropuerto las que si incluyen estos efectos. En este fragmento de imagen satelital se cumple

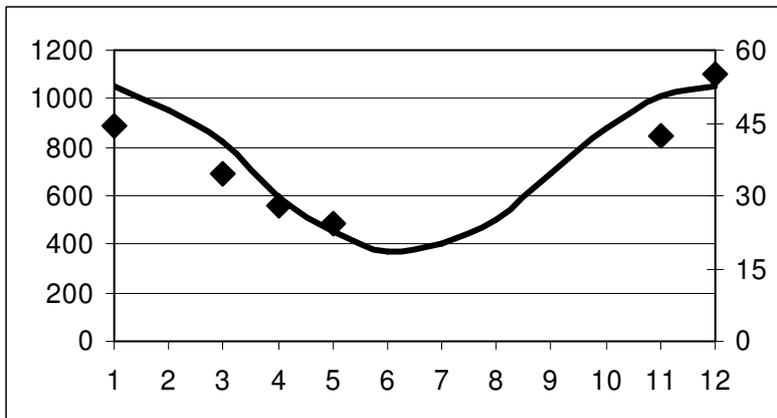
aceptablemente la hipótesis de baja variación en las características de la cubierta terrestre.



**Figura 1:** Radiación solar en la región de Tandil en Cal/(cm<sup>2</sup> día)

La *Figura 2* muestra claramente que la energía recibida en el satélite es afectada por la época del año en que se tomó la imagen, pero también por otros factores. Este hecho exige que la normalización de las imágenes, sea realizada utilizando información extraída de la imagen misma. En el caso de la *Figura 2* se han adecuado las escalas de energía recibida por el satélite para poner en evidencia la existencia de otros factores además de la variación de la radiación solar.

En presente proyecto se planifica utilizar diferentes estrategias con el propósito de evaluar la calidad de la normalización que se obtiene con cada una de ellas.



**Figura 2:** Radiación solar en la región de Tandil y moda de la energía recibida desde la zona del aeropuerto.

La más obvia de todas las estrategias consiste en tomar la media y la desviación estandar de las energías recibidas de la zona bajo análisis, de cada una de las imágenes; tomando luego como límites inferior y superior para el ajuste de histogramas de energías los extremos de los límites de confianza de los valores individuales con un 90 o 95 % de confiabilidad.

Es de esperar que esta estrategia sea efectiva en situaciones en las que todas las imágenes tengan distribuciones de energías aproximadamente gaussianas. Esto no ocurre frecuentemente, por lo que seguramente habrá que recurrir a otros estimadores estadísticos, como pueden ser la moda o la mediana, eventualmente más robustos para situaciones en las que existen distribuciones no

gaussianas.

De ser necesario podría recurrirse al uso de información de puntos de control en los que se conoce o se puede medir la reflectividad de la cubierta en forma directa, de manera de ajustar lo que recibe el satélite de estos puntos.

#### 4. Conclusiones y trabajos futuros

Se ha desarrollado con éxito un algoritmo que implementa la técnica de súper-resolución para aplicar a Imágenes Satelitales. El algoritmo es sencillo y de muy bajo costo computacional debido a que se utiliza sólo la porción de la imagen de interés. Los resultados obtenidos han demostrado su eficacia, no sólo a simple vista sino también a través de diferentes métricas de calidad [17-18].

Cabe destacar que la técnica desarrollada tiene importantes diferencias respecto de las aplicadas en secuencias de imágenes de video, debido a los procesos de captura de cada uno.

Se ha comprobado que una de las debilidades residuales en el proceso utilizado reside en la técnica de normalización utilizada. Por lo tanto se planifica investigar acerca de diferentes mecanismos para normalizar la secuencia de imágenes a partir de datos extraíbles de ellas mismas, de forma de mejorar los resultados que se obtengan al aplicar la técnica de Súper-Resolución implementada.

#### 5. Referencias

- [1] Chuvieco E. *“Fundamentos de la Teledetección Espacial”*. Ed. Rialp S.A., Madrid-España. 1994.
- [2] Sabins F. *“Remote Sensing: Principles and Interpretation”*. Third Edition. Ed. Freeman And Company. New York 2000.
- [3] Jensen J. R. *“Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective”*. Ed. Prentice Hall. 1996.
- [4] Tristan P., Wainschenker R., Doorn J. *“Súper – Resolución aplicada a Imágenes Satelitales”*. XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2005. Concordia, Entre Rios, Argentina, 2005.
- [5] Tristan P., Wainschenker R., Doorn, J. *“Super – Resolución: una técnica para incrementar la resolución espacial de Imágenes Satelitales”*. VII Workshop de investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2005. Rio IV, Córdoba. Julio de 2005.
- [6] Toygar A., Yucel A., Russell M. *“Super-resolution Reconstruction of Hyperspectral Image”*. IEEE Transactions on Image Processing. Vol 14 (11) pp 1960-1875, 2005.
- [7] Borman S. *“Topics in multiframe superresolution restoration”*
- [8] Segall C. A., Molina R., Katsaggelos A. K. *“High Resolution Images from a Sequence of Low Resolution and Compressed Observations: A Review”*. IEEE Signal Processing Magazine Vol 3. pp 37-48. 2003.
- [9] Elad M., Feuer A. *“Superresolution Restoration of an image Sequence: Adaptive Filtering Approach”*. IEEE Transactions on Image Processing. Vol 8. Nro 3, pp. 387-395. 1999.
- [10] Elad, M., Feuer A. *“Restoration of a Single Superresolution Image from Several Blurred, Noisy, and Undersampled Measured Images”*. IEEE Transactions on Image Processing. Vol 6. Nro 12. 1997.
- [11] Baker, S., Kanade, T. *“Limits on Super-Resolution and how to break them”*. IEEE Transactions on Pattern analysis and machine intelligence Vol. 24 Nro. 9, pp 1167 – 1183. 2002.
- [12] Huang, T., Tsay, R. *“Multiple frame image restoration and registration”*. Advances in Computer Vision and Image Processing Vol. 38, pp. 801-805. 1984.
- [13] Rees W. G. *“Physical principles of remote sensing”*. Ed. Cambridge University Press. 2001.

- [14] Sobrino J., **“Teledetección”**. Ed. AECl. Valencia 2000.
- [15] Jensen J. R. **“Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective”**. Ed. Prentice Hall. 1996.
- [16] Kondratyev K. Y. **“Radiation in the atmosphere”**. Ed. Nueva York: Academic Press, International Geophysic Series, vol. 12, 1969.
- [17] Behairy H. M., Khorsheed, M. S. **“Improving Image Quality in Remote Sensing Satellites using Channel Coding”**. Transactions on Engineering, Computing and Technology, Vol. 9, pp 34. 2005.
- [18] Yao L. **“Evaluation of Resolution Improvement for Super-Resolution Image”**. Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARS '05. Proceedings IEEE International, Vol. 5 pp. 3724-3727. 2005.

# Escalabilidad visual en grandes grafos\*

Dana K. Urribarri  
dku@cs.uns.edu.ar

Silvia M. Castro  
smc@cs.uns.edu.ar

Sergio R. Martig  
srm@cs.uns.edu.ar

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Tel: (0291) 459-5135 Fax: (0291) 459-5136  
Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

## Resumen

El crecimiento incesante del volumen de información y la necesidad de analizar e interpretar los datos para extraer conocimiento útil de ellos, hacen que la escalabilidad, en general, y la escalabilidad visual, en particular, sean de gran importancia al momento de evaluar y diseñar técnicas de visualización.

El principal objetivo del trabajo de investigación que está en desarrollo la exploración de nuevas técnicas que incrementen la escalabilidad visual de las representaciones existentes en el campo de la visualización de grafos, así como las interacciones que la soportan.

**Palabras Claves:** escalabilidad visual, interacciones, visualización de grafos, visualización de información.

## 1. Introducción

La información crece constantemente, no sólo en volumen sino también en diversidad. Es común encontrar información textual, por ejemplo noticias, e-mails y páginas webs, bases de datos, imágenes, como imágenes satelitales, datos relevados de sensores y videos, entre otros. Lamentablemente, estos datos no sólo son diversos, voluminosos y dinámicos sino que también son ambiguos e inciertos. Estas características hacen que se vuelva un desafío la tarea de proveer mecanismos para visualizar relaciones en la información y permitir a los analistas obtener conocimiento nuevo de los datos.

A pesar de la tecnología actual, las herramientas existentes no asisten lo suficiente a las habilidades humanas (que no cambian significativamente a lo largo del tiempo) para el procesamiento de volúmenes de información en constante aumento. Esto obliga a prestar mayor importancia a la *escalabilidad* y sus diferentes facetas [6]:

- *Escalabilidad visual*: capacidad de las representaciones visuales y de las herramientas de visualización de mostrar efectivamente grandes conjuntos de datos.
- *Escalabilidad de información*: capacidad de extraer información relevante de grandes flujos de datos.

---

\*El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/N015 y PGI 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

- *Escalabilidad de software*: capacidad de un sistema de software de manejar interactivamente grandes conjuntos de datos.
- *Escalabilidad analítica*: capacidad de los algoritmos matemáticos de manejar en forma eficiente grandes conjuntos de datos.

Sin olvidarnos de la escalabilidad de software, de gran importancia al momento de implementar herramientas de visualización, nosotros nos abocaremos a trabajar esencialmente en escalabilidad visual.

## 2. Escalabilidad visual

Dadas las limitaciones de la tecnología y de las habilidades humanas, son necesarias representaciones dinámicas y escalables visualmente.

Dependiendo de la técnica, y basándonos en diferentes mejoras en las metáforas subyacentes, se pueden agregar ciertas interacciones que, en principio, incrementarán su escalabilidad visual ([6]). A modo de ejemplo se detallan distintas técnicas de visualización paradigmáticas junto con intentos de aumentar su escalabilidad:

- *Gráficos de barras*: los atributos se pueden representar con la altura y el color de las barras, las barras se pueden apilar para incrementar la cantidad de atributos. Una forma de incrementar la escalabilidad puede ser cambiar dinámicamente a una nueva representación.
- *Landscapes*: los atributos se mapean a la altura, la forma y el color de glifos dispuestos en una grilla. El problema de la oclusión entre los elementos visuales se resuelve con el uso de transparencias u ordenamiento, entre otras posibilidades.
- *Visualizaciones de grafos*: se pueden representar atributos con el tamaño, el color y la forma del nodo, y en el ancho, el color y el patrón de los arcos que unen los nodos. La escalabilidad disminuye drásticamente a medida que la conectividad del grafo aumenta y los diagramados que minimizan la superposición priorizan la accesibilidad de los datos más que la estructura del grafo.
- *Scatterplots*: la escalabilidad disminuye con grandes cantidades de puntos debido a la superposición. Con animaciones e interacciones se ha logrado incrementar la escalabilidad visual ([4]).

En cuanto a las interacciones que incrementan la escalabilidad ([1]) se encuentran:

- *zoom y panning*
- *multi-resolución*: brindando en forma progresiva menos detalle a medida que la cantidad de datos aumenta,
- *selección*: permitiendo seleccionar subconjuntos de datos para reducir la complejidad visual,
- *etiquetado*: aplicando algoritmos de etiquetado que eviten el solapamiento y usen tamaños de fuente variables.

### 3. Objetivos de la investigación

Muchos conjuntos de datos pueden ser representados como grafos (por ejemplo redes sociales, tráfico en Internet, hipervínculos en Internet), donde los *nodos* representan las entidades objeto de estudio, y los *arcos*, relaciones entre estas entidades.

Uno de los problemas existentes en visualización de grandes grafos es la poca escalabilidad de los sistemas ([3]): a medida que crece la cantidad de nodos y enlaces las aplicaciones tienden a mostrar sólo la topología del grafo. Además, pocos sistemas explotan el uso de interacciones en estas visualizaciones ([5]).

El principal objetivo de este trabajo de investigación será explorar y definir estrategias e interacciones adecuadas que permitan aumentar la escalabilidad visual en la visualización de grafos. Este objetivo, además, nos obligará a definir métricas y metodologías que permitan evaluar la escalabilidad visual e incursionar en técnicas escalabilidad de software que se ajusten a nuestras necesidades.

### Referencias

- [1] Stephen G. Eick and Alan F. Karr. Visual scalability. Technical report, National Institute of Statistical Sciences, 2000.
- [2] Charles D. Hansen and Christopher R. Johnson, editors. *The Visualization Handbook*. Elsevier Academic Press, 2005.
- [3] Ivan Herman, Guy Melançon, and M. Scott Marshall. Graph visualization and navigation in information visualization: A survey. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 6(1):24–43, 2000.
- [4] Catherine Plaisant Jean-Daniel Fekete. Interactive information visualization of a million items. In *INFOVIS '02: Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis'02)*, pages 117–124. IEEE Computer Society, 2002.
- [5] Martín L. Larrea. Diagramado esférico. Master's thesis, Universidad Nacional del Sur, 2006.
- [6] James J. Thomas and Kristin A. Cook, editors. *Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics*. National Visualization and Analytics Center, 2005.
- [7] Beth Ann Yost. *The Visual Scalability of Integrated and Multiple Views for High Resolution Displays*. PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2005.

# Herramientas de Visualización para la Exploración de Datos

Sergio Martig – Silvia Castro  
Martín Larrea – Sebastián Escarza  
Dana Urribarri – Maximiliano Escudero – Luján Ganuza

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica  
Universidad Nacional del Sur

{srm, smc, mll}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Los recientes avances en la tecnología disponibles para la sociedad en general están generando inmensos conjuntos de datos. Estos conjuntos desafían la habilidad de las comunidades científica y no científica en lo referente a medir, analizar y visualizar datos. Al mismo tiempo, las computadoras se están convirtiendo en una herramienta cada vez más habitual en la vida de cada vez más personas. Esto sugiere una necesidad crítica de herramientas y ambientes que habiliten un análisis visual de los conjuntos de datos que sea efectivo y eficiente y que pueda adaptarse tanto a las necesidades de los usuarios como a las de los diseñadores de las técnicas en los distintos dominios de Visualización

## 1. Introducción

Una visualización exitosa puede reducir considerablemente el tiempo que se tarda en entender los datos subyacentes, en encontrar relaciones y en obtener la información que se busca. Para generar una visualización, es necesario un mapeo de los datos en el espacio cartesiano de dos o tres dimensiones, que represente las relaciones contenidas en los mismos de manera tan intuitiva como sea posible. Esto debe permitir al usuario de la visualización usar sus habilidades innatas para entender las relaciones espaciales. Encontrar una buena representación espacial de los datos es una de las tareas más difíciles en la visualización de información abstracta.

Las técnicas de Visualización no tratan de sustituir la capacidad humana en esta tarea de búsqueda de información sino que pretenden ser usadas para amplificar su efectividad. En este contexto, los datos a ser visualizados deben presentarse de modo tal que el sistema de percepción visual del usuario de la visualización sea estimulado para entender relaciones y reconocer patrones. Dicho usuario responde con una cierta técnica de interacción especificando, por ejemplo, cierta área de interés o cambiando los parámetros de vista. La visualización provee entonces realimentación al usuario y se establece entonces un ciclo interactivo. Esto se repite hasta que se encuentre la información buscada o hasta que, por ejemplo, el usuario elija una visualización alternativa.

La diversidad de aplicaciones que se benefician con Visualización de Información es grande y crece constantemente siendo actualmente un área de activo desarrollo. Así como los usuarios creativos empujan los límites de las herramientas actuales, los diseñadores serán presionados para proveer aún mayor funcionalidad.

El desarrollo del área de investigación es un gran aporte al desarrollo teórico básico, sumamente necesario, en el campo emergente de Visualización. Esto redundará sin duda en el beneficio de los diferentes dominios de aplicación.

En este sentido, podemos afirmar que los resultados obtenidos en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) serán de gran importancia para el desarrollo del sector de Software y Servicios Informáticos y de TICs.

## 2. Contexto de la Investigación

Debido a la gran variedad de dominios de Visualización, el desafío es diseñar un ambiente que permita a los usuarios llevar a cabo, de manera intuitiva, una variedad de tareas de visualización. Aunque diferentes dominios de aplicación requieren representaciones visuales distintas, muchos de éstos comparten operaciones de transformación de los datos y manipulaciones de los mismos que son similares a lo largo de todo el proceso de visualización.

En este contexto ya hemos desarrollado un Modelo Unificado de Visualización (MUV), que constituye un modelo de referencia para la Visualización; hemos analizado y categorizado las similitudes entre distintos dominios de aplicación y hemos caracterizado las interacciones que puedan tener lugar en las distintas etapas del proceso. Precisamente se tomará este modelo como punto de partida para el diseño de un ambiente de visualización, que:

- Brinde a los usuarios la posibilidad de utilizar técnicas de visualización que le permitan adquirir nuevos *insights* en sus datos mediante una completa interacción.
- Brinde a los diseñadores de Sistemas de Visualización un marco de referencia para generar, adquirir o adecuar datos, incorporar nuevas técnicas de Visualización y elementos de interacción, permitir incorporar elementos de historia, etc..
- Permita su descomposición con el objetivo de maximizar el aprovechamiento de recursos.

El desarrollo de un prototipo de una herramienta de Visualización como la planteada, teniendo como base el MUV propuesto previamente, puede ser potencialmente transferible a distintas áreas del sector productivo. Algunas de las posibles transferencias que se podrían realizar son a:

- Visualización aplicada a la WEB, a Bases de Datos, a Sistemas Distribuidos, a Conjuntos de Documentos Complejos, Ontologías, etc.
- Visualización en la WEB. Web Services para visualización.
- Interfaces WEB, multimodales, juegos y sistemas en general.

## 3. Objetivos

El objetivo general de este proyecto es la aplicación de los resultados obtenidos en el MUV que ya hemos elaborado como base para el desarrollo de una plataforma coherente que ofrezca funcionalidad dinámica adecuada para llevar a cabo tareas de análisis y visualización de datos. Las características relevantes de dicha plataforma deben ser la capacidad de conexión a fuentes de datos externas, la consideración de las restricciones temporales y los elementos de historia, la posibilidad de distribución de las tareas de los distintos subsistemas de un sistema de visualización, y el aseguramiento de la compatibilidad con los paquetes estándares existentes tanto gráficos como de visualización. La intención primaria es poder contar con un ambiente de Visualización que:

- Brinde a los *usuarios de Sistemas de Visualización* la posibilidad de utilizar técnicas de visualización que le permitan adquirir nuevos *insights* en sus datos mediante una completa interacción.

- Brinde a los *diseñadores de Sistemas de Visualización* un marco de referencia para generar, adquirir o adecuar datos, incorporar nuevas técnicas de Visualización y elementos de interacción, permitir incorporar elementos de historia, etc..

Así, podemos enunciar que los *subobjetivos generales* son:

- La determinación de los distintos tipos de operadores en el contexto de las distintas técnicas de Visualización, teniendo como base el modelo desarrollado previamente, alrededor de los distintos estados de los datos y sus transformaciones. Esto podrá usarse posteriormente para construir un sistema modular.
- Dado el marco que permite lograr el entendimiento del espacio de diseño de las técnicas de Visualización, la extracción de
  - las *operaciones* cruciales en cada técnica, mediante un análisis de las similitudes y las diferencias entre los operadores en diferentes dominios de datos y
  - las *interacciones* requeridas por cada técnica.
- A partir del MUV se procederá a incorporar la *semántica del proceso y al proceso de visualización*. Consideramos que esta tarea es crucial por un lado para plasmar la semántica del proceso, dirimiendo ambigüedades y definiendo un marco sólido de discusión y evaluación. Por otra parte contar con la semántica del proceso, permitirá asistir a los usuarios en la tarea de visualizar sus datos, minimizando la sobrecarga del proceso en si mismo y potenciando las capacidades de exploración y análisis de la información. En lo atinente a este subobjetivo proponemos
  - Generar una Ontología de Visualización
  - Explotar la semántica para brindar asistencia y guiar el proceso de visualización.
- Otro aspecto crucial es el de la *escalabilidad* no solo a nivel de los datos manipulables por la herramienta, sino de la escalabilidad visual de las representaciones generadas.
- Permitir que la herramienta o el ambiente de visualización opere de manera distribuida en la red. Para abordar este objetivo se ha comenzado a estudiar y diseñar *Servicios Webs de Visualización*.

Somos concientes que los subobjetivos planteados son ambiciosos, pero tenemos como meta la obtención de un prototipo operacional, teniendo en cuenta los resultados de las etapas previas y del análisis de usabilidad. Esto ayudará en el proceso de desarrollo permitiendo identificar los problemas potenciales de performance en forma temprana y permitiendo tener un prototipo en las primeras etapas del desarrollo. Para el prototipo se seleccionará un conjunto de técnicas generales de visualización que serán elegidas teniendo en cuenta que deben permitir visualizar grandes volúmenes de datos multidimensionales, considerando la escalabilidad de los mismos como un factor esencial. La interafaz de este prototipo tendrá en cuenta los distintos tipos de usuarios para los que fue diseñada y los asistirá en todas las etapas del proceso de Visualización mediante una interacción apropiada

Siguiendo los lineamientos definidos para los Sistemas de Visualización, nos centraremos en un dominio que, si bien es general, constituye un conjunto restringido del área de Visualización. El enfoque sobre un dominio particular ayudará a cubrir la distancia entre las propuestas teóricas y las aplicaciones de las mismas, constituyendo un modo de establecer el valor de las propuestas realizadas. Se trabajará en el área particular de Visualización de Grafos. Esta área de aplicación si bien es particular, es de gran potencialidad por ser el modelo subyacente en distintos dominios de aplicación.

## Bibliografia

- 1 Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B., *Readings in Information Visualization – Using Vision to Think*, Morgan Kaufmann, 1999.
- 2 Chi, E., *A Taxonomy of Visualization Techniques using the Data State Reference Model*, IEEE Visualization 2000, Actas en CD-Rom.
- 3 Connelly, Ch.S., *Towards An Understanding Of DCs Control Operator Workload*, Beville Engineering, Inc.
- 4 Hauser, H., Maktovik, K., Sianitzer, R., Gröller, E., *Process Visualization with Level of Details*, Proceedings of the Conference on Visualization 2002. IEEE Computer Society Press.
- 5 Charles D. Hansen and Christopher R. Johnson, editors. *The Visualization Handbook*. Elsevier, Academic Press, 2005
- 6 Keim D. A., Kriegel H.-P., Seidl T., *Supporting Data Mining of Large Databases by Visual Feedback Queries*, Proc. 10th Int. Conf. on Data Engineering, Houston, TX, 1994, pp. 302-313.
- 7 Kelly, P., Keller, M., *Visual Cues: Practical Data Visualization*, IEEE Computer Society Press, 1992.
- 8 Lamping, J., Rao, R., *The Hyperbolic Browser: A Focus+Context Technique for Visualizing Large Hierarchies*, Journal of Visual Languages and Computing, 7(1), pp. 33-55.
- 9 Martin, A., Ward, A., *High dimensional brushing for interactive exploration of multivariate data*, Proceedings of the Conference on Visualization 1995, pages 271–278. IEEE Computer Society Press.
- 10 Robertson, G., Card, S., Mackinlay, J., *Information Visualization Using 3D Interactive Animation*, Communications of the ACM, 36(4), pp. 56-71, 1993.
- 11 Strohbar, D.A., *Human Factors in Distributed Process Control*, Belville Engineering, Inc.
- 12 Thomas, James J. and Cook, Kristin A., editors. *Illuminating the Path: The Research and Development*. Agenda for Visual Analytics. National Visualization and Analytics Center, 2005.
- 13 Tufte, E.R., *The Visual Display of Quantitative Information*, Cheshire, CT Graphics Press, 1983.
- 14 Tufte, E.R., *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*, Cheshire, CT Graphics Press, 1997.
- 15 Wong P.C., Bergeron R.D., *30 Years of Multidimensional Multivariate Visualization*, Proc. Workshop on Scientific Visualization, IEEE Computer Society Press, 1995.

# Medición de la Dimensión Fractal Local en Superficies

Andrea Silveti y Claudio Delrieux<sup>1</sup>

Depto. Ing. Eléctrica y Computadoras — Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253

<sup>1</sup>Autor para contacto [claudio@acm.org](mailto:claudio@acm.org) (Parcialmente financiado por SECyT-UNS)

## 1. Introduction

La dimensión fractal local en superficies ha demostrado ser una técnica cuantitativa muy poderosa en el procesamiento de imágenes. Su utilización como descriptor local para diferentes propósitos de procesamiento es bastante extensa, y se destaca por ser un estimador notablemente robusto frente a los defectos y alteraciones presentes en la mayor parte de las tecnologías de adquisición de imágenes. Podemos mencionar aplicaciones de los estimadores fractales como descriptores locales para segmentación en imágenes de sensado remoto (satélites ópticos y SAR), imágenes médicas (PET, CAT, ultrasonido), visión robótica e industrial, etc. [7, 1, 3].

La dimensión fractal en general es un exponente que relaciona la autoinvariancia afín o autosimilitud estadística frente a cambios de escala [2, 4]. En funciones o conjuntos no definidos determinísticamente, su medición se realiza usualmente por medio del ajuste por regresión, en un espacio logarítmico, de magnitudes directas (perímetro, área, variancia) o indirectas (ocupación, amplitud espectral) respecto a la escala de medición de dichas magnitudes [6, 5].

La dimensión fractal local requiere realizar dicha regresión en un entorno reducido. En imágenes este entorno típicamente incluye una *ventana* centrada en el pixel cuya estimación se desea realizar. El tamaño de la ventana es uno de los parámetros computacionales que determina la posible precisión de la estimación. Mayores ventanas implican mejores precisiones, con un costo computacional más alto. Por otro lado, la precisión del método no está siempre relacionada con la *exactitud*. Para algunos propósitos, una evaluación predeciblemente diferenciada de la dimensión fractal local es suficiente, aunque los valores exactos no se conozcan.

Los métodos más usuales para evaluar la DF local son la DF box, el exponente de autocorrelación de Hurst, o la transformada de Fourier. Todos estos métodos son en

realidad generalizaciones de métodos en una dimensión, aplicados a dimensiones mayores. La DF box se basa en estimar la correlación de la cantidad de discos de radio  $r$  visitados por el conjunto, cuando  $r$  tiende a cero. Este método es el más sencillo de implementar computacionalmente, pero aplicado a imágenes requiere una binarización previa, lo cual altera los resultados a obtener. Además, como se trata de una dimensión de ocupación, los valores finales están entre 0 (punto) y 2 (plano), lo cual no es adecuado para caracterizar funciones 2D.

El exponente de autocorrelación de Hurst  $H$  caracteriza a una función de acuerdo a cómo se puede estimar su variancia  $\Delta V$  dentro de entornos  $r$  de tamaño decreciente, de manera de obtener un ajuste de la forma  $\Delta V = \Delta r^H$ . Es posible mostrar que la dimensión fractal de la función es  $D = 2 - H$  con  $0 \leq H \leq 1$ . Si bien este exponente es sencillo de calcular, para estimaciones locales se requieren entornos muy grandes para evitar la inestabilidad numérica del método.

La estimación espectral de la dimensión fractal se basa en ajustar el espectro logarítmico de Fourier de la función con una regresión lineal de forma  $E(F) = \frac{1}{F^\beta}$ . Es posible mostrar que la dimensión fractal de la función es  $D = \frac{5-\beta}{2}$  con  $1 \leq \beta \leq 3$ . Este método es computacionalmente muy costoso, y es muy sensible a la presencia de ruido espectralmente uniforme (blanco o rosa). Para estimaciones locales de la dimensión fractal es prohibitivo dado que para obtener resultados significativos se requieren ventanas locales de tamaño mucho mayor que en los otros métodos.

En este trabajo desarrollamos una variante del método basado en el exponente de Hurst, pero adaptado a superficies. Comparamos nuestro método con respecto al método de Hurst tradicional, obteniendo una estimación local de la dimensión fractal mucho más precisa y exacta, la cual es además robusta con respecto al tamaño de la ventana local.

## 2. Descripción del método

El método desarrollado en este trabajo se basa en la determinación del exponente de autocorrelación de la luminancia en imágenes  $H = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(r)}$ , donde  $\Delta V$  representa la variancia de la luminancia dentro de un disco de radio  $r$ . La manera en la que se computa tradicionalmente este método en imágenes consiste en tomar discos de radios decrecientes, y evaluar la regresión del  $\Delta V$  dentro del disco, en función del radio  $r$ . Es fácil observar que ésta es una relación unidimensional (un incremento  $\Delta r$  del radio involucra agregar al entorno un grupo de  $2\pi\Delta r$  pixels), y que varía en forma inversamente proporcional a la dimensión fractal (dado que el exponente para la dimensión fractal se computa con la regresión de  $\lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(\frac{1}{r})}$ ). Por dicha razón es que por definición la relación entre la dimensión fractal de la función de luminancia de una imagen, y su coeficiente de autocorrelación es  $D = 3 - H$ , dado que  $H$  varía inversamente con la variancia de la función.

Nuestra idea consiste en desarrollar un método que sea genuinamente 2D. Básicamente, la diferencia consiste en que nuestro método considera la regresión entre  $\Delta V$  y  $r$  para todos los pixels que están a una distancia  $r$  dentro de la ventana. El método desplaza una ventana de  $n \times n$ , con  $n$  impar, sobre cada píxel de la imagen para calcular la DF local del mismo. Busca la máxima variación de luminancia  $\Delta V = |L_i - L_j|$  entre dos pixels  $i, j$  dentro la ventana tales, que  $i$  y  $j$  están a distancia  $r$ . En este caso en particular, usamos distancia norma uno, y por lo tanto hacemos la regresión entre  $\Delta V$  y  $r$ , para valores de  $r$  entre 1 y  $2n - 2$  que es la máxima distancia norma uno entre dos pixels cualesquiera de la ventana.

Es importante destacar que, si bien nuestro método se deriva del exponente de autocorrelación, tiene dos grandes diferencias respecto al mismo, las cuales explican las ventajas comparativas que podemos exhibir. La primera diferencia es que el método tradicional utiliza norma Euclídea, y por lo tanto al crecer  $r$  se van incorporando a la medición los pixels que están a distancia  $r$  del pixel central de la ventana (aquel cuya DF estamos midiendo). Por lo tanto, dentro de una ventana cuadrada de  $n \times n$ , el método puede considerar solo pixels que están a  $\sqrt{2}n$  como máximo, mientras que nuestro método permite considerar pixels que están a  $2n - 2$ . Por lo tanto, a igual tamaño de ventana, nuestro método tiene muchas más entradas en la tabla para calcular el exponente por regresión.

Por otro lado, en nuestro método la cantidad de pares de pixels a considerar crece cuadráticamente con el tamaño de la ventana, haciendo mucho más robusta la medición, mientras que en el método tradicional solo se agrega una circunsferencia de  $2\pi r$  nuevos pixels. Por lo tanto nuestro método es genuinamente 2D y no la extensión de un método 1D por rotación. Nuestro coeficiente de autocorrelación relaciona la variancia de la luminancia con respecto al cuadrado de la distancia entre pixels.

$$H' = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(r^2)} = \frac{1}{2} \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log(\Delta V)}{\log(r)} = \frac{1}{2} H.$$

### 3. Resultados obtenidos

Para comparar nuestro método con los métodos tradicionales de cómputo de la DF local, utilizamos una imagen sintética compuesta por 9 regiones, cada una de las cuales fue generada con el algoritmo de desplazamiento aleatorio del punto medio, con una DF diferente entre 2 y 3 (ver Fig 1). A dicha imagen se le aplicó la medición local de la DF, y el resultado se muestra en falso color.

En la Fig. 2 se aprecian los resultados de aplicar la dimensión fractal local utilizando nuestro método, y el método tradicional de Hurst (tal cual es descrito por ejemplo en [5]). Esta medición se realizó para diferentes tamaños de ventanas desde  $3 \times 3$  hasta  $9 \times 9$ . La dimensión fractal local se muestra en falso color, cuya escala varía entre  $D=2$  (verde) y  $D=3$  (rojo).

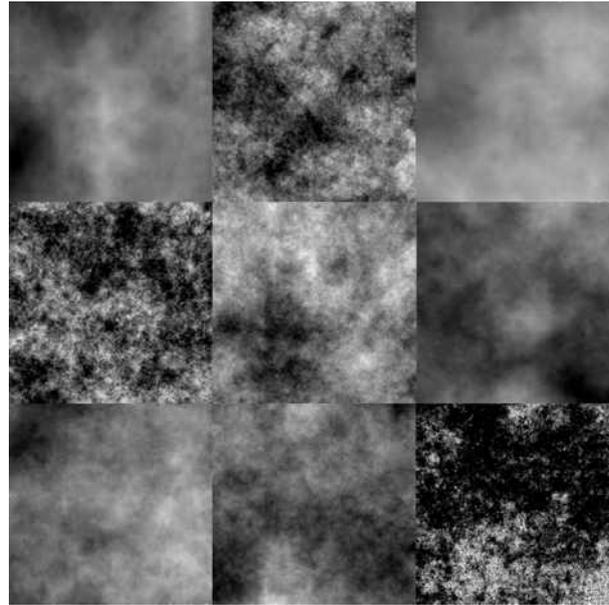


Figura 1: Imagen de prueba. Cada una de las 9 regiones tiene una dimensión fractal entre 2.1 y 2.9.

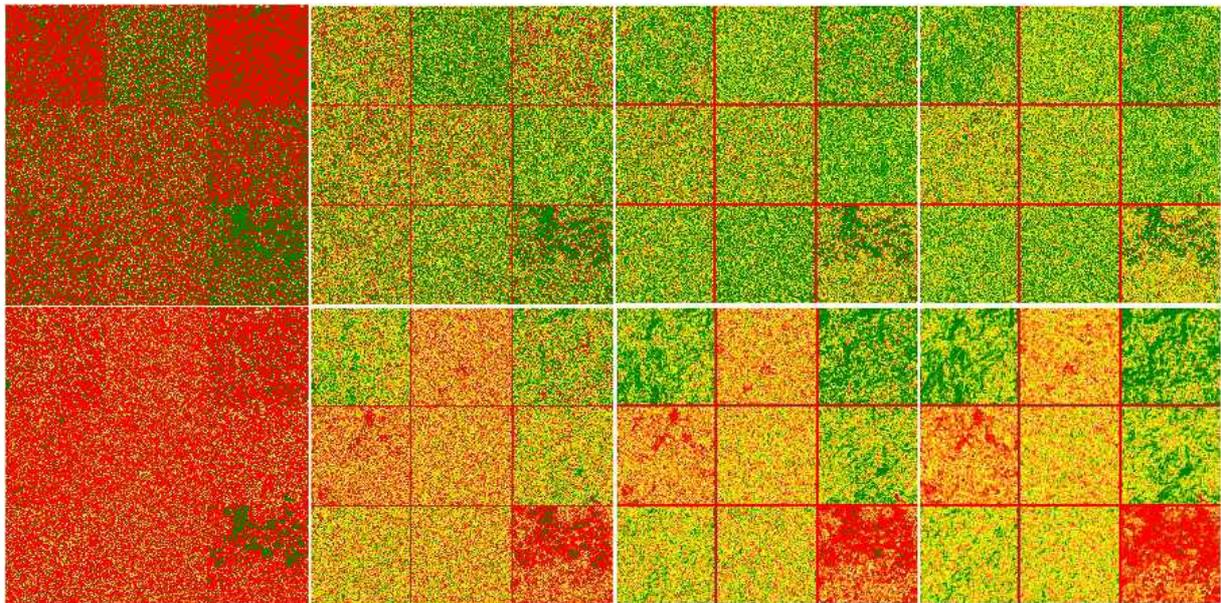


Figura 2: Dimensión fractal local en la imagen de la Fig. 1. Fila superior: el método de Hurst tradicional para ventanas de  $3 \times 3$  a  $9 \times 9$ . Fila inferior: el método presentado aquí con idénticos tamaños de ventana. La escala de color varía de  $D=2$  (verde) a  $D=3$  (rojo).

Para establecer una comparación en la precisión y exactitud de ambos métodos, en la Tabla 1 se consignan los resultados obtenidos en los dos grupos de mediciones, promediando la dimensión fractal local en el cada uno de los nueve sectores. Es posible observar que el método presentado en este trabajo se ajusta muy adecuadamente a la dimensión fractal original de cada uno de los sectores.

Sector		Método Tradicional				Nuestro Método			
Ubicación	D. F.	3 × 3	5 × 5	7 × 7	9 × 9	3 × 3	5 × 5	7 × 7	9 × 9
sup. izq.	2.2	2.45454	2.25136	2.11118	2.12723	2.795	2.4121	2.2466	2.2364
sup. ctro.	2.7	2.23018	2.2949	2.26722	2.32922	2.8707	2.6786	2.6208	2.6338
sup. der.	2.1	2.58144	2.28328	2.10751	2.11289	2.73	2.3822	2.1968	2.1842
med. izq.	2.8	2.20419	2.27694	2.26315	2.33324	2.8534	2.7214	2.6877	2.7077
med. ctro.	2.6	2.24103	2.28944	2.24601	2.29766	2.8677	2.6405	2.5645	2.5713
med. der.	2.3	2.36003	2.2474	2.14693	2.17638	2.8239	2.4878	2.3482	2.3427
inf. izq.	2.4	2.29048	2.27389	2.19373	2.23275	2.8505	2.5566	2.4416	2.4401
inf. ctro.	2.5	2.26432	2.28044	2.21889	2.26572	2.8599	2.5984	2.5017	2.5033
inf. der.	2.9	2.05513	2.0544	2.02414	2.10867	2.6035	2.7484	2.825	2.8739

## Referencias

- [1] C. Delrieux and R. Katz. Image Segmentation Through Automatic Fractal Dimension Classification. In *Argentine Symposium on Computing Technology*, Buenos Aires, 2003. 32 JAIIO, Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa,.
- [2] B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature*. W. H. Freeman, New York, 1983.
- [3] Yamashiro P. Fractal Analysis of MRI. Technical Report Medical Sciences Lab., University of Washington, Seattle, 1997.
- [4] H.-O. Peitgen and D. Saupe. *The Science of Fractal Images*. Springer-Verlag, New York, 1986.
- [5] J. C. Russ. *Fractal Images*. Plenum Press, 1993.
- [6] J. C. Russ. *The Image Processing Handbook*. CRC Press, Boca Raton, FL, third edition, 1999.
- [7] T. Wang, D. Li, C. Q. Zheng, and Y. Zheng. Segmentation of medical ultrasonic image using fractal. In J. Zhou, A. K. Jain, T. Zhang, Y. Zhu, M. Ding, and J. Liu, editors, *Proc. SPIE Vol. 3545, p. 496-499, International Symposium on Multispectral Image Processing (ISMIP'98), Ji Zhou; Anil K. Jain; Tianxu Zhang; Yaoting Zhu; Mingyue Ding; Jianguo Liu; Eds.*, pages 496–499, September 1998.

# Ontologías de Visualización

**Sebastián Escarza Silvia Castro Sergio Martig**

Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación - Universidad Nacional del Sur  
Av. Alem 1253 – 8000 – Bahía Blanca – Buenos Aires – Argentina  
Tel: 4595101 - Interno: 2618  
{se, smc, srm}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

La Visualización de Información ha alcanzado un estado de desarrollo en el cuál se han identificado los componentes y procesos esenciales y comunes a toda Visualización. En este contexto se han planteado muchos modelos de referencia para contribuir al desarrollo más sistemático de las herramientas del área. La incorporación de una semántica bien definida en el proceso de Visualización, permitiría formalizarlo estableciendo un vocabulario común en el cuál los usuarios planteen sus requerimientos y los diseñadores de herramientas de visualización puedan expresar las transformaciones de los datos desde su obtención hasta la obtención la vista, las operaciones que deben proveerse y las formas de interacción posibles entre los usuarios y la visualización. La incorporación de información acerca del propio proceso de Visualización en las herramientas permitiría, además, lograr una asistencia al usuario más efectiva durante la construcción de la representación visual. Para dotar de semántica al proceso de visualización se hace necesario incorporar ontologías. En este trabajo se propone la construcción de una ontología de visualización que contribuya a definir formalmente los conceptos que conforman la teoría de base, que provea un vocabulario común y bien definido para el desarrollo de visualizaciones y que haga posible al software utilizar sus conceptos y relaciones para asistir al usuario durante el proceso de construcción de la representación visual.

**Palabras Clave:** Visualización – Visualización de Información – Ontología

## Introducción

La Visualización de Información ha venido sufriendo un gran desarrollo en los últimos años motivada principalmente por la necesidad creciente de contar con técnicas que permitan abordar la problemática relativa al análisis y manipulación efectiva de volúmenes de información cada vez mayores. Detrás del objetivo de contar con metodologías más sistemáticas para el desarrollo de visualizaciones, mucho camino se ha recorrido desde los primeros intentos aislados de herramientas. A partir de eso, ha sido posible comenzar a identificar tareas propias del proceso de visualización que son comunes a todas las herramientas del área. Estos esfuerzos son el paso previo para el desarrollo de marcos de trabajo comunes que permitan caracterizar las transformaciones que los datos deben sufrir desde su obtención hasta la generación de la vista. Los modelos proporcionados por estos marcos de trabajo, brindarán un vocabulario común en el que los usuarios de los diversos dominios de aplicación expresen sus necesidades y en el contexto del cual los diseñadores de herramientas de visualización puedan expresar las transformaciones del proceso.

Paralelamente a los avances en materia de Visualización, y motivado en gran medida por el proyecto conocido como la Web Semántica [W3C], han surgido un conjunto de tecnologías destinadas a dotar de semántica a la información. Si bien, toda la información posee semántica asociada, se ha avanzado mucho en el desarrollo de tecnologías que permitan expresar explícitamente la misma con el objetivo último de lograr que la información sea útil en igual medida para humanos y agentes inteligentes. Si se estructura la información de manera que pueda ser accedida de manera uniforme y se provee un marco para definir recursos y sus relaciones, sobre

ello es posible definir ontologías y se tiene la base necesaria para especificar formalmente el significado de la información.

Las ontologías constituyen bases de conocimiento estructuradas en las cuales se modelan conceptos, sus características (atributos) y relaciones. Son una especificación formal de contenido (semántica), un conjunto de conceptos que puede ser utilizado por agentes para dialogar en un lenguaje común ya que modelan un determinado dominio de manera rigurosa. De esta manera las ontologías cobran un papel importante a la hora de dotar a un sistema de meta-información. Se pueden utilizar para especificar información sobre la semántica de las entidades de un sistema de manera que el mismo sistema pueda utilizarla.

La introducción de ontologías en Visualización de Información puede abordarse en dos frentes. Por un lado, el uso de ontologías daría a los usuarios la posibilidad de proveer los datos de su dominio de aplicación con semántica asociada. Dicha semántica, además de ser potencialmente visualizable, podría ser utilizada para conducir el proceso de visualización hacia representaciones visuales en las cuales se explote el significado de los datos y se refleje de manera más adecuada el espacio de información a explorar.

Por otro lado, la introducción de ontologías en el modelo de visualización mismo, permitiría a un agente conducir el proceso de visualización al contar con una semántica clara acerca de las decisiones que puede tomar y se lograría de esta manera brindar asistencia al usuario durante la construcción de la representación visual. El contar con una semántica rigurosa para el modelo de datos de la visualización, las transformaciones, estados intermedios y las diferentes técnicas aplicables también permitiría definir el vocabulario común a usuarios y diseñadores antes mencionado, logrando el doble beneficio de, por un lado, establecer una vía de comunicación inteligible entre quienes plantean los requerimientos y quienes diseñan las visualizaciones y, por el otro, avanzar hacia la definición de metodologías de construcción de visualizaciones más sistemáticas.

## **Antecedentes**

Si bien actualmente no se cuenta con resultados consensuados con respecto a una Ontología de Visualización, la comunidad científica en general reconoce la necesidad de contar ésta. Los primeros trabajos en la búsqueda de dicha ontología fueron realizados por Ken Brodrie et. al. [VO04]. Estos trabajos constituyen el primer intento serio y pueden considerarse un importante punto de partida para nuestro desarrollo.

## **Ontologías y OWL**

Tom Gruber define a las ontologías como “una especificación explícita de una conceptualización.”. Las ontologías constituyen bases de conocimiento estructuradas en las cuales se modelan conceptos, instancias, sus atributos y relaciones. Dichos conceptos, instancias, atributos y relaciones tienen contrapartes directas en el dominio que se intenta modelar, las cuales conforman la conceptualización antes mencionada. Las ontologías son una especificación formal de contenido (semántica), un conjunto de conceptos que puede ser utilizado por agentes para dialogar en un lenguaje común ya que modelan un dominio de manera rigurosa. La definición de la semántica de una ontología se sustenta sobre formalismos basados en la lógica quienes brindan los axiomas y las reglas de inferencia necesarios para derivar información a partir de la ontología.

La definición de una ontología puede realizarse de diversas maneras debido a la existencia de varios lenguajes de ontologías. Ante este abanico de posibilidades la adopción de estándares maduros bien establecidos y aceptados, resulta importante. En este sentido, la utilización de OWL como lenguaje para la especificación de la ontología resulta muy conveniente debido a la gran disponibilidad de herramientas y utilidades existentes y en desarrollo hoy en día.

OWL es el lenguaje de ontologías propuesto por el W3C [W3C] y constituye un pilar fundamental de la Web Semántica, un proyecto para proveer de semántica a la Web actual. OWL descansa sobre otras tecnologías como XML, XML Schema, RDF y RDF Schema, y juntos permiten dotar de estructura a los documentos y definir recursos interrelacionados con semántica explícita. Todas estas tecnologías constituyen estándares abiertos, ampliamente probados y aceptados.

Sin duda, el principal atractivo de la utilización de una ontología es la posibilidad de razonar y derivar conclusiones a partir de ella. Para ello, es necesario contar con un mecanismo de razonamiento capaz de procesar la ontología, validarla (chequear potenciales inconsistencias) y responder consultas en base a la semántica de la misma. En este sentido se definen tres sublenguajes de OWL: OWL Lite, OWL DL y OWL Full de acuerdo a la complejidad computacional que tiene la construcción de un razonador completo para ontologías. Debido a que brinda la mejor combinación entre poder expresivo y complejidad de razonamiento, OWL DL es el lenguaje a adoptar en este trabajo.

## **Contexto de la Investigación**

El trabajo se llevará a cabo en el contexto de los trabajos realizados en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur. Actualmente, el laboratorio lleva a cabo investigaciones en diferentes técnicas de Visualización de Información entre las que podemos citar Visualización de Grafos, Scatterplots y Coordenadas paralelas; aplicadas a diversos dominios como por ejemplo Visualización de Argumentaciones Rebatibles, Visualización de Bases de Datos y Sistemas de Información Geográfica, entre otros. Este contexto de desarrollo provee dominios de aplicación variados en el cual validar el desarrollo de una Ontología de Visualización que sea lo más general posible.

## **Objetivo de la Investigación**

El objetivo de este trabajo consiste en la definición de una ontología inicial de visualización. Dicha definición se basará en el Modelo Unificado de Visualización (MUV) [MCFE03], un modelo conceptual que provee el marco necesario para el diseño y la construcción de visualizaciones.

En una primera etapa, se planea realizar la definición de los conceptos de más alto nivel. Los estados intermedios y transformaciones del modelo, así como los operandos y operadores involucrados en el proceso de visualización, deberán mapearse a conceptos y relaciones en la ontología, constituyendo un modelo de datos en término del cual será posible implementar visualizaciones y agentes que utilicen dicha información de manera provechosa. También en relación con el MUV, deberá plantearse como parte de la ontología, un conjunto de conceptos y relaciones destinado a modelar las interacciones que la visualización podría proveerle al usuario.

En una segunda instancia, se incrementará el nivel de detalle de la ontología, incluyendo los conceptos y relaciones propias de cada etapa. Se definirá un modelo de datos ontológico para las etapas iniciales, se especificarán las diferentes formas de mapear visualmente los diversos tipos de datos del usuario y se modelarán las principales técnicas de visualización desde una óptica lo más general y uniforme posible pero sin perder las características distintivas de cada una de ellas.

Para la definición de la ontología es importante seguir un enfoque iterativo en el cual a medida que se avance en el desarrollo se refinen los conceptos antes planteados. También es fundamental validar los conceptos en la ontología a medida que se introducen con el propósito de no arribar a ontologías inconsistentes impidan la posibilidad de procesarlas automáticamente y razonar sobre ellas.

Durante el proceso de desarrollo de la ontología es fundamental analizar otros trabajos relacionados a fin de evaluarlos y compararlos con el nuestro. Resulta importante fortalecer las similitudes y analizar las diferencias de manera de lograr consenso en la comunidad científica y orientar los esfuerzos en una dirección común. En este sentido el análisis de trabajos similares, de diferentes modelos de datos y su utilización y aceptación generalizada son factores clave a tener en cuenta.

Adicionalmente, se contempla la implementación de prototipos de herramientas de visualización con el objeto de evaluar de manera pragmática las definiciones planteadas de manera de realizar los ajustes necesarios en etapas tempranas y en concordancia con el enfoque iterativo mencionado. Para el desarrollo del software se tendrá especial cuidado en priorizar enfoques modulares que faciliten la incorporación e interoperabilidad de componentes de software. Esto tiene vital importancia en un entorno de experimentación y evaluación como el que se pretende lograr.

## Agradecimientos

Este desarrollo es parcialmente financiado por los PGI 24/N015 y 24/Zn12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina y el PICT 2003 N° 15043, ANPCyT, SeCyT, Argentina.

## Referencias

- [DB05] D. Duke, K. Brodlie, *Visualization Viewpoints*, IEEE Computer Graphics and Visualization journal, May/June 2005, Volume 25, Number 3, pp. 6-9.
- [DBD] D. Duke, K. Brodlie, D. Duce, *Building an Ontology of Visualization*. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9449/29999/01372256.pdf>.
- [GC02] V. Geroimenko, C. Chen (Eds). *Visualizing the Semantic Web – XML-based Internet and Information Visualization*, Springer Verlag, 2003, Second Print.
- [MCFE03] S. Martig, S. Castro, P. Fillotrani, E. Estévez, *Un Modelo Unificado de Visualización*, Proceedings, pp. 881-892, 9° Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 6 al 10 de Octubre de 2003. La Plata. Argentina.
- [VO04] Reporte del *Visualisation Ontology Workshop* realizado en Nacional e-Science Centre el 7 y 8 de Abril de 2004. <http://www.nesc.ac.uk/esi/events/393/>
- [W3C] Documentos y recomendaciones del sitio <http://www.w3c.org> (World Wide Web Consortium).

# QAntenna: una Aplicación Multiplataforma para el Análisis y Visualización de Antenas y Patrones de Radiación

Gustavo González<sup>1</sup>, Lisandro Pérez Meyer<sup>1,3</sup>, Pablo Odorico<sup>2</sup>, Ricardo Coppo<sup>1</sup>  
y Claudio Delrieux<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. Ing. Eléctrica y Computadoras — Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253

<sup>2</sup>Depto. Cs. e Ing. de Computación — Universidad Nacional del Sur, Av. Alem1253

<sup>3</sup>Autor para contacto [perezmeyer@gmail.com](mailto:perezmeyer@gmail.com)

## 1. Introducción

QAntenna es un programa multiplataforma desarrollado para proveer una herramienta para la visualización, análisis y diseño de elementos radiantes de ondas electromagnéticas (antenas) y sus patrones de radiación asociados. El patrón de radiación de una antena es una función que modela de qué manera dicha antena emite o recibe la potencia (comúnmente el campo eléctrico). Estas funciones son típicamente  $5D \times 1V$ , es decir, son funciones escalares cuyo valor depende de la posición y dirección. En modelos simplificados puede plantearse un análisis isotrópico respecto de la dirección de radiación del campo, con lo cual el patrón de radiación se modela como una función escalar tridimensional. La dificultad en su análisis y visualización radica no solo en la complejidad geométrica, sino también en la variación del patrón de radiación con respecto a parámetros relevantes, como por ejemplo la frecuencia de alimentación, el material de la antena y la disposición de sus partes, la configuración de los planos de tierra, etc. Esta complejidad es notable aún en antenas sencillas y bien estudiadas. [4, 8].

Esta complejidad afecta al diseño, análisis y testeo de antenas, dado que los modelos matemáticos son excesivamente complejos como para una solución analítica cerrada. La resolución numérica de dichos modelos, por otra parte, genera un volumen de resultados que resulta poco práctico para poder entender o visualizar de una manera sencilla las propiedades geométricas del patrón de radiación de una antena específica, y sus parámetros derivados (direccionalidad, eficiencia, relación de ondas estacionarias, etc.).

Durante años los diseñadores tuvieron que trabajar con bocetos y/o cortes de patrones simplificados realizados a mano a partir de deducciones teóricas de algunas propiedades fundamentales altamente idealizadas de los elementos radiantes. Esto llevó a la elaboración de *cartas* estandarizadas como auxilio al diseño, el cual devino en un procedimiento puramente empírico basado en prueba y error. Si bien las antenas constituyen elementos específicos dentro de los sistemas de comunicaciones, igualmente el diseño por prueba y error es muy costoso y lento dado el instrumental requerido y la gran cantidad de mediciones que conlleva, y el alto error experimental. Este estado de la tecnología, por otra parte, restringe el diseño de antenas a laboratorios altamente equipados y con personal especializado, quedando instituciones como las Universidades relegadas a impartir un conocimiento únicamente teórico y desligado de la experiencia.

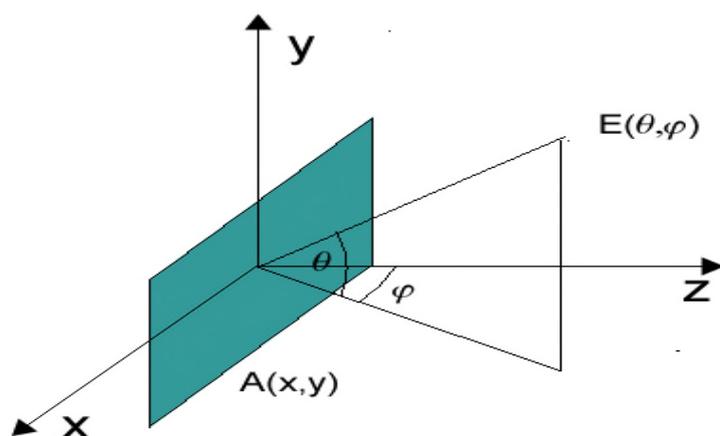


Figura 1: Geometría de la radiación electromagnética.

La simulación numérica es evidentemente una alternativa atractiva para el diseño y análisis de patrones de radiación de antenas. Uno de los primeros y mas famosos programas fue el NEC[2], desarrollado en los 80's para uso militar, que permite modelar antenas tipo cable o de superficie. Los primeros programas eran complejos y costosos, requiriendo de los usuarios amplios conocimientos de propagación y radiación de ondas electromagnéticas, quedando también fuera del alcance económico de la mayoría de las instituciones y personas. Con el paso del tiempo surgieron algunas implementaciones más útiles y versátiles, como Antennavis [7], basadas en el NEC, que permitió a personas sin demasiado conocimiento ni recursos, ver con bastante precisión el patrón de radiación de las antenas que estaban estudiando o diseñando. Con el paso del tiempo, Antennavis fue quedando obsoleto y hoy en día su mantenimiento se limita a la corrección de bugs.

En este marco, se decidió programar QAntenna, un proyecto de software libre que trata de ocupar el lugar del Antennavis, mejorando algunos aspectos en la visualización de los patrones y con una interfaz aún más amigable, que facilite la manipulación de las antenas y los patrones. Las decisiones que tuvimos en cuenta durante el diseño de QAntenna fueron, por un lado que el sistema fuera software libre y multiplataforma, para incluir a la mayor parte de usuarios potenciales. Por otro lado, que la aplicación implemente los conceptos más potentes de Visualización Científica [5], para poder dotarla de la mayor versatilidad y facilidad de uso. En las siguientes secciones describiremos los aspectos salientes de QAntenna y las funcionalidades futuras que están siendo incorporadas.

## 2. Descripción de QAntenna

La intensidad de un campo eléctrico obtenido en un punto del espacio  $E(\theta, \phi)$  producido por una antena es función de la amplitud y de la fase de la distribución espacial de corriente sobre una superficie radiante denominada apertura de la antena ( $A(x, y)$ ) (ver Fig. 1).  $E(\theta, \phi)$  puede ser hallada integrando las contribuciones de elementos radiantes diferenciales de  $A(x, y)$  ponderados por un factor que adelanta o retarda la fase en función de la posición del observador con respecto al eje de referencia [8].

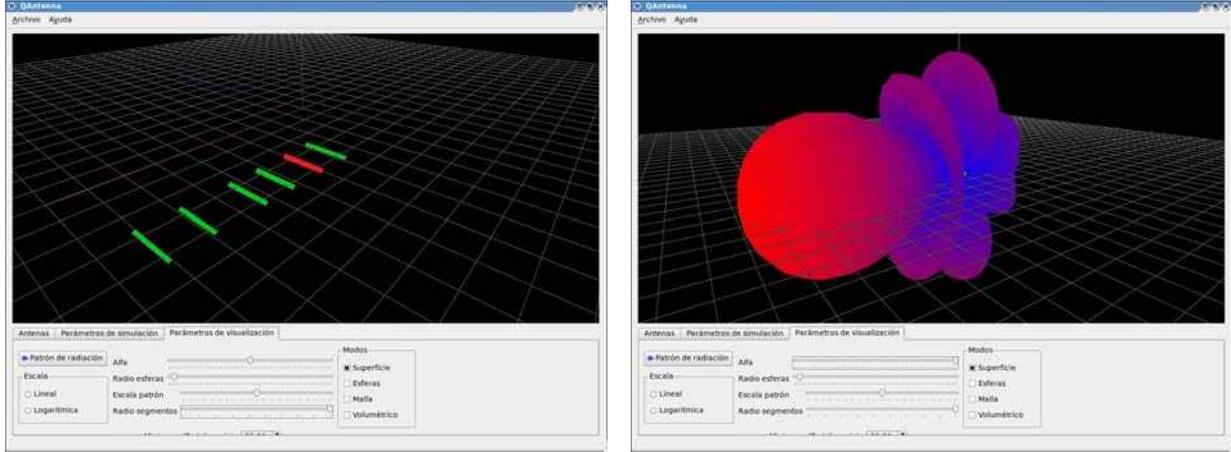


Figura 2: (a) Confección de la antena ubicando los elementos, y (b) el patrón de radiación obtenido.

$$E(\theta, \phi) = \int \int_A A(x, y) e^{2\pi i(\frac{x}{\lambda} \sin \phi + \frac{y}{\lambda} \sin \theta)} dx dy$$

Por su complejidad esta integral normalmente se resuelve por métodos numéricos o por medio de simplificaciones en la forma de de la superficie radiante. El ploteo de la intensidad del campo magnético  $E(\theta, \phi)$  define el patrón de intensidad del campo eléctrico.  $E^2(\theta, \phi)$  define el patrón de la potencia transmitida. El Numerical Electromagnetic Code versión 2 (NEC2) [3] utiliza el método de los momentos para convertir la función integral definida más arriba en un sistema de ecuaciones lineales simultáneas, las cuales pueden resolverse numéricamente [4]. NEC2 utiliza dos ecuaciones integrales, una especializada para superficies suaves y otra en alambres, proveyendo un modelado preciso de un gran rango de estructuras. NEC2 fué desarrollado bajo contrato con la Armada de los EEUU de Norteamérica en el laboratorio Lawrence Livermore [1] por G. J. Burke, A. J. Poggio *et. al.* [2]. El código fue originalmente escrito con una mezcla de FORTRAN y OCCAM, y difícil de modificar. Mas adelante, el programa fuente se recodificó en C++ haciéndolo modular y con doble precisión por T. C. A. Molteno y N. Kyriazis [3]. Dicho código, denominado NEC++, es de dominio público y es utilizado por nuestro programa para realizar el cálculo numérico de las antenas.

La descripción de las antenas en nuestra herramienta se realiza en un archivo de texto en formato de cartas, según [2]. El programa lee este archivo y renderiza la estructura de la antena. Al requerir el análisis de la antena, se llama a NEC2++ para que genere un archivo de análisis el cual luego se lee, generando así la información necesaria para renderizar el patrón de radiación. La interfaz gráfica del programa se muestra en un widget OpenGL bajo el cual se encuentra el panel de control. Este último se encuentra dividido en solapas según las características de los distintos parámetros disponibles. En la primer solapa se realiza el manejo de las distintas antenas, pudiendo agregarlas y quitarlas. Luego de agregar una antena, es posible cambiar la frecuencia de simulación a través de la opción a tal fin en la pestaña “Parámetros de simulación”. Por último, en la solapa “Parámetros de visualización” se puede calcular el patrón de radiación con el botón homónimo. Una vez calculado, puede visualizarse el mismo mediante diferentes metáforas visuales (ver más abajo).

El programa se utilizó para el desarrollo de un enlace WiFi punto a punto. Para el mismo se debían desarrollar dos antenas del tipo Yagi-Uda, como la disponible en [6]. Antes de confeccionarlas, se simuló el diseño utilizando el programa (Fig. 2(a)). Las imágenes obtenidas fueron muy claras con respecto a las propiedades de

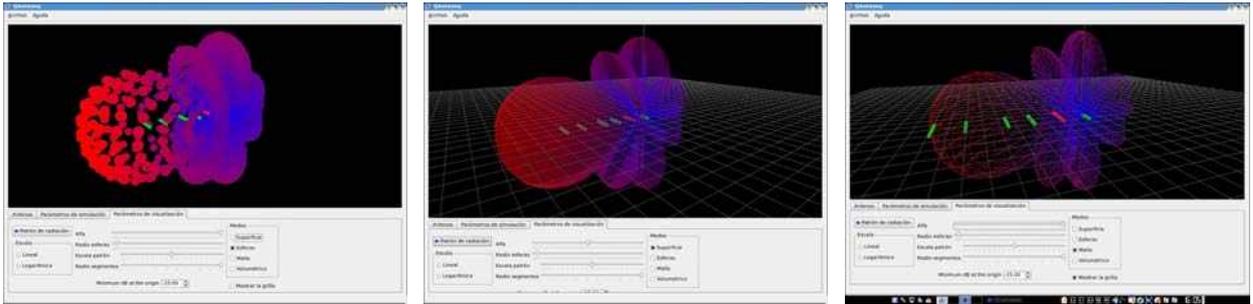


Figura 3: (a) Patrón de radiación de la Fig. 2 visualizado con esferas, (b) con transparencia, y (c), con *wireframe*.

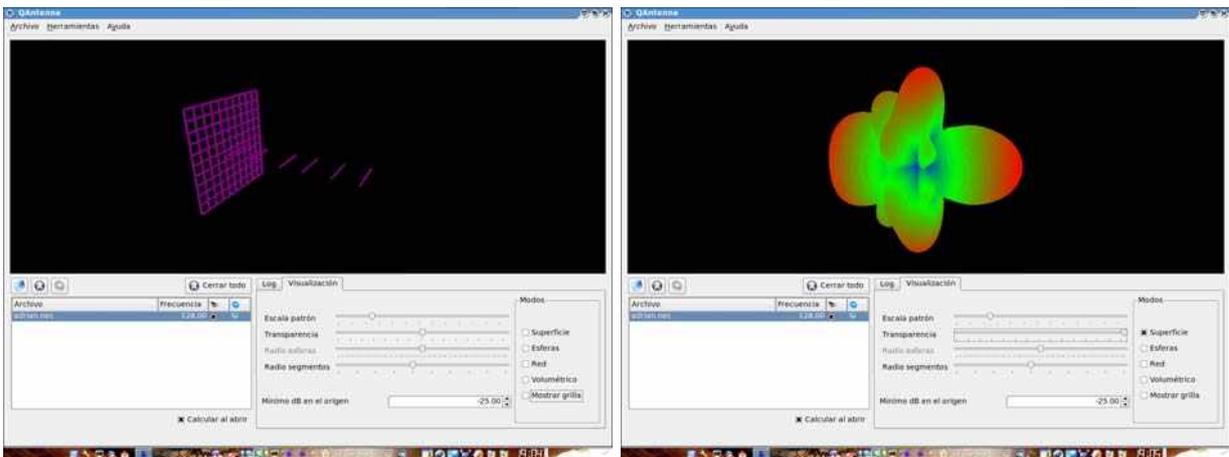


Figura 4: (a) Antena Yagi-Uda para 144Mhz, (b) Patrón de radiación resultante.

la antena: un patrón de radiación bien dirigido, con lóbulos laterales bajos. El mismo pudo ser observado desde distintos ángulos (Fig. 2(b)). Si fuese necesario analizar la estructura del patrón cerca del origen, se puede recurrir a la vista con esferas (Fig. 3(a)), la vista con transparencia (Fig. 3(b)), o la vista tipo *wireframe* (Fig. 3(c)).

Como otro ejemplo, se puede citar la antenna de la figura Fig. 4. La misma es otra Yagi-Uda, pero ésta vez con un reflector. Esta antena fue diseñada para trabajar a 144 MHz. Puede verse que la misma irradia con mucha potencia (zonas rojas) hacia varias direcciones, no sólo la dirección preferencial (que corresponde a la protuberancia horizontal no achatada). También puede observarse el efecto del reflector en el achatamiento posterior de la superficie.

### 3. Funcionalidades futuras

El equipo de desarrollo de QAntenna piensa agregar nuevas funcionalidades a futuro, incluyendo las siguientes:

1. Cortes en los planos XY y XZ de los patrones de radiación
2. Una carta de Schmidt para poder analizar la impedancia de las mismas mediante un barrido de frecuencia
3. Mejoras en la visualización de los segmentos de las antenas, como ser una escala de colores para indicar la corriente fluyendo por las mismas.

4. La posibilidad de ver el sentido de polarización del patrón de radiación (ya hay resultados preliminares disponibles en la versión 0,2).
5. Presentación de la impedancia de la antena a la frecuencia de trabajo de la misma
6. Cambiar la descripción actual de las antenas (método punchcard) por un archivo XML.
7. Reemplazar las esferas por sprites para hacer el renderizado mas rápido, con la posibilidad de realizarlo con shaders GLSL o CG.
8. Posibilidad de mover las antenas en el espacio, para poder comparar dos o más de ellas.
9. Posibilidad de diseñar antenas directamente sobre el programa.
10. Realizar los cálculos mediante shaders en el hardware gráfico utilizando CUDA u otras bibliotecas.
11. Traducciones de la interfaz a otros idiomas (la versión 0.2, en desarrollo, se realiza con base en el inglés y ya cuenta con traducciones al alemán, español, francés, holandés y ruso).

El prototipo, junto con información adicional, está disponible en <http://qantenna.sourceforge.net/>.

## Referencias

- [1] Andre Fourie and Derek Nitch, *SuperNEC: Antenna and Indoor-Propagation Simulation Program*, IEEE Antennas and Propagation, Volume 42, Issue 3, Jun 2000, 31–48.
- [2] G. J. Burke and A. J. Poggio, *Numerical Electromagnetics Code (NEC) - Method of moments*, Lawrence Livermore Laboratory, January 1981
- [3] T. C. A. Molteno and N. Kyriazis, *NEC2++: An NEC-2 compatible Numerical Electromagnetics Code*, Department of Physics, University of Otago, New Zealand. Available at Debian's necpp package documentation, <http://packages.debian.org/testing/science/necpp>
- [4] Warren L. Stutzman and Gary A. Thiele, *Antenna theory and design*, John Wiley & Sons, 1981, ISBN 0-471-04458-X
- [5] Peter Keller and Mary Keller, *Visual Cues: Practical Data Visualization*, IEEE Computer Society Press, 1990.
- [6] [http://users.skynet.be/mume/photos/yagi8sq\\_ch1.nec](http://users.skynet.be/mume/photos/yagi8sq_ch1.nec). (Incluida con permiso del autor.)
- [7] <http://packages.debian.org/antennavis>.
- [8] Skolnik, M. I., *Radar Handbook*, Mc-Graw Hill, 1970.

# Scatter Plot 3D

**Maximiliano J. Escudero**

**María Luján Ganuza**

**Dayanna Wilberger**

**Sergio R. Martig**

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

VyGLab

Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica

Universidad Nacional del Sur

Avenida Alem 1253

Argentina, CP 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires

{mje, mlg, srm}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Las computadoras, Internet, y la Web generan continuamente una cantidad de datos que crece dramáticamente. Ante esta cantidad abrumadora de información surge la necesidad de transformar los datos en información que sea útil para quien debe usarla. De la necesidad de estudiar y obtener técnicas efectivas para comunicar información a través de imágenes nace la Visualización. Una herramienta de Visualización ampliamente utilizada para estudiar las relaciones entre los diferentes atributos de los items presentes en un conjunto de datos es el Scatter Plot. Un Scatter Plot 2D consiste en una representación gráfica utilizada en estadística para mostrar y comparar dos o más conjuntos de datos en cantidades finitas, teniendo una coordenada en el eje horizontal (X) y otra en el eje vertical (Y), presentando la información a partir de una distribución bivariada.

Resulta importante poder representar items de datos definidos a partir de tuplas cuya dimensionalidad sea superior a dos, en cuyo caso surge la necesidad de contar con un mapeo visual mas rico para poder soportar los atributos de los items de datos. En base a lo expuesto resulta útil diseñar una técnica de Scatter Plot 3D capaz de representar una mayor cantidad de valores por dato haciendo, por un lado, uso de la tercera dimensión para mapear un valor al tercer eje y enfatizando la explotación de las propiedades gráficas del elemento de representación utilizado. Se propone entonces el uso de Glifos como elemento de representación en un Scatter Plot 3D, aumentando potencialmente la dimensionalidad del mapeo visual.

**Keywords:** Visualización de información, Scatter Plot, Glifos

## 1. INTRODUCCIÓN

Si bien el objetivo común de la tarea de Visualización es la obtención de representaciones visuales interactivas con el propósito de la adquisición y el uso del conocimiento; según la naturaleza y características de la información a visualizar podemos hablar de tres tipos de visualización: Visualización científica, Visualización de Software y Visualización de información. En este artículo nos focalizaremos en la Visualización de Información en general, y en la técnica conocida como Scatter Plot en particular.

La Visualización de información se define como la visualización de datos abstractos, no basados en lo físico. Estos datos abstractos raramente serán representados por tuplas de dimensionalidad menor a 3, sino que generalmente se tratará de items de datos representados por tuplas de mayor dimensionalidad. Además, la ausencia de un sustrato espacial inherente a los datos a visualizar presenta

todo un desafío a la hora de abordar este tipo de visualizaciones; ya que el usuario requerirá representaciones visuales que le permitan estudiar interactivamente patrones y relaciones entre los distintos valores que pueden tomar las distintas tuplas.

El diagrama Scatter permite en cierto grado visualizar relaciones entre distintos datos, y es una de las siete herramientas básicas de control de calidad, el cual incluye: histograma, diagrama de Pareto, check sheet, diagrama de control, diagrama de causa-y-efecto y diagrama de flujo. En base a todo lo expuesto surge la necesidad de diseñar una técnica de Scatter Plot capaz de representar simultáneamente una mayor cantidad de valores por dato.

### 1.1. Scatter Plot 2D

Entre las técnicas más populares de visualización se encuentra el Scatter Plot 2D, que visualiza datos multidimensionales mapeando dos dimensiones a las coordenadas X e Y, y mapeando otras dimensiones a atributos visuales como color, tamaño, intensidad o forma [6].

En un estudio experimental, cada dato es representado por un punto en el espacio bidimensional, con el objetivo de estudiar la posible relación entre dichas variables. Entre las relaciones más conocidas se encuentran la lineal y la cuadrática, las cuales nos pueden ayudar a identificar patrones o clusters en los datos.

Como herramienta de visualización, el Scatter Plot 2D presenta varias ventajas, que se mencionan a continuación:

- Una rápida observación del gráfico revela algunas características del espacio de información analizado. Proveen patrones que pueden contener información importante y ayudar a focalizar la atención en áreas que necesitan especial consideración.
- Una rápida inspección de los gráficos permite detectar velozmente los valores extremos y agrupamientos de puntos.
- No requiere que el usuario especifique variables dependientes e independientes. Cualquier tipo de variable puede ser planteada independientemente del eje que se le asigne.

En contrapartida, esta herramienta presenta ciertas limitaciones:

- Los Scatter Plots se exploran desde el exterior hacia el interior. La facilidad de navegación a través a los elementos visuales depende enormemente de la cantidad y complejidad de los mismos. Para poder ver un gran número de elementos es necesario reducir su complejidad.
- En general, en un Scatter Plot simple, los puntos ( o elemento de representación) se representan independientemente unos de otros, lo cual podría implicar que no se detecte visiblemente una conexión entre ellos.
- En un Scatter Plot, la posición, el color y el tamaño del elemento gráfico se basan completamente en los valores de los atributos de los datos. Si un ítem de datos está ausente o perdido ( no tiene ningún valor asociado), se le podría asignar un valor por defecto, pero puede llevar a conclusiones erróneas), ya que no existe nada en el gráfico que indique la existencia de valores de datos ausentes.

A continuación analizaremos la técnica Scatter Plot aplicada a 3 dimensiones.

## 2. SCATTER PLOT 3D

Los Scatter Plots 3D corresponden a una extensión conceptualmente simple de los Scatter Plot 2D [7] [1]. Los Scatter Plots 3D visualizan una relación entre tres o más variables, explotando la tercera dimensión, representando las coordenadas X,Y y Z en el espacio tridimensional. Eventualmente se podrían agregar más coordenadas al modelo, llevándolo al espacio n-dimensional.

En versiones más complejas, los scatter plots 3D pueden incluir atributos específicos para los elementos de representación según el dato representado (color, tamaño, orientación, forma, etc), guías (líneas de referencia desde los datos hasta algún punto de referencia) y combinaciones de datos scatter con objetos adicionales como superficies de ajuste. Una aplicación común de los Scatter Plots 3D es mostrar tanto los datos relevados de manera experimental como aquellos de ajuste teórico, a fin de poder determinar los puntos de concordancia de aquellos que no lo son.

En la figura 1(b) se puede observar un Scatter Plot en tres dimensiones que hace uso del tamaño variable de las esferas para mapear un atributo adicional.

Los Scatter Plots 3D presentan ciertas ventajas y limitaciones respecto a los modelos en 2D. A continuación se detallan algunas de ellas.

### 2.1. Ventajas

- En un Scatter Plot 3D mantener la misma densidad de puntos que en un Scatter Plot 2D implica aumentar el número de datos experimentales a mostrar (mayor espacio muestral). Si mantengo el número de puntos del scatter plot inicial (2D), existe mayor discriminación de las relaciones existentes entre variables, dado que se incorpora una característica más de los datos.
- El uso de visualizaciones de volúmen de Scatter Plots 3D con glifos para representar los datos brinda la posibilidad de utilizar técnicas de generación procedural de formas [5]. Estas técnicas permiten aumentar el número de dimensiones de los datos a mostrar explotando la forma de los glifos, aprovechado así la habilidad pre-atentiva del sistema visual humano para discriminar formas.
- Si se logra un mapeo de atributos eficiente, y se proveen las interacciones necesarias para la navegación y consulta, el poder expresivo de un Scatter Plot 3D podría permitir el rápido análisis de relaciones complejas entre múltiples variables.

### 2.2. Limitaciones

- No es recomendable abusar de la multidimensionalidad si no es absolutamente necesario y el resultado no es visualmente ilustrativo.
- Trasladar representaciones de información en 2-dimensiones a 3-dimensiones no es una tarea simple, ya que la dimensión extra afecta enormemente el modo en que la información puede ser presentada e interpretada. La visualización debe realizar un uso eficiente de la nueva dimensión y evitar que la nueva representación sea mal interpretada por el usuario como consecuencia de un mapeo inapropiado.
- Es necesario tener especial consideración respecto de la percepción de la distancia espacial. El tamaño de los objetos puede provocar que el usuario no perciba la perspectiva correcta de la información mostrada; es decir, se dificulta la discriminación entre las distintas profundidades de los objetos, por lo cual resulta necesario proveer las interacciones adecuadas.

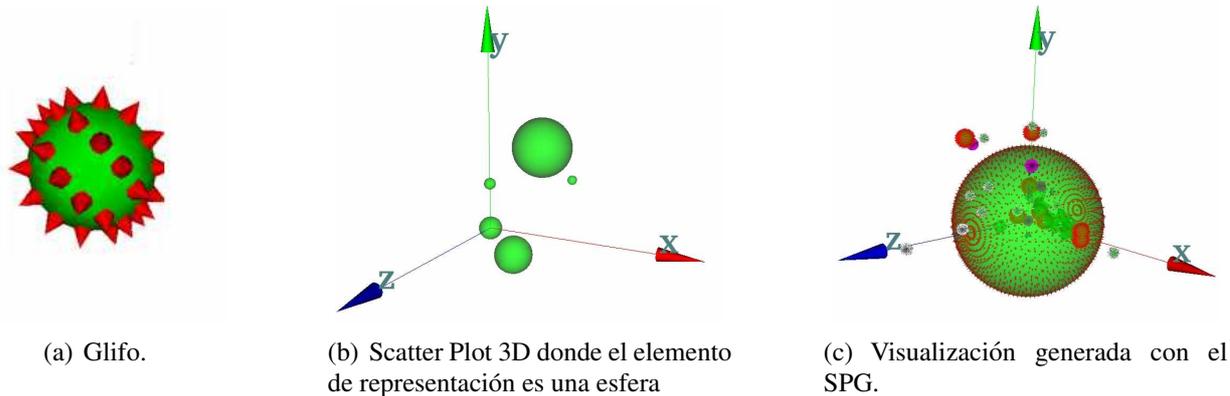


Figura 1: Scatter Plot 3D con esferas y glifos.

- Una desventaja proveniente del uso de objetos tridimensionales es la oclusión, que se da cuando un objeto tapa a otro ocultándolo en el espacio muestral. Este tipo de problema se presenta principalmente cuando la densidad de items de datos a mostrar es grande, o cuando simplemente un objeto muy grande se posiciona por delante de objetos más pequeños.

### 3. SCATTER PLOT 3D SPG

En base a todo lo expuesto surgió la necesidad de diseñar una técnica de Scatter Plot 3D capaz de visualizar datos representados por tuplas de gran dimensionalidad.

Para lograr esto se estudio la posibilidad de introducir los Glifos como elementos de representación dentro de la técnica Scatter Plot. Los glifos [Figura 1(a)] son objetos gráficos en tres dimensiones que representan uno o más valores en una única locación del espacio. Son formas o imágenes generadas por mapeo de componentes de datos a atributos gráficos. Un único glifo puede utilizarse para representar muchas propiedades o atributos de los datos en un punto dado del espacio, de forma tal que resultan ser herramientas muy útiles a la hora de interpretar una gran cantidad de información a primera vista.

Se está desarrollando una aplicación, llamada SPG, que permite visualizar un conjunto de datos representados por tuplas de dimensionalidad mayor a 3 mediante el uso de la técnica Scatter Plot aplicada a tres dimensiones utilizando glifos como elemento de representación. Dicha aplicación permitió en primera instancia visualizar items de datos multidimensionales. El SPG toma un conjunto de datos de entrada que puede residir en un archivo o ser generado procedualmente y genera una visualización en 3D basada en glifos, tal como puede observarse en la figura 1(c). En una primera instancia, el SPG permite mapear datos a 6 atributos gráficos, con posibilidad de extender el mapeo a 8 atributos si se agregan ciertas interacciones sobre la vista que permitan revelar detalles que de otro modo no serían claramente perceptibles por el usuario.

Una técnica como la propuesta exige el diseño de las interacciones adecuadas para asegurar la provisión de información contextual y detalle bajo demanda.

### 4. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/N015 y PGI 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

## 5. TRABAJO FUTURO

Analizar el poder expresivo de la herramienta visualizando distintos conjuntos de datos y efectuando distintos mapeos de los atributos de datos a atributos gráficos, estudiando los patrones resultantes en base a la información provista por la visualización.

Se definirán e implementarán nuevas interacciones a nivel de usuario, en caso que se consideren necesarias, con el fin de proveer herramientas que ayuden a explorar y estudiar los datos mostrados, y de proveer información contextual y detalle bajo demanda.

Se estudiará particularmente el problema de la oclusión, el cual se da en el caso que dos o más items de datos fueran mapeados a glifos situados en locaciones espaciales muy cercanas. Esto da lugar a visualizaciones donde algunos glifos quedan ocultos detrás de otro, dado su inferior tamaño o su ubicación en la pantalla relativa al usuario. Buscando distintas soluciones al problema y analizando ventajas y desventajas de las mismas.

Por último, se hará especial hincapié en la performance de la aplicación desarrollada, con el objetivo de lograr una aplicación interactiva y eficaz para los usuarios.

## REFERENCIAS

- [1] B. G. Becker. Volume rendering for relational data. pages 87–91.
- [2] Benjamin B. Bederson and Ben Shneiderman. *The Craft of Information Visualization: Readings and Reflections*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2003.
- [3] Stuart K. Card, Jock D. Mackinlay, and Ben Shneiderman, editors. *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1999.
- [4] J. M. Chambers, W. S. Cleveland, B. Kleiner, and P. A. Tukey. *Graphical Methods for Data Analysis*. Wadsworth Internat. Group, 1983.
- [5] D. S. Ebert, R. M. Rohrer, C. D. Shaw, P. Panda, J. M. Kukla, and D. A. Roberts. Procedural shape generation for multi-dimensional data visualization. *Computers & Graphics*, 24:375–384, 2000.
- [6] J. Fekete and C. Plaisant. Interactive information visualization of a million items proceedings of ieeec symposium on information visualization, 2002.
- [7] R. Kosara, G. Sahling, and H. Hauser. Linking scientific and information visualization with interactive 3d scatterplots, 2004.
- [8] Sergio Martig, Silvia Castro, Pablo Fillottrani, and Elsa Estévez. Un modelo unificado de visualización. In *Proceedings 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.*, pages 881–892, 2003.
- [9] P. Rheingans and C. Landreth. Perceptual principles for effective visualizations, 1995.
- [10] Bernice E. Rogowitz, Lloyd A. Treinish, and Steve Bryson. How not to lie with visualization. *Comput. Phys.*, 10(3):268–273, 1996.
- [11] Ware, Colin. *Information Visualization: Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

# Semantic Based Visualization

Martín Larrea<sup>1</sup>

Sergio Martig<sup>1</sup>

Silvia Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica

Universidad Nacional del Sur

{mll, srm, smc}@cs.uns.edu.ar

Tel. 54-291-4595135

Fax. 54-291-4595136

Bahía Blanca, CP 8000, Argentina

## ABSTRACT

Visualization is the process of mapping data into visual dimensions to create a visual representation to amplify cognition. Visual representations are essential aids to human cognitive tasks and are valued to the extent that they provide stable and external reference points upon which dynamic activities and thought processes may be calibrated and upon which models and theories can be tested and confirmed. The active use and manipulation of visual representations makes many complex and intensive cognitive tasks feasible. A visual representation is able to convey relationships among many elements in parallel and provides an individual with directly observable memory. A successful visualization allows the user to gain insight into the data, in other words to communicate different aspect of the data in an effective way. Even with today's visualization systems that give the user a considerable control over the visualization process, it can be difficult to produce an effective visualization. To obtain useful results, a user had to know which questions to pose. Problems had to be framed in very precise terms. A strategy to improve this situation is to guide the user in the selection of the parameters involved in the visualization. Our research goal is the design of a visualization system that assist the user to do the work, by considering the semantic of the data together with the semantic of the stages through all the visualization process.

**Keywords: Semantic, Visualization pipeline.**

## 1. INTRODUCTON

The visualization challenge is to find a visual metaphor that the user can understand and perceive effectively [1] [2] [3], and to provide interaction methods [4] that make it possible for the user to work with and probe the data as effectively and effortlessly as possible. Computer technology allows the exploration of big information resources. Huge amount of data are becoming available on networked information systems, ranging from unstructured and multimedia documents to structured data stored in databases. On one side, this is extremely useful and exciting. On the other side, the ever growing amount of available information generates cognitive overload and even anxiety, especially in novice or occasional users. While computational power has increased exponentially, the ability to interact with useful information has only increased incrementally. In recent decades, the exponential increase in computing power has allowed many more questions to be posed and more complex problems to be addressed. Information is now massive, disparate, and disorganized. The dimensionality of data has also increased, requiring greater effort to identify and comprehend relationships relevant to a particular analytic task.

Nowadays, a wide diversity of users access, extract, and display information that is distributed on various sources, which differ in type, form and content. In many cases the users have an active control over the visualization process but even then it is difficult to achieve an effective visualization. For example, since the goal of visualization is to provide a representation which helps them to interpret their data or to communicate meaning, it is important that the mapping from physical to perceptual dimensions be under control. A strategy to improve this situation is to guide the user in the selection of the different parameters involved in the visualization. The Visualization field has matured substantially during the last decade; new techniques have appeared for different

data types in many domains. With the use of visualization becoming more generalized, a formal understanding of the visualization process is needed.

## 2. PREVIOUS WORK

### 2.1 RULE-BASED ARCHITECTURE EXAMPLE

PRAVDA (Perceptual Rule-Based Architecture for Visualizing Data Accurately) [5] is a rule based architecture for assisting the user in making choices of visualization color parameters. This architecture provides sets of appropriate choices for visualization based on a set of underlying rules [6] [7] which are used to constrain operations *i.e.*, selecting a colormap. Rules incorporate information about data, which is called metadata, such as minimum, maximum, or spatial frequency, and also information supplied by the user.

This architecture also provides for linkages between rules that control different visualization operations, with a choice of parameters for one operation constraining choices that are available for others. For example, if the user selects a colormap, that information is fed back to the operation for selecting contour lines, where rules constrain the parameters of the contour lines depending on which colormap has been selected. Hence, if the contour lines are superimposed over a dark region, as defined by the colormap, legibility rules would constrain the set of color choices to those offering sufficient luminance contrasts to be detectable. This network of linked operations help guide the user through the complex design space of visualization operations. The key element in this rule based architecture is the use of metadata; system provided metadata, as data type, data range, metadata computed by algorithm, as spatial frequency, and metadata provided by the user. These metadata would, for example, represent the dynamic range of the data or the geometric relationships between objects in the scene.

### 2.2 SEMANTIC VISUALIZATION OF BIOCHEMICAL DATABASES

Extracting and visualizing information from biochemical databases is one of the most important challenges in biochemical research. The huge quantity and high complexity of the data available force the biologist to use sophisticated tools for extracting and interpreting accurately the information extracted from the database. These tools must define a graphical semantics associated to the data semantics in accordance with biologist usages. The work done in [14] define a customizable representation model which allows the biologist to change the graphical semantics associated to the data semantics. The representation models are based on an XML implementation; such models are based on an XML Schema definition that prescribes the correctness of the model and provides validation features. This project include the development of tools for discovering recurring topological patterns among biochemical networks; these tools are developed using constraint logic programming.

## 3. VISUALIZATION PROCESS

The different visualization models presented in the last years cover partially the aspects of the exploration process; Upson [8] and Card [9] models give an overview of the visualization process but do not offer enough details for the user exploration. Chi model [10] does not describe properly the interactions and Chuah and Roth model [11], presents a detailed definition of the interactions, but does not seem to be enough to cover all the possible applications. In order to overcome these problem we have developed a model that represents all the visualization process stages and the interactions between them and the user. The “Unified Visualization Model” [12] was developed to create an unified conceptual framework, independent from the data domain. This model takes under consideration the characteristics of all visualization areas. The unified model focuses on the visualization processes as well as in the data stages. (See. Figure 1) In this model, the user’s interactions play a central point, because is the user who interacts with the visualization and, based on his/her interpretations of the representation, modifies the image to steer the calculation, remap

the data representation in order to better understand its structure, or create a visualization which highlights a particular feature.

This model is represented by stages along a flow, the flow represent the transformations of data. Each stage is a data stage and the edges are the transformations to move from one stage to the next. The unified model considers five stages and four transformations. The transformations and the stages along this flow are a reflexion of the user interaction on the visualization process. We present now a brief description of the stages and transformation in the Unified Visualization Model.

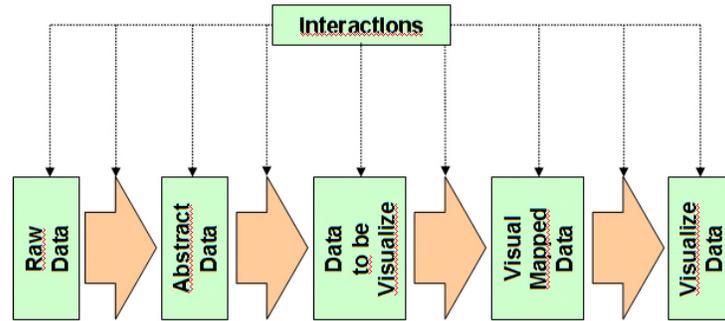


Figure 1. The visualization pipeline

The “Unified Visualization Model”	
Stages	Transformations
<b>Stage “Raw data”</b> Data from the application domain.	<b>Transformation “Raw data to Abstract Data”</b> This transformation allows the user to select the data he/she wants to visualize. After the selection, the data moves from the data domain representation to an inner and manageable structure.
<b>Stage “Abstract Data”</b> Data to be potentially visualize by the user. Besides this data the user also has the metadata created in the previous transformation.	<b>Transformation “Abstract data to Data to be Visualize”</b> From the “Abstract data” stage the user will select all the data that will be visualized.
<b>Stage “Data to be Visualize”</b> Data that will be visualized. It can be a subset of the “Abstract data”	<b>Transformation “Visual Mapping”</b> This transformation allows the user to specify how he/she wants to visualize all the data in the previous stage. All the necessary structures to support the spatial substrate, the visual elements and their attributes are created from this transformation.
<b>Stage “Visual Mapped Data”</b> Data to be visualized along with all the necessary information for its visual representation.	<b>Transformation “Visualization Transformation”</b> This transformation allows the creation on screen of all the data in the “Visual Mapped Data”. This will usually include the application of some visualization technique that supports all the restrictions imposed in the “Visual Mapping” transformation.
<b>Stage “Visualize data”</b> This is the result from the visualization process. This is the starting point for the user to begin his/her visual exploration and navigation process.	

#### 4. OUR GOAL

The user is an active participant in the visualization process, and the goal of visualization is to present data in a way which helps him/her identify trends, features and patterns, generate hypotheses, and assign meaning to visual information on screen. Our goal is to develop a visualization model that considers the semantic of the data and of the different stages in the

visualization process. This model will transform data into information; according to Keller and Tergan [13], “information is data that has been given meaning through interpretation by way of relational connection and pragmatic context”. The information is the same only for those people who attribute to it the same meaning. This ‘meaning’ can be useful, but does not have to be. Information may be distinguished according to different categories concerning, for instance, its features, origin and relations. By making these considerations, the visualization process will be able to determinate the characteristics of an effective visualization guiding the user through the different stages. The metadata will define a higher level characterization of the data which provides a higher level interface to the user, and a higher level input to visualization rules. All the data from the different application domains will be categorized according to [9].

At present, we are surveying the visualization techniques and the different data models and interactions involved. For each technique we will study its interactions under representative application domains. All these techniques will be analyzed in the context of the “Unified Visualization Model” [12]. Taking all this into account we will begin to define the semantic of the stages involved in the visualization process. Our goal is to define an unified semantic for the data model and the process involved. We have concluded that the first stage of the “Unified Visualization Model”, the raw data, will include an XML representation of the input data and with this the associated semantic; both RDF and OWL are being consider for the XML representation. All the final and intermediate results will be publish.

This work is in progress at the “Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica”, Computers Sciences and Engineering Department, Universidad Nacional del Sur. This work is close related with the next research projects:

- “Modelo Unificado de Visualización. Operadores y Operandos” (24/N015). Director: Dra. Silvia Castro. Co-Director: Sergio Martig.
- “Desarrollo de Herramientas Inteligentes para la Web Semántica” (PICT año 2003 Nro 15043).
- “Sistemas Inteligentes para apoyo a los Procesos Productivos”, Subproyecto Servicios de WEB e Inteligencia en la WEB, (PAV año 2003 Nro. 00076).

In conclusion we consider that a visualization process model with its proper interactions is not enough to assure an effective visualization. To achieve this, a meta-data model for the visualization process, visualization stages, data and interactions also need to be developed.

#### **4. ACKNOWLEDGMENTS**

This work was partially supported by the PGI 24/N015, Science and Technology Department of the Universidad Nacional del Sur (SECyT, UNS) and the PICT 2003 N° 15043, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

#### **5. REFERENCES**

- [1] Bertin, J. “Semiology of Graphics”, 1967, reprinted by University of Wisconsin Press, Madison, WI, 1983.
- [2] Tufte, E. “The Visual Display of Quantitative Information”. Connecticut: Graphics Press, 1983.
- [3] Cleveland, W.S. “The Elements of Graphing Data”, Monterey, California: Wadsworth, Inc., 1991.
- [4] Baecker, R. M. and Buxton, W. A. S., “Readings in Human-Computer Interaction”, San Mateo CA., Morgan Kaufmann Publishers, 1995.
- [5] Bergman, L. D., Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., “A Rule-based Tool for Assisting Colormap Selection”. IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY.

- [6] Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., "Data Structures and Perceptual Structures". SPIE – The International Society for Optical Engineering. February 1993. Volume 1913.
- [7] Rogowitz, E. B., Treinish, A. L., "Using Perceptual Rules in Interactive Visualization". SPIE – The International Society for Optical Engineering. February 1993. Volume 2179.
- [8] Upson, C., Faulhaber, T., Kamins, D., Laidlaw, D., Schlegel, D., Vroom, J., Gurwitz, R., van Dam, A., "The application visualization system: A computational environment for scientific visualization". *CG&A, IEEE*, 9(4):30–42, 1989.
- [9] Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B., "Readings in Information Visualization – Using Vision to Think", Morgan Kaufmann, 1999.
- [10] Chi,E.; "A Taxonomy of Visualizations Techniques using the data state reference model", *InfoVis 2000*, pp. 69-75. IEEE Publishers, 2000.
- [11] Chuah, M.C., Roth, S.F., "On the Semantics of Interactive Visualizations", *Proceedings of the INFOVis 96*, pp. 29-36. IEEE Publishers, 1996.
- [12] Martig, S., Castro,S., Fillotrani, P. & Estévez, E., "Un Modelo Unificado de Visualización". *Proceedings*, pp. 881-892, 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Oct.2003. Argentina.
- [13] Keller T, Tergan S-O. Visualizing knowledge and information: an introduction. In: Tergan S-O and Keller T (Eds). *Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies. Lecture Notes in Computer Science LNCS 3426*. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 2005; 1-23.
- [14] *Semantics of a networked world: Semantic Visualization of Biochemical Databases* (Paris, 17-19 June 2004, revised selected papers) *ICSNW 2004 : international IFIP conference N°1, Paris , FRANCE (17/06/2004) 20041973*, vol. 3226, pp. 199-214. ISBN 3-540-23609-0.

# Servicios Web aplicados a la Visualización

**María Luján Ganuza**

**Sergio R. Martig**

**Silvia M. Castro**

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

VyGLab

Laboratorio de Investigación en Visualización y Computación Gráfica

Universidad Nacional del Sur

Avenida Alem 1253

Argentina, CP 8000, Bahía Blanca, Buenos Aires

{mlg, srm, smc}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Dada la creciente demanda en visualización de grandes volúmenes de datos está creciendo la tendencia a desarrollar ambientes distribuidos introduciendo el concepto de Servicio Web. Los Servicios Web encapsulan aplicaciones y las publican como servicios que liberan datos basados en XML a la red y los exponen para ser utilizados en Internet, pudiendo ser dinámicamente localizados, suscriptos y accedidos utilizando un amplio rango de plataformas, dispositivos, aplicaciones, etc.

Se plantea entonces una estrategia para distribuir el Modelo Unificado de Visualización (MUV) [23] aplicando el concepto de Servicios Web, tomando cada etapa del pipeline y convirtiéndola en un Servicio Web.

**Keywords:** Visualización, Servicios Web, Visualización de información, Visualización distribuida.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dada la creciente demanda en visualización de grandes volúmenes de datos está creciendo la tendencia a desarrollar ambientes distribuidos de visualización introduciendo el concepto de Servicios Web.

Los servicios Web son componentes de software débilmente acoplados distribuidos a través de tecnologías estándares de internet [11].

Inicialmente, un Servicio Web es un servicio que puede ser utilizado a través de la Web [20]; son, en esencia, una colección de estándares y protocolos que permiten al usuario efectuar solicitudes de procesamiento a sistemas remotos a través de un lenguaje común y utilizando protocolos de transporte comunes (HTTP, SMTP).

La premisa básica detrás de los Servicios Web consiste en proveer la facilidad de que una porción de código esté disponible para máquinas remotas a través de Internet. La palabra “Servicio” de “Servicio Web” habla de la idea de proveer acceso a ciertas funcionalidades sin la necesidad de descargar o instalar código, y la palabra “Web” se refiere al medio a través del cual esa funcionalidad es accedida.

### 1.1. Servicios Web aplicados a Visualización

La idea básica consiste en distribuir el pipeline clásico de visualización a través de un sistema distribuido, más comunmente Internet y la Grid. El concepto de pipeline tradicional debería mantenerse proveyendo la capacidad de dividir las visualizaciones en distintas partes para luego integrarlas permitiendo que cada una de esas partes sea desarrollada en el recurso distribuido más apropiado. Para lograr un sistema de tal porte es necesario contar con una arquitectura acorde. Se debe diseñar entonces una arquitectura que permita la visualización en escritorio utilizando recursos distribuidos

que pueden combinarse para resolver distintos problemas de visualización. Es deseable también que esta arquitectura sea extensible y permita colaboración. Bajo el concepto de Servicios Web, se divide el pipeline de visualización en distintos servicios, que podrían correr en distintas máquinas situadas en distintas locaciones geográficas, permitiendo que se utilice el mejor recurso disponible para cada tarea logrando así la mejor performance posible para cada etapa.

En la actualidad se están desarrollando varios proyectos que apuntan a lograr un ambiente de visualización distribuida orientada a los Servicios Web [5] [3] [17] [4] [19].

Una tarea que presenta graves dificultades consiste en lograr interacciones fluidas entre los Servicios Web y sus clientes. Hasta el momento no se han presentado soluciones concretas a este problema.

## 1.2. Servicios Web aplicados al MUV

Se están estudiando distintas estrategias para aplicar el concepto de Servicios Web en el Modelo Unificado de Visualización MUV [22] [23] [Figura 1], obtenido en el marco del VyGLab.

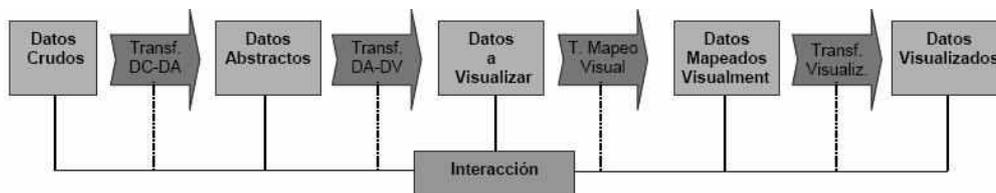


Figura 1: Modelo Unificado de Visualización

El Modelo Unificado de Visualización refleja tanto los estados por los que van pasando los datos desde que ingresan al sistema de visualización hasta que son finalmente visualizados, como las transformaciones intermedias que hacen posible la evolución de los datos a lo largo de los diferentes estados. Tomando este modelo como referencia, se presentó un modelo distribuido del Modelo donde la implementación de los distintos estados e interacciones del pipeline se basan en Servicios Web.

A la hora de intentar distribuir el pipeline a través de la Web, la primer alternativa consiste en tomar cada etapa del pipeline y convertirla en un Servicio Web. Aunque suena simple, esta tarea puede resultar engorrosa, y traer nuevos problemas a medida que se diseña el modelo distribuido.

De este primer intento nacen los siguientes Servicios Web, que pretenden cubrir todas las etapas del pipeline MUV original:

- Servicio de Datos
- Servicios Interactivos DA
- Servicio de Filtrado DAV
- Servicios Interactivos DAV
- Servicio de Mapeo Visual
- Servicio de Renderizado

En la figura 2 podemos observar la Arquitectura Distribuida completa. A continuación se detallan los distintos Servicios Web involucrados.

- **Servicio de Datos** El Servicio de Datos toma como entrada los datos crudos a ser visualizados y los devuelve transformados en datos abstractos. Los datos crudos pueden presentarse en diversos formatos: planillas, colección de registros, etc. En el proyecto MUV los datos crudos se encuentran almacenados en un archivo XML. Los datos abstractos generados presentan un estado intermedio, un formato interno al MUV manejable pero aún no mapeable visualmente.

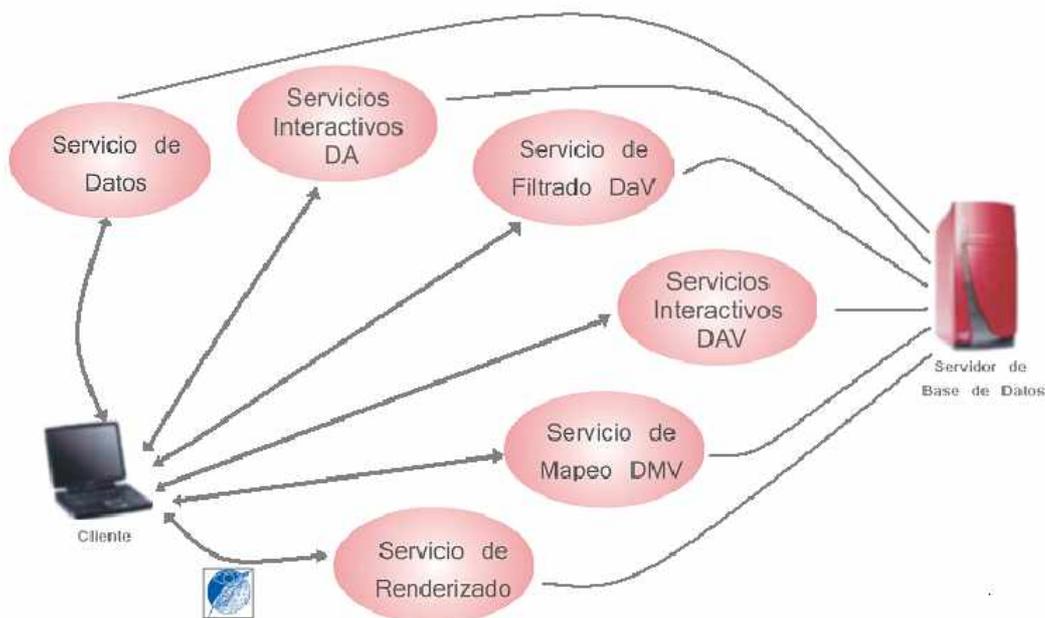


Figura 2: Arquitectura MUV distribuida.

La estrategia consiste entonces en transformar la información presente en los datos crudos (datos crudos= Entidades + Relaciones) en Tablas de Entidades y Tablas de Relaciones. Además, se generarán Tablas de Metadatos, que proveen información descriptiva importante para el proceso de visualización.

El Servicio de Datos retorna entonces un conjunto de datos abstractos al cliente, que necesita estos datos para poder explorarlos y aplicar diferentes interacciones sobre ellos. Este conjunto de datos abstractos generado puede ser potencialmente muy grande; se asume que el Servicio de Datos, además de enviar los datos abstractos al cliente, los almacenará en un Servidor de Base de Datos, el cual generará un identificador único, que llamaremos IDSBD y que será reenviado al cliente.

- **Servicios Interactivos DA** Los Servicios Interactivos DA constituyen una familia de Servicios-Web que se encargan de llevar a cabo las distintas interacciones que el cliente puede realizar sobre los datos abstractos. Estas interacciones dependen de la naturaleza de los datos, del dominio de aplicación y del formato en el cual se almacenan los datos.
- **Filtrado DAV** El Servicio de Filtrado DAV se encarga de filtrar los datos abstractos generando un subconjunto de los mismos. El subconjunto de datos abstractos generado por el Servicio de Filtrado DAV corresponde al conjunto de “Datos a Visualizar”, que se trata del conjunto de datos que estarán presentes en la visualización. Los parámetros necesarios para invocar este servicio son el IDSBD que identifica el conjunto de datos abstractos sobre el cual se lleva a cabo el filtrado, y los comandos de filtrado, que indicarán al Servicio Web sobre que atributos de los datos se desea filtrar, (seguramente serán necesarios también otros parámetros que indiquen condiciones de filtrado, etc.). Este Servicio Web generará un conjunto de datos a visualizar, que respetan el mismo formato que los datos abstractos.
- **Servicios Interactivos DAV** Los Servicios Interactivos DAV constituyen una familia de Servicios Web que se encargan de llevar a cabo las distintas interacciones que el cliente puede realizar sobre los datos a visualizar.

- **Servicio de Mapeo Visual** Para que los elementos puedan ser mostrados en pantalla, se exige que en algún punto del proceso se les asocien los elementos visuales que representarán los datos a Visualizar, así como los atributos gráficos de los mismos, instanciándose su geometría por la aplicación de una técnica de visualización que los soporte. El Servicio de Mapeo Visual es el encargado de generar y manipular información mapeable y visualizable por pantalla. Este servicio toma como entrada el identificador de un conjunto de datos a visualizar y efectúa el mapeo visual de las mismas, incorporando un substrato espacial, que pudo haber estado ausente.
- **Servicio de Renderizado** Este Servicio Web es el encargado de generar el producto gráfico mostrado por pantalla. En este caso, el Servicio de Renderizado tomará un conjunto de datos mapeados visualmente y generará una imagen renderizada jpg que será devuelta al cliente del servicio, que solo se limitará a mostrarla. Se está evaluando la posibilidad de que el renderizado sea devuelto en un archivo VRML, que el cliente interpretará para generar la imagen. Este Servicio Web implementará la técnica de visualización que el usuario desee sobre el conjunto de datos mapeados visualmente. El conjunto de técnicas aplicables está dado por el mapeo visual, llevado a cabo por el Servicio de Mapeo Visual. Es claro que en este paso podrán aplicarse distintas técnicas, por lo que pueden existir diversas implementaciones para el servicio de Renderizado, cada una desarrollada para atender una técnica de visualización independiente, o atendiendo las necesidades de un usuario en particular.

## 2. TRABAJO FUTURO

Seguramente el aspecto que presenta mas dificultades a la hora de lograr una arquitectura de visualización distribuida orientada a los Servicios Web es el de las interacciones. Es claro que el proceso de visualización trasciende la mera representación gráfica de los datos, se pretende que el sistema distribuido sea lo suficientemente flexible como para proveer un esquema de interacción válido independientemente del dominio de aplicación. Es decir que permita al usuario no solo generar y mostrar una imagen renderizada, sino también aplicar diferentes interacciones sobre la vista a fin de explorar más efectivamente los datos. Se plantea entonces como trabajo futuro el estudio de las interacciones necesarias y de las distintas alternativas para alcanzar su implementación, con la intención de lograr una comunicación fluida entre el cliente y los distintos Servicios Web involucrados en la Aplicación de Visualización Distribuida.

## 3. AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/N015 y PGI 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

## REFERENCIAS

- [1] Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju. *Web Services: Concepts, Architecture and Applications*. Springer Verlag, 2004.
- [2] Cheong S. Ang, David C. Martin, and Michael D. Doyle. Integrated control of distributed volume visualization through the world-wide-web. In *VIS '94: Proceedings of the conference on Visualization '94*, pages 13–20, Los Alamitos, CA, USA, 1994. IEEE Computer Society Press.
- [3] K. Brodlie and J. Wood. *Volume graphics and the internet*, 2000.
- [4] I.J. Grimstead, N. J.Avis, D.W. Walker, and R.N.Philp. Resource-aware visualization using web services. 2004.

- [5] R.B. Haber and D. A. McNabb. Visualization idioms: A conceptual model for scientific visualization systems. In *Visualization in Scientific Computing*. 1990.
- [6] A. Kee. Visualization over www using java. Master's thesis, 1996.
- [7] Corporation. MSDN Microsoft. Fundamentos de los servicios web, [<http://www.microsoft.com/>]. 2003.
- [8] Judith Myerson. Web service architectures. 2003.
- [9] M. E. Newman. The structure of scientific collaboration networks. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 98(2):404–409, January 2001.
- [10] Mark O'Neill. *Web Service Security*. 2003.
- [11] Rima Patel Sriganesh RameshNagappan, Robert Skoczylas. *Developing Java Web Services*.
- [12] P. Rheingans and C. Landreth. Perceptual principles for effective visualizations, 1995.
- [13] Bernice E. Rogowitz, Lloyd A. Treinish, and Steve Bryson. How not to lie with visualization. *Comput. Phys.*, 10(3):268–273, 1996.
- [14] N. Holliman S. Charters and M. Munro. Visualization on the grid: A web service approach, 2004.
- [15] Martin K. Schroeder W. and Lorensen B. The visualization toolkit: An object-oriented approach to 3d graphics. Prentice Hall PTR, 1996.
- [16] S. H. Strogatz. Exploring complex networks. *Nature*, 410(6825):268–276, March 2001.
- [17] Malcolm Munro Stuart M. Charters, Nicolas S. Holliman. Visualisation on the grid: A web service approach. 2005.
- [18] W3C. Guía breve de servicios web, [<http://www.w3c.es/divulgacion/guiasbreves/serviciosweb>]. 2006.
- [19] Yunsong Wang. Visualization web service. Master's thesis, 2003.
- [20] Mark Waterhouse. Web services architect review. 2002.
- [21] Jason Wood, Helen Wright, and Ken Brodlie. Collaborative visualization. In *VIS '97: Proceedings of the 8th conference on Visualization '97*, pages 253–ff., Los Alamitos, CA, USA, 1997. IEEE Computer Society Press.
- [22] Sergio Martig y Silvia Castro. Interacciones básicas en el modelo unificado de visualización. In *CACIC 2006, Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 747–760, 2006.
- [23] Sergio Martig y Silvia Castro y Pablo Fillottrani y Elsa Estévez. Un modelo unificado de visualización. In *Proceedings 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.*, pages 881–892, 2003.

# TECNICAS DE SIMPLIFICACION DE MODELOS TOPOGRAFICOS

María V. Cifuentes<sup>a,b</sup>, Juan P. D'Amato<sup>a,c</sup>, Cristian García Bauza<sup>a,b</sup>, Marcelo Vénere<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup>PLADEMA, Universidad Nacional del Centro, 7000 Tandil, Argentina,  
([@exa.unicen.edu.ar](mailto:cifuentes,jpdamato,crgarcia,venerem))

<sup>b</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

<sup>c</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas

<sup>d</sup> CNEA

**Palabras Clave:** Modelos Topográficos, Simplificación de mallas, GIS

**Resumen.** Se presenta en este trabajo un conjunto de algoritmos que reducen la cantidad de polígonos utilizados para representar superficies extensas. Se emplea como indicador de error la curvatura local, y se presentan distintas versiones de aplicación de este criterio, como por ejemplo, el campo visual del observador y máscaras binarias.

## 1 INTRODUCCION

El tratamiento interactivo de grandes superficies topográficas tiene importantes aplicaciones en geografía, defensa, y juegos computacionales, entre otros, siendo normal hoy utilizar modelos con decenas o incluso centenas de millones de celdas.

En este trabajo se proponen distintos algoritmos que permiten reducir la cantidad de polígonos utilizados para representar estos modelos, sin perder calidad en la imagen generada. Para ello se utiliza una representación jerárquica basada en un quadtree con restricciones y templates en cada terminal del árbol para generar la triangulación final de la superficie.

En primera instancia como indicador de cuales sectores pueden ser simplificados y cuales no, se utiliza la curvatura local. De esta forma los lugares con baja curvatura pueden ser simplificados sin perder calidad, lo cual en general permite reducir la cantidad de polígonos en un factor diez y este factor es aún mayor si se tolera una cierta pérdida [1].

Se presenta también una modificación al algoritmo, en el que se incluye el concepto de la posición del observador donde la malla poligonal cambia dinámicamente cada vez que el observador se mueve. Finalmente se expone un criterio que introduce el campo de visión de un observador inmerso en la escena. Este campo consiste en una máscara binaria generada con técnicas de Ray Casting, la cual es utilizada para evaluar regiones de mayor y menor simplificación.

## 2 SIMPLIFICACIÓN DE MODELOS TOPOGRAFICOS

### 2.1 Metodología para la simplificación poligonal

La metodología de simplificación poligonal de superficies extensas se basa en la transformación del campo de alturas original en un campo cuadrado de longitud de lado  $L/2k$ , donde  $k$  identifica el nivel de refinamiento y  $L$  el tamaño del dominio [2]. El algoritmo subdivide al nodo raíz (*breadth first*) hasta que se cumpla con un cierto criterio de tolerancia. Posteriormente se construye una jerarquía de mallas con complejidades diferentes organizadas en un *quadtree* (árbol cuaternario). Finalmente la multimalla resultante debe conformarse adecuadamente para eliminar huecos.

La última operación puede realizarse de varias maneras. En el presente caso se genera un *quadtree* restringido a cuadrantes adyacentes difiriendo en no más de un nivel jerárquico, tal como define [3]. Los huecos remanentes en las uniones de este último tipo se resuelven usando un diccionario de soluciones estándar [4]. La triangulación que se obtiene en esta manera presenta sólo cuatro tipos de triángulos, de excelente calidad.

## 2.2 Simplificación básica utilizando indicador de curvatura

El primer indicador guía de la simplificación de mallas es la curvatura del terreno. La curvatura local compara la desviación de la geometría intrínseca de la superficie respecto a la geometría del plano. La idea del criterio es que una región con alta curvatura debe ser modelada con más densidad de triángulos que una región relativamente más plana. De esta forma los lugares con baja curvatura pueden ser simplificados sin perder calidad visual.

La técnica de simplificación consiste en dividir en cuatro recurrentemente toda región cuya curvatura acumulada supere un umbral de tolerancia permitido por el usuario (ec. 1), es decir una región será dividida en cuatro subregiones si cumple:

$$\kappa_R = \sum_{i=1}^n \kappa_i \leq T \quad (1)$$

donde  $\kappa_R$  es la suma de las curvaturas locales de la región.

La curvatura local  $\kappa$  se calcula numéricamente mediante un esquema centrado en diferencias finitas sobre el campo de alturas  $h_{i,j}$ . De acuerdo a este último, el gradiente se calcula como:

$$G_x^{i,j} = \frac{\partial h_{i,j}}{\partial x} = \frac{h_{i+1,j} - h_{i-1,j}}{2\Delta x} \quad \text{y} \quad G_y^{i,j} = \frac{\partial h_{i,j}}{\partial y} = \frac{h_{i,j+1} - h_{i,j-1}}{2\Delta y} \quad (2)$$

donde  $\Delta x$  y  $\Delta y$  representan la distancia entre los pares de puntos vecinos a las coordenadas  $(i,j)$ .

De la misma manera, el tensor de curvatura (o matriz Hessiana)  $\kappa_{ij}$  resulta:

$$\kappa_{ij} = \begin{bmatrix} (G_x^{i+1,j} - G_x^{i-1,j}) & (G_y^{i+1,j} - G_y^{i-1,j}) \\ (G_x^{i,j+1} - G_x^{i,j-1}) & (G_y^{i,j+1} - G_y^{i,j-1}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Dado que para los efectos de visualización interesa conocer sólo una curvatura promedio, se utilizó como indicador de curvatura local la suma de los cuadrados de los elementos de  $\kappa_{ij}$  [5], esto es:

$$\kappa_{ij}^2 = (G_x^{i+1,j} - G_x^{i-1,j})^2 + (G_y^{i+1,j} - G_y^{i-1,j})^2 + (G_x^{i,j+1} - G_x^{i,j-1})^2 + (G_y^{i,j+1} - G_y^{i,j-1})^2 \quad (4)$$

El indicador de curvatura definido en (ec. 4) puede pensarse como una norma del tensor de curvatura que mide la distancia de dicho tensor al cero, valor que indica planaridad. Este indicador es consistente en el sentido que está relacionado con la curvatura media y la curvatura gaussiana, de modo que si dicho indicador es cero ambas curvaturas también lo son. La curvatura media se define como el promedio de los autovalores de  $\kappa_{ij}$  y la curvatura gaussiana como su producto.

En la Figura 1 pueden verse los modelos obtenidos para diferentes valores de umbral.

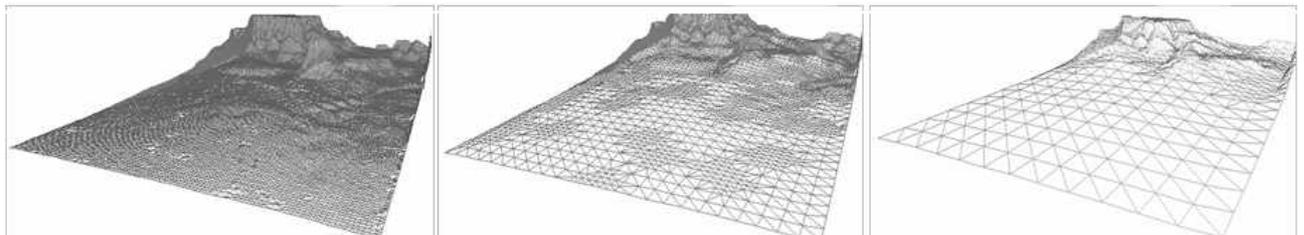


Figura 1 – Representaciones en modo WIRE del MDE correspondiente a la subcuenca del arroyo Santa Catalina simplificadas con distintos valores de umbral.

### 2.3 Simplificación utilizando generación dinámica

De todas formas, estas reducciones pueden no ser suficientes, por lo cual se incorporó al indicador de error el concepto de dónde está el observador (o cámara) [6], [7]. La idea consiste en que las regiones cercanas al observador o con cambios abruptos de pendiente se modelen con más triángulos por unidad de área que las regiones alejadas o relativamente planas. La malla poligonal resultante no permanece estática, se extrae desde la jerarquía *quadtree* que cambia dinámicamente cada vez que el observador se mueve. Podemos ver un ejemplo de un caso real de uso [5] en la Figura 2.

Básicamente, el algoritmo opera con la superficie descrita mediante una grilla regular con tamaño de celda constante que agrupa valores de curvatura local resultantes de aplicar un esquema centrado de diferencias finitas a los puntos del campo escalar de alturas. La subdivisión de la superficie surge al evaluar el criterio o indicador de error presentado como

$$T \geq \frac{K}{\left(a \frac{d}{D} + 1\right)} \quad (5)$$

donde  $K$  es el acumulado de curvatura local en la región,  $T$  es la tolerancia permitida por el usuario,  $a$  es una constante,  $d$  mide la distancia entre el centro de la región y el observador y  $D$  es información estable (por ejemplo, la longitud de la diagonal principal del campo de alturas).

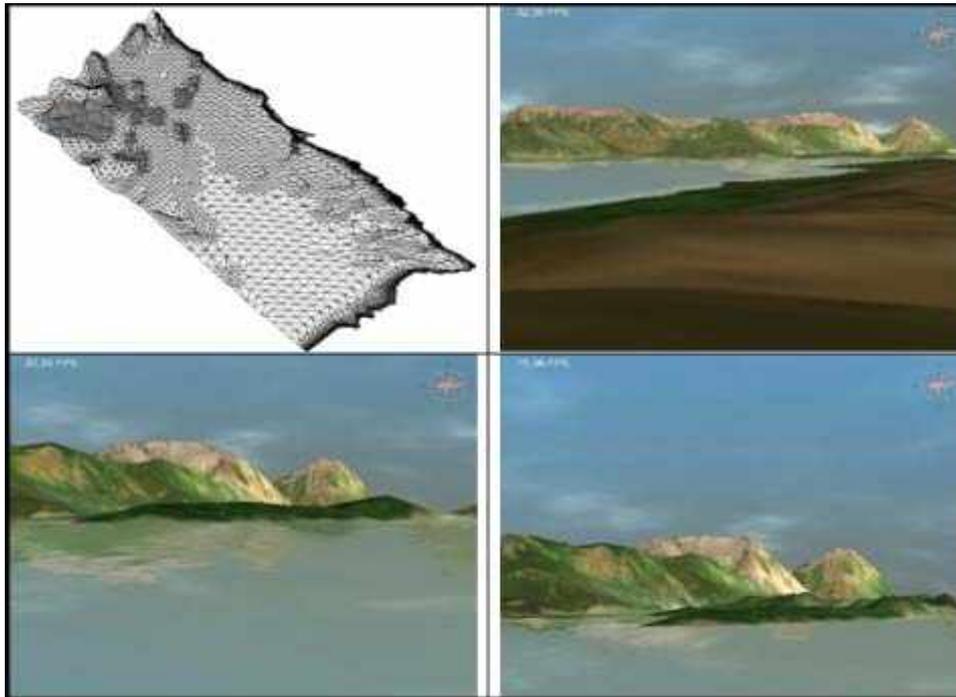


Figura 2 - *MDE* correspondiente al Lago Nahuel Huapi, Bariloche, Arg.(a) Malla irregular de triángulos. Las zonas densas corresponden a regiones cercanas al observador. En (b), (c) y (d) vistas de la navegación con remallado interactivo del modelo.

A modo comparativo, en la Figura 3 se aprecia la importante reducción poligonal de una dada grilla regular cuadrada de tamaño de celda constante que ha sido simplificada aplicando el criterio de curvatura local (izquierda) y el concepto de ubicación del observador (derecha). Si bien ambas emplean la misma tolerancia  $T$  en su generación, es notable la reducción del conjunto de vértices cuando se introduce la posición del punto de vista

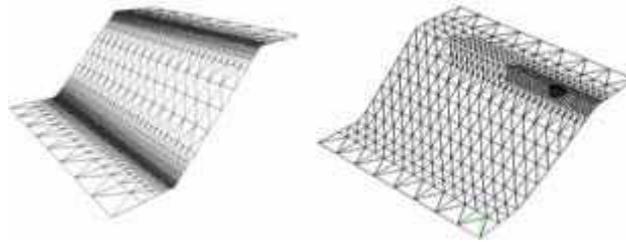


Figura 3: Simplificación Poligonal: criterio de curvatura local (izquierda) y agregando el concepto de ubicación del observador (derecha).

## 2.4 Simplificación guiada por máscaras

En algunas aplicaciones sucede que ciertos sectores de la superficie permanecen invisibles al observador por lo que resulta redundante su representación detallada. Un ejemplo típico se da en los escenarios navales, donde el observador ubicado en el interior de una embarcación visualiza la costa, que por la lejanía y la perspectiva forzosamente sólo se ve parcialmente. En este contexto es irrelevante el detalle excesivo en aquellas regiones que permanecen ocultas.

En estos casos, el criterio de simplificación de la malla soporte de la representación deberá ser preservar el detalle en las regiones visibles y destinar unos pocos polígonos para la representación de las regiones que permanezcan invisibles (Ver Figura 4). Para lograr este objetivo se propone la construcción automática de una máscara determinada por un indicador de visibilidad de cada punto de la malla. La implementación de la máscara en el proceso de simplificación se realiza introduciendo un factor de corrección en la ec.1, esto es:

$$v_n \kappa_R \leq T \quad (6)$$

donde  $v_n$  es un número real que establece la visibilidad del punto espacial desde la perspectiva del observador ( $0 \leq v_n \leq 1$ ).

La máscara de visibilidad puede generarse automáticamente mediante un algoritmo de *ray casting*. En esta técnica se calculan las intersecciones del terreno con rayos salientes de la posición del observador. Para cada rayo, el punto de intersección más cercano al observador será visible ( $v_n > 0$ ), mientras que las demás intersecciones se asignan con  $v_n = 0$ .

Existen métodos optimizados para el cálculo de las intersecciones de los rayos con los elementos del MDE [8] (triángulos en nuestro caso), que evitan el incremento masivo de los cómputos mediante el ordenamiento inteligente de los elementos. No obstante, aplicar la técnica de *ray casting* no es trivial y a menudo es conveniente que la máscara binaria se construya antes del inicio de la aplicación considerando todas las posibles posiciones del observador. La máscara de visibilidad resultará entonces de aplicar el algoritmo en aquellos puntos que conforman el borde de la zona de movimiento del observador; los puntos interiores no aportan información adicional al tratarse del borde de una superficie y donde el movimiento es plano y de altura constante.

A continuación se listan los pasos principales para generar la máscara de visibilidad.

- *definir la superficie de exploración*
- *en cada punto del contorno de la superficie de exploración*
  - *emitir rayos en todas las direcciones*
  - *obtener la lista de triángulos intersecados*
  - *ordenarlos por la distancia, para eliminar los triángulos ocultos*
  - *asignar el indicador de visibilidad a cada triángulo*



Figura 4 - MDE correspondiente al Lago Nahuel Huapi, Bariloche, Argentina. (a) Malla simplificada de acuerdo a la curvatura local. (b) Máscara generada de acuerdo a la posición del espectador. (c) Simplificación guiada por la máscara generada.

En el algoritmo, el entorno visible de un espectador se determina mediante rayos dirigidos en todas direcciones con una separación angular de  $\Delta$  para el acimut y  $\beta$  para la elevación. Es importante determinar correctamente la tasa de cambio de la orientación del rayo; si se elige un  $\Delta$  muy grande, polígonos muy pequeños o muy alejados nunca serán intersectados por el rayo, tal como sucede en la Figura 5.



Figura 5: Caso de error en la definición del  $\Delta$  de dos rayos consecutivos

### 3 CONCLUSIONES

Se han propuesto algoritmos que permiten reducir dinámicamente la cantidad de polígonos utilizados para la representación de modelos de elevación. Las reducciones obtenidas dejan mallas con el 5% al 10% de los polígonos originales lo cual tiene un impacto directo en el costo computacional del proceso de rendering de la imagen.

### REFERENCIAS

- [1] Cifuentes, M.V., Vénere, M.J., Clause, A. Un algoritmo para la simplificación poligonal de modelos topográficos digitales. *33ª JAIHO, Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa. Córdoba, 2004.*
- [2] Samet, H. The quadtree and related hierarchical data structures. *Association for Computing Machinery. Computing Surveys*, 16 (2):187-260, June 1984.
- [3] Ibaroudene, D, Demjanenko, V & Acharya, R. Adjacency algorithms for linear octree nodes. *Image and Vision Computing, Butterworth & Co Publishers Ltd.*, 8(2):115-123, May 1990.
- [4] Von Herzen, B. & Barr, A. Accurate triangulation of deformed, intersecting surfaces. *Computer Graphics, SIGGRAPH'87 Proceedings*, pp. 103-110, 1987.
- [5] Cifuentes, M.V., D' Amato, J.P., García Bauza, C., Vénere, M.J. Editor de escenarios para aplicaciones de Realidad Virtual. *34ª JAIHO, Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa. Rosario, Septiembre de 2005.*
- [6] Hoppe, H. (1997) "View-Dependent Refinement of Progressive Meshes". *Computers & Graphics. Proceedings of SIGGRAPH'97*, p.189-198.
- [7] Lindstrom, P., Koller, D., Ribarsky, W., Hodges, L., Faust, N., Turner, G. (1996) "Real-Time, Continuous Level of Detail Rendering of Height Fields". *Computers & Graphics. Proceedings of SIGGRAPH'96.*
- [8] Challinger J., Scalable Parallel Volume Raycasting for Nonrectilinear Computational Grids, *IEEE* pp 87-111, 1993.
- [9] Cifuentes, M.V., D' Amato, J.P., García Bauza, C., Vénere, M.J., Clause, A. Remallado interactivo como método para la navegación eficiente de modelos topográficos. *MECOM 2005. Buenos Aires, Nov. de 2005.*

# Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión y Reconstrucción 3D.

Claudia Russo, Federico Cristina, Sebastian Dapoto, Marcelo Naiouf,  
Javier Vega, María José Abásolo

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP  
{crusso, fcristina, sdapoto, mnaiouf, jvega}@lidi.info.unlp.edu.ar, mjabasolo@uib.es

## CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Subproyecto “Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión 3D”, dentro del Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI, acreditado por la UNLP en el marco del Programa de Incentivos.

## RESUMEN

La línea de investigación presentada se centra en el estudio y desarrollo en temas relacionados con software para tratamiento de imágenes y video, reconstrucción 3D y diseño y programación de interfaces gráficas en 3D, especialmente aplicados a problemas de tiempo real.

Los temas de base abarcan aspectos clásicos referidos al tratamiento de imágenes tales como el estudio y optimización de técnicas disponibles de detección de bordes, segmentación de imágenes, reconocimiento de patrones, estimación de movimientos y flujo óptico, cálculos de trayectoria, velocidad y aceleración de objetos.

Resulta de interés en el área de procesamiento de imágenes el tratamiento de video en tiempo real para el análisis de información proveniente de la trayectoria de los objetos capturados.

En el área de visión 3D, el énfasis está puesto en el estudio, investigación y desarrollo de aplicaciones en campos como la arquitectura y la arqueología, donde resulta muy útil contar con métodos rápidos y flexibles para adquirir información 3D a partir de una escena real. El diseño de ambientes 3D es utilizado como

interfaz gráfica de otras aplicaciones valiéndose del uso de la Realidad Virtual.

**Keywords:** *Imagen, Video, Reconstrucción 3D, Procesamiento de Imágenes, Visión, Interfaz gráfica, reconstrucción 3D.*

## 1.INTRODUCCION

A medida que las comunicaciones digitales se imponen cada vez más en el mundo actual, el procesamiento y análisis digital de señales (en particular el tratamiento de imágenes) adquiere un interés especial ya que constituye la base para muchas aplicaciones importantes como la medicina, televisión digital, Internet, multimedia, video digital, reconstrucción en 3D, entre otras [1].

Una señal, en forma simplificada, se puede entender como cualquier mecanismo que es empleado para transmitir información. Algunos ejemplos de señales son: un faro, ondas electromagnéticas enviadas por un radar, señales de humo, una onda de sonido viajando por el aire y ondas de la actividad del cerebro captadas por un electroencefalograma. Una señal es una variable de una o más dimensiones que toma valores de acuerdo a otra variable, como por ejemplo el tiempo o el espacio.

Las señales pertenecientes al mundo real son continuas. Sin embargo, una computadora digital si bien puede trabajar con señales reales no puede hacerlo con señales continuas. Necesariamente las señales deben ser muestreadas y digitalizadas, y por lo tanto se convierten en una secuencia de números [2][3].

Una imagen es un caso particular de señal que puede ser digitalizada en forma de matriz. El procesamiento y el análisis de imágenes

digitales nace en el momento en que se dispone de recursos tecnológicos para captar y manipular, en forma de matrices de valores, gran cantidad de información espacial [2][3].

Muchas disciplinas entre las que se encuentran el reconocimiento de patrones en tiempo real, el tratamiento y transmisión de video en tiempo real y la visión por computadora, requieren un importante esfuerzo en la investigación de algoritmos paralelos aplicables en áreas tales como: robótica, industria manufacturera, ingeniería forestal y medicina. Esto motiva la investigación y el desarrollo en temas relacionados con software para tratamiento de señales, especialmente en problemas de tiempo real.

Cuando el objetivo se centra en extraer y clasificar objetos que aparecen en la imagen se pueden utilizar varias técnicas de análisis, entre ellas las de reconocimiento estadístico de patrones y la utilización de reconocimiento adaptivo de patrones. Estas técnicas representan en muchos casos una solución apropiada a problemas complejos del mundo real, y su investigación y optimización es un tema actual en la Ciencia de la Computación [4].

La rama de la informática conocida como procesamiento de imágenes digitales se ha hecho partícipe de numerosas y variadas aplicaciones que involucran las distintas etapas que van desde la formación, captación, muestreo, cuantificación, codificación y visualización de imágenes [2].

Puede decirse que el procesamiento de imágenes como tal comienza en los años 1950-1960 debido a la combinación de dos hechos: por una parte la aparición de las computadoras digitales y por otra los *Programas Espaciales*. El objetivo inicial era muy concreto: mejorar la calidad visual de dichas imágenes. En este contexto se ha avanzado en el estudio de técnicas de eliminación de ruido, “blurring”, entre otras. [5].

De esta manera, aparecen los métodos de restauración de imágenes que utilizan filtros inversos. Con las técnicas de eliminación de ruido y restauración se desarrollan las llamadas técnicas de mejora de imágenes, aunque tanto la eliminación de ruido como la restauración pueden entenderse como técnicas de mejora.

Asimismo, ha habido un creciente interés en el estudio del problema de la restauración de súper-resolución de secuencias de video. Mientras que en el problema tradicional de resolución se dispone de una única imagen de entrada, en la tarea de la súper-resolución se trabaja a partir de múltiples imágenes submuestreadas y degradadas, y de esta manera se puede tomar ventaja de datos espacio-temporales adicionales disponibles en la secuencia de video [2][3].

Un problema común e importante que surge en las comunicaciones visuales es la necesidad de crear una secuencia de imágenes de video con resolución mejorada a partir de un stream de video fuente de menor resolución [6][7][8].

Un tema más, que se suele considerar parte del procesamiento, es la compresión de imágenes. Puede citarse que el comienzo de la compresión de imágenes se sitúa en 1950 cuando se solicita la patente del código predictivo. Sin embargo, surge la pregunta de por qué se puede considerar la compresión parte del procesamiento de imágenes. La razón es simple: por una parte la compresión era, al menos inicialmente, una forma de procesamiento orientada a que las imágenes ocupasen menos espacio para transmisión y almacenamiento. Con el paso del tiempo esta utilidad sigue vigente, pero además han surgido otras aplicaciones como la eliminación de artificios en imágenes y video comprimidos, un campo en continua expansión [9].

Si el procesamiento es necesario, una vez que este ha sido realizado se puede abordar el problema de *análisis de imágenes*. Lo que podríamos llamar una teoría general para el análisis de imágenes fue de aparición lenta ya que inicialmente los sistemas dedicados a ello fueron diseñados para tratar con clases de imágenes específicas y obtener descripciones específicas para esos dominios [2]:

Uno de los aspectos más sorprendentes cuando se estudia la percepción humana es la capacidad del observador para determinar la estructura 3-D (*Visión 3D*) de los objetos a partir de patrones bidimensionales de luz [10][11].

Hoy en día existe un interés por comprender la capacidad de los algoritmos para poder derivar

mediciones tridimensionales de alta precisión. Un tema actual es el de Reconstrucción 3D a partir de imágenes, generalmente capturadas por adquisidores ubicados en distintas posiciones. Una aplicación de esta línea de investigación es la reconstrucción de piezas como por ejemplo antropológicas, dentarias, etc. [12].

Los dispositivos escáner 3D permiten obtener modelos 3D de objetos, esculturas, edificios, yacimientos arqueológicos, zonas urbanas y paisajes naturales. Utilizan medios ópticos (como por ejemplo láser) proyectados en el objeto de interés. Actualmente existen en el mercado diversos equipos de escáner 3D pero el costo de los mismos es muy elevado y su portabilidad es en muchos casos reducida. La estereovisión o visión estereoscópica es un método de reconstrucción 3D a partir de fotografías que no requiere de ningún equipo especial sino que puede funcionar con cámaras de fotos standard.

Cuando se intenta evaluar una aproximación computacional para la percepción artificial de formas 3-D es necesario tener en cuenta dos hechos. Por una parte, que existen numerosos atributos de la estructura 3-D que potencialmente podrían estar representados en el sistema visual (curvatura, distancia relativa, orientación local, entre otras) cuyas dificultades computacionales no son las mismas, y por otra, que para la evaluación de las diferentes aproximaciones computacionales es necesario examinar la validez de las hipótesis subyacentes. Puesto que existen numerosas escenas que producen la misma imagen, todos los análisis computacionales de la percepción 3-D deben restringirse a un conjunto de posibles interpretaciones suponiendo una serie de restricciones más o menos reales [13].

Ciertamente los modelos de los objetos contienen más información de la que normalmente los sensores pueden extraer de una imagen. Por ello se suele trabajar con un modelo parcial que se puede extraer tanto del modelo del objeto como de la imagen observada. En función de ese modelo parcial es posible realizar el reconocimiento [14][15].

Es de interés en el área de procesamiento de imágenes el tratamiento de video en tiempo real para el análisis de información proveniente de

la trayectoria de los objetos capturados [16][17][18][19].

Resulta claro que el tratamiento de las imágenes está asociado al procesamiento de grandes volúmenes de datos que las representan, así como computación intensiva. Este hecho motiva la posibilidad de paralelización de las aplicaciones.

## **2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO**

- Captura y procesamiento de señales (imágenes, video, sonido).
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Tratamiento de imágenes. Técnicas para la Adquisición, Mejoramiento, Segmentación, Clasificación y Reconocimiento de Patrones.
- Optimización de técnicas disponibles (de detección de bordes, de segmentación de imágenes, de estimación de movimientos y flujo óptico, cálculos de trayectoria, velocidad y aceleración de objetos).
- Visión estereoscópica.
- Reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada.
- Interfaz gráfica 3D para el diseño de modelos de simulación. Realidad Virtual.
- Herramienta de Realidad Virtual. Plug-In y API para Java. Diseño y programación de Interfaces Gráficas en 3D.
- Compresión de imágenes y video. Algoritmos para tratamiento de imágenes y video comprimido en tiempo real.
- Análisis de la migración de algoritmos a arquitecturas multiprocesador y la transformación de los algoritmos en soluciones paralelas.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- Desarrollar soluciones a problemas específicos de procesamiento de imágenes y video, en particular en tiempo real.
- Se han desarrollado prototipos específicos en el ámbito del entrenamiento deportivo (fútbol y otros deportes), como el análisis de la trayectoria de un balón impulsado por un jugador con el objeto de interpretar y explicar físicamente la acción (aceleración, velocidades, altura máxima, rotación, etc). Se encuentra en la etapa de desarrollo la reconstrucción 3D del tiro capturado en un ambiente de simulación. Desarrollos realizados para la Empresa CN Sport.
- Otra aplicación en el ámbito deportivo la constituye el seguimiento de la trayectoria de un atleta a lo largo de un recorrido con marcas, con el objetivo de obtener (por ejemplo) el tiempo transcurrido entre marcas, y reproducir el mismo.
- Reconocimiento automático de texto Braille (herramienta para escanear un texto braille, reconocer automáticamente los caracteres y obtener el texto digital correspondiente, almacenarlo y recuperarlo en formato multimedial con distintos propósitos).
- Reconstrucción 3D a partir de fotogramas. Implementar el proceso de reconstrucción 3D a partir de una secuencia de imágenes extraídas de un video filmado con una cámara digital.
- Desarrollo de un sistema integral de hardware y software que permita la reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada. Proyecto presentado al Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica AECI conjuntamente con el Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática de la Universidad de Islas Baleares [20]
- Desarrollo de una Herramienta de Realidad Virtual. Plug-In y API para Java. Diseño y programación de Interfaces Gráficas en 3D. La herramienta permitirá

diseñar ambientes 3D para ser utilizados como interfaz gráfica de otras aplicaciones. [21] [22]

### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D se espera concluir una tesis doctoral en 2007, y se encuentran en desarrollo cuatro Tesinas de Grado referentes a segmentación de imágenes médicas, reconocimiento de texto en braille, gráfica 3D herramienta de realidad virtual, plug-In y Api para java, diseño y programación en Interfaces Gráficas 3D y sistema de procesamiento de imágenes aplicado al entrenamiento deportivo.

### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Murat Tekalp, Digital Video Processing, Prentice Hall, 1995.
- [2] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing (2nd Edition) (Hardcover), Prentice Hall; 2nd edition 2002).
- [3] John C. Russ, The Image Processing Handbook, Fourth Edition (Hardcover), CRC Press; 4th edition 2002
- [4] Lawrence H. Rodrigues, "Building Imaging Applications with Java(TM) Technology: Using AWT Imaging, Java 2D(TM), and Java(TM) Advanced Imaging (JAI) (Paperback)", Addison-Wesley Professional 1st Edition 2001.
- [5] Kenneth R. Castleman, Digital Image Processing (Hardcover), Prentice Hall; 1st edition, 1995.
- [6] Molina, R., Katsaggelos, A. K., y Mateos, J., "Multichannel Image Restoration using Compound Gauss-Markov Random Fields ", ICASSP 2000, 2000.
- [7] Molina, R., Nuñez, J., Cortijo, F. y Mateos, J., "Image Restoration in Astronomy. A Bayesian Approach", IEEE Signal Processing magazine, 2001.
- [8] Borko Furht, Joshua Greenberg, Raymond Westwater , "Motion Estimation Algorithms for

Video Compression (The International Series in Engineering and Computer Science) (Hardcover)", Kluwer International, 1996.

[9] Peter Symes, "Digital Video Compression (with CD-ROM)(Paperback)", McGraw Hill, 2004.

[10] Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, S. Shankar Sastry , "An Invitation to 3-D Vision (Hardcover)", Springer, 2003.

[11] Trucco, Alessandro Verri, "Introductory Techniques for 3-D Computer Vision (Paperback)", Prentice Hall; 1998.

[12] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3D Computer Vision , Prentice Hall – 1998.

[13] Arturo de la Escalera, Visión por Computador, Fundamentos y Métodos, Prentice Hall, 2001.

[14] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, Machine Vision, Mac Graw-Hill Internacional Edition, 1995.

[15] Akihito Yamada, Yoshiaki Shirai and Jun Miura. Tracking Players and a Ball in Video Image Sequence for Retrieving Scenes in Soccer Games, Dept. of Computer-Controlled Mechanical Systems, Osaka University. 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, Japan, 2000.

[16] Alvaro Castromán & Ernesto Copello. Fútbol de Robots Uruguayo para Torneos. Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería en Computación. Facultad de Ingeniería - Universidad de la República – 2004.

[17] Jinchang Ren, James Orwell and Graeme A. Jones. Digital Imaging, Estimating the Position of a Football from Multiple Image Sequences., Research Center, Kingston University. Penrhyn Road, Kingston upon Thames, Surrey, KT1 2EE, UK, 2003.

[18] Jinchang Ren, James Orwell, Graeme Jones, Ming Xu. Digital Imaging , Real-time 3D Soccer Ball Tracking from Multiple Cameras, Research Centre, Kingston University. Surrey, KT1 2EE, U. K., 2004.

[19] Xiao-Feng Tong, Han-Qing Lu, Qing-Shan Liu. An Effective and Fast Soccer Ball Detection and Tracking Method, National Lab. of Pattern Recognition, Inst. of Automation, Chinese Academy of Sciences – 2003.

[20] Ron Kimmel, M. Bronstein, A. Bronstein. "Numerical Geometry of Images : Theory, Algorithms, and Applications". Springer.

[21] Daniel Selman. " Java 3D Programming". Hanning.(A guide to key concepts and effective techniques).

[22] Andrew Davison, "Killer Game Programming in Java". O'Reilly. (Java Gaming & Graphics Programming)

# Visualización de Terrenos en Dispositivos Móviles

**Maximiliano J. Escudero**

**Silvia M. Castro**

**Sergio R. Martig**

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Te: (0291) 4595135 Fax: (0291) 4595136

Universidad Nacional del Sur

Avenida Alem 1253

Bahía Blanca, CP 8000, Buenos Aires, Argentina

{mje, smc, srm}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Los Sistemas de Información Geográficos (GIS), tanto los sistemas tradicionales para pc como los de dispositivos móviles (GIS Móvil) crean nuevas oportunidades y desafíos para los usuarios brindándoles información de acuerdo a sus necesidades. En dichos sistemas, una de las capas de mayor interés es la de modelar el terreno del cual se brindará información de diversa naturaleza, lo cual depende de la ubicación del mismo (una ciudad, una extensión de campo, etc). Es importante destacar que el modelado de terrenos tiene diferentes campos de uso, es decir que no solo será utilizado en este tipo de sistemas sino que además puede usarse en aplicaciones donde se requiera el sustrato geo-espacial como es el caso de mapas, etc.

**Keywords:** GIS, GIS Móvil, Modelos de Terrenos, GML.

## 1. INTRODUCCION

En el estudio y análisis de estructuras de datos de modelos de terrenos se han hecho numerosas simplificaciones a finales de los años '70s, que continuaron en los '80s, y '90s. Las técnicas actuales se concentran en soluciones dependientes de la vista permitiendo que puedan visualizarse en tiempo real ya que de otra manera no se alcanzaría una fidelidad adecuada. Esto tiene importancia para el caso de los desarrolladores de juegos o ingenieros de software que estén interesados en una visualización exacta de modelos de terrenos [5], como se puede observar en la figura 1. Para llevar a cabo esta tarea debemos concentrarnos en una herramienta que permita portar los datos relevantes dentro del proceso de visualización.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo de investigación es el estudio y el desarrollo de un modelo de datos de terrenos para dispositivos móviles. Como objetivo particular se determinará un modelo digital de elevación de terrenos adecuado. En este sentido, se trabajará con modelos que permitan representar los terrenos a distintos niveles de detalle. Como objetivo a largo plazo, este trabajo se puede integrar en un modelo completo de datos GIS [4, 6, 7] para dispositivos móviles. En este caso deberán analizarse las distintas capas que comprenden un Sistema de Información Geográfico para poder llevar a cabo el diseño de un modelo integral para GIS móvil.

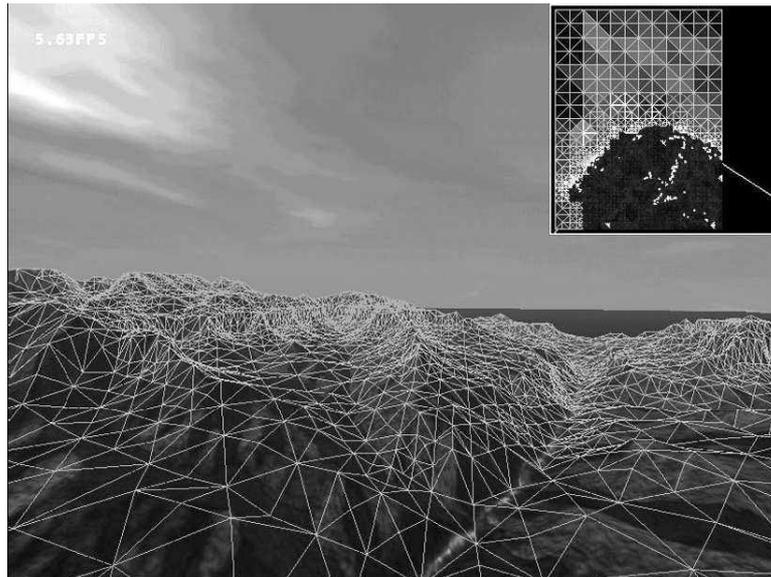


Figura 1: Simulación del Gran Cañon

### 3. ACTIVIDADES Y METODOLOGIA

Se debe profundizar en los modelos de datos adecuados para GIS y, en particular, en los aspectos relevantes de los modelos de datos espaciales para los GIS móviles. En este contexto se trabajará sobre el modelo de datos para la capa de terreno siendo el objetivo la definición de dicho modelo. Dadas las características de los dispositivos que integran los sistemas GIS móvil es sin duda relevante tener en cuenta la usabilidad de dichos dispositivos; es necesario contemplar este aspecto y analizar las características de usabilidad de los mismos. Este trabajo será el fundamento para el diseño de un prototipo que tome como base el modelo de datos para terrenos propuesto y se integre en una interfaz usable. Esto se realizará usando una metodología de trabajo con un diseño centrado en el usuario. Las herramientas que van a permitir la realización de estas tareas se mencionan en las siguientes secciones.

#### 3.1. GML

GML<sup>1</sup> (Geography Markup Language) es una gramática escrita en un esquema XML para modelar, transportar y almacenar información geográfica. GML proporciona una variedad de objetos para la descripción de datos geográficos en los que se incluyen características, sistemas de coordenadas de referencia, geometría, topología, tiempo, unidades de medida y valores en forma generalizada [2]. Esta herramienta servirá para crear el modelo de datos que se ingresará en el proceso de visualización.

#### 3.2. OpenGL y OpenGL ES

En la implementación de un modelo de terrenos se investigará la viabilidad de hacer uso de OpenGL el cual es un software para hardware gráfico, en esencia, es una librería para modelar gráficos en tres dimensiones que es extremadamente portable y muy eficiente. Esta utiliza algoritmos cuidadosamente desarrollados y optimizados por Silicon Graphics, Inc. En particular, para dispositivos

<sup>1</sup>Es propiedad de Open Geospatial Consortium, Inc. (OGC). Y se encuentra en revisión para transformarse en un estándar Internacional ISO.

móviles en general, surgió **OpenGL ES** que resulta ser un subconjunto de OpenGL para sistemas embebidos, creando una poderosa interfaz de bajo nivel entre el software y los aceleradores gráficos. Esta última permitirá la implementación de un modelo de terrenos como prototipo para dichos dispositivos.

#### **4. AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo fue parcialmente financiado por PGI 24/N015, PGI 24/ZN12, Secretaría General de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

#### **REFERENCIAS**

- [1] Bergman, Eric, editor. *Information Appliances and Beyond*. Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [2] Simon Cox, Paul Daisey, Ron Lake, Clemens Portele, and Arliss Whiteside, editors. *Geographic information Geography Markup Language (GML)*. Open GIS Consortium, Inc., 2004.
- [3] John E. Harmon and Steven J. Anderson. *The Design and Implementation of Geographic Information Systems*. John Wiley and Sons, Inc., 2003.
- [4] P. Longley, M. Goodchild, D. Maguire, and D. Rhind. *Geographic Information Systems and Science*. Wiley and sons, Chichester, U.K., 2001.
- [5] David Luebke, Benjamin Watson, Jonathan D. Cohen, Martin Reddy, and Amitabh Varshney. *Level of Detail for 3D Graphics*. Elsevier Science Inc., New York, NY, USA, 2002.
- [6] Hanan Samet. *Applications of Spatial Data Structures: Computer Graphics, Image Processing, and GIS*. Addison-Wesley, 1989.
- [7] Hanan Samet. *The Design and Analysis of Spatial Data Structures*. Addison-Wesley, 1990.

# Administración de Objetos con Almacenamiento Adaptativo

Alejandro Ferrer (ale\_ferrer@yahoo.com)  
Elizabeth Jiménez Rey (ejimenezrey@yahoo.com.ar)  
María Delia Grossi (mdg7501@yahoo.com.ar)  
Arturo Carlos Servetto (aserve@gmail.com)  
Gregorio Perichinsky (gperi@movi.com.ar)

Laboratorio de Bases de Datos y Sistemas Operativos  
Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires

## Introducción

Este trabajo se refiere a un proyecto de investigación y desarrollo tecnológico cuyo objetivo final es la liberación de un administrador de bases de objetos con almacenamiento adaptativo, bajo los principios del Software Libre:

- Libertad de ejecutar programas, para cualquier propósito
- Libertad de estudiar cómo funcionan los programas y adaptarlos a necesidades particulares
- Libertad de redistribuir copias
- Libertad de mejorar los programas y publicar las mejoras de manera que toda la comunidad se beneficie

## Antecedentes

En todo proceso de desarrollo de sistemas, la definición de bases de datos continúa siendo un problema fundamental, que requiere la participación de especialistas, entraña riesgos importantes y que generalmente condiciona la elección de tecnologías de implementación. Es muy común que los responsables del diseño de bases de datos comiencen directamente con el diseño lógico, desaprovechando principios de abstracción del modelado conceptual en desmedro de la calidad e inteligibilidad de las soluciones. La brecha entre el diseño conceptual y el físico continúa siendo un problema que provoca encontrar nuevas soluciones o mejorar existentes.

Otro problema de importancia en los sistemas de bases de datos tradicionales es que normalmente existe otro desajuste o "impedancia" entre las construcciones típicas provistas por los modelos de datos y las provistas por los ambientes de programación basados en objetos. La evolución tecnológica en los ambientes de programación intenta subsanar este problema sin abandonar las bases de datos relacionales bien privilegiando las construcciones del ambiente mediante "*frameworks*" de mapeo objeto-relacional o bien privilegiando las construcciones de las bases de datos proveyendo estructuras con equivalencia directa en las bases, como los "*datasets*".

A medida que los desarrolladores se expanden con nuevos tipos de aplicaciones con estructuras de datos complejas y amplían las existentes, sus intentos por utilizar manejadores de bases de datos relacionales chocan con limitaciones de desempeño y funcionalidad, lo mismo que cuando se requieren operaciones complejas en ambientes distribuidos. A medida que la complejidad de una aplicación aumenta las tablas se multiplican, provocando no sólo que aumenten los tiempos de ejecución sino la dificultad de cambio de la base de datos y de la aplicación: se pierde flexibilidad; también se sacrifica la extensibilidad.

Las bases de objetos soportan en forma óptima la persistencia de objetos complejos e integran la tecnología de bases de datos con el paradigma de objetos. Tanto las bases de objetos como los entornos de programación orientados a objetos utilizan un mismo modelo eliminando los desajustes de impedancia; por eso mismo y debido a la posibilidad de versionar clases y objetos, las bases de

objetos y los sistemas basados en ellas son naturalmente flexibles y se pueden extender con facilidad, al tiempo que las bases de objetos casi no requieren administración.

Las características fundamentales que debe observar un sistema de bases de datos para calificar como orientado a objetos se delinear en el "*The Object-Oriented Database System Manifesto*", de Malcolm Atkinson (University of Glasgow), François Bancilhon (Altaïr), David DeWitt (University of Wisconsin), Klaus Dittrich (University of Zurich), David Maier (Oregon Graduate Center) y Stanley Zdonik (Brown University):

- Reglas de Oro (características que deben soportar obligatoriamente)
  - Objetos Complejos
  - Identidad de Objetos
  - Encapsulación
  - Tipos y Clases
  - Jerarquías de Tipos o Clases
  - Sobreescritura, Sobrecarga y Enlace Dinámico
  - Completitud Computacional del Lenguaje de Manipulación de Datos
  - Extensibilidad del Conjunto de Tipos de Datos
  - Persistencia
  - Manejo de Almacenamiento Secundario
  - Concurrencia
  - Recuperación ante Fallas de Hardware o Software
  - Posibilidad de Realización de Consultas Ad Hoc
- Características Opcionales
  - Herencia Múltiple
  - Chequeo e Inferencia de Tipos
  - Distribución
  - Transacciones de Diseño (transacciones de larga duración, con transacciones parciales)
  - Manejo de Versiones de Objetos

### **Objetivos**

Desarrollar un manejador de bases de datos orientado a objetos adaptativo, que permita cambiar estructuras de objetos "*on the fly*", detecte patrones de navegación y reestructure el almacenamiento de los objetos para optimizar el rendimiento, y tienda a "cero administración".

Versionar componentes con soluciones alternativas para problemas tecnológicos subyacentes y realizar evaluaciones comparativas con experimentos de simulación.

### **Metodología**

Prototipación Incremental Iterativa con procesos ágiles de desarrollo y documentación en UML 2.0. En la programación participan alumnos de grado de las carreras de Licenciatura en Análisis de Sistemas y de Ingeniería en Informática, como parte de los trabajos prácticos que deben realizar en las materias Organización de Datos y Taller de Programación II. También se prevé la participación de alumnos con mayor grado de participación y responsabilidad en realización del Trabajo Profesional para graduarse de Ingenieros en Informática.

## Cronograma

- Primera etapa: prototipación y evaluación comparativa de repositorios de objetos (dos años).
- Segunda etapa: prototipación y evaluación comparativa de servidores de objetos (dos años).
- Tercera etapa: prototipación y evaluación comparativa de administradores de objetos (dos años).

## Avance

El proyecto se encuentra en su primer etapa. Se está investigando y evaluando experimentalmente organizaciones de archivos para el almacenamiento de objetos y organización de índices para la recuperación eficiente.

A los efectos de considerar la organización óptima de archivos para almacenar objetos e implementar índices, se considera la siguiente clasificación de archivos y sus patrones de acceso característicos:

- *De Datos Maestros*: datos de un sistema de información que representan entidades de existencia real o ideal, por ejemplo productos o servicios, o valores de referencia para determinar características o atributos de otros datos (dominios de atributos definidos por extensión). Se caracterizan por ser actualizables con poca frecuencia y por patrones de recuperación secuencial para búsquedas por aproximación, particularmente los dominios. Se experimenta con organizaciones secuenciales indexadas con organización de registros en bloques y agrupación por clave de recuperación principal (no por identificador de objeto sino por identificador semántico).

Por ejemplo, considérese un archivo para registrar artículos en un negocio con la siguiente estructura lógica:

```
Artículo((código)i, ((nombre)ie, (marca)ie)i, presentación(descripción, existencia, precio de venta unitario)*)
```

podría organizarse secuencial indexado por nombre y marca, dados los requerimientos de acceso secuencial por este criterio de recuperación.

- *De Datos Transaccionales*: registros de hechos o eventos relacionados con datos maestros, por ejemplo de ventas de productos o de prestaciones de servicios. Se distinguen los hechos o eventos pasados, que en general no son actualizables, y los hechos o eventos programados a futuro, que pueden ser actualizables; para estos últimos es factible utilizar índices selectivos. Se caracterizan por patrones de acceso secuencial. Se experimenta con organizaciones secuenciales indexadas con organización de registros en bloques y agrupación en función de las dependencias de otros objetos.

Por ejemplo, un archivo de facturas con la siguiente estructura lógica:

```
Factura((número)i, fecha(año, mes, día), forma de pago('CO' | 'CH' | 'TD' | 'TC' | 'CC'), (referencia pago)?, descuento, (componente(código producto, cantidad, precio de venta unitario))+) )
```

sería un caso de eventos pasados, sin actualización, por lo que se puede prescindir de la organización en bloques. En cambio un archivo para registrar reservas y estadías en un hotel

```
Estadía(((idH)ie, desde)i, hasta, (alojamiento((idHab)ie, ((idH)ie)*, (consumo((idServicio)ie, fecha, hora, precio, cantidad ))*)+)
```

donde la estadía se identifica por el huésped responsable y la fecha de inicio, y puede involucrar más de una habitación, con uno o más huéspedes asignados (entre los que puede estar o no el responsable) y con servicios consumidos con cargo a la habitación, es un archivo actualizable cuyas operaciones críticas son las consultas de disponibilidad de habitaciones para reservar en función de dos fechas (se debe recorrer secuencialmente para descartar habitaciones ocupadas), el registro de reservas indicando el responsable y las

habitaciones, el check in (se registran todos los huéspedes y se asignan a las habitaciones, mediando o no reservas), el registro de consumos con cargo a una habitación, y el check out (se calcula lo que debe pagar el responsable de una estada antes de retirarse). La organización más apropiada para este archivo sería la secuencial indexada con registros agrupados en bloques por fecha de inicio de estada y huésped responsable.

- *De Reporte: información editada para su presentación al usuario (en general en formatos pdf, html o de texto). Organización secuencial.*
- *De Trabajo: resultados parciales o intermedios de procesamiento, o datos de intercambio entre programas. Organización secuencial o directa según el caso.*
- *De Control de Datos: para almacenar metadatos (definiciones de datos), administrar espacios libres, registrar identificadores de registro vacantes o acceder al contenido de otro archivo (índices y tablas de acceso). Organizaciones secuencial, de árbol B+ o directas, según el caso.*
- *De Intercambio de Datos: para representar datos en formatos estándar de manera que puedan ser procesados libremente conociendo el estándar. Generalmente son archivos de texto, con alguna convención para rotular o delimitar datos, que pueden incluir o no definiciones sobre la estructura de la información contenida (un estándar actual es el XML: eXtended Markup Language). Organización secuencial.*
- *De Unidades Grandes de Información: imágenes, audio, vídeo.*

En cuanto a los índices para el acceso a los objetos, se tiene en cuenta la siguiente clasificación:

- *Según la cantidad de referencias a registros de datos que acompañan a la clave en un registro de índice*
  - De identificación o clave única: cada clave refiere a un único registro (el índice sirve para identificar registros dentro de un archivo):  
Indice(clave, referencia)
  - De clasificación o clave redundante: cada clave refiere a una colección de registros (el índice sirve para clasificar –determinar subconjuntos de pertenencia– registros dentro de un archivo):  
Indice(clave, (referencia)\*)
- *Según el índice refiera a todos o a parte de los registros de un archivo*
  - Exhaustivo: todos los registros del archivo están referidos en el índice
  - Selectivo: sólo algunos registros del archivo están referidos, ya sea porque la inserción de registros en el índice está condicionada (índice selectivo condicional) o sea porque cada registro de índice refiere a una secuencia de registros ordenados (índice selectivo de agrupación)
- *Según el tipo de referencias que acompañan a las claves*
  - Primario o de referencias directas a registros: las referencias son a posiciones físicas de registros o de bloques de registros
  - Secundario o de referencias indirectas a registros: las referencias son claves de identificación principales de registros
- *Según la jerarquía o importancia del índice*
  - Principal: primario de identificación. Todo archivo indicado debe tener obligatoriamente uno para verificar la unicidad de los registros en el archivo, y la clave de este índice es la que se utiliza en otros archivos como clave foránea para referir a los registros del archivo indicado.

- Alternativo: provee un medio para acceder a registros por una clave distinta a la principal.
- *Según el número de posibilidades de acceso o búsqueda de registros*
  - De acceso único: los registros tienen una única clave de acceso, sea simple (con un solo atributo) o compuesta (con varios atributos)
  - De accesos alternativos: los registros tienen más de una clave de acceso (en general, son índices principales y selectivos de agrupación sobre archivos secuenciales ordenados; por ejemplo, para un archivo de facturas, se puede definir un índice que tenga como claves de acceso alternativas el número de factura y la fecha de la factura, que sólo indique la primer factura de cada fecha).

La notación para las definiciones lógicas se basa en la siguiente convención. Para cada atributo se indica la identidad, mediante un nombre, la estructura, listando los atributos componentes entre paréntesis, y la cardinalidad, mediante los calificadores

? : opcionalidad (0 ó 1 valor)

\* : ninguno o varios valores (\* seguido de un número implicaría ninguno o hasta ese número de valores)

+ : uno o varios valores (+ seguido de un número implicaría uno hasta ese número de valores)

También se especifican valores por extensión, cuando fuera pertinente, como en el caso

forma de pago('CO' | 'CH' | 'TD' | 'TC' | 'CC')

(COntado, CHEque, Tarjeta de Débito, Tarjeta de Crédito o Cuenta Corriente) donde la barra vertical (|) indica alternativa excluyente.

Y también se indica cualesquiera combinaciones de atributos que puedan identificar un objeto en el sistema de información, como en el caso de los artículos, con el calificador *i*:

(código)*i*, ((nombre)*ie*, (marca)*ie*)*i*

El calificador *ie* significa identificador externo.

# **Administración segura de la información: Una experiencia de vinculación entre un ente del estado provincial y la U.N.P.A.**

**Javier Díaz**

L.I.N.T.I. – Universidad Nacional de La Plata  
Calle 50 y 115 – 1er. Piso – Edificio Bosque Oeste  
E-mail: jdiaz@info.unlp.edu.ar

**Carlos A. Talay**

**Alicia E. Santana**

**Gonzalo Miranda**

Unidad Académica Río Gallegos  
Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
Santa Cruz (9400), Argentina  
E-mail: ctalay@mixmail.com, alisanjo@hotmail.com, gonza\_ml@yahoo.com

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es exponer los aspectos fundamentales de un proyecto de investigación destinado a proponer e implementar normas y procedimientos para la administración segura de información, en un contexto de carácter público y confidencial, como lo es un organismo estatal de la Provincia de Santa Cruz.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Con el transcurso del tiempo, en el ámbito de la administración pública provincial de Santa Cruz, se ha ido tomando conciencia de la magnitud de los distintos problemas que acarrea la no implementación de adecuadas políticas sobre seguridad en el uso de la información. Esta preocupación ha sido transmitida mediante los permanentes contactos con responsables de áreas informáticas de los distintos entes estatales. Debido al gran desarrollo de las Tecnologías de la información y comunicaciones, la forma en que los usuarios pueden acceder a la información alojada en servidores es cada vez más variada. El acceso físico a terminales ubicadas en ambientes controlados, que se encuentran conectadas a servidores, ya no es una condición indispensable para lograr el acceso a la información. Nuevos paradigmas generan aplicaciones que definen innovadores modos de relacionarse. Esto conlleva a prestar especial atención a los procesos y a la organización, plantenado la necesidad de extremar las medidas de seguridad, generándose desafíos en este sentido. Esto implica abarcar aspectos de origen legal (por ejemplo, requerimiento de utilización de bases de datos disociadas conforme ley de protección de datos personales o aspectos técnicos exigidos por la ley de firma digital a fin de otorgar valor al documento electrónico, etc.), técnicos (uso de protocolos de seguridad, VPN, duplicación de recursos, etc.) y administrativos (reglamento internos de uso, normas,

procedimientos, definición de misiones y funciones de los responsables de áreas informáticas, etc.). En este sentido, es importante destacar que para lograr los objetivos, las instituciones que han avanzado en estos aspectos han tenido necesariamente que nivelar la infraestructura tecnológica que incluye organización, equipamiento, normativa y realizar planes de capacitación, no sin contar con una adecuada política tecnológica y apoyo de las máximas autoridades que deberán considerar los aspectos de seguridad e implementación de tecnologías de la información con visión estratégica que incluya la definición de políticas internas y presupuestarias.

La ocurrencia de incidentes a nivel de seguridad respecto de los datos procesados en los centros de cómputos, se han produciendo a lo largo del tiempo, aunque no se cuenta con una recopilación de estos datos, que permitan realizar un seguimiento estadístico que pueda darnos una idea concreta acerca de sus orígenes.

En este contexto, se presentó la posibilidad de abordar el caso puntual dentro de una estructura estatal dedicada a la construcción y adjudicación de grupos habitacionales en la Provincia de Santa Cruz, sobre el cual se realizará el desarrollo del proyecto.

De esta manera, se estudiará la problemática del manejo seguro de datos, realizando una propuesta integral que optimice el uso de recursos e información. Esta propuesta abarcará un conjunto de procedimientos y normas de trabajo que contemplarán los aspectos de seguridad lógica, física, legal y administrativa.

Con el fin de alcanzar este objetivo se conformo un equipo de trabajo integrado por: (1) Licenciado en Sistemas, (1) Ingeniero Electricista con orientación en sistemas digitales, (1) Licenciada de Sistemas y Abogada y (1) Lic. en Organización Industrial (Mg. en administración y negocios), (6) Alumnos de las carreras Analista y Licenciatura en Sistemas de la UNPA y (2) empleados del organismo estatal en donde se realizará el proyecto.

## **2. PLANIFICACIÓN Y MÉTODO**

El organismo donde se planificó ejecutar el proyecto, posee un centro informático en el cual se desarrollan sistemas para ser utilizados por las diferentes áreas.

Posee una importante cantidad de equipos instalados en la ciudad de Río Gallegos y demás dependencias distribuidas en el interior provincial de Santa Cruz, que generan y procesan información en forma local para luego enviarla a la administración central, donde es organizada, registrada, integrada y almacenada.

Esta información es variada y conforma en la actualidad distintas bases de datos sobre las cuales se proyectan las tareas administrativas internas y también define políticas estratégicas.

En este contexto, las autoridades se encuentra realizando una planificación que implica la revisión de los sistemas informáticos existentes, la implementación de nuevos sistemas de manejo de información y la integración con las delegaciones distribuidas en el interior de la provincia mediante la puesta en marcha de una red interconectada de datos, que una todas las dependencias y que permita el manejo integrado y en

línea de la información. Existe la posibilidad que esto se realice mediante la integración a una red provincial de datos que se encuentra actualmente en etapa de ejecución.

A partir de la decisión de realizar estas tareas de enlace entre todas las dependencias del interior con la administración central y la red provincial, las autoridades están determinadas a mejorar, formalizar e implementar circuitos y procedimientos que ordenen el manejo de la información para todo el sistema, a fin de lograr un nivel de calidad en su tratamiento y resguardo de la información.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas, se definió un plan de trabajo que contempla las siguientes etapas:

#### **a) Revisión del estado del arte y fase de relevamiento**

En esta etapa se realizará una revisión el estado del arte, recopilando bibliografía y documentos relacionados a modelos de políticas de seguridad que el estado ha definido para entes públicos. Se proporcionará a los alumnos los conceptos teóricos básicos necesarios para formarlos en los aspectos de seguridad a través de cursos impartidos al efecto y se organizará los aspectos del planeamiento general del trabajo. Luego, se dará inicio al relevamiento del escenario sobre el cual se llevará a cabo el proyecto.

#### **b) Análisis y procesamiento de los datos obtenidos**

Una vez recabada la información, en la etapa anterior, se procederá a compendiar y organizar los datos de la manera más adecuada, de tal manera que se puedan apreciar los aspectos relevantes, lográndose de esta manera, detectar las interacciones que se producen en forma puntual y general dentro de la estructura existente.

#### **c) Planificación de mejoras del funcionamiento**

Una vez analizados los datos, el grupo de trabajo procederá a determinar los aspectos relevantes a tener en cuenta sobre las opciones de mejora de los procedimientos que se deberían implementar, intentando de esta manera, optimizar el funcionamiento para lograr integrar los procesos en un correcto funcionamiento de conjunto. En esta etapa se generara un documento con propuestas de esos procedimientos, que tendrán como ejes centrales:

- ✓ Clasificación y descripción de los activos, tanto físicos como a nivel de recursos humanos. Se plantearán las posibles amenazas que hay sobre ellos y se identificarán las vulnerabilidades.
- ✓ Ubicación física de los equipos, el tipo de accesibilidad física y lógica que se produce sobre ellos. El tipo de interconexión a nivel de redes internas y con el exterior.
- ✓ Configuración de servidores. Servicios que proporcionan a los usuarios y tipos de bases de datos utilizadas.
- ✓ Monitoreo mediante software de diagnóstico de la red. Verificación de frecuencia y calidad de tráfico. Análisis de rendimiento.

- ✓ Políticas de acceso, registro de usuarios, gestión de cuentas (ABM), definición de privilegios y responsabilidades. Sugerencias al personal sobre uso y especificación de claves personales.
- ✓ Fuentes de generación de información. Análisis de los circuitos de información. Confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información.
- ✓ Controles criptográficos. Cifrado. Firma digital. Servicios de no repudio.
- ✓ Análisis de acceso remoto y a través de servicios disponibles por INTERNET. Política de utilización de los servicios de red. Servicios seguros. Autenticación de usuarios en conexiones externas. Configuraciones que implica la definición una plataforma adecuada para brindar estos servicios (Subdivisión de redes, Host Bastión, autenticación de nodos, autenticación de usuarios para conexiones externas, Firewalls, protección de los puertos y monitoreo de tráfico hacia y desde el exterior).
- ✓ Análisis de integración con la red provincial de informática. Compatibilidad de datos y servicios integrados.
- ✓ Resguardos de información. Políticas de resguardo. Tipo de soporte físico. Disposición final.
- ✓ Manejo de incidentes. Registro de eventos. Plan de contingencia.
- ✓ Análisis de planes de continuidad sobre la actual propuesta, teniendo como base la actual plataforma de trabajo (cursos, asistencia técnica, auditorias, planificación estratégica, etc.).

#### **d) Revisión externa**

A fin de tener una visión externa de los problemas y de las propuestas de mejora, está previsto requerir la opinión de un profesional reconocido en la especialidad, que pueda aportar su experiencia y evaluar los procedimientos elaborados en la planificación.

#### **e) Presentación de informe**

Una vez terminadas las etapas precedentes, se procederá a elevar un informe al organismo, en donde se expresen los resultados de los datos relevados, su análisis y las propuestas de mejoras sugeridas.

#### **f) Capacitación del personal**

Está previsto un plan integral de capacitación del personal, tanto en las herramientas de software que normalmente utilizan, como así también en los nuevos procedimientos que se definan.

#### **g) Implantación de medidas**

Una vez que los procedimientos se encuentran definidos y consensuados, se ha explicado su sentido, su pertinencia y son conocidos los roles a cumplir, se determinará la implantación efectiva de los mismos.

#### **h) Seguimiento y auditorias periódicas**

Se tiene previsto realizar la planificación de auditorias periódicas, a fin de mantener un seguimiento de los procedimientos implementados con el objeto de poder brindar a los usuarios el soporte necesario ante dudas o incompatibilidades en la implantación de los procedimientos, como así también llevar un registro de los eventos que se produzcan.

#### **4. CONCLUSIONES PRELIMINARES**

El trabajo hasta aquí descrito se encuentra en pleno desarrollo, por tanto no disponemos de resultados totales que permitan concluir con exactitud los beneficios tangibles obtenidos, aunque podemos decir que ya se han podido evidenciar mejoras en la reducción de los incidentes de seguridad que se registran en el centro de cómputos.

Actualmente nos encontramos capitalizado experiencia con la consecuente adquisición de conocimientos en la medida que se avanza en el proyecto.

La transferencia y desarrollo de conocimiento impacta positivamente en la formación de recursos humanos tanto el ámbito universitario representado por nuestros alumnos como en la calificación del personal del organismo interviniente. Particularmente vemos muy positiva la participación de los alumnos, que una vez que recibieron los cursos de capacitación que se les impartió, han podido experimentar cómo son aplicados los conceptos teóricos sobre seguridad informática a una organización.

Otro aspecto necesario de destacar, es lo importante que resulta para ellos la interacción con el personal técnico y administrativo, acercándolos a situaciones reales, con problemas concretos y en algunos de los casos la posibilidad de continuar vinculados mediante al realización de pasantía y eventuales contratos de trabajo.

#### **5. AGRADECIMIENTOS**

No queremos finalizar sin dejar de mencionar a los alumnos Andrea Villagra, Fernanda Oyarzo, Mauro Rippa, Cristian Albello, Leonardo Méndez y Diego Enríquez, pertenecientes a la U.N.P.A. - U.A.R.G., que intervienen en el desarrollo del proyecto y aportan su entusiasmo y dedicación.

#### **6. REFERENCIAS**

- [1] MODELO DE POLÍTICA DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA ENTES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA NACIONAL, Subsecretaría de la Gestión Pública. Versión 1, Julio-2005
- [2] POLITICA DE SEGURIDAD DE LA INFORMACION, Decisión Administrativa 669/2004
- [3] Kaeo Merike. *Diseño de seguridad en redes* - Pearson Educación (2003)
- [4] Charles P. Pfleeger, Shari Lawrence Pfleeger, *Security in computing* - Prentice Hall (2003)
- [5] Maiwald Eric. *Fundamentos de seguridad de redes* - Mc Graw-Hill (2004)
- [6] Stallings William. *Fundamentos de seguridad en redes, aplicaciones y estándares* - Pearson Educación (2004)
- [7] Charlie Kaufman & Others. *Network security: private communication in a public world* - Prentice Hall (2002)

## APFELE, una Herramienta para Contar Puntos Función Basada en el Enfoque de Estimación del Tamaño Funcional del Software en la etapa de Elicitación de Requerimientos

Gabriela C. Oriana<sup>1</sup>, Pamela del C. Ritter<sup>1</sup>, Raquel S. Olinik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería,  
UNPSJB, Comodoro Rivadavia, Argentina

{pcritter, [oriana\\_gab@ing.unp.edu.ar](mailto:oriana_gab@ing.unp.edu.ar) - TE. 0297 - 4483667  
[rsolinik@gmail.com](mailto:rsolinik@gmail.com) - TE. 0297 - 4464170  
<http://www.ing.unp.edu.ar/informatica>

**Resumen.** La aplicación del Análisis de Puntos Función en la etapa inicial del desarrollo de sistemas de software permite obtener una medición del tamaño del producto a construir sin depender del lenguaje y la tecnología que se utilizarán. Esto permite estimar costos, esfuerzo y duración antes de avanzar en el proceso de desarrollo de un proyecto. La medición de Puntos Función puede aplicarse a los escenarios generados en la etapa de Elicitación de Requerimientos. En este artículo se presenta la herramienta CASE APFELE semi-automática integrada, desarrollada para soportar el proceso de medición de los escenarios, que permitió sustituir los distintos utilitarios necesarios para implementar “manualmente” la medición, presentar y documentar sus resultados, aprovechando la ventaja del hipertexto lográndose así una importante reducción en el tiempo y energía requeridos para obtener la métrica de funcionalidad de un proyecto de software en su etapa inicial.

### Introducción

La gestión de los proyectos de desarrollo o mantenimiento de software tiene una importancia fundamental en el nivel económico en las organizaciones [3]. Un aspecto esencial es la adecuada estimación de los costos asociados con el desarrollo de software.

Las técnicas de Análisis de Puntos Función (FPA) permiten medir el tamaño del software desde punto de vista del usuario e independientemente del contexto de desarrollo. Esto permite estimar costos, esfuerzo y duración antes de avanzar en el proceso de desarrollo de un proyecto [2]. El proceso de medición de Puntos Función en la etapa de elicitación se aplica a los escenarios construidos a partir del Léxico Extendido del Lenguaje (LEL).

La herramienta CASE APFELE semi-automática integrada soporta el proceso de medición propuesto en [2], sustituye los distintos utilitarios usados para medir “manualmente”, permite presentar y documentar los resultados y aprovecha la ventaja del hipertexto para lograr una reducción significativa del tiempo y esfuerzo requeridos para la medición del tamaño funcional en la etapa inicial de un proyecto de software y calidad en la aplicación del método (consistencia de datos, tener las reglas del método disponibles, creación y formato automático de formularios, cálculos automáticos, etc). Permite también el acceso al LEL & Escenarios.

### Métricas de Puntos Función

Los Puntos Función proporcionan una medida objetiva, cuantitativa y auditable del tamaño de las aplicaciones, desde el punto de vista de los requisitos especificados por el usuario final de la aplicación. También son un medio de entendimiento entre lo que el usuario quiere y lo que al final se le suministra.

En consecuencia, su valoración se deriva a partir de los requisitos funcionales que la aplicación debe satisfacer, modelos de datos, definición de pantallas e interfaces gráficas y diagramas de análisis.

Los Puntos Función constituyen una técnica de medición del software simple de obtener pero muy potente en sus resultados. Con estas medidas, registradas en distintas fases del ciclo de vida, se puede llevar a cabo un análisis exhaustivo de su evolución y, por lo tanto, del control de la productividad, la calidad y los costos asociados, a lo largo del tiempo. De esta forma, y

almacenando en un registro histórico de datos el valor en Puntos Función de cada uno de los proyectos realizados, podemos disponer de una sólida base para futuras estimaciones del costo y duración de los proyectos, información altamente valiosa para la dirección de las organizaciones.

### **LEL & Escenarios**

El LEL es un meta-modelo diseñado para ayudar a capturar el vocabulario de la aplicación, que utiliza el lenguaje natural para la representación de sus símbolos. El objetivo de esta técnica es entender el lenguaje del problema, sin preocuparse por comprender el problema en sí [4].

Los escenarios son un medio natural para representar y capturar conocimiento del dominio durante la elicitación y documentación de requisitos [6]. Un escenario constituye una descripción de los aspectos relevantes en cuanto al comportamiento y al ambiente de un sistema, mediante episodios concretos y específicos, usando generalmente lenguaje natural.

### **Proceso de Medición de Funcionalidad en la Elicitación de Requerimientos**

El enfoque propuesto en [2] permite medir la funcionalidad de un sistema de información a partir del modelo de requerimientos basado en Lenguaje Natural. Específicamente propone aplicar el método MKII FPA [9] usando la documentación del LEL y Escenarios y de esta manera, obtener una medida del tamaño funcional de un sistema desde las primeras etapas del proyecto de software.

El proceso de medición de funcionalidad de L&E se describe como una secuencia de etapas. Cada etapa se compone de subprocesos. El producto resultante de cada subproceso se utiliza como entrada para el siguiente. La Etapa 3 se debe reiterar para cada episodio.

Durante las diferentes etapas se aplican las reglas previamente definidas y se utilizan cinco formularios para documentar los estados intermedios y final del proceso.

#### Las etapas del proceso de medición:

- Etapa 1. Establecer el límite del sistema. Determinar la funcionalidad a incluir en la medición (el límite incluye a todos los escenarios). Identificar usuarios (cada actor de los escenarios).
- Etapa 2. Identificar episodios: Descomponer los escenarios en episodios, Eliminar episodios repetidos de la lista, Reducir a episodios simples, Descartar los episodios que no incluyen funcionalidad, y Organizar un catálogo de episodios
- Etapa 3. Identificar y contabilizar los ítems relevantes para el tamaño funcional: Identificar los componentes E-P-S, Identificar los DET (Tipo de Dato Elemental) de cada componente, Identificar los recursos de cada componente, Contar DET en el componente E del episodio, Contar referencias a recursos en el componente P del episodio, y Contar DET en el componente S del episodio
- Etapa 4. Determinación tamaño funcional: Calcular los PF del episodio y Calcular los FP de la aplicación
- Es fundamental que el proceso de FPA sobre L&E esté documentado, ello facilita y organiza el proceso de recolección de datos, favorece el proceso de revisión y el control de cambios proporcionando información acerca de qué se contabilizó durante el análisis y establece las bases para la construcción del sistema.

En [2] se reproducen los formularios propuestos, se establecen una serie de normas para completar cada formulario y se incluyen ejemplos de utilización.

### **Una Herramienta para el Análisis de Puntos Función en la Elicitación**

La herramienta APFELE [5] es una aplicación semiautomática (interactúa con el usuario) y permite realizar la medición de los Puntos Función de un proyecto de software utilizando el Enfoque de Estimación del Tamaño Funcional del Software en la etapa de Elicitación de Requerimientos [2].



Figura 1: ejecución de APFELE

Los pasos a seguir para obtener la medición de los Puntos Función de un proyecto de software en la Etapa de Elicitación con la herramienta APFELE [5] son:

- Abrir el archivo “.rtf” generado por la herramienta Baseline Mentor Workbench (BMW) [1] en el cual se cargó el LEL y Escenarios del proyecto de software a medir y que servirá de entrada para la herramienta APFELE.
- El usuario debe clasificar/Descartar Episodios de la Planilla de Episodios que contiene el total de episodios de cada escenario del LEL & Escenarios (Figura 2).
- El usuario debe identificar DETs de Entrada, DETs de Salida y Recursos Referenciados en el Detalle del Análisis por Episodio
- Los Formularios: 3 - Resumen del Cálculo de los Puntos Función, 4 – Reporte de Horas de Trabajo y 5 – Resumen de las Mediciones de Productos son generados de forma automática por la herramienta (Figuras 4 y 5).

ANÁLISIS DE PUNTO FUNCIÓN SOBRE LEL Y ESCENARIOS		
PLANILLA DE EPISODIOS		
TÍTULO DE LA APLICACIÓN: Sistema de Notificaciones a Clientes de un Banco		
AUTOR: Chicas		FECHA: 10/12/2006
Escenario	Episodio	Descartado
Confeccionar aviso de deuda vencida	El Empleado completa el aviso de deuda vencida con la fecha de emisión, plazo en días y los datos del informe de deuda del cliente.	
	El empleado lo entrega a Gerencia.	N
	if Gerencia firmó el aviso de deuda vencida then El Empleado lo envía al Cliente por correo electrónico.	
	El Empleado archiva una copia del Aviso de Deuda Vencida en la Carpeta de Crédito.	
confeccionar avisos de préstamos	if fecha de vencimiento de la cuota del balance de préstamos es igual a fecha de vencimiento de Informe de Deuda then El empleado obtiene los datos del Cliente y tipo de préstamo que está en mora.	
	Confeccionar aviso de deuda vencida.	E
	Confeccionar intimación para cancelación de préstamo.	E
Confeccionar intimación para cancelación de préstamo	if cantidad de días desde vencimiento de la cuota es mayor e igual que 10 then el Empleado completa la intimación con la fecha de emisión, el plazo en días y los datos del informe de deuda del cliente.	

Figura 2: Pantalla para Planilla de Episodios

Formulario 2		ANÁLISIS DE PUNTO FUNCIÓN SOBRE LEL Y ESCENARIOS	
DETALLE DEL ANÁLISIS POR EPISODIO			
TÍTULO DE LA APLICACIÓN: Sistema de Notificaciones a Clientes de un Banco			
AUTOR: Chicas		REVISOR: Chicas	
ETAPA DEL PROYECTO: Elicitación		FECHA REVISIÓN: 10/02/2006	
		REVISIÓN N°: 2	
EPISODIO: 1			
ESCENARIO: Confeccionar aviso de deuda vencida			
datos del cliente	informe de deuda	datos del Cliente	
fecha de emisión	Carpeta de Crédito	fecha de emisión	
fecha de vencimiento de la cuota	Texto modelo de Aviso de Deuda Vencida	fecha de vencimiento de la cuota	
Tipo de Préstamo		plazo en días	
Plazo en días		tipo de préstamo	
número de cuota		número de cuotas	
capital		capital	
interés		interés	
fecha de pago		fecha de pago	
total de la deuda		total de la deuda	
TOTAL: 10	TOTAL: 3	TOTAL: 10	

Figura 3: Pantalla de Formulario 2

Formulario 3							ANÁLISIS DE PUNTO FUNCIÓN SOBRE LEL Y ESCENARIOS	
RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS PF								
TÍTULO DE LA APLICACIÓN: Sistema de Notificaciones a Clientes de un Banco								
AUTOR: Chicas				REVISOR: Chicas				
ETAPA DEL PROYECTO: Elicitación				FECHA REVISIÓN: 10/02/2006				
REVISIÓN N°: 1								
Escenario	Episodio						PF	
	ID	Evento / Consulta	Cantidad DET Entrada	Cantidad Rec. Ref.	Cantidad DET Salida			
Confaccionar aviso de deuda vencida	1	E	10	3	10	23		
	2	E	1	1	1	3		
	3	E	1	2	1	4		
informar vencimiento del acuerdo	36	E	4	2	4	10		
	37	E	1	2	1	4		
ofrecer producto	38	E	2	1	3	6		
requerir cancelación de descubierto sin acuerdo	39	C	1	1	5	7		
TOTAL PF							303	

Figura 4: Fragmento del formulario 3: Resumen del Cálculo de los PF

Formulario 5											ANÁLISIS DE PUNTO FUNCIÓN SOBRE LEL Y ESCENARIOS	
RESUMEN DE LAS MEDICIONES DE PRODUCTOS												
TÍTULO DE LA APLICACIÓN: Sistema de Notificaciones a Clientes de un Banco												
AUTOR: Chicas												
Escenarios	Episodios						DET		Rec. Ref.			
	Escenario	Repetido	Excepcion	Restricción	No func.	Total	Netos	E		S		
23	21	12	2	2	17	83	39	108	126	69		

Figura 5: Formulario 5, Resumen de las mediciones de productos

### Conclusiones y Trabajos Futuros

Con el desarrollo de APFELE se logró una herramienta CASE que permite medir la funcionalidad de un producto de software en forma semi-automática (es interactiva con el usuario) y se basa en el enfoque propuesto en [2]. La utilización de APFELE permitió obtener los mismos resultados en cuanto a la aplicación manual del método, pero ahorrar mucho tiempo y esfuerzo ya que se agilizó el diseño de formularios, el acceso al LEL & Escenarios, la aplicación del método (por ejemplo al permitir consistencia de datos, tener las reglas del método disponibles, creación y formato automático de formularios, realización de cálculos automáticos, presentación y documentación de sus resultados en forma ordenada y consistente, aprovechar la ventaja del hipertexto, etc.), lográndose así una importante reducción en el tiempo y energía requeridos para la obtención de la métrica de funcionalidad de un proyecto de software en su etapa inicial. El resultado de esta aplicación se puede exportar a Excel permitiendo su manipulación en esta planilla de cálculo [5].

Caso	Total Escenarios	Total Episodios	Episodios netos	FP	Esfuerzo medición manual (hs)	Esfuerzo medición con APFELE (hs)
Estación de servicio	28	220	50	260	11,3	3,1
Notificaciones Bancarias	23	93	39	303	10,5	2,5
Organizar reuniones	16	109	34	156	6,5	2,5
Plan de ahorro	18	54	23	79	9,6	1,1
Recepción	10	64	18	103	36,6	1,5
Sistema de alumnos	10	52	32	181	7	2

**Tabla 1: Comparación de casos medidos manualmente y con APFELE**

Como trabajo futuro se propuso la integración de APFELE al Proyecto “Estimaciones de Tamaño en la Etapa Inicial de un Proyecto de Desarrollo de Software” presentado y aprobado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia “San Juan Bosco” y en el cual formamos parte de la unidad ejecutora.

En este proyecto se investigará más profundamente y se experimentará en la medición de documentos producidos en la etapa de Elicitación de Requerimientos utilizando Léxico Extendido del Lenguaje y Escenarios. Se desarrollará también una herramienta Case semiautomática que brindará el soporte necesario para efectuar las mediciones y almacenar los resultados obtenidos.

Para ello se partirá de dos enfoques: “Una propuesta de Análisis de Puntos Función aplicado a LEL y Escenarios” [2], (explicado en este trabajo y para el cual desarrollamos la herramienta APFELE) y “Estimación del tamaño de los artefactos producidos en la elicitación de requerimientos” [8], en el que se utiliza el concepto de Palabra Normalizada.

## Referencias

1. Antonelli L., Rossi G., Oliveros A., “*Baseline Mentor, An Application that Derives CRC Cards from Lexicon and Scenarios*”, LIFIA, Facultad de Informática U.N.L.P., Argentina, 1999.
2. Bertolami, M., “*Una propuesta de Análisis de Puntos Función aplicado a LEL y Escenarios*”, Facultad de Informática U. N. L. P., Argentina, junio 2003.
3. Bertolami, M., Alejandro Oliveros “*Análisis de Puntos Función en la elicitación de requerimientos*”, Workshop on Requirements Engineering, Piracicaba, Brasil, 2003.
4. Leite JCSP, “*Ingeniería de Requisitos*”, Notas de cátedra, 1997.
5. Olinik, R., Oriana, G., Ritter, P., “*Herramienta CASE APFELE By ORO*” Facultad de Ingeniería, U.N.P.S.J.B., Argentina, diciembre 2005
6. Zorman, L., “*Requirements Envisaging by Utilizing Scenarios*” (Rebus), Ph.D. Dissertation,
7. Hadad Graciela, Kaplan Gladys, Oliveros Alejandro, do Prado Leite Julio Cesar Sampaio; “*Integración de Escenarios con el Léxico Extendido del Lenguaje en la elicitación de requerimientos. Aplicación a un caso real*”, 1996.
8. Centeno, María Elena. “*Estimación del tamaño de los artefactos producidos en la elicitación de requerimientos*”, Facultad de Informática U.N.L.P, Argentina, Abril 2004.
9. UKSMA, *MKII Function Point Analysis Counting Practices Manual*, Version 1.3.1, United Kingdom Software Metrics Association, 1998.

<sup>1</sup> Este caso no debe considerarse con fines estadísticos, porque fue el primer caso medido manualmente mientras se desarrollaba el método.

# APLICACIÓN DE MÉTRICAS DE MADUREZ EN CONCEPTUALIZACIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS

Pollo-Cattaneo, F.<sup>1,2</sup>, Britos, P.<sup>3,2</sup>, García-Martínez, R.<sup>3,2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Inteligencia Artificial. Facultad Regional Buenos Aires. UTN

<sup>2</sup> Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

<sup>3</sup> Centro de Ingeniería de Software Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA

florencia@sisistemas.frba.utn.edu.ar, pbritos@itba.edu.ar, rgm@itba.edu.ar

## 1. Introducción

Para poder llegar a cumplir con un desarrollo de sistema software, se deben comprender múltiples elementos, desde el escenario en donde éste se desarrolla, los riesgos que lo involucran y los recursos. Cuando se habla de recursos, estamos presentes frente a: tiempo insumido, dinero, esfuerzo humano y recurso técnico. Son estos y otros elementos los que se deben gestionar hábilmente cuando se decide implementar un proyecto de desarrollo de software. Descubrir métodos, técnicas y herramientas que faciliten esta función ha sido y es un área de investigación y desarrollo dentro de la Ingeniería en Conocimiento.

La planificación juega un papel fundamental en la gestión de cualquier proyecto, es así que para el desarrollo de sistemas expertos o sistemas basados en conocimientos, dicha actividad goza de particularidades que la hacen altamente compleja. Para planificar, se debe estimar esfuerzo humano (persona/ tiempo), costo y tiempo. Pero bien se sabe que cuando alguien desea algo si lo puede expresar en forma cuantitativa es capaz de definir cuan lejos se encuentra, si ha llegado o no y en cuánto ha fallado. Para esto se tienen métricas, que permiten obtener información y así generar conocimiento de la evolución y alcance del proyecto en el cual nos encontramos. Proceso y producto son los elementos protagonistas de estas técnicas de medición, la conceptualización es una fase que merece ser medida para así poder estimar actividades futuras, obtener información del estado de madurez de mi conocimiento sobre el dominio y sus particularidades.

Este artículo pretende completar el estudio de casos propuestos en [Hauge, O; *et al*, 2006] y obtener conclusiones a partir de la comparación en los valores obtenidos frente a la métrica que aportan los autores.

## 2. Dominio del Problema

Dentro de la actividad ingenieril en general se mide lo que sucede en el proceso en forma constante, tener información cuantitativa sobre un objeto o un elemento permite poder compararlo contra otro elemento u objeto semejante y así obtener conclusiones que permitan conocer dicho objeto por medio de su comportamiento. Medir implica, entre otras cosas, reconocer qué características de un objeto son representativas para estudiar su comportamiento y, a partir de allí, la información que se obtenga será altamente dependiente del conjunto de características que haya decidido medir. Se dice que uno es, lo que otros pueden afirmar de uno y, en este caso, las métricas me permiten afirmar y decir en cuánto se cumple con determinada característica y en cuanto no. Así se puede relacionar y tener un orden entre elementos de un mismo universo. Por eso es fundamental encontrar formas de medir que sean robustas y que permitan obtener conclusiones consistentes y objetivas en diferentes dominios. Medir, en la Ingeniería en Software es complejo, representamos procesos lógicos del individuo, potenciamos capacidades psíquicas de las personas; cómo podemos medir su esfuerzo (y el nuestro) es una ardua tarea. Si esto es complejo en la Ingeniería en Software, resulta altamente complicado en la Ingeniería del conocimiento también, sobre todo teniendo presente que casi no existen métricas en la disciplina. Obtener una métrica y validarla es el objetivo que pretendemos

alcanzar y así contribuir con herramientas que permitan al Ingeniero en Conocimiento realizar un control efectivo de sus funciones.

### 3. Aproximación a la solución

La métrica de madurez de conceptualización en los Sistemas Expertos propuesta en [Hauge *et al.*, 2006], estudia el dominio del problema dentro del contexto del desarrollo del Sistemas Expertos, la misma posee simpleza al momento de su implementación, ya que se basa en Reglas, Conceptos, Atributos y Niveles de Descomposición. Estos elementos son fáciles de encontrar y contabilizar dentro del ámbito de desarrollo del sistema experto, también podemos afirmar que la métrica brinda información sobre: la madurez de la base de conocimientos y la complejidad del dominio.

### 4. Casos de Estudio

Para la validación de resultados de la métrica propuesta se toma como casos de estudio los sistemas expertos obtenidos de los desarrollos de tesis de Magíster del Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (Tabla 1).

ORDEN	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
1	<b>Sistema de Ayuda sobre Legislación Argentina en Riesgos de Trabajo.</b> Este sistema ayuda al usuario a encontrara dentro de la legislación argentina, material relativo a los accidentes de trabajo. Se consume mucho tiempo dentro de las leyes para encontrar el material correcto y es este sistema el encargado de ayudar a ahorrar tiempo en esta búsqueda	[Britos, 2001]
2	<b>Sistema experto para la Asistencia a la toma de decisiones en Centro de Información y Control Aéreo.</b> Este sistema da soporte a las decisiones de torres de control para aeropuertos	[Ierache, 2002]
3	<b>Sistema Experto de Ayuda para la Selección del Modelo de Ciclo de Vida.</b> El sistema asiste al Ingeniero en software en selección del ciclo de vida más adecuado para un proyecto de desarrollo en particular, colaborando en el análisis de las características más relevantes a tener en cuenta.	[Rossi, 2001]
4	<b>Sistema Experto Asistente de Requerimientos.</b> Sistema experto que asiste al ingeniero en software en la descripción del problema elaborando el documento de requerimientos de un sistema software.	[Rizzi, 2001]
5	<b>Sistema Experto para la Asistencia Respiratoria Mecánica con Respiradores de Alta Frecuencia.</b> Sistema de asistencia en el manejo de ventiladores de alta frecuencia oscilatoria para pacientes neonatales siguiendo los pasos de la metodología IDEAL.	[Bermejo, 2002]
6	<b>Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias y Actividades Instruccionales.</b> Sistema que captura el "saber hacer" de diseñadores instruccionales y por lo tanto es capaz de recomendar estrategias adecuadas que faciliten el alcance de los objetivos de la instrucción por parte de los educandos, en el contexto del ambiente de aprendizaje que se trate.	[Hossian, 2003]
7	<b>Sistema Informático Jurídico para la Individualización y Acuerdos sobre la Pena.</b> Legal Advisor, en adelante LEAD, es un sistema informático jurídico que tiene por objeto asistir a los operadores de la justicia –jueces, fiscales y defensores- del fuero penal en el proceso de individualización de la pena.	[Gómez, 2003]
8	<b>Sistema sobre Reclamos Concernientes a Venta Minorista.</b> El sistema desarrollado encuentra soluciones a reclamos de clientes, evaluando el delicado equilibrio entre la satisfacción del cliente y el costo para la empresa. El sistema además brinda dos niveles diferentes de soluciones y da la justificación de cada una de ellas.	[Cao, 2003]
9	<b>Sistema Generador del Mapa de Actividades de un Proyecto de Desarrollo de Software.</b> Sistema basado en conocimientos que asiste al responsable de un proyecto de desarrollo de software, en la elaboración del mapa de actividades del mismo. El sistema permite ingresar las particularidades del proyecto, infiere el mapa de actividades sobre la base de la metodología estándar Métrica Versión 3 y lo presenta en un formato electrónico estándar.	[Diez, 2003]
10	<b>Sistema de Ayuda para la Atención de Incidentes y Solicitudes de un Data Center.</b> Sistema que asiste a un operador novato / sin experiencia a atender incidentes y solicitudes, reduciendo la curva de aprendizaje, los costos de capacitación y los originados por la comisión de errores.	[Di Girolamo, 2004]
11	<b>Sistema para la evaluación del Alistamiento.</b> Documentación de base y caso piloto para el Proyecto MARSEA – Sistema para la Evaluación del Alistamiento que se encuentra en etapa de implementación para una compañía armadora.	[Rancán, 2004]
12	<b>Sistema para el Análisis y Diagnóstico de Fallas Eléctricas de Transmisión.</b> Sistema que asiste a técnicos, especialistas y operadores en la obtención del diagnóstico inmediatamente después de producida una falla eléctrica de transmisión.	[Degl'Innocenti, 2004]

Tabla 1. Casos de sistemas expertos utilizados en el estudio

## 5. Resultados

En las siguientes subsecciones se detallan los resultados obtenidos para cada métrica en cada caso y se da una interpretación de los resultados.

### 5.1. Cantidad de Conceptos, Cantidad de Reglas o Cantidad de Atributos

Identificación del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de Conceptos	17	20	11	7	5	22	11	6	3	10	24	7
Cantidad de Atributos	81	126	74	29	30	142	36	35	152	54	27	60
Cantidad de Reglas	472	155	115	40	43	138	22	66	181	19	71	174

Esta métrica es simple, tiene por objetivo medir la complejidad del dominio. Su valor debería ir creciendo a lo largo de todo el proyecto, excepto en las etapas finales en las cuales debería converger a un valor. Si se poseen datos históricos, se pueden comparar los resultados parciales, y así detectar desvíos. Podemos afirmar que el sistema 1 resulta de uno de los más complejos, en cuanto a la definición de las reglas, y que la cantidad de conceptos no se encuentra relacionada directamente con la cantidad de reglas, por ende se infiere que los atributos poseen muchos valores y existe gran cantidad de combinatoria de los mismos. El sistema 6 resulta de los más complejos en cuanto a la cantidad de conceptos atributos y reglas, conforme describen un dominio amplio (en donde se manejan estrategias).

### 5.2. Cantidad de Conceptos en Reglas / Cantidad de Conceptos

Identificación del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de Conceptos en Reglas	7	19	8	5	5	22	9	6	3	10	24	7
Cantidad de Conceptos	17	20	11	7	5	22	11	6	3	10	24	7
<b>Resultado</b>	0,41	0,95	0,73	0,71	1,00	1,00	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Para esta medición podemos ver que los sistemas: 5, 6, 8, 9, 10, 11 y 12 poseen todos sus conceptos relacionados en las reglas, lo cual indicaría un proyecto en estado de madurez.

### 5.3. Cantidad de Atributos en Reglas / Cantidad de Atributos

Identificación del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de Atributos en Reglas	50	121	70	25	28	96	32	30	149	46	19	54
Cantidad de Atributos	81	126	74	29	30	142	36	35	152	54	27	60
<b>Resultado</b>	0,62	0,96	0,95	0,86	0,93	0,68	0,89	0,86	0,98	0,85	0,70	0,90

Esta métrica se asemeja a la anterior. Aquí los sistemas 2, 3 y 9 serían los que se destacan (sólo se repite de la medición anterior el 9). Los sistemas 1 y 6 poseen una baja relación entre los atributos y las reglas. Con la salvedad que, en la medición anterior, el sistema 1 también se encontraba con baja puntuación, no así el 6. Es por eso que esta propuesta es necesaria independientemente de la anterior. Puedo tener pocos conceptos por regla pero con muchos atributos y viceversa.

### 5.4. Cantidad de Conceptos / Cantidad de Reglas

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de Conceptos	17	20	11	7	5	22	11	6	3	10	24	7
Cantidad de Reglas	472	155	115	40	43	138	22	66	181	19	71	174
<b>Resultado</b>	0,04	0,13	0,10	0,18	0,12	0,16	0,50	0,09	0,02	0,53	0,34	0,04

Los resultados en general son bajos, lo cual indicaría dominios relativamente complejos y maduros. De todas formas se destacan los sistemas 1, 9 y 12.

### 5.5. Promedio de la Cantidad de Atributos por Concepto

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cantidad de Atributos	81	126	81	29	30	142	36	35	152	54	27	60
Cantidad de Conceptos	17	20	11	7	5	22	11	6	3	10	24	7
<b>Promedio</b>	4,76	6,30	7,36	4,14	6,00	6,45	3,27	5,83	50,67	5,40	1,13	8,57

Esta métrica es un indicador de la complejidad del dominio. No podemos dejar de destacar el resultado del sistema 9. El número de atributos por concepto indica una complejidad de los conceptos del dominio y pocos conceptos con una gran cantidad de atributos. Por otro lado los sistemas 7 y 11 con bajos promedios podrían dar idea de dominios menos complejos, o de conceptos con pocos atributos. Se debería identificar si no han quedado algunos atributos fuera de consideración.

### 5.6. Promedio de la Cantidad de Conceptos incluidos en cada regla

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Promedio</b>	1,24	1,64	2,04	1,40	1,97	1,80	2,02	1,43	1,95	1,70	1,61	1,50

Esta métrica se refiere a la complejidad del problema a través del promedio de conceptos incluidos en cada regla. Es más útil si se posee información histórica, la cual no poseemos. De todas formas podemos observar que los sistemas 3 y 5 resultarían, desde esta perspectiva, con un dominio complejo.

### 5.7. Promedio de la Cantidad de Atributos incluidos en cada regla

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Promedio</b>	2,17	2,81	2,59	1,87	3,87	3,25	2,49	3,51	2,85	3,60	3,43	3,90

Siendo esta métrica semejante a la anterior podemos afirmar que el sistema 5, nuevamente, se destaca como complejo respecto del resto. Desde esta óptica se incorpora el sistema 12 con una alta cantidad de atributos por reglas. Pero en la medida anterior no se destacó. Con lo cual podríamos inferir, en forma parcial, que posee en las reglas pocos conceptos y, éstos, a su vez, poseen gran cantidad de atributos.

### 5.8. A\*Promedio de Reglas por cada Concepto\* B\*Cantidad de Conceptos

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio de Reglas por Concepto	34,50	15	18,24	13	9,60	7,40	7,34	18	20,50	23,66	5,60	8,75
Cantidad de Conceptos	17	20	11	7	5	22	11	6	3	10	24	7
<b>Promedio</b>	586,5	300,0	200,64	91,00	48,00	162,80	80,74	108,00	61,50	236,60	134,40	61,25

Bajo este enfoque, el sistema 1 se refleja como un sistema mayor al resto con una gran cantidad de reglas. Lo secunda el sistema 2.

### 5.9. Promedio de Reglas por cada Atributo

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Promedio</b>	12,60	3,45	3,20	3,66	3,11	2,50	2,41	7,25	11,2	10,50	2,10	6,60

A partir de la lectura de la tabla podemos inferir nuevamente, que el sistema 1 se destaca del resto, teniendo para cada atributo un mayor número de reglas asociadas.

### 5.10. Promedio de Reglas por cada Concepto

Orden del Sistema	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Promedio</b>	34,50	15	18,24	13	9,60	7,40	7,34	18	20,50	23,66	5,60	8,75

Teniendo en cuenta la información disponible en la tabla podemos identificar como el sistema 1 se alista con un valor mayor al resto. Lo cual indicaría que cada concepto se encuentra, en promedio, en un mayor número de reglas que el resto.

## 5. Conclusiones

El objetivo de validar la métrica propuesta [Hauge, O; *et al*, 2006] con un conjunto de casos variados presentados anteriormente, permite obtener conclusiones respecto de la complejidad de los diversos dominios de aplicación. Podremos concluir que el sistema 1 posee un dominio complejo, en donde no tenemos gran cantidad de conceptos por regla, pero cada concepto definido participa en un gran número de reglas. Lo mismo sucede con sus atributos. Los sistemas 6, 7 y 10 poseen más cantidad de atributos que reglas. Esta proporción los pone en desventaja del resto al momento de relacionar atributos y reglas. Es importante dar una lectura a todas las métricas, ya que brindan una perspectiva diferente de cada dominio en particular. El sistema 9 a pesar de poseer pocos conceptos, lo cual podrían hacer pensar de su simpleza, ésta se revierte en los cálculos siguientes (tablas 14, 15 y 17). Es interesante observar cómo la proporción entre la cantidad de conceptos, atributos y reglas entre sí impactan en los diferentes cálculos. De todas formas podemos observar que a partir de considerar estas mediciones, el Ingeniero en Conocimiento, puede alertarse de posibles omisiones o errores de definición dentro del dominio de conceptos, atributos y reglas. Como línea futura de trabajo se considera necesario obtener los resultados de las métricas durante el desarrollo de un sistema experto y así poder analizar los valores que se obtienen a lo largo del proyecto.

## 6. Referencias

- Bermejo, F. 2002. *Sistema Experto para la Asistencia Respiratoria Mecánica con Respiradores de Alta Frecuencia*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Britos, P. 2001. *Sistema de Ayuda sobre Legislación Argentina en Riesgos de Trabajo*. Tesis de Master en Ingeniería del Conocimiento. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cao, J. 2003. *Sistema sobre Reclamos Concernientes a Venta Minorista*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Degl'Innocenti, A. 2004. *Sistema para el Análisis y Diagnóstico de Fallas en Líneas Eléctricas de Transmisión*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Di Girolamo, C. 2004. *Sistema de Ayuda para la Atención de Incidentes y Solicitudes de un Data Center*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Diez, E. 2003. *Sistema Generador del Mapa de Actividades de un Proyecto de Desarrollo de Software*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Gómez, S. 2003. *Sistema Informático Jurídico para la Individualización y Acuerdos sobre la Pena*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Hauge, O., Britos, P., García-Martínez, 2006. *Conceptualization Maturity Metrics for Expert Systems*. IFIP International Federation for Information Processing, Volume 217, ed. M. Bramer, (Boston: Springer), pp. 435-444.
- Hossian, A. 2003. *Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias y Actividades Instruccionales*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Ierache, J. 2002. *Sistema Experto para la Asistencia a la Toma de Decisiones en Centro de Información y Control Aéreo*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Rancán, C. 2004. *Sistema para la evaluación del Alistamiento*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. ITBA.
- Rizzi, M. 2001. *Sistema Experto Asistente de Requerimientos*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Rossi, B. 2001. *Sistema Experto de Ayuda para la Selección del Modelo de Ciclo de Vida*. Tesis de Master en Ingeniería del Conocimiento. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.

# Aproximaciones en el estudio de Bases de Datos Espacio-Temporales y Ruteo sobre redes móviles

**Daniela Carolina Giraudi, Gabriela Soledad Segura Guzmán,  
Edilma Olinda Gagliardi,**

Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis  
San Luis, Argentina  
{dcgiraud, ggsegura, oli}@unsl.edu.ar

**Gregorio Hernández Peñalver**

Departamento de Matemática Aplicada, Facultad de Informática  
Universidad Politécnica de Madrid, España  
gregorio@fi.upm.es

y

**Gilberto A. Gutiérrez Retamal**

Facultad de Ciencias Empresariales,  
Departamento de Auditoría e Informática, Universidad del Bío-Bío  
Chillán, Chile  
ggutierr@ubiobio.cl

## RESUMEN

Nuestro trabajo de investigación consiste en estudiar la siguiente problemática. Sobre una red móvil, total o parcialmente desconocida, transitan objetos que buscan una ruta partiendo de un cierto origen hacia un destino dado, basándose en heurísticas definidas a partir de caracterizaciones propias de la red. Además, se requiere mantener y consultar información acerca de los movimientos de los objetos en la red a través del tiempo.

Para ello vinculamos dos disciplinas, Bases de Datos Espacio-Temporales y Geometría Computacional. En la primera, estudiamos métodos de acceso que almacenan y recuperan información de objetos cuyo movimiento se encuentra restringido a redes predefinidas, buscando extender sus capacidades a redes móviles. En el segundo campo, estudiamos Algoritmos de Ruteo, ya que investigaciones recientes mostraron que tales redes móviles pueden ser modeladas como grafos geométricos, proporcionando diversas estrategias de ruteo.

**Palabras claves:** objetos en movimiento, movimiento restringido a redes, métodos de acceso espacio-temporales para objetos en movimiento, criterios de búsqueda, algoritmos de ruteo. Geometría computacional, grafos geométricos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las bases de datos que guardan objetos espaciales que cambian su tamaño y/o posición a través del tiempo se llaman Bases de Datos Espacio-Temporales (BDET). Se requiere que una BDET sea capaz de representar modelos muy cercanos al mundo real, con todo el dinamismo que él implica, y administrar objetos que, básicamente, cambian su ubicación y/o forma a través del tiempo. Un aspecto importante de los movimientos de los objetos, es el escenario en el que estos ocurren. Para categorizar varios enfoques de indexado se han usado tres escenarios diferentes: (1) *movimiento sin restricciones*, (2) *movimiento restringido* y (3) *movimiento restringido a redes*.

1) Movimiento sin restricciones: es aquel en donde los objetos se mueven libremente dentro de la región en la que se encuentran.

2) Movimiento restringido: en este escenario el movimiento de los objetos se encuentra restringido por elementos denominados *infraestructuras*, las cuales representan áreas “apagadas” para el movimiento y, de esta manera, no existen trayectorias donde hay este tipo de elementos. Se debe tener en cuenta que sobre estas áreas no es posible rutear objetos permitiendo movimientos en el resto del escenario.

3) Movimiento restringido a redes: al tener una red predefinida, los objetos que se mueven en ella tienden a seguir los diferentes caminos que la misma presenta.

Particularmente en este trabajo se consideran movimientos restringidos a redes. Se pueden encontrar ejemplos claros en áreas como las de transporte (vigilancia de tráfico) e información geográfica (cambios de límites en terrenos), sistema de posicionamiento global (GPS), entre otras.

En la vida cotidiana existen una gran variedad de situaciones en donde el problema, referenciado con el nombre de Ruteo, consiste en encontrar un camino entre un origen y un destino específicos, donde no se conoce en su totalidad el escenario por donde transitar, sino que el mismo se va descubriendo a medida que se avanza. En la actualidad se han desarrollado una variedad de estrategias de ruteo que, en general, tienen como objetivo encontrar el camino más corto entre dos puntos determinados en una red parcial o totalmente desconocida, utilizando nuevas clases de algoritmos de ruteo que se basan en el uso de información geográfica.

El interés de relacionar las disciplinas Bases de Datos Espacio-Temporales y Geometría Computacional se basa en el hecho que los objetos se mueven en escenarios restringidos, y prácticamente desconocidos en su totalidad, como así también en la necesidad de mantener bases de datos para registrar tales movimientos, ya que actualmente constituye un área de investigación amplia que, vincula diversas líneas de estudio como bases de datos, redes y comunicaciones. Por esto mismo, estudiamos métodos de acceso que almacenan y recuperan información de objetos cuyo movimiento se encuentra restringido a redes predefinidas, buscando extender sus capacidades a redes móviles. Como así también Algoritmos de Ruteo, ya que investigaciones recientes mostraron que tales redes móviles pueden ser modeladas como grafos geométricos, proporcionando diversas estrategias de ruteo.

Esta presentación está organizada de la siguiente manera. En la Sección 2, presentamos una breve introducción acerca de un índice espacio-temporal referenciado en nuestro trabajo; en la Sección 3, presentamos una breve introducción acerca de los algoritmos de ruteo; en la Sección 4, exponemos nuestros objetivos en esta línea de investigación; y en la última Sección, planteamos trabajo actual y visión futuro.

## **2. MÉTODOS DE ACCESO ESPACIO-TEMPORAL**

Los métodos de acceso tradicionales no soportan datos espacio-temporales; en consecuencia, se han desarrollado diferentes propuestas para mantener simultáneamente información sobre tiempo y espacio, las cuales indexan objetos que se mueven en un espacio bidimensional. La mayoría de estos métodos extienden los métodos de acceso espacial para incluir componentes temporales. Estos métodos se pueden clasificar basándose en el tipo de dato, acerca de objetos en movimiento, con el que tratan. Algunos métodos se enfocan en la recuperación de datos históricos y otros en la recuperación de posiciones futuras de objetos en movimiento basadas en la posición actual y en patrones de movimiento [1, 6].

A continuación, introduciremos brevemente el índice I+MON-Tree referenciado en nuestra investigación.

## I+MON-Tree

Este es un índice espacio-temporal que tiene capacidad para almacenar y recuperar información histórica y actual de objetos en movimiento sobre redes fijas.

Hay dos tipos diferentes de modelos de redes que indexa I+MON-Tree; el primer modelo es *orientado a arcos*, donde la red es un grafo  $G=(V, A)$  compuesto por  $V$ , un conjunto de nodos, y  $A$ , un conjunto de arcos, donde cada nodo  $n \in V$  es la representación de un punto  $p_n=(x, y)$  en el espacio bidimensional y donde cada arco  $e \in A$  conecta dos nodos  $n_{1e}$  y  $n_{2e}$  y se le asocia una poligonal  $l_e=p_1, \dots, p_k$  donde cada  $p_i$  es un punto bidimensional  $1 < i < k$ , donde  $k$  es el tamaño del arco,  $p_1=p_{n1}$  y  $p_2=p_{n2}$ . Cada objeto se mueve a lo largo de la poligonal y su posición *epos* se representa como un número entre 0 y 1, donde 0 indica que el objeto está en el nodo  $n_{1e}$  y 1 que está en el nodo  $n_{2e}$  del arco. Si bien este modelo es simple y transparente, no es eficiente para representar redes de transportación, que son las más requeridas por las aplicaciones. Por ello, el segundo modelo se extiende para representar el movimiento de objetos restringido a redes, manejando un modelo *orientado a rutas*. Aquí, la red se representa como un conjunto de rutas y un conjunto de junturas que vinculan esas rutas, es decir,  $G'=(R, J)$  donde  $R$  es el conjunto de rutas y  $J$  el conjunto de junturas. A cada ruta  $r \in R$  se le asocia una poligonal  $l_r=p_1, \dots, p_k$ , donde cada  $p_i$  es un punto bidimensional y  $1 < i < k$  y  $k$  es el tamaño de la ruta. Una posición *rpos* dentro de la ruta se representa como un número real entre 0 y 1, donde 0 significa que la posición es  $p_1$  y 1 que la posición es el punto  $p_k$  de la ruta. Una juntura  $j \in J$  está representado por dos rutas  $r_1$  y  $r_2$ . En la Figura 1 se muestra un ejemplo de cada modelo de red:

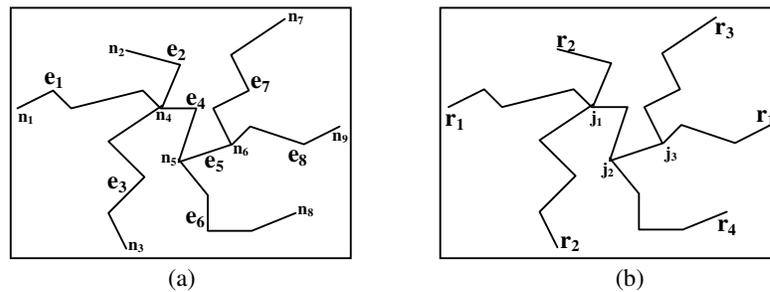


Figura 1: Ejemplo de una red (a) en el primer modelo y (b) en el segundo modelo

A continuación, describimos brevemente las estructuras que conforman el índice:

Para la información histórica, se cuenta con dos niveles de estructuras. En el nivel superior un 2DR-Tree, denominado  $R_s$ , que indexa la mínima caja que recubre cada poligonal y una estructura de hashing, denominada  $H$ , que almacena el identificador de la poligonal y el puntero al 2DR-Tree del nivel inferior que le corresponde a la misma. En el nivel inferior se encuentra un conjunto de 2DR-Tree, denominados  $R_m$ , donde  $n$  es el número de R-Tree's, que indexan el movimiento de los objetos a lo largo de la poligonal.

Por último, el índice de información actual, denominado  $I$ , es una estructura que almacena cubos abiertos, que hacen referencias a objetos cuyo instante final en una posición aún no está definido, por lo que el cubo está dado por coordenadas espaciales  $x$  e  $y$  y un instante de tiempo  $t$ ; en donde  $x$  e  $y$  constituyen la posición a la que arriba el objeto y  $t$  el instante de tiempo en que lo hizo. También se mantiene información que hace referencia a los cubos anteriores, los cuales son determinados por un intervalo de coordenadas espaciales  $x$  e  $y$  y un intervalo de tiempo, que corresponden al movimiento realizado desde una posición en un instante de tiempo a otra posición en un instante de tiempo posterior; y que nos permite recuperar la trayectoria del objeto. [5]

### 3. ALGORITMO DE RUTEO

Hay ciertas aplicaciones, como lo son los sistemas de información geográfica, entre otros, para las cuales encontrar el camino entre dos puntos es un problema central, que ha devenido en un amplio espectro de campos de estudios. Con este fin surgen los algoritmos de Ruteo, donde el propósito del mismo es encontrar un buen camino que dirija el objeto desde un origen a un destino en un ambiente total o parcialmente desconocido.

La red se puede modelar como un grafo  $G=(V, A)$ ; donde  $V$  es el conjunto de vértices o nodos que representan objetos de un dominio específico y  $A$  es el conjunto de aristas del grafo, es decir, la relación que vincula los objetos de  $V$ . Así podemos definir camino en un grafo  $G=(V, A)$  como una secuencia de nodos  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  tal que cada par de nodos  $(x_i, x_j)$  con  $1 \leq i, j \leq n$  pertenecen a  $A$ .

Es importante notar que las aplicaciones imponen restricciones en cuanto al camino que se desea encontrar. Por esta razón, no basta con poseer solo un modelo adecuado sino que además se necesita aplicar o crear una estrategia de ruteo que resulte más conveniente para cada situación.

Uno de los algoritmos de ruteo más conocidos es el denominado ruteo Voraz. Este permite rutear entre un nodo origen y otro destino en redes donde la topología es desconocida o parcialmente conocida como es el caso de las redes móviles.

El ruteo voraz dirige el objeto en movimiento al vecino de  $o$  que minimiza la distancia euclidiana con el nodo  $d$ . Cuando más de un nodo se encuentra a la misma distancia hacia el nodo destino, el ruteo Voraz selecciona uno de ellos al azar. [3]

Las investigaciones que se están realizando en el área de la Geometría Computacional [10,11] brindan un marco importante para la incorporación de nuevos algoritmos de ruteo en redes. La inserción de nuevos algoritmos puede llegar a minimizar la complejidad espacial y temporal en la problemática de las comunicaciones, produciendo un cambio en la forma en que actualmente se implementan [2, 4, 7, 8, 9].

### 4. OBJETIVOS

Nuestra línea de investigación consiste en diseñar estructuras de datos y algoritmos para resolver problemas donde dados dos puntos, un origen llamado  $o$  y un destino llamado  $d$  sobre la red, el algoritmo de ruteo se encargue de encontrar una ruta que conduzca el objeto en movimiento desde el origen  $o$  al destino  $d$ . Por otra parte, diseñamos estructuras de datos que permitan almacenar y consultar datos, de manera eficiente, de los objetos que transitan sobre la red subyacente. De esta manera, relacionamos las disciplinas Bases de Datos Espacio-Temporales y Geometría Computacional, como mencionamos anteriormente.

El diseño que proponemos en cuanto a los algoritmos de ruteo se basa en construir un árbol de búsqueda, en el que se van explorando los sucesores de cada nodo, eligiendo los próximos a explorar en función del conocimiento que tenemos del problema y de diversos criterios de búsqueda. De esta manera implementamos funciones heurísticas que orienten dichos algoritmos a encontrar un camino entre dos puntos determinados. Algunas de estas son, función de menor ángulo, función de  $n$  vecinos próximos, función de radio  $r$  y función por poligonal donde esta última aplica las primeras dos funciones.

Por otra parte, podemos decir que una red móvil implica que los nodos que la conforman en un instante de tiempo determinado  $t_i$ , posiblemente cambien su posición en el plano modificando las coordenadas  $x, y$  en un tiempo  $t_j$ , donde  $i < j$ . La probabilidad que representa la desaparición o modificación en la ubicación de cada uno de los nodos que forman parte de

la red, requiere emplear estrategias de almacenamiento que contemplen este tipo de situaciones. Para ello, analizamos posibles diseños de extensiones a la estructura I+MON-Tree en relación a las redes móviles, con el fin de considerar estrategias y representaciones más convenientes, cuando se almacenan datos de los objetos en movimiento que transitan sobre una red móvil.

## 5. TRABAJO ACTUAL Y VISIÓN FUTURO

Actualmente, hemos desarrollado el diseño de los algoritmos de ruteo basado en las diversas funciones heurísticas mencionadas anteriormente, así como también hemos realizado evaluaciones experimentales sobre el funcionamiento de los mismos de acuerdo a las caracterizaciones de la red subyacente.

Haber vinculado dos disciplinas tales como Bases de Datos Espacio-Temporales y Geometría Computacional, resultó un gran desafío por su aparente desconexión. La realidad indica que nuevas aplicaciones vinculadas al ámbito de la computación móvil requieren métodos de acceso que almacenan y recuperan información de objetos cuyo movimiento se encuentra restringido a redes móviles, y de Algoritmos de Ruteo, que proporcionen nuevas y/o diversas estrategias de ruteo.

Estos trabajos están enmarcados dentro de la Línea de Investigación Geometría Computacional y Bases de Datos Espacio-Temporales, perteneciente al Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F314, Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis; en el Proyecto AL07-PAC-027 Geometría Computacional, subvencionado por a Universidad Politécnica de Madrid; y en el marco de la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software (RITOS2), subvencionado por CYTED.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agarwal, P., Arge, L. & Erickson, J. (2000). Indexing moving points. *Symposium on Principles of Database Systems* (pp. 175-186). ACM Press.
- [2] de Berg, M; Kreveld, Overmars, M; Schwarzkopf. *Computational Geometry: algorithms and applications*, Springer Verlag, BH 1997
- [3] Berón, M. Un evaluador de algoritmos de ruteo. Trabajo final de postgrado, Universidad Nacional de San Luis, 2005.
- [4] Boissonnat, J.D.; Yvinec, M. *Algorithmic Geometry*, Cambridge University Press, 1998.
- [5] Correa, L. y Ortiz, N. I+MON-Tree: índice espacio-temporal para objetos en movimiento. *Informe Trabajo Final Licenciatura, Univ. Nac. de San Luis, Argentina*, 2006.
- [6] Kollios, G., Gunopulos, D. and Tsotras, V. (1999). On Indexing Mobile Objects, *ACM Symposium on Principles of Database Systems* (pp. 261-272). ACM Press.
- [7] Manolopoulos, Y., Papadopoulos, A., Sellis Timos, K. y Theodoridis, Y. Specifications for efficient indexing in spatiotemporal databases. In *Proc. 10th International Conference on Scientific and Statistical Database Management, Capri, Italy, pages 123-132*. 1998.
- [8] Preparata, F.; Shamos, M. *Computational Geometry: an introduction*, /Springer Verlag, NY 1985
- [9] Sack, J.R.; Urrutia, J.. *Handbook of Computational Geometry*. Elsevier Science B.V. 2000.
- [10] Toussaint, G.T. *What is computational geometry?* Proc. IEEE, vol. 80, No. 9, pp. September, 1992, 1347-1363.
- [11] Wilder, F.; *A Guide to the TCP/IP Protocol Suite*, Artech House, 1993.

# AUTOMATIZACION DE PROCESOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE DEFINIDOS CON SPEM

Fabio A. Zorzan y Daniel Riesco

**Resumen**—Esta línea de investigación propone una alternativa para lograr la automatización de la gestión de los procesos de desarrollo de software especificados con el Software Process Engineering Metamodel(SPEM). La idea es utilizar motores workflow que son utilizados para automatizar procesos de negocio. Para lograr esta automatización se deberá definir una transformación del metamodelo SPEM al metamodelo de Business Process Modeling Notation (BPMN) definido por la Object Management Group (OMG) por medio del lenguaje Relations que forma parte de Query/Views/Transformations (QVT). La especificación BPMN resultante podrá ser transformada a un lenguaje estándar para la implementación de procesos workflow, como ser Business Process Execution Language for Web Services (BPEL4WS) o XML Process Definition Language (XPDL). Con esto se lograría fundamentalmente la automatización de cualquier proceso de desarrollo de software especificados bajo el SPEM a través de su transformación a proceso workflow estándar.

**Palabras claves**— Workflow, SPEM, BPMN.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un proceso de negocio es un conjunto de tareas lógicamente relacionadas, ejecutadas para obtener un resultado de negocio.

Los procesos de negocio pueden ser controlados y administrados por un sistema basado en software. Los procesos de negocio automatizados de esta manera se denominan workflow. Esta automatización resulta en una importante potenciación de las virtudes de dicho proceso. Se obtienen mejoras en cuanto a rendimiento, eficiencia y productividad de la organización.

El caso particular de la industria del desarrollo de software, no es diferente al del resto de las industrias. Dentro de ella, se encuentran los procesos de negocios tendientes a la construcción o generación de un producto (software) de calidad en un tiempo determinado[1]. El proceso de negocio mas importante dentro de la industria de desarrollo de software es conocido como “metodologías de desarrollo”, encargadas de guiar la producción. Este trabajo aporta a la optimización del proceso de producción de software mediante la automatización de las metodologías de desarrollo. Para esto se trabajo sobre la hipótesis de que el proceso de desarrollo de software es un tipo proceso de negocio particular, y los procesos de negocio pueden ser automatizados en todo o en parte a través de un motor de workflow, el objetivo es transformar el proceso de desarrollo de software en un proceso de un workflow para poder lograr su automatización en todo o en parte. El paradigma workflow ofrece

---

Fabio. A. Zorzan pertenece al Departamento de Computación de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina; tel.: +54-358-4676529; e-mail: fzorzan@exa.unrc.edu.ar.

Daniel. Riesco pertenece al Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina, tel.: 54+2652+424027 int 251, e-mail: driesco@unsl.edu.ar.

interoperabilidad con otros sistemas, ejecución en ambientes distribuidos, facilidades para el monitoreo y manejo de recursos humanos[2].

Para lograr esta automatización se propone una traducción de un proceso de desarrollo de software especificado en SPEM[3] a una especificación de procesos Workflow basado en el estándar BPMN[4] aceptado por la OMG. Esta traducción se obtiene a través de una transformación definida mediante el lenguaje Relations que forma parte de QVT[5]. La transformación se define entre el Metamodelo SPEM y el metamodelo BPMN. Por ejemplo, esta transformación aplicada a la especificación en SPEM del SmallRUP[6] da como resultado un modelo basado en el metamodelo BPMN. Este metamodelo puede ser transformado a una especificación workflow en lenguaje BPEL4WS[7] o XPD[8] que puede ser tomada por cualquier motor workflow que interprete alguno de estos lenguajes, y de esta manera poder administrar automáticamente por medio de un motor de workflow proyectos de desarrollo de software que utilicen como metodología de desarrollo a SmallRup.

## 2. SPEM

Los procesos en el desarrollo de software pueden ser vistos como productos, ya que están constantemente cambiando y evolucionando. También deben ser administrados y configurados para adaptarlos a las organizaciones y a las nuevas necesidades del entorno, agregando de esta forma la necesidad de un estándar unificado en esta área, esto debido a que cada una de estas técnicas y procesos definió sus propios estándares y terminologías usando incluso diferentes significados para la misma palabra.

Para especificar las actividades propuestas por un proceso de desarrollo particular y de esta forma proveer una solución a la necesidad antes planteada, la OMG definió un metamodelo para la Ingeniería de Procesos de Software (SPEM).

Para la definición de nuevos lenguajes, la OMG define una arquitectura basada en cuatro niveles de abstracción que van a permitir distinguir entre los distintos niveles conceptuales que intervienen en el modelado de un sistema. A esos niveles se les denomina M0, M1, M2 y M3.

SPEM esta dentro del nivel M2 y describe un metamodelo genérico para la descripción de procesos software concretos que está basado en MOF[9] y utiliza UML como notación de modelado. Por tanto, se basa en los principios de orientación a objetos.

## 3. WORKFLOW

Un workflow se define como la automatización total o parcial de un proceso de negocio, durante la cual documentos, información o tareas son intercambiadas entre los participantes conforme a un conjunto de reglas procedimentales preestablecidas [10].

Un workflow comprende un número de pasos lógicos, conocidos como actividades. Una actividad puede involucrar la interacción manual o automática con el usuario.

Un motor workflow es un sistema de software que controla la ejecución de las actividades definidas en el workflow. La WfMC ha definido un Modelo de Referencia Workflow (Workflow Reference Model). Este modelo define 5 interfaces para la interoperabilidad de diferentes productos con un motor workflow.

En nuestra investigación interesa la interfaz 1 que especifica el formato de intercambio común para soportar la transferencia de definiciones de procesos entre productos diferentes, utilizando un lenguaje de definición de procesos como el XML Process Definition Language – (XPDL)[8] definido por la WfMC o el Business Process Execution Language for Web Services(BPEL4WS)[7] adoptado por OASIS. XPDL permite escribir especificaciones de procesos workflow de manera estandarizada. Esto

significa que cualquier definición de proceso que cumpla con todos los requisitos establecidos en la interfaz 1 podrá ser tomada como entrada por cualquier motor workflow que respete el estándar establecido por la WfMC, por ejemplo OFBiz Workflow Engine [11] o Open Business Engine [12].

BPEL4WS es un lenguaje para la especificación de procesos de negocio, el cual permite especificar procesos de negocio basados en servicios Web, esto es, que sólo pueden importar y exportar funcionalidad mediante servicios Web. La especificación inicial (BPEL4WS 1.0) fue desarrollada por IBM, Microsoft y BEA . WebSphere Process Server de IBM[13] y BPEL Process Manager[14] de Oracle son ejemplos de motores de workflow que implementan BPEL4WS.

Es importante a la hora de modelar un proceso de negocio poder utilizar una herramienta independiente de la implementación, así, de esta manera, poder utilizar la especificación del proceso de negocio para diferentes plataformas. Una herramienta de estas características que esta siendo muy utilizada por grandes empresas es BPMN.

La OMG junto con la Business Process Modeling Initiative(BPMI) han desarrollado una notación para el modelado de procesos de negocio. Esta notación se denomina Business Process Modeling Notation(BPMN)[4]. BPMN define una notación para la definición de procesos de negocio, lo que es una plataforma independiente con respecto a definiciones específicas(por ejemplo XPD L o BPEL4WS) de procesos de negocio. Esta notación define una representación abstracta para la especificación de procesos ejecutables de negocio que se ejecutan dentro de una empresa (con o sin intervención humana); y puede colaborar con otro proceso de negocio independiente ejecutado en otra unidad de negocio o empresa. Partiendo de un modelo especificado en BPMN se puede obtener, mediante un mapping, la definición de un proceso de negocio en un lenguaje específico como ser XPD L o BPEL4WS. En [4] esta definido el mapping de BPMN a BPEL4WS.

Los elementos de la notación se pueden clasificar en elementos de flujo, de conexión, swimlanes y artefactos. Estos elementos que forman parte de la notación están especificados en el metamodelo BPMN[15]. Este metamodelo esta definido en el nivel M2 de la OMG y esta basado en MOF.

#### 4. QVT

El planteamiento QVT[5] se basa principalmente en: la definición de un lenguaje para las consultas (Queries) sobre los modelos MOF, la búsqueda de un estándar para generar vistas (Views) que revelen aspectos específicos de los sistemas modelados, y finalmente, la definición de un lenguaje para la descripción de transformaciones (Transformations)de modelos MOF.

En este trabajo se utiliza el componente de QVT que tiene como objetivo definir transformaciones. Estas transformaciones describen relaciones entre un meta-modelo fuente F y un meta-modelo objetivo O, ambos metamodelos deben estar especificados en MOF. Luego esta transformación definida se utiliza para obtener un modelo objetivo que es una instancia del metamodelo O a partir de un modelo fuente que es una instancia del metamodelo F. Una característica muy importante de estas transformaciones es que pueden ser bidireccionales (multidimensionales también).

La especificación de QVT que se utiliza tiene una naturaleza híbrida declarativa/imperativa. El lenguaje relations es una especificación declarativa de relaciones entre metamodelos MOF. Este lenguaje permite realizar pattern matching de objetos complejos y definir templates de creación de objetos. El trace de los elementos de los modelos involucrados en las transformaciones son creados explícitamente.

## 5. ESQUEMA GENERAL DE LA TRANSFORMACION

El esquema general de la transformación de procesos de desarrollo de software basados en SPEM a workflows puede ser visto en tres niveles: Metamodelo, Definición/Modelo y Ejecución, como lo muestra la figura 1.

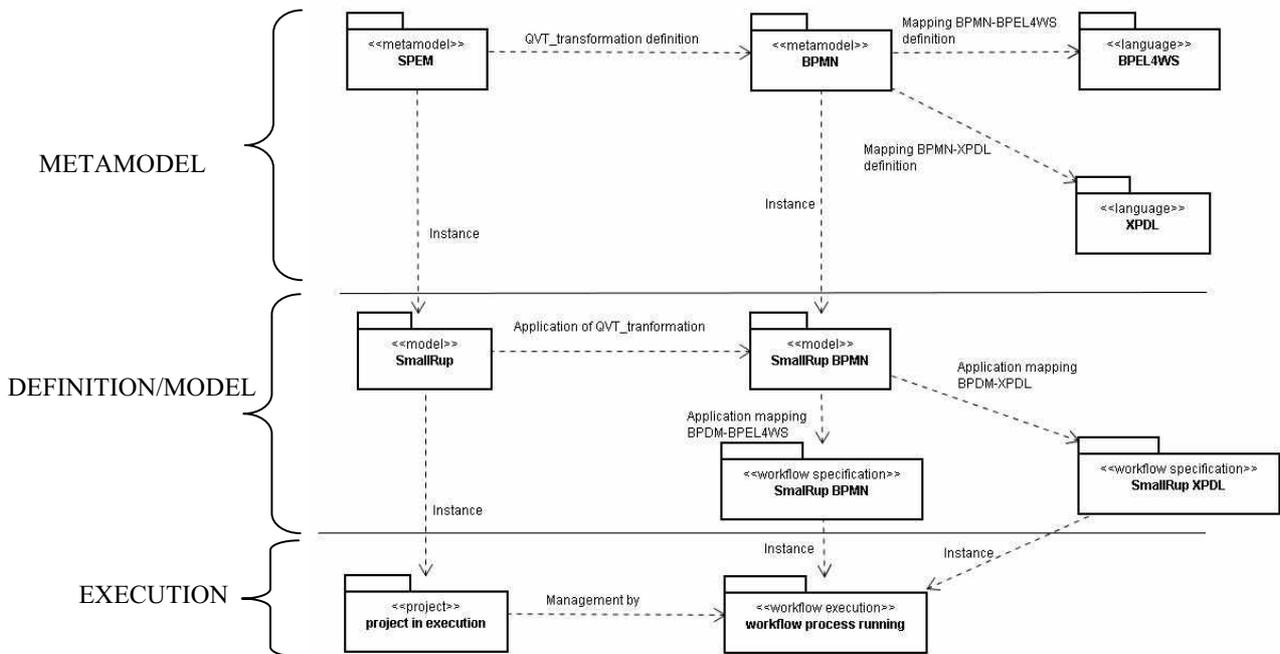


Figura 1: Vista general de la transformación.

En el nivel metamodelo se encuentran los metamodelos objetivos de la transformación, el metamodelo SPEM y el metamodelo BPMN, entre los cuales se define la transformación mediante el lenguaje QVT. A su vez en este nivel se encuentran las definiciones de los mapping entre el metamodelo BPMN y los diferentes lenguajes de implementación de workflow, en este caso los lenguajes XPDL y BPEL4WS. Pasando al nivel de modelo/definición se encuentran los modelos específicos que definen un proceso de desarrollo de software concreto, como por ejemplo SmallRUP, y a partir de éste, por aplicación de la transformación definida en QVT a nivel metamodelo, se obtiene el modelo BPMN que define a SmallRUP como un proceso de negocio. También en este nivel se encuentran la aplicación de los mapping entre el metamodelo BPMN y los diferentes lenguajes de definición de procesos, que como resultado de la aplicación de estos mapping se obtiene la definición de SMALLRUP en un lenguaje (XPDL o BPEL4WS). Ésta definición se utiliza como entrada para la definición de procesos en un motor Workflow que implemente el lenguaje. Por último, en el nivel de ejecución, se encuentran los proyectos de desarrollo de software que siguen como metodología de desarrollo de software a SmallRUP y que son administrados automáticamente a través de motores de workflow que siguen como especificación de procesos de negocio a la definida en el nivel anterior.

## 6. CONCLUSIONES

Esta línea de investigación tiene como objetivo hacer una contribución a la mejora de los procesos de desarrollo de software viendo al proceso de desarrollo de software como un proceso de negocio particular, y con esto, pueden ser automatizados en todo o en parte a través de un motor de workflow.

Para lograr esta automatización de los procesos de desarrollo de software, se definió una transformación del proceso de desarrollo de software a un workflow para poder lograr su automatización en todo o en parte. Teniendo en cuenta esto, el proceso de desarrollo de software se transforma en una especificación de procesos workflow que sigue el estándar de la WfMC u Oasis, y de esta forma, se pueden utilizar motores de workflow estándar que asistan a la gestión automática de los procesos de desarrollo de software especificados con el estándar de la OMG denominado SPEM. Al haber definido una transformación genérica, especificada en QVT, de procesos de desarrollo basados en SPEM a un modelo de procesos Workflow, también se está logrando la automatización de esta transformación, ya que en la actualidad hay herramientas que permiten la ejecución de transformaciones especificadas en QVT.

Esta transformación optimiza la construcción del software debido a que se dispone de un sistema automatizado (motor workflow) que administrará los recursos y organizará a un equipo de ingenieros de software en el transcurso del desarrollo de un proyecto en particular. El proceso de desarrollo adopta todas las ventajas propias de un proceso de negocio.

## REFERENCIAS

- [1] N. Debnath, D. Riesco, G. Montejano, et al, "Supporting the SPEM with a UML Extended Workflow Metamodel", ACS/IEEE International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA'06). Conference to be held in Dubai/Sharjah during March 8-11, 2006, [www.ieee.org](http://www.ieee.org) .
- [2] Daniel K.C. Chan, Karl R.P.H. Leung, "Software Development as a Workflow Process," apsec, p. 282-291, Fourth Asia-Pacific Software Engineering and International Computer Science Conference (APSEC'97 / ICSC'97), IEEE 1997.
- [3] Object Management Group, "Software Process Engineering Metamodel Specification"; An Adopted Specification of the Object Management Group, Inc; Version 1.1 formal/05-01-06; January 2005, <http://www.omg.org/docs/formal/05-01-06.pdf> , último acceso Octubre 2006.
- [4] Object Management Group "Business Process Modeling Notation (BPMN) Specification". Final Adopted Specification dtc/06-02-01, [http://www.bpmn.org/Documents/OMG\\_Final\\_Adopted\\_BPMN\\_1-0\\_Spec\\_06-02-01.pdf](http://www.bpmn.org/Documents/OMG_Final_Adopted_BPMN_1-0_Spec_06-02-01.pdf), último acceso Octubre 2006.
- [5] Object Management Group, "Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification" Final Adopted Specification ptc/05-11-01, <http://www.omg.org/docs/ptc/05-11-01.pdf>, último acceso Febrero 2007
- [6] Gary Pollice "Using the RUP for small projects: Expanding upon Extreme Programming", A Rational Software White Paper – 04/08/15, <ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/whitepapers/2003/tp183.pdf>, último acceso Diciembre 2006.
- [7] BEA, IBM, Microsoft, SAP and Siebel, "Business Process Execution Language for Web Services Version 1.1" , S. Thatte, et al., May 2003, <ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/ws-bpel.pdf>, último acceso, Febrero 2007.
- [8] Workflow Management Coalition, Workflow Standard – Workflow Process Definition Interface -XML Process Definition Language, Workflow Management Coalition , WfMC-TC-1025, 2002, [http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-025\\_10\\_xpdl\\_102502.pdf](http://www.wfmc.org/standards/docs/TC-025_10_xpdl_102502.pdf) , último acceso Diciembre 2006.
- [9] Object Management Group "Meta Object Facility (MOF) Core Specification" OMG Available Specification. Version 2.0. formal/06-01-01, <http://www.omg.org/docs/formal/06-01-01.pdf>, último acceso Noviembre 2006.
- [10] Rob Allen, Open Image Systems Inc., United Kingdom Chair, WfMC External Relations Committee; "The Workflow Handbook 2001"; Workflow Management Coalition; October 2001.
- [11] OFBiz Workflow Engine, <http://incubator.apache.org/ofbiz/docs/workflow.html>, último acceso Febrero 2007.
- [12] Open Business Engine, <http://obe.sourceforge.net/> , último acceso Enero 2007.
- [13] IBM, "WebSphere Process Server", <http://www-306.ibm.com/software/integration/wps/>, último acceso Diciembre 2006
- [14] Oracle, "BPEL Process Manager" <http://www.oracle.com/technology/products/ias/bpel/index.html>, último acceso Febrero 2007.
- [15] Object Management Group, BPMN Documents "BPMNModel UML Documentation". Draft Specification, <http://www.bpmn.org/Documents/BPMNMetaModel.zip> , último acceso Octubre 2006.

## **Avances en la línea de investigación sobre PCC del grupo de Procesadores de Lenguajes y Métodos Formales de la UNRC**

Departamento de Computación. Univesidad Nacional de Río Cuarto<sup>1</sup>

Laura Córdoba *lauracastelino@hotmail.com*

Laura Tardivo *lauratardivo@dc.exa.unrc.edu.ar*

Francisco Bavera *fbavera@dc.exa.unrc.edu.ar*

Marcelo Arroyo *marroyo@dc.exa.unrc.edu.ar*

Jorge Aguirre *jaguirre@dc.exa.unrc.edu.ar*

En este trabajo se presenta una de las líneas del grupo de investigación “Procesadores de Lenguajes y Métodos Formales”, perteneciente al Departamento de Computación de la UNRC. El aspecto fundamental de dicha línea es la creación de un framework para proponer soluciones alternativas que contribuyan al logro de técnicas de generación y ejecución eficiente de Código Móvil Seguro. Se presenta a C-Metric, una herramienta para medir métricas sobre programas C. C-Metric cuenta con un analizador sintáctico y semántico de programas C, que genera un árbol sintáctico abstracto sobre el cual se evalúan las diferentes métricas. La construcción de dicho árbol contempla todo el proceso a que somete al programa fuente el entorno de compilación C (preprocesador, bibliotecas estándar, etc).

### **Introducción**

El desarrollo de la computación y las telecomunicaciones han permitido que las dos tecnologías estén integradas tanto sistemas de computación como en otros dispositivos de uso corriente. Muchos de esos dispositivos son programables y pueden recibir programas y actualizaciones desde fuentes externas. Entre los ejemplos mas visibles se pueden mencionar celulares, computadoras de mano, tarjetas inteligentes, sistemas de computación distribuidos, basados en agentes móviles y ciertas tecnologías alrededor del lenguaje Java.

Esta tecnología permite una gran flexibilidad, pero el hecho que un dispositivo huésped deba ejecutar componentes de software recibidos de fuentes externas plantea serios problemas, principalmente relativos a su seguridad. Uno de los problemas a resolver es la detección de código intrusivo o maligno que intente comprometer algún recurso del sistema huésped o receptor. Es bien conocido el daño que pueden hacer aquellos programas llamados "virus" en ciertas aplicaciones y es fácil imaginar los efectos nocivos que puede acarrear una actualización remota masiva de software, en cualquiera de los campos mencionados.

Existen diversos enfoques para superar los problemas de seguridad ocasionados por el Código Móvil, algunos basados en la autenticación del emisor, usando criptografía, otros en verificaciones dinámicas y otros en verificaciones estáticas, dentro de este último se distingue la técnica de Proof Carrying Code (PCC), que permite a un consumidor de código determinar fehacientemente y de manera estática si un programa se comportará de manera segura para su entorno, antes de ejecutarlo. PCC es una técnica introducida por G. Necula y P. Lee [Nec96] para garantizar código móvil seguro mediante la demostración de que el código recibido satisface la política de seguridad impuesta por el receptor. PCC ha generado una activa línea de investigación, con una importante producción, que se analiza en el *survey* producido en el grupo [Bav04]. Dicha línea de investigación aún presenta muchos problemas abiertos y dificultades a resolver para lograr una efectiva aplicación industrial.

La línea de investigación que enmarca a este trabajo se ocupa de aplicar al PCC las técnicas del Análisis estático de flujo de datos, en busca de soluciones con comportamiento lineal.

---

<sup>1</sup> Este trabajo ha sido realizado en el marco de un proyecto subsidiado por la SCyT de la UNRC.

Al comienzo del desarrollo de esta línea el grupo obtuvo un framework para la generación de Código Móvil Seguro basado en Análisis Estático y un prototipo de los entornos de compilación y ejecución para un subconjunto de C (CCMini) definido ad hoc. Durante el transcurso del trabajo se obtuvieron dos tesis de maestría y varias publicaciones [Bav04][Bav05][Bav06][Arr05][Nor04]. Se tenía el convencimiento de que el comportamiento temporal del framework era lineal respecto del tamaño del programa de entrada, y se había verificado que así era para una muestra de programas escritos por voluntarios en CCMini. Era necesario verificar que esto se cumpliría para una gran muestra de programas reales. Se requería entonces trabajar con bibliotecas C estándar abandonando el prototipo realizado. Para ello se logro caracterizar mediante una métrica dependiente de pocos valores estáticos a una familia de programas (se los llamó Programas Linealmente Anotables [PLA]), para los cuales se demostró que el tiempo de compilación y verificación del framework es lineal respecto del programa fuente. Luego se calcularon mediante distintos procedimientos (usando awk y otras herramientas del ambiente Unix) los parámetros requeridos para caracterizar la pertenencia a la familia PLA del kernel de Linux y otras bibliotecas de GNU (con más de cuatro millones de líneas código) verificándose que todos ellos eran PLA. Luego se inició la construcción de una herramienta general para medir estáticamente métricas sobre programas C, a la que se denominó CMetric, tarea que es descrita en el presente trabajo. Existen diversos trabajos sobre el análisis estático de programas C con otros objetivos. Uno de ellos es Lint [Joh86], un program checker de C que examina archivos fuente para detectar y reportar incompatibilidades de tipos, inconsistencias entre definiciones de funciones y llamadas a función, potenciales errores de programación, etc. Lint fue desarrollado para superar la falta de verificaciones de los primeros compiladores de C y recientemente ha evolucionado en SPLint [Eva02], el cual permite verificar estáticamente la validez de programas con respecto a aseveraciones introducidas por el usuario. Además la herramienta es extensible, permitiendo al usuario incorporar otros tipos de análisis no cubiertos inicialmente por la herramienta.

La magnitud del desarrollo de CMetric superó ampliamente lo previsto; debido a la complejidad del entorno de compilación C y a la vastedad de los programas aceptados por la gramática de C (que ha sorprendido a miembros del grupo de soporte de GNU a los que se les ha mostrado los resultados).

### **Seguridad en la programación en C**

El lenguaje de programación C surge en la década del 70 para dar portabilidad al Sistema Unix, época en la que surgieron diversos lenguajes destinados a la programación de bajo nivel, hasta entonces realizada en assembly, como BCPL, STAB, BLISS y otros. Desde entonces, el lenguaje ha cambiado de manera considerable. En 1983 el American National Standards Institute (ANSI) estableció un comité con el objetivo de construir una definición del lenguaje de programación C no ambiguo e independiente de la arquitectura. Como resultado se obtuvo el ANSI C.

Desde sus orígenes hasta nuestros días, el lenguaje de programación C ha sido utilizado en diferentes ambientes de desarrollo y en sistemas computacionales simples y complejos, incluyendo navegadores, editores de texto y sistemas operativos modernos.

Si bien son muchas las posibilidades que provee C, también es cierto que el lenguaje y las librerías que soporta pueden permitir a los programadores agregar vulnerabilidades de seguridad a su código de manera inadvertida por ellos.

La construcción de sistemas seguros en C involucra un desafío realmente importante por parte de los programadores. Gran parte de los problemas que comprenden ataques de seguridad están relacionados con defectos en la implementación del software. Accesos a arreglos ilegales,

operaciones inválidas con punteros, violaciones al sistema de tipos, pueden provocar la ejecución inadecuada de un programa e incluso provocar fallas incalculadas.

Si sabemos de la existencia de todas estas posibles fallas, podemos preguntarnos por qué siguen ocurriendo. Tal vez pueda deberse a la falta de conocimiento de los programadores acerca de lo que debe ser correcto como solución. Tal vez ni siquiera son concientes de los posibles problemas hasta haber escrito el código por completo y haber ejecutado algunos casos de prueba para los cuales el sistema falla. En éste último caso estamos hablando del testing del sistema por ensayo y error, pudiendo resultar flujos de programa sin chequear. Estas situaciones evidenciadas durante el desarrollo de C-Metric concurren a dar evidencias de la necesidad de contar con soportes automáticos de la seguridad de código que se ejecuta.

### **Técnicas de Chequeo**

Existen dos grandes grupos de técnicas de análisis para detectar errores de funcionamiento de los programas: las técnicas de análisis dinámico y las de análisis estático.

Las técnicas de análisis dinámico introducen chequeos en tiempo de ejecución para reducir el riesgo de que el código posea vulnerabilidades de seguridad. Una de las desventajas de estas técnicas es el aumento del tiempo de ejecución de los programas por la sobrecarga introducida por las verificaciones. Otras técnicas de análisis dinámico requieren hardware especial y un sistema operativo relativamente complejo que lo soporte.

Las técnicas de análisis estático tienen un enfoque distinto. Permiten obtener una aproximación concreta al comportamiento dinámico de un programa antes de ser ejecutado. Existe una amplia variedad de técnicas de análisis estático. Podemos encontrar desde compiladores tradicionales que con poco esfuerzo realizan verificaciones de tipos, hasta verificadores de programas que requieren especificaciones formales completas y utilizan demostradores de teoremas.

C-Metric utiliza las técnicas de análisis estático para computar las métricas sobre los programas.

### **Analizador de métricas C-metric.**

Para realizar el analizador de métricas sobre programas C, se comenzó por obtener la gramática del lenguaje. En una primera instancia, se verificó que la gramática obtenida fuese correcta. Para ello se realizó una inspección sobre una muestra de cuatro millones de líneas código integrada por bibliotecas de kernel Linux 2.6.11 gentoo, fuentes de abiword 2.5.5, Mozilla 1.7.8, GCC 3.3.5 y open office 1.4.4.

La herramienta que se eligió para la implementación de C-metric utiliza el formalismo de *Definiciones Guiadas por Sintaxis*. El uso de este formalismo permitió luego establecer una correspondencia directa entre cada constructor sintáctico y su correspondiente implementación. Se utilizó entonces el generador de analizadores sintácticos Yacc en conjunto con el analizador lexicográfico Lex.

Para la implementación del C-Metric se utilizó el método de desarrollo Top Down, partiendo de una clara especificación de las estructuras de datos y llegando al código mediante refinamientos sucesivos de pseudo-código.

Mediante el estudio de la representación del sistema de tipos de C, se establecieron las estructuras de datos necesarias que sirvieron para almacenar los datos relativos a identificadores de variables, nombres de procedimientos y tipos definidos por el usuario (estructuras, uniones o enumeraciones, e incluso las redefiniciones de tipo introducidas por la sentencia *typedef*). Se eligió representar cada bloque definido en el programa con una tabla de identificadores para ese bloque.

Para comenzar el diseño de la herramienta se hizo necesario un estudio completo del sistema de compilación de C, incluyendo la interface entre el preprocesador y el compilador C.

## **Etapas en la compilación de un programa C.**

El proceso de compilación involucra cuatro etapas sucesivas: preprocesamiento, compilación, ensamblado y *link-edition*.

En la etapa de preprocesamiento se transforma el código fuente original en código fuente puro. Es decir, se expanden las macros, se incluyen librerías, se realiza un preprocesado racional (se enriquece el lenguaje antiguo con recursos más modernos), se extiende el lenguaje y todo aquello que en el código de entrada sea representativo de una abreviatura para facilitar la escritura del mismo.

En la etapa de compilación se somete el código fuente puro a un análisis lexicográfico, un análisis sintáctico y un análisis semántico, se genera código intermedio que se optimiza para poder producir código de salida en algún lenguaje ensamblador.

La etapa de ensamblado recibe el código fuente compilado y produce el llamado código objeto, un archivo binario en lenguaje de máquina ejecutable por el procesador.

La última etapa se encarga de vincular el código objeto con los módulos que necesita, produciendo como salida el código binario ejecutable, ya sea dinámico (los módulos se cargan en memoria y se ejecutan en run-time) o estático (los binarios de las funciones se incorporan al código binario ejecutable).

## **Implementación del parser de C**

La implementación del parser de C consistió en definir qué acciones semánticas debían ejecutarse en cada producción de la gramática. Para ello, se analizó qué sentencia del lenguaje generaba cada producción o conjunto de producciones, verificando en cada caso qué chequeos de tipos define el ANSI C. Durante el recorrido del parser por la gramática, C-metric genera una estructura de datos con la definición de los tipos del programa fuente.

## **Detección de errores**

Durante la etapa de compilación existen dos tipos de errores que pueden clasificarse en errores sintácticos y errores semánticos.

Gracias a las posibilidades de la herramienta elegida para el desarrollo del parser, los errores de sintaxis son detectados de manera automática.

Los errores de tipo son reportados en la medida en que se violen las restricciones de tipo que especifica el ANSI C. Cada acción semántica, además de actualizar las estructuras de datos del parser, realiza un chequeo sobre los tipos especificados para las sentencias del programa fuente.

Si alguna restricción es violada, se informa la línea del error y una descripción de la naturaleza del mismo.

El algoritmo de equivalencia de tipos utilizado en la verificación del sistema de tipos respeta el Sistema de Tipos de C realizando comparación estructural sobre los tipos básicos y comparación por nombre sobre las uniones, enumeraciones y estructuras. La especificación es la siguiente:

- Dos *listas de especificadores de tipo* son equivalentes si contienen el mismo conjunto de *especificadores* de tipo, teniendo en cuenta que algunos *especificadores* pueden ser implicados por otros (por ejemplo, `long` es implicado por `long int`). Estructuras, uniones y enumeraciones con diferentes nombres constituyen tipos distintos, y aquellos que no posean nombre definen un tipo único.

- En general, *dos tipos* son equivalentes si sus *listas de especificadores de tipos* coinciden estructuralmente luego de expandir cualquier renombre introducido por la sentencia `typedef`, y luego de eliminar los *especificadores* (identificadores) de parámetro de función. Las dimensiones de los arreglos y el tipo de los parámetros son significativos.

## **Generación del árbol de sintáctico abstracto.**

Un árbol sintáctico abstracto es una representación abstracta del código fuente que jerarquiza la estructura semántica y permite realizar distintos análisis estáticos, tales como análisis de flujo de control y análisis de flujo de datos. También puede ser utilizado para generar una gran cantidad de optimizaciones del código.

Cada sentencia de la gramática esta representada por un nodo en el árbol, el cual además posee toda la información correspondiente a dicha sentencia.

Durante el parsing del programa fuente, se va construyendo el árbol sintáctico abstracto, sobre el cual se realizarán diferentes inspecciones.

La construcción del árbol sintáctico abstracto da la posibilidad de establecer una independencia con respecto al parser en sí, y además es posible extender las funcionalidades del C-Metric permitiendo que los usuarios definan sus propias métricas con un mínimo conocimiento del lenguaje C.

## Referencias

- [Nec96] G. Necula, P. Lee, “Proof – Carrying Code”, Technical Report CMU – CS – 96 – 165, Carnegie Mellon University, Noviembre 1996.
- [Nec96] G. Necula, P. Lee, “Safe Kernel Extensions Without Run-Time Checking”, Second Symposium on Operating System Design and Implementation (OSDI '96), Seattle, 1996.
- [Joh86] S.C. Johnson, Lint, a C Program Checker, USENIX UNIX Supplementary Documents, November 1986.
- [Nor04] A Framework for Execution of Secure Mobile Code based on Static Analysis. N. Nordio, F. Bavera, R. Medel, J. Aguirre, G. Baum. XXIV International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC 2004). Arica Chile, noviembre de 2004. ISBN 0-7695-2185-1, pages 59-66, IEEE-CS PRESS .
- [Bav06] Secure Mobile Code and Control Flow Analysis. F. Bavera, J. Aguirre, M. Nordio. XII Congreso Argentino de Ciencias de Computación, Anales del CACIC 2006. UNSL San Luis 17 al 21 de octubre de 2006, pages. 1813-1824.
- [Bav05] CCMini: A Prototype of Certifying Compiler based on Annotated Abstract Syntax Tree. Francisco Bavera, Martín Nordio, Ricardo Medel, Jorge Aguirre, Gabriel Baum. Workshop de Ingeniería de Software y Base de Datos (WISBD), Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2005. Universidad Nacional de Entre Ríos, Concordia (Argentina). 17-20 de Octubre, 2005.
- [Bav04] Un Survey sobre Proof-Carrying Code, F. Bavera, N. Nordio, R. Medel, J. Aguirre, G. Baum. 33 JAIIO 2004, SADIO, FAMAFA, Córdoba, Septiembre 2004. Publicación en CD, ISSN 1666 1141.
- [Bav04] Optimización del Prototipo del Entorno de Ejecución de PCC-SA. Francisco Bavera, M. Nordio, J. Aguirre, G. Baum, R. Medel. Publicado en Anales del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2004. Universidad de la Matanza, Buenos Aires, Argentina. Octubre 2004.
- [Eva02] D. Evans and D. Larrochelle. “Improving Security Using Extensible Lightweight Static Analysis.” IEEE Software, Jan-Feb 2002.

## Avances en Propuestas Heurísticas para Consultas a R-Tree

Edilma O. Gagliardi, Juan E. Gomez  
Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis  
San Luis, Argentina

y  
Gilberto Gutiérrez Retamal  
Departamento de Auditoría e Informática, Universidad del Bío-Bío  
Chillán, Chile

### RESUMEN

En la actualidad las bases de datos espaciales han tomado gran interés dado la cantidad de aplicaciones en las que son utilizadas, esto ha generado una mayor necesidad en investigar métodos que mejoren el desempeño en la resolución de consultas de tipo espacial.

Los trabajos de investigación en Bases de Datos espaciales se han centralizado en el modelado y la resolución de consultas, basándose en la geometría asociada a los objetos almacenados en una base de datos[1]. Nuestro trabajo de investigación se abocará a poder resolver eficientemente consultas a índices R-tree's, considerando atributos derivados de la geometría de los objetos espaciales como lo son por ejemplo el *área* en el caso de los polígonos o la *longitud* en las poligonales.

Nuestro interés radica en este tipo de índices R-Tree's debido a que es un método de acceso estándar para las bases de datos espaciales, elegido por la mayoría de los Sistemas de Administración de Bases de Datos.

**Palabras claves:** índices espaciales, consultas espaciales, procesamiento de consultas espaciales, acceso multidimensional, bases de datos espaciales.

### 1. INTRODUCCIÓN

Hay aplicaciones del mundo real en donde la necesidad de poder almacenar y recuperar datos de tipo espacial es muy importante, ejemplo de esto son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Diseño Asistido por Computador(CAD), diseño VLSI, visión por computador y robótica, entre otros, todo esto ha provocando una revisión respecto a como resolver consultas espaciales[1,2].

El costo de procesar una consulta espacial puede llegar a ser muy alto debido a que los datos espaciales son más complejos que los alfanuméricos. Hay varios métodos para procesar datos espaciales[3][4][5], que consideran consultas sólo de tipo espacial. Pero, dado que las bases de datos espaciales almacenan datos espaciales y no espaciales, las consultas podrían mezclar subconsultas espaciales con subconsultas no espaciales[6][7]. Y este hecho deja de ser considerado en los métodos que exclusivamente se dedican a considerar los aspectos espaciales únicamente.

Por ello, parte de este trabajo considera el procesamiento de consultas cuyo predicado establece restricciones sobre atributos derivados de la geometría de objetos espaciales. Por ejemplo, una consulta podría ser: *seleccionar todas las ciudades que tengan una superficie mayor que 5000 Km<sup>2</sup>*. En el ejemplo, el atributo *superficie* es un atributo derivado de la geometría de los objetos almacenados en la base de datos y el índice debería ser capaz de considerarlo al momento de la resolución de la consulta.

Presentaremos a continuación aspectos importantes relacionados a nuestro trabajo de investigación.

## 2. R-TREE

R-Tree[8] es un método de acceso multidimensional, que se ha adoptado como el método de acceso estándar para las bases de datos espaciales y es el elegido por la mayoría de los Sistemas de Administración de Bases de Datos. También es el más estudiado con respecto a tópicos tales como procesamiento y optimización de consultas, modelos de costo, paralelismo, control de concurrencia y recuperación, entre otros. Además, gran parte de los métodos de acceso espacio-temporales propuestos hoy en día usan como base a R-Tree.

En un R-Tree no se almacenan los objetos espaciales en forma directa sino que se almacena su MBR (Minimum Bounding Rectangle), es decir el menor rectángulo que contiene al objeto en cuestión. Cada nodo en el R-Tree corresponde al MBR que contiene a sus hijos. Los nodos hoja del R-Tree contienen punteros a los objetos en la base de datos en vez de punteros a otros nodos. Cada nodo se almacena en una página de disco. Los nodos hoja del R-Tree contienen entradas de la forma  $\langle I; oid \rangle$  donde  $I$  es el menor rectángulo  $n$ -dimensional que contiene al objeto apuntado por  $oid$ ; es decir, es de la forma  $I = (I_0, I_1, \dots, I_n)$ . Aquí  $n$  es el número de dimensiones e  $I$  es un intervalo cerrado  $[a, b]$  que describe los límites del objeto en la dimensión  $i$ . En caso de que un objeto espacial se extienda más allá de los límites del espacio definido, entonces  $I_i$  puede tener uno o ambos puntos extremos igual a infinito. Los nodos que no son de tipo hoja, contienen entradas de la forma  $\langle I; pchild \rangle$  donde  $pchild$  es un puntero a un hijo del nodo e  $I$  contiene a todos los MBR's del nodo apuntado por  $pchild$ . En un R-Tree, cada nodo, con la posible excepción del nodo raíz, contiene entre  $m$  y  $M$  entradas donde  $m \leq M/2$  y  $M$  es el número máximo de entradas por nodo; el nodo raíz tiene al menos dos hijos a menos que sea una hoja; y todas las hojas están al mismo nivel.

En el procedimiento de búsqueda se desciende por el árbol a partir de la raíz, siguiendo por los hijos cuyo MBR se intersecta con el área de consulta y así en forma recursiva, hasta llegar a las hojas. Los MBR's que encierran los diferentes nodos pueden superponerse; además, un MBR puede estar incluido, en el sentido geométrico, en varios nodos, pero está asociado sólo con uno de ellos. Esto implica que una búsqueda puede seguir más de un camino, incluyendo caminos innecesarios.

Para insertar un objeto se desciende recursivamente por el árbol a partir de la raíz; siguiendo por los hijos cuyo MBR crecerá menos, producto de la inserción de un nuevo objeto hasta llegar a un nodo hoja. El objeto se inserta en la hoja si hay espacio, en caso contrario el nodo se divide usando alguna de las técnicas de división conocidas[8]. Posteriores variantes del R-Tree difieren principalmente en la forma en que se insertan los objetos.

Al eliminar un objeto si el nodo que lo contenía tiene insuficientes entradas, éstas se eliminan y se reinsertan. Los cambios de MBR's, producto de la eliminación, se propagan hacia arriba.

## 3. HEURISTICAS

Existen varios métodos que podemos utilizar para procesar consultas espaciales[3][4][5]. La mayoría de tales métodos consideran dos etapas: *filtrado* y *refinamiento*. En la etapa de filtrado se utiliza el índice espacial R-Tree para seleccionar objetos candidatos de la repuesta. Luego, en la etapa de refinamiento, se considera la geometría del objeto para decidir si definitivamente cumple con las restricciones de la consulta.

Dado un conjunto  $S1$  de objetos espaciales de tipo polígono y otro conjunto  $S2$  que contiene poligonales; dos consultas  $Q1$  (encontrar todas las ciudades con un área mayor o igual a  $5000 \text{ Km}^2$ ) y  $Q2$  (obtener todas las poligonales con una longitud menor o igual  $300 \text{ cm}$ ); ambas consultas son espaciales pero el predicado de estas considera atributos derivados de la geometría de los objetos de  $S1$  y  $S2$ , en un caso el atributo derivado es el área y en el otro es la longitud; y finalmente  $R1$  y  $R2$ ,

los índices R-Tree para  $S1$  y  $S2$  respectivamente, es decir tenemos una estructura R-Tree para cada conjunto.

Bajo el supuesto de que no existe un índice adicional, como ejemplo un B-Tree, sobre los atributos derivados, para responder las consultas  $Q1$  y  $Q2$  es necesario recorrer uno por uno los objetos de  $S1$  y  $S2$ , luego verificar el predicado, lo cual implica acceder todos los bloques utilizados para almacenar los objetos, lo cual obviamente es costoso.

Como posible heurística a seguir, una alternativa consistiría en apoyarse en el índice  $R1$  y utilizar las aproximaciones MBR de los objetos espaciales para responder a la consulta  $Q1$  [9]. En ese caso, para el procesamiento de las consultas espaciales se procede de manera similar a lo descrito en [3], donde el método considera dos etapas. La primera etapa consiste en seleccionar el conjunto de objetos que puedan satisfacer  $Q1$ . Estos objetos se seleccionan utilizando las correspondientes aproximaciones MBR's. El conjunto obtenido en esta etapa es un súper conjunto del conjunto de objetos espaciales que conforman la repuesta definitiva de  $Q1$ . En la segunda etapa se considera específicamente la geometría de los objetos obtenidos en la primera etapa y se verifica si el objeto satisface el predicado de la consulta realizada  $Q1$ . El mismo procedimiento es aplicable para realizar la consulta  $Q2$  utilizando el índice  $R2$ .

Lo que pretendemos en nuestro trabajo de investigación es tratar con conjuntos de objetos geométricos. Hemos seleccionado polígonos y poligonales.

Para el caso de los polígonos, utilizamos el área de los MBRs como una aproximación del área de los polígonos. Como se muestra en la Figura 1 se cumple la propiedad  $AREA_{MBR} \geq AREA_{Poligono}$ , esta propiedad nos permitirá resolver consultas que involucren como atributo derivado el *área*.

En el caso de las poligonales, utilizamos las diagonales de los MBRs como una aproximación de la longitud de las poligonales, se cumple que  $LONGITUD_{Diagonal\ MBR} \leq LONGITUD_{Poligonal}$  tal cual lo muestra la Figura 2, dicha propiedad nos permitirá resolver consultas que involucren como atributo derivado la *longitud*.

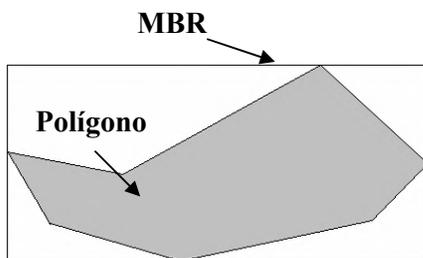


Figura 1: Relación entre el área de un Polígono y su MBR .

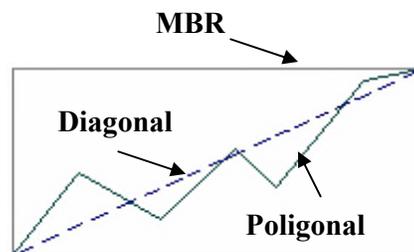


Figura 2: Relación entre la longitud de una poligonal y la longitud de la diagonal principal del MBR.

En nuestra propuesta de investigación utilizamos los mbr's como una aproximación de la geometría real de los objetos, lo cual creemos es una buena medida para obtener un conjunto de objetos a partir del tipo de consultas que hemos planteado anteriormente, los resultados de estas consultas se aproximan muy bien al conjunto real de objetos que se desea obtener. Lo que pretendemos alcanzar con lo expuesto anteriormente es mejorar la etapa de filtrado en el procesamiento de consultas del R-Tree, esto hará que al algoritmo de búsqueda me devuelva una menor cantidad de mbr's, luego estos en la etapa de refinamiento tienen una mayor probabilidad de coincidir con el valor real de los objetos. Entonces decimos que se logra mejorar las dos etapas del procesamiento de consultas en el R-Tree.

#### 4. TRABAJO FUTURO

Como el R-Tree es una estructura base de otras estructuras, el poder plantear modificaciones que resulten en una mejora de su desempeño, o en una extensión de su desempeño básico, nos permitirá poder aplicar estas ventajas a otras estructuras.

Nosotros estamos trabajando y experimentando principalmente en el algoritmo de búsqueda, se pretende realizar una implementación en algún lenguaje de programación y observar en la evaluación experimental diferentes comparaciones estadísticas, las cuales nos conducirán a determinar cuánto se aproxima a la realidad el método planteado.

En particular, nuestro trabajo de investigación se dedica al estudio y análisis del diseño de estructuras de datos y algoritmos que permitan resolver los distintos tipos de consulta espaciales tomando como índice estándar R-Tree. Estos trabajos están enmarcados dentro de la Línea de Investigación Geometría Computacional y Bases de Datos Espacio-Temporales, perteneciente al Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F314, Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis; en el Proyecto AL07-PAC-027 Geometría Computacional, subvencionado por a Universidad Politécnica de Madrid; y en el marco de la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software (RITOS2), subvencionado por CYTED. Por todo ello, se ha establecido un grupo de interés en el tema conformado por docentes investigadores y alumnos avanzados de la Universidad Nacional de San Luis.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Ralf Gutting. *An Introduction to spatial database system*. In VLDB Journal, volume 3, pages 357-399, 1994.
- [2] King-Ip Lin, H.V. Jagadish, and Christos Faloutsos. *The TV-Tree: An index structure for high-dimensional data*. VLDB Journal: Very Large Data Bases, 3(4):517-542, 1994.
- [3] Thomas Brinkhoff, Hans-Peter Kriegel, Ralf Schneider and Bernhard Seeger. *Multi-step processing of spatial joins*. In ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pages 197-208, Minesota, USA, 1994.
- [4] Thomas Brinkhoff, Hans-Peter Kriegel and Bernhard Seeger. *Efficient processing of spatial joins using r-trees*. In ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pages 237-246, Washington, DC, USA, 1993. ACM.
- [5] Yun-Wu Huang, Ning Jing, and Elke Rundensteiner. *Spatial joins using r-tree: Breadth-first traversal with global optimizations*. IN 23rd Conference on Very Large Data Bases, pages 396-405, Athens, Greece, 1997.
- [6] Ho-Hyun Park, Chan-Gun Lee, Yong-Ju Lee, and Chin-Wan Chung. *Early separation of filter and refinement steps in spatial query optimization*. In Database System for Advanced Applications, pages 161-168, 1999.
- [7] Ho-Hyun Park, Yong-Ju Lee, and Chin-Wan Chung. *Spatial query optimization utilizing early separated filter and refinement strategy*. Information Systems, 25(1):1-22, 2000.
- [8] Antonin Guttman. *R-Tree: A Dinamic Index Structure for Spatial Searching*. In ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pages 47-57, Boston, 1984.
- [9] Gilberto Gutiérrez. *Procesamiento de Consultas Espaciales con Restricciones sobre Atributos Derivados de la Geometría de Objetos Espaciales*. Bío-Bío Chile.

# Calidad en el desarrollo de Sistemas de Software

Pesado Patricia<sup>(1,2)</sup>, Bertone Rodolfo<sup>(1)</sup>, Pasini Ariel<sup>(1)</sup>, Esponda Silvia<sup>(1)</sup>,  
Iglesias Marina<sup>(1)</sup>, Alonso Laura<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

<sup>(2)</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

(ppesado, pbertone, apasini sesponda, miglesias, lalonso) @lidi.info.unlp.edu.ar

## 1. CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED y CIC.

## 2. RESUMEN

El objetivo de este subproyecto es investigar y desarrollar propuestas en temas relacionados con el aseguramiento de la calidad en cada una de las etapas del desarrollo de Sistemas de Software. En particular se ha trabajado y estudiado las normas de calidad más ampliamente difundidas, líneas ISO y CMM, y su incidencia en entornos como la pequeña y mediana industria de nuestro país.

Desde el año 2006, el objetivo principal es la adecuación de las normas de calidad a empresas desarrolladoras de software de pequeña o mediana envergadura. Con este fin, se continúa utilizando como base, la norma MoProSoft generada en México.

Las tareas concretas para el presente año consisten en, a partir de la investigación y resultados obtenidos durante el año anterior, generar una serie de propuestas que permitan a las PyMEs evolucionar en su plan de calidad, permitiendo de esa

manera escalar en las categorías propuestas.

En esta línea de investigación cooperan otras 2 Universidades Nacionales de Argentina (UNComahue y UNLa Matanza) y 13 Universidades del exterior, a través del proyecto CyTED-COMPETISOFT

## Palabras Claves

Ingeniería de Software – Calidad – Normas de Calidad – CMM, ISO, MOPROSOFT

## 3. INTRODUCCION

La línea de investigación presenta una continuidad respecto de la definida oportunamente para WICC 2006.

La gestión de sistemas de software bajo un entorno distribuido presenta características particulares. Es necesario coordinar las actividades de varias computadoras, de manera que compartan recursos de hardware, software y principalmente datos, de manera tal que para el usuario exista una integración total y completa.

Como se decía en la propuesta del 2006, los conceptos de calidad deben estar presentes en los procesos de desarrollo de software, tanto centralizados como distribuidos.

El desarrollo de artefactos de software con niveles aceptables de calidad se presenta como una necesidad que, cada vez más,

debe ser tenida en cuenta tanto por las empresas generadoras de sistemas de información (SI) como por los clientes y usuarios de los mismos. La competitividad del mercado mundial de la primera década del siglo XXI, indica que producir SIN la correspondiente calidad asociada redundará en proyectos destinados, seguramente, al fracaso.

La calidad del software es un concepto complejo, no directamente comparable con la calidad de fabricación de productos en general. En estos últimos casos, la calidad se presenta “por comparación” entre productos desarrollados y su especificación[Som05].

En el caso de la producción de software, para lograr asegurar calidad en el producto final se debe tener un proceso de desarrollo que asegure dicha calidad. Para ello existen normas de calidad ampliamente reconocidas y aceptadas. Estas normas se pueden encuadrar en dos líneas: las propuestas por el SEI (Software Engineering Institute) con su línea de CMM y su evolución a CMMI y la propuesta por ISO (Internacional Standard Organization) de la cual hay múltiples líneas.[Ple02]

La gestión formal de calidad es particularmente importante para equipos que desarrollan sistemas grandes y complejos. Por este motivo es que las principales normas reconocidas por la industria del software a nivel mundial, como CMM, CMMI, ISO (9000, 12207, 15504) [ISO95] [ISO04a] [Lan05] [Pau93] [Pau95] tienen su centro en la gestión de la calidad de las grandes empresas. Pero, para el desarrollo orientado a pequeñas y medianas compañías (PyMEs) de software, la calidad no pasa a ser un tema menor. Si bien las normas más reconocidas internacionalmente son conceptualmente aplicables, resultan en prácticas muy costosas y difíciles, por la necesidad de contar con recursos humanos capacitados

en las prácticas de Ingeniería de Software, tal como atestiguan diversas investigaciones. [SEI06]

En algunos países iberoamericanos se está intentando abordar este problema, aunque de forma aislada, con algunas iniciativas como el modelo "MoProSoft" de México [Okt05], el modelo "MR mps" de Brasil [Web04], o el modelo SIMEP-SW de Colombia [Hur03], incluso la metodología Métrica v.3 propugnada por el MAP en España también pretende conseguir la mejora de los procesos y productos software.[Pin05]

La línea sobre Calidad que se desarrolla en el Instituto está apoyada en el proyecto CyTED denominado CompetiSoft y persigue como finalidad el desarrollo e implantación de una norma que sea de fácil aplicación en entornos PyMEs donde la plantilla del personal que desarrolla software sea reducida (a lo sumo 15 o 20 personas)

El modelo CompetiSoft se organiza en tres capas Alta Dirección, Gestión y Operación, cada uno de ellos con un conjunto de actividades a realizar. En particular la capa de Operación incluye las actividades de "Administración de Proyectos Específicos" y "Desarrollo y Mantenimiento de Software". La primera actividad busca establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados. La segunda, en tanto, apunta a la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados.

CompetSoft define, en forma similar a lo que ocurre con CMMI, un esquema de seis niveles alcanzables por una PyME desarrolladora de software: (0) sin proceso definido, (1) realizado, (2) gestionado, (3)

establecido, (4) predecible, (5) optimizado. La norma, en particular, identifica estos distintos niveles con colores diferentes.

Durante el 2006, el grupo desarrolló en colaboración con la Universidad Nacional de La Matanza un cuestionario para la evaluación de la calidad en la capa de Operación y, en particular, para la actividad de Administración de Proyectos Específicos. Dicho cuestionario fue evaluado en empresas productoras de software del país y del exterior y los resultados obtenidos permitieron la retroalimentación sobre dicho cuestionario. [Ber06]

El trabajo futuro se basa en: (1) a partir de las respuestas al cuestionario, poder sugerir un nivel de madurez de la empresa y (2) proponer alternativas para que la empresa que está siendo evaluada pueda superarse y mejorar el nivel de madurez.

#### **4. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

- Análisis, estudio y discusión de normas clásicas de calidad : línea ISO y CMM - CMMI.
- Análisis, estudio y discusión de normas aplicables a PyMES, como son MoProSoft, MR Mps o Métrica 3.
- Análisis de parámetros de evaluación de empresas PyMES desarrolladoras de software.
- Estudio y discusión de métodos para evaluar calidad en las diferentes etapas del proceso de desarrollo.
- Impacto de la utilización de métodos ágiles en el proceso de desarrollo y en la calidad final del producto desarrollado

#### **5. RESULTADOS OBTENIDOS/ ESPERADOS**

- Refinar el cuestionario del Area “Administración de Proyectos Específicos” desarrollado.

- Ampliar el cuestionario a otras Areas del proceso.
- Evolucionar la herramienta WEB desarrollada para relevamiento de características de las empresas.
- Generar un proceso que permita, a partir de las respuestas obtenidas y del análisis de las mismas, evaluar el nivel de madurez de la organización.
- Generar un conjunto de sugerencias que puedan aplicarse sobre una organización y que le permita a la misma mejorar su nivel de madurez.
- Avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación, para ello continuar la participación en el proyecto Competisoft.
- Realizar experiencias de evaluación de productos de software basados en WEB, con empresas.
- Proponer metodologías para desarrollar sistemas con técnicas como XP garantizando umbrales mínimos de calidad.

#### **6. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS**

Se encuentran en este momento en desarrollo 3 Tesinas de Grado de Licenciatura y 2 Tesis de Magister, en temas relacionados con el Proyecto.

Los integrantes de esta línea de investigación participan en el dictado de asignaturas/cursos de postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP.

#### **7. BIBLIOGRAFIA**

[ACM] Colección de Communications of the ACM

[ACM] Colección de ACM SIGSOFT (Special Interest Group on Software Engineering)

[Ber06] Bertone, Pasini, Ramon, Esponda, Pesado, De María, Mon, Gigante, Estayno Gestión de Calidad en la Construcción del Software. Un enfoque para PyME's. Cacic 2006. San Luis.

- [IEEE] Colecciones de Transaction on Software Engineering
- [IEEE] Colecciones de Computer
- [ISO95] ISO/IEC .12207: 1995  
Information Technology – Software life cycle processes.ISO/IEC.1995
- [ISO04a] ISO/IEC .15504-1: 2004  
Information Technology – Process assessment – Part 1: Concepts and vocabulary.ISO/IEC,2004
- [Lan05] Susan K. Land.Jumpstart CMM/CMMI Software Process Improvements: Using IEEE Software Engineering Standards.Wiley-IEEE Computer Society Press.2005
- [Pau93]Paulk, M.C.; Curtis, B et al. Capability Maturity Model, Versión 1.1. IEEE Software, 10(4), 18-27. (1993)
- [Pau95]Paulk, M.C.; Weber, C.V. et al. The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Reading, MA: Addison-Wesley. (1995)
- [Pin05]Pino, F.; García, F; Piattini, M.: Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos de software en países en desarrollo.
- [Ple02] Pleeger.Ingeniería de Software: Teoría y Práctica.Prentice-Hall.2002
- [Okt05] Modelo de procesos para la industria del software. MoProSoft. Por niveles de Capacidad de Procesos. Versión 1.3, Agosto 2005.
- [SEI06] Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings, 2005 . January 2006 . SPECIAL REPORT CMU/SEI-2006-SR-001
- [Som05] Sommerville Ian. .Requeriments Engineering, A good practice guide. .John Wiley.2005
- [Web04] Modelo de Referência e Método de Avaliação para Melhoria de Processo de Software - versão 1.0 (MR-MPS e MA-MPS)"

# Comprensión de Programas por Inspección Visual y Animación

Mario M. Berón Roberto Uzal

Universidad Nacional de San Luis - Departamento de Infomática

San Luis - Argentina

mberon@unsl.edu.ar, ruzal@sinectis.com.ar

Pedro R. Henriques

Universidade do Minho - Departamento de Informática

Braga - Portugal

prh@di.uminho.pt

Maria J. Varanda Pereira

Instituto Politécnico de Bragança

Braga - Portugal

mjoao@ipb.pt

## Resumen

PCVIA (**P**rogram **C**omprehension by **V**isual **I**nspection and **A**nimation) es un proyecto de investigación que estudia la construcción de métodos, técnicas y herramientas que ayuden al ingeniero del software en el análisis y comprensión de aplicaciones. Estos estudios tienen como objetivo contribuir en distintas actividades de la Ingeniería del Software como por ejemplo mantenimiento, reingeniería, ingeniería reversa, entre otras tantas aplicaciones. Para construir ambientes de comprensión de programas es necesario concebir herramientas que permitan extraer y visualizar información de los sistemas. Para lograr este objetivo es necesario analizar los métodos, técnicas, herramientas, etc. existentes con la finalidad de incrementar la funcionalidad de las mismas, o bien, proponer otras nuevas.

En este artículo describimos un abordage para la construcción de herramientas de comprensión que se basa en la instrumentación del código fuente del sistema de estudio. Entre los objetivos de esta aproximación se encuentran la elaboración de estrategias de navegación y relación entre las distintas perspectivas de sistemas desarrolladas usando el paradigma imperativo. Por otra parte se planifica analizar la extensibilidad de las mismas a otros paradigmas como por ejemplo el orientado a objeto.

**Palabras Claves:** Comprensión de Programas, Métodos, Técnicas, Herramientas.

# 1. Introducción

El proyecto PCVIA tiene como principal objetivo estudiar, explorar e implementar técnicas y herramientas de comprensión de programas. La comprensión de programas se traduce en la habilidad de entender una pieza de código escrito en un lenguaje de alto nivel. Un programa no es más que una secuencia de instrucciones que serán ejecutadas de forma de garantizar una determinada funcionalidad. El lector de un programa consigue extraer el significado de un programa cuando comprende de qué forma el código cumple con la tarea para la cual fue creado.

El área de comprensión de programas es una de las más importantes de la Ingeniería del Software porque es necesaria para tareas de reutilización, inspección, mantenimiento, migración y extensión de sistemas de software. Puede también ser utilizada en áreas como ingeniería reversa o enseñanza de lenguajes de programación. La tarea de comprensión de programas puede tener diferentes significados y puede ser vista desde diferentes perspectivas. El usuario puede estar interesado en cómo la computadora ejecuta las instrucciones con el objetivo de comprender el flujo de control y de datos, o puede querer verificar los efectos que la ejecución del programa tiene sobre el objeto que está siendo controlado por el programa. Considerando estos dos niveles de abstracción, una herramienta versátil de inspección visual de código es crucial en la tarea de comprensión de programas.

Existe un conjunto enorme de herramientas de comprensión de programas [4][5][7] construidas para diversos lenguajes que usan varios abordajes. En el ámbito del proyecto PCVIA están siendo desarrolladas herramientas usando diferentes perspectivas. En este artículo se usa un abordaje dependiente del lenguaje, que permite la generación de visualizaciones [3] en varios niveles de abstracción y refuerza la importancia del mapeamiento entre las mismas.

## 2. Sistema de Comprensión de Programas

Normalmente, cuando el programador quiere entender un sistema necesita inspeccionar diferentes aspectos del mismo. Para construir estas perspectivas es necesario extraer información desde los sistemas y representarla adecuadamente. La extracción de la información es importante porque es la base para construir diferentes vistas. Por otra parte, la visualización de la información es esencial para propósitos de comprensión. En las secciones siguientes describimos las vistas y las estrategias de extracción de información usadas en la construcción de herramientas de comprensión.

### 2.1. Vistas de un Sistema

Una vista es una representación de la información de un sistema que facilita la comprensión de un aspecto del mismo.

Cuando un programador está comprendiendo un sistema la primera vista con la que se enfrenta es su código fuente. Esta vista es útil porque el programador está familiarizado con los lenguajes de programación. Sin embargo, cuando el tamaño del sistema crece pierde claridad y otras perspectivas del sistema son necesarias.

Un aspecto del sistema que se encuentra en un nivel de abstracción más alto consiste en visualizar las funciones del sistema y las relaciones existentes entre las mismas. Un ejemplo de esto es el *Grafo de Funciones* (GF). GF es un grafo donde el conjunto de nodos está compuesto por las funciones del sistema de estudio y la relación entre ellas está dada por la comunicación de las funciones a través de sus invocaciones. Normalmente, el grafo GF es una vista deseada

por los programadores, sin embargo, de la misma forma que el código fuente, cuando el tamaño del sistema crece no presenta una ayuda a la comprensión. Como una alternativa al grafo GF el sistema puede ser visualizado a usando los módulos que lo componen. En este caso es posible definir un grafo que muestra la relación de comunicación entre ellos. Normalmente este grafo es conocido con el nombre de *Grafo de Comunicaciones de Módulos* (GCM). Nuestros experimentos indican que GCM presenta una vista clara del sistema aun cuando el tamaño del mismo es grande. No obstante, al presentar un mayor grado de abstracción oculta detalles que pueden ser útiles en el proceso de comprensión.

Las vistas descritas hasta este momento pueden ser construidas usando la información estática del sistema. Sin embargo no siempre todas las funciones o módulos son usados cuando el sistema bajo estudio se ejecuta. Teniendo en cuenta este aspecto es importante recuperar información dinámica para visualizar, animar o describir sólo las componentes utilizadas por el sistema. Por ejemplo, podría ser útil presentar un subgrafo de GF o GCM mostrando sólo las componentes utilizadas.

Por otra parte también es posible visualizar el contenido los módulos objeto del sistema. Esta vista puede ser de importancia para el programador experto cuando desea modificar el código generado por el compilador.

Finalmente es importante notar que las vistas permiten mostrar aspectos del sistema bajo estudio en distintos niveles de abstracción.

## 2.2. Relación entre las Diferentes Vistas de un Sistema

Las vistas son importantes y ayudan en la comprensión de sistemas. Sin embargo, no es suficiente visualizarlas, es necesario posibilitar su navegación. Esto se debe a que normalmente el proceso de comprensión de programas implica visualizar aspectos de alto, medio y bajo nivel del sistema. Por ejemplo, puede ser importante estudiar cual es el módulo más importante del sistema, en ese caso GCM puede ayudar en esa tarea. Pero luego de identificar dicho módulo es interesante estudiar el GF correspondiente.

Teniendo en cuenta esta observación construimos un prototipo de una arquitectura que permite la navegación entre las distintas vistas del sistema de estudio. A continuación describimos las componentes básicas que la arquitectura contiene actualmente.

*Sistema de Extracción de la Información:* extrae información estática y dinámica de un sistema. Utiliza técnicas descritas en [1][2][6][9] para lograr este objetivo.

*Repositorio de Información:* almacena datos producidos por el Sistema de Extracción de la Información, como por ejemplo: módulos, funciones, tipos, datos, etc.

*Administrador de Visualización y Navegación:* utiliza la información disponible en el repositorio de información para proporcionar navegación entre las distintas vistas.

*Visualizador Operacional:* consta de un conjunto de módulos que implementan las distintas vistas. Es el sistema encargado de mostrar los objetos del dominio del programa

*Visualizador Comportamental:* consite de la salida del sistema, en otras palabras el resultado.

La relaciones entre las diferentes vistas es llevada a cabo por el Administrador de Visualización y Navegación. Esta componente recupera información desde el Repositorio de Información para lograr su objetivo. Podemos decir que todas las relaciones, con excepción de la vinculación entre las vistas operacional y comportamental, son logradas de esta manera.

### 2.2.1. Estrategia de Relación Operacional-Comportamental

La estrategia de relación operacional-comportamental, denifinida por nuestro grupo de investigación, utiliza infromación dinámica y estática del sistema de estudio. Además se basa en la siguiente observación:

*La salida de un sistema esta compuesta de objetos del dominio del problema. Usualmente estos objetos son implementados por tipos de datos abstractos, en el caso de lenguajes imperativos, o por clases, en el caso de lenguajes orientados a objetos. Tanto los TDAs como las Clases tienen objetos de dato que almacenan su estado y un conjunto de operaciones que los manipulan. Entonces es posible describir cada objeto del dominio del problema utilizando los TDAs o clases que los implementan.*

Esta estrategia denominada BORS (Behavioral-Operational Relation Strategy) aplica los siguientes pasos para alcanzar su objetivo.

1. Detectar las funciones relacionadas con cada objeto del dominio del problema
2. Construir un árbol de ejecución de funciones usadas en tiempo de ejecución
3. Explicar las funciones encontradas en el paso 1 usando el árbol construido en el paso 2.

El lector interesado puede encontrar en [8] una explicación detallada de la estrategia BORS. En la próxima sección presentaremos las técnicas de extracción de la información usadas para recolectar datos desde el sistema bajo estudio.

## 3. Métodos de Extracción de la Información

Para la extracción de la información fue necesario construir un parser del lenguaje de programación utilizado por el sistema de estudio. Una vez realizado esta tarea se procedió a incorporar los atributos y acciones semánticas necesarias para extraer información estática del sistema.

Para recuperar la información dinámica del sistema se instrumentó el código fuente con funciones de inspección y control. Las primeras fueron insertadas al inicio y en los puntos de retorno de cada función. Las segundas son utilizadas para controlar las iteraciones ya que dentro de ellas pueden haber invocaciones a funciones. Estas, en algunos casos, son redundantes porque son utilizadas para inicializar estructuras de datos. Con este esquema se pudo recuperar y controlar el flujo de ejecución de funciones. El lector interesado puede encontrar una explicación detallada de estas aproximaciones en [6][8]. Para la recuperación de datos se construyó una tabla de símbolos del lenguaje de programación (en este caso C) que posibilita recuperar información detallada de cada una de los objetos de datos del sistema. Esta característica permitirá en el futuro extender el esquema de instrumentación para inspeccionar datos.

## 4. Conclusión

En este artículo presentamos el proyecto PCVIA y describimos las actividades actualmente realizadas. Presentamos características útiles de una herramienta de comprensión de programas. Describimos las componentes básicas de una arquitectura que responde a los requisistos de las herramientas basadas en vistas. Además, mencionamos que es importante que las herramientas de comprensión de programas permitan la navegación entre las distintas vistas que ellas proveen. Por otra parte, describimos un procedimiento denominado BORS para relacionar dos vistas muy

importantes como lo son la operacional y la comportamental. Esta última técnica es uno de los resultados recientes y relevantes de nuestra investigación.

Además de la estrategia BORS describimos sintéticamente distintas técnicas de instrumentación y extracción de la información que hemos desarrollado y aplicado con éxito. Es importante notar que estos procedimientos (los de instrumentación de código y extracción) no requieren intervención del usuario por ser totalmente automáticos. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en el sentido de que se lograron explorar algunos sistemas y relacionar distintas vistas con la información recuperada por nuestras técnicas de extracción de la información. Como trabajo futuro nos proponemos extender BORS con instrumentación de datos como así también proveer algún mecanismo de indentificación precisa de elementos del dominio del problema. Por otra parte, pretendemos construir un ambiente que permita decorar la salida del sistema con los objetos del dominio del programa.

## Referencias

- [1] Abdelwahab Hamou-Lhadj. *The Concept of Trace Summarization*. PCODA: Program Comprehension through Dynamic Analysis. (2005), 38-42.
- [2] Andy Zaidman, Bram Adams, and Kris Schutter. *Applying Dynamic Analysis in a Legacy Context: An Industrial Experience*. PCODA: Program Comprehension through Dynamic Analysis (2005), 6-10.
- [3] Françoise Balmas, Harald Werts, Rim Chaabane. *DDGraph: a Tool to Visualize Dynamic Dependences*. Program Comprehension through Dynamic Analysis (2005), 22-27.
- [4] <http://wiki.di.uminho.pt/twiki/bin/view/Research/PCVIA>
- [5] Maria J. Pereira, *Concepção, Especificação de uma Linguagem Visual*, Ph.D. thesis, Universidade do Minho, Braga, 1996.
- [6] Mario M. Berón, Pedro Henriques, Maria J. Varanda, Roberto Uzal, Germán Montejano. *Language Processing Tool for Program Comprehension*. XII Argentine Congress on Computer Science (2006).
- [7] Mario M. Berón, Pedro Henriques, Maria J. Varanda, Roberto Uzal. *Herramientas para la comprensión de programas*. VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (2006).
- [8] Mario M. Berón, Pedro R. Henriques, Maria J. Varanda Pereira, Roberto Uzal. *Static and Dynamic Strategies to Understand C Programs by Code Annotation*. European Joint Conference on Theory and Practice of Software. Braga-Portugal. 2007.
- [9] Wang Yuying, Li Qingshan, Chen Ping, Ren Chunde. *Dynamic Fan-in and Fan-out Metrics for Program Comprehension*. PCODA: Program Comprehension through Dynamic Analysis (2005), 38-42.

# Conflictos entre Aspectos en Etapas del Desarrollo de Software

Sandra Casas<sup>1</sup>, Verónica Vanoli<sup>1</sup>, Claudia Marcos<sup>2</sup> y Eugenia Marquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Académica Río Gallegos  
Lisandro de la Torre 1070. CP 9400. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina  
Tel/Fax: +54-2966-442313/17.  
E-mail: {vvanoli, lis}@uarg.unpa.edu.ar

<sup>2</sup>ISISTAN Research Institute. Facultad de Ciencias Exactas. UNICEN  
Paraje Arroyo Seco. CP 7000. Tandil. Buenos Aires. Argentina  
Tel/Fax: + 54-2293-440362/3.  
E-mail: cmarcos@exa.unicen.edu.ar

## Resumen

La ausencia de métodos, estrategias y mecanismos automáticos y flexibles para la detección y resolución de conflictos entre aspectos puede tener consecuencias graves en la ejecución del software. Ante la presencia de determinadas situaciones conflictivas el comportamiento del software se puede tornar impredecible, indeseado e incierto. La construcción y desarrollo de soluciones que superen estas deficiencias resulta una tarea importante para el desarrollo orientado a aspectos [1]. El presente artículo describe el tópico de estudio, los trabajos relacionados al tema y las acciones a realizar a través del proyecto de investigación Conflictos entre Aspectos.

## 1. Trabajos Previos

En el año 2005 se formó un grupo de investigación formado por docentes-investigadores de la UNPA y del ISISTAN, en la línea de investigación Programación Orientada a Aspectos, específicamente sobre el tópico “Conflictos entre Aspectos”. El proyecto de investigación “Estrategias para la Resolución de Conflictos en AspectJ” (29/A173) propuso el estudio de los diferentes tipos de conflictos entre aspectos y el planteo de métodos y estrategias de resolución de los mismos en particular para el lenguaje orientado de aspectos AspectJ [2]. El objetivo definido entonces fue el diseño y construcción de una herramienta que administre los conflictos. El resultado del trabajo fue la herramienta ASTOR. ASTOR [3] incorpora una serie de dispositivos que

mejoran el tratamiento de conflictos en AspectJ. Los mismos están soportados por un componente Administrador de Conflictos que cumple principalmente con las funciones de detectar automáticamente conflictos y aplicar estrategias de resolución más amplias que las que AspectJ tiene por defecto, en forma semiautomática. La detección de conflictos actúa por una clasificación de los mismos por niveles de semejanza y la resolución se efectúa siguiendo las directrices de una taxonomía que proporciona seis categorías de resolución. La implementación del prototipo esta basada en el pre-procesamiento de código AspectJ, siendo además éste el único requisito para su uso. La continuidad de la línea de investigación esta dirigida a ampliar el marco de estudio mediante el proyecto “Conflictos entre Aspectos”. Este proyecto tiene por objetivo hallar soluciones más flexibles y automáticas para el tratamiento de conflictos en la etapa de captura de requerimientos e implementación del desarrollo del software.

## 2. Introducción

La Programación Orientada a Aspectos (POA) [4] es un nuevo paradigma para el desarrollo de software que proporciona mecanismos y abstracciones para la implementación de los requerimientos transversal (Seguridad, Logging, Autenticación, Persistencia, Concurrencia, etc.) de manera separada y aislada. Es decir, la orientación a aspectos, es una técnica que permite aplicar el principio de “Separación

de Concern” [5] [6] y de esta forma, obtener una mayor y mejor modularización del código. El enfoque resulta muy prometedor y atrayente ya que supera las características indeseables producida por el efecto de “tiranía de la descomposición dominante” [7] que tiene como consecuencias negativas la generación de código mezclado y diseminado. La POA provee mecanismos que permiten aplicar una mayor descomposición modular a los sistemas, así el desarrollo de software resulta más fácil de diseñar, codificar, mantener y reusar.

Un nuevo tópico es considerado como área de investigación y problemática del paradigma a resolver [1], “*el fenómeno de los conflictos entre aspectos*”, también denominados en la literatura como “*interacciones*” [8] o “*interferencias*” [9]. Un conflicto puede ocurrir cuando dos o más aspectos compiten por su activación [10]. En términos de codificación, se reconoce que un objeto de funcionalidad básica puede ser asociado a más de un aspecto, cada uno de los cuales tiene su propio objetivo de comportamiento. Si los aspectos son ortogonales [11], el sistema se ejecutará sin problemas. Pero, el comportamiento del sistema se torna impredecible si los aspectos que compiten no son independientes. En estos casos, el desarrollador debe ser

informado y poder controlar estas potenciales situaciones para determinar la ejecución deseada de acuerdo al tipo de conflicto y/o el dominio de la aplicación, determinando las prioridades y políticas de activación de los aspectos.

El proyecto “Conflictos entre Aspectos” tiene por objetivo, precisamente diseñar y desarrollar métodos, mecanismos y estrategias automáticas y flexibles que den soluciones tanto a la detección como a la resolución de conflictos en diferentes etapas del desarrollo de software.

### 3. Herramientas POA y Manejo de Conflictos

En la mayoría de las herramientas POA, la identificación y resolución de conflictos es una tarea absolutamente manual [12]. Concretamente, si dos o más aspectos presentan una potencial situación de conflicto, el tejedor de aspectos procede sin ningún tipo de inconveniente, ni aviso y/o comunicación previa al desarrollador. Tal es el caso de AspectJ, AspectC++ [13], PHPAspect [14], etc.

En la Tabla 1 se indican brevemente los trabajos y aportes relacionados específicamente con la problemática de detección y resolución de conflictos entre aspectos.

Propuesta	Detección	Resolución
[8] [15]	Análisis de conflictos estáticos	Soporte lingüístico para la resolución de conflictos.
[16]	Detección y análisis de las interferencias causadas en AspectJ.	
[17]		Mejora el modelo de precedencia de AspectJ
[9]	Provee análisis de las interferencias aspecto-aspecto para AspectJ	
[18]	Analiza las interacciones entre aspectos. Utiliza la técnica Programme Slicing	
[19]	Sigue el esquema propuesto por [15]. Se limita a una aproximación estática de la interacción de aspectos, solo se detectan las interacciones que no ocurren en tiempo de ejecución.	Dos formas de resolver una interacción (1) elegir de las interacciones el aspecto que se va a aplicar en la ejecución (2) ordenar y anidar los aspectos para la ejecución.
[20]	Análisis de interacciones entre aspectos. Utiliza Filtros de Composición.	
[21]	Exploración inicial basada en lógica donde los hechos y reglas son definidos para la detección de interacciones en Reflex.	
[22]		Enfoque declarativo basado en restricciones para especificar la composición de aspectos

		ante un conflicto. Las restricciones pueden ser de orden o control, y pueden aplicarse en forma independiente y no combinarse.
--	--	--

Tabla 1: Características de los trabajos relacionados a la detección y resolución de conflictos.

#### 4. Tratamiento de Conflictos en la Ingeniería de Requerimientos

La Ingeniería de Requerimientos Orientada a Aspectos (AORE) [23] intenta proveer soporte para la identificación y separación de los propiedades funcionales y no funcionales. En esta fase del desarrollo los requerimientos transversales se denominan aspectos tempranos (early aspects) [24]. Otro objetivo de la AORE es proveer mejores medios para

la identificación y manejo de conflictos que surjan entre los aspectos tempranos, lo que se ha denominado como conflictos tempranos (early conflicts) [25].

En la Tabla 2 se sintetizan los trabajos que se refieren a los aspectos tempranos y el tratamiento de las situaciones conflictivas que se generan a partir de ellos.

Propuesta	Detección	Resolución
Requerimientos Orientados a Aspectos con UML [26]	Manual	Prioridad
Ingeniería de Requerimientos Orientada a Aspectos [27]	Manual	Prioridad/Inhabilitación/Sincronización
Especificación y Separación de Concerns desde los Requerimientos al Diseño [28]	Framework/Manual	Prioridad/Refinamiento
PROBE [29]	Framework/Manual	Orden de Preferencia y Debilidades/Cambio de Requerimientos <u>Aclaración:</u> Se resuelve antes de la etapa de implementación
Detección de Conflictos entre Crosscutting Concerns, basado en el Modelado [30]	Herramienta/Manual	No propone clasificación alguna <u>Aclaración:</u> Se resuelve en la etapa de implementación
Aspects Extractor [31]	Automática	No propone clasificación alguna

Tabla 2: Características de los trabajos relacionados a la detección y resolución de conflictos tempranos.

Existen dos puntos comunes en los enfoques citados: (i) aunque algunos de estos enfoques presentan herramientas para identificar aspectos tempranamente, la tarea que concierne al tratamiento de conflictos es totalmente manual. Esto hace que el desarrollador se haga cargo absolutamente de la toma de decisiones, no existiendo así un mecanismo automático, ni semiautomático, que ayude a resolver los conflictos sin la intervención de los desarrolladores. (ii) la inexistencia de una amplia clasificación para la resolución de conflictos. No se ofrecen alternativas de resolución. En su mayoría, se proponen niveles de prioridades para que los conflictos sean resueltos en un orden específico. Y para destacar, muchos de estos enfoques establecen información interesante en la descripción de los requerimientos, no

aprovechada como material para resolver conflictos.

#### 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En los apartados anteriores se ha dimensionado la relevancia de la problemática de conflictos entre aspectos en las etapas de desarrollo de captura de requerimientos e implementación. Se observa en primer lugar, que la mayoría de los enfoques y herramientas ofrecen mecanismos muy restringidos para la resolución de conflictos. Concretamente, la mayoría de éstas ofrece como resolución un enfoque que consiste en un mecanismo de orden, prioridad o precedencia. En segundo lugar, detectar la presencia y existencia de conflictos es una tarea prácticamente manual,

por estar ausente en la mayoría de las herramientas de forma automática.

La construcción y desarrollo de métodos, estrategias y mecanismos automáticos y flexibles que superen estas deficiencias y falencias resulta una tarea importante para el desarrollo orientado a aspectos [1]. En este sentido el trabajo actual se encuentra centrado en el desarrollo de las siguientes soluciones:

- Diseño y construcción de una herramienta POA que utiliza reglas explícitas y simbólicas para la detección y resolución de conflictos.
- Diseño y construcción de una herramienta para la administración temprana de conflictos.
- Detección y resolución de conflictos en código AspectJ compilado.
- Detección y resolución de conflictos en AspectJ utilizando agentes de software.

## 6. Formación de Recursos humanos

Tres integrantes del proyecto han enmarcado sus tesis de posgrado en la temática. El estado actual de la mismas es: (i) una tesis doctoral en etapa de escritura (ii) una tesis de maestría en estado de demostración y (iii) una tesis de maestría en estado de formulación. Los integrantes dirigen varias tesinas de grado referidas al tema y cuatro alumnos de las carreras de Licenciatura en Sistemas de la UNPA participan en el proyecto.

En el marco del proyecto los integrantes han dictado cursos de extensión, posgrado y de créditos tanta en la UNPA como en el ISISTAN.

El presente trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina.

## 7. Referencias

- [1] Homepage of AOSD: <http://aosd.net/>
- [2] Homepage de AspectJ Xerox, PARC, USA <http://aspectj.org/>.
- [3] Casas S., Marcos C., Vanoli V., Reinaga H., Saldivia C., Pryor J. y Sierpe L. "ASTOR: Un Prototipo para la

Administración de Conflictos en AspectJ", XIII ECC, JCC 2005, Chile.

[4] Kiczales G., Lamping J., Mendhekar A., Maeda C., Lopes C., Loingtier J., Irwin J. "Aspect-Oriented Programming". In Proceedings of ECOOP. 1997.

[5] Dijkstra E. W. "A Discipline of Programming", Prentice-Hall, 1976.

[6] Hürsch W., Lopes C. "Separation of Concerns". Northeastern University Technical Report NU-CCS-95-03, Boston, 1995.

[7] Tarr P., Ossher H., Harrison W., Sutton Jr. S. M. "N Degrees of Separation: Multi-Dimensional Separation of Concerns". Proceedings of ICSE'99. pp 107-119, IEEE Computer Society Press / ACM Press, 1999.

[8] Duonce R., Fradet P., Südholt M. "Detection and Resolution of Aspect Interactions", Technical Report N°4435, INRIA, ISSN 0249-6399, Francia, 2002.

[9] ROOTS. "LogicAJ – A Uniformly Generic and Interference-Aware Aspect Language". 2005. <http://roots.iai.uni-bonn.de/research/logicaj/>.

[10] Pryor J., Diaz Pace A., Campo M. "Reflection on Separation of Concerns". RITA. Vol.9. Num.1. 2002.

[11] Kienzle J., Yu Y., Xiong J. "On Composition and Reuse of Aspect", Foundations of Aspects Oriented Languages, FOAL 2003, USA.

[12] Casas S., Vanoli V., Reinaga H., Sierpe L., Pryor J., Saldivia C. "Clasificación y Resolución de Conflictos entre Aspectos" VII WICC. Río Cuarto, Argentina. 2005. ISBN: 950-665-337-2

[13] Homepage de AspectC++: <http://www.aspectc.org/>.

[14] Homepage of phpAspect: <http://phpaspect.org/wiki/doku.php>

[15] Duonce R., Fradet P., Südholt M. "A Framework for the Detection and Resolution of Aspect Interaction", In Proceeding of GPCE 2002, vol. 2487 of LNCS, USA, 2002, Springer Verlag, pp 173-188.

[16] Storzer M., Krinkle J. "Interference Analysis for AspectJ", FOAL: Foundations of Aspect-Oriented Languages, USA, 2003.

- [17] Yu Y., Kienzle J. "Towards an Efficient Aspect Precedence Model", Proceeding of the DAW, pp 156-167, England, 2004.
- [18] Monga M., Beltagui F., Blair L. "Investigating Feature Interactions by Exploiting Aspect Oriented Programming", Technical Report N comp-002-2003, Lancaster University, Inglaterra, 2003. <http://www.com.lancs.ac.uk/computing/aop/Publications.php>
- [19] Tanter E., Noye J. "A Versatile Kernel for Multi-Language AOP", Proceeding of ACM SIGPLAN/SIGSOFT – Conference on GPCE. LNCS, Springer-Verlag, Estonia, 2005.
- [20] Durr P., Staijen T., Bergmans L., Aksit M. "Reasoning about semantic conflicts between aspects". In K. Gybels, M. D'Hondt, I. Nagy, and R. Douence, editors, 2nd European Interactive Workshop on Aspects in Software, 2005.
- [21] Kessler B., Tanter E. "Analyzing Interactions of Structural Aspects". Workshop AID in 20th. ECOOP. France, 2006.
- [22] Nagy I., Bergmans L., Aksit M. "Composing Aspects at Shared Join Point". Workshop AID in 20th. ECOOP. France, 2006.
- [23] Sampaio A., Loughran N., Rashid A., Rayson P. "Mining Aspects in Requirements", Workshop on Early Aspects, AOSD 2005.
- [24] Homepage Early Aspects: Aspect-Oriented Requirements Engineering and Architecture Design <http://www.early-aspects.net/>
- [25] Vanoli V., Marcos C. "Administración Temprana de Conflictos entre Aspectos". III WISBD. XII CACIC. Universidad Nacional de San Luis. Potrero de los Funes, San Luis. Octubre 2006. ISBN 950-609-050-5.
- [26] Araújo J., Moreira A., Brito I., Rashid A. "Aspect-Oriented Requirements with UML". Workshop: Aspect-oriented Modelling with UML. Dresden, Germany. October 2002.
- [27] Brito I. "Aspect-Oriented Requirements Engineering". UML. Lisbon, Portugal. October 2004.
- [28] Kassab M., Constantinides C., Ormandjieva O. "Specifying and Separating Concerns from Requirements to Design: A Case Study". International Multi-Conference on Automation, Control, and Information Technology, Anaheim, California, USA: ACTA Press. pp. 18-27. 2005
- [29] Katz S., Rashid A. "From Aspectual Requirements to Proof Obligations for Aspect-Oriented Systems". International Conference on RE, Japon, IEEE Computer Society Press. Pp 48-57, 2004.
- [30] Tessier F., Badri M., Badri L. "A Model-Based Detection of Conflicts Between Crosscutting Concern: Towards a Formal Approach". International WAOSD. China, 2004.
- [31] Haak B., Díaz M., Marcos C., Pryor J. "Aspects Extractor: Identificación de Aspectos en la Ingeniería de Requerimientos". IDEAS'06 9º Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software. La Plata, Argentina, 2006.

## Desarrollo de la Interfaz de Software del Sistema KEYES

### Autores

Diego Barrera diegobarrera@hotmail.com

Calixto Maldonado calixto@bbs.frc.utn.edu.ar

Adrian Navarro adrnavarro@bbs.frc.utn.edu.ar

Telefono y Fax: 0351-4686385

Dirección: Laboratorio de Investigación de Software  
Departamento de Ingeniería de Sistemas de Información

UTN Fac. Reg. Cba

Mestro Lopez s/n Ciudad Universitaria

Cordoba – Cordoba- Argentina

**Resumen.** Estudio sobre la interfaz gráfica y software de un sistema de interacción hombre-computador, llamado KEYES, que permite a un usuario con la única posibilidad de comunicación a través del movimiento del ojo y el parpadeo, mover el cursor del mouse y hacer click sobre un sector de la pantalla. Se realiza un análisis basado en el uso del software por parte del autor y se enuncian las observaciones, causas y soluciones de las mismas. El objetivo del trabajo es mostrar la investigación y diseño obtenido buscando aumentar la usabilidad del sistema KEYES, aplicando los criterios aceptados de esa disciplina.

**Palabras Claves:** dispositivo, cuadriplegia; movimiento ocular; interfaz; utilizabilidad.

### 1-Presentación

El presente documento tiene como objetivo presentar los resultados del desarrollo de una interfaz de software para el sistema KEYES, que tiene el fin de mejorar la utilizabilidad del sistema. Con el apoyo de los inventores del producto, Diego Barrera y Ariel Amato. KEYES es una interfaz compleja, compuesta por un par de anteojos, con una cámara web especial conectada a la PC con vía USB y el software de reconocimiento de imágenes. El proyecto KEYES comenzó a mediados del año 2001 como idea para la Tesis de Grado de los estudiantes (hoy ingenieros) Ariel Amato y Diego Hugo Barrera. El sistema está pensado para reconocer imágenes en tiempo real del movimiento ocular y, a través del reconocimiento inteligente de estas imágenes, poder controlar dispositivos electrónicos. En la actualidad la familia de productos KEYES se ha ampliado permitiendo el control total de una computadora simulando el mouse, teclado, joystick, etc. e incluso ampliando el control a periféricos desarrollados especialmente para el control de equipos domésticos (televisor, equipo de audio, aire acondicionado, etc.) que utilicen algún tipo de control remoto. Hoy es un producto en proceso de patentamiento y en constante innovación, para que la diferencia de capacidades de las personas, no sean más un obstáculo para la comunicación e interacción con la sociedad. El software de interfaz, motivo de este trabajo, está siendo desarrollado por Calixto Maldonado y Adrian Navarro, profesor y alumno del Departamento de Sistemas de Ingeniería de Información de la Facultad Regional Córdoba de la UTN. Las tareas se desarrollan en el Laboratorio de Investigación de Software y forma parte del cursado del Doctorado del Programa de “Ingeniería de Software basado en Componentes Reusables, Aplicaciones de Interfaz Hombre Computador” de la Universidad de Vigo.

### 2- La interfaz de Software de Keyes

La interfaz de software del sistema KEYES, presenta una única pantalla con un tablero, sobre la que el usuario sólo necesita mirarla, debiendo seleccionar y aceptar uno a uno, el símbolo ubicado

en uno de 30 casilleros distinguibles. El componente de hardware realiza el seguimiento del ojo del usuario, detectando su movimiento y mueve el puntero del mouse sobre el casillero mirado. El usuario señala al dispositivo con un parpadeo voluntario, que éste lo distingue por su duración del parpadeo reflejo, que ha seleccionado un casillero con el símbolo. Así, uno a uno, integra los símbolos en un mensaje y formar frases que se van mostrando en el visor, luego puede elegir el casillero para que el sistema, a través de bibliotecas estándares de Windows, traduzca el visor en un mensaje vocal o en un comando de control a algún dispositivo conectado a la PC.

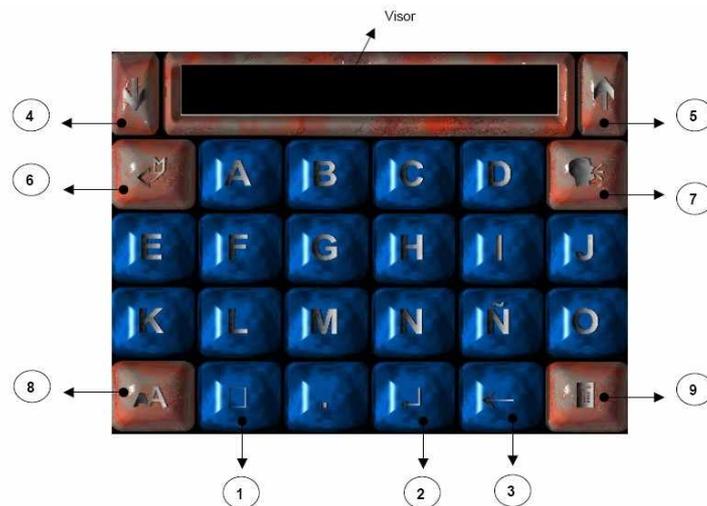


Fig. 1 La interfaz del Sistema KEYES

Llamaremos a esta interfaz el Teclado de KEYES, ya que fue diseñado basándose en el concepto de este periférico de entrada tradicional, por lo que tiene teclas y cuando el usuario hace clic sobre cada unidad, esta se hunde con un efecto tridimensional y aparece el símbolo correspondiente en el visor.

Los casilleros que lo componen representan los siguiente comandos o símbolos

1. Espacio en blanco
2. Fin de línea
3. Backspace
4. Sube el cursor del texto a la anterior línea del visor
5. Baja el cursor del texto a la siguiente línea del visor
6. Cambio de teclas de la segunda pagina de teclas a la primera
7. Ejecuta la vocalización de lo escrito
8. Cambia minúsculas y mayúsculas
9. Cambio de teclado de alfabético a numérico y viceversa
10. Visor con dos líneas visibles simultáneamente

El sistema de detección de movimiento de la interfaz de hardware, tiene posibilidad de registrar 30 sectores separados en un arreglo de 6 sectores verticales o columnas y 5 horizontales o filas. El dispositivo de detección de movimiento tiene posibilidad de indicar al drive controlador que traduce esa nueva posición en un movimiento del mouse sobre estos sectores y cuando, con el pestañeo del ojo, el operador indica al driver que acepta o toma la posición, traduciendo el pestañeo como un clic del mouse.

### 3-Análisis de la interfaz actual

El modelo conceptual de teclado tiene algunas características que se detectaron y que motivaron buscar un diseño que facilite aun mas su uso a la persona que lo usa, cuadriplegicos o inmovilizado en sus miembros superiores y con la cabeza y miradas firmes. El armado de las palabras con el uso exclusivo del ojo y el pestañeo como acción de control requiere esfuerzo que queremos disminuir. También planteamos como objetivo del diseño que la asignación de símbolos a los botones sea configurable para una adaptación a distintos lenguajes.

Otro objetivo de diseño incorporar algoritmos predictivos, similares a los teléfonos celulares, para que podamos ofrecer los símbolos que con mayor probabilidad necesite el usuario para su mensaje. Esto requiere manejo de diccionarios del idioma y una serie de procesos que disminuyan el esfuerzo en lograr el mensaje deseado.

### 4-Premisas de Diseño

La primer premisa de diseño fue usar varias pantallas, de menú que ayuden a llegar a la pantalla que permita trabajar al usuario y cuando haga falta escribir que aparezca el tablero diseñado al efecto, con un comportamiento dinámico, y que ofrezca predictivamente las palabras que quiera digitar para ser elegida de acuerdo a diccionarios de la lengua, de las palabras habitualmente utilizada por el usuario, es decir una memoria de términos usados y también una tercera opción que es una palabra existente presentada aleatoria. Estas tres alternativas de sugerencias deberán ser configuradas para que se puedan anular.

Otra premisa de diseño es que se conservara una memoria de mensajes previamente realizados, como plantillas de mensajes para que se puedan reescribir con poco esfuerzo algo ya logrado, teniendo en cuenta definiciones de utilizabilidad

### 5-Diseño Propuesto

Durante la segunda mitad del año 2006 se inicio la construcción en lenguaje Java de los programas que constituyera la nueva interfaz de software para Keyes. En el diseño se definió una jerarquía de menús con una configuración de colores con alto contraste que permita visualizar claramente la posición del puntero y las letras contenidas en ellos. La jerarquía de menú, contempla tres niveles, el primero es mostrado en la figura 2, en herramientas el usuario podrá elegir entre las opciones Calculadora, Procesador de texto y juegos. En estas y en las demás opciones, cuando necesite escribir texto el programa llamará al tablero de la figura 3, para crear el texto.



fig.2 Menu principal

El tablero tiene comandos como en los ángulos derecho, superior e inferior para guardar el mensaje construido y salir respectivamente.

	A	B	C	D	E	F
1	Elegir		AN	ANA		 Guardar mensaje
2	A				Mensaje armado	
3	C		AS	ASIENTO		
4	+					
5			AX	AXIOMA		 Salir

fig. 3 Tablero para escribir los mensajes

### Descripción del uso

El usuario inicia haciendo clic luego de posicionar el cursor en Elegir, en el sector del ángulo superior izquierdo, luego moverá el cursor al casillero con A si desea elegir una vocal, si desea elegir la A que es la que está, moverá el cursor hasta el tilde y con un guiño indica que ha sido elegida esa vocal, si deseara la E, guiñara sobre la flecha hacia abajo, si necesitara la U, guiñara en la flecha hacia arriba. A medida que vaya eligiendo letras en las listas de la figura iran apareciendo tres tipos de palabras, en amarillo una palabra al azar que empiece con la selección hasta este momento, en celeste una palabra escrita anteriormente por este usuario y en el sector verde una palabra en orden alfabéticamente del diccionario de idioma previamente configurado

### 6-Conclusión:

El desarrollo del presente trabajo produjo hasta el momento un programa que contiene menus y una calculadora, se prevé finalizar la construcción del tablero con los mecanismos para la selección predictiva de palabras, de acuerdo con el diseño enunciado en el punto 4. Una vez construido deberá pasar pruebas para demostrar la mejora buscada en cantidad de digitaciones para construir mensajes comparada con la anterior interfaz. Para estas pruebas se tomara como método la heurística definida para establecer el grado de utilizabilidad de un programa.

### 7-Referencias:

Apple Computers

Apple Human Interface Guidelines 1999-2001-2003 - 2005

Departamento de Salud y Servicios Humanos de EEUU

<http://www.usability.gov/basics/index.html#definition->

Keyes Sitio oficial del producto

<http://www.keyes.com.ar>.

Krugg Steven

Dont make me think ISBN 0-7897-2310-7 Circle.Com New Riders 2000 USA

Nielsen Jakob

Designing Web Usability- The practice of simplicity ISBN 156205810X Peachpit Press  
1999 USA

Organización Internacional para la Estandarización (ISO) - ISO/IEC 9241”

[http://www.ainda.info/que\\_es\\_usabilidad.htm](http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.htm)

Patente de KEYES o Sistema de escritura y habla por medio del movimiento ocular.

Es patente pendiente P030103740 del año 2003. <http://www.inpi.gov.ar/pdf/p260505.pdf>.

Publicación preliminar.

Wikipedia Definición de Utilizabilidad

[http://en.wikipedia.org/wiki/Human-computer\\_interaction#Aspects\\_and\\_goals](http://en.wikipedia.org/wiki/Human-computer_interaction#Aspects_and_goals)

# Especificación de la Interfaz de Aplicaciones de Cliente del Modelo de Referencia de WorkFlow utilizando Web Services

Paola Martellotto<sup>1</sup> Marcela Daniele<sup>1</sup> Daniel Riesco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Río Cuarto  
Facultad de Ciencias Exactas, Fco-Qcas y Naturales - Dpto. de Computación  
Te/Fax: + 54 (0) 358 - 4676235  
{paola, marcela}@dc.exa.unrc.edu.ar  
<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Luis  
Departamento de Informática  
Tel: + 54 (0) 2652 – 424027 ext. 251 / Fax: + 54 (0) 2652 – 430059  
driesco@unsl.edu.ar

## Resumen

La globalización y los cambios de paradigmas empresariales, la evolución de las tecnologías de la información y la política liberal imperante hoy en el mundo, ubican a las organizaciones en el juego de la competitividad internacional. Las organizaciones se orientan a ser más horizontales hacia el enfoque de redes de procesos. Un conocimiento claro y ordenado de los procesos de negocios facilita su optimización y adaptación. Los sistemas de administración de Workflow definen, crean y administran la ejecución de procesos de negocio a través del uso de software que se ejecuta sobre uno o más motores Workflow. La WorkFlow Management Coalititon ha desarrollado un Modelo de Referencia de Workflow identificando las interfaces con las estructuras genéricas de las aplicaciones de Workflow.

Por otro lado, los Web Services son aplicaciones auto-contenidas, auto-descriptas que pueden ser publicadas, localizadas e invocadas a través de la Web, sin la necesidad de conocer la ubicación exacta del mismo.

En este trabajo se propone una especificación de la Interfaz de las Aplicaciones de Cliente, del Modelo de Referencia de Workflow, utilizando Web Services. Con esta especificación el WorkFlow no debe conocer la ubicación exacta de la aplicación que desea invocar para poder hacerlo, y las aplicaciones pueden cambiar su ubicación en la red sin que esto implique ningún cambio en su invocación.

## 1. Introducción

Los sistemas de Administración de Workflow se están desarrollando en las empresas como una nueva forma de organizar y administrar la información, ayudando a automatizar los procesos de trabajo. Tales sistemas pueden predefinir un procedimiento de trabajo con la información relevante, el rol de los participantes en cada paso de trabajo, y la aplicación de software requerida para procesar cada paso. Cada nuevo caso se asigna automáticamente a los participantes en una secuencia concreta, la información se entrega a la gente que la necesita y las aplicaciones se ejecutan cuando es necesario.

Para lograr cierto nivel de interoperabilidad entre los diversos productos de Workflow desarrollados en las empresas, es necesario definir un conjunto de interfaces y formatos para el intercambio de datos entre dichas componentes. La WorkFlow Management Coalititon (WFMC) [1] ha desarrollado un Modelo de Referencia de Workflow [3] identificando las interfaces con las estructuras genéricas de las aplicaciones de Workflow, para permitir a los productos comunicarse a distintos niveles. En particular, para permitir la interacción de los usuarios con el motor de WorkFlow utiliza una WorkList, que es manejada por un administrador. La Interfaz de las Aplicaciones de Cliente es la encargada de manejar la interacción entre el motor de Workflow y el administrador de la WorkList. La WFMC ha especificado un conjunto de APIs (Application Programming Interfaces) para la administración de WorkFlows [4], las cuales están soportadas por los productos WorkFlow y se denominan WorkFlow Application Programming Interfaces (WAPIs).

El *Modelo de Referencia de Workflow* [3] fue desarrollado desde estructuras genéricas de aplicaciones de Workflow, identificando las interfaces con estas estructuras, para permitir a los productos comunicarse a distintos niveles. Todos los sistemas de Workflow contienen componentes genéricos que interactúan de forma predefinida. Para poder tener cierto nivel de interoperabilidad entre los diversos productos de Workflow, es necesario definir un conjunto de interfaces y formatos

para el intercambio de datos entre dichos componentes. En el modelo adoptado hay una separación entre los procesos y el control de la lógica de las actividades. Esta lógica esta dentro del Workflow Enactment Service y permite la integración de las diversas herramientas con una aplicación particular.

Por otro lado, los Web Services son aplicaciones auto-contenidas, auto-descriptas que pueden ser publicadas, localizadas e invocadas a través de la Web, sin la necesidad de conocer la ubicación exacta del mismo [2]. Para la descripción de un Web Service se utiliza WSDL (Web Service Description Language), basado en XML. Además, es necesario describir los mensajes entre las aplicaciones y el web service, y la forma en que los mismos serán transportados a través de la web. SOAP (Simple Object Access Protocol), es el protocolo más conocido basado en mensajes, que es utilizado para describir la interacción de las aplicaciones con los web services. Por su parte, el protocolo de transporte más usado es HTTP (Hiper Text Transport Protocol). Y por último, es necesario registrar y localizar el web service, para lo cual se define un directorio de web services distribuido y basado en Web que permite que se listen, busquen y descubran. Por lo general este directorio es definido UDDI (Universal Description, Discovery and Integration). El uso de estos protocolos estándares permite lograr la interoperabilidad en ambientes heterogéneos, con independencia del Sistema Operativo, lenguaje de programación, etc.

Las implementaciones conocidas de la Interfaz de las Aplicaciones de Cliente [4], definen las funciones de las interfaces y su especificación, como llamadas a APIs en el lenguaje "C", y para la invocación de una aplicación se requiere conocer específicamente su ubicación. En este trabajo se propone una especificación de dicha Interfaz utilizando Web Services, con el objetivo de que el usuario del WorkFlow no necesite conocer la ubicación de la aplicación que desea invocar, y que cualquier aplicación pueda cambiar su ubicación en la red sin que esto implique ningún cambio en su invocación.

## 2. Estado del Arte

En [5] la WfMC presenta una propuesta de especificación de las Interfaces 2 y 4 basada en el uso de IDL y bindings con OLE como alternativas a las especificaciones existentes C y MIME. Los primeros trabajos de la WfMC (sobre WAPIs) se concentran en la definición de las funciones de las interfaces y su especificación como llamadas a APIs en el lenguaje "C". La especificación de la interoperabilidad se desarrolla subsecuentemente usando IDL para la especificación abstracta y bindings concretos basados en MIME, para usar via Internet. En esta propuesta el manejo de las consultas WAPI se reemplaza por el uso de una colección de objetos OLE y se define un filtro para reemplazar el filtro WAPI. Se define una especificación jFLOW usando la notación UML. En [6] se presenta la especificación JointFlow, adoptada por 19 compañías en respuesta a OMG's Workflow Management Facility RFP. Esta especificación se basa en el trabajo de la Workflow Management Coalition y define las interfaces que soportan la interacción en tiempo de ejecución entre los componentes de WorkFlow, permite la interoperabilidad de los componentes de negocio a través de los dominios de negocio y permite el monitoreo de los procesos. La especificación JointFlow focaliza en definir un conjunto de interfaces que permiten la interoperabilidad de los componentes de WorkFlow, soporta el monitoreo y la asignación de recursos. En [7] los autores presentan una especificación utilizando Grid Computing. En los WFMS tradicionales los procesos son diseñados por herramientas de definición de procesos y ejecutados por el motor WorkFlow, en el mismo WFMS. Las tareas son desarrolladas por los usuarios finales o las aplicaciones. Los procesos solamente pueden ser ejecutados por motores que son accedidos por usuarios específicos y aplicaciones específicas. Así, utilizar WFMS es restrictivo de las localizaciones. En esta propuesta las tareas son desarrolladas por los servicios Grid (los cuales se basan en un conjunto de interfaces estándar). Los servicios pueden ser accedidos por cualquier aplicación de acuerdo a estos estándares. En [8] se introduce un agente de composición de WorkFlow, que es capaz de componer WorkFlow de Web Services, usar descripciones semánticas de los Web Services y encontrar Web

Services para un Workflow. Se muestra cómo un servicio web se puede componer utilizando ontologías de Web Services semánticos, que se refiere a definir la semántica de un servicio web, es decir, su significado, más que sus parámetros de entrada y salida. En [9] se propone encapsular la funcionalidad de las organizaciones en interfaces apropiadas y publicarlas como Web Services. Se espera que los Web Services puedan integrarse como parte de los Procesos Web. Pero esta integración es dificultosa dada la alta heterogeneidad, autonomía y distribución de la web. Una solución es el uso de ontologías. También es esencial para los Web Services soportar todas las fases del ciclo de vida de un proceso web. Se describe cómo el aplicar semántica a cada paso del ciclo de vida de un Proceso Web Semántico puede ayudar al reuso, la integración y escalabilidad. En [10] se presenta un lenguaje de WORKFLOW que usa los Web Services como componentes, una arquitectura para un ambiente en tiempo de ejecución para este lenguaje, y aprovecha las ventajas de la utilización de esta clase de tecnología. El lenguaje propuesto AELCWS no soporta la interacción directa con las personas durante la ejecución de un proceso, de modo que la Interfaz de Aplicaciones de Cliente no está implementada. La Interfaz de Invocación de las Aplicaciones sí es soportada por este lenguaje, a través de la invocación de los servicios que conforman la definición del proceso.

### 3. Utilización de Web Services para especificar la Interfaz de las Aplicaciones de Clientes

Como ya se mencionó, la Interfaz de las Aplicaciones de Clientes permite la interacción entre las aplicaciones clientes y el motor de Workflow. Para sostener dicha interacción se utiliza una Worklist, que almacena la información de las aplicaciones que se deben invocar y posee un manejador de la misma. La Worklist puede contener ítems relacionados con diferentes instancias de un proceso o ítems de diferentes procesos. El manejador puede interactuar con diferentes motores.

En [4] se pueden consultar las APIs asociadas a esta interfaz, la cuales proveen un nivel básico de funcionalidad para soportar la invocación de aplicaciones. Las funciones de la WorkList proveen información a los participantes del Workflow sobre los trabajos que ellos tienen asignados. Como lo describe el Modelo de Referencia de la WfMC, un proceso consiste de un conjunto de actividades conectadas que permiten controlar el secuenciamiento de la invocación a aplicaciones. Los participantes pueden tener asignadas una o más piezas de trabajo al mismo tiempo, denominadas “work item”. La “WorkList” es la colección de todos los “work item” asignados.

En particular, la función *WMOpenWorkList* especifica y ejecuta una consulta para producir la WorkList que cumple con el criterio de filtro de la consulta. El comando provee la capacidad de retornar la lista de “work items” asignados a una participante de un Workflow particular o a un grupo. El solicitante puede consultar qué trabajos le han sido asignados o esperar que la WorkList se los comunique. La especificación WAPI de esta función se puede consultar en [4].

Como se introdujo anteriormente, WSDL [2] es el lenguaje utilizado para describir un Web Service. WSDL describe un Web Service como un conjunto de puntos finales de comunicación (métodos) capaces de intercambiar mensajes. Es un archivo XML que describe el conjunto de métodos expuestos por un Web Service. Todo documento WSDL está compuesto por un elemento raíz llamado definitions, que a su vez está compuesto por los siguientes elementos:

- **types**: define el tipo de esquema a ser utilizado, usualmente XML.
- **message**: aquí se definen los mensajes de entrada y salida en forma abstracta entre el servidor y el cliente.
- **portType**: define los tipos de mensajes a intercambiar entre el cliente y el servidor.
- **binding**: establece el protocolo concreto para las operaciones y mensajes definidos en un portType particular.
- **service**: informa el punto de acceso a los servicios para cada uno de los protocolos a través de un elemento address.

WSDL se basa en el lenguaje *XML* (Extensible Markup Language) [2]. Este es el lenguaje utilizado para definir el formato de documentos o mensajes. XML comprende el uso de etiquetas denominadas *tags* que identifican los contenidos de un documento, y al hacerlo, los describen. Una etiqueta XML identifica información dentro de un documento, como así también la estructura de dicha información. Los documentos XML poseen una estructura bien-formada y generalmente están asociados con un esquema (scheme) que especifica qué etiquetas están permitidas dentro de un documento, la estructura de esas etiquetas, y otras reglas relacionadas, tales como el tipo de dato que se espera dentro de una etiqueta.

Por otro lado, *SOAP* [2] es utilizado en los Web Services para el transporte de los mensajes. Los mensajes SOAP están compuestos por un tag principal llamado *Envelope*, que está dividido en una cabecera o *Header* y un cuerpo o *Body*. Dentro del elemento *Body* estarán los elementos correspondientes al *Web Method* y además puede haber o no un elemento en común llamado *fault*, que indica que ha ocurrido un error y la razón de este. Por lo tanto, la definición de un Web Service implica, entonces, construir un documento WSDL que contenga los elementos mencionados anteriormente.

### 3.1. Definición de la función WMOpenWorkList con Web Service

Para el ejemplo de la función WMOpenWorkList, uno de los elementos a definir son los tipos de mensajes que usará el servicio. Los tipos que son más complejos, se declaran con esquema XML. Para la función WMOpenWorkList, se define un tipo para especificar el criterio de filtro de la consulta para un requerimiento específico.

```
<types>
  <xs:schema
    ...
    <xs:element name="pworklist_filter" type="WMTFilter"/>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="sqlString" type="xs: String"/>
      <xs:element name="attributeName" type="xs: String"/>
      <xs:element name="comparison" type="xs: int"/>
      <xs:element name="attributeValue" type="xs: boolean"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:schema>
</types>
```

WSDL permite separar la descripción de la funcionalidad abstracta de un servicio Web de los detalles concretos de cómo y dónde la funcionalidad es ofrecida. Una interfaz WSDL define la interfaz abstracta de un servicio Web como un conjunto de operaciones abstractas.

```
<interface name = "WMOpenWorkListInterface" >
  <fault name = "WMOpenWorkListFault_InvalidFilter"
    element = "wfms: WMInvalidFilter"/>

  <operation name="opWMOpenWorkList"
    pattern=http://www.w3.org/2004/03/wSDL/in-out>
    <input messageLabel="In" element="wfms: psession_handle" />
    <input messageLabel="In" element="wfms: pworklist_filter" />
    <input messageLabel="In" element="wfms: count_flag" />
    <output messageLabel="Out" element="wfms: pquery_handle" />
    <output messageLabel="Out" element="wfms: pcount" />
    <outfault ref="tns: WMOpenWorkListFault_InvalidSessionHandle" messageLabel="Out"/>
    <outfault ref="tns: WMOpenWorkListFault_InvalidFilter" messageLabel="Out"/>
  </operation>
</interface>
```

Otro elemento a especificar es el binding, que permite detallar cómo los mensajes pueden ser

intercambiados. Especifica detalles del formato concreto de mensajes y del protocolo de transmisión para una interfase, y provee tales detalles para cualquier operación y falla en la interfaz.

```
<binding name="WMOpenWorkListSOAPBinding"
  interface="tns: WMOpenWorkListInterface"
  .../>

<operation ref="tns: opWMOpenWorkList"
  wsoap:mep=.../>

<fault ref="tns: WMOpenWorkListFault_InvalidFilter"
  wsoap:code="soap:Sender"/>
</binding>
```

Finalmente, resta definir el servicio WMOpenWorkList. Esta definición implica especificar dónde el servicio puede ser accedido, mediante el uso del elemento service. Un servicio WSDL especifica una interfaz simple que soportará el servicio, y una lista de ubicación de puntos extremos (endpoints) donde ese servicio puede ser accedido.

```
<service name="WMOpenWorkListService"
  interface="tns: WMOpenWorkListInterface">
  <endpoint name="WMOpenWorkListEndpoint"
    Binding = "tns: WMOpenWorkListSOAPBinding"
    address = .../>
</service>
</description>
```

#### 4. Conclusiones

Un proceso de negocio es un conjunto de tareas relacionadas lógicamente que se ejecuta con la intención de obtener un resultado de negocio particular, el cual incluye recursos humanos y recursos materiales. El modelado de procesos de negocio a través de los sistemas de administración de Workflow permite definir, crear y administrar la ejecución de procesos de negocio a través del uso de software que se ejecuta sobre uno o más motores Workflow. El Modelo de Referencia de WorkFlow de la WfMC identifica las interfaces con las estructuras genéricas de las aplicaciones de Workflow y define APIs para implementar dichas interfaces. En este trabajo se propone aprovechar los beneficios de los Web Services, utilizándolos para especificar las funciones de la Interfaz de las Aplicaciones de Cliente, facilitando la comunicación del WorkFlow con las aplicaciones. El WorkFlow se comporta internamente de forma distribuida, es decir, no necesita conocer dónde están las aplicaciones para poder invocarlas. Simplemente, requiere servicios y hay aplicaciones que le proveen dichos servicios. La implementación de las interfaces del WorkFlow se vuelve independiente del lenguaje de programación, y de la plataforma subyacente.

#### 5. Referencias Bibliográficas

- [1] Workflow Management Coalition. <http://www.w3.org/>
- [2] World Wide Web Consortium. <http://www.w3.org/>
- [3] Workflow Management Coalition, The WorkFlow Reference Model. WfMC-TC00-1003. 1995.
- [4] Workflow Management Coalition, Programming Interface 2&3 Specification. WfMC-TC-1009. V2.0. 1998.
- [5] Workflow Management Coalition, A Common Object Model Discussion Paper. WfMC-TC10-22. 1998.
- [6] Schmidt M.T., Building Workflow Business Objects. IBM Soft. Group OOPSLA'98 Business Object Workshop IV.
- [7] Yang M., Liang H., Xu B., S-WFMS: A service-based WFMS in Grid Environment. Proceedings of the 19th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'05). IEEE. 2005.
- [8] Laukkanen M., Helin H.: Composing Workflows of Semantic Web Services. Workshop on Web Services and Agent-based Engineering. AAMAS'2003. Melbourne, Australia. 14/15 de Julio de 2003.
- [9] Cardozo J., Shelt A., Introduction to Semantic Web Services and Web Process Composition. Publication of LSDIS. Large Scale Distributed Information Systems. University of Georgia. Computer Science Department.
- [10] Hiane da S. Maciel L. A., Toshiro Yano E.: Uma Linguagem de WF Para Composicao de Web Services. XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software. Uberlandia, MG, Brasil. 2005.

# Estrategia cognitiva aplicada a la descomposición de objetivos

Nadina Martínez Carod  
namartin@uncoma.edu.ar

Departamento de Ciencias de la Computación - Universidad Nacional del Comahue  
Buenos Aires 1400, Neuquén, Argentina. Fax:(+54) 0299-4490313

## Resumen

*El análisis orientado a objetivos, complementa y fortalece las técnicas tradicionales de análisis de requerimientos. Dentro de los métodos de análisis orientado a objetivos nos concentramos en el grafo de objetivos resultante de la aplicación de este poderoso recurso de la ingeniería de software. Nuestro proyecto pretende utilizar las características de la ingeniería cognitiva con el objeto de mejorar las técnicas de descomposición de objetivos existentes, poniendo énfasis en la manera en que las personas se comunican. Toma como punto de partida el resultado de la aplicación de un subconjunto de métodos orientados a objetivos.*

## 1. Introducción

En la ingeniería de requerimientos (RE), para adquirir conocimiento del dominio de un problema se aplican diferentes técnicas. La elección de la técnica depende del tiempo y recursos disponibles por el analista y por supuesto, de la clase de información que necesita ser capturada. En [Nus00] se han clasificado las técnicas de elicitación en Tradicionales, Grupales, Prototipos, Orientadas por Modelos, y Cognitivas. La necesidad de explorar y evaluar alternativas con respecto a los objetivos del negocio, ha estimulado el análisis orientado a objetivos como elemento de gran repercusión dentro de las técnicas orientadas por modelos.

Los objetivos son las metas a ser cumplidas por el sistema y su entorno y se clasifican en objetivos de sistemas y objetivos de la organización, y deben recorrer un proceso de elicitación, modelización y validación [Lou95]. La elicitación de objetivos concentra al analista en el dominio del problema considerando lo que se quiere resolver, y dejando en segundo plano la manera de hacerlo. La justificación de la utilización de objetivos es que tanto los objetivos de la empresa como los objetivos del sistema son más estables que los requerimientos, los cuales son a menudo difíciles de entender.

Otro factor importante en la utilización de objetivos es que son importantes a nivel contractual, debido a que la definición en términos de objetivos en vez de requerimientos específicos es más entendible y facilita la comunicación por poseer un lenguaje familiar y confortable en la generalidad de las personas.

Un objetivo se descompone en una jerarquía AND/OR de objetivos menos abstractos. Los niveles de jerarquía más bajos representan el modo en el cual un objetivo más abstracto puede ser obtenido. Se dice que un objetivo se satisface cuando hay suficiente evidencia positiva y poca evidencia negativa contra él, y no se satisface cuando hay suficiente evidencia negativa y poca evidencia positiva. Se utiliza un grafo dirigido donde los arcos se etiquetan con + y con - según la influencia positiva o negativa de un nodo hacia otro.

La informática cognitiva (CI), [Chi03], [Shi03], es un área de investigación compuesta por la interacción de varias disciplinas como filosofía, psicología y ciencias de la computación. La CI estudia la computación mediante metodologías cognitivas por un lado y estudia las ciencias cognitivas mediante procesos informáticos por el otro. La CI tiene dos ramas: la primera es la de la inteligencia artificial, y la segunda rama, por la cual optamos, sigue los lineamientos de la ingeniería de software [Rot94]. Bajo este prisma, los aspectos cognitivos están presentes en la mayoría de las actividades de la RE, ya que estos están influenciados por relaciones humanas.

Las personas sienten, piensan y obran de acuerdo a sus características, preferencias y habilidades personales. El estilo cognitivo, en la teoría de Jung, es un parámetro para la clasificación de las preferencias de las personas de acuerdo a la manera en que procesan, incorporan y analizan la información. Al igual que los estilos cognitivos, los modelos de estilos de aprendizaje (Learning Styles Models) [Fel96] clasifican a las personas por la forma en que aprenden, ya sea obteniendo nuevos conocimientos o adquiriendo habilidades. En [Mar03] se muestra la analogía presente entre estudiantes y los roles en un sistema a analizar, ya que todos los roles “enseñan” y “aprenden” eventualmente en algún momento, todas las actividades que conforman el proyecto. De los LSM, estudiamos en particular el modelo de Felder –Silverman [Fel02] por ser un modelo que comprende los lineamientos de los demás. En el modelo de F-S, las personas pueden caer dentro de una categoría u otra dependiendo de las circunstancias. Las preferencias pueden ser fuertes, moderadas o leves. Sólo cuando una persona tiene una preferencia fuerte, puede ser categorizada dentro de un cierto grupo. Normalmente se utilizan las categorías perceptivo/intuitivo, visual/verbal, activo/reflexivo, secuencial/global de las cinco existentes en el modelo. Para categorizar a una persona se utiliza un instrumento denominado Index Learning Styles (ILS). El ILS es un test compuesto por 44 preguntas, el cual considera las cuatro categorías del modelo de estilo de aprendizaje de F-S. La versión online del ILS se encuentra en la Web en la dirección detallada en [Sol].

Nuestra línea de investigación está orientada hacia la utilización de aspectos cognitivos en distintos procesos de la Ingeniería de Software [Ant97] [Mar05]. En particular nos interesamos en la comunicación y la negociación entre los participantes de un proyecto de software. Para ello, proponemos una estrategia para complementar el proceso de obtención de requerimientos de acuerdo a los aspectos cognitivos, teniendo como objetivo definir, para un cierto grupo de personas, técnicas de obtención de requerimientos afines con sus características particulares.

## **2. Estrategia propuesta**

Esta estrategia toma como entrada principal un grafo de objetivos resultado de la aplicación de algún método de análisis de requerimientos orientado por objetivos [Ant97] [Kai02] [Lou95] [Myl05]. La salida del método es el grafo de objetivos mejorado utilizando percepciones de los participantes. Esta metodología hace uso de conocimientos estadísticos adquiridos previamente sobre técnicas de elicitación preferidas y no preferidas de acuerdo a la manera en que las personas perciben el mundo. El nivel de preferencia de cada persona hacia una técnica en particular será la base de la conformación de los pesos cognitivos que se aplican en la descomposición de un grafo de objetivos. La metodología está orientada a definir un proceso de obtención de requerimientos orientado a objetivos que pondere y seleccione preferencias de los participantes en forma semiautomática.

Podríamos dividir el esquema esquematizado en la figura 1 en dos secciones, la primera sección  $\alpha_1$  corresponde a lo que denominamos gestión de preferencias, y comprende el proceso de clasificación de los participantes. Esta sección abarca las etapas 1 y 2. En cambio la sección  $\alpha_2$

corresponde el proceso de variación del grafo de objetivos hasta la obtención del grafo mejorado y comprende las últimas tres etapas. Aplicamos los conceptos de lógica difusa a la primera sección para determinar la preferencia de los participantes con respecto a las técnicas de elicitación. En la segunda sección se podrían aplicar los conceptos de algoritmos genéticos, ya que se van modificando las variables propias del grafo para producir mejores resultados, lo que se realiza hasta llegar a un umbral de aceptación predeterminado.

El proceso completo consta de cinco etapas, cada una de las cuales está compuesta por una o varias actividades.

El objetivo de la primera etapa es obtener una clasificación estadística del nivel de preferencia de las técnicas de elicitación con respecto a las subcategorías del modelo de aprendizaje elegido. Para esto se seleccionó un subconjunto de técnicas de elicitación, teniendo en cuenta aquellas técnicas más utilizadas y referenciadas en la literatura. Si bien utilizaremos las técnicas más usadas por expertos [Hic03], este conjunto de técnicas puede ser extendido en el momento que se desee. Las técnicas mencionadas son: Etnografía, Sesiones colaborativas, Cuestionarios, Prototipación, Documentación Escrita, Modelos, en especial Casos de Uso, Entrevistas, y Lluvia de ideas. El nivel de preferencias de los participantes se clasifica en base a un cuestionario el cual fue diseñado para ser respondido por personas que hayan formado parte de algún equipo de trabajo en análisis de proyectos (en lo posible con una mínima experiencia de 2 años). Los valores de preferencia para cada una de las técnicas se determinan mediante algoritmos difusos.

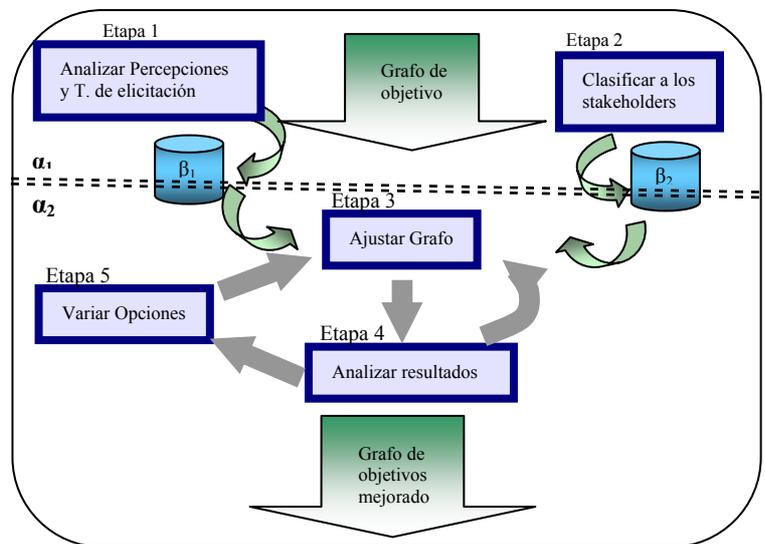


Figura 1

El objetivo de la segunda etapa es obtener una clasificación, de acuerdo al modelo de estilo de aprendizaje [Fel02], de las características de los participantes del proyecto. Se consideró para esto el modelo de Felder – Silverman [Fel96] por ser lo suficientemente representativo. Al aplicar el modelo de F-S a una persona, ésta poseerá grados diferentes respecto a las variables *Activo-Reflexivo*, *Perceptivo-Intuitivo*, *Visual-Verbal* y *Secuencial-Global* con un nivel que puede ser *Fuerte*, *Moderado* o *Leve*. Una persona posee influencia de las cuatro variables mencionadas al mismo tiempo, sin embargo no puede poseer preferencias opuestas. Por ejemplo una persona puede ser al mismo tiempo fuertemente activo, moderadamente intuitivo, levemente visual y fuertemente secuencial, pero si es fuertemente activa, no puede ser reflexiva.

La entrada principal del proceso es el grafo de objetivos resultante de alguna técnica de elicitación orientada a objetivos. Un ejemplo de grafo de descomposición de objetivos tipo AND-OR se puede observar en la figura 2, donde se aprecia los dos tipos de descomposición AND y OR (Ej. el objetivo

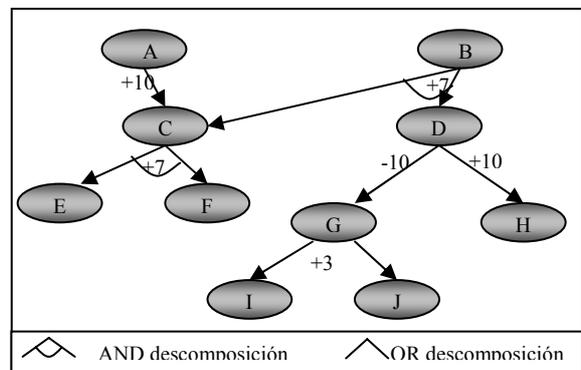


Figura 2

*C* está descompuesto en los objetivos *E* y *F*, y el objetivo *D* está descompuesto en los objetivos *G* o *H*). Otro ítem a observar los objetivos iniciales, los cuales están graficados como los objetivos *A* y *B* de nuestra figura, mientras que los objetivos finales, los que conformarán el conjunto de requerimientos, son los objetivos *E, F, I, J, H* de la figura.

La tercera etapa es la que combina el conocimiento adquirido por las otras etapas. Ajusta del grafo de objetivos entrante, adosando las técnicas de elicitación utilizadas o a utilizar en cada objetivo, así como los pesos asignados por los participantes en cada uno de los objetivos componentes del grafo.

En la cuarta etapa se analizan los resultados junto con el nivel de disidencia y se define si termina el proceso o pasa a la quinta etapa.

La etapa quinta es la que varía las opciones posibles, esto es estipula cambios en las técnicas de elicitación utilizadas o a utilizar en cada uno de los objetivos, luego vuelve a iterar el procedimiento. Esta etapa es la responsable de verificar la compatibilidad de las preferencias de los participantes con respecto a las técnicas de elicitación. La salida de este proceso es un grafo de objetivos optimizado de acuerdo a las características y preferencias de los participantes.

Las últimas 3 etapas se realizan en forma iterativa donde la cantidad de iteraciones estará determinada por una cota predefinida del nivel de satisfacción. La estrategia presentada tiene como fin complementar el análisis orientado a objetivos en pos de mejorar la comunicación entre personas que intervienen, definiendo pesos a las valuaciones determinadas por cada uno de los participantes.

### 3. Conclusiones y trabajo futuro

Si bien en la literatura existen varios enfoques de resolución de conflictos y priorización de requerimientos [Boe01], [Gru00], [Kar97], [Ruh02], [Osh03], [Kai00] pocos consideran la informática cognitiva. En nuestro proyecto analizamos de qué manera la ciencia cognitiva puede ser aplicada para incrementar la calidad de los procesos de la ingeniería de software, debido a que tiene cada vez más repercusión en los procesos de RE. El análisis lo aplicamos en la definición de las bases de un método que defina pesos cognitivos de los participantes en un proyecto de desarrollo de software. Lo cual se realiza complementando los métodos orientados a objetivos existentes.

Nuestro trabajo futuro es la construcción de un protocolo común con el objetivo de permitir a los ingenieros de sistemas la utilización de la propuesta sin importar qué método orientado a objetivos se ha utilizado. La idea es soportar la propuesta con una herramienta semiautomática.

### 4. Referencias

- [Ant97] Antón Annie I, “*Goal Identification and Refinement in the Specification of Software Based Information Systems*”, Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology, 1997.
- [Boe01] Boehm B.W., Grünbacher P., Briggs B., “*Developing Groupware for Requirements Negotiation: Lessons Learned*”. IEEE Software, May/June 2001, pp. 46-55
- [Chi03] Chiew, V. and Wang, Y., “*From Cognitive Psychology to Cognitive Informatics*”. Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics, ICCI’03, London, UK, pp. 114-120.
- [Gru00] Grünbacher P., “*Collaborative Requirements Negotiation with EasyWinWin*” 2nd International Workshop on the Requirements Engineering Process, Greenwich, London IEEE Computer Society, 2000. ISBN 0-7695-0680-1. pp. 954-690.
- [Sol] Soloman B. Felder R., “*Index of Learning Styles Questionnaire*” <available at: <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>>
- [Fel96] Felder, R., “*Matters of Styles*”. ASEE Prism, vol. 6, no. 4, (1996), pp 18-23.

- [Fel02] Felder, R., Silverman, L., “*Learning and Teaching Styles in Engineering Education*”. Engineering Education, vol. 78, no. 7, (1988, preface 2002), pp 674-681
- [Kai00] H. Kaiya, D. Shinbara, J. Lawamp, M. Saeki., “*Improving the detection of requirements discordants among stakeholders*”, 2000
- [Hic03] Hickey, A. and Davis, A., “*Elicitation Technique Selection: How Do Experts Do It*” in Proceedings of the 11<sup>th</sup> IEEE International Engineering Conference, 2003
- [Kai02] Kaiya H., Horai H., and Saeki M., “*AGORA: Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method*”, In Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering, 2002, pp. 13-22.
- [Kar97] Karlsson, J. and Ryan, K., “*A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements*”. IEEE Software, Vol. 14(5): p. 67-74, September/October 1997.
- [Lou95] Loucopoulos P. Karakostas V., “*System Requirements Engineering*”, McGraw-Hill International series in Software Engineering, ISBN 0-07-707843-8, 1995.
- [Mar03] Martín A., C. Martínez C., Martínez Carod N, Aranda G, and Cechich A.. “*Classifying Groupware Tools to Improve Communication in Geographically Distributed Elicitation*”. IX Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, CACIC 2003, La Plata, 6-10 Octubre 2003, (942-953).
- [Mar05] Martinez Carod, N. and Cechich, A. “*Classifying Software Requirement Prioritization Approaches*”. XI Congreso Argentino en Ciencias de la Computación, CACIC 2005, Entre Rios, 6-10 Octubre 2005.
- [Myl01] Mylopoulos J., Chung L., Liao S., Wang H., Yu E., “*Exploring Alternatives During Requirements Analysis*”, IEEE Software, 2001.
- [Nus00] Nuseibeh B., Easterbrook S., “*Requirements Engineering: A Roadmap*”, ICSE2000, Limerick, Irlanda
- [Osh03] Oshiro, K., Watahiki, K, Saeki, M., “*Goal-Oriented Idea Generation Method for Requirements Elicitation*”. In Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Requirements Engineering. 2003, p.363 – 364.
- [Rot94] Roth E., Patterson E., Mumaw R. “*Cognitive Engineering: Issues in User-Centered System Design*”. J.J. Marciniak (Ed.), Encyclopedia of Software Engineering, 2<sup>o</sup> Edition. New York: Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, 110-123, 1994.
- [Ruh02] Ruhe G., Eberlein A, and Pfahl D., “*Quantitative WinWin - A Quantitative Method for Decision Support in Requirements Negotiation*” Fraunhofer IESE, Germany, 2002, ISERN-02-05.
- [Shi03] Z., Shi, J. Shi., “*Perspectives On Cognitive Informatics*”. In Proceedings of the Second IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI’03), pages 129-137, 2003.

# HIPÓTESIS BAYESIANA EN MODELOS DE COMPLETITUD

Marcela Ridaio <sup>(1)</sup> Jorge H. Doorn <sup>(1) (2)</sup>

(1) INTIA, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

(2) Universidad Nacional de La Matanza, Argentina

e-mail: {mridao, jdoorn}@exa.unicen.edu.ar

## ABSTRACT

La Ingeniería de Requisitos (IR) provee métodos, técnicas y herramientas para ayudar a los ingenieros a elicitar y especificar requisitos, asegurando el máximo de calidad y completitud. Sin embargo, el problema de la completitud es una amenaza constante a la calidad de los requisitos. La completitud es una meta inalcanzable y estimar el grado de completitud logrado en cualquier momento del proyecto es muy difícil. Esta situación no es única en el proceso global de desarrollo de software. Ocurre algo muy similar, por ejemplo, en las pruebas o inspecciones de software. Y este problema se produce también en otras áreas del conocimiento. En este artículo se presenta un proyecto que pretende analizar datos de captura y recaptura en el proceso de Ingeniería de Requisitos utilizando un nuevo punto de vista. Se considerará como posible el acoplamiento entre los diferentes factores que inciden en la probabilidad de captura.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Ingeniería de Requisitos es sistematizar el proceso de definición de requisitos [1] [2] junto con la creación de un compromiso entre los clientes-usuarios y los desarrolladores, ya que ambos deben participar en dicho proceso [3]. La validación de los requisitos se ha convertido en una tarea compleja, principalmente debido al tipo de modelos usados para su representación, que requieren en muchos casos clientes-usuarios con habilidades especiales para entenderlos. El uso de representaciones basadas en lenguaje natural ayuda a la validación de los requisitos, que mejora notablemente cuando las representaciones son expresadas usando el vocabulario de los clientes-usuarios [4]. Una de las dificultades de las representaciones basadas en lenguaje natural es la ambigüedad [5] [6], un inconveniente que podría reducirse parcialmente con la elaboración de un glosario de la aplicación. Varias experiencias han mostrado que un glosario del vocabulario de los clientes-usuarios es, en si mismo, una fuente de información para elicitar información del Universo de Discurso (UdeD) [7] [8] [9] [10].

El uso de los modelos del Léxico Extendido del Lenguaje (LEL) y de los Escenarios para la elicitación de requisitos y su utilización a través de todo el proceso de desarrollo de software facilita la validación con el cliente/usuario [11]. El propósito de estos modelos consiste en primero elicitar conocimiento del UdeD, y luego el conjunto de los requisitos del sistema de software a ser desarrollado. Las palabras o frases más relevantes o peculiares del UdeD son incluidas en el LEL. Los escenarios son usados para entender el UdeD primero, y luego para entender el problema y su funcionalidad. Cada escenario describe una situación específica del UdeD enfocándose en su comportamiento.

Estos modelos son sometidos a la verificación de su consistencia interna y luego validados con la colaboración de los clientes-usuarios. Durante la verificación y validación, la completitud es un aspecto fundamental. Tanto las inspecciones de LEL y Escenarios [12] como la Validación consideran la completitud como uno de sus objetivos principales. Sin embargo, esto está lejos de ser suficiente en cuanto a completitud se refiere.

El problema de la completitud en la Ingeniería de Software en general y en la Ingeniería de Requisitos en particular, es similar a problemas que se producen en otras áreas del conocimiento. Otis [13] introdujo un método para estimar el tamaño de una población cerrada de animales basándose en los datos de captura y recaptura de especímenes. Este método ha sido utilizado exitosamente en el área de inspecciones de software por varios autores [14] [15] [16] [17] [18] [19].

En este trabajo, se propone mejorar las estimaciones ya realizadas [20][21] del tamaño máximo de los modelos de LEL y Escenarios, mediante la aplicación de un método cuantitativo basado en las técnicas de captura/recaptura ya aplicadas en la estimación del número total de defectos en inspecciones [14] [15] [22].

## **ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE POBLACIONES CERRADAS**

Los métodos de estimación de poblaciones cerradas de cualquier naturaleza, animales, errores en el software y en este caso términos de LEL o escenarios, se basan en la idea de capturar más de una vez especímenes de una población cuyo tamaño se desconoce. Inicialmente, este método fue aplicado a poblaciones de animales salvajes [13]. La estrategia involucra la captura y liberación de especímenes en varias sesiones de captura. Si los mismos especímenes son capturados una y otra vez, puede concluirse que la población es básicamente el conjunto capturado. Cuando muy pocos especímenes son recapturados, en cambio, se puede concluir que la población es muy grande.

Los modelos estadísticos iniciales de captura y recaptura asumían que cada animal salvaje tenía la misma probabilidad de ser atrapado y que cada procedimiento de captura tenía la misma probabilidad de capturar especímenes. Luego, se introdujeron nuevos modelos considerando diferencias entre los animales y otros factores cualitativos. El modelo original es actualmente identificado como  $M_0$ . Los modelos  $M_t$ ,  $M_b$  y  $M_h$  introducen diferentes fuentes de variación en las probabilidades. El modelo  $M_t$  considera que las probabilidades de captura pueden variar en las diferentes cacerías debido al clima, la ubicación de las trampas, o aún el procedimiento de captura. El modelo  $M_b$  considera que las probabilidades de captura pueden variar por cambios en el comportamiento causados por capturas previas. Finalmente,  $M_h$  considera que las probabilidades de captura pueden variar debido a la heterogeneidad entre los animales individuales.

La combinación de más de una fuente de variación de probabilidad de captura dio lugar a nuevos modelos, como  $M_{tb}$ ,  $M_{th}$ ,  $M_{bh}$  y  $M_{tbb}$ . Cada uno de estos modelos considera la independencia entre los diferentes factores cualitativos. En otras palabras, la probabilidad combinada es determinada por la regla del producto del teorema de Bayes [23].

## **RESULTADOS ALCANZADOS**

En experimentos previos, nueve grupos, utilizando como técnica de elicitación la lectura de documentos, procedieron a la confección del Léxico Extendido del Lenguaje. Posteriormente, a partir de este modelo, cada uno de los grupos construyó un modelo de escenarios.

El caso de estudio utilizado fue un sistema de administración de planes de ahorro para la adquisición de vehículos OKm [24] [25]. Funciona a través de grupos de personas que pagan cuotas mensuales para adquirir un automóvil. Estas personas participan en reuniones mensuales en las cuales una unidad es adjudicada por sorteo o licitación a uno de los participantes. Además, el sistema incluye el arbitraje en los casos de renuncia o muerte de los participantes, falta de pago de las cuotas mensuales, seguros y contratos con los fabricantes, entre otros.

Los datos obtenidos fueron analizados empleando el método propuesto por Wohlin y Runeson [22]. El fundamento de este método reside en que un ajuste de los datos experimentales con una curva teórica simple como puede ser una exponencial decreciente empotra dentro de los parámetros de la curva las variaciones de probabilidades del modelo  $M_{th}$  sin necesidad de suponer ninguna distribución de probabilidades en particular.

El análisis de los datos de ambos experimentos confirmó casi totalmente lo predicho por [22] en el caso de inspecciones, donde se supone que al aumentar el número de inspectores, la cantidad de defectos estimada será igual a la cantidad real existente. En este sentido, se considera más apropiado enunciar que cuando el número de observaciones independientes crece, es razonable suponer que la diferencia entre la cantidad estimada y la cantidad efectivamente obtenida se reduce [20][21]. Se observó también que al aumentar el número de captores aumenta la precisión obtenida al ajustar los datos con una curva, tanto en el caso de la estimación del número de símbolos del LEL, como para escenarios.

En las experiencias realizadas se puede ver que el factor t (la diferencia entre los ingenieros de requisitos) influye de un modo muy similar a cómo lo hace en las inspecciones de software [20] [21]. En ambos casos, tiene una incidencia mayor que en el caso de animales salvajes. En la figura 1a, puede verse el número de símbolos del LEL obtenidos en un experimento en el cual nueve grupos, utilizando la misma técnica de elicitación, procedieron a la confección del Léxico Extendido del Lenguaje para un mismo UdeD. En la figura 1b, puede verse el número de escenarios obtenidos por los mismos grupos a partir de los Léxicos respectivos.

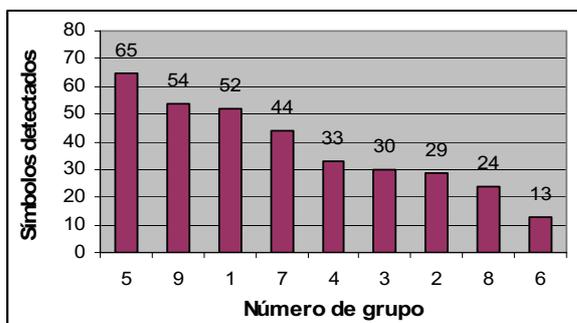


Figura 1a. Número de símbolos del LEL elicitados por diferentes ingenieros de requisitos.

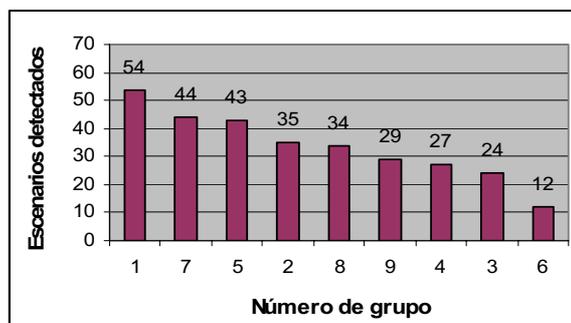


Figura 1b. Número de escenarios obtenidos por diferentes ingenieros de requisitos.

Sin embargo, un hecho notoriamente más importante se hace evidente: las probabilidades de los ingenieros de requisitos y las probabilidades de los símbolos / escenarios están lejos de ser factores independientes. Esto no fue reportado durante las experiencias con Captura y Recaptura en inspecciones de software. En otras palabras, un modelo  $M_{th}$  no puede ser aplicado basándose en la idea de independencia entre los factores. Este fenómeno puede ser fácilmente entendido teniendo en cuenta que diferentes personas tienen diferentes habilidades. En este caso puede verse, por ejemplo, que un grupo que fue muy bueno en la detección de símbolos, no lo fue tanto para la elaboración de escenarios. Entonces, parece ser que no existe algo como la probabilidad de un símbolo o escenario de ser detectado por un ingeniero de requisitos ni la probabilidad de un ingeniero de requisitos de detectar símbolos o escenarios. Lo que realmente existe es la probabilidad de un cierto ingeniero de requisitos de detectar un símbolo o un escenario determinado.

## RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta de este trabajo es considerar la combinación de las tres hipótesis: probabilidad de los elementos de ser detectados, habilidad de los captores y acostumbramiento, para estimar el número de elementos de una población cerrada. Este estudio se realizará en el marco de la estrategia de obtención de Requisitos antes presentada. Por lo tanto, se analizará la completitud de los modelos de LEL y Escenarios.

En la aplicación de los métodos de captura y recaptura a inspecciones de software [14] [15] [16] [17] [18] [19] los errores asumieron el rol de los animales salvajes y los inspectores, el rol de los cazadores. Es evidente que la variación de las probabilidades de captura debido a cambios en el comportamiento de los errores causados por más de una inspección es nula. Entonces, los modelos  $M_b$ ,  $M_{bh}$ ,  $M_{tb}$  y  $M_{tbh}$  deberían ser descartados, usando en cambio los modelos  $M_o$ ,  $M_h$ ,  $M_t$  y  $M_{th}$ . Esto es tan obvio que los autores antes mencionados [14] [15] [16] no mencionaron el factor comportamiento en la variación de la probabilidad.

Sin embargo, cuando las técnicas de captura y recaptura son aplicadas en el dominio de IR, el factor comportamiento debería ser analizado puesto que no está claro si debería ser descartado o no. Realmente, esto depende de la fuente de información utilizada durante la elicitación de conocimiento y de la técnica aplicada. Por ejemplo, si más de un ingeniero de requisitos lee el mismo documento para detectar símbolos del LEL, no hay forma de que los símbolos se vean influenciados por las lecturas previas. En cambio, si varios ingenieros de requisitos entrevistan al mismo cliente-usuario durante la actividad de creación del LEL, es posible que la persona

entrevistada (que contiene en su forma de hablar la información acerca de los símbolos del LEL) pueda resultar influenciada por entrevistas previas. Esto implica que el entrevistado tiende a cambiar después de la entrevista inicial. Puede sentirse incómodo por ser entrevistado una y otra vez sobre el mismo tema, o bien puede sentirse más involucrado con el proyecto de software, proveyendo entonces más y más información útil en entrevistas posteriores.

Entonces, se propone analizar nuevamente los datos obtenidos en los experimentos descritos en la sección anterior, tratando de obtener un modelo que represente mejor los datos experimentales, poniendo énfasis en el acoplamiento de los factores t (diferente probabilidad de captura para los ingenieros de requisitos) y h (diferente probabilidad de los símbolos o escenarios de ser capturados). Para este primer caso de estudio, no se considerará el factor b (diferente probabilidad de captura debido al acostumbramiento), ya que la técnica de elicitación utilizada ha sido la lectura de documentos, en cuyo caso este factor carece de sentido.

En la figura 2, se representa el problema en el contexto del modelo del LEL del caso de estudio.

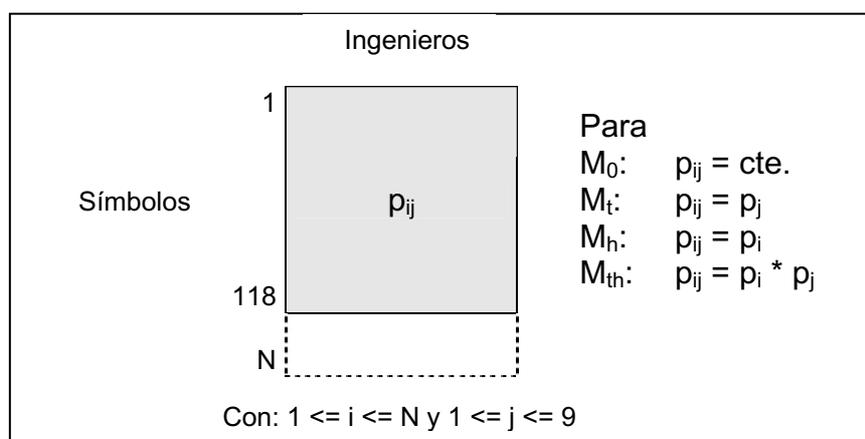


Figura 2. Probabilidad de captura según el modelo

El subíndice j se utiliza para representar los 9 grupos de ingenieros de requisitos y el subíndice i, para el número de símbolos. El área gris representa los símbolos detectados por los 9 grupos, mientras que el área punteada, indica los símbolos que aún no han sido detectados.

Los modelos utilizados en inspecciones de software, asumen diferentes posturas en relación con la probabilidad de captura  $p_{ij}$ .  $M_0$  considera esta probabilidad constante;  $M_t$  sólo considera variación en la probabilidad debido a diferentes habilidades de los captores, con lo cual  $p_{ij}$  será igual a  $p_j$ ;  $M_h$  sólo considera variación en la probabilidad debido a la heterogeneidad de los símbolos, con lo que  $p_{ij}$  será igual a  $p_i$ ; y por último,  $M_{th}$  considera la variación de los dos factores, pero de forma independiente, con lo cual  $p_{ij}$  es el producto de  $p_i$  y  $p_j$ .

Sin embargo, ninguno de estos modelos ha podido representar los datos experimentales adecuadamente. Parece ser que no existe la probabilidad de un símbolo de ser detectado ( $p_i$ ) ni la probabilidad de un ingeniero de requisitos de detectar símbolos ( $p_j$ ), sino la probabilidad de cierto ingeniero de requisitos de detectar un símbolo determinado. Por lo tanto, para el cálculo de  $p_{ij}$  se considerará el acoplamiento de los factores t y h.

En futuros proyectos, se pretende extender el análisis a casos de estudio en los cuales tenga sentido considerar el factor b acoplado a los otros dos factores. Es decir, se aplicará una técnica de elicitación en la cual el comportamiento de la fuente de información pueda verse afectado por los procedimientos de captura, como podría suceder con el método de entrevistas.

## CONCLUSIONES

La validación de los requisitos del software es una tarea difícil; no tanto sobre los requisitos efectivamente entendidos y modelados, como sobre aquellos que permanecen ocultos. Estos aparecerán en el medio del proceso de desarrollo de software con un notorio poder de disturbio, o

serán descubiertos cuando el software sea puesto en servicio. La funcionalidad del software no será lo que los clientes-usuarios deseaban.

La estrategia de captura y recaptura ayuda a reducir la cantidad de requisitos ocultos dando a los involucrados una idea acerca de cuántos requisitos permanecen sin modelar y tal vez ayuden en el desarrollo de mejores heurísticas para todo el proceso de Ingeniería de Requisitos.

Se ha planeado repetir el análisis de los datos disponibles de captura y recaptura en el proceso de Ingeniería de Requisitos, considerando el acoplamiento entre los diferentes factores cualitativos que pueden variar la probabilidad de captura.

## REFERENCIAS

- [1] Kotonya, G., Sommerville, I. (1998). Requirements Engineering. Processes and Techniques. John Wiley & Sons.
- [2] Sommerville, I., Sawyer, P. (1997). Requirements Engineering. A good Practice Guide. John Wiley & Sons.
- [3] Maculay, L. (1993). Requirements Capture as a Cooperative Activity. Proceedings of IEEE International Symposium on Requirement Engineering. IEEE Computer Society Press, San Diego, Ca. 174-181.
- [4] Leite, J.C.S.P., Franco, A.P.M.(1990). O Uso de Hipertexto na Elicitação de Linguagens da Aplicação, Anais de IV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, SBC, Brazil. 134-149.
- [5] Jackson, M. (1995). Software Requirements & Specifications. A lexicon of practice, principles and prejudices. Addison Wesley, ACM Press.
- [6] Berry, D.M., Kamsties, E. (2004) Ambiguity in Requirements Specification. In Leite, J.S.C.P., Doorn, J.H (Eds.) Perspectives on Software Requirements. Kluwer Academic Press. 7-44.
- [7] Ben Achour, C., Rolland, C., Maiden, N.A.M., Souveyet, C. (1999). Guiding Use Case Authoring: Results of an Empirical Study. Proceedings International Symposium On Requirements Engineering. IEEE Computer Society Press, Limerick-Ireland. 36-43.
- [8] Rolland, C., Ben Achour, C. (1998). Guiding the construction of textual use case specifications. Data & Knowledge Engineering, 25, 125-160.
- [9] Oberg, R., Probasco, L, Ericsson, M. (1998). Applying Requirements Management with Use Cases. Rational Software Corporation.
- [10] Regnell, B. (1999). Requirements Engineering with Use Cases – a Basis for Software Development, Doctoral Thesis, Department of Communication Systems, Lund University.
- [11] Leite, J.C.S.P., Hadad, G.D.S., Doorn, J.H., Kaplan, G.N. (2000). A Scenario Construction Process. Requirements Engineering Journal, 5, (1). 38-61.
- [12] Leite, J.C.S.P., Hadad, G.D.S., Doorn, J.H., Kaplan, G.N. (2005). Scenario Inspections. Requirement Engineering Journal, 10, (1). 1, 21.
- [13] Otis, D.L., Burnham, K.P. White G.C., Anderson D.R. (1978). Statistical inference from Capture on Closed Animal Populations. Wildlife Monograph, 62.
- [14] Briand, L.: El Emam, K., Freimut, B., Laitenberger, O. (2000). A Comprehensive Evaluation of Capture-Recapture Models for Estimating software Defects Contents. IEEE Transactions on Software Engineering, 26, (6). 518-540.
- [15] Biffi, S. (2000). Using Inspection data for Defect Estimation. IEEE Software special Issue on recent project estimation methods.
- [16] Biffi, S. (2003). Evaluating defect estimation models with major defects. The Journal of Systems and Software, 65, 13-29.
- [17] Kamel, A., Sorenson, P. (2003). The Application of Capture-Recapture Log-Linear Models to Software Inspections Data. Proceedings of ISESE'03 - International Symposium on Empirical Software Engineering, 213-222.
- [18] Thelin, T. (2004). Team-based Fault Content Estimation in the Software Inspection Process. Proceedings of ICSE'04 - 26th International Conference on Software Engineering, 263-272.
- [19] Petersson, H., Thelin, T., Runeson, P., Wohlin, C. (2003). Capture–recapture in software inspections after 10 years research—theory, evaluation and application. The Journal of Systems and Software, 72, 249–264.
- [20] Doorn, J., Ridao, M. (2003) Completitud de Glosarios: Un Estudio Experimental. Anais do WER'03, Workshop en Engenharia do Requisitos, Paracicaba-SP, Brasil, 317-328.
- [21] Ridao, M., Doorn, J. (2006). Estimación de Completitud en Modelos de Requisitos Basados en Lenguaje Natural. Anais do WER'06, Workshop en Engenharia do Requisitos, Rio de Janeiro, Brasil, 151-158.
- [22] Wohlin, C., Runeson, P. (1998). Defect content estimations from Review Data. Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering. 400-409.
- [23] Papoulis, A. (1985). Probability, Random Variables, and Stochastic Processes. Mc Graw Hill.
- [24] Mauco, V., Ridao M., del Fresno, M., Rivero, L., Doorn, J.H. (1997). Ingeniería de Requisitos, Proyecto: Sistema de Planes de Ahorro. Reporte técnico, ISISTAN, UNCPBA, Tandil, Argentina.
- [25] Rivero, L., Doorn, J., del Fresno, M., Mauco, V., Ridao, M., Leonardi, M.C.(1998). Una Estrategia de Análisis Orientada a Objetos basada en Escenarios: Aplicación en un Caso Real. Anais do WER'98, Workshop en Engenharia do Requisitos, Maringá, Brasil. 79-90.

# IDENTIFICACIÓN Y DETECCIÓN DE PATRONES DELICTIVOS BASADA EN MINERÍA DE DATOS

Perversi, I.<sup>1</sup>, Valenga, F.<sup>2</sup>, Fernández, E.<sup>3,4</sup>, Britos P.<sup>3,4</sup>, García-Martínez, R.<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Industrial. ITBA

<sup>2</sup> Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales. UM

<sup>3</sup> Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA

<sup>4</sup> Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

{ enfernan, pbritos, rgm } @itba.edu.ar

## RESUMEN

En esta comunicación se describen resultados preliminares de la línea de investigación sobre el uso de minería de datos aplicadas a la identificación y detección de patrones delictivos, analizando los homicidios dolosos cometidos en la República Argentina.

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir de la crisis de finales de 2001, Argentina se vio afectada por una creciente ola de inseguridad caracterizada por un aumento en los índices delictivos y los niveles de violencia. Esta situación fue más profunda en los principales centros urbanos y llevó a tomar acciones coordinadas a nivel nacional tendientes a prevenir el delito. Una de estas medidas fue la creación del Sistema de Alerta Temprana (SAT) por parte del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. En el plano internacional, los ataques terroristas del 11 de septiembre han aumentado significativamente la preocupación por la seguridad interna en EEUU. Las agencias de inteligencia como la CIA o el FBI procesan y analizan información activamente en busca de actividad terrorista [Chen *et al*, 2004].

El análisis de los registros criminales es fundamental en la prevención del delito. Entre otras cosas, porque permite el diseño de políticas y planes de prevención efectivos. En Argentina este tipo de análisis se ha realizado históricamente mediante herramientas estadísticas descriptivas o deductivas, considerando fundamentalmente variables y relaciones primarias. Sin embargo, muchas veces la estadística descriptiva clásica no refleja la verdadera interrelación de las variables y por lo tanto, el problema real. Este contexto requiere un tratamiento estadístico más complejo que nos obliga a evolucionar en el análisis de información criminal.

En general, el tamaño de las bases de datos está basado en aspectos como la capacidad y eficiencia de almacenamiento y no en su posterior uso o análisis [Kantardzic, 2002]. Por esta razón, en muchos casos, los registros almacenados son demasiado grandes o complejos como para analizar [Kantardzic, 2002] y superan el alcance de la estadística [Hand, 1997]. La Minería de Datos (*Data Mining*) es un proceso iterativo de búsqueda de información no trivial en grandes volúmenes de datos [Kantardzic, 2002]. Busca generar información similar a la que podría generar un experto humano: patrones, asociaciones, cambios, anomalías y estructuras significativas [Ochoa, 2004].

En el caso de la inteligencia criminal, la gran cantidad de información y de variables intervinientes justifican el uso de herramientas más potentes que la estadística convencional que permitan determinar relaciones multivariantes subyacentes. La minería de datos aplicada a la inteligencia criminal es un campo bastante nuevo y ha tenido un gran impulso en los últimos años en EEUU [Chen *et al*, 2003].

## **2. ESTADO DE LA CUESTIÓN**

### **2.1. Agrupación de Datos**

La agrupación o el clustering consiste en agrupar un conjunto de datos, sin tener clases predefinidas, basándose en la similitud de los valores de los atributos de los distintos datos. Esta agrupación, a diferencia de la clasificación, se realiza de forma no supervisada, ya que no se conoce de antemano las clases del conjunto de datos de entrenamiento. El clustering identifica clusters, o regiones densamente pobladas, de acuerdo a alguna medida de distancia, en un gran conjunto de datos multidimensional [Chen et al., 1996]. El clustering se basa en maximizar la similitud de las instancias en cada cluster y minimizar la similitud entre clusters [Han & Kamber, 2001]. K-Means [Britos *et al.*, 2005] es un método particional de clustering donde se construye una partición de una base de datos D de n objetos en un conjunto de k grupos, buscando optimizar el criterio de particionamiento elegido. En K-Means cada grupo está representado por su centro. K-Means intenta formar k grupos, con k predeterminado antes del inicio del proceso. Asume que los atributos de los objetos forman un vector espacial. El objetivo que se intenta alcanzar es minimizar la varianza total intra-grupo o la función de error cuadrático.

### **2.2. Clasificación de Datos**

ID3 es un sistema típico de construcción de árboles de decisión, el cual adopta una estrategia de arriba hacia abajo e inspecciona solo una parte del espacio de búsqueda. ID-3 garantiza que será encontrado un árbol simple, pero no necesariamente el más simple. ID-3 utiliza la teoría de la información para minimizar la cantidad de pruebas para clasificar un objeto. Una heurística selecciona el atributo que provee la mayor ganancia de la información. Una extensión a ID3, C4.5 [Quinlan, 1993] extiende el dominio de clasificación de atributos categóricos a numéricos. J48 es una implementación mejorada del algoritmo de árboles de decisión C4.5. El algoritmo J48 funciona bien con atributos nominales y numéricos. Un paso importante en la construcción del árbol de decisión es la poda, la cual elimina las ramas no necesarias, resultando en una clasificación más rápida y una mejora en la precisión de la clasificación de datos [Han & Kamber, 2001].

## **3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad el SAT (Sistema de Alerta Temprana) se encuentra implementado a en todas las provincias reportando información de los hechos delictivos ocurridos en todo el país. Esta información esta siendo tratada a través de análisis estadístico sin hacer uso de técnicas ni herramientas de minería de datos. Lo cual implica que no se está haciendo un verdadero aprovechamiento de los datos obtenidos.

En este contexto resulta de interés explorar el uso de minería de datos basada en sistemas inteligentes en el proceso de identificación y detección de patrones delictivos comenzando con el análisis de homicidios dolosos cometidos en la República Argentina.

## **4. ABORDAJE DEL PROBLEMA**

El problema de identificación y detección de patrones de homicidios dolosos cometidos en la República Argentina se abordó con la siguiente estrategia:

1. Clusterizar los datos relevantes homicidios dolosos cometidos.
2. Analizar los cluster obtenidos y validarlos con los usuarios
3. Aplicar algoritmos de inducción a cada cluster para encontrar explicaciones descriptivas del comportamiento que subyace a la pertenencia a los mismos

#### 4.1 Estado de Avance

A la fecha se ha logrado identificar los atributos más significativos del cubo de datos y llegar a convalidar los resultados provenientes del proceso de agrupación (clustering) con los usuarios. Se encuentra en vías de desarrollo la aplicación de técnicas de inducción para explicar el comportamiento de los distintos grupos (clusters).

#### 4.2. Descripción del Cubo de datos

Se analizaron 1810 registros de la base de datos “Homicidios Dolosos” correspondientes a la totalidad de hechos registrados durante 2005, provenientes del SAT. Cuyos atributos se describen a continuación en la tabla 1:

Provincia	Departamento	Día del mes	Mes	Día de la semana
Hora	Lugar	Arma	Otro delito	

Tabla 1. Atributos del Cubo de datos

#### 4.3. Resultados del proceso de Agrupamiento

##### 4.3.1. Centroides

A continuación, en la tabla 2, se describen los centroides obtenidos:

	Cant. (%)	Atributos categóricos (modas)			Atributos continuos (medias)			
		Lugar	Arma	Otro Delito	Hora	Día Semana	Día Mes	Mes
Cluster 0	21%	Domicilio Particular	de Fuego	Robo	15	Jueves	16	6
Cluster 1	53%	Vía Pública	de Fuego	No Hubo	12	Martes	15	6
Cluster 2	26%	Domicilio Particular	Ninguna	No Hubo	8	Miercoles	15	6
General	100%	Vía Pública	de Fuego	No Hubo	11	Miercoles	15	6

Tabla 2. Centroides

##### 4.3.2. Interpretación de los Cluster

**Cluster 0 (21%):** esta caracterizado por homicidios mayoritariamente en ocasión de robo y con arma de fuego. La hora difiere significativamente de la media global, con una tendencia hacia la noche (antes de las 24hs). En principio diremos que se trata de *“homicidios en ocasión de robo”*.

**Cluster 1 (53%):** es el que más registros agrupa y el más parecido a la media global. Esta caracterizado por homicidios mayoritariamente en la vía publica con arma de fuego y sin la existencia de otro delito. Se podrían interpretar como *“homicidios en ocasión de riña o ajuste de cuentas”*.

**Cluster 2 (26%):** es el más particular de los clusters, ya que la mayoría de sus registros presentan casos de homicidios sin arma. La hora difiere de la media global con una tendencia hacia la madrugada (después de las 24hs). Los denominaremos *“homicidios en ocasión de emoción violenta”*.

##### 4.3.3. Gráficos de Barras

La distribución de los clusters entre las variables de los distintos atributos permite comprender el nivel de significancia de los mismos (ver figura 1). En este caso, si los clusters fueran irrelevantes, esperaríamos encontrar una proporción aproximada de 50% rojo (cluster 1); 25% azul (cluster 0) y 25% turquesa (cluster 2) en cada variable de cada atributo. Si bien en algunos atributos esta proporción se cumple (*día mes, mes*) en otros existen interacciones significativas (por ejemplo cluster 2 con *ninguna arma y domicilio particular*).

#### 4.3.4. Gráficos de dispersión

En las siguientes subsecciones se describen los cluster en base a dos de los atributos mas representativos

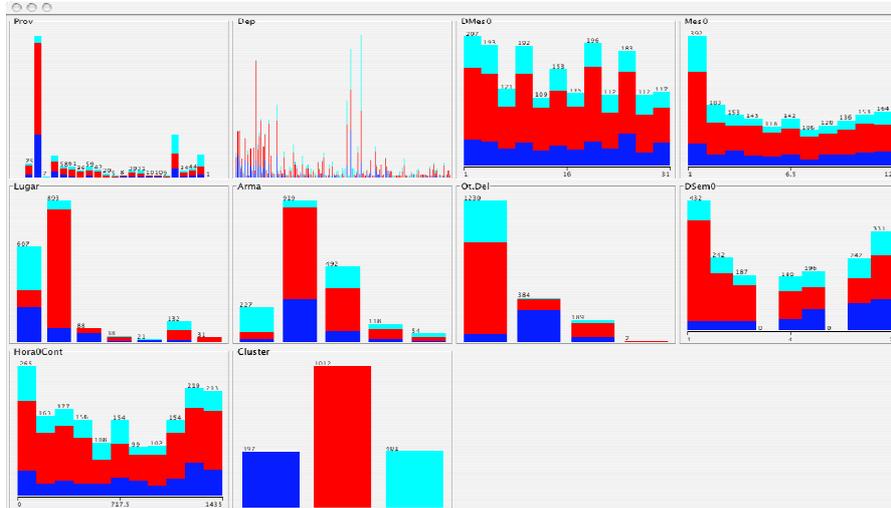


Fig. 1. Distribución de Clusters

#### Distribución de los clusters según el atributo lugar

Mientras el cluster 2 esta muy concentrado en domicilio particular y el cluster 1 en vía pública, el cluster 0 se encuentra distribuido más homogéneamente [Figura 5.2]. Si bien este último presenta la mayoría de registros en domicilio particular, tiene una alta proporción de homicidios en comercios respecto a los otros clusters (ver figura 2).

#### Distribución de los clusters según el atributo arma

El cluster 1 y el cluster 0 presentan una distribución similar (ver figura 3), con una alta concentración en arma de fuego, seguida por arma blanca y prácticamente muy pocos casos sin arma [Figura 5.3]. En contraposición el cluster 2 presenta muy pocos casos con arma de fuego (una proporción muy baja respecto a la proporción global) y muchos casos sin arma (una proporción muy alta respecto a la proporción global).

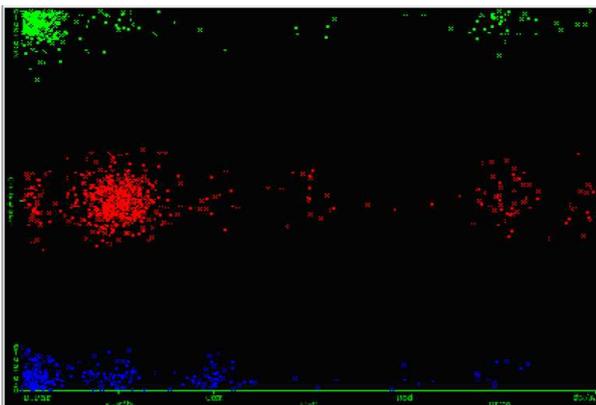


Fig. 2. Distribución según atributo lugar

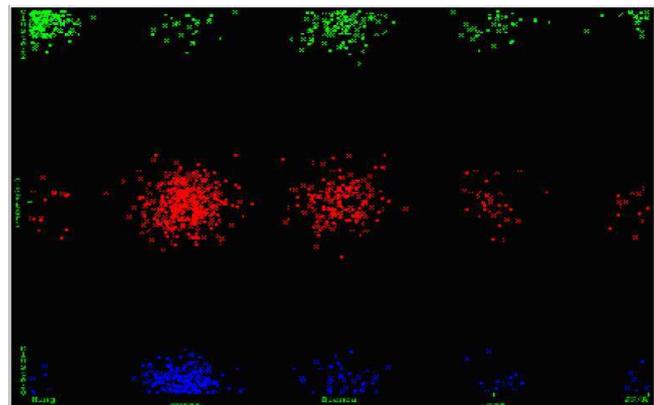


Fig. 3. Distribución según atributo Arma

#### Distribución de los clusters según el atributo lugar y arma

En la figura 4, se muestra el agrupamiento con base en la combinación conjunta de los atributos Lugar y Arma. Se observa: [a] existe una fuerte interacción entre *domicilio particular*, *ninguna arma* y cluster 2. En un nivel más general podríamos interpretar al cluster 2 como homicidios en

*domicilio particular* donde el arma *no es arma de fuego*, [b] se observa interacción entre *vía pública, arma de fuego*, y cluster 1. En un nivel más general podríamos interpretar al cluster 1 como homicidios en la *vía pública* con arma y [c] existe interacción entre *domicilio particular, arma de fuego* y cluster 0.

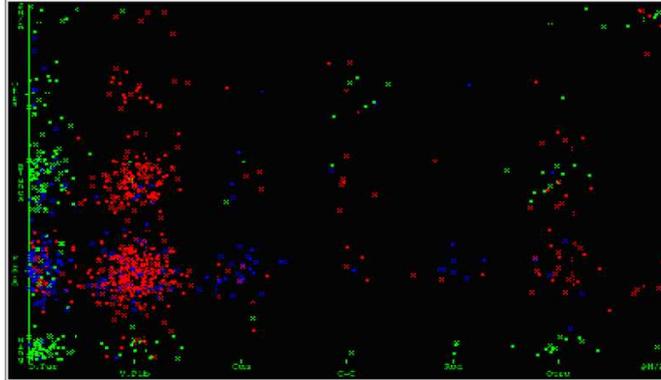


Fig. 4. Distribución del Cluster según los atributos Lugar y Arma

## 5. CONCLUSIONES

Existe información a partir de la cual es posible desarrollar un proyecto de Minería de Datos a gran escala para ayudar a la generación de políticas criminales en la República Argentina. Los conocimientos descubiertos como resultado de este proceso sirven para: [a] proporcionar una justificación sustentada en los datos disponibles de los conceptos preexistentes y [b] la detección de piezas de conocimiento sobre el dominio no identificable mediante otros métodos.

Se propone continuar con el proyecto: [a] aplicando técnicas de inducción para explicar en mayor detalle los cluster identificados y [b] ampliar el análisis a otros ámbitos y tipos de hechos (por ejemplo: homicidios dolosos causados por accidentes de tránsito).

## 6. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando dos tesis de grado en ingeniería informática y tres investigadores formados.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Secretaría de Política Criminal de la Nación por el apoyo que proporciona a este proyecto de investigación.

## 8. REFERENCIAS

- Britos, P., Hossian, A., García-Martínez, R. y Sierra, E. 2005. *Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes*. Nueva Librería.
- Chen, H., W. Chung, J. Xu, G. Wang, Y. Qin, M. Chau, 2004. *Crime Data Mining: A General Framework and Some Examples*. IEEE Computer Society, vol. 37, no. 4, pp. 50-56.
- Chen, M., Han, J., 1996. *Data mining: An overview from database perspective*. IEEE Transactions on Knowledge and Data Eng.,
- Han, J., Kamber, M. 2001. *Data mining: Concepts and techniques*. Morgan Kaufmann Publishers,
- Hand, D. J., 1997. *Data Mining: Statistics and More?*. The American Statistician.
- Kantardzic, M. 2002. *Data Mining: Concepts, models, methods and algorithms*. Wiley-IEEE Press.
- Ochoa, M. A. 2004. *Herramientas Inteligentes para la Explotación de Información*. Trabajo Final: Especialidad en Ingeniería en Sistemas Expertos, Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA).
- Quinlan, J. R. 1993. *C4.5: Programs for Machine Learning*. Morgan Kaufmann.

## IMPLEMENTACION DE UN INTERPRETE SQL EN MANAGED CODE PARA DISPOSITIVOS MOVILES

**Sebastián Mariano Salomón**  
**Luis Rogero Lucero**  
**Daniel Alejandro Giménez**  
**Gabriel Mamani**  
**Federico Martín Pascual**  
**Ing. Cesar Ignacio Martínez Spessot**  
**Ing. Calixto Maldonado**

Ingeniería en Sistemas de Información  
Facultad Regional Córdoba - Universidad Tecnológica Nacional  
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina - Ciudad Universitaria - C.P. (5016)  
Córdoba - República Argentina

e-mail: [vladisalomon@hotmail.com](mailto:vladisalomon@hotmail.com)  
e-mail: [luisrogero@gmail.com](mailto:luisrogero@gmail.com)  
e-mail: [danielalejandro347@gmail.com](mailto:danielalejandro347@gmail.com)  
e-mail: [gabrielmamani@hotmail.com](mailto:gabrielmamani@hotmail.com)  
e-mail: [pascualfederico@gmail.com](mailto:pascualfederico@gmail.com)  
e-mail: [cspessot@gmail.com](mailto:cspessot@gmail.com)  
e-mail: [calixtomaldonado@hotmail.com](mailto:calixtomaldonado@hotmail.com)

**Palabras claves:** Interprete SQL, Manager Code, Dispositivos móviles.

### **Resumen:**

*La extensión del uso de sistemas computarizados exigen a estos a cumplir mayores requisitos de seguridad ya que son constantemente expuestos a intentos de acceso no autorizados, los DBMS no están exentos de esto. Las plataformas de ejecución manejada, tales como Common Language Runtime y Java Virtual Machine proveen un conjunto de servicios de aplicación como aislamiento de aplicaciones, sandboxing security, recolección de basura, y un estructurado manejo de excepciones. Aprovechando estos servicios y adoptando la filosofía de Managed Code es que trabajamos en un intérprete de SQL que permite mayor efectividad en el control del software, eliminando una gran variedad de bugs, que desestabilizan el rendimiento y la seguridad de la aplicación. Además provee una arquitectura para ejecutarse en dispositivos móviles y con la facilidad de ampliar su funcionalidad para soportar nuevos paradigmas, como álgebra temporal y multiespacial.*

## 1. INTRODUCCION:

En la actualidad, el software corre sobre plataformas desarrolladas durante los últimos 40 años y con el pasar del tiempo esto se nota cada vez más. El ambiente de aquel período era muy diferente del entorno de hoy. Los ordenadores eran limitados en la capacidad de memoria y la velocidad; accesible sólo por un pequeño grupo de usuarios técnicamente capacitados y no mal intencionados y raras veces eran conectados a una red o a dispositivos físicos. Pero ningunas de estas características siguen siendo verdaderas, las arquitecturas de computadoras modernas, los sistemas operativos, y los lenguajes de programación no se han desarrollado para ajustarse a los ambientes actuales.

La idea del desarrollo de un interprete SQL en Managed Code surge de un análisis de prioridades en donde se destaca la seguridad en lugar del performance, lo que no quiere decir que se descuide la confiabilidad del mismo.

## 2. EL INTERPRETE SQL

El intérprete dispone de una fase de análisis donde se interpretan las entradas y se generan estructuras intermedias.

Esta fase esta estructurada de la siguiente forma:

- a) Análisis Léxico
- b) Análisis Sintáctico
- c) Análisis Semántico

### 2.1. Analizador léxico:

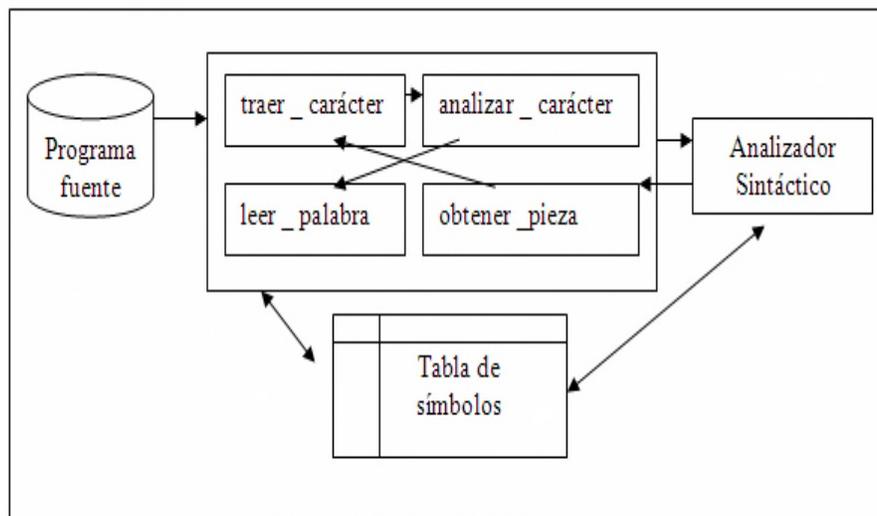


Figura 1: Estructura del analizador léxico

El analizador léxico lee los caracteres del programa fuente uno a uno, identificando las piezas declaradas en una tabla de símbolos para luego generar una secuencia de componentes léxicos que utilizará el analizador sintáctico para hacer su correspondiente análisis.

Las funciones que realiza este analizador son:

- Leer los caracteres de entrada del programa fuente.
- Generar la secuencia de componentes léxicos.
- Eliminar comentarios, espacios en blanco, retornos de carro, y todo lo que este excluido de la sintaxis del lenguaje.
- Reconocer identificadores, palabras reservadas del lenguaje, y tratarlos

correctamente con respecto a la tabla de símbolos (solo en los casos que debe de tratar con dicha tabla).

- Avisar de errores léxicos. Por ejemplo, si @ no pertenece al lenguaje, avisar de un error.

## 2.2. Analizador sintáctico:

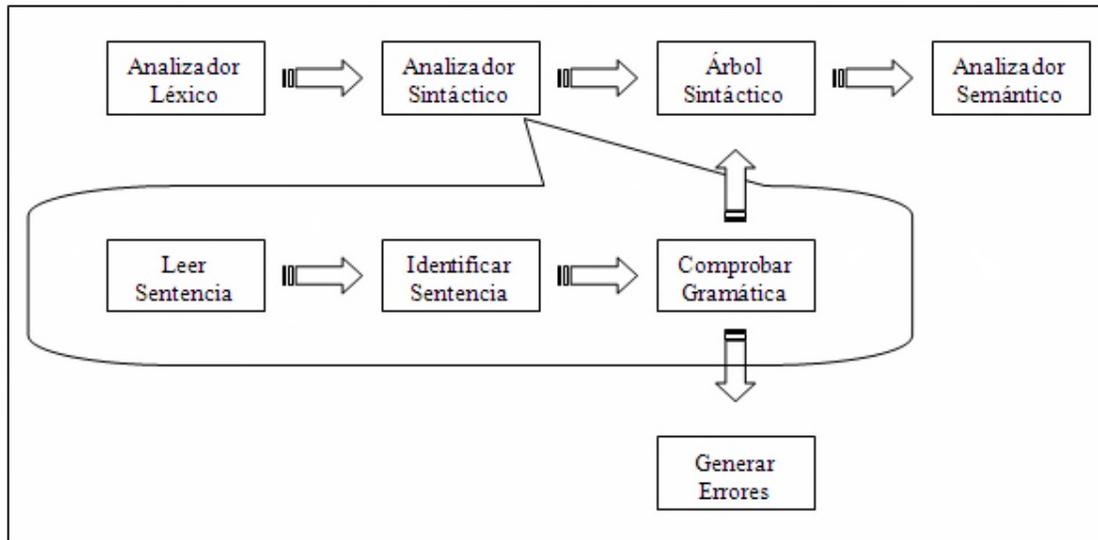


Figura 2: Estructura del analizador sintáctico

El análisis sintáctico o parser se encarga de chequear el texto de entrada, suministrado por el analizador léxico, en base a una gramática dada. En caso de que el texto corresponda a una sentencia valida, suministrará el árbol sintáctico que la reconoce. Además de determinar si la gramática establecida por el lenguaje se respeta, el analizador sintáctico realiza las siguientes funciones:

- Acceder a la tabla de símbolos para armar el árbol sintáctico.
- Chequear los tipos.
- Generar código intermedio.
- Generar errores cuando se producen.

## 2.3. Analizador Semántico:

La semántica describe el significado de los símbolos, palabras y frases de un lenguaje. El analizador semántico revisa que las operaciones sean realizables al determinar que

las entidades están definidas de los tipos correctos y que los operadores son capaces de manipularlos.

Las funciones que realiza son:

- Comprobación de tipos: La aplicación de los operadores y operandos deben ser compatibles.
- Comprobaciones del flujo del control: Las proposiciones que hacen que se abandone el flujo del control de una construcción deben transferirse a otro punto (break, exit).
- Comprobaciones de unicidad: Hay situaciones en las que un objeto solo puede definirse una vez exclusivamente. Las etiquetas de una sentencia case no deben repetirse, al igual que las declaraciones de objetos.
- Comprobaciones relacionadas con nombre: El mismo nombre debe aparecer dos o más veces.
- Además de comprobar que un programa cumple con las reglas de la

gramática, hay que comprobar que tenga sentido.

- Esta fase también modifica la tabla de símbolos y suele estar mezclada con la generación de código intermedio.

### 3. MANAGED CODE

Mediante éste código se eliminan categorías completas de errores como, por ejemplo, los daños en el heap y los errores de índice de vectores fuera de los límites. Admite requisitos actuales, tales como el código móvil seguro y los servicios Web XML.

El fundamento principal de la implementación de nuestro intérprete de SQL en Managed Code es que puede comprobarse la seguridad a través de tipos confiables de datos y la administración automática de memoria.

La compilación aplicada al intérprete en C# nos permite generar Código Intermedio (CI), al ejecutar uno de estos componentes el Common Language Runtime (CLR), el cual a su vez

verifica si es la primera vez que se ejecuta, en caso de ser así, realiza una compilación JIT para generar el código nativo, optimizado para el hardware en donde debe ejecutarse. Si el componente ya se había ejecutado antes, la compilación ya se había realizado, por lo que el CLR solo debe localizar el código nativo y volver a ejecutarlo.

Este proceso hace que la primera vez que se ejecuta un componente se obtenga un tiempo de respuesta por debajo de lo normal. [1]. Sin embargo nos permite analizar las sentencias SQL (que se escriban para nuestro motor de base de datos) con más performance para una segunda etapa de ejecución.

#### Secuencia de ejecución utilizando código administrado:

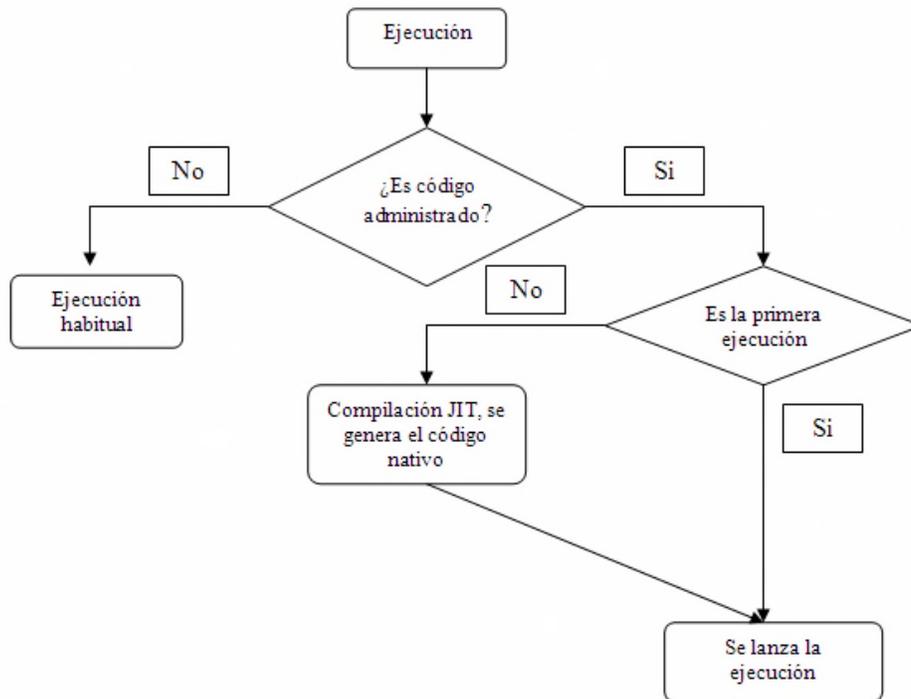


Figura 3: Proceso de ejecución.

#### 4. ESTUDIO DE PERFORMANCE

##### Native Code vrs. Managed Code.

Con el objetivo de determinar la demanda de microprocesador y memoria para la ejecución del proceso del motor de consultas se han estudiado los resultados probados por Intel [2], los cuales se realizaron basándose en el hardware: DBPXA250 Intel XScale® Personal Internet Client Architecture el cual cuenta con 64MB de SDRAM, 32 MB de memoria Flash y microprocesador de 295 Mhz PXA255.

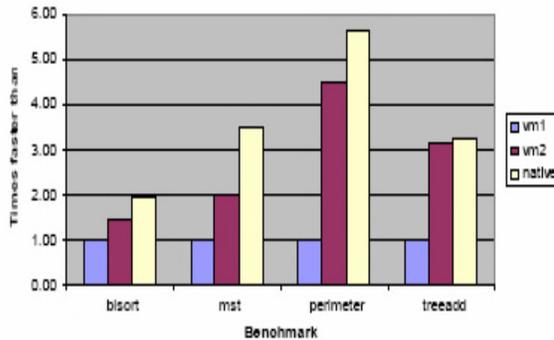


Figura 4: Al comparar código nativo contra j2me cldc se encontró que funciona más eficientemente que código de J2ME en todos los casos que se midieron.

La versión de código nativo fue compilada con la opción -O usando un compilador GCC optimizado para la micro-arquitectura de XScale®.

Las conclusiones que se obtienen de esta comparación es:

- El código nativo funciona más rápido que el código administrado, en todos los casos.
- Incluso con una buena implementación, el tiempo de ejecución (vm2) del código nativo funciona 1.7 veces más rápido.
- La diferencia es más dramática con vm1, en la cual el código nativo funciona de 2.0 a 5.5 veces más rápido.

##### Comparación de áreas de memoria

También se deseaba comparar la diferencia de las áreas dinámicas de memoria entre los intérpretes y los compiladores dinámicos.

Se muestreo la utilización de la memoria durante el curso de la carga de trabajo a través de /proc/<pid>/status, en la cual el kernel de Linux actualiza para cada proceso. De todas las muestras se determino la memoria residente máxima.

La figura 5 demuestra la memoria residente máxima.

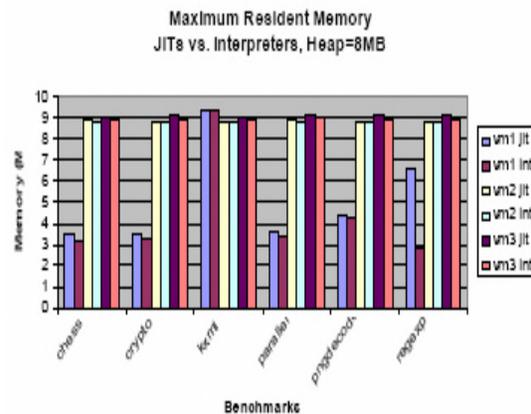


Figura 5: Al comparar el uso de memoria residente máxima, se descubrió que la memoria utilizada por JITs no es perceptiblemente diferente que la utilizada por los intérpretes.

La figura 6 demuestra el área residente de la memoria en un cierto plazo.

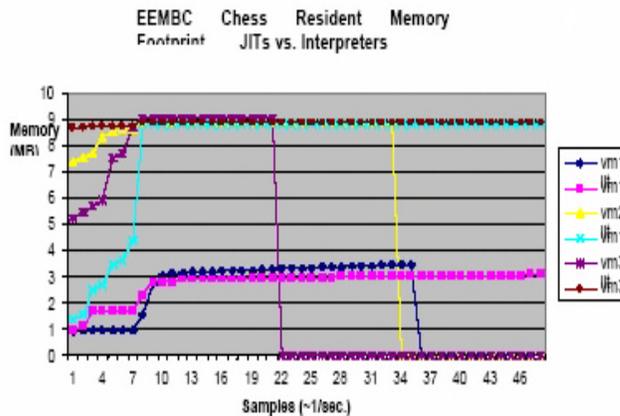


Figura 6: La comparación del estado de la memoria residente en un lapso de tiempo demuestra que JIT y el intérprete para cada VM consume casi la misma cantidad de memoria. El tamaño del heap para todo el VMs es igual a 8MB. Las caídas abruptas significan el fin de las pruebas patrones.

La clave que se aprendió de esta comparación es:

- La utilización dinámica de la memoria de JITs y los intérpretes son comparables. La una excepción era vm3 mientras que funcionaba la carga de trabajo del regexp.
- No todas las puestas en práctica utilizan la memoria completa proporcionada a ella. Se encontró que vm3 en intérprete y modo de JIT utiliza perceptiblemente menos memoria que vm1 o vm2.

Del estudio de performance de la arquitectura del intérprete determinamos que si bien demandará más procesamiento, el gasto en memoria no será significativo. Teniendo en cuenta que actualmente los procesadores actuales han superado la ley de Moore (observación empírica que la velocidad del microprocesador se duplica cada 18 meses), no es una restricción para nuestro desarrollo.

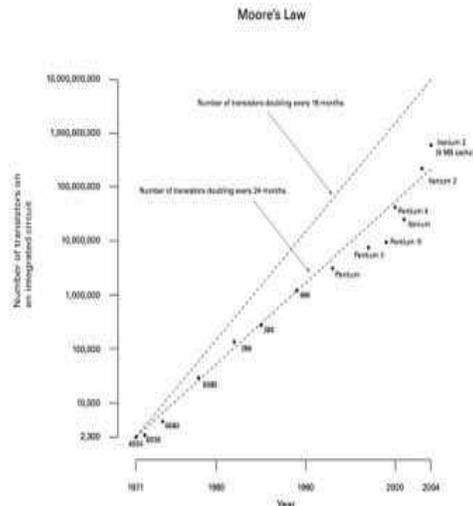


Figura 7: Gráfico representativo de Ley de Moore.

## 5. IMPLEMENTACION

Contamos con el intérprete SQL ejecutándose en un dispositivo móvil, el cual cuenta con la característica de interpretar consultas básicas del ANSI SQL, creando objetos en memoria y notificando de errores en las diferentes fases: léxica, sintáctica y semántica.

Para la implementación se ha usado el paradigma orientado a objetos desarrollado en el lenguaje C#.NET.

La interfaz actualmente se ejecuta en una Pocket PC HP con Windows Mobile 4.0 con 64 MB. El peso en memoria del archivo ejecutable es de 62,5 KB, por lo cual corre con buena performance sobre el equipo.

La interfaz de usuario es simple para facilitar el uso de tinta digital (lápiz por presión a pantalla), por lo cual posee 2 funcionalidades: Ejecutar SQL y limpiar la interfaz de consulta (ver figura 8)



Figura 8: Interfaz del interprete ejecutándose en una Pocket PC.

## 6. CONCLUSION

Nuestro trabajo actual es una aplicación innovadora de técnicas de desarrollo que se adaptan a los escenarios actuales, en donde se prioriza la seguridad sobre la velocidad, esto es aceptable hasta cierto punto y es por eso que investigamos sobre cual es la verdadera diferencia de rendimiento entre el código administrado y el nativo. El resultado fue que el costo no es significativo comparado con el beneficio que brinda la seguridad en el software, nuestra intención es centrarnos en la eficiencia del producto, garantizando su funcionamiento y confiando en que las nuevas tecnologías suplirán la deficiencia de velocidad en la ejecución. Además, el desarrollo de nuestro propio interprete lo consideramos un paso indispensable para sentar bases sólidas que nos permitan evolucionar hacia nuevas tecnologías que el grupo tiene en vista.

## REFERENCIAS

[1]  
<http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/010903/voices/fastmanagedcode.asp>.

[2] Comparative Performance Análisis of Mobile Runtimes on Intel XScale® Technology.

[3]  
[http://cursosgratis.emagister.com/frame.cfm?id\\_user=80459550103200603666857655767516&id\\_centro=27422070033149505256526748524548&id\\_curso=52910020050250544854525157674570&url\\_frame=http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/010903/voices/highperfmanagedapps.asp](http://cursosgratis.emagister.com/frame.cfm?id_user=80459550103200603666857655767516&id_centro=27422070033149505256526748524548&id_curso=52910020050250544854525157674570&url_frame=http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/010903/voices/highperfmanagedapps.asp)

[4]  
<http://studies.ac.upc.edu/FIB/CASO/seminaris/2q0304/T3annex.pdf#search=%22codigo%20administrado%20filetype%3Apdf%22>

[5]  
Desarrollo de un Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional.  
TecnoDB de: Anabel Natalia Ruiz, Ing. César Ignacio Martínez Spessot, Ing. Juan Carlos Vázquez, Ing. Calixto Maldonado  
[www.investigacion.frc.utn.edu.ar/tecnodb/](http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/tecnodb/)

[6]  
Traductores, compiladores e intérpretes de Maria del mar Aguilera Sierra, Sergio Gálvez Rojas.  
[www.lcc.uma.es](http://www.lcc.uma.es)

[7]  
Diseño de un interprete SQL de Hilmar Hinojosa L.\*  
<http://sisbib.unmsm.edu.pe>

[8]  
Semántica, de  
<http://lintiinfo.linti.unlp.edu.ar>

# Integración de Sistemas de Información Geográfica

Agustina Buccella<sup>1</sup>, Alejandra Cechich<sup>1</sup>, and Pablo Fillottrani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> GIISCO Research Group  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Nacional del Comahue  
Neuquen, Argentina

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca, Argentina

**Resumen** Hoy en día gran cantidad de entidades en el mundo están utilizando la información geográfica como base para sus sistemas de información. Este gran crecimiento trajo consigo la necesidad de compartir ésta información que se encuentra tanto en sistemas privados como en públicos (por ejemplo, Internet). Pero la integración de estos sistemas no es una tarea trivial, hay varios aspectos que se deben analizar de manera de conocer los posibles problemas que la heterogeneidad provoca. En este trabajo describimos el marco conceptual en el cual se ubican estos sistemas de información geográfica describiendo los aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta al iniciar un proceso de integración.

## 1. Introducción

El avance de la tecnología en cuanto a dispositivos de colección de datos más sofisticados y el desarrollo de gran cantidad de nuevos sistemas de información espaciales han generado un alto volumen de datos sobre nuestra tierra. Por ejemplo, hoy en día el uso de dispositivos GPS es tan común que están disponibles incluso en los relojes de pulsera.

Toda esa información se captura y almacena dentro de diferentes sistemas de información con diferentes niveles de detalle. A su vez, con el crecimiento de la tecnología que incluye al área de las redes de comunicación, los mismos son también distribuidos. Este escenario de distribución y heterogeneidad nos lleva a pensar que para una buena explotación de todos o de gran cantidad de los datos geográficos existentes necesitaremos realizar esfuerzos en lo que se refiere a la *integración*.

La *integración de los datos*, sin importar el tipo de los sistemas a integrar presenta una serie de problemas que en general son complejos de resolver. El concepto de *integración* en sí mismo involucra una serie de decisiones que se deben tomar en forma correcta para lograr un resultado consistente. Cuando hablamos de consistencia nos referimos a que la respuesta que se le brinda a un usuario, luego de efectuar una consulta, debe ser coherente y por lo tanto

satisfacer su necesidad. Para esto, el sistema debe recuperar la información de las fuentes de información relacionadas con la consulta que están disponibles en ese momento.

Aproximadamente desde hace una década se ha introducido el concepto de ontología [5] como herramienta para solucionar los problemas principales de la integración. Las ontologías fueron introducidas por Gruber [6] como una “especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”. El término *conceptualización* se refiere a un modelo abstracto de cómo el ser humano piensa comúnmente cosas del mundo real, como por ejemplo, *una mesa*. El término *especificación explícita* se refiere a que se ha dado un nombre y una definición a los conceptos y relaciones creados en el modelo abstracto. *Formal* se refiere al hecho de que la ontología debe ser entendida por una computadora (machine readable) [3,21]. Y *compartida* refleja la noción de que una ontología captura conocimiento consensuado, es decir, es aceptada por un grupo o comunidad.

Así surgieron una gran cantidad de propuestas diferentes con mayor o menor nivel de complejidad. Por ejemplo, las propuestas de [16,15,18,20] definen posibles enfoques de integración de GIS basados en ontologías. En general, los problemas de integración que surgen en los GIS son los mismos que en sistemas convencionales además de aquellos que sólo se aplican a este tipo de sistemas debido a la naturaleza de los mismos. Es decir, debido a la naturaleza de la información geográfica. Por ejemplo, uno de los problemas más comunes es el de la heterogeneidad, la cual genera diferentes incompatibilidades como por ejemplo:

- *Heterogeneidad en el modelo conceptual*: Una calle se representa como una clase objeto en un sistema y como una relación en otro.
- *Heterogeneidad en el modelo espacial*: Las calles pueden representarse como polígonos (o un segmento de pixels) en un sistema y como líneas en otro.
- *Heterogeneidad de estructura o esquema*: Dos sistemas poseen el nombre de la calle pero uno posee información sobre la vereda y el otro no.
- *Heterogeneidad semántica*: Un sistema considera la parte pavimentada como la calle mientras que otro considera la calle pavimentada mas la vereda como la calle. Uno puede definir una calle como una vía pavimentada donde transitan autos con una vereda mientras que otro sistema define la calle como cualquier tipo de via usada por autos dentro de un área residencial.

Cada una de estas heterogeneidades tiene un tratamiento diferente y existen varias propuestas enfocadas en uno o más de ellos.

En la sección siguiente se describen los aspectos principales que se deben analizar cuando se inicia un proceso de integración de información geográfica.

## 2. Integración de Información Geográfica

De los trabajos recientes y mas referenciadas en la literatura [20,12,17,18,8,9,4,11,19,1] que han propuesto la integración de información geográfica utilizando ontologías podemos extraer una serie de aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de iniciar un proceso de estas características:

- *Representación de la información geográfica:* La representación de la información geográfica es uno de los principales aspectos a tener en cuenta. Como ejemplo, podemos citar la hipótesis analizada por Mark et al. [14] la cual expresa que “las entidades geográficas y no geográficas son diferentes en un número de maneras”. Sus experimentos tienen como objetivo comprobar el grado de acuerdo para el cual las personas codifican el dominio geográfico a nivel conceptual. Como conclusión de su estudio, encontraron que existe un conjunto de términos geográficos que poseen una mayor frecuencia, es decir, son términos recurrentes. De esta manera, éstos términos podrían ser utilizados para simplificar el proceso de intergración y a su vez para brindar mayor expresividad a las ontologías a nivel conceptual.
- *Representación formal de las ontologías:* Las ontologías consisten de *axiomas lógicos* que expresan el significado de los términos para una comunidad en particular. Es la lógica precisamente la que se utiliza para formalizar y manipular la semántica y las ontologías. Los dos formalismos lógicos más usados son las Lógicas para la Descripción (Description Logics DL) [2] y las Lógicas basadas en Marcos (Frame-based Logic FLogic) [13]. Una comparación exhaustiva respecto a estos dos lenguajes se encuentra en [8]. Como conclusión, las DL ofrecen mayor poder expresivo para formalizar relaciones y conceptos, en cambio FLogic se centra en la definición de estos últimos, en vez de relaciones. Como ventaja principal del uso de la lógica en la formalización (ya sea utilizando cualquiera de los dos lenguajes mencionados anteriormente) es el uso de razonadores tal como FACT [10] y RACER [7]. Estos poseen la capacidad de realizar inferencias para determinar por ejemplo relaciones de generalización/especialización entre conceptos y relaciones, reconocimiento de individuos, detección de inconsistencias (en algunos casos) y fortalecimiento de restricciones de cardinalidad [8]. De esta manera el proceso de integración de ontologías puede realizarse de forma semi-automática aprovechando éstas ventajas que provee el uso de las mismas.
- *El proceso de integración:* En general, los procesos de integración propuestos en la literatura proveen un conjunto de pasos para encontrar correspondencias útiles entre las fuentes de información. En particular cuando poseemos fuentes de información geográfica estos procesos varían ya que se deben considerar nuevos conceptos como objetos geográficos, granularidad, campos, relaciones cuantitativas y cualitativas, variaciones espacio-temporales, escalas, etc. Por ejemplo, si no se aplican mecanismos para analizar la granularidad [4] dos ontologías no poseerán elementos en común. Así, los procesos de integración deben adicionar técnicas que implementen soluciones para estas nuevas características.

Todos estos aspectos se deben analizar previamente de manera de que el proceso de integración que se inicie pueda evitar problemas comunes y realizar una definición de las ontologías correcta.

### 3. Conclusiones

En este trabajo se describieron los aspectos principales que deben considerarse al iniciar un proceso de integración de sistemas de información geográfica. Entre ellos se destaca el uso de ontologías formales como herramienta fundamental para mejorar y acelerar tanto el proceso en si mismo, como también la consistencia y veracidad de los resultados. A su vez, se analizaron las razones por las cuales la información geográfica necesita de una atención especial y de como las propuestas deben proveer nuevos mecanismos para hacerles frente. Igualmente todos estos aspectos dependerán en última instancia de las ontologías fuente. En la literatura existen miles de trabajos que utilizan las ontologías para diferentes problemas. Pero, aspectos como la evaluación de si están representando realmente el mundo real, o aspectos como calidad o completitud no son debidamente tenidos en cuenta. Un proceso de integración fallará o no proveerá resultados útiles si las ontologías en las cuales estan basados son de baja calidad.

Como trabajo futuro se propone continuar con este análisis de los aspectos principales a considerar antes de iniciar un proceso de integración de información geográfica. Es decir, se estudiarán las diferentes arquitecturas y procesos de integración utilizando ontologías propuestos en la literatura. Una vez que este estudio finalice, se propondrá la contrucción de una arquitectura que explote las ventajas y beneficios del uso de las ontologías y a su vez tenga en cuenta las particularidades de los sistemas de información geográficos. Luego partiendo de la misma se propondrá un proceso con sus métodos y técnicas que realicen la integración. Por último se deberá validar la viabilidad de la propuesta.

### Referencias

1. K. Aerts, K. Maesen, and A. van Rompaey. A practical example of semantic interoperability of large-scale topographic databases using semantic web technologies. In *Proceedings of the AGILE'06: 9th Conference on Geographic Information Science*, pages 35–42, Visegrád, Hungary, 2006.
2. F. Baader, D. Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi, and P. Patel-Schneider, editors. *The Description Logic Handbook - Theory, Implementation and Applications*. Cambridge University Press, 2003.
3. D. Fensel. *Ontologies: Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*. Springer-Verlag, 2nd edition edition, Berlin 2003.
4. F. Fonseca. *Ontology-driven Geographic Information Systems*. PhD thesis, University of Maine, 2001.
5. T. Gruber. Ontolingua: A mechanism to support portable ontologies. Technical Report KSL 91-66, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, Stanford, 1992.
6. T. Gruber. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199–220, 1993.
7. V. Haarslev and R. Moller. Racer system description. In P. Lambrix, A. Borgida, M. Lenzerini, R. Moller, and P. Patel-Schneider, editors, *Proceedings of the CEUR-WS International Workshop on Description Logics*, number 22, Linköping, Sweden, August 1999.

8. F. Hakimpour. *Using Ontologies to Resolve Semantic Heterogeneity for Integrating Spatial Database Schemata*. PhD thesis, Zurich University, 2003.
9. G.Ñ. Hess and C. Iochpe. Ontology-driven resolution of semantic heterogeneities in gdb conceptual schemas. In *Proceedings of the GEOINFO'04: VI Brazilian Symposium on GeoInformatics*, pages 247–263, Campos do Jordão, 2004.
10. I. Horrocks. The fact system. In H. de Swart, editor, *Automated Reasoning with Analytic Tableaux and Related Methods: International Conference Tableaux*, number 1397, pages 307–312, Berlin, May 1998. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag.
11. K. Janowicz. Extending semantic similarity measurement by thematic roles. In *Proceedings of the GeoS'05: First International Conference on GeoSpatial Semantics*, pages 137–152, Mexico City, Mexico, 2005. Springer Verlag.
12. M. Kavouras, M. Kokla M., and Tomai E. Comparing categories among geographic ontologies. *Computers & Geosciences, Special Issue, Geospatial Research in Europe: AGILE 2003*, 31(2):145–154, March 2003.
13. Michael Kifer, Georg Lausen, and James Wu. Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. *J. ACM*, 42(4):741–843, 1995.
14. Mark D. M., A. Skupin, and B. Smith. Features, objects, and other things: Ontological distinctions in the geographic domain. In Lecture Notes in Computer Science, editor, *Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science*, 2205, pages 488–502, Berlin, 2001. Berlin: Springer-Verlag.
15. M.A. Rodríguez and M.J. Egenhofer. Determining semantic similarity among entity classes from different ontologies. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 15(2):442–456, 2003.
16. M.A. Rodríguez and M.J. Egenhofer. Comparing geospatial entity classes: An asymmetric and context-dependent similarity measure. *International Journal of Geographical Information Science*, 18(3):229–256, 2004.
17. A. Schwering and M. Raubal. Spatial relations for semantic similarity measurement. In Lecture Notes in Computer Science, editor, *Proceedings of the ER'05 Perspectives in Conceptual Modeling*, 3770, pages 259–269. Springer Berlin/Heidelberg, 2005.
18. A. Sotnykova, C. Vangenot, N. Cullot, N. Bennacer, and M. Aufaure. Semantic mappings in description logics for spatio-temporal database schema integration. *Journal on Data Semantics III*, pages 143–167, 2005.
19. L. Stoimenov, A. Stanimirovic, and S. Djordjevic-Kajan. Discovering mappings between ontologies in semantic integration process. In *Proceedings of the AGILE'06: 9th Conference on Geographic Information Science*, pages 213–219, Visegrád, Hungary, 2006.
20. U. Visser. *Intelligent Information Integration for the Semantic Web*, volume 3159 of *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin - Heidelberg, 2004.
21. U. Visser and C. Schlieder. Modelling with ontologies. In *Proceedings of the Ontology and Modeling of Real Estate Transactions in European Juristictions*, Ashgate, 2002.

# INTERACCIÓN HOMBRE - COMPUTADORA HERRAMIENTAS CONCEPTUALES, METODOLÓGICAS Y TÉCNICAS

Mabel del V. SOSA, Isabel VELÁZQUEZ, Leda DIGIÓ

Departamento de Informática  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías  
Universidad Nacional de Santiago del Estero  
Avenida Belgrano (S) 1912, (4200), Santiago del Estero, Argentina.  
{litasosa, ldigió, kereyes}@unse.edu.ar

## RESUMEN

El proyecto que se describe forma parte del Programa de Investigación “Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada” actualmente en ejecución en la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). El subproyecto se centra en la Interacción Hombre-Computador (IHC) y tiene por finalidad diseñar, desarrollar y evaluar herramientas para contribuir a la obtención de Interfases de Usuario (IU) con características de usabilidad, accesibilidad y satisfacción de usuario. Para ello, es necesario alcanzar un mayor entendimiento de los modelos y paradigmas emergentes en el área y comprender la incidencia de los aspectos humanos y culturales en la construcción de las aplicaciones informáticas, en particular las IU.

Se prevé la transferencia y difusión de experiencias y resultados del proyecto mediante actividades formales y sistemáticas.

## 1. Introducción

En la actualidad, se ha generalizado el uso de las aplicaciones informáticas, las que son utilizadas por personas de diferentes contextos geográficos, sociales y culturales para satisfacer sus necesidades. En este sentido, la construcción de las aplicaciones informáticas debe estar *orientada al usuario* facilitándole el logro de sus objetivos de una manera óptima. En este sentido, se hace necesario no sólo tener en cuenta los requisitos del sistema, desde el punto de vista informático, sino también las necesidades concretas del usuario para que pueda hacer un uso fructífero de las mismas. Por tanto, hoy el reto no es fomentar o promover el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, sino conseguir que su uso sea lo más eficiente, eficaz y efectivo posible. Es por ello que el interés, tanto de la investigación académica como profesional, debería centrarse en lograr la satisfacción del usuario mediante la utilización de los sistemas interactivos de una manera accesible, fácilmente perceptible, flexible, simple e intuitiva, controlada por el mismo, etc..

Es así como adquiere especial relevancia la disciplina que aborda la interacción entre seres humanos y computadoras conocida como Interacción Hombre-Computador (IHC). La ACM define a la IHC como la disciplina relacionada con el diseño, la evaluación y la implementación de sistemas interactivos para el uso de seres humanos y el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado. [1,7,17]

La interacción entre personas y computadoras se realiza a través de un medio o *interfaz*. Esta interfaz es un entorno de aproximación que refleja las propiedades físicas de los que interactúan, las funciones a realizar y las actividades de regulación y control [15]. Expresado de otra manera, es el punto en el que seres humanos y las computadoras se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos, como sensaciones, intuiciones y nuevas maneras de ver las cosas [16]. La interfaz forma parte de un entorno cultural, físico y social y, por tanto, existen una serie de factores que deben tenerse en cuenta en el momento de construirlas. [3,4]

La disciplina de la IHC es relativamente nueva, surge como un campo entrelazado de diferentes áreas disciplinares: Psicología, Sociología, Diseño Gráfico, Ergonomía, Ingeniería Industrial e Informática. Sin embargo, la IHC ha encontrado su lugar dentro de la Informática, donde ha experimentado un gran desarrollo debido a diversos factores, entre ellos, la enorme difusión de las computadoras personales, el desarrollo interfaces gráficas de usuario cada vez más perfeccionadas y la utilización de metáforas. Todo esto proporciona al usuario un contexto familiar que le evita la necesidad de aprender y utilizar conceptos puramente informáticos.

Para la construcción de sistemas interactivos se utiliza el diseño orientado o centrado en el usuario cuyo principal objetivo es diseñar sistemas con características especiales tales como la usabilidad y la accesibilidad. [9,10,17,19,20]

La *usabilidad* se entiende como la facilidad de aprendizaje del funcionamiento, la eficiencia en el uso, un mínimo tiempo para recordar el funcionamiento, la satisfacción del usuario al utilizar el sistema; y la *accesibilidad* se entiende como la capacidad del sistema de poder ser utilizado eficientemente por personas con distintas características físicas, intelectuales y culturales.

La usabilidad de los sistemas software se ha convertido en un tema de gran relevancia en la industria del software. En general, se observa una separación entre los modelos de diseño orientados al usuario y las técnicas que se utilizan para medir el grado de usabilidad de los sistemas software ya que, la mayoría de las técnicas de medición se orientan al producto terminado sin tener en cuenta el proceso de construcción. [21,23,24]

Específicamente, los objetivos de la IHC son desarrollar o mejorar la seguridad, utilidad, efectividad, eficiencia y usabilidad de los sistemas interactivos. Cuando se habla de sistemas interactivos no se hace referencia sólo al hardware y al software, sino también a todo el entorno físico, social y cultural involucrados en la interacción.

Para desarrollar sistemas interactivos de calidad, es decir, conseguir que la interacción sea eficiente, efectiva y segura, tanto a nivel individual como grupal, se necesita comprender que no son suficientes los aspectos meramente tecnológicos sino que se deben incluir factores psicológicos, ergonómicos, organizativos y sociales, que determinan cómo trabaja la gente y cómo hace uso de las computadoras.

## **2. SOBRE EL PROYECTO**

### **2.1. Características Generales**

El presente proyecto de investigación y desarrollo fue aprobado por evaluadores externos del Banco de Evaluadores de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Cultura de la República Argentina y subvencionado por el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICYT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Argentina. Este proyecto se inicia en Enero de 2006 y su fecha de finalización es Diciembre de 2008. Se incorpora al Programa de Incentivos de la República Argentina en Marzo de 2006, con el Código de Proyecto N° 23/C062. El proyecto es de carácter interinstitucional integrado por la UNSE y la Universidad Autónoma de Madrid (UPM), España, e interdisciplinar con profesionales de la Ingeniería del Software y de Ciencias de la Educación. El proyecto se desarrolla en el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, recibiendo colaboración de la Universidad Autónoma de Madrid a través del asesoramiento de la Dra. Silvia Acuña. La directora del proyecto MSc Graciela Barchini (UNSE) y la Dra. Silvia Acuña (UAM) han dirigido y coordinado proyectos tales como el Proyecto Código 23/C051, subvencionado por CICYT-UNSE, el Proyecto Código PICT 98 N° 08-04201, subvencionado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica-Fondo Nacional para Ciencia y Tecnología de la Republica Argentina; ambos proyectos con evaluación final satisfactoria, y a partir de los cuales se pretende seguir trabajando en estrecha cooperación a fin de sustentar, profundizar y consolidar la línea de trabajo aquí propuesta.

### **2.2. Objetivos del proyecto**

Los objetivos generales del presente proyecto son:

- Alcanzar una mayor comprensión de la incidencia de los aspectos humanos en el desarrollo de los sistemas interactivos.
- Fomentar la creación de nuevos ambientes de trabajo, aprendizaje y entretenimiento basados en paradigmas de interacción emergentes.
- Diseñar herramientas para medir la calidad de los sistemas interactivos centrándose en la IU y sus atributos de calidad, tales como usabilidad, accesibilidad y satisfacción del usuario.
- Realizar aportes metodológicos y técnicos en el área de la IHC.

Los objetivos específicos previstos para un período de tres años son los siguientes:

- Realizar propuestas y/o mejoras de las técnicas de modelado, representación y desarrollo de IU.
- Realizar propuestas metodológicas y técnicas de desarrollo de IU en paradigmas de interacción emergentes (Hipermedia, Web, realidad virtual, realidad aumentada, computación ubicua).
- Elaborar un modelo conceptual que integre teorías cognitivas y de aprendizaje para el diseño de interfaz de usuario.
- Diseñar, desarrollar y evaluar prototipos de interfaz de usuario para diferentes áreas de aplicación.
- Diseñar y desarrollar herramientas para evaluar la calidad de la IU de los sistemas interactivos.

Se ha elaborado un modelo conceptual que permite describir y comprender los aspectos y procesos claves en el abordaje y desarrollo del proyecto. El modelo conceptual del proyecto se muestra en la figura 1.

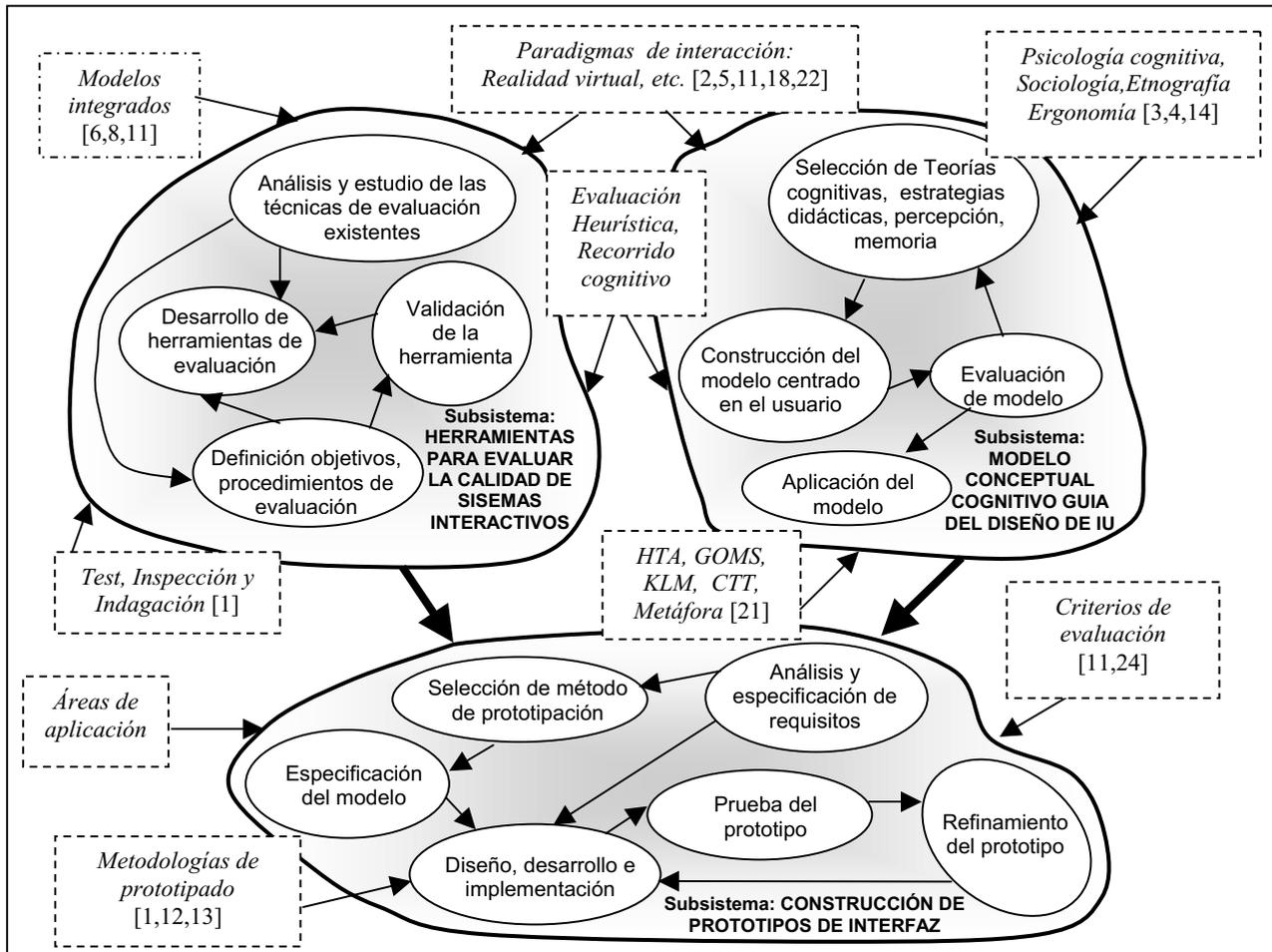


Figura 1. Modelo Conceptual del proyecto Interacción Hombre-Computadora

## 2.3 Estado del Proyecto

El proyecto se encuentra en su estado inicial, sin embargo se han realizado las actividades planificadas para el primer año, las que se presentan a continuación:

### 1. ESTUDIO Y ANÁLISIS EXPLORATORIO

**Objetivo:** Determinar el estado actual de la IHC y las relaciones con otras áreas de la Informática Teórica, Aplicada y disciplinas relacionadas (sicología cognitiva, sociología, etnografía, ergonomía, etc.).

**Descripción:** En esta etapa, a partir de una exploración documental, se ha realizado un análisis y estudio de los temas siguientes:

- La disciplina IHC; la interdisciplinariedad de la IHC; principios de la usabilidad y accesibilidad.
- Modelos de proceso software orientados a la usabilidad (DUTCH, Escenarios, Modelo de Proceso de Usabilidad Pervasiva, etc.).
- Técnicas para el desarrollo de interfaces usables: Prototipado, Análisis etnográfico, Perfil del Entorno, HTA, GOMS, KLM, CTT, Metáfora, etc.).
- Herramientas de evaluación: (Inspección Heurística, Recorrido Cognitivo, Focus Group, Logging).

## **2. ELABORAR UN MODELO CONCEPTUAL QUE INCLUYA TEORÍAS COGNITIVAS Y DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO**

**Objetivo:** Desarrollar un modelo conceptual que sirva de guía en las distintas fases de desarrollo de interfaz de los sistemas interactivos.

En esta etapa se realizan las siguientes actividades: Análisis de algunas teorías, métodos y estrategias cognitivas y didácticas que pueden ser consideradas en la definición de la interacción hombre-computador. Para completar esta etapa se especificará y definirá los aspectos relevantes para la construcción de un modelo mental y conceptual que guíe el desarrollo de IU. Además se considerarán cuestiones sobre formas de cognición individual y distribuida y finalmente se determinará algún modelo para representar la construcción del conocimiento. Para comprobar la validez de los modelos se aplicarán los mismos en un dominio específico.

## **3. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LOS SIN**

**Objetivo:** Diseñar una herramienta para la medición de los atributos de calidad centrados en la usabilidad y accesibilidad entre otros.

En esta etapa se realiza un análisis y estudio de las diferentes técnicas de evaluación de interfaz de los sistemas interactivos, considerando principalmente atributos de usabilidad, accesibilidad y satisfacción del usuario. Se clasifican las técnicas de acuerdo a objetivos, características y alcances de cada una.

La siguiente tarea a realizar es una propuesta para mejorar alguna de las herramientas consideradas, para lo cual se determinarán las actividades de evaluación, los elementos de medición, y definir la forma de validar empíricamente la herramienta obtenida, y por último, se realizará el procesamiento de datos experimentales, análisis e interpretación de resultados.

## **4. CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS DE INTERFAZ DE USUARIO PARA DIFERENTES ÁREAS DE APLICACIÓN**

**Objetivo:** En esta etapa se especifican los requisitos de los modelos desarrollados en las etapas anteriores. Se realiza el diseño lógico y físico del prototipo, posteriormente mediante refinamientos sucesivos se verifica si cumplen con las necesidades consideradas (requisitos).

Para el cumplimiento de esta etapa se realizarán las actividades siguientes: Diseño, desarrollo, prueba e implementación del prototipo en un ámbito seleccionado para tal fin.

### **2.4 Resultados del Proyecto**

Si bien el presente proyecto es un proyecto nuevo, se resaltan los principales apoyos logrados en el tema con anterioridad a esta presentación y las publicaciones realizadas.

#### **Apoyo Logrado**

- Código de Proyecto N°: 23/C044, CICyT-UNSE, incorporado al Programa de Incentivos en Enero de 2003 hasta 31 de Diciembre de 2005. Título del Proyecto: “Estudio Sistemático de Impactos y Derivaciones Metodológicas-Técnicas de la Informática Aplicada (bio-psico-socio-tecno-cultural)”. Directora: MSc. Graciela Barchini. Resultado de las evaluaciones 2003, 2004, 2005: Satisfactorio.
- Código de Proyecto N°: 23/C051, CICyT-UNSE, incorporado al Programa de Incentivos en Enero de 2004 hasta 31 de Diciembre de 2005. Título del Proyecto: “Gestión Integrada de las Organizaciones: Modelización de las

Capacidades Humanas en los Procesos de Software”. Directora: Dra. Silvia T. Acuña. Resultado de las evaluaciones 2004, 2005: Satisfactorio.

### Publicaciones realizadas

- Velázquez, M. Sosa, R. Zarco, “La Potencialidad Cognitiva de los Software Educativos Diseñados desde el Enfoque de la Usabilidad. V Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE)- CACIC 2006. San Luis, Argentina, Octubre de 2006
- M. Sosa, I. Velázquez, R. Zarco, “Modelo de Soporte para el Trabajo y Aprendizaje Colaborativo de Grupos de Investigación”. V Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE)- CACIC 2006. San Luis, Argentina, Octubre de 2006
- Velázquez, C. Silva, “Web Docente para Fortalecer la Enseñanza en las Carreras de Ingeniería”. II Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. Catamarca, Argentina. Octubre de 2006
- M. Sosa, I. Velázquez, “Desarrollo de Recursos de Software Usables para Mejorar el Proceso Didáctico”. 1era Reunión Educativa Internacional Virtual de Modalidades Alternativas. México, Noviembre de 2006

### REFERENCIAS

1. Abascal, J. (2002). Introducción a la Interacción Persona-Ordenador, Capítulo 7 dedicado a la Accesibilidad. Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO.
2. Abascal, J. (2003). Accesibilidad a Interfaces Móviles para Computación Ubicua Relativa al Contexto. Tendencias actuales en la IPO: accesibilidad, adaptabilidad y nuevos paradigmas. XIII Escuela de Verano Univ. Castilla-La Mancha.
3. Cañas, J.J.; Waern, Y. (2001). Ergonomía Cognitiva: Aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información. Editorial Médica Panamericana.
4. Card S.K., Moran, T.P. y Newell, A. (1993). The Psychology of human computer interaction. Lawrence Erlbaum Associates.
5. Carroll, J. (2000). Making use: Scenario-based design of human-computer interactions. MIT Press.
6. Constantine, L. L.; Windl, H. (2003). Usage-Centered Design: Scalability and Integration with Software Engineering. Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1). Lawrence Erlbaum Associates.
7. Dix, A. ; Finlay, J. ; Abowd, G. ; Beale R. (2004). Human-Computer Interaction. Pearson Education Ltd. (3rd edition).
8. Florins, M. Y Vanderdonckt, J. (2004). Gracefull degradation of user interfaces as a design meted for multiplatform system. Proceedings of IUI'04. ACM Press.
9. Granollers, T.; Lorés, J.; Perdrix F. (2003). Usability Engineering Process Model. Integration with Software Engineering. Proceedings of HCI International 2003. Creta (Grecia).
10. Hix, D.; Harston, H. Rex. (1993). Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process. John Wiley and Sons.
11. ISO 9241-11:1998 Information Technology- Ergonomic requierings for office work with visual display terminals (VDTs)- Guidance on usability
12. Janssen C. (1993). Generating user interfaces from Models and dialog net specifications. In-. Bridges between worlds. Proceeding Inter CHI'938 Amsterdam,. New York. ACM Press. 1993, 418-423
13. Johnson P., Jonson H., Wilson S. (1995). Rapid prototyping of user interfaces driven by task models. In: Carroll (ed.) Scenario-Based design. London. John Wiley & Son.
14. Jordan B. (1996). Ethnographic workplace studies and CSCW. In Shapiro, D. Tauber, M.J.; Traunmueller, R. (eds.):The design of computer suppertter cooperative workand groupware system. North Holland, Amsterdam.
15. Laurel B. (1990). The art of human-computer interaction. Addison-Wesley, Reading, MA
16. Lorés, J. et al. (2002). Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO.
17. Mayhew, D.J. (1999). The Usability Engineering Lifecycle: A practitioner's Handbook for User Interface Design. Morgan Kaufman.
18. Myers, B. A. (1995). User interface Software tools. ACM Transactions on Computer-Human Interaction 2, 1, 64-103.
19. Nielsen, J. (2002). Top Ten Guidelines for Homepage Usability. Disponible en: <http://www.useit.com/alertbox/20020512.html>
20. Nielsen, J. (2003). PR on Websites: Increasing Usability. March, 2003 Jakob Nielsen's Alertbox. Disponible en: <http://www.useit.com/alertbox/20030310.html>.
21. Paternó F. (2000). Model-based design and evaluation of interactive application. Springer-Verlag.
22. Weiser, M. (1998). The future of ubiquitous computing on campus, comm. ACM 41-1.
23. Wixon, D.; Wilson, C. (1997). The usability engineering framework for product design and evaluation. In Helander, M.G.; Landauer, T.K.; Prabhu, P.V. (ed.), Handbook of human-computer interaction. 2nd ed. Amsterdam, The Netherlands: North-Holland.
24. Zülch, G.; Stowasser, S. (2000). Usability Evaluation of User Interfaces with the Computer-aided Evaluation Tool PROKUS. MMI-Interaktiv, Nr. 3, ISSN 1439-7854.

# LabAssistant: beneficios del uso de un lenguaje reflexivo en un sistema adaptable por el usuario

Gustavo Wolfmann

LIDeS - Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Software  
Fac. Cs. Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba  
Córdoba - Argentina - Te/Fax +(54 351) 4334409 / 4334136  
*gwolfmann@efn.uncor.edu*

## Resumen

LabAssistant es un proyecto de desarrollo de software para los laboratorios de ensayos científicos destinado a sistematizar la información de los ensayos que realizan. Al ser un sistema de alcance general para todo el sector, se impone poder configurar la cantidad y calidad de los atributos de información a registrar por cada tipo de ensayo. A partir de un diseño con un número fijo de clases semidefinidas, se decidió implementar en smalltalk ya que posee capacidades reflexivas avanzadas y ausencia de tipado explícito. Estas propiedades facilitan el desarrollo y la mantenibilidad de la aplicación en comparación con una implementación hecha en un lenguaje que carezca de ellas, al posibilitar un código homogéneo respecto de los atributos predefinidos y los configurados y facilitar el testing de la aplicación.

## 1. Introducción

El proyecto LabAssistant surge a partir de una convocatoria de la Agencia Córdoba Ciencia destinado al desarrollo de proyectos de software. Tiene como finalidad la sistematización de la información de ensayos practicados por los laboratorios científicos. Es un proyecto de desarrollo de alcance general para todo el sector, por cuanto debe poseer capacidad de almacenar información de numerosos tipos de ensayos, tan variados como por ejemplo, los ensayos de resistencia de materiales, poder germinativo de semillas o propiedades eléctricas de artefactos de uso doméstico.

Existen laboratorios de gran envergadura que poseen sistemas adecuados a sus requerimientos, pero la gran mayoría no poseen sistemas que permitan sistematizar la información de los ensayos; más bien trabajan con planillas o pequeñas bases de datos sin una visión sistémica de la información. Sin embargo, esta última es de vital trascendencia si el laboratorio quiere certificar normas ISO, sobre todo en lo referido a la trazabilidad y resguardo de la información respaldatoria de las certificaciones que extienden. Por tanto, el objetivo del proyecto es desarrollar un sistema que permita cubrir esas necesidades.

Cada tipo de ensayo posee un protocolo particular, por el cual se deben cumplir el procedimiento, las etapas y las pautas de información prescriptas. Es un sistema inherentemente adaptable a cada usuario, donde se debe poder configurar para cada tipo de ensayo, la secuencia de etapas a desarrollar, y para cada una de estas, una serie abierta de atributos de información, tanto en su cantidad como al tipo de dato a contener.

## 2. Metodología de relevamiento y diseño

El relevamiento de los requerimientos se practicó en tres laboratorios de la Universidad Nacional de Córdoba, se siguió la metodología de entrevistas abiertas para recabar información de los tipos de ensayos practicados en cada uno de ellos y se analizó la documentación utilizada para la realización de los ensayos, tanto en formato físico como electrónico. Finalmente se volcó lo relevado en un documento de Léxico Extendido de Lenguaje (LEL) [HKOdPL97] y otro de Casos de Uso para cada laboratorio. Se resumieron los requerimientos de software de los tres laboratorios en un único documento de requerimiento de software, basándose en la metodología de Object Behaviour Analysis, de K. Rubin y A. Goldberg [RG92], con facilidades de trazabilidad de los requerimientos a los casos de uso respectivos.

A partir de los requerimientos se realizó el diseño conceptual de los componentes del sistema. Se definieron las entidades conceptuales intervinientes en el mismo y las relaciones entre ellos, lo cual puede verse en el diagrama conceptual de la figura 1. En él están expresadas todas las entidades que intervienen en el sistema sin detallar los atributos de información que cada una de ellas poseen.

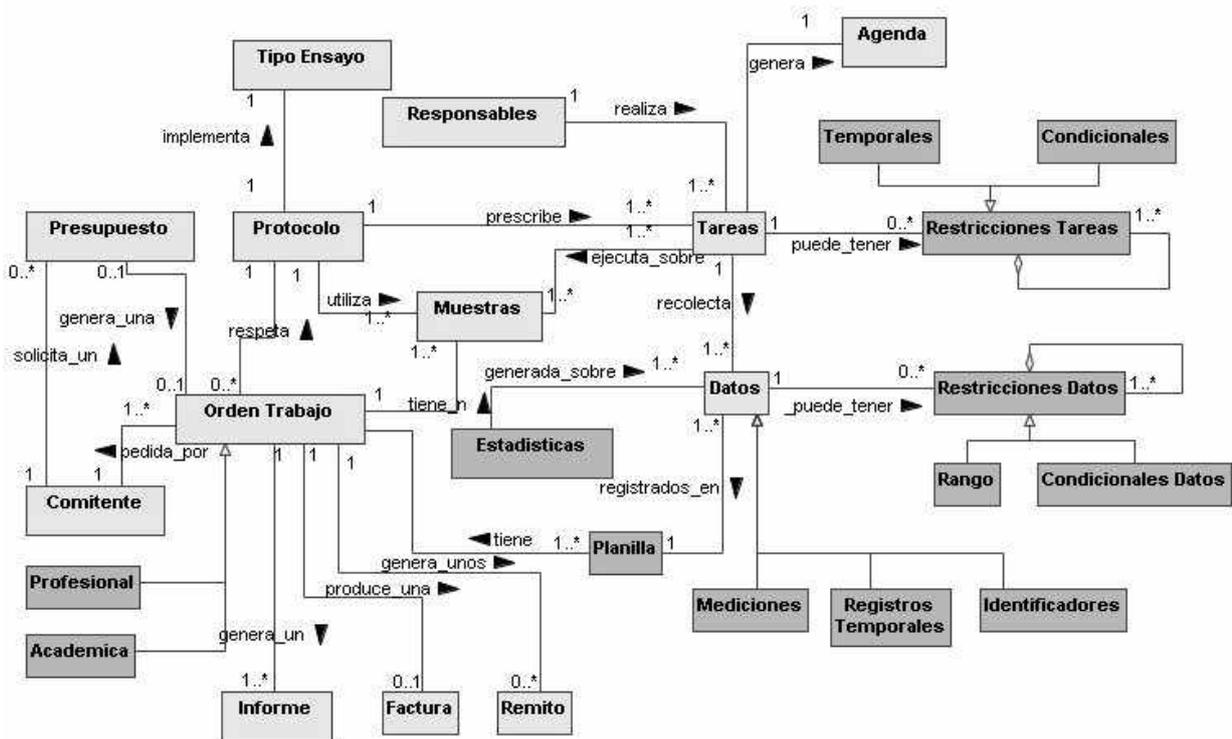


Figura 1: Diagrama Conceptual del dominio relevado

El sistema provee una clase para casi todas las entidades conceptuales existentes, de forma tal que existe una relación biunívoca entre entidades conceptuales y clases implementadas. En este sentido decimos que el sistema se configura a partir de clases semi-definidas: las clases del sistema están predefinidas, como así también los atributos que son comunes a todas las configuraciones del sistema, quedando a cargo del usuario final definir para cada clase, cuales son los atributos que son propios de sus requerimientos. Este diseño está basado en una variación de Hruby [Hru05] respecto de construir una aplicación derivando clases a partir de una ontología, ya que este autor plantea el caso

de la generación de una familia de aplicaciones, no una aplicación configurable por el usuario como es nuestro caso. Otra diferencia con dicho autor es que él configura los requerimientos específicos de una aplicación por intermedio de aspectos, los cuales necesita tener perfectamente predefinidos al momento de ensamblar la aplicación. En nuestro caso, desconocemos cuales son dichos requerimientos específicos, ya que solo fueron relevados tres de todos los laboratorios posibles.

### 3. Decisiones de implementación

El tipo de sistema planteado podría haber sido implementado como una familia de sistemas, donde el equipo de desarrollo configura la aplicación específica a cada laboratorio, o bien con una estrategia de autogeneración del usuario final, donde este sea el encargado de configurar los parámetros de generación de la aplicación, y además deba compilarla e instalarla en sus equipos. Ninguna de las dos opciones resultaron ser viables, ya que en el primer caso se plantearía una dependencia extrema del usuario con el equipo de desarrollo, y tampoco resulta viable la segunda, ya que el usuario final debería estar capacitado para poder generar su propia aplicación, cosa muy poco frecuente de hallar dentro del personal de un laboratorio. Es por esto que el sistema debe venir ya compilado y debe ser instalado y adaptado in-situ por cada usuario lo más sencillamente posible.

Por otro lado, la gran mayoría de estos laboratorios no poseen más que unas pocas computadoras conectadas en una red local, lo que resta sustento a soluciones del tipo *web-enabled* con un servidor dedicado y con motores independientes de base de datos, volcando la balanza hacia una aplicación del tipo *stand-alone*.

Las características del sistema imponen el uso de algún tipo de metaprogramación para poder llevar adelante la aplicación. P. Maes [Maes87] señala una distinción entre una meta-arquitectura y una arquitectura reflexiva: la primera da un acceso estático a la representación de un sistema computacional mientras que la segunda da un acceso dinámico, a lo cual Demers y Malenfant [DM95] agregan que los cambios que se pueden realizar en una meta-arquitectura son previos a la ejecución del programa, mientras que en una arquitectura reflexiva son en *run-time*. La *auto-inspección* es derivada de la primera y la *auto-adaptación* de la segunda. Solo algunos lenguajes de programación poseen la primera y muchos menos la segunda, pero ambas suelen aludirse como características reflexivas de un lenguaje.

Llevando estos conceptos reflexivos al nivel de los lenguajes orientados a objetos la *auto-inspección* hace referencia a la capacidad de un objeto de informar a otros cuales son los mensajes que es capaz de responder mientras la *auto-adaptación*, a más de lo anterior, permite modificar en *run-time* los mensajes que es capaz de responder. Es decir, se pueden agregar, eliminar y modificar los mensajes que una instancia de una clase responderá en tiempo de ejecución.

La decisión del lenguaje de implementación cayó finalmente sobre smalltalk (versión Visualworks), por sus características de ausencia de tipado explícito, reflexividad tanto en lo referido a la *auto-inspección* como a la *auto-adaptación*, capacidad de generar una aplicación *stand-alone* fácilmente instalable, disponibilidad de herramientas para el diseño de la interface con el usuario y para la persistencia de los datos, pero fundamentalmente gravitó sus características reflexivas.

La configuración que el sistema le permite definir al usuario final para adaptarlo a sus necesidades, es leída por un proceso de *start-up* del sistema que determina cuales son los atributos que serán necesarios agregar a cada clase semidefinida, y su tipo de información.

De esta forma, por cada atributo agregado por el usuario en una clase, se generan dos cambios en esta, a saber, agregarlo como variable de instancia de la clase y generar de sus respectivos métodos accesores. La *auto-adaptación* de smalltalk permite hacer esto en forma directa sobre una clase, de forma tal que luego de concluido este proceso de *start-up*, no existe ninguna diferencia en como referenciar los atributos predefinidos de los definidos en *run-time* por el sistema.

Pongamos un ejemplo: la clase Orden de Trabajo tiene atributos como número, fecha, comitente y otros más que son comunes a toda la familia de configuraciones, por lo que el sistema los trae ya predefinidos, ahorrando tiempo al usuario final. Sin embargo, puede ser que el atributo “cantidad de muestras” sea necesario en algunos casos, por cuanto, quien lo requiera, deberá agregarlo en la configuración de su sistema. Supongamos que llamamos internamente a este atributo como *num\_muest*. Luego del proceso de *start-up*, cualquier objeto instancia de la clase orden de trabajo tendrá un método *num\_muest* y *num\_muest*: que sean accesores a la variable de instancia *num\_muest*, de manera similar a los métodos predefinidos como *num\_orden*, *fecha*, etc.

## 4. Beneficios obtenidos

La capacidad de *auto-adaptación* de smalltalk nos permite tratar de idéntica forma los atributos predefinidos como los configurados por el usuario. Esto resulta en una ganancia a la hora de la codificación ya que no hay condiciones especiales según sea el origen del atributo por lo que el tratamiento de la persistencia, la generación de formularios y los reportes, es codificado de forma homogénea respecto del origen de los atributos. La ausencia de tipado explícito y la *auto-inspección* es particularmente beneficiosa en la generación de reportes: basta con consultar cuales son los atributos de tipo numérico existentes para una clase dada, y luego generar reportes y estadísticas utilizando estos atributos como mensajes a cada instancia.

Implementar este sistema en un lenguaje con tipado explícito y sin *auto-adaptación* hubiera generado una solución con un diseño complejo de clases; además los atributos configurables por el usuario se deberían implementar en una colección de éstos, y sus métodos accesores no existirían, más bien serían reemplazados por un método accesor general que tomaría como parámetro el nombre del atributo deseado, lo que generaría una diferenciación en el tratamiento de los atributos predefinidos respecto de los definidos por el usuario, obteniéndose un código “sucio”. La presencia del tipado explícito provocaría la necesidad de *castings* en los atributos numéricos a la hora de las estadísticas en los reportes. Ambas consecuencias son particularmente peligrosas en el testing y *runtime* del sistema: en razón de que los atributos definibles no actúan como atributos directos de una instancia en particular, sino que son manejados indirectamente, un error de codificación en un *casting*, o en un nombre de un atributo en el código de persistencia, provocarían errores muy difíciles de detectar. Poco sentido tiene además utilizar *castings* en lenguajes con tipado explícito ya que se burla el principal argumento de este tipo de lenguajes: la inexistencia de la posibilidad de invocar métodos no comprendidos por el objeto.

## 5. Conclusiones

En un sistema de las características como el planteado, es altamente recomendable codificar la aplicación con un lenguaje sin tipado explícito y con características de refle-

xividad avanzadas. Un punto en contra de esta elección suele ser la falta de capacitación de los programadores en lenguajes de estas características. Lamentablemente los fondos disponibles para este proyecto no han sido suficientes para poder desarrollar dos implementaciones en paralelo, usando ambos tipos de lenguajes y así poder hacer un estudio comparativo de las soluciones con observaciones reales de los tiempos e inconvenientes hallados. Pero acumulando la experiencia actual a las previas en desarrollos de sistemas, estimamos que el costo de la capacitación en smalltalk se paga en un ahorro en tiempos y costos de programación, facilidades de mantenibilidad del sistema y seguridad de que en el código no surgirán sorpresas ocultas causadas por los *castings*.

Este proyecto está soportado financieramente por al Agencia Córdoba Ciencia, y estará disponible bajo la modalidad de software libre para la comunidad. El grado de avance del mismo al momento de este escrito es el desarrollo de un prototipo específico para uno de los laboratorios relevados, almacenando su configuración en archivos XML. Puede consultarse en <http://lides.efn.uncor.edu/labassistant>.

## Referencias

- [DM95] F. Demers and J. Malenfant. Reflection in logic, functional and object-oriented programming: a short comparative study. In *IJCAI '95 Workshop on Reflection and Metalevel Architectures and their Applications in AI*, August 1995.
- [HKOdPL97] G. Hadad, G. Kaplan, A. Oliveros, and J. Sampaio do Prado Leite. Construcción de escenarios a partir del léxico extendido del lenguaje. In *Proceedings SoST97- 26 JAIIO, Sociedad Argentina de Informática y Comunicaciones*, Abril 1997.
- [Hru05] Pavel Hruby. Ontology-based domain-driven design. In *OOPSLA Workshop on Best Practices for Model-Driven Software Development*, October 2005.
- [Mae87] P. Maes. *Computational Reflection*. PhD thesis, Vrije Universiteit Brussel, 1987.
- [RG92] Kenneth Rubin and Adele Goldberg. Object behavior analysis. *Communications of the ACM*, September 1992, Vol 35, No 9 1992.

# Lenguajes de Modelado de Reglas de Negocio y la Web Semántica

Marcelo P. Amaolo

mamaolo@uncoma.edu.ar

DEPTO. CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN - FA.E.A.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Buenos Aires 1400, (8300) Neuquén, Argentina

25 de Marzo de 2007

## 1. Introducción

En los últimos años, el World Wide Web Consortium (W3C) ha desplegado esfuerzos hacia una estandarización de la Web Semántica, con el objetivo de diseñar estándares técnicos que permitan la inclusión de metadatos en la Web, para proveer la representación de los datos con semántica suficiente para permitir la automatización de procesos que manipulan información. Estos estándares principalmente se han focalizado en la representación de la información que pueda ser leída e interpretada por de las computadoras.

Por otro lado, desde el mundo de la empresa y los negocios, se han desarrollado esfuerzos para perfeccionar la formulación de reglas que permitan mejorar el conocimiento de la lógica del negocio. Muchos de estos esfuerzos se han concentrado en el estudio y desarrollo de métodos para expresar reglas de negocio como representación del conocimiento de la administración de las empresas.

La comunidad de la Web Semántica y la comunidad de las Reglas de Negocio tienen raíces comunes y ambas comunidades actualmente trabajan sobre objetivos similares, si bien cada una de ellas lo hace a partir de antecedentes diferentes [SG06].

Por un lado, la comunidad de Reglas de Negocio aporta la experiencia práctica de los empresarios y consultores de negocios, mientras que la comunidad de la Web Semántica, más orientada a la investigación y presente en los ámbitos académicos, aporta principalmente su visión científica y el bagaje formal.

Difieren principalmente en la audiencia objetivo, ya que la mejora en la comunicación entre las personas es el principal objetivo de la comunidad de reglas de negocio, mientras que la mejora en la comunicación entre las máquinas es el objetivo de la comunidad de la web semántica.

Este trabajo de investigación se basa en el estudio de ambos esfuerzos con el objetivo de analizar los lenguajes formales de especificación de reglas en general y de intercambio de reglas de negocio en particular en el contexto de la Web Semántica.

En los siguientes párrafos se presentará brevemente algunos aspectos de la Web Semántica, de las Reglas de Negocios y de la representación de reglas en ambas comunidades.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Web Semántica

La Web Semántica es una extensión de la actual web en la cual tanto los datos como su definición semántica puede ser procesada por las personas y por aplicaciones en una computadora [Ber01].

Actualmente las computadoras no pueden acceder fácilmente a la información almacenada en la Web, ya que esa información ha sido diseñada especialmente para el consumo humano. La mayoría de los metadatos (por ejemplo, en HTML) que describen los documentos Web permiten mejorar la forma en que se presenta esa información en un navegador, pero brindan pocos elementos que permiten que una computadora sea capaz de comprender su contenido.

La Web Semántica intenta mejorar esta situación significativamente. La idea es redefinir la actual web incrementalmente, incorporando en los documentos que hoy pueblan la web, marcas semánticas, interpretables para las computadoras. Estas marcas proveerán más información asociada a los conceptos que tratan estos documentos y la relación que pueda establecerse entre esos conceptos. Las implicaciones del agregado de tal información semántica vinculada a los conceptos de los datos llegan mucho más allá de la web, ya que per-

mitiría virtualmente afectar todos los datos que se manipulan hoy día, y la futura interoperabilidad de sistemas, posibilitará las máquinas logren nuevos niveles de automatización.

La próxima generación de la web combinará las tecnologías de web hoy existentes con los formalismos de la representación de conocimiento como base para proveer una infraestructura que permita que los datos sean procesados, encontrados y filtrados más efectivamente en la web. Un conjunto de nuevos lenguajes, en una arquitectura por capas [Ber00] permitirá a las personas y las aplicaciones escribir y compartir información de forma que las computadoras puedan leerlas, y permitirá el desarrollo de una nueva generación de tecnologías y herramientas.

## 2.2. Ontologías e Interoperabilidad

La focalización de las investigaciones en la interacción entre máquinas que propone la web semántica la hace un excelente candidato para resolver problemas de integración de larga data en las arquitecturas empresariales. La web semántica proveerá de **mayor y mejor sentido** los datos de las aplicaciones de software que mejorarán la interoperabilidad entre las aplicaciones de las empresas [SG06].

La web semántica define su semántica de datos a través de ontologías. Las ontologías son modelos que representan un abstracción del dominio de manera formal, de modo tal que varias partes son capaces de coincidir en la abstracción y reuso del modelo para sus propias aplicaciones. Esta última condición fuerza a que las ontologías se representen en algún lenguaje formal, para que sea posible realizar distinciones significativas, detalladas, precisas y coherentes de su información [HVD03].

La semántica de las relaciones se define con un lenguaje de ontología y el poder expresivo del lenguaje se determina por el poder expresivo de las relaciones predefinidas, y eventualmente, otras formas de representación del conocimiento que ese lenguaje permita.

Las aplicaciones que compartan este modelo de ontología pueden entonces intercambiar información, aunque no tengan conocimiento a priori de la existencia de otras aplicaciones. Estas aplicaciones, llamadas *agentes inteligentes* modelan su comportamiento a través de reglas que pueden definirse utilizando el modelo de ontología y cuando el lenguaje lo permite (al incluir reglas), directa-

mente sobre el propio modelo.

El lenguaje de ontologías **OWL**, estandar recomendado por W3C para la Web Semántica [MvH04], es poderoso en expresión y complejo en cómputo. OWL, más una familia de lenguajes que un lenguaje, consiste de tres sublenguajes que proveen un expresividad incremental con propiedades computacionales diferentes:

- **OWL Lite** provee jerarquías de clasificación y restricciones muy simples. Es equivalente a la Lógica de Descripción **SHIF**(D), que es de tiempo exponencial para el peor caso [Hor03]. OWL Lite puede considerarse como una versión simplificada de OWL DL.
- **OWL DL** provee el máximo poder expresivo sin perder decibilidad y completitud computacional. OWL DL tiene correspondencia con la Lógica de Descripción **SHOIN**(D), que es de tiempo exponencial no determinístico para el peor caso [Hor03].
- **OWL Full** ofrece el máximo nivel de expresividad sin garantías de computabilidad [Hor03].

Actualmente se continúa investigando en la especificación de lenguajes para la representación de ontologías, debido a las críticas de las que es objeto OWL. Específicamente algunas de sus limitaciones se producen debido a los problemas del lenguaje RDF, su construcción monolítica, problemas de tratabilidad, etc. [Hor03]

Sobre estos lenguajes de ontologías aparecen las reglas y la lógica para agregar comportamiento a las aplicaciones [AvH04].

## 2.3. Reglas en la Web Semántica

Las reglas y los Sistemas de Reglas constituyen una de las principales áreas de investigación con mayor crecimiento en la Web Semántica. Por un lado, las reglas pueden especificar conocimiento declarativo en lenguajes de ontologías, expresando restricciones o transformaciones, junto o como alternativa a las lógicas de descripción. Por otro lado, las reglas pueden especificar conocimiento del comportamiento, fijando políticas o esquemas reactivos frente a eventos o cambios.

Se han presentado significativos progresos en varios aspectos del uso de reglas en la web semántica en los últimos años. Este progreso incluye desarrollos prometedores en la formalización de la representación semántica subyacente así como en en

la integración de reglas con ontologías, traducción entre sistemas de reglas comerciales heterogéneos, desarrollo de herramientas de código abierto para la interoperabilidad y generación de inferencias desde ontologías, propuestas de estándares, etc.

Esfuerzos como RuleML [Har06], ORL [Hor05], SWRL [HPSB<sup>+</sup>04], Semantic Web Service Framework [dB05] y RIF W3C, otras propuestas para servicios web basados en reglas, y otras aplicaciones exploratorias sobre otros e-servicios se enmarcan en la creencia de que la integración de lenguajes de reglas a la Web Semántica es un proceso prometedor todavía en investigación.

Se continúa la discusión de la base lógica sobre la cual debería estar montado el desarrollo de lenguajes que permiten modelar reglas [PS05], desde la inclusión completa de la Lógica de Primer Orden, aproximaciones minimalistas de las Lógicas de Descripción, lógicas para razonamiento no monotónicas, extensiones particulares de las familias de lenguajes de ontologías (OWL), lógicas de marco (F-logic) hasta sublenguajes y subconjuntos de lógicas de ordenes superiores (Hilog).

## 2.4. Reglas y Modelado de Negocios

### 2.4.1. Modelado de Negocios

Las técnicas de análisis de sistemas han evolucionado a lo largo de los últimos años, por lo que hoy es posible contar con métodos que permiten describir muchos aspectos de cualquier negocio u organismo de gobierno. Hoy es posible dibujar figuras que describen la forma en la que fluye la información en una organización, la secuencia de acciones que una organización puede ejecutar, la estructura de su información operativa, y más.

En este sentido, todas ellas constituyen *reglas de negocio*, pero no se ha trabajado de la misma manera en un aspecto muy importante: el conjunto de reglas que determinan cómo opera un negocio, es decir, las reglas que previenen, causan o sugieren las cosas que en un negocio pueden ocurrir [Mor02].

Las *reglas del negocio* son esenciales para el funcionamiento de las empresas [Ros03]. Definen los términos y establecen las políticas centrales del negocio. Controlan o influyen en el comportamiento de la organización ya que establecen qué es posible y deseable en la administración de una empresa, y que no lo es.

Las *reglas del negocio* deben administrarse como un activo independiente de una organización [Ros03]. La motivación para mejorar la adminis-

tración de las reglas de negocio es justamente lograr incrementar el control y conocimiento en la organización de cómo, porqué, cuándo y dónde y gracias a quién se fortalecen esas reglas.

Una de las metodologías que permite lograr el manejo independiente de las reglas de negocios se conoce como *El Método de las Reglas de Negocio* (*The Business Rules Approach o BRA*). El BRA [Ros03] es una combinación de viejas y nuevas técnicas y tecnologías que intenta identificar el conocimiento necesario para administrar una empresa, documentar este conocimiento, razonar sobre el mismo, hacerlo operacional de una manera consistente, sistemáticamente adaptarlo a cualquier vaivén del mercado y tratar, en la medida de lo posible, de automatizarlo.

El Manifiesto de Reglas de Negocio [Man03] (BRG Business Rules Manifiesto) establece algunos aspectos importantes de las reglas de negocio a tener en cuenta desde el punto de vista de los usuarios:

- Las reglas de negocio deben expresarse separadamente de los procesos de negocio.
- Las reglas de negocio deben expresarse en forma declarativa y no buscar formalismos procedurales.
- Las reglas de negocio deben expresarse en formalismos que sean fácilmente comprensibles por la "gente de negocios", comprensibles sin conocimientos de programación o de lenguajes de programación.

Dependiendo del uso, la literatura considera tres tipos diferentes de reglas de negocio, en especial, como parte de la Semántica de Vocabulario de Negocios y las Reglas de Negocio (Semantics of Business Vocabulary and Business Rules - SBVR):

- Reglas Estructurales, que especifican las restricciones estructurales (restricciones de integridad)
- Reglas de Derivación, que especifican como derivar datos adicionales a partir de los datos existentes (reglas de deducción).
- Reglas Dinámicas, que expresan los cambios en los datos

### 2.4.2. Representación

Las reglas de negocio se escriben normalmente en un lenguaje natural que la gente de empre-

sa, responsable de su formulación y cumplimiento, pueda fácilmente comprender. La necesidad de *formalizar las reglas de negocio* se está haciendo cada vez más importante [SG06], ya que de esta manera se pueden explicitar y analizar con precisión la lógica del negocio. La formalización de las reglas de negocio no sólo sirve con el objetivo de la automatización, sino también para que las empresas sean concientes de su propio trabajo.

Buscando una definición más formal, sabemos que los procesos de negocio normalmente se refieren a los momentos en la toma de decisiones en los que se evalúan las condiciones y dependiente de esta evaluación, se establecen las acciones a seguir. Las *reglas de negocio* denotan formalismos basados en reglas utilizados para especificar estos puntos, condiciones y acciones, así como también como se relacionan entre ellos.

La literatura de Reglas de Negocio [Ros03, Mor02] establece que las reglas de negocio no deben ser ambiguas, por lo que todos los términos usados se definen apropiadamente, y establece como práctica necesaria que todos los conceptos (términos) utilizados en las reglas deben estar definidos en un **vocabulario de negocios**. El vocabulario de negocios define todos los términos y lista los significados de estos conceptos relevantes para describir las reglas de negocio de ese dominio en un lenguaje particular, las relaciones entre estos conceptos, de manera similar a cómo se definen los conceptos en los modelos de ontologías.

Uno o más conceptos que están relacionados se definen como Tipos Fácticos [Mor02][SG06] y forman la base para las expresiones de reglas. Se definen además diferentes tipos de relaciones para que tengan semántica consistente en diferentes vocabularios.

Algunos ejemplos de relaciones predefinidas son “es una generalización de”, “es una categoría de”, etc., que constituyen una obvia superposición cuando se comparan con las relaciones que normalmente se encuentran en los modelos de ontologías.

Para la representación del Modelado de Negocios en general y las Reglas de Negocio en particular, se han propuesto una serie de convenciones [MNN05, LF05, BPE04, BCC<sup>+</sup>05], de las que pueden destacarse el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) junto a su esquema de Restricciones (OCL)[OMG03, OMG05], el lenguaje de modelado de proceso del negocio (BPML)[MNN05] como metalenguaje para desarrollar modelos de proce-

sos de la empresa [Business Process Management Initiative <http://www.bpmi.org/BPML.htm>], el lenguaje de Ejecución de Procesos para Servicios Web (Business Process Execution Language for Web Services - WSBPEL o BPEL) [BPE04], la Notación de Modelado de Proceso de Negocios (Business Process Modeling Notation - BPMN [MNN05]), el Lenguaje de Marcado de Reglas de Negocio (Business Rules Markup Language / BRML [MNN05]), etc.

### 3. Actividades y Metodología

El objetivo general de la investigación es el análisis de la aplicabilidad de los lenguajes formales de reglas en la Web Semántica para la especificación de Reglas de Negocio en el ámbito de la Modelización de Procesos de Negocios.

Se pretende avanzar en el análisis de los lenguajes formales para la especificación de reglas en la Web Semántica y realizar la comparación entre las diferentes propuestas de lenguajes formales para el manejo de las reglas en ese ámbito. En el mismo tenor, se analizarán diferentes metodologías para la especificación de Reglas de Negocio, los tipos de reglas que utilizan, las propuestas de lenguajes formales y técnicos existentes tanto desde la industria como desde la academia.

Como aporte se avanzará sobre alternativas que ayuden a complementar los esfuerzos de desarrollo de lenguajes de intercambio de reglas estándares, así como la proposición de nuevas soluciones superadoras de las hoy existentes, sobre los lenguajes formales de especificación de intercambio de reglas en general y de intercambio de reglas de negocio en particular para la Web Semántica. Se preveen experimentación sobre algunas de las propuestas existentes, abordando aspectos tanto formales como prácticos.

### Referencias

- [AvH04] Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen, *A Semantic Web Primer*, The MIT Press, 2004.
- [BCC<sup>+</sup>05] Don Baisley, Andy Carver, Donald Chapin, David Cuyler, Cheryl Estep, John Hall, Terry Halpin, John D. Healy, Keri Anderson Healy, Stan Hendryx, Allan Kolber, Hiroshi Miyazaki, Tony Morgan, Mila Polonsky, Ronald G. Ross,

- Markus Schacher, and Silvie Spreeuwenberg, *Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR)*, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability **Position Paper by the Business Rules Team** (2005).
- [Ber00] Berners-Lee, Tim, *Semantic Web*, Washington, DC, Dec. 3 to 8 2000, Disponible en <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/Overview.html>.
- [Ber01] Berners-Lee, Tim, Hendler, James, Lassila, Ora, *The Semantic Web*, Scientific American **284** (2001), no. 5, 34–43.
- [BPE04] *OASIS*, Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) Technical Committee, 2004, Disponible en <http://www.oasis-open.org/committees/tc-home.php?wg-abbrev=wsbpel>.
- [dB05] Jos de Bruijn, *WSML - a Language Framework for Semantic Web Services*, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability (2005).
- [Har06] Harold Boley, Said Tabet, *Rule Markup Language Initiative Homepage*, [http://www.ruleml.org/.](http://www.ruleml.org/), October 2006.
- [Hor03] Horrocks, Ian, F. Patel-Schneider, Peter, van Harmelen, Frank, *From SHIQ and RDF to OWL: The Making of a Web Ontology Language*, Journal of Web Semantics **1** (2003), no. 1, 7–26.
- [Hor05] Ian Horrocks, *OWL Rules, OK?*, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability (2005).
- [HPSB<sup>+</sup>04] Ian Horrocks, Peter F. Patel-Schneider, Harold Boley, Said Tabet, Benjamin Grosz, and Mike Dean, *SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*, W3C Member Submission (2004).
- [HVD03] Jeff Heflin, Raphael Volz, and Jonathan Dale, *Requirements for a web ontology language*, Technical report, World Wide Web Consortium (W3C) (2003).
- [LF05] Mark H. Linehan and Donald F. Ferguson, *Business Rule Standards Interoperability and Portability*, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability (2005).
- [Man03] *Business Rule Group*, The Business Rules Manifesto, 2003, Disponible en <http://www.businessrulesgroup.org/first-paper/br01c0.htm>.
- [MNN05] Jan Mendling, Gustaf Neumann, and Markus Nuttgens, *A Comparison of XML Interchange Formats for Business Process Modelling*, W3C Workshop on Rule Languages for Interoperability (2005).
- [Mor02] Tony Morgan, *Business rules and information systems: aligning it with business goals*, Addison Wesley, March 2002.
- [MvH04] Deborah L. McGuinness and Frank van Harmelen, *Owl web ontology language overview, w3c recommendation*, Technical report, World Wide Web Consortium (W3C) (2004).
- [OMG03] Object Management Group, *OMG Unified Modeling Language Specification*, März 2003.
- [OMG05] OMG, *Object constraint language specification, version 2.0*, Object Modeling Group, June 2005.
- [PS05] Peter F. Patel-Schneider, *Requirements and non-requirements for a semantic web rule language*, April 2005.
- [Ros03] Ronald G. Ross, *Principles of the business rule approach*, Addison Wesley, Jan 2003.
- [SG06] Silvie Spreeuwenberg and Rik Gerrits, *Business Rules in the Semantic Web, are there any or are they different?*, Reasoning Web: Second International Summer School (2006).

# **LINEAS DE INVESTIGACION DEL LABORATORIO DE INFORMATICA DE GESTION**

López, G., Echeverría, A., Jeder, I.

Laboratorio de Informática de Gestión  
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires  
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141 - E-mail: glopez@fi.uba.ar  
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lig>

## **1. Introducción**

El Laboratorio Informática de Gestión (LIG) fue creado en marzo del 2005 para nuclear los proyectos de investigación de los docentes del área y apoyar al grupo de materias Taller de Desarrollo de Proyectos de la Carrera Ingeniería Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires a través de la propuesta y coordinación de trabajos finales de asignatura y de tesis de grado.

## **2. Líneas de Investigación**

El LIG desarrolla cuatro líneas de investigación: [a] diseño de catálogos electrónicos, [b] aseguramiento de calidad en sistemas de gestión de negocios, [c] integración corporativa basada en SOA y sistemas inteligentes autónomos, [d] administración de requerimientos, [e] dispositivos móviles en aplicaciones empresariales y [e] modelado y desarrollo de videojuegos de estrategia.

### **2.1. Diseño de Catálogos Electrónicos.**

En esta línea de trabajo se toma la definición de comercio electrónico (EC) como el sistema electrónico destinado al intercambio de mercadería / servicios / información. Hay una división en Internet que marca dos áreas bien definidas: el comercio electrónico orientado al consumidor, denominado CEC (Consumer oriented Electronic Commerce) y el comercio electrónico orientado a las transacciones entre negocios o empresas, llamado BEC (Business to business oriented Electronic Commerce). De ambas, se espera que BEC sea la que tenga mayor crecimiento. Los catálogos electrónicos son el punto de entrada para ambos y como tal puede aportar mucho a lo que una empresa registre como ingresos por EC. Los beneficios de los catálogos electrónicos para empresas mayoristas y comercios minoristas son: reducción de los costos de producción, expansión de los mercados, reducción de los costos de procesamiento, reducción de los costos de publicidad (campañas de información de potenciales clientes). En este proyecto, se propone una metodología de diseño de catálogos electrónicos que contempla en sus distintas etapas aspectos específicos de la administración del negocio relacionados con el catálogo y que, por su naturaleza, son solo tratados genéricamente en las metodologías convencionales [Lopez, 2005; Lopez y Jeder, 2006].

### **2.2. Aseguramiento de Calidad en Sistemas de Gestión de Negocios**

La optimización y gestión de procesos y recursos empresariales junto con tecnologías BPM (Business Process Management) continúan experimentando un fuerte avance y desarrollo en todo el

mundo. Actualmente es interés de todos los sectores, grandes empresas, Pymes e incluso organismos y administración pública, por ser formas de gestión acompañadas de tecnologías que están demostrando aportar grandes beneficios. El propósito de esta línea de investigación es sistematizar los conceptos básicos y definiciones utilizadas en los métodos y técnicas más comunes para asegurar la calidad de los Sistemas de Gestión de Negocios. Se buscará catalogar y unificar métodos y técnicas asociados al aseguramiento de la calidad de los Sistemas de Gestión de Negocios.

### **2.3. Integración Corporativa basada en SOA y Sistemas Inteligentes Autónomos**

Es un hecho que el software (o componentes de IT) de grandes empresas o corporaciones se encuentra formado por sistemas heterogéneos que nacen y evolucionan en forma aislada del resto. En la mayor parte de los casos, los mismos han sido desarrollados utilizando diversas tecnologías, y contienen sus propios componentes de lógica de negocio y entidades persistentes. En algunos casos, estos sistemas presentan algún tipo de integración. Entre este último grupo, es común observar integración de entidades a nivel base de datos (ej. mediante stored procedures expuestos como "servicios"), o en un menor grado, de lógica de negocio mediante la creación de paquetes de software (ej. componente JAR de Java) que deben ser distribuidos a las aplicaciones cliente para su posterior utilización. Con el cambio de las dinámicas de negocio y el surgimiento nuevas oportunidades de mercado, la infraestructura de IT en una corporación debe ser diseñada con la capacidad de responder rápidamente y proveer las aplicaciones necesarias para cubrir las nuevas necesidades de negocio antes que la oportunidad desaparezca. Para abordar esta cuestión este proyecto propone la integración de SOA al modelo de proceso y ciclo de vida del software, con base en un esquema de Sistemas Inteligentes Autónomos.

### **2.4. Administración de Requerimientos**

Mucho se ha dicho de las ventajas que brinda detectar y corregir errores en etapas tempranas del proceso de desarrollo del software, pero poco se habla del origen de los mismos. Según estudios realizados por las fuerzas armadas estadounidenses el 41% de los errores provienen de los requerimientos, mientras que solo el 28% provienen de errores de lógica. La IEEE define requerimiento como "Una condición o capacidad que debe estar presente en el sistema o componentes del sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal". Del estudio anteriormente citado se desprende que es claro que deben enfocarse los esfuerzos en disminuir los errores provenientes de los requerimientos. Para esto se utilizan técnicas de administración de requerimientos. "La administración de requerimientos comprende las actividades relacionadas con la definición, clasificación, asignación, seguimiento y control de los requerimientos durante todo el ciclo de vida del desarrollo de software". Nuestro objetivo primordial es brindar un ambiente de herramientas que permitan administrar los requerimientos de una manera ágil, precisa y flexible, pudiendo implementar distintos estándares, ya sean de la industria o propios. Lo detallado precedentemente impacta directamente en el rendimiento del proceso de desarrollo de software, mejorándolo de manera considerable. Son objetivos de esta línea de investigación: [a] diseñar y construir un sistema de administración de requerimientos utilizando los conocimientos adquiridos durante la carrera y [b] desarrollar todas las etapas del proyecto desde la conceptualización hasta la puesta en marcha.

## 2.5. Dispositivos Móviles en Aplicaciones Empresariales

Los dispositivos móviles en la actualidad poseen un crecimiento exponencial dentro del mercado, siendo utilizados tanto para comunicaciones, Internet, chat, mensajería, generación de contenido multimedia, y se están comenzando a utilizar como soporte de aplicaciones empresariales. Por otra parte, existe una gran variedad de dispositivos móviles, protocolos de comunicación, sistemas operativos, frameworks de desarrollo, estándares y soluciones que nos proveen los diferentes proveedores y empresas de telecomunicaciones. La elección de la solución adecuada para el desarrollo de su aplicación móvil es vital en un ambiente tan heterogéneo y en constante evolución y cambio. El objetivo de esta línea de trabajo es el desarrollo de aplicaciones empresariales que puedan servirse de las ventajas que ofrecen los dispositivos móviles como forma de acceso a los servicios que se ofrecen.

## 2.6. Modelado y Desarrollo de Videojuegos de Estrategia

La industria de los videojuegos está generando más de U\$S 10.000 millones al año, solo en EE.UU. Se estima que en el año 2005, los videojuegos generaron ganancias mundiales por U\$S 25.300 millones y que para el 2010 la suma será de U\$S 51.300 millones. Dado el crecimiento de la industria del videojuego a nivel mundial y las importantes ventajas competitivas que posee actualmente la Argentina en dicha industria, es que se cree oportuno incursionar en dicho mercado. En este contexto es propósito de este proyecto desarrollar un videojuego alcanzando los niveles de calidad de los productos comerciales. El juego propone un conflicto bélico que se desarrolla sobre un planisferio dividido en 72 países. Para empezar, se reparten los 72 países entre los jugadores, quienes ocupan sus dominios con fichas (ejércitos). Cada jugador tiene un Objetivo Secreto a cumplir, que se le asigna por azar y que el resto de los jugadores desconoce. Para cumplir con su objetivo (ocupar cierta cantidad de países o destruir a otro bando), el jugador deberá ampliar sus territorios y reordenar sus fuerzas, lo que exigirá emprender ataques y bloqueos; defenderse de los ataques adversarios; reagrupar y desplazar ejército y concertar pactos. La conquista de nuevos países permitirá al jugador aumentar el número de ejércitos a su disposición y le otorgará más chances de triunfar en las batallas. La mecánica de las batallas se basa en el tiro de los dados, pero toma en cuenta la cantidad de ejércitos que atacan a un país y la cantidad de ejércitos que lo defienden. De modo que no es sólo el azar lo que decide las batallas, sino fundamentalmente la inteligencia táctica y estratégica del jugador para disponer sus fuerzas.

## 3. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Laboratorio de Informática de Gestión: una tesis de magíster y cuatro tesis de grado en ingeniería.

## 4. Referencias

López, G. (2005). *Diseño de Catálogos Electrónicos*. Tesis de Magíster en Administración de Negocios. 582 páginas. Universidad Tecnológica Nacional.

López, G., Jeder, I. (2006). *Mapa de Actividades para Desarrollo de Catálogos Electrónicos*. Reportes Técnicos de Ingeniería del Software, 8(1):1-9.

# Madurez del Proceso Software en Pequeñas y Medianas Empresas de desarrollo de Software

Alicia Mon, Marcelo Estayno, Andrea Arancio  
{aliciamon, mestayno, andrea.arancio}@fibertel.com.ar

G.I.S. – UNLaM<sup>1</sup>

TEL: 4480-8952

FAX: 4331-9816

**Resumen.** Las pequeñas y medias empresas (PyMEs) de desarrollo de software necesitan certificar calidad para posicionarse competitivamente en el mercado nacional e internacional. No obstante la madurez del proceso en estas organizaciones todavía se encuentra en un estado crítico.

Los modelos que se utilizan habitualmente como por ejemplo, CMMI y/o las Normas de Calidad ISO resultan complejos en su implementación, difíciles de cumplir y de alto costo para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) de la industria del software Latinoamericanas.

En esta línea de trabajo se esta desarrollando una investigación que parte del Modelo Mexicano MoProSoft [1] para la construcción de un modelo propio que tenga como características un alto grado de adaptabilidad a las empresas locales.

Para ello se están construyendo un conjunto de herramientas que permitan comprobar si el modelo antes mencionado es realmente eficaz y como resultado de este análisis elaborar un modelo que se adapte de forma más adecuada a las necesidades de estas empresas.

El presente trabajo está enmarcado dentro del proyecto 506AC0287-COMPETISOFT (Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria de Software de Ibero América) del programa CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo) [2] y apoyado por la CIC (Comisión de Investigaciones Científicas) [3].

**Palabras Clave:** Proceso Software. Madurez del proceso. PYMEs. Modelos de Calidad.

---

<sup>1</sup> Grupo de Ingeniería de Software. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de La Matanza.

## 1. Introducción

El desarrollo de software con niveles aceptables de calidad se presenta como una necesidad que debe ser tenida en cuenta tanto por las empresas generadoras de sistemas de información (SI) como por los clientes y usuarios de los mismos. La competitividad del mercado mundial de la primera década del siglo XXI, indica que producir SI sin la correspondiente calidad asociada redundará en proyectos destinados, seguramente, al fracaso. [4]

La calidad del software es un concepto complejo, se presenta “por comparación” entre productos desarrollados y su especificación [5]. La calidad del producto está estrechamente vinculada a la calidad del proceso de desarrollo. Numerosos Estándares de Proceso [6], [7], proponen ordenar en forma prescriptiva las actividades que deben realizarse a través del desarrollo [8]. No obstante, surgen algunos aspectos conflictivos que no tienen una asimilación directa en el software: 1- la especificación resulta, en general, incompleta y orientada solamente a las necesidades del cliente, sin tener en cuenta aspectos como requerimientos no funcionales; 2- puede resultar ambiguo especificar características de calidad tales como el mantenimiento del software; 3- la comparación entre la especificación y los productos desarrollados no es directamente aplicable [9], [10].

Algunas empresas de software consideran que la calidad se logra a través de la definición de estándares y procedimientos organizacionales de calidad que comprueben el apego del grupo de trabajo a dichos estándares. Esto, si bien es importante, no resulta suficiente para asegurar éxito en el tema de calidad; debe implementarse una buena gestión que resulte de la implantación práctica de la calidad en la realidad de cada proyecto [11].

La gestión formal de calidad es particularmente importante para equipos que desarrollan sistemas grandes y complejos. Para esto existen diferentes Modelos de Proceso Software y Normas de Calidad con los que las empresas de desarrollo pueden medir o certificar sus procesos de desarrollo (ISO/IEC 15504-2, ISO 90003, ISO 9001:2000, CMMI) [12], [13], [14] [15] pero los mismos son tan complejos en su implementación para las Pequeñas y Medianas empresas de la industria del software, que las mismas se encuentran con serias dificultades a la hora de adecuar sus actividades para conducir a sus organizaciones en un proceso de certificación. Para este tipo de empresas debe adoptarse algún tipo de práctica que permita trabajar con normas de calidad adaptadas a su entorno [16].

El Modelo de Procesos Mexicano MoProSoft [1] pretende apoyar a las pequeñas y medias empresas (PyMEs) en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua. Las prácticas están sintetizadas en un conjunto de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas con la organización: Alta Dirección, Gestión y Operación.

## 2. Desarrollo

El proyecto CYTED [18] en el cual se enmarca la presente investigación, tiene por objetivo primario incrementar el nivel de competitividad de las PyMES Iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que pueda llegar a ser la base sobre la que se establezca un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Ibero América.

Asimismo, dentro del proyecto CIC [3], también se está trabajando con la finalidad de adaptar un marco metodológico al contexto de las PyMEs productoras de software de la Provincia de Buenos Aires, para lo cual, se desarrolló en forma conjunta con el LIDI de la Universidad Nacional de La Plata, tomando como base la estructura del Modelo MoProSoft, un cuestionario de evaluación para el área de Administración de Proyectos Específicos de dicho modelo [20].

El cuestionario ha sido aplicado por el G.I.S. en 15 empresas y grupos de desarrollo diferentes, dentro de los cuales se encuentran: diez PyMEs de desarrollo de software, cuatro empresas grandes de Desarrollo y Consultoría, y un organismo público, lo que ha permitido lograr una base de datos que permite llegar a una análisis mas global sobre el Modelo MoProSoft y el cuestionario de evaluación elaborado.

El trabajo realizado estuvo enfocado en el nivel de Operación de la estructura del modelo [19]. El mismo se encuentra dividido en “Administración de Proyectos Específicos” y “Desarrollo y Mantenimiento de Software”. El primero busca establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados. El segundo apunta a la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados.

Las primeras tareas desarrolladas estuvieron concentradas en la Administración de Proyectos Específicos. De acuerdo a lo propuesto por MoProSoft, este nivel está compuesto de cuatro fases: 1- planificación, 2- realización, 3- evaluación y control, 4- cierre. Dentro de cada fase, se plantean un conjunto de prácticas. El cuestionario elaborado permite evaluar la adecuación de las prácticas de una organización a las fases y actividades establecidas, de acuerdo a los niveles de madurez definidos en dicho modelo.

Para alcanzar estos niveles de madurez, y en forma similar a lo que ocurre con otros Modelos de Madurez, MoProSoft propone un esquema de seis niveles alcanzables por una PyME desarrolladora de software: 0- sin proceso definido, 1- realizado, 2- gestionado, 3- establecido, 4- predecible, 5- optimizado, identificándolos con colores diferentes.

El cuestionario desarrollado [20] abarca, para cada práctica, las instancias básicas que deben ser cubiertas. El mismo ha sido estructurado de modo tal que cada práctica definida en el Modelo sea integrada con un conjunto de preguntas que procura identificar cuanto y como se realiza dicha práctica. Asimismo, cada pregunta tiene un nivel de madurez, asociado al nivel de madurez del Modelo, que se representa en forma coloreada. Cada pregunta puede tener diferentes tipos de respuestas: Si/No, Roles (de acuerdo a los Roles definidos en el Modelo), opciones múltiples o texto libre, para aquellas respuestas que no son conducidas y pueden contemplar diversas opciones. Además el encadenamiento propuesto está establecido en función de las respuestas obtenidas.

De este modo, el cuestionario incluye un conjunto de preguntas conducentes sobre todas las actividades del Proceso de Administración de Proyectos específicos del Modelo, permitiendo analizar en que medida una PyMe de desarrollo de software tiene un cierto nivel de ordenamiento y madurez para esta fase de sus Procesos.

### **3. Conclusiones**

El cuestionario desarrollado logró, en líneas generales, pasar test de aceptación en quince contextos diferentes. La presentación del cuestionario en diferentes foros y congresos nacionales e internacionales, los diferentes casos de evaluación realizados, y las discusiones generadas a partir de las reuniones del grupo COMPETISOFT permitieron establecer que el trabajo realizado es consistente y representativo de los aspectos fundamentales a tener en cuenta para el desarrollo del software.

Si bien quedan aún por establecer patrones de análisis para las respuestas obtenidas en las 15 empresas en los que fue implementado, se observa que a partir de las preguntas realizadas, es posible identificar en las empresas evaluadas sus conductas de calidad en lo que hace a la

Administración de Proyectos Específicos. Por otra parte, esto nos permitirá proponer modificaciones, mejoras y/o agregados al Modelo MoProSoft.

#### 4. Trabajos Futuros

Como trabajo a futuro, se está trabajando en dos aspectos, por un lado en la ampliación del cuestionario así como en la verificación de la efectividad del mismo como herramienta de evaluación, y por otra parte en la validez del Modelo de Madurez y las características que debiera tener un nuevo Modelo.

El primer aspecto incumbe a la ampliación de las herramientas de evaluación con el desarrollo de otros cuestionarios que aborden los diferentes procesos de la estructura del modelo de MoProSoft.

El otro aspecto, se refiere al proceso de evaluación que en función de las respuestas obtenidas, se propongan alternativas orientadas a acciones de mejora del proceso y, en particular que las mismas estén priorizadas. Estas alternativas podrían utilizarse a modo de recomendación para que las empresas evaluadas puedan aspirar a mejorar el nivel de madurez obtenido.

#### 6. Bibliografía

1. Oktaba, H; Esquivel, C; et al. Modelo de Procesos para la Industria del Software. MoProSoft. Versión 1.3. Mayo 2005.
2. CYTED. Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. <http://www.cytel.org>
3. CIC. Comisión de Investigaciones Científicas. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. <http://www.cic.gba.gov.ar>
4. Pflegger, S: Ingeniería de Software. Teoría y Práctica. Prentice Hall. (2002)
5. Crosby, P: Quality Is Free. New York: McGraw-Hill. (1979)
6. IEEE Standard 1074-1997, IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes,. IEEE, (1997).
7. ISO/IEC. International Standard: Information Technology. Software Life Cycle Processes, ISO/IEC Standard 12207-1995/Amd. 1-2002.
8. Acuña, S; Juristo, N; Moreno, A; Mon, A: A Software Process Model Handbook for Incorporating People's Capabilities.. Springer; 1 Edition, (2005)
9. Galdin, D: Software Quality Assurance: From Theory to Implementation. Addison-Wesley. (2004)
10. Sommerville, I: Ingeniería de Software. 7ma. Edición. Pearson. Addison- Wesley. (2005)
11. Pressman, R: Ingeniería de Software. Un enfoque práctica. McGraw Hill. (1999)
12. ISO/IEC. ISO/IEC TR 15504. Information Technology – Software process assessment. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission, 1998. <http://www.sel.iit.nrc.ca/spice>
13. ISO/IEC 9000-3:1997. Quality management and quality assurance standards. Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001: 1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software. International Organisation for Standardization, ISO, 1997.

14. Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1. CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing. (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. 2002.
15. Ahern, D.M; Clouse, A., et al. CMMI Distiller. Reading, MA: Addison-Wesley. (2001)
16. Pino, F.; García, F; Piattini, M.: Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos de software en países en desarrollo.
17. Bertone, R; Pasini, A; Ramon, H, et al. Gestión de Calidad en la Construcción del Software. Un enfoque para PyME's. Anales CACIC 2006. San Luis. Argentina. (2006)
18. Competisoft. Mejora de Procesos para Fomentar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Industria del Software de Iberoamérica. Versión 0.2. Diciembre 2006. Proyecto COMPETISOFT 506PI287. CYTED.
19. Miranda, T.; Peñaloza Báez, M.; MoProSoft: modelo de procesos de Software hecho en México. Marzo 2006.  
<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2006/marzo/moprosoft.htm>
20. Estayno, M.; Mon, A; De Maria, E; Arancio, A, et al. Cuestionario para la evaluación de PyMEs desarrolladoras de Software. Administración de Proyectos Específicos. Informe Técnico. GIS Departamento de Ingeniería. Universidad Nacional de La Matanza. LIDI. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Agosto 2006.
21. Grupo de Ingeniería de Software. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional de La Matanza.

# Máquinas de Estados con Variabilidad

Lic. Ariel Gonzalez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta 36, km 601, Río Cuarto, Argentina gonzalezg@exa.unrc.edu.ar

**Resumen.** Este trabajo presenta una extensión de las máquinas de estados de UML con el uso de variabilidades en sus componentes esenciales para especificar líneas de productos. Esto se logra junto con el uso de modelos de funcionalidades para describir los componentes comunes y las variantes, de forma tal que a partir de distintas configuraciones de un modelo se pueden generar máquinas de estados concretas para los diferentes productos de una línea.

## 1 Introducción

El desarrollo dirigido por modelos (Model-Driven Development, MDD) [10, 12] es una metodología de la ingeniería de software que idealmente eleva el desarrollo de software a un mayor nivel de abstracción. Los lenguajes de modelado y las herramientas de transformación de modelos y de generación de código permiten disminuir la brecha existente entre el dominio de los problemas y el de las soluciones, proporcionando un enfoque con el potencial de incrementar considerablemente tanto la productividad del desarrollo industrial de software como la calidad del resultado de estos desarrollos.

Las notaciones visuales o gráficas ganan día a día significación para la comunicación entre personas, en particular, para el desarrollo de software basado en modelos, el lenguaje UML (Unified Modeling Language) [11] provee una notación gráfica y se ha convertido en el estándar para el modelado de diferentes aspectos de sistemas de software tanto en el ambiente académico como en desarrollos industriales.

La complejidad de los emprendimientos en los dominios de uso intensivo de software demanda una disciplina en el nivel adecuado de abstracción. La administración de configuraciones de productos que varían en aspectos más o menos periféricos ha dado lugar al concepto de Línea de Productos. *Una Línea de Productos* (Products Line, PL), en algunos casos llamada *Familia de Sistemas*, es un conjunto de sistemas que comparten funcionalidades y satisfacen, en general, las necesidades de un segmento particular del mercado [1, 4].

Desarrollar una familia de sistemas de software en lugar de un conjunto de sistemas por separado tiene importantes ventajas. Mediante la creación de un *núcleo* que englobe las funcionalidades comunes se facilita la construcción de los productos deseados. Los diferentes productos de la línea se obtienen incorporando funcionalidades distintivas (variabilidades) al núcleo. Por ejemplo, actualmente observamos en el mercado un número importante de distintos tipos de teléfonos móviles que comparten un núcleo de funcionalidades básicas y difieren en otras más específicas: disponibilidad de cámara digital, acceso a internet, capacidad de reproducir sonido mp3, entre otras. Las máquinas de estados y las interacciones están especialmente confeccionadas para la fase de diseño de software. Las *Máquinas de Estados* (StateCharts, SCs), introducidas originalmente por Harel [5], son utilizadas para especificar el comportamiento de las instancias de una clase (intra-component behaviour) y constituyen por lo tanto un mecanismo adecuado para detallar el comportamiento de ciertos problemas mediante una representación gráfica. En la versión 2.0 de UML, los SCs no ofrecen operadores y/o sublenguajes para la especificación de familias de sistemas.

La investigación está centrada en proponer una extensión de los SCs para especificar PLs. Utilizamos *Modelos de Funcionalidades* (Features Models, FMs) para describir las funcionalidades (también llamadas características) comunes y las variantes de una familia [2], e incorporamos

variabilidades en los componentes esenciales de los SCs para que a partir de distintas configuraciones de un FM se puedan generar SCs concretos para los diferentes productos de una PL.

## 2 Máquinas de Estados

Las *Máquinas de Estados* (Statecharts, SCs) constituyen una notación para describir el comportamiento de sistemas. Fueron introducidas por Harel [5] e incorporadas a las diferentes versiones de UML con algunas variaciones. Nos basamos en los conceptos y definiciones de los SCs de [14], aunque existen formalizaciones alternativas que podrían considerarse, como [6, 9], entre otras.

Los SCs son una generalización de los autómatas finitos. Estos consisten esencialmente de estados y transiciones entre ellos. La principal característica de los SCs es que sus estados pueden refinarse, definiendo así una jerarquía de estados. La descomposición de un estado puede ser secuencial o paralela. En la primera un estado se descompone en un autómata (estado Or), mientras que en la segunda se descompone en dos o más autómatas que se ejecutan concurrentemente (estado And).

## 3 Modelos de Funcionalidades

Los *Modelos de Funcionalidades* o *Características* (Feature Models, FMs) se utilizan fundamentalmente para describir las propiedades o funcionalidades (features) obligatorias, opcionales y alternativas dentro de un dominio. Una funcionalidad es un elemento distintivo de un producto, y dependiendo del contexto puede referir a un requerimiento, a un componente en una arquitectura o a una pieza de código. Los FMs permiten identificar las funcionalidades comunes y las variantes entre los productos de una PL, y establecer relaciones entre las mismas.

Existen varias notaciones para describir FMs, entre otras [2, 3, 7, 8, 13], usaremos la propuesta por Czarnecki [2], por ser clara, extensible y una de las más citadas en la literatura. La fig. 1 describe un posible FM en el dominio de la tecnología de teléfonos móviles (TM, de aquí en más) usando la notación de Czarnecki.

Una *configuración de un FM* es una instancia de la estructura arborescente que describe al modelo, que respeta la semántica de las relaciones que lo constituyen. Esto es, un FM permite identificar las funcionalidades comunes y las variantes entre los productos de una PL, mientras que una *configuración* de un FM caracteriza las funcionalidades de un producto específico de la PL. Por ejemplo, según la fig. 1 un TM básico podría corresponder a una configuración que posee sólo display y directorio telefónico, y en este último caso tanto con búsqueda directa como por strings. Las funcionalidades que están presentes en toda configuración de un FM, es decir en todo producto de la PL que caracteriza el FM, constituyen el *núcleo del modelo*.

## 4 Máquinas de Estados con Variabilidades

Para modelar el comportamiento de una PL especificada a través de un FM definimos una extensión de las máquinas de estados (SCs) que admite variabilidades en sus componentes, logrando precisar el comportamiento de la línea en forma general.

Extendemos los SCs con *elementos opcionales o variantes* y luego establecemos la relación que vincula a estos elementos con las funcionalidades de un FM. Llamaremos StateCharts\* (SCs\*) a las máquinas de estados extendidas.

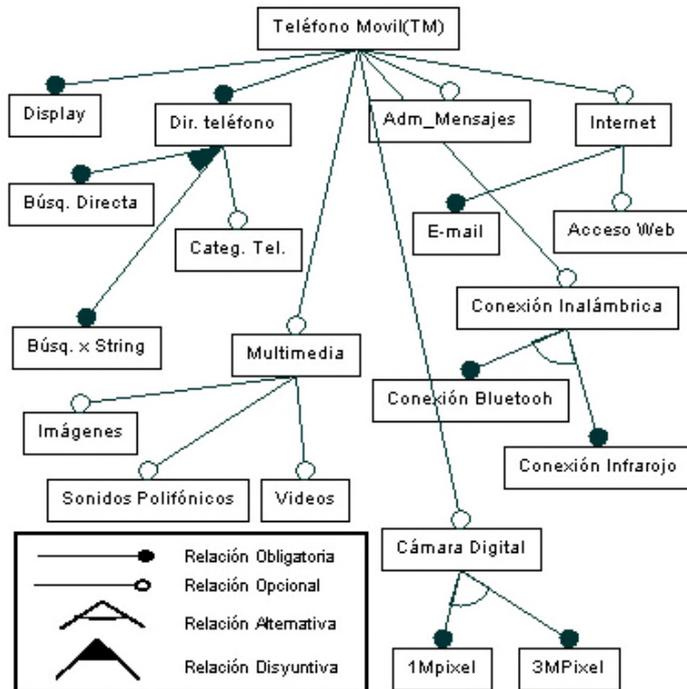


Fig. 1. FM de un Teléfono Móvil.

#### 4.1 Representación Gráfica de un SC\*

La representación de los elementos opcionales que extienden el núcleo del sistema en un SC\* puede observarse en la fig. 2. Tanto los estados como las transiciones opcionales son destacados gráficamente con líneas de puntos.



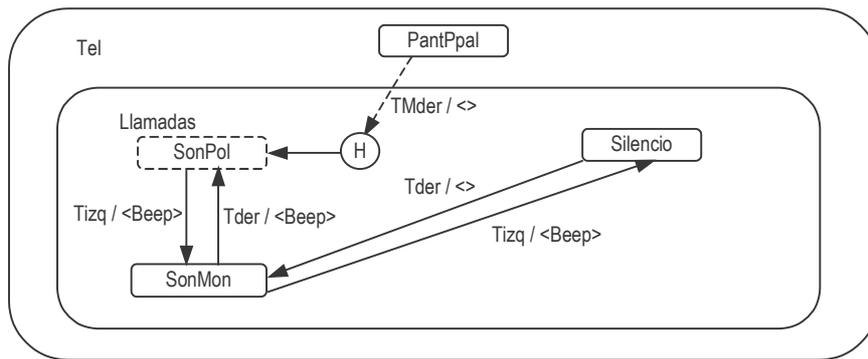
Fig. 2. Estado y Transición Opcionales.

Siguiendo con el ejemplo de la sección 3, dentro de las características de un TM el sonido polifónico es una funcionalidad opcional que está involucrada en diferentes áreas del comportamiento de éste. En particular, al seleccionar el estilo de timbre en las llamadas entrantes, la existencia de sonidos polifónicos influye en la navegación.

Un FM y un SC\* son complementarios, dado que ambos modelan diferentes aspectos de un sistema, pero a la vez no son independientes, ya que los elementos del SC\* modelan las funcionalidades presentes en el FM. Considerar que un simple estado o transición puede representar el comportamiento de una funcionalidad completa de un sistema es una visión un tanto errónea. En general, una funcionalidad es descrita por más de un elemento de un SC\*, razón por la cual debemos introducir una relación que vincule estos elementos.

Debe definirse entonces una función *Imp* que representa la asociación entre los elementos variables de un SC\* y las funcionalidades de un FM. De esta manera establecemos qué elementos variantes del SC\* implementan las características del sistema descritas en el FM.

Teniendo en cuenta que las funcionalidades obligatorias del FM siempre están presentes en todos los productos de la línea, no es necesario definir qué elementos sintácticos del SC\* las implementan. En cambio, sí es necesario hacerlo para aquellas funcionalidades que pueden no estar en el FM configurado. *Imp* será entonces una función *parcial* definida sobre los elementos del FM que no pertenecen al *núcleo* del mismo.



**Fig. 3.** Comportamiento de la configuración del tipo de sonido en las llamadas entrantes. Por razones de claridad consideramos el nombre de una transición igual al de su evento.

### 5. Instanciación de Máquinas de Estados con Variabilidades

Una configuración de un FM define un producto o sistema concreto seleccionando un conjunto de funcionalidades. A partir de una configuración de un FM y del SC\* correspondiente al FM, definimos un algoritmo (función) que retorna un SC concreto que especifica el comportamiento del producto definido.

Utilizamos la función *Imp* definida en la sección anterior para eliminar del SC\* todos aquellos estados y transiciones que implementan funcionalidades que no están presentes en la configuración del FM. La eliminación directa de estados y transiciones del SC\* no es trivial, ya que la supresión de componentes de un SC\* en forma no controlada puede tornar al resultado inconsistente (podrían quedar, por ejemplo, estados inalcanzables o transiciones sin destino). Se debe definir entonces un mecanismo de control y reconstrucción de un SC a partir de un SC\* a fin de obtener un producto concreto.

Dado un FM y una configuración de éste, llamaremos *FNS* al conjunto de las funcionalidades del modelo NO seleccionadas por la configuración. El proceso de instanciación puede resumirse en un algoritmo compuesto por los siguientes pasos:

Mientras  $FNS \neq \emptyset$  {

1. Seleccionar una funcionalidad  $f \in FNS$ .

2. Eliminar del SC\* los elementos opcionales que implementan  $f$  ( $Imp(f)$ ).

3. Reconstruir el SC\* con las reglas de reconstrucción.

4. Suprimir  $f$  del conjunto *FNS*.

}

5. Convertir los componentes opcionales remanentes en elementos de un SC.

Para definir los métodos de reconstrucción considerados en el paso 3 del algoritmo previo, debemos tener en cuenta todos los casos que pueden surgir, como por ej, la eliminación de un estado, la eliminación de un estado inicial, la eliminación de una transición, Eliminación de subestados en una descomposición paralela, etc.

Cada uno de estos casos estan en proceso de investigación (algunos de ellos con gran avance), con el objetivo de reconstruir el SC sin generar inconsistencias.

#### Un Ejemplo

El FM de la fig. 1 puede configurarse para caracterizar un TM sin sonidos polifónicos. Esta configuración provoca la eliminación de los elementos que implementan dicha funcionalidad (esto es indicado por la función *Imp*). El SC resultante de la fig. 4 muestra el comportamiento de la configuración del tipo de sonido en las llamadas entrantes pero sólo para Sonidos Monofónicos o Silencio.

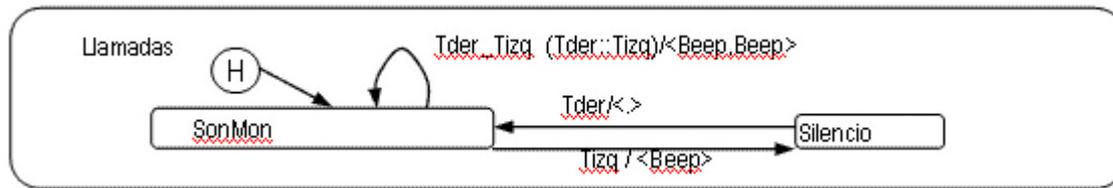


Fig. 4. SC “Estilo de timbre en las llamadas”.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros

MDD es un enfoque con el potencial de hacer más eficiente el desarrollo y más confiables los resultados del mismo. Gran parte de las técnicas de MDD utilizan UML, lenguaje incorporado como estándar de facto a nivel académico e industrial, que permite la descripción de múltiples aspectos de un sistema. En particular, los SCs de UML constituyen un mecanismo para especificar el comportamiento de sistemas mediante una representación gráfica. Estos diagramas son compactos, expresivos y proveen la capacidad de modelar no sólo sistemas simples sino también complejos sistemas reactivos.

Presentamos una extensión de los SCs de UML con el uso de variabilidades en sus componentes esenciales para especificar PLs. Usamos FMs para describir las funcionalidades comunes y las variantes, de forma tal que a partir de distintas configuraciones de un FM se pueden generar SCs para los diferentes productos de la línea. En el artículo se muestra un ejemplo parcial de un caso de estudio referido a tecnología de telefonía móvil, cuya versión completa no se incluye por razones de espacio. Si bien existen extensiones de algunos modelos de UML para la especificación de variabilidades, no se habían definido mecanismos para la especificación de variabilidades en los SCs, que juegan un rol central en la fase de diseño de software.

Como trabajos futuros orientaremos la investigación en aumentar la variabilidad en los SC de UML2.0 y expresar, mediante un framework de actividades, su beneficio dentro del Proceso del Desarrollo de Software

## Referencias

1. P. Clements, L. Northrop: *Software Product Lines: Practices and Patterns*. Addison-Wesley, 2002.
2. K. Czarnecki and U.W. Eisenecker. *Generative Programming: Methods, Techniques, and Applications*. Addison-Wesley, 2000.
3. M. Griss, J. Favaro, and M. d’Alessandro. Integrating feature modeling with the RSEB. In Proc. of the Fifth International Conference on Software Reuse, pages 76–85, Canada, 1998.
4. H. Gomaa. *Designing Software Product Lines with UML: From Use Cases to Pattern-based Software Architectures*. The Addison-Wesley Object Technology Series, 2004.
5. D. Harel: Statecharts: A visual formalism for complex systems. *Science of Computer Programming*, 8: 231-274, 1987.
6. Y. Jin, R. Esser, and J. Janneck. A method for describing the syntax and semantics of UML statecharts. *Software and Systems Modeling*, 3(2):150-163, 2004.
7. K. Kang, S. Cohen, J. Hess, W. Novak, and S. Peterson. Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study. Technical Report CMU/SEI-90-TR-21, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, November 1990.
8. K. Kang, J. Lee, and P. Donohoe. Feature-Oriented Product Line Engineering. *IEEE Software*, 19(4):58–65, 2002.
9. D. Latella, I. Majzik, and M. Massink: Towards a formal operational semantics of UML statechart diagrams. In *Formal Methods for Open Object-based Distributed Systems* Chapman & Hall, 1999.
10. S. Mellor, A. Clark, and T. Futagami. Model-driven development. *IEEE Software*, 20(5):14-18, 2003.
11. Object Management Group: *OMG Unified Modeling Language Specification Version 2.0*, 2004. Available at <http://www.uml.org>.
12. B. Selic. The pragmatics of model-driven development. *IEEE Software*, 20(5):19-25, 2003.
13. J. van Gurp, J. Bosch, and M. Svahnberg. On the notion of variability in software product lines. In *Proceedings of the Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA’01)*, IEEE Computer Society, pages 45–54, 2001.
14. M. von der Beeck. A structured operational semantics for UML-statecharts. *Software and System Modeling*, 1(2):130-141, 2002.

# Mejora del Proceso de Elicitación de Requisitos en Proyectos GSD

Gabriela N. Aranda <sup>1</sup>  
garanda@uncoma.edu.ar

Aurora Vizcaíno <sup>2</sup>  
aurora.vizcaino@uclm.es

Alejandra Cechich <sup>1</sup>  
acechich@uncoma.edu.ar

<sup>1</sup> Grupo GIISCo, Departamento de Ciencias de la Computación,  
Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén, Argentina.  
Teléfono: (+54) 299-4490312 – Fax: (+54) 299-4490313 – Web: <http://giisco.uncoma.edu.ar/>

<sup>2</sup> Grupo ALARCOS, Departamento de Sistemas de Información y Tecnologías,  
UCLM-Soluziona Instituto de Investigación y Desarrollo, Escuela de Informática  
Universidad de Castilla-La Mancha, Paseo de la Universidad 4, 13071 Ciudad Real, España.  
Teléfono: (+34) 926 295300 ext.3747 – Fax: (+34) 926 295354 – Web: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/>

## 1. Introducción

La tendencia constantemente en alza de la globalización de empresas, y especialmente de los negocios relacionados con la producción de tecnologías de software, ha producido un profundo impacto tanto en las estrategias de marketing y distribución, como en la manera en que los productos son concebidos, diseñados, construidos, probados y entregados a los clientes [13]. Ejemplo de ello es que cada vez es más común el desarrollo de software en forma distribuida, o desarrollo global de software (GSD según las siglas en inglés), donde quienes participan del proceso de desarrollo (usuarios, clientes, desarrolladores) se encuentran localizados en países distintos. El principal motivo del crecimiento del GSD es que permite a las empresas disminuir los costos de desarrollo mientras se mantiene el nivel de calidad del proceso [5], contando con profesionales a lo largo y ancho del mundo sin necesidad de afrontar el costo de su traslado [16], o bien producir software para clientes remotos sin necesidad de trasladar el equipo de desarrolladores. También permite aumentar la productividad, por medio de jornadas de trabajo más extensas teniendo programadores distribuidos en sitios con amplia diferencia horaria [10]. Sin embargo, por su característica distribuida, los proyectos de GSD enfrentan varios problemas ocasionados por la distancia entre los participantes. Estos problemas son provocados por [9]:

- la diferencia cultural, que comprende la variedad de lenguajes nativos de los participantes así como su comportamiento,
- las dificultades en la comunicación, que se ve limitada por la tecnología utilizada
- la diferencia horaria, que obstaculiza la interacción sincrónica,
- la dificultad que representa gestionar el conocimiento en un entorno con fuentes de información variadas y distribuidas.

Al analizar la literatura existente sobre el desarrollo global de software, hemos notado que la investigación anterior se centraba en determinar las limitaciones de la comunicación interpersonal y la gestión del conocimiento en entornos distribuidos, con el objetivo de definir su implicación en el proceso de desarrollo de software, pero que por lo general estos trabajos se dedican a las etapas más avanzadas de la ingeniería de requisitos (como la negociación y la especificación) y son muy pocos los trabajos referidos a las etapas iniciales. Por ello decidimos enfocar nuestro trabajo en la etapa de “*elicitación de requisitos*”, donde se necesita una interacción fluida entre desarrolladores, clientes, usuarios, y otros miembros de la organización para obtener información sobre el sistema que se desea

construir [21]. Nuestro objetivo, por lo tanto, es proponer una metodología que minimice los problemas que puedan presentarse en la fase de recolección de requisitos en entornos distribuidos para obtener requisitos más precisos.

A continuación presentamos un breve resumen de la revisión de conocimientos para cada área involucrada y finalmente hablaremos del estado actual de nuestra investigación.

## 2. Elicitación de requisitos

La etapa de elicitación de requisitos, también llamada de recolección (gathering) [26], adquisición (acquisition) [23]; captura (capture) [20], o descubrimiento (discovery) [14, 19]; es una de las etapas iniciales del proceso de desarrollo de software. Está basada principalmente en la comunicación entre desarrolladores, usuarios, clientes, expertos en el dominio, etc., con el fin de descubrir cuáles son las necesidades de los usuarios y clientes que deberá cubrir el sistema en construcción.

Dado que la calidad del software depende de la calidad de los requisitos y esta, a su vez, de las técnicas utilizadas para su elicitación [15] hemos enfocado nuestro estudio en analizar una amplia cantidad de métodos y técnicas de elicitación existentes, y en buscar literatura relacionada al proceso de selección de las técnicas a utilizar. Este tema en particular, el proceso de selección de técnicas de elicitación apropiadas a una situación particular, se ha convertido en un foco de interés importante durante los últimos años. Los trabajos encontrados hasta ahora demuestran que se ha avanzado en la realización de experimentos, análisis de casos y comparaciones entre algunas técnicas de elicitación [7], sin que se hayan presentado aún estrategias de selección correctamente validadas. Un trabajo distinto es la definición de un modelo de selección de técnicas de elicitación presentado en [15] para desarrollo de software co-localizado y que al ser genérico permite adaptarlo también para estudiar la selección de técnicas de elicitación en entornos distribuidos.

Respecto a la investigación sobre selección de técnicas de elicitación de requisitos apropiadas, nos ha llamado la atención que ninguna propuesta tiene en cuenta las características cognitivas de los participantes del proceso aunque, paradójicamente, es un aspecto que varios autores mencionan que es importante durante las etapas de la ingeniería de requisitos, por ejemplo por la manera en que las personas perciben y entienden el mundo que las rodea [21] o por los problemas que enfrenta la determinación de requisitos debido a limitaciones cognitivas y a la adaptación de los humanos a su entorno [6].

## 3. Desarrollo Global del Software

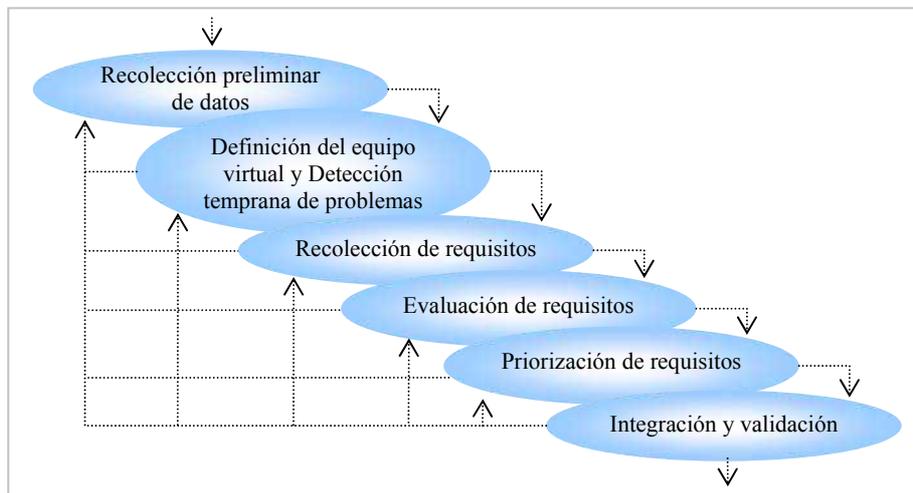
En una primera aproximación al desarrollo global de software, también llamado distribuido o multi-sitio, enfocamos nuestra investigación en la problemática del trabajo grupal y del trabajo distribuido [9, 25]. Por otro lado hemos analizado conceptos relacionados al trabajo colaborativo con soporte de herramientas para trabajo en grupo, conocidas como herramientas *groupware*, formas de clasificarlas [11] y un catálogo de herramientas *groupware* que se utilizan habitualmente en desarrollo de software distribuido. También nos enfocamos sobre la etapa de elicitación de requisitos en entornos distribuidos, analizando artículos relacionados al proceso de desarrollo global y a propuestas de estrategias para mejorar este proceso [8, 12, 22]. Como resultado de dicho análisis, concluimos que los trabajos de investigación en esta área han abarcado las etapas más avanzadas de la ingeniería de software [5], y que se encuentran pocas propuestas referidas a la elicitación de requisitos, excepto algunas herramientas que intentan dar soporte al proceso [17, 24] y algunos experimentos conducidos con el objeto de definir y comparar la efectividad de algunas técnicas de elicitación de requisitos sobre otras [5, 18]. La

revisión de conocimientos realizada en este tema nos dio la pauta de que en la investigación en la etapa de elicitación de requisitos en entornos virtuales existen muchas líneas de trabajo posibles.

#### 4. Estado actual de nuestra investigación

En la actualidad, nuestro trabajo está enfocado en la definición de una metodología de elicitación especialmente orientada a proyectos de desarrollo global de software.

Esta metodología, que consta de varias fases que se pueden apreciar en la Figura 1, presta especial atención a la problemática intercultural y la distancia entre los miembros del equipo virtual que afectan la comunicación. Su objetivo principal es definir estrategias para minimizar los problemas que puedan presentarse en la fase de recolección de requisitos. Para ello la fase dos de nuestra metodología se enfoca en analizar detalladamente la información obtenida para cada sitio y cada stakeholder involucrado en el proceso de elicitación de requisitos y en función de ellos determinar cuáles son las posibles fuentes de problemas y qué estrategias pueden utilizarse para minimizarlos.



**Figura 1.** Metodología RE-GSD

Las estrategias elegidas para minimizar dichos problemas comprenden:

- A) El análisis de las diferentes culturas que intervienen, a fin de dar soporte a los participantes y minimizar malentendidos
- B) La utilización de ontologías para eliminar ambigüedades y clarificar la estructura del conocimiento
- C) El estudio de los aspectos cognitivos de las personas participantes para seleccionar la tecnología más apropiada para ellos. [3, 4]

En la Tabla 1 se presenta cómo cada una de las estrategias sugeridas se relaciona con los problemas comunes en proyectos de desarrollo global de software.

Actualmente se encuentra en etapa de desarrollo una herramienta que dará soporte a la obtención del perfil cognitivo de los miembros del equipo y a la metodología de selección de herramientas groupware y técnicas de elicitación de requisitos adecuadas de acuerdo a las características cognitivas de un grupo de participantes dado [1, 2].

**Tabla 1** Efecto esperado de las estrategias propuestas en la minimización de problemas de GSD

	Comunicación inadecuada	Diferencia horaria	Diferencia Cultural	Gestión del conocimiento
(A) Análisis de las diferencias culturales	√		√	
(B) Uso de ontologías como facilitadores de la comunicación	√		√	√
(C) Selección de tecnología adecuada a las características cognitivas de los participantes	√	√	√	

## 5. Trabajo futuro

El trabajo futuro de nuestra investigación es la definición e implementación de experimentos para validar nuestra metodología. Para ello planeamos ejecutar próximamente una prueba piloto con estudiantes de postgrado de España y Argentina que simulen el proceso de elicitación de requisitos distribuido. En base a los resultados obtenidos repetiremos el experimento en cursos de pregrado de Ingeniería del Software a fin de generalizar el resultado de los mismos.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo es financiado por los proyectos MISTICO (PBC06-0082-8542) y MECENAS (PBI06-0024) de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Educación y Ciencia, y el proyecto ESFINGE (TIN2006-15175-C05-05) del Ministerio de Educación y Ciencia (Dirección General de Investigación)/ Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) de España. También por el proyecto CompetiSoft (506AC0287, programa CYTED) y el proyecto 04/E059 de la Universidad Nacional del Comahue de Argentina.

## References

- [1] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., and Piattini, M. "Choosing Groupware Tools and Elicitation Techniques According to Stakeholders' Features". *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2005)*. Miami, USA, May 2005, pp.68-75.
- [2] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., and Piattini, M. "Towards a Cognitive-Based Approach to Distributed Requirement Elicitation Processes". *WER 2005, VIII Workshop on Requirements Engineering*. Porto, Portugal, June 2005, pp.75-86.
- [3] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., and Piattini, M., "A Model for Selecting Techniques in Distributed Requirement Elicitation Processes", en *Information Resources Management*, Wai K. Law, Editor, IDEA Group. 2007, 351-363.
- [4] Aranda, G., Vizcaíno, A., Cechich, A., Piattini, M., and Castro-Schez, J.J. "Cognitive-Based Rules as a Means to Select Suitable Groupware Tools". *5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'06)*. Beijing, China, July 2006.
- [5] Audy, J., Evaristo, R., and Watson-Manheim, M.B. "Distributed Analysis The Last Frontier?" *37th Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS)*. Big Island, Hawaii, January 2004.
- [6] Browne, G.J. and Ramesh, V., "Improving information requirements determination: a cognitive perspective". *Information & Management, Elsevier Science*, 39(8): 2002, 625-645.

- [7] Carrizo, D. "Selección de Técnicas de Educación de Requisitos: Una Revisión Conjunta de la Ingeniería de Software y la Ingeniería del Conocimiento". *IV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento, JIISIC 2004*. Madrid, Spain, November 2004, pp.159-174.
- [8] Damian, D., Lanubile, F., Hargreaves, E., and Chisan, J. "Workshop Introduction". *3rd International Workshop on Global Software Development. Co-located with ICSE 2004*. Edinburgh, Scotland, May 2004.
- [9] Damian, D. and Zowghi, D. "The impact of stakeholders geographical distribution on managing requirements in a multi-site organization". *IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, RE'02*. Essen, Germany, September 2002, pp.319-328.
- [10] Ebert, C. and De Neve, P., "Surviving Global Software Development". *IEEE Software*, 18(2): 2001, 62-69.
- [11] Ellis, C.A., Gibbs, S.J., and Rein, G.L., "Groupware: Some Issues and Experiences". *Communications of ACM*, 34(1): 1991, 38-58.
- [12] Hargreaves, E., Damian, D., Lanubile, F., and Chisan, J., "Global Software Development: Building a Research Community". *ACM SIGSOFT. Software Engineering Notes*, 29(5): 2004, 1-5.
- [13] Herbsleb, J.D. and Moitra, D., "Guest Editors' Introduction: Global Software Development". *IEEE Software*, 18(2): 2001, 16-20.
- [14] Herlea, D. and Greenberg, S. "Using a Groupware Space for Distributed Requirements Engineering". *7th IEEE Int'l Workshop on Coordinating Distributed Software Development Projects*. Stanford, California, USA, June 1998, pp.57-62.
- [15] Hickey, A.M. and Davis, A. "Elicitation Technique Selection: How do experts do it?" *International Joint Conference on Requirements Engineering (RE03)*. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press, September 2003, pp.169-178.
- [16] Kobitzsch, W., Rombach, D., and Feldmann, R., "Outsourcing in India". *IEEE Software*, 18(2): 2001, 78-86.
- [17] Lanubile, F. "A P2P Toolset for Distributed Requirements Elicitation". *ICSE Workshop on Global Software Development (GSD 2003)*. Portland, Oregon, USA, May 2003, pp.12-15.
- [18] Lloyd, W., Rosson, M.B., and Arthur, J. "Effectiveness of Elicitation Techniques in Distributed Requirements Engineering". *10th Anniversary IEEE Joint International Conference on Requirements Engineering, RE'02*. Essen, Germany, September 2002, pp.311-318.
- [19] Lutz, R. and Mikulski, I.C. "Resolving Requirements Discovery in Testing and Operations". *11th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'03)*. Monterey Bay, California, USA, September 2003, pp.33-41.
- [20] Macaulay, L. "Requirements capture as a cooperative activity". *IEEE International Symposium on Requirements Engineering 1993*. San Diego, CA, USA, January 1993, pp.174-181.
- [21] Nuseibeh, B. and Easterbrook, S., "Requirement Engineering: A Roadmap", en *The Future of Software Engineering*, A. Finkelstein, Editor, ACM Press 2000. 2000, 5-22.
- [22] Peters, L. "The Virtual Environment: The "How-to" of Studying Collaboration and Performance of Geographically Dispersed Teams". *Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, WETICE'03*. Linz, Austria, June 2003, pp.137-141.
- [23] Shaw, M.L.G. and Gaines, B.R., "Requirements Acquisition". *IEEE Software Engineering*, 11(3): 1996, 149-165.
- [24] Togneri, D.F., Falbo, R.d.A., and de Menezes, C.S. "Supporting Cooperative Requirements Engineering with an Automated Tool". *Workshop em Engenharia de Requisitos, WER02*. Valencia, España, November 2002, pp.240-254.
- [25] Villalobos Abarca, M., Tesis de doctorado: Modelo basado en un enfoque cooperativo multidisciplinario para desarrollar software educativo, en Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid: Madrid, 2004.
- [26] Young, R., "Recommended Requirements Gathering Practices". *CROSTALK The Journal of Defense Software Engineering*: 2002, 9-12.

# METODOS DE LA INGENIERIA INFORMATICA AVANZADA

Britos, P., García-Martínez, R., Díez, E., Ochoa, M., Merlino, H., Fernández, E., Rancán, C.

Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento  
Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires  
Tel: 54-11-6393-4843 - E-mail: rgm@itba.edu.ar  
Web: <http://www.itba.edu.ar/capis>

## 1. Objetivos del Proyecto

Este proyecto tiene por objetivos: [a] identificar herramientas faltantes requeribles por el Ingeniero de Software para soportar el desarrollo de un Sistema de Información, [b] identificar herramientas faltantes requeribles por el Ingeniero de Conocimiento para soportar el desarrollo de un Sistema Experto, [c] identificar herramientas faltantes de evaluación de proyectos basados en Standares de Calidad de Software aceptados por la comunidad internacional (CMM - ISO) y [d] desarrollar y testear las herramientas identificadas.

## 2. Líneas de investigación

Los resultados del proyecto pueden agruparse en tres áreas: aspectos metodológicos, métodos de estimación y riesgos, calidad y madurez de proyectos de software.

### 2.1. Aspectos Metodológicos

Dentro de los aspectos metodológicos se ha trabajado en: la selección asistida del modelo de ciclo de vida [Rossi, 2001], la asistencia automática a la identificación de requerimientos [Rizzi, 2001], la generación asistida del mapa de actividades de proyectos de desarrollo de software [Díez, 2003; Díez *et al*, 2003], la gestión de configuración de productos de software en etapas de desarrollo [Rancán, 2003], metodologías de selección de sistemas ERP [Chiesa, 2004], desarrollo de técnicas para el entendimiento del negocio a la que debe dar soporte el sistema de información [Ochoa, 2006; Ochoa *et al*, 2006], el desarrollo de una metodología para el diseño de sistemas tutores inteligentes [Sierra *et al*, 2006] y el desarrollo de una metodología orientada al conocimiento para la educación de requisitos en ingeniería del software [Hossian *et al*, 2007].

### 2.2. Métodos de Estimación

En el área de estimación se ha trabajado en: estimación del esfuerzo basada en casos de usos [Peralta, 2004], establecimiento de los principios para un método de estimación de proyectos de software basado en escenarios principales [Cao, 2006; Cao *et al*, 2006] y estimación de proyectos para sistemas basados en conocimiento [Ovejero, 2007].

### 2.3. Riesgos, Calidad y Madurez de Proyectos de Software

En esta área se han obtenido resultados en: gestión de riesgos en proyectos software de sistemas industriales de automatización y control [Del Río, 2007], desarrollo de una taxonomía para la identificación de riesgos de proyectos de software [Maniasi, 2006; Maniasi *et al*, 2006]. También se han obtenido algunos resultados en el área de aseguramiento de la calidad en la construcción de sistemas basados en conocimiento [Diez, 2003], en automatización de procesos de auditoría [Kuna, 2007] y en automatización de la evaluación de la madurez de procesos de construcción de software [Peralta, 2004; Peralta *et al*, 2004; Rivero Bianchi, 2004].

### 3. Líneas de Trabajo

A la fecha de la presentación de esta comunicación se continúa trabajando en: herramienta de gestión de cambios e incidencias [Farach, 2007], métodos para la reducción de error humano en experimentación de software [Pytel, 2007] y en la revisión de métodos estadísticos utilizados en experimentación de software [Guerini, 2007].

### 4. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Proyecto: catorce tesis de magíster, tres trabajos finales de especialidad, una tesis de grado en ingeniería y los planes de investigación de dos docentes.

### 5. Referencias

- Cao, J., Ochoa, M., Fernández, E., Merlino, H., Hossian, A., Sierra, E., Diez, E., Britos, P., García-Martínez, R. 2007. *Estimación basada en Escenarios Principales*. Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 301-308.
- Diez, E., Britos, P., Rossi, B. y García-Martínez, R. 2003. *Generación Asistida del Mapa de Actividades de Proyectos de Desarrollo de Software*. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software 5(1):13-18. ISSN 1667-5002.
- Farach, V. 2007. *Herramienta de Gestión de Cambios e Incidencias*. Proyecto de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Hossian, A., Sierra, E., Britos, P., Ochoa, A., García-Martínez, R. 2007. *Hacia una Metodología Orientada al Conocimiento para la Educción de Requisitos en Ingeniería del Software*. Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 107-114.
- Kuna, H. 2007. *Asistencia para la Realización de Auditoría de Sistemas de Organismos Públicos o Privados*. Tesis de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Ochoa, M., Britos, P. y García-Martínez, R. 2006. *Una Protofase de Entendimiento del Negocio para Metodologías de Desarrollo de Sistemas*. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. San Luis. Argentina.
- Peralta, M.; Diez, E.; Britos, P. y García Martínez, R. 2004. *Evaluación Asistida de CMMI-SW*. Proceedings de la 4ª Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Pág. 59-74.
- Pytel, P. 2007. *Método de Reducción de Error Humano en Experimentación de Software*. Proyecto de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.

- Rancán, C. 2003. *Gestión de Configuración de Productos de Software en Etapas de Desarrollo*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Rivero Bianchi, C. 2004. *Asistencia Automática en Certificación Basado en el Estándar ISO 9001:2000*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Rossi, B. 2001. *Sistema Experto de Ayuda para la Selección del Modelo de Ciclo de Vida*. Tesis de Magister en Ingeniería del Conocimiento. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. 2006. *Towards a Methodology for the Design of Intelligent Tutoring Systems*. Research in Computing Science Journal. ISSN 1665-9899. Volumen 20. Pág.181-189.
- Rizzi, M. 2001. *Sistema Experto Asistente de Requerimientos*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Diez, E. 2003. *Aseguramiento de la Calidad en la Construcción de Sistemas Basados en Conocimiento. Un Enfoque Práctico*. Trabajo Final de Especialidad en Ingeniería de Sistemas Expertos. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Diez, E. 2003. *Sistema Generador del Mapa de Actividades de un Proyecto de Desarrollo de Software*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Chiesa, F. 2004. *Metodología para Selección de Sistemas ERP*. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software. 6(1):17-37. ISSN 1667-5002.
- Peralta, M. 2004. *Asistente para la Evaluación de CMMI-SW*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Peralta, M. 2004. *Estimación del Esfuerzo Basada en Casos de Usos*. Reportes Técnicos en Ingeniería del Software. 6(1):1-16. ISSN 1667-5002.
- Maniasi, S., Britos, P. y García Martínez, R. 2006. *A Taxonomy-Based Model for Identifying Risks*. Proceedings V Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 13-18
- Ochoa, A. 2006. *Uso de Técnicas de Educación para el Entendimiento del Negocio*. Tesis de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA
- Cao, J. 2006. *Principios para un Método de Estimación de Proyectos de Software Basado en Escenarios Principales*. Trabajo Final de Especialidad en Control y Gestión del Software. Escuela de Postgrado. ITBA
- Maniasi, S. 2006. *Identificación de Riesgos de Proyectos de Software en Base a Taxonomías*. Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA
- Guerini, M. 2007. *Revisión de Métodos Estadísticos Utilizados en Experimentación de Software*. Proyecto de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Del Río, J. 2007. *Sistema de Asistencia a la Gestión de Riesgos en Proyectos Software de Sistemas Industriales de Automatización y Control*. Tesis de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA.
- Ovejero, D. 2007. *Estimación de Proyectos para Sistemas Basados en Conocimiento*. Tesis de Tesis de Magister en Ingeniería del Software. Escuela de Postgrado. ITBA

# Modelado de Aplicaciones con Procesos Concurrentes y Distribuidos

Universidad Nacional de La Matanza - Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas  
Florencio Varela 1903 - (1754) San Justo - Bs As – Argentina - Tel: 011 4480-8900 - Interno 8752

**Mg. Daniel A. Giulianelli**  
dgiulian@unlam.edu.ar

**Ing. Rocío A. Rodríguez**  
rrodri@unlam.edu.ar

**Ing. Pablo M. Vera**  
pablovera@unlam.edu.ar

## RESUMEN

En este paper se presenta un nuevo diagrama al cual hemos denominado D.E.A. “Diagrama de Estados Activos”. El mismo permite modelar todos los aspectos de las aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos. Como punto de partida se evaluaron los distintos modelos de UML 2.0 y viendo que ninguno de ellos se adaptaba por completo a las necesidades presentadas, se elabora éste modelo que toma las características de algunos diagramas de UML y agrega elementos necesarios para este tipo de aplicaciones. El DEA permite visualizar en un único diagrama aspectos que de modelarse con UML implicarían la construcción de varios diagramas y el uso de estereotipos.

## 1. ANTECEDENTES

Con la intención de modelar aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos usando UML (ver introducción a UML [3], [6] y [9]), nace en el año 2005 este trabajo de investigación.

A fin de difundir los resultados obtenidos en las distintas versiones preliminares del presente trabajo, realizamos ponencias en los siguientes eventos [8]:

- 1) Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional de Entre Ríos (CACIC 2005).
- 2) Jornada de Jóvenes Investigadores de Universidades Nacionales organizada por la Universidad Nacional de San Luis (JI2005).
- 3) Congreso Argentino de Ciencias de la Computación organizado por la Universidad Nacional de San Luis (CACIC 2006).
- 4) Jornada Iberoamericana de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento, organizado por la Pontificia Universidad Católica del Perú (JIISIC07).

Uno de los objetivos del presente trabajo es presentar las mejoras realizadas sobre el DEA y realizar una comparativa de las ventajas del DEA con respecto a UML 2.0.

## 2. DIAGRAMA DE ESTADOS ACTIVOS

Tomando como referencia a UML nos propusimos construir un Diagrama que reuniera las características necesarias para poder con él modelar procesos concurrentes y distribuidos. Para ello tomamos las particularidades del Diagrama de Transición de Estados (DTE), las correspondientes al Diagrama de Actividades, algunas características del Diagrama de Despliegue e incorporando características propias de los sistemas con procesos concurrentes y distribuidos, construimos un modelo al que hemos denominado “Diagrama de Estados Activos (DEA)”.

Este modelo que proponemos lo consideramos adecuado para:

1. Representar un proceso distribuido: Se utilizan las calles que caracterizan al clásico Diagrama de Actividades [7], para determinar en que nodo se realizará la ejecución de ciertos procesos. Para aquellos casos donde el medio de comunicación entre los nodos sea de relevancia, se indicará con una línea entre ambos el tipo de vínculo utilizado, tal como se haría en UML en un Diagrama de Despliegue.
2. Representar la concurrencia de procesos: Se utilizan las líneas de sincronismo del Diagrama de Actividades.
3. Detallar la información de los estados: Además de indicarse el nombre del estado se puede detallar como en el clásico DTE acciones de entrada y salida, transiciones internas y eventos diferidos.
4. Mostrar el cambio de estados: Se utilizan las transiciones del DTE indicando la o las

condiciones, así como el evento y en el caso que existan, las acciones que permiten el paso de estado.

### 2.1. Particularidades del DEA

Del análisis del modelo presentado surgen las siguientes conclusiones:

Al agregar al clásico DTE las calles, queda indicado si el proceso comenzado en cierto estado, al pasar a otro, involucra o no un cambio de nodo. Es decir que al cumplirse cierta condición podrá continuarse el proceso en otro nodo (calle).

Las líneas de sincronismo pueden compartirse entre varios nodos. Por lo tanto el flujo del procesamiento se continúa en un nodo específico cuando este obtenga una respuesta de los otros nodos que están procesando en forma paralela, ya sea por necesitar un resultado o por la finalización de los mismos.

*Particularidades del modelado de procesos distribuidos:* Requiere que los procesos alojados en distintos host se comuniquen para poder intercambiar información. Existen dos formas distintas para realizar dicha comunicación: mediante el envío de mensajes y mediante la utilización de RPC (Remote Procedure Call – Llamadas a Procedimientos Remotos). A su vez los mensajes pueden ser asincrónicos o sincrónicos. Un mensaje sincrónico obliga al emisor a esperar una respuesta antes de continuar con sus tareas mientras que con el asincrónico se envía el mensaje y se continúa con el resto de las tareas. En cambio los RPC son en su mayoría, llamadas sincrónicas ya que actúan como simples llamadas a procedimientos como si estuvieran en una misma computadora.

Para modelar la comunicación entre los procesos se mantiene la nomenclatura habitual de UML donde un mensaje sincrónico se representa con una punta de flecha rellena y un mensaje asincrónico con una punta flecha abierta (es recomendable consultar el manual de especificación de UML 2.0 [5] y [10]). Respetando esta nomenclatura proponemos para mayor

claridad diferenciar los RPC de los mensajes usando la nomenclatura mostrada en la Figura 1:

Mensaje Sincrónico	—————▶
Mensaje Asincrónico	—————>
RPC Sincrónico	—————( )—————▶
RPC Asincrónico	—————( )—————>

Figura 1: Nomenclatura mensajes y RPC

Los nodos que interactúan pueden tener diferentes tipos de conexiones físicas entre si, lo que en algunas ocasiones es importante destacar, ya que según sea el tipo de enlace habrá ciertas velocidades de transferencia que variarán. Lo que puede permitir decidir derivar ciertos procesos a un determinado nodo o a otro, o manejar distintos tiempos de time out para las respuestas. Al igual que en el Diagrama de Despliegue de UML se indicará en el DEA a través de una línea entre cada par de nodos la característica del enlace.

*Particularidades del modelado de procesos concurrentes:* Puede requerir la diferenciación de los distintos hilos (threads) de ejecución del sistema. Si bien la propuesta al incorporar las líneas de sincronismo del Diagrama de Actividades ya muestra los procesos o hilos que se ejecutan en paralelo, se propone también para una notación más clara en casos en los que se detallan varios estados dispares dentro de cada hilo, utilizar una notación de calles con líneas punteadas dentro de la calle principal del nodo para indicar el procesamiento independiente de cada hilo (ver Figura 2).

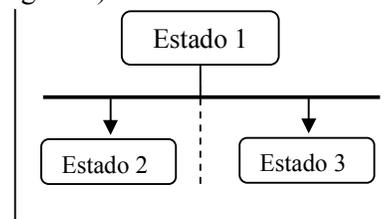


Figura 2: Elementos que conforman al DEA

Cuando se utilizan hilos es muy posible que existan recursos que se deben compartir y por lo tanto es necesario administrar su acceso, ya que solamente un thread puede utilizarlo en un momento dado. Dos métodos comunes para la administración de recursos en un ambiente concurrente son los semáforos y los monitores [4].

Proponemos dos construcciones gráficas para indicar recursos compartidos y el método de acceso a los mismos. Dentro de estas construcciones es posible especificar el tipo de recurso al que nos estamos refiriendo (ver Figura 3).

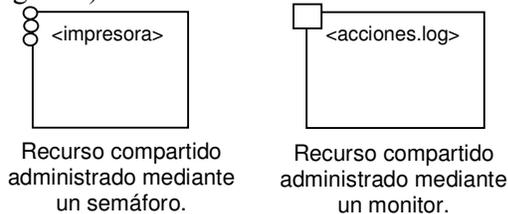


Figura 3: Nomenclatura designada para Semáforos y Monitores

*Cardinalidad:* Cuando se cuenta con múltiples conexiones provenientes de distintos nodos, generalmente existe un proceso principal que monitorea las conexiones y al llegar nuevas conexiones crea distintos hilos para cada una de ellas. A veces, también las acciones que realiza cada uno de esos hilos son idénticas, por lo tanto proponemos la utilización de una nomenclatura similar a un objeto con varias ocurrencias en UML pero aplicado a las calles que está representando el hilo en ejecución (ver Figura 4).

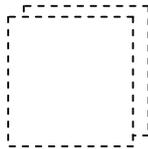


Figura 4: Las acciones que se realizan “n” veces se indican dentro de esta representación gráfica.

### 3. METODOLOGÍA DE MODELADO

Se propone a continuación un listado de pasos que permitirán realizar un Diagrama de Estados Activos, de forma sistemática.

1. Identificar los distintos nodos o locaciones donde se va a ejecutar la aplicación para definir con cada uno de ellos las calles.
2. Identificar el nodo desde el cual se va a iniciar el proceso o la funcionalidad que estamos modelando y ubicar la calle que lo representa en el centro del diagrama para minimizar el cruce de líneas entre las demás calles, ya que es usual que éste sea el nodo principal que comanda al resto.

3. Determinar cuales conexiones entre nodos son relevantes de destacar e indicar entre dichos nodos el tipo de conexión física. Solo se deberán marcar las conexiones entre los nodos que tengan cierta relevancia.

4. Comenzar el modelado desde el nodo ubicado en la calle central, usando la nomenclatura habitual del DTE con el círculo lleno que indica el comienzo del proceso.

5. Continuar el modelado utilizando de forma habitual los estados, cambios de estado y transiciones del DTE. Teniendo en cuenta que es posible utilizar la nomenclatura del diagrama de actividades cuando tenemos actividades que se realizan en paralelo.

6. Cuando el flujo de control principal o uno de los flujos secundarios salen del nodo actual utilizar la nomenclatura de mensajes o RPC propuesta para clarificar de que forma se realiza dicha comunicación.

7. Si uno de los estados requiere la utilización de un recurso compartido indicar si el control de acceso al mismo se realiza mediante un semáforo o un monitor.

8. Para rutinas repetidas dentro de un mismo nodo, es decir que disponen de un control de conexión y para cada una de ellas se realiza un proceso igual, independientemente de que nodo proviene la conexión, englobar dicha funcionalidad dentro de un recuadro de cardinalidad.

### 4. MODELADO POR MEDIO DEL DEA

Se desea modelar el control de acceso a una bóveda de alta seguridad. Esta cuenta con diferentes mecanismos para controlar el acceso a la misma.

Como primera medida de seguridad se requiere poseer la llave que habilita un teclado mediante el cual se ingresa una clave de acceso. Existe un número de veces que se puede ingresar en forma errónea la clave antes de ser disparada la alarma. Una vez dado por válido dicho código se realiza un escaneo de retina para autenticar a la persona. Luego se habilita un teclado en cada una de las dos sucursales, en donde se ingresa una clave de seguridad. Una vez chequeada la validez del código se procede a realizar un escaneo de retina a quienes ingresan dichas claves. Estos

escaneos son procesados mediante los patrones almacenados en el servidor de la casa central. Si son válidos se habilita el acceso a la bóveda.

En la Figura 5 se muestra como queda modelada a través del DEA esta aplicación.

### 5. COMPARATIVA: DEA - UML

UML brinda herramientas para el modelado de procesos concurrentes mediante el uso de clases activas, dichas clases indican que sus objetos contienen diferentes hilos de ejecución.

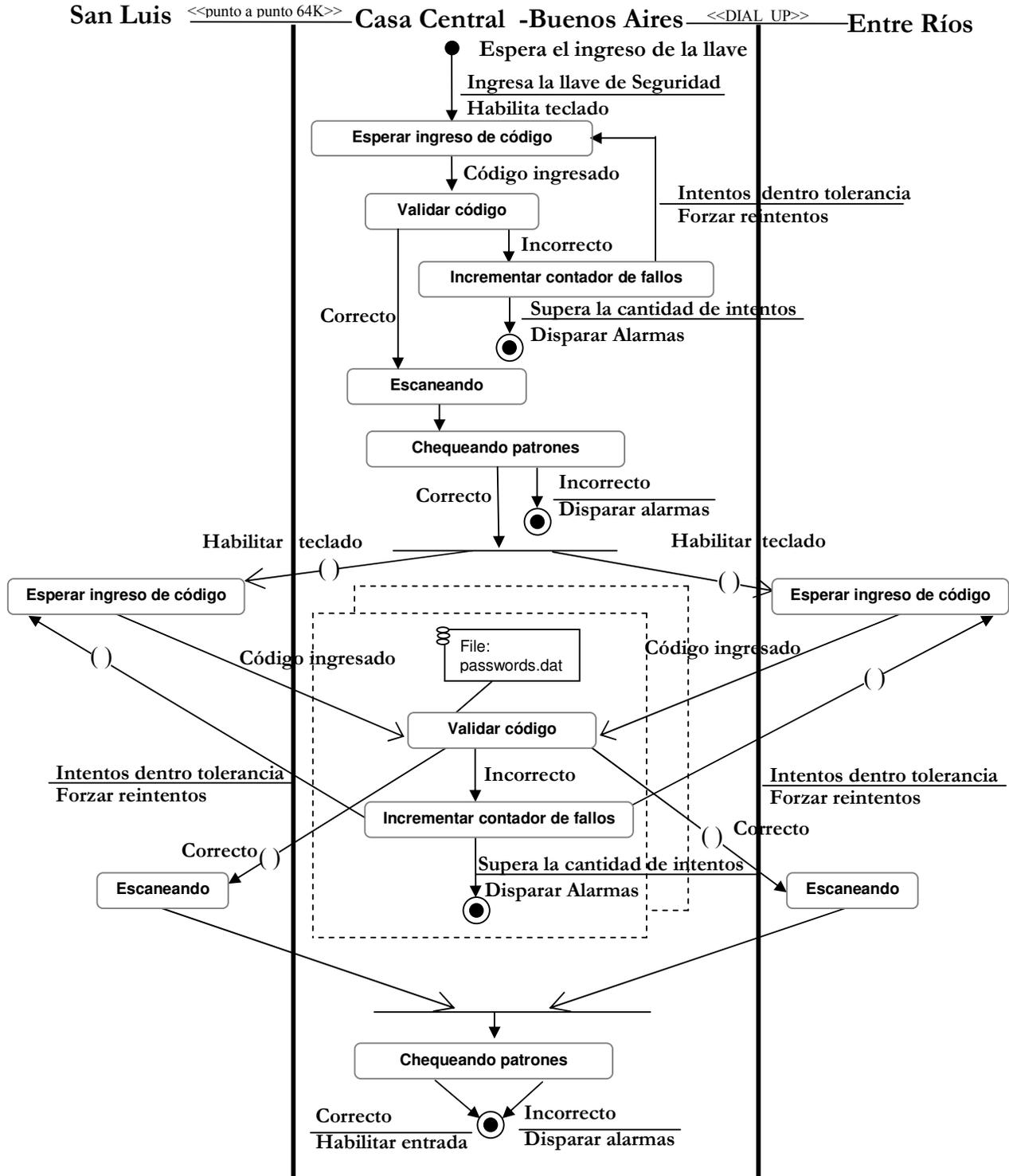


Figura 5: Este DEA integra los elementos típicos de este tipo de aplicaciones anteriormente planteados.

Para poder modelar la comunicación entre diferentes procesos y threads UML propone la utilización de diagramas de objetos adornados con varios estereotipos como ser *location* que nos indica la ubicación física de ese hilo o proceso. También para establecer la ubicación física es posible realizar un Diagrama de Despliegue que indique que procesos ejecuta cada nodo y cuales son las conexiones físicas entre ellos. Si se quiere modelar como se comunican procesos ubicados en distintos nodos es posible que un Diagrama de Colaboración donde cada objeto tenga que estar estereotipado con la propiedad *location* se vuelva muy difícil de seguir. Por ello la propuesta del DEA es utilizar las calles para ver que es lo que ocurre dentro de cada nodo y como se comunican unos con otros.

Para la comunicación entre procesos UML propone la diferenciación entre mensajes sincrónicos y asincrónicos. Pero no se especifica una semántica particular para RPC, los que invocan un procedimiento ubicado en otro nodo, sin que en dicho nodo necesariamente, se estuviera ejecutando un proceso que monitoree, a la espera de mensajes. Por ello se hace necesaria la diferenciación entre mensajes y RPC.

En cuanto a la utilización de Diagramas de Estados, UML propone su utilización para modelar el comportamiento de cada una de las clases activas por separado. Siendo necesario para ver su interacción construir un Diagrama de Colaboración.

Para los recursos cuyo acceso debe ser sincronizado, UML propone estereotipar los métodos que por ejemplo deban ser sincronizados dentro de una clase pero no hace referencia a elementos físicos compartidos como ser un archivo, una unidad de disco, etc. Elementos que muchas veces es necesario destacar para ver como varios hilos van a competir por dicho recurso.

## 6. CONCLUSIONES

De la comparativa presentada en el Item 5, puede desprenderse que el DEA es una herramienta que permite modelar aplicaciones con procesos concurrentes y distribuidos, plasmando las características de estas

aplicaciones en un único diagrama. Si bien el diagrama parece a simple vista ser más complejo para leer (Figura 5), evita el tener que realizar una serie de modelos, los cuales traen aparejados los siguientes inconvenientes:

1. Tener que relacionar los distintos modelos para lograr llegar a la visión que se observa en el DEA
2. Tener que usar estereotipos para poder modelar características no nombradas en UML.
3. El conjunto de modelos no logra mostrar la diferencia entre mensajes y RPC. Así como tampoco se puede visualizar la cardinalidad.

Por los motivos expuestos sostenemos que el DEA ayuda al análisis, incorporando las características de los modelos de UML y agregando aquellas características específicas de este tipo de aplicaciones, no soportadas por dichos modelos.

## 7. REFERENCIAS

### LIBROS:

- [1] Booch G, Rumbaugh J y Jacobson I. *El lenguaje unificado de modelado*. Addison Wesley, pp: 392-394, 2003.
- [2] Fowler M. *UML Distilled*. Addison Wesley, Third Edition, Pearson Education, pp: 1-16 2004.
- [3] Kendall S. *Fast Track UML 2.0*, Apress, California 2004.
- [4] Stallings W. *Operating Systems Internals and Design Principles*. Third Edition, Prentice Hall., pp: 208-230, 1998.

### E BOOK :

- [5] *OMG Unified Modeling Language Specification*. Versión 1.5 Marzo 2003

### SITIOS WEB:

- [6] <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/multiple-html/>
- [7] <http://www.creangel.com/uml/actividad.php>
- [8] <http://www.investigamos.com.ar/CONGRESO S.htm>
- [9] <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/230801/voices/modelsoftware.asp>
- [10] <http://www.uml.org/#UML2.0>

## **Modelado de simulación hidrológica utilizando un enfoque de desarrollo basado en componentes**

**Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Rosanigo Beatriz, Parson Ariel, Moyano Ezequiel, Villarreal Martín**

[urciuolo@tdfuego.com](mailto:urciuolo@tdfuego.com), [iturraspe@tdfuego.com](mailto:iturraspe@tdfuego.com), [brosanigo@infovia.com.ar](mailto:brosanigo@infovia.com.ar), [a-parson@infovia.com.ar](mailto:a-parson@infovia.com.ar), [ezemoyano@infovia.com.ar](mailto:ezemoyano@infovia.com.ar), [martinvillarreal@hotmail.com](mailto:martinvillarreal@hotmail.com)

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Sede Ushuaia, Darwin y Canga, (9410) Ushuaia. TE/FAX: 430892. e-mail:

### **Resumen**

Como resultado de las características del proceso evolutivo del paradigma hidroeinformática, no se dispone de *arquitecturas de software* que faciliten la construcción de aplicaciones de modelación de simulación hidrológica flexibles. En el Proyecto que se lleva adelante en una línea de investigación de Sistemas de Información ambiental por parte de un equipo de la Sede Ushuaia de la UNPSJB (desarrollado en el marco del proyecto internacional EPIC-FORCE financiado por la Unión Europea), se pretende desarrollar una arquitectura de software basada en componentes para la construcción de modelos de hidrología, aplicables a cuencas de la región andino-patagónica. La arquitectura definida podrá ser ajustada mediante la implementación de componentes básicos para un modelo simple, cuya validación se realice con los resultados obtenidos del modelo SHETRAN de la Universidad de Newcastle, siendo luego posible el desarrollo de modelos más complejos incorporando nuevos componentes.

### **Introducción**

Debido a las limitaciones en las técnicas de medición de fenómenos del mundo real, modelos de simulación de diferentes tipos proveen medios de extrapolación cuantitativa o predicción, que permiten simular estados de un sistema hidrológico real cuando no hay datos disponibles en el espacio o en el tiempo y conocer el impacto de futuros cambios hidrológicos, ayudando de este modo a los tomadores de decisión ambiental [1].

Un *modelo hidrológico* es una representación simplificada del sistema real cuyo objetivo es estudiar la operación del sistema y predecir su salida. Sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas con las salidas, las cuales pueden expresarse como función del tiempo [2]. Abarcan una gran diversidad de problemas y funcionalidades tales como modelado de ríos y cuencas, calidad de aguas, predicción de crecidas, riesgos hidrológicos, etc. [3].

Los modelos computacionales aplicables a este dominio sufrieron un proceso de cambios y evolución, determinado por los avances en la computación, a los cuales se fueron adaptando. A su vez, estos cambios influyeron en las actividades de ingeniería que utilizaron estos modelos [4].

Si bien existe una gran diversidad de modelos hidrológicos, en este trabajo el análisis se focaliza en los modelos lluvia-escorrentía, los cuales estiman el caudal a la salida de un sistema hidrológico (cuenca, área de aporte, lago, etc.) a partir de la precipitación y otras variables meteorológicas.

El software del dominio provee una gran diversidad de modelos basados en diferentes métodos de cálculo para cada uno de los procesos hidrológicos a simular: infiltración, escurrimiento superficial, propagación de caudal, etc. Los más modernos ofrecen facilidades para su integración a SIG [5] (Sistemas de Información Geográfica) a través de interfaces [6]. No obstante, en general los modelos existentes ofrecen poca flexibilidad para la configuración de los escenarios de simulación a ejecutar [7]. La mayoría de ellos presentan características estáticas, exigiendo al usuario definir de antemano los procesos, métodos y parámetros que serán utilizados en la sesión de simulación. De acuerdo a esto, una necesidad que se observa en esta etapa de la evolución del software del dominio

es la de proveer mayor flexibilidad a los modelos para la configuración de escenarios, permitiendo a los usuarios la construcción del sistema a simular mediante una selección libre y ágil de los objetos, procesos hidrológicos y métodos de cálculo que se desee utilizar para el caso particular.

A pesar de los grandes avances existentes en el paradigma, no se cuenta con *arquitecturas de software* para la construcción de nuevas aplicaciones en forma flexible. Cada nuevo modelo que se desarrolla implica un gran esfuerzo cooperativo de diferentes instituciones.

Si bien ya se han utilizado en el dominio técnicas OO [8] [9] y se ha avanzado en la utilización de patrones conceptuales [10] y en la construcción de frameworks para modelación hidrológica [11] incluso orientados a la toma de decisión [12], en la actualidad, a los fines de brindar soluciones apropiadas a los problemas expuestos, se requiere de enfoques flexibles que provean un grado de modularidad e independencia apropiada para la complejidad que presenta el dominio.

En los últimos años, el Desarrollo de software basado en componentes emergió como una importante solución al problema del desarrollo de sistemas grandes y complejos. Los componentes de software son piezas de software autocontenidas, reusables, accesibles sólo a través de interfaces bien definidas [13]. En contraste con la integración tradicional de sistemas, los componentes se diseñan desde un comienzo para ensamblarse en una variedad de configuraciones.

Una de las grandes ventajas de los componentes es la reusabilidad. Un reuso efectivo depende no sólo de la identificación apropiada de los componentes, sino del modo en que dichos componentes son combinados y organizados. Las arquitecturas de software basadas en componentes brindan el soporte para la integración de “partes” en sistemas mayores, facilitando la definición de una estructura de ensamblado adecuada. El empleo de esta técnica de desarrollo de software requiere por lo tanto de un cuidadoso modelado arquitectural y análisis, a los fines de asegurar reusabilidad y compatibilidad entre componentes interactuantes. En este enfoque el énfasis está centrado en la arquitectura, el diseño de dependencias entre componentes y el manejo de las mismas [14].

Considerando lo expuesto, en el presente proyecto se plantea la definición de una arquitectura de software basada en componentes que facilite la construcción flexible de escenarios para la modelación hidrológica de cuencas. Se enfatiza el desarrollo de componentes que puedan ser validados en base a los resultados obtenidos de la aplicación del modelo SHETRAN en las cuencas de Tierra del Fuego, en el marco de las actividades del Proyecto EPIC FORCE.

### **Temas de investigación y desarrollo**

El Proyecto se desarrolla en la Facultad de Ingeniería de la Sede Ushuaia de la UNPSJB con el aval de la Secretaría de Ciencia y Técnica, en el marco del Proyecto EPIC FORCE (EVIDENCE-BASED POLICY FOR INTEGRATED CONTROL OF FORESTED RIVER CATCHMENTS IN EXTREME RAINFALL AND SNOWMELT, 2005/2008) que se lleva adelante por un consorcio de equipos de investigación de 7 países, coordinado por la Universidad de Newcastle, con financiamiento de la Unión Europea (cuyo objetivo es brindar estrategias de manejo integrado del agua y el bosque a la escala de la cuenca hídrica, a través del desarrollo de políticas basadas en evidencia científica).

El objetivo del Proyecto UNPSJB es desarrollar una arquitectura de software basada en componentes para la construcción de modelos hidrológicos de cuencas hídricas, que permita la incorporación flexible de los principales elementos físicos característicos de las mismas y facilite su integración a SIG.

El Proyecto incluye los siguientes componentes principales:

- 1) Hidrología: Análisis de los principales componentes físicos en dos cuencas piloto, para su modelado conceptual.
- 2) Informática: Desarrollo de una arquitectura de software basada en componentes para la construcción de modelos de hidrología a ser aplicados en las cuencas de la región, factibles de ser validados en las dos cuencas piloto definidas para el Proyecto EPIC FORCE, según distintos escenarios.

El grupo de trabajo es multidisciplinario, por cuanto es necesaria la participación de expertos del dominio, a los fines de proveer un adecuado conocimiento del mismo, dada su complejidad. Parte del grupo ha trabajado en proyectos anteriores vinculados al tema en la Sede Ushuaia de la UNPSJB, integrando así, un equipo de investigación en Sistemas de Información Ambiental.

El Proyecto se estructura de la siguiente forma: comprende dos partes diferenciadas vinculadas a distintas disciplinas, las cuales interactúan en forma permanente: 1) Análisis hidrológico de las cuencas piloto y 2) Definición de una arquitectura basada en componentes para la modelación de dichas cuencas. Una tercera parte corresponde a la validación de los componentes y la arquitectura obtenidos. Los temas que se investigan en cada componente del Proyecto son:

## **1. Análisis Hidrológico de cuencas piloto**

### **Modelo físico de las cuencas piloto**

Comprende el análisis de las cuencas piloto, incluyendo sus características físicas y funcionales, con la finalidad de definir parámetros de comportamiento hidrológico de las distintas unidades de estudio y generar series estímulo-respuesta que posibiliten la validación de resultados de modelación. Se utilizan como casos de estudio las cuencas piloto definidas para el Proyecto EPIC FORCE (Cuencas de los arroyos Buena Esperanza y Hambre), de las cuales se dispone información.

### **Definición de escenarios para la simulación**

Se estudian los *componentes básicos* necesarios para la simulación de procesos físicos dominantes en las cuencas piloto, definiendo los métodos hidrológicos necesarios para la implementación de su funcionalidad central. Los mismos podrán ser validados realizando comparaciones con los resultados alcanzados mediante la aplicación del modelo SHETRAN de la Univ. de Newcastle utilizado en el proyecto EPIC FORCE. Se analiza el diseño de *escenarios simples de simulación hidrológica* de las cuencas piloto, que utilicen los servicios e interacciones de los componentes básicos implementados y sean factibles de ser validados.

## **2. Definición de una arquitectura basada en componentes para la modelación hidrológica de las cuencas de la región.**

Se utiliza un enfoque de desarrollo de software basado en componentes, para brindar mayor flexibilidad a la construcción de los escenarios de simulación para la modelación hidrológica de cuencas, lo cual permite el desarrollo de componentes en forma progresiva, a medida que se va obteniendo mayor información y conocimiento de los procesos físicos característicos de las mismas.

Para ello, el grupo de trabajo realiza el estudio de procesos, enfoques y técnicas de desarrollo basado en componentes [15] [16] [17], a los fines de definir las ventajas y desventajas de su utilización en sistemas que modelan la naturaleza. Se ha puesto especial énfasis en el estudio de procesos que utilizan técnicas de modelado UML con extensiones específicas para componentes [18], a los fines de definir adaptaciones y/o extensiones específicas de UML apropiadas para Sistemas de Modelación de Simulación Hidrológica.

### **Modelado del dominio de conocimiento.**

Dada la gran variedad de modelos de hidrología superficial existentes, se ha realizado el análisis de dominio específico correspondiente a los sistemas de modelado de cuencas hídricas. Se utiliza como input el conocimiento obtenido en el Análisis Hidrológico de las cuencas piloto. Se comparan técnicas de análisis de dominio, a los fines de definir su aptitud para el manejo de la complejidad. Se ha utilizado además como base, el modelo del dominio para Sistemas de Información Ambiental definido en [19], realizando su especialización al dominio de modelación de cuencas hídricas.

Se está desarrollado un Perfil básico de UML 2.0 a los fines de empaquetar la terminología y estructuras del dominio.

### **Análisis arquitectural**

Durante esta etapa se realiza el estudio y comparación de diferentes estilos arquitecturales [20], analizando ventajas y desventajas de su utilización para el desarrollo de este tipo de sistemas, así como de arquitecturas existentes y estándares más utilizados en la actualidad, en particular los vinculados al desarrollo de SIG. En base a estos estudios, se definirá la conveniencia de utilización de un determinado estilo arquitectural para el desarrollo de aplicaciones de modelación de cuencas hídricas que facilite su integración a Sistemas de Información Geográfica.

### **Definición de arquitectura de componentes**

Se desarrolla una primera etapa de Identificación de componentes que comprende la descripción inicial de las especificaciones de componentes, así como la especificación de la arquitectura inicial de componentes, los cuales tienen nivel conceptual. En etapas posteriores, se realizará el Análisis de Interacciones entre los principales componentes arquitecturales, determinando cómo los componentes trabajarán juntos para proveer la funcionalidad correspondiente a los *escenarios simples de simulación* planteados.

Se estudian distintas técnicas de especificación de componentes, evaluando las ventajas y desventajas de su utilización en el dominio de aplicación. Una vez especificados los componentes, se procederá a analizar la organización estructural de los mismos, definiendo un modelo de arquitectura de nivel conceptual [21] para el dominio. Se utilizará como base, la arquitectura conceptual para Sistemas de Información Hídrica integrados a Sistemas de Información Ambiental definida en [22].

### **3. Validación**

Se realiza la implementación en Lenguaje Java, de la funcionalidad central correspondiente a los componentes identificados como “básicos” para la construcción de un modelo simple de cuencas, basado en la interacción de procesos elementales para el cálculo del output de un elemento físico de almacenamiento (lago, glaciar, suelo, etc.). Se utilizan para ello las microarquitecturas de diseño para modelos de simulación hidrológicas propuestas en proyectos anteriores del grupo de trabajo, las cuales presentan un nivel de diseño de componentes conceptuales apropiado para su codificación.

Los resultados obtenidos de la utilización de los servicios brindados por los *componentes básicos* serán validados, realizando comparaciones con los resultados obtenidos de la aplicación de los correspondientes módulos del modelo SHETRAN. Una vez probadas las funcionalidades centrales, se utilizará la arquitectura definida para construir un modelo capaz de simular en forma flexible los escenarios definidos, a los fines de validar la arquitectura obtenida.

### **Formación de Recursos Humanos**

En el marco de esta línea de investigación se ha concluido una tesis de Magíster en Ingeniería de Software y se está desarrollando una tesis de Licenciatura en Informática. Asimismo ha sido aprobada la propuesta de una tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas.

### **Conclusiones y trabajos futuros**

Se ha avanzado en el estudio de una arquitectura de software apropiada para el dominio de interés, en base al estudio de los objetos y procesos del dominio físico.

Se están estudiando técnicas apropiadas para el desarrollo de componentes que permitan construir modelos hidrológicos de cuencas hídricas con la flexibilidad que se requiere para definir diferentes escenarios de simulación que consideren la diversidad de procesos presentes en una cuenca hídrica,

así como lenguajes para la especificación apropiada de componentes. Se está desarrollando un Perfil UML 2.0 para especificar las estructuras y terminología del dominio.

Si bien ya han sido analizadas algunas posibles arquitecturas para los requerimientos definidos, se deberá continuar estudiando otros estilos para obtener una arquitectura general. Asimismo, se deberán implementar los componentes en lenguaje Java, para validar los resultados de la modelación de cuencas piloto definidas para el Proyecto, en base a la aplicación del modelo SHETRAN en el marco del Proyecto EPIC FORCE: Una vez evaluadas diferentes alternativas de arquitectura se implementará un modelo hidrológico basado en dicha arquitectura, a los fines de obtener una evaluación ajustada.

## Bibliografía

- [1] Beven K. *Rainfall-Runoff Modelling*. Wiley, 2000.
- [2] Chow Ven Te. *Hidrología Superficial*. Addison Wesley, 1997.
- [3] Holz P. *Hydroinformatics Systems*. IAHR-EGW Summer School 2000 - Institut für Bauinformatik Brandenburg University of Technology at Cottbus, Germany, 2000.
- [4] Babovic V. *Emergence, Evolution, Intelligence: Hydroinformatics*. PhD Thesis, IHE Delft, Balkema, 1996.
- [5] Laurini R., Thompson D. *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Academic Press, 7<sup>th</sup> printing, 1999.
- [6] Maidment D.R. and Djokic D. *Hydrologic and Hydraulic Modeling Support*. California: Environmental Research Institute, Incorporated, 2000.
- [7] Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Parson Ariel “Conceptual Microarchitectures for Hydrologic Simulation Models”. Trabajo presentado en 3<sup>a</sup> JIISIC (Jornadas de Ingeniería de Software y del Concimiento), Valdivia, Chile, Noviembre de 2003. Publicado en Proceedings JIISIC 03 “Ingeniería de Software e Ingeniería de conocimiento”. Pp 167- 174. Publicación de Trabajo extendido en Journal Electrónico de CLEI, 2003-.
- [8] Ichikawa Y., Tachikawa Y., Takara K., Shiiba M. *Object-oriented Hydrological Modeling System*. Proceedings Hydroinformatics 2000, 23-27, Ceder Rapids, IA, USA, 2000.
- [9] Tachikawa Y., Ichikawa Y., Takara K. Development of a macro scale distributed hydrological model using an object-oriented hydrological modeling system. Proceedings Hydroinformatics 2000, 23-27, Ceder Rapids, IA, USA, July 2000.
- [10] Urciuolo A., Iturraspe R., Parson A., Sandoval S. *Patrones conceptuales para Sistemas de Información Hídrica*. Trabajo presentado en el CACIC 2002, Buenos Aires, 2002.
- [11] Wal T. van der & van Elswijk M.J.B. *A generic framework for hydroenvironmental modelling*. Proceedings Hydroinformatics 2000, Ceder Rapids, IA, USA, 2000.
- [12] Blind M., Adrichem B. Generic Framework Water: An open modelling system for efficient model linking in integrated water management - current status. Paper presented at the 4th International Eurosime 2001 congress “Shaping Future with Simulation”, 2001.
- [13] Szyperski C. *Component Software. Beyond Object-Oriented Programming*. Addison-Wesley, 1998.
- [14] Cheesman J., Daniels J., *UML Components*. Addison Wesley, 2001
- [15] Apperley, Hofman, Latchem *Service- and Component-based Development: Using the Select Perspective and UML* Addison Wesley, 2003
- [16] Brown A., *Large Scale Component-based development*. Prentice Hall, 2000.
- [17] Heineman G., Council W. *Component Based Software Engineering: Putting the Pieces Together*. Addison Wesley, 2001.
- [18] Cheesman J., Daniels J., *UML Components*. Addison Wesley, 2001
- [19] Urciuolo A., Iturraspe R. *Conceptual Patterns for Water Resources Information Systems*. Journal of Computer Science & Technology, Vol. 3, N° 1, ISTECA La Plata, April 2003.
- [20] Bass L., Kazman R. *Architecture-Based Development*. Technical Report CMU-SEI-99-TR-007, 1999.
- [21] Frankel D. *Model Driven Architecture: Applying MDA to Enterprise Computing*. Wiley Publishing, 2003
- [22] Urciuolo A., Iturraspe R., Parson A., Esteban N. *Arquitectura de software para Sistemas de Información Ambiental*. Trabajo presentado en WICC 2003., 22 y 23 de mayo de 2003, Tandil, Argentina. Proceedings, pp 339-343, 2003.

# Modelado y Simulación de Performance de Transacciones Electrónicas Comerciales

Chezzi(\*), Carlos M., Villamonte, Ariel (\*\*) y Tymoschuk, Ana Rosa (\*\*)

(\*)CIDISI (UTN- FRCON)

Salta 277, Concordia, Entre Ríos  
TE: 0345-4221390 - FAX: 0345-4214590  
[carlos\\_chezzi@frcon.utn.edu.ar](mailto:carlos_chezzi@frcon.utn.edu.ar)

(\*\*)CIDISI (UTN- FRSF)

Lavaise 610 Santa Fe, Santa Fe  
TE: 0342-4602390 – Int. 258/107  
[villaariel@gmail.com](mailto:villaariel@gmail.com)  
[anrotym@ceride.gov.ar](mailto:anrotym@ceride.gov.ar)

## Contexto

Esta línea de investigación forma parte del Proyecto “Modelos de Simulación de Performance de Transacciones de Negocios Electrónicos”, acreditado por la UTN y de la tesis doctoral “Modelado y Simulación de Performance de Procesos de e-Business”.

## Resumen

Las organizaciones de e-Business necesitan evaluar sus estrategias de negocios basadas en plataformas tecnológicas informáticas, como estimación del rendimiento. Esta línea de investigación se orienta a desarrollar una metodología de modelado para simulación de Arquitecturas de Negocios Electrónicos, con transacciones Business to Consumer (B2C), de modo de analizar dinámicamente su comportamiento y predecir resultados. Esta metodología se basa en el Modelo de Referencia de Negocios Electrónicos y divide el estudio en dos partes: una específicamente de infraestructura tecnológica y otra de negocios. Desde el enfoque tecnológico se diseñan los Modelos de Recursos y de Carga de Trabajo y desde el enfoque de negocios se plantea el Modelo Funcional. De la integración de estos modelos se obtiene el Formalismo DEVS (Discrete Event Systems Specification) del Modelo de Arquitectura buscado. Para la ejecución de la simulación se codifica el formalismo DEVS en la herramienta DEVS-JAVA. Como resultado de la simulación se obtienen métricas que indican el rendimiento de las transacciones comerciales sobre la base de la tecnología informática.

**Palabras Claves:** *Modelado B2C. Formalismo DEVS. Simulación. Métricas de Recursos. Métricas de Negocios.*

## 1.-Introducción

Las organizaciones de negocios se enfrentan a un nuevo escenario de operaciones, situado en

un mercado globalizado, donde sus actores son complejas redes de asociaciones y sus espectadores, un número importante de potenciales clientes. A esto, se debe agregar los cortos ciclos de vida de sus productos y sobre todo, la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), que no sólo ofrecen recursos, sino que impactan sobre los procesos de negocios, obligando a cambiar los paradigmas tradicionales [Doukidis, 2006]. En este contexto, los gerentes deben replantear sus estrategias, centrándose en las utilidades de modelos de negocios electrónicos (e-business).

La diversidad de procesos de negocios por medios electrónicos existentes y las fluctuaciones en las cargas de trabajo ocasionadas por las demandas desiguales, generan la necesidad de conocer la capacidad de respuesta de los sistemas informáticos que soportan los sitios webs. Por lo tanto, el proceso de e-business requiere de una Arquitectura de Negocios Electrónicos que contemple, por un lado la infraestructura tecnológica, que describe y caracteriza las principales componentes de hardware y de software, y por otro la forma en que interactúan estas componentes para proveer los servicios [Menascé, Almeida, 2000].

La capacidad de esta arquitectura puede evaluarse por métricas. Existen métricas que permiten conocer el desempeño de la infraestructura, para informar el rendimiento a nivel de recursos que componen el Sitio [Menascé, Almeida, 1998], tales como el tiempo de respuesta que percibe el usuario y la velocidad a la que se procesan las transacciones de negocios. Hay otras relacionadas con el proceso de negocios que miden los beneficios económicos [Gomory y col., 2000], que por la naturaleza de las transacciones vía Internet, tienen relación directa con la infraestructura

tecnológica. De ahí la importancia de conocer la performance de los procesos de e-Business, tanto en el nivel de negocios como en el de recursos.

Con respecto a los antecedentes de modelado, cuando se plantea un modelo de sistema informático, se tiene en cuenta si las variables involucradas son aleatorias y evolucionan en el tiempo [Decina y col., 1997, Wolf y col. 1997, Menascé y col., 1998, 2000]. Desde el punto de vista matemático la mejor representación de estos sistemas es mediante el enfoque de los procesos estocásticos, para el cual se puede utilizar los procesos de Markov, la Teoría de Colas y la de Redes de Cola [Lazowska y col., 1984; Conway y Georganas, 1989; Kleinrock y col., 1993; Menascé y Almeida, 1998].

Otros enfoques alternativos son las Redes de Petri [Murata, 1989; Reutenauer, 1990] y la Teoría de los Sistemas de Eventos Discretos [Cohen y col., 1989; Banks y col., 1996, Ziegler, 1976, 1990, 2000]. En los modelos de performance de un Sistema de Información las principales variables se representan matemáticamente por expresiones algebraicas recursivas derivadas de la Teoría de Colas [Lazowska y col., 1984]. La resolución de dichas expresiones se efectúa por medio de algoritmos algebraicos que resuelven el problema en condiciones de operación estables, entre los cuales uno de los típicamente utilizados es el Mean Value Analysis (MVA) exactos y aproximados [Pighin y col., 2001]. Su implementación en sistemas de mainframes tuvo su extensión a sistemas distribuidos locales y remotos de Sistemas Cliente-Servidor.

Estos modelos tienen limitaciones porque no se pueden aplicar cuando no se cumplen ciertas hipótesis, en situaciones tales como posesión simultánea de recursos por parte de algunos procesos, prioridades, restricciones de memoria, etc. La alternativa para resolver estos casos, así como cualquier otro caso, es utilizar modelos de simulación para representar el sistema mediante un lenguaje de programación dado. La modelación y la simulación permiten estimar comportamientos que ayudan a la toma de decisiones, de modo que se pueda evaluar una planificación de capacidades de la Arquitectura

de Negocios Electrónicos, previo a su implementación.

El objetivo propuesto es desarrollar una metodología de modelado para simulación de transacciones electrónicas B2C, que evalúe el rendimiento del negocio en función de la tecnología informática aplicada.

Los modelos de simulación a plantear siguen un enfoque discreto y se presentan con el Formalismo DEVS [Zeigler, 2003]. La simulación se efectúa en la herramienta DEVS-JAVA [Zeigler y col., 2003]. Esta herramienta tiene la ventaja de representar problemas complejos con mayor flexibilidad que modelos de tipo analíticos, planteados con la teoría de colas o de redes de colas. Además, permiten plantear un modelado jerárquico, donde los elementos de un sistema pueden agruparse en un modelo acoplado, y así simplificar la representación y facilitar la reutilización.

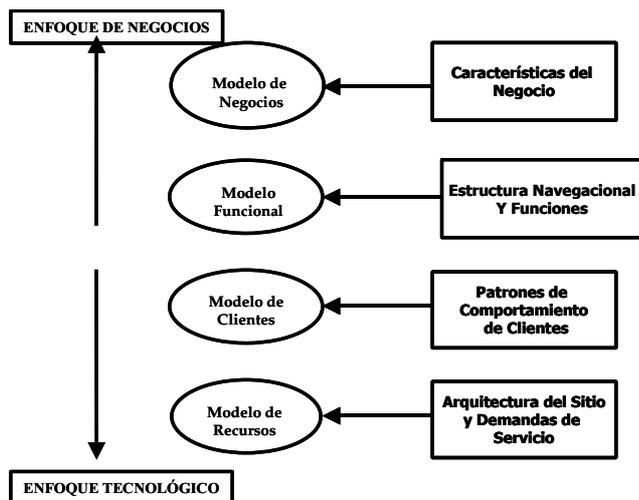
## **2.- Arquitectura de Referencia del Modelo de Negocios Electrónicos**

Como teorización el modelo de negocios, de las diferentes definiciones dadas por diversos autores, se considera la siguiente "herramienta conceptual, que propone un conjunto de elementos y relaciones, con el fin de expresar la lógica de ingreso de dinero en una organización, es decir, una descripción del valor que una organización ofrece a sus clientes, su arquitectura y redes de socios con el fin de generar sustentables flujos de ingresos" [Osterwalder, 2005].

Los procesos que posibilitan la lógica de ingreso de dinero pueden ser diseñados para una implementación con las TICs, transformándose así en un modelo de e-Business, es decir, procesos de negocios automatizados (intra o inter firma) sobre computadoras mediadas por redes [Organization for Economics Cooperation and Development (OECD), 2000]. De acuerdo al nivel de incorporación de estas tecnologías tenemos diferentes configuraciones de modelos de e-Business, tales como comercio electrónico (e-commerce), publicidad, servicios de posventa, subastas, integración interna de procesos a través de sistemas informáticos y conformación de redes de organizaciones como ventaja competitiva.

Se define e-commerce como el proceso de compra o venta de mercaderías o servicios, sea entre organizaciones públicas o privadas, individuos o el gobierno, conducido sobre redes mediadas por computadoras [OECD, 2006]. Actualmente Internet es la red de comunicación más reconocida por su llegada masiva a clientes y organizaciones comerciales. Según las partes que ejecutan las transacciones, el modelo de e-commerce puede ser categorizado en: B2C (Business to Consumer): transacciones entre sitios de negocios y clientes al por menor, B2B (Business to Business): transacciones entre sitios de negocios al por mayor, C2C (Consumer to Consumer): subastas entre consumidores finales y operaciones con organismos gubernamentales como G2B (Government to Business) y G2C (Government to Citizens) [Menascé, Almeida, 2000].

De acuerdo a lo expuesto, la metodología propone pasos para el diseño de modelos de e-commerce con transacciones B2C y tiene como base conceptual el Modelo de Referencias de Negocios Electrónicos [Menascé, Almeida, 2000]. Este Modelo de Referencia plantea cuatro capas subdivididas en dos grupos principales. En la figura 1 se observa el grupo de alto nivel con un enfoque de negocios y el grupo de bajo nivel con una orientación al enfoque tecnológico.



**Figura 1: Modelo de Referencia Negocios Electrónicos**  
 Los dos bloques superiores se concentran en el proceso de negocios organizando los servicios ofrecidos por el sitio sobre la base de la estrategia organizacional. Con respecto a los bloques inferiores el objetivo es el modelo de

carga de trabajo y de infraestructura tecnológica que soporta la implementación del negocio electrónico.

La Arquitectura de Referencia del Modelo presenta la interacción de las capas correspondientes al enfoque tecnológico como soporte de las funcionalidades requeridas por el Modelo de Negocios de las capas superiores.

Para la Arquitectura de Referencia del Modelo se plantea como requerimientos de diseño características fundamentales de: (i) disponibilidad de servicio, que asegure la prestación sin interrupciones; (ii) escalabilidad, que permita expandirse frente a nuevos requerimientos sin reemplazar el sistema existente en su totalidad; (iii) rendimiento: alcanzando capacidades de cómputo que ejecuten cargas pesadas con eficiencia; (iv) flexibilidad frente a cambios.

### 3. Metodología de Modelado y Simulación

La metodología de trabajo parte de una abstracción del problema en los Modelos de Recursos, Clientes y Funcional. Sobre la base del Modelo de Recursos se formaliza la representación con DEVS, como Framework Orientado a Objetos. Cada Framework describe una componente del sistema en estudio como modelo atómico, definido por ciertas características, que se puede interconectar con otros modelos atómicos de forma modular y jerárquica. Un conjunto de modelos atómicos se constituye en un modelo acoplado o sistema más complejo, que a su vez termina cumpliendo la función de un nuevo modelo atómico, que se interconectará con otros. El Formalismo es independiente de todo mecanismo de simulación. Como Modelo Funcional se construye el Diagrama de Interacciones que establece las interconexiones entre los distintos elementos del sistema. Estas interacciones generan los eventos que completan el Framework. Se plantean las métricas para el diseño de las salidas. Una vez obtenido el Framework DEVS se lo codifica en la herramienta DEVS-JAVA para la ejecución de la simulación. Esta herramienta se organiza en dos módulos fundamentales un Marco Experimental y el Sistema en estudio. Este Marco Experimental representa la carga de trabajo a la que se someterá el Sistema, y su

configuración se basa en el Modelo de Clientes. Se ejecutan experiencias de simulación para validar el modelo y una vez demostrada la idoneidad del mismo se formaliza un Diseño de Experimentos Multifactorial. Se seleccionan factores por cada sesión de trabajo y se utilizan las métricas propuestas como variables de respuestas. Por último, se presentan los gráficos e interpretaciones.

#### 4. Modelo de Recursos.

Como ejemplificación de la metodología se propone un Modelo de Recursos para el lado servidor, con una configuración basada de capas. En la figura 2 se observan las componentes de cada capa, identificando el Router, Balanceador de Carga, Servidores Webs en la capa 1, Servidores de Aplicación en la capa 2 y Servidores de Base de Datos en la capa 3, conectados a través de tres redes LANS.

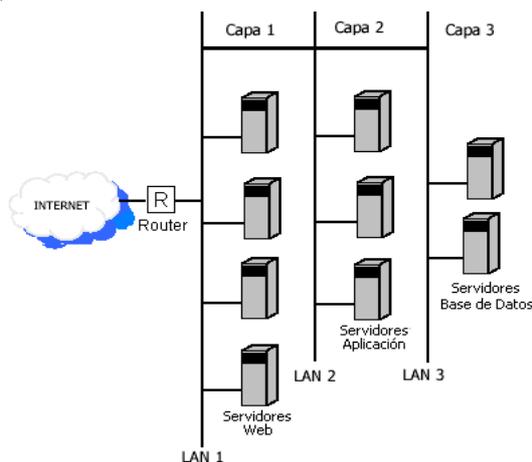


Figura 2: Modelo Multi Capa

Cada LAN se considera una conexión de tipo full duplex. El arribo de los requerimientos de Internet se hace a través del Router, quien los entrega al Sitio de Negocios Electrónicos, de acuerdo a la asignación del Balanceador de Carga. Cada grupo de servidores posee un coordinador que toma los requerimientos y los asigna al servidor desocupado. La configuración propuesta tiene como premisa los requerimientos planteados para la Arquitectura de escalabilidad, disponibilidad, rendimiento y flexibilidad. De este modo se observa una abstracción que permite identificar los objetos para el Framework DEVS.

#### 5. Modelo Funcional

Para el Modelo Funcional se plantean las interacciones entre servidores que ejecutan una sesión de cliente. Continuando con la

ejemplificación, la figura 3 muestra un Diagrama de Interacciones entre recursos por cada sesión de cliente. La clase 1 identifica una sesión de cliente que ejecuta una transacción Browse, la clase 2 una transacción Search y la clase 3 una transacción Order.

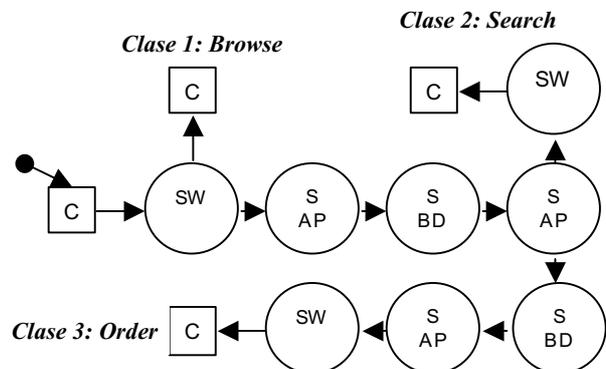


Figura 3: Diagrama de Interacción

Donde

C: Cliente – SW: Servidor WEB – SAP: Servidor de Aplicación – SBD: Servidor de Base de Datos - ● → Comienzo.

#### 6. Modelo de Clientes

Este modelo representa los patrones de comportamiento de clientes en sus diferentes sesiones. Es el fundamento de los generadores de requerimientos correspondiente al Marco Experimental. Por cada clase de clientes se modela una carga de trabajo basada en distribuciones de probabilidad, que se seleccionan de acuerdo a la intensidad de carga planteada como escenario de simulación.

#### 7. Métricas de Recursos y de Negocios

Desde el enfoque tecnológico y de negocios se plantean las siguientes métricas básicas:

7.1.- Enfoque de Negocios.

7.1.1.- Transacciones por Clase. *Porcentajes de Transacciones por clase (Browse, Search, Order).*

7.2.- Enfoque Tecnológico

7.2.1.- Velocidad de Procesamiento: número de requerimientos de clientes completados por unidad de tiempo. (requerimientos/segundo).

7.2.2.- Tiempo de Respuesta: tiempo de residencia promedio por requerimiento en el sistema. (seg.).

7.2.3.- Utilización de los Recursos: porcentaje de uso de los recursos.

7.2.4.- Colas Promedio por Coordinador: promedio de requerimientos en cola por cada coordinador de servidores. (requerimientos)

## 8- Conclusión y Trabajo Futuro

En este trabajo se presentan las primeras experiencias realizadas sobre diferentes configuraciones de plataformas tecnológicas para transacciones B2C definidas con el formalismo DEVS y simuladas con la herramienta DEVS-JAVA. Los experimentos de simulación se organizan con un Diseño de Experimentos Multifactorial, para identificar factores significativos en la elección o ajuste de las plataformas tecnológicas para sitios de negocios. Es importante destacar las capacidades predictivas de la metodología, orientada a la evaluación anticipada del rendimiento del sistema para determinadas cargas de trabajo. Como trabajo futuro se están estudiando diferentes herramientas de modelado que permitan representar el nivel superior correspondiente al Modelo de Negocios. En este nivel se deben modelar las estrategias del negocio que permitan obtener métricas del rendimiento económico en función de la plataforma tecnológica y las funcionalidades del sitio. A su vez se deben analizar los indicadores para cada métrica, que orienten hacia acciones de mejora de desempeño a nivel de recursos y de negocio. Un aspecto de importancia es la implementación de herramientas y técnicas para la parametrización del modelo de performance de los recursos y del negocio, teniendo en cuenta la funcionalidad del sitio y la carga de trabajo definida por el comportamiento de los usuarios.

## 9.- Bibliografía

- Banks, J. Carson, J. Nelson, B. "Discrete-Event System Simulation" (Second Edition). Prentice Hall Inc. New Jersey. (1996).
- Cohen, G. Moller, P. Quadrat, J. Viot, M. "Algebraic Tools for the Performance Evaluation of Discrete Event Systems". Proc. IEEE 77(1), 39-58. (1989).
- Conway, A. Georganas, N. "Queueing Networks. Exact Computational Algorithms". MIT. Massachusetts. (1989).
- Decina, M. Trecordi, V. "Convergence of Telecommunications and Computing to Networking Models for Integrated Services and Applications". Proceedings IEEE. Vol. 85. N 12. (1997).
- Doukidis, G. e-Business Perspective. The European e-Business Report 2006/07. 223-224. (2007).
- Gomory, S. Hoch, Lee, R. Podlaseck, J. M. E. "Schonberg. E-Commerce Intelligence: Measuring, Analizing and Reporting on Merchandising Effectiveness of Online Stores". IBM T. J. Watson Research Center. USA. (2000).
- Kleinrock, L. "On the Modeling and Analysis of Computer Networks". *Proc. IEEE*. Vol. 81. N° 8. 1179-1191. (1993).
- Lazowska, E. Zahorjan, J. Graham, S. Sevcik, K. "Quantitative System Performance. Computer System Analysis Using Queueing Network Models". Ed. Prentice Hall Inc. (1984).
- Menascé, D. A. Almeida, V. A. F. "Capacity Planning for Web Performance. Metrics, Models and Methods". Ed. Prentice Hall. New Jersey. (1998).
- Menascé, D. A. Almeida, V. A. F. "Scaling for E-Business, Technologies, Models, Performance and Capacity Planning". Ed. Prentice Hall. New Jersey. (2000)
- Murata, T. "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications". *Proc. IEEE* 77(4). 541-580. (1989).
- Osterwalder, A. "An e-Business Model Ontology for the Creation of New Management Software Tools and IS Requirement Engineering". Université de Lausanne. (2005).
- Pighin, G. Marrote G., Domínguez, M. Tymoschuk, A. R.. "Modelado y Simulación de un Sitio de Comercio Electrónico. Evaluación de Dos Herramientas para la Predicción de Performance". CACIC 2001.
- Zeigler, B. P. "DEVS Today: Recent Advance in Discrete Event-Based Information Technology". University of Arizona. (2003).
- Zeigler, B. P., Sarjougian, H. S. "Introduction to DEVS Modelling and Simulation with JAVA: Developing Component-Based Simulations Models". University of Arizona. (2003).

# Ontologías en el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos

Héctor Oscar Nigro, Sandra González Císaro, Daniel Xodo

INTIA- Departamento de Computación y Sistemas  
Facultad de Ciencias Exactas - UNICEN  
Campus Universitario - Paraje Arroyo Seco s/n  
B7001BBO Tandil, Buenos Aires, ARGENTINA  
TEL: +54-2293-439680 – FAX: +54-2293-439681  
e-mail: {[onigro](mailto:onigro@exa.unicen.edu.ar), [sagonci](mailto:sagonci@exa.unicen.edu.ar), [dxodo](mailto:dxodo@exa.unicen.edu.ar)}@exa.unicen.edu.ar

## Resumen

En este proyecto daremos las bases para la investigación y el desarrollo del proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos con Ontologías. La principal motivación para la inclusión de ontologías en dicho proceso es la necesidad de incluir el conocimiento previo en las sesiones de minería. Dicho conocimiento puede ser provenir del proceso mismo o del dominio de aplicación involucrado.

Nuestro objetivo es el mejoramiento integral del proceso, a partir de un mejor entendimiento del dominio de aplicación, de los resultados obtenidos en sesiones previas y de la aplicación de la o las técnicas más convenientes de acuerdo a problema a resolver.

## 1) Introducción

Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD) se define como la extracción, no trivial, de información previamente desconocida y potencialmente útil, en grandes colecciones de datos (Fayyad et al, 1996). Puede ser considerado como una búsqueda de reglas interesantes, patrones o excepciones en grandes colecciones de datos. Es un área interdisciplinaria sustentada por diversos campos, tales como: Estadística, Bases de Datos, Aprendizaje Automático, Inteligencia Artificial, Teoría de la Información, Computación Paralela y Distribuida y Visualización entre otros.

De acuerdo a la bibliografía (Fayyad et al., 1996; Han et al., 2001; Hernández Orallo et al, 2004) las técnicas más frecuentes pueden ser catalogadas en:

- *Descriptivas*: El objetivo de estos procedimientos es la búsqueda de la caracterización o discriminación de un conjunto de datos. Las técnicas más conocidas son: Agrupamiento o Clustering, Reglas de Asociación, Análisis de Patrones Secuenciales, Análisis de Componentes Principales, Detección de Desviación.
- *Predictivas*: El propósito de estos métodos es aprender una hipótesis la cual pueda clasificar a nuevos individuos. Los algoritmos principales son: Regresión y Clasificación (Árboles de Decisión, Clasificación Bayesiana, Redes Neuronales, Algoritmos Genéticos, Conjuntos y Lógica Difusa).

Cuando realizamos un proceso de Minería de datos, necesitamos tener en cuenta el conocimiento previo; este puede derivar del proceso mismo (elección de variables, técnicas, algoritmos, interpretación de resultados) o del dominio de aplicación.

Actualmente, en la mayor parte de proyectos de KDD, el conocimiento previo está sólo presente implícitamente (en la mente del analista humano) o en la forma de documentación textual. Inclusive en acercamientos intensivos al conocimiento como ILP (Induction Language Programming), los conocimientos previos, a menudo, no son organizados alrededor de un modelo conceptual gramaticalmente correcto. Esta práctica parece no hacer caso del último desarrollo en la Ingeniería de Conocimiento, donde el conocimiento del dominio es típicamente definido por ontologías formales.

En ambientes distribuidos, las ontologías son usadas para construir el servicio semánticamente rico en descripciones. Técnicas para planificación, composición, edición, razonando y el análisis sobre estas descripciones está siendo investigado y desplegado para resolver la interoperabilidad semántica entre servicios(Canataro, et al, 2003).

Por lo expuesto, podemos observar que uno de los problemas más importantes y desafiantes a ser investigado en Minería de Datos es, la definición del conocimiento previo. Nuestra investigación se centrará en la utilización de Ontologías para la representación del conocimiento previo, ya sea durante el proceso o para la representación del dominio de aplicación.

## 2) Desarrollo

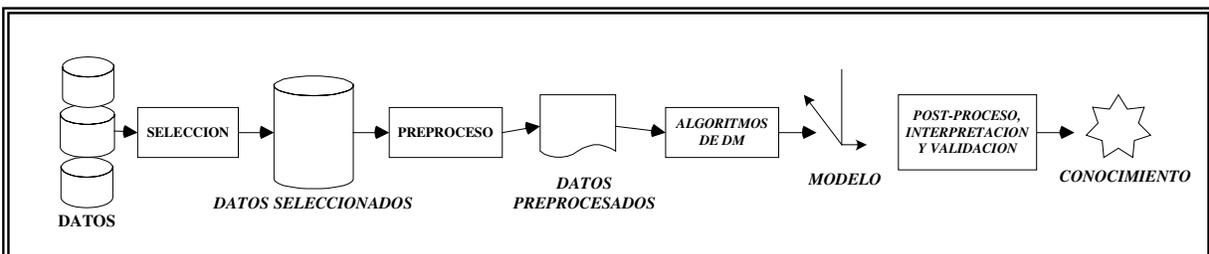
El Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos es un proceso exploratorio que involucra la aplicación de varios procedimientos algorítmicos para la manipulación de datos, construcción de modelos desde los datos y la manipulación de los mismos. El proceso de Descubrimiento de Conocimiento (KD) (Fayyad, et al., 1996) es una de las nociones centrales del campo de Descubrimiento de Conocimiento y Data Mining (KDD).

El proceso KD es digno de la mayor atención en la comunidad científica. Una razón es que los procesos comprenden múltiples componentes algorítmicos, que interactúan en recorridos no triviales. Todos los especialistas en Minería de Datos no se encuentran familiarizados con todo el rango de componentes, y asimismo con el vasto espacio de diseño, de procesos posibles (Bernstein et al., 2005).

No obstante, tanto novicios como especialistas en Minería de Datos, se encuentran aptos para una utilización más abstracta o de un nivel mayor de generalización de las instancias de un proceso KD. Se consideran herramientas que ayuden a los profesionales en Minería de Datos a navegar por el espacio de procesos KD, de una manera más sistemática, y más eficiente.

En particular el proyecto de investigación se centraliza en un subconjunto de estados de los procesos de KD (estos estados a su vez tienen múltiples componentes de algoritmos que pueden ser aplicados). A este proceso le denominamos Minería de Datos, distinguido del proceso más extenso de Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos. El proceso de KD se encuentra descrito por Fayyad et al. (1996) y Chapman et al., (2000). Hay que poner énfasis en tres procesos de KD: preproceso automático de datos, aplicación de algoritmos de inducción, y post-proceso automático de modelos.

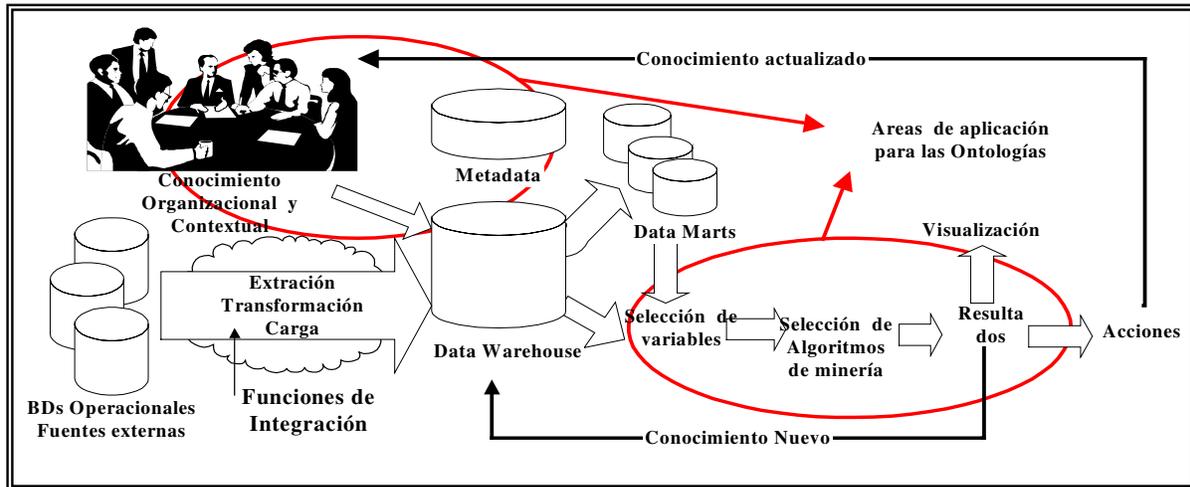
Se selecciona este conjunto de pasos, porque individualmente, se encuentran relativamente bien comprendidos y pueden ser aplicados a una amplia variedad de conjunto de datos.



**Figura 1 El Proceso de descubrimiento según Fayyad(KD)**

Considerando la necesidad de incluir el conocimiento dentro del proceso de descubrimiento por medio de las Ontologías (definidas por Gruber como: “Especificación formal explícita de una conceptualización compartida”). Vemos que la base ontológica es una condición previa para el uso automatizado eficiente de ese conocimiento.

En la figura se pueden observar las áreas donde se pueden aplicar las ontologías en el



**Figura 2 Áreas de aplicación para las Ontologías en el Proceso KDD**

proceso de descubrimiento de conocimiento.

De esta manera, podemos ver a la relación entre Ontologías y Minería de Datos de dos modos:

- **Desde las Ontologías a la Minería de Datos**, incorporamos el conocimiento al proceso por el uso de ontologías, es decir como los expertos entienden y realizan las tareas de análisis. Las aplicaciones representativas son ayudantes inteligentes para el proceso de descubrimiento, la interpretación y la validación del conocimiento extraído, Ontologías para recursos y descripción de servicios y Knowledge Grids (Hotho et al., 2003; Bernstein et al., 2005; Cannataro et al. 2003, 2004, 2007; Gridminer Project; Gottgroy et al., 2005; Rennolls, 2005).
- **Desde la Minería de Datos a Ontologías**, incluimos el conocimiento del dominio en la información de entrada o usamos las ontologías para representar los resultados. Por lo tanto el análisis es realizado sobre estas ontologías. Las aplicaciones más representativas están en Medicina, Biología y Datos Espaciales, como: la representación de Genes, Taxonomías, aplicaciones en Geociencias, aplicaciones médicas (Breux et al., 2005; Tadepalli et al., 2004; Bogorny et al., 2005, 2006; Sidhu et al., 2006).

En primer término, nuestra investigación se centrará en la definición y clasificación de ontologías dentro del proceso de descubrimiento de conocimiento en Base de Datos con el objetivo de mejorar la performance del proceso en sí mismo, como así también, la calidad de los descubrimientos realizados.

La segunda etapa de este proyecto, consiste en el diseño y desarrollo de una herramienta que abarque:

- Base de conocimiento ontológico para el dominio de aplicación.

- Base de conocimiento ontológico para las técnicas de Minería o estadística empleadas. Esta base será empleada en la implementación del Asistente Inteligente de Descubrimiento ideado por Bernstein(2005).
- Funciones de aprendizaje sobre la utilización de la herramienta, lo que nos permitirá mejoras para distintos perfiles de usuario
- Funciones de meta aprendizaje para la evaluación de cada uno de los modelos inducidos.
- Base Conocimiento conteniendo los patrones descubiertos.

El proyecto pretende prestar a un usuario de Minería de Datos, al menos, los siguientes beneficios:

- Una enumeración sistemática de los procesos de Minería válidos, no sólo los importantes, sino aquellos potencialmente utilizables.
- Un orden efectivo de dichos procesos válidos según criterios diferentes y una ayuda para seleccionar entre las distintas opciones.
- Una infraestructura para segmentar el conocimiento de Minería, algo que los economistas denominan redes externas.
- Un soporte arquitectónico genérico para permitir la inclusión del conocimiento del dominio en las sesiones de minería.

### 3)Temas involucrados en el proyecto

Las áreas incluidas en el proyecto son: 1)Data Warehouse, 2)Bases de Datos, 3)Estadística, 4)Análisis de Datos, 5)Ingeniería del Conocimiento, 6)Data Mining, 7)Inteligencia Artificial, 8)Sistemas Inteligentes, 9)Aprendizaje Automático, 10) Ingeniería Ontológica, 11)Agentes Inteligentes, 12) Visualización de datos.

### 4) Conclusiones

En la actualidad, el conocimiento tiene una importancia relevante en las organizaciones, razón por la cual es necesario optimizar el proceso de su descubrimiento. El conocimiento empírico o heurístico, ya sea proveniente del dominio de aplicación o del conocimiento de las técnicas, mejora el resultado de los modelos inducidos en el proceso de Minería de Datos. Nuestra meta es captar ese conocimiento y representarlo mediante ontologías.

La inclusión de la Ingeniería Ontológica en el proceso de descubrimiento, nos permitirá la integración de diferentes técnicas de Minería de Datos, como así también su uso adecuado.

Creemos que la inclusión de las Ontologías no solo mejorará la performance del proceso sino que también mejorará la calidad de los conocimientos descubiertos. Podemos considerar entonces, que ya no estamos realizando Minería de Datos sino Minería de Conocimientos.

### Referencias

1. Bernstein A., Provost F. y Hill S. (2005). "Towards Intelligent Assistance for the Data Mining Process:An Ontology-based Approach for Cost/Sensitive Classification". En IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering 17(4), pag.503-518, Abril 2005.
2. Bogorny, V.; Engel, P. M.; Alvares, L.O. (2005). A reuse-based spatial data preparation framework for data mining. In J. Debenham, K. Zhang (Eds.), *Fifteenth International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering* (pp. 649-652). Taipei: Knowledge Systems Institute

3. Bogorny, V.; Camargo, S.; Engel, P. M.; Alvares, L.O. (2006). Towards elimination of well known geographic domain patterns in spatial association rule mining. *In Third IEEE International Conference on Intelligent Systems* (pp. 532-537). London: IEEE Computer Society.
4. Breaux T. y Reed J. (2005). "Using Ontology in Hierarchical Information Clustering". En Proceedings of the 38 Hawaii International Conference on System Sciences.
5. Cannataro M. y Comito C.(2003). "A Data Mining Ontology for Grid Programming". En I Workshop on Semantics Peer to Peer and Grid Computing. Budapest, 20/24 Mayo, 2003. <http://www.isi.edu/~stefan/SemPGRID>.
6. Cannataro, M.; Congiusta, A.; Pugliese, A.; Talia, D.; Trunfio, P., Distributed Data Mining on Grids: Services,Tools, and Applications, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B, 34(6): 2451- 2465, December 2004
7. Cannataro M., Guzzi P. H., Mazza T., Tradigo G. y P. Veltri(2007), Using ontologies for preprocessing and mining spectra data on the Grid. *Future Generation Computer Systems*, 23(1),. pp. 55-60.
8. Chapman P., Clinton J., Kerber R., Khabaza T., Reinartz T.,Shearer C., and Wirth R., CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide, SPSS White paper– technical report CRISPWP-0800, SPSS Inc., 2000
9. Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. y Uthurusamy R. (1996). "Advances in Knowledge Discovery and Data Mining". Merlo Park, California: AAAI Press.
10. Gottgroy P., MacDonell S., Kasabov N y Jain V. (2005). "Enhancing data analysis with Ontologies and Olap". Proceedings Data Mining 2005 Conference, 25-28 Mayo, 2005, Skialhos, Grecia.
11. Gridminer Project. <http://www.gridminer.org>
12. Gruber T. (2002). What is an Ontology? <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>
13. Han J. y Kamber M. (2001). *Data Mining: Concepts and Techniques*, Morgan Kaufmann.
14. Hernández Orallo J., Ramírez Quintana M y Ferri Ramirez C. (2004) "Introducción a la Minería de Datos". Editorial Pearson Educación SA, Madrid.
15. Hotho, A.; Staab, S. & Stumme, G. (2003). Ontologies Improve Text Document Clustering. In Proceedings of the 3rd IEEE Conference on Data Mining, Melbourne, FL, USA, pp.541-544.
16. Noy, N, McGuinness D. (2000); *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Stanford University, Stanford, CA.
17. Pan, D. & Pan Y. (2006). Using Ontology Repository to Support Data Mining. In Proceedings of the Sixth World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21-23, 2006 in Dalian, China. WCICA 2006, pp. 5947 - 5951
18. Rennolls, K. (2005). An Intelligent Framework (O-SS-E) For Data Mining, Knowledge Discovery and Business Intelligence. Keynote Paper. In Proceeding 2nd International Workshop on Philosophies and Methodologies for Knowledge Discovery, PMKD'05, in the DEXA'05 Workshops pp. 715-719. IEEE Computer Society Press. ISBN 0-7695-2424-9.
19. Sidhu, A. S., Dillon, T. S. & Chang, E. (2006) *Advances in Protein Ontology Project*. 19th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS 2006). Salt Lake City, Utah, IEEE CS Press.
20. Tadepalli S., Sinha, A.K., y Ramakrishnan N (2004). "Ontology Driven Data Mining for Geoscience". Annual Meeting and Exposition of the Geological Society of American, November 7–10, 2004 Denver USA. <http://gsa.confex.com/gsa/2004AM/finalprogram/index.html>.

## ONTOLOGÍAS EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN / CONOCIMIENTO

Graciela Elisa BARCHINI, Margarita María ÁLVAREZ, Diana PALLIOTTO, Susana HERRERA y Paola BUDÁN  
Universidad Nacional de Santiago del Estero  
e-mail: {grael, alvarez, dpalliot, sherrera}@unse.edu.ar  
Tel: 0385-4509500 internos 1817 / 1838

### RESUMEN

Los sistemas de información (SI) son esencialmente artefactos de conocimiento que capturan y representan el conocimiento sobre ciertos dominios.

Los paradigmas que han sustentado el desarrollo de los SI se han basado en diferentes núcleos de interés; sin embargo, hoy no son suficientes para abordar los fenómenos y las situaciones problemáticas que surgen frente a los avances de las tecnologías de la información y la comunicación.

Así, el uso de las ontologías se ha incrementado en varias áreas de la Informática. La creación de ontologías explícitas, en el desarrollo y el uso de los SI, conduce al concepto de los Sistemas de Información Basados en Ontologías (SIBO). Este concepto abre nuevas maneras de pensar sobre las ontologías y los SI, y cubre las dimensiones estructurales y temporales de los SI involucrando tanto a los desarrolladores como a los usuarios. Por otra parte, las ontologías asumen un rol clave en la resolución de la interoperabilidad semántica entre los SI y su uso.

En este trabajo se presenta un resumen del subproyecto denominado "**Ontologías en los Sistemas de Información / Conocimiento**", cuya finalidad es analizar el uso de las ontologías en distintos ámbitos de la Informática teórica y aplicada y abordar el rol de las ontologías en los SI desde dos perspectivas: a) como soporte para el análisis conceptual de técnicas de modelación de los SI; y b) como un soporte para el diseño, el desarrollo y el uso de los SI.

**Palabras Claves.** Ontologías, Sistemas de información basados en ontología, Rol de las ontologías, Análisis conceptual ontológico.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los desarrollos de Sistemas de Información (SI), normalmente se hacen en diferentes contextos, con distintos puntos de vista y suposiciones acerca del dominio de estudio. Esto provoca problemas de comunicación por falta de entendimiento compartido. Por otra parte, el diseñador de los SI necesita usar representaciones, tan generales como sea posible, para responder a los atributos de calidad del software y aumentar al máximo la posibilidad de reusabilidad. Pero, al mismo tiempo, las representaciones deben corresponderse, lo más estrechamente posible, con las cosas y los procesos que ellos representan. Es así como, las cuestiones relacionadas con la gestión de datos–información–conocimiento son cuestiones efectivamente ontológicas.

Los paradigmas que han sustentado el desarrollo de los SI se han basado en diferentes núcleos de interés, tales como generación y mantenimiento automático de registros, flujos de trabajo, reingeniería y gestión de datos/información. Hoy, estos paradigmas no son suficientes para abordar los fenómenos y las situaciones problemáticas que surgen frente a los avances de las tecnologías de la información y la comunicación [3].

La ontología como "el estudio metafísico de la naturaleza del ser y la existencia" [11] es tan antigua como la disciplina de la Filosofía. Tradicionalmente, la ontología se define como "la ciencia de lo que es, de los tipos y las estructuras de objetos, propiedades, eventos, procesos y relaciones en cada área de la realidad" [7, 8]. Mientras sigue siendo un área fecunda de investigación en el campo de la Filosofía, la ontología es actualmente materia de investigación, desarrollo y aplicación en la Informática y en áreas relacionadas con ella.

Nicola Guarino [8], uno de los principales investigadores en el uso de las ontologías en los SI, considera que una ontología es un artefacto de la ingeniería, constituido por un vocabulario

específico usado para describir una cierta realidad, más un conjunto de asunciones explícitas con respecto al significado intencional de las palabras del vocabulario.

Existe un reconocimiento creciente que los principios y conceptos ontológicos no deben limitarse a los dominios tradicionales relacionados con el conocimiento, sino que ellos puedan aplicarse y desarrollarse fructíferamente en el amplio dominio de los SI. Surge así, la noción de los "**SI Basados en Ontologías**" (SIBO), un concepto emergente que abre nuevas maneras de pensar sobre las ontologías y los SI, en conjunción unas con otros, y cubre tanto las dimensiones conceptuales como las dimensiones técnicas de los SI. Es decir, las ontologías constituyen un nuevo enfoque en la investigación y el desarrollo de la disciplina de los SI.

Por lo expuesto, en este subproyecto, se abordan las siguientes cuestiones:

- a) Alcanzar un mayor entendimiento de los modelos y paradigmas informáticos mediante la utilización de modelos ontológicos.
- b) Mejorar la calidad del proceso y del producto software con el uso de ontologías.
- c) Facilitar el modelado, el desarrollo, el mantenimiento y la reutilización de los SI.
- d) Conceptualizar y lograr un entendimiento compartido de distintas áreas del conocimiento de la Informática Teórica y de la Informática Aplicada.
- e) Reutilizar el conocimiento existente en dominios específicos.
- f) Reducir los problemas de comunicación entre los desarrolladores de software y los usuarios/clientes de los SI.

Este subproyecto es parte del proyecto de investigación denominado "Herramientas Conceptuales, Metodológicas y Técnicas de la Informática Teórica y Aplicada"<sup>1</sup>, cuya duración es de tres años (2006-2008).

## 2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A partir de los objetivos formulados y utilizando un enfoque sistémico, la metodología para este subproyecto se incluye en los subsistemas del modelo conceptual representado en la figura 1. Este modelo se obtuvo aplicando la metodología de los sistemas blandos [5] y permite comprender las distintas tareas que se llevan a cabo en el subproyecto y sus relaciones.

- **Subsistema de Análisis Ontológico de Fundamentos.** A partir del estudio y el análisis exploratorio de modelos ontológicos tales como el de Bunge, Wand y Weber (BWW) [12,13], Chislom, Multiperspectiva, etc., metodologías y criterios para el diseño y la construcción de ontologías, se analizan los fundamentos teóricos, metodológicos y técnicos de la disciplina Informática. Para la formulación y la verificación de hipótesis se utiliza el método hipotético deductivo.
- **Subsistema de Gestión de Ontologías para distintas Áreas de Aplicación.** Consta de las siguientes etapas [1]:
  - **Especificación inicial de la ontología:** a partir de un conjunto de problemas encontrados en una organización o en un área del conocimiento en particular, se determina el escenario de motivación y el dominio de la ontología. Se describen las cuestiones informales de una ontología, se formalizan los requerimientos, se identifica el propósito de la ontología, los usuarios, el grado de formalidad y el ámbito de aplicación.
  - **Desarrollo inicial de la ontología:** se desarrolla una ontología preliminar, que contiene las descripciones iniciales de las clases, relaciones y propiedades.
  - **Especificación formal:** se transforma el modelo anterior en un modelo formal o semicalculable.

---

<sup>1</sup> Código N° 23/C062. Proyecto avalado y subvencionado por el Consejo de Investigaciones de Ciencia y Técnica (CICyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE).

- **Codificación:** se representa formalmente la ontología usando el lenguaje de programación seleccionado.
- **Actividades integrales, complementarias y de soporte:** son las que se realizan en la mayoría de las etapas de construcción de una ontología (figura 1).
- **Subsistema Metodología para la Construcción de SIBO.** En esta etapa, se analizan los distintos roles de las ontologías en los SI desde la perspectiva del desarrollador y desde la perspectiva del usuario. Luego, se investigan metodologías para la construcción de SI según distintos paradigmas y metodologías para la construcción de ontologías. Se realiza el diseño de la metodología y se la evalúa según criterios preestablecidos.
- **Subsistema Construcción de SIBO en áreas de aplicación determinadas.** Consta de las siguientes tareas:
  - Identificación y evaluación de requisitos.
  - Diseño, desarrollo y evaluación de prototipos del SIBO.
  - Aceptabilidad: el SIBO construido, se somete a varios criterios de aceptabilidad.
  - Evaluación de la metodología usada para la construcción del SIBO.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Los principales resultados obtenidos son:

- **Modificación del modelo de BWW para cubrir los aspectos socio-culturales de los SI.**  
Una de las principales falencias del modelo ontológico BWW consiste en que considera los SI desde el punto de vista tecnológico dejando de lado sus aspectos socio-culturales. Por ello, a partir de la propuesta de sistemas sociales de Bunge, se definió un modelo que integra la dimensión social en el análisis ontológico basado en el BWW [10].
- **Análisis de los distintos roles de las ontologías en los SI desde la perspectiva del desarrollador y desde la perspectiva del usuario.**  
Para lograr este resultado se partió de la caracterización de los SIBO y su relación con los SI convencionales [3]. Se determinó cuáles son los distintos roles de las ontologías en los SI desde la perspectiva del desarrollador y desde la perspectiva del usuario [6]. Además, se determinó cómo se usan las ontologías para apoyar los procesos de diseño y construcción de un SI y se definieron los escenarios de los SIBO [6].  
En las próximas etapas del subproyecto se pretende diseñar una metodología para la construcción de SIBO.
- **Diseño de un Sistema de Información / Conocimiento Hospitalario Basado en Ontologías [2].** El modelo obtenido permite describir y comprender los aspectos y procesos claves en el desarrollo de ontologías y constituye el soporte para el desarrollo del sistema.
- **Especificación, construcción y evaluación de ontologías dependientes del dominio en distintas áreas y temas de la Informática teórica y aplicada.**  
Se construyó una ontología para la integración de BD heterogéneas y como caso de estudio se analizaron las BD de algunos SI pertenecientes a una empresa eléctrica de la provincia de Santiago del Estero [4]. Para ello, se diseñaron **ontologías locales** y una **ontología global** usando el enfoque híbrido [9]. Para el desarrollo de dichas ontologías se utilizó la herramienta Protège 2000.  
Actualmente, se están diseñando ontologías de dominio para: a) el diagnóstico de trastornos de ansiedad; y b) el diagnóstico de patologías biliares. Ambas servirán de soporte para los **sistemas basados en conocimiento** que se utilizarán en el Hospital Independencia de la ciudad de Santiago del Estero.  
Además, está previsto el desarrollo de ontologías que permitan conceptualizar el conocimiento en distintas áreas y temas de la Informática teórica y aplicada.

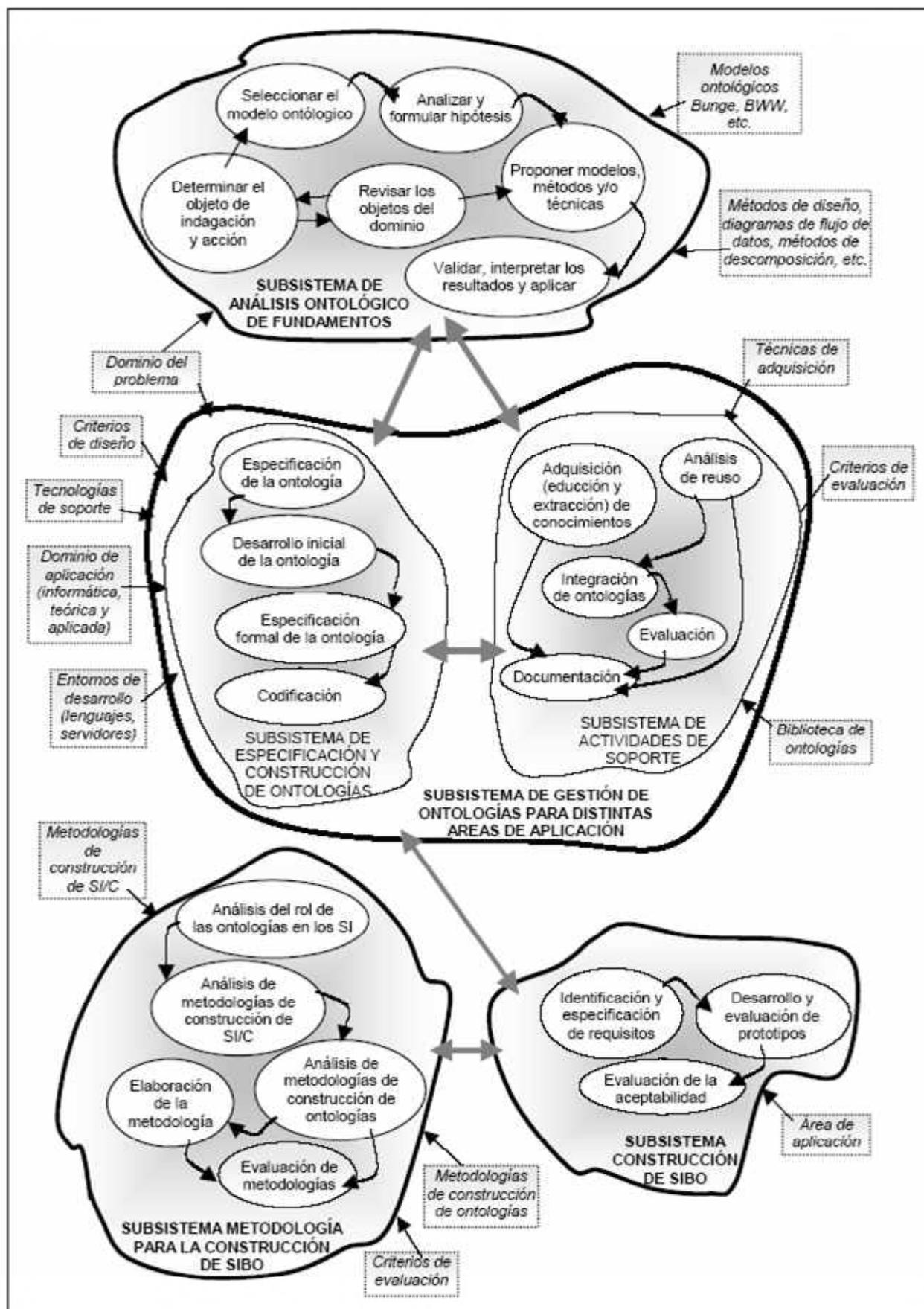


Figura 1: Modelo conceptual de la metodología

## REFERENCIAS

- [1] Alvarez, M.; Palavecino, R. y Figueroa, L. "MeCoOn: Metodología para la Construcción de Ontologías". Revista Nuevas Propuestas de la Universidad Católica de Santiago del Estero. Volumen N° 37. 15pp. ISSN 0327-7437. 2005.
- [2] Álvarez, M. y Barchini, G. "Diseño de un Sistema de Información / Conocimiento Hospitalario Basado en Ontologías". Revista I + S Informática y Salud. ISSN: 1579-8070. Edición N° 55, Febrero de 2006. Pág. 103 (Sección "Originales"). Madrid, España.
- [3] Álvarez, M.; Palliotto, D. y Barchini, G. "Qué son los Sistemas de Información basados en Ontologías?". Publicado en Actas del 4to Encuentro Informático Riojano. Argentina, 2006.
- [4] Artayer, L.; Álvarez, M. y Barchini, G. "Uso de ontologías en la integración de Bases de Datos Heterogéneas". Publicado en memorias de las II Jornadas Regionales de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. Editorial Científica Universitaria, 2006.
- [5] Barchini, G.; Álvarez, M. y Artayer, L. "La SSM en acción: Diseño de un Sistema basado en Ontologías". Capítulo del libro: "Aspectos Filosóficos, Psicológicos y Metodológicos de la Informática". José M. Cavero Barca y otros (Editores) Servicio de Publicaciones de la Universidad Rey. Juan Carlos Editorial Dykinson, 2005 ISBN: 84-9772-749-5.
- [6] Barchini, G.; Álvarez, M. y Herrera, S. "Sistemas de Información: Nuevos Escenarios basados en Ontologías". Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação- Journal of Information Systems and Technology Management- Vol. 3, No. 1, 2006, p. 3-18. ISSN online: 1807-1775.
- [7] Gruber, T. R. "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing". Disponible en <<http://citeseer.ist.psu.edu/gruber93toward.html>>. Fecha de acceso: 20 de Mayo de 2005.
- [8] Guarino, N. "Formal Ontology and Information Systems". Proceedings of FOIS '98. Disponible en <<http://citeseer.ist.psu.edu/guarino98formal.html>> Fecha de acceso: 29 de Abril de 2006.
- [9] Heiner S.; Ubbo, V. y Holger, W. "Tutorial-Ontology Based Integration". Disponible en <http://www.cs.vu.nl/~heiner/presentations.html>>. Fecha de acceso: 5 de Julio de 2006.
- [10] Herrera, S, Palliotto, D., Tkachuk, G. Y Luna, P. "Ontological Modelling of Information Systems from Bunge's Contributions". 17º Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'05). Workshop on Philosophical Foundations on Information Systema Engiennering. Porto, Portugal. Disponible en: <<http://www.cs.tut.fi/~kk/webstuff/Ontology.pdf>>. Fecha de acceso: 30 de Junio de 2006.
- [11] Smith, B. "Ontology and Information Systems". Disponible en: <<http://ontology.buffalo.edu/ontology%28PIC%29.pdf>>. Fecha de acceso: 12 de Abril de 2005.
- [12] Wand, Y. and Weber, R. "An Ontological Model of an Information System". IEEE Transactions on Software Engineering. November, pp. 1282-92, 1990.
- [13] Weber, R. "The Information Systems Discipline: The need for and nature of a Foundational Core". Proceedings of the Information Systems Foundations Workshop. Department of Computing, Macquarie University, 1999.

# Optimización de Búsquedas en Bases de Datos Métricas\*

Cristian Bustos, Verónica Ludueña, Nora Reyes  
Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis.  
{cjbustos,vlud,nreyes}@unsl.edu.ar

y  
Gonzalo Navarro  
Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile.  
gnavarro@dcc.uchile.cl

## Resumen

Con la evolución de las tecnologías de información y comunicación, han surgido depósitos no estructurados de información. No sólo se consultan nuevos tipos de datos tales como texto libre, imágenes, audio y vídeo; sino que además, en algunos casos, ya no se puede estructurar más la información en claves y registros. Estos escenarios requieren un modelo más general tal como *bases de datos métricas*.

La necesidad de una respuesta rápida y adecuada, y un eficiente uso del espacio disponible, hace necesaria la existencia de estructuras de datos especializadas que incluyan estos aspectos. En particular, nos vamos a dedicar a cómo resolver eficientemente no sólo las búsquedas, sino también a algunos otros temas de interés en el ámbito de las bases de datos métricas. Así, la investigación apunta a poner estos nuevos modelos de bases de datos a un nivel de madurez similar al de las bases de datos tradicionales.

**Palabras Claves:** bases de datos, espacios métricos, consultas, algoritmos, estructuras de datos.

## 1. Introducción y Motivación

Con la evolución de las tecnologías de información y comunicación, han surgido depósitos no estructurados de información. No sólo se consultan nuevos tipos de datos tales como texto libre, imágenes, audio y vídeo; sino que además ya no se puede estructurar más la información de la manera tradicional. Aún cuando esta estructuración sea posible, nuevas aplicaciones tales como la minería de datos requieren acceder a la base de datos por cualquier campo y no sólo por los marcados como “claves”.

Los escenarios anteriores requieren un modelo más general tal como *bases de datos métricas* (bases de datos que incluyan objetos de un espacio métrico), entre otros; y contar con herramientas capaces de realizar búsquedas eficientes sobre estos tipos de datos. Las técnicas que

emergen desde estos campos muestran un área de investigación propicia para el desarrollo de herramientas que resuelvan eficientemente los problemas involucrados en la administración de estos tipos de bases de datos no convencionales.

Un concepto unificador es el de búsqueda por “similitud” o “proximidad”, que se expresa como: dado un conjunto de objetos de naturaleza desconocida, una función de distancia definida entre ellos, que en particular es una métrica y mide cuán diferentes son, y otro objeto, llamado la *consulta*, encontrar todos los elementos del conjunto suficientemente similares a la consulta. El conjunto de objetos junto con la función de distancia se denomina espacio métrico [6, 16, 13].

En algunas aplicaciones, los espacios métricos resultan ser de un tipo particular llamado “espacio vectorial”, donde los elementos consisten de  $D$  coordenadas de valores reales (ver [9] para más detalles); pero normalmente las soluciones en estos espacios no se pueden extender a los espacios métricos generales.

Por otra parte, una base de datos de texto es un sistema que debe proveer acceso eficiente a grandes volúmenes de texto no estructurado. Así, se necesitan construir índices que permitan realizar búsquedas eficientes de patrones ingresados por el usuario. Sin embargo, también la búsqueda puede consistir en encontrar todas las apariciones del patrón en el texto admitiendo un cierto número de errores, lo que se enmarca dentro del contexto de las bases de datos métricas.

La necesidad de una respuesta rápida y adecuada, y un eficiente uso de memoria, hace necesaria la existencia de estructuras de datos especializadas que incluyan estos aspectos. En particular, nos vamos a dedicar a optimizar las estructuras y los algoritmos de búsqueda en esos ámbitos. Además, como las estructuras y algoritmos para búsquedas en espacios métricos sufren de la así llamada “maldición de la dimensionalidad”, nos interesa también estudiar la manera de estimar la dimensión intrínseca de un espacio métrico con el fin de elegir el índice más eficiente en cada aplicación particular.

\*Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web, Proyecto P04-067-F, Mideplan, Chile (último autor).

## 2. Bases de Datos Metricas

El planteo general del problema en bases de datos métricas es: dado un conjunto  $\mathcal{S} \subseteq \mathcal{U}$ , recuperar los elementos de  $\mathcal{S}$  que sean similares a uno dado, donde la similitud entre elementos es modelada mediante una función de distancia positiva  $d$ . El conjunto  $\mathcal{U}$  denota el universo de objetos válidos y  $\mathcal{S}$ , un subconjunto finito de  $\mathcal{U}$ , denota la base de datos en donde buscamos. El par  $(\mathcal{U}, d)$  es llamado *espacio métrico*. La función  $d : \mathcal{U} \times \mathcal{U} \rightarrow \mathbb{R}^+$  cumple con las propiedades propias de una función de distancia.

Básicamente, existen dos tipos de búsquedas de interés en espacios métricos:

**Búsqueda por rango:** recuperar todos los elementos de  $\mathcal{S}$  a distancia  $r$  de un elemento  $q$  dado.

**Búsqueda de los  $k$  vecinos más cercanos:** dado  $q$ , recuperar los  $k$  elementos más cercanos a  $q$ .

En muchas aplicaciones, la evaluación de la función  $d$ , suele ser una operación costosa y así en la mayoría de los casos la cantidad de evaluaciones de distancias necesarias para resolver la búsqueda, se usa como medida de complejidad.

Integrar objetos de un espacio métrico en un ambiente de bases de datos requiere principalmente poder resolver consultas por similitud eficientemente. En aplicaciones reales es posible tener grandes volúmenes de datos, ya sea por la cantidad de objetos o por el tamaño de cada objeto. Ello implica que debemos contar con estructuras adecuadas y eficientes para memoria secundaria, y en ese caso debemos optimizar también la cantidad de E/S.

Además en un escenario real de un ambiente de base de datos es necesario contar con herramientas que, además de ser capaces de trabajar con grandes volúmenes de datos, usualmente permitan insertar o eliminar objetos dinámicamente y de manera eficiente. Un objeto de un espacio métrico puede ser una imagen, una huella digital, un documento, o cualquier otro tipo de objeto. Ésta es una de las razones por las que los elementos de una base de datos métrica no se pueden almacenar en bases de datos relacionales, las cuales tienen tamaño fijo de tupla; lo que además implica que las operaciones sobre datos de un espacio métrico son, en general, más costosas que las operaciones relacionales estándar.

Existen índices que, en principio, resuelven estos tipos de problemas; pero aún están muy inmaduros para ser usados en la vida real por dos motivos importantes: *falta de dinamismo* y *necesidad de trabajar en memoria principal*. Estas características son sobreentendidas en los índices para bases de datos tradicionales, y la investigación apunta a poner los índices para estas nuevas bases de datos a un nivel de madurez similar.

## 3. Optimización de Estructuras

Existen numerosas estructuras para búsquedas por similitud en espacios métricos, sólo unas pocas de ellas

trabajan eficientemente en espacios de alta o mediana dimensión. Además, la mayoría no admiten dinamismo, ni están diseñadas para trabajar sobre grandes volúmenes de datos; es decir, en memoria secundaria. Por lo tanto, estudiamos distintas maneras de optimizar algunas de las estructuras que han mostrado buen desempeño.

### 3.1. SATD

Hemos desarrollado una estructura para búsqueda por similitud en espacios métricos llamado *Árbol de Aproximación Espacial Dinámico (SATD)* [12] que permite realizar inserciones y eliminaciones, manteniendo un buen desempeño en las búsquedas. Muy pocos índices para espacios métricos son completamente dinámicos. Esta estructura se basa en el *Árbol de Aproximación Espacial* [11], el cual había mostrado un muy buen desempeño en espacios de mediana a alta dimensión, pero era completamente estático.

El SAT está definido recursivamente; la propiedad que cumple la raíz  $a$  (y a su vez cada uno de los siguientes nodos) es que los hijos están más cerca de la raíz que de cualquier otro punto de  $S$ . La construcción del árbol se hace también de manera recursiva. De la definición se observa que se necesitan de antemano todos los elementos para la construcción y que queda completamente determinado al elegirle una raíz, lo cual en el SAT original se realizaba al azar.

#### 3.1.1. Elección de la raíz en el SATD

Para optimizar las búsquedas en el SAT, ya hemos estudiado diferentes maneras de elegir la raíz para que esta selección refleje alguna de las características propias del espacio métrico a indexar, tal como su dimensión intrínseca. Este análisis nos permitió observar que alguna de ellas consiguen mejorar significativamente los costos de las búsquedas, mostrando que vale la pena tomarse el trabajo de elegir mejor la raíz.

El SATD se construye incrementalmente, tomando como raíz el primer elemento insertado. Sin embargo, dado que ya hemos visto se obtienen mejores resultados en las búsquedas eligiendo la raíz con más información sobre el espacio métrico considerado, pensamos adaptar y estudiar el comportamiento de los distintos métodos de selección de la raíz que mostraron buen desempeño en el SAT, a la versión dinámica. En este caso necesitaríamos demorar la selección de la raíz hasta conocer un número razonable de objetos de la base de datos, pero sin perder el dinamismo.

Esperamos con esto que, tal como sucedió en el SAT, logremos brindar una estructura dinámica más eficiente en las búsquedas gracias a tener una mejor raíz para el árbol.

#### 3.1.2. Actualización de SATD

Para el desarrollo del SATD [12] se han estudiado distintas maneras de realizar incorporaciones de nuevos elementos sobre el árbol, pero se optó por un método que

inserta un nuevo elemento en un punto determinado del árbol, manteniendo la aridad acotada. Gracias a esos trabajos, quedó demostrado que existen otros posibles puntos de inserción válidos, aunque no se analizó cuál de ellos sería el mejor.

Por lo tanto, tiene sentido considerar si los otros puntos posibles de inserción para un elemento consiguen mejorar aún más los costos de búsqueda. Para ello, cada vez que un elemento elige un punto de inserción, evaluamos cómo se comportaría la estructura durante las búsquedas si insertáramos al elemento más profundo en el árbol. De esta manera es posible que el árbol resultante sea menos “ancho” y más “profundo” que el que se hubiera obtenido con el *SATD* original. Cabe destacar que en el *SATD*, a diferencia de los árboles de búsqueda tradicionales, se ha mostrado que mantener aridad baja en los primeros niveles en algunos casos mejora las búsquedas.

Como resultado se espera brindar una estructura que mejore el comportamiento durante las búsquedas gracias a elegir adecuadamente los puntos de inserción de los nuevos elementos.

### 3.1.3. *SATD* con Clustering

El *SATD* es una estructura que realiza la partición del espacio considerando la proximidad espacial, pero si el árbol lograra agrupar los elementos que se encuentran muy cercanos entre sí, lograría mejorar las búsquedas al evitarse el recorrerlo para alcanzarlos. Así, nos hemos planteado el estudio de una nueva estructura de datos que realice la aproximación espacial sobre clusters o grupos de elementos, en lugar de elementos individuales.

Podemos pensar entonces que construimos un *SATD*, con la diferencia que cada nodo representa un grupo de elementos muy cercanos (“clusters”) y relacionamos los clusters por su proximidad en el espacio. La idea sería que en cada nodo se mantenga el centro del cluster correspondiente, y se almacenen los  $k$  elementos más cercanos a él; cualquier elemento a mayor distancia del centro que los  $k$  elementos, pasaría a formar parte de otro nodo en el árbol.

La búsqueda de un elemento  $q$  con radio  $r$  debería proceder de manera similar al *SATD*, es decir realizando aproximación espacial entre los centros de los nodos. Sin embargo, al tener clusters en los nodos debemos además verificar si hay o no intersección entre la zona consultada y el cluster. Más aún, si no la hay se pueden descartar todos los elementos del cluster, sin necesidad de compararlos contra  $q$ . Si el cluster no se pudo descartar para la consulta, es posible usar al centro de cada nodo como un pivote para los elementos  $x_i$  que se encuentran en el cluster, porque mantenemos las distancias  $d(a, x_i)$  respecto del centro  $a$ . De esta manera es posible que, evitemos algunos cálculos de distancia entre  $q$  y los  $x_i$ , si  $|d(q, a) - d(a, x_i)| > r$ . Cabe destacar que si la zona consultada cae completamente dentro de un cluster, podemos estar seguros que en ninguna otra parte del árbol encontraremos elementos relevantes para esa consulta [1].

### 3.1.4. *SATD* en Memoria Secundaria

Hemos desarrollado una versión del *SATD* que funciona adecuadamente en memoria secundaria y actualmente estamos evaluando su desempeño en las búsquedas y su dinamismo, comparándolo contra otras estructuras que poseen estas propiedades.

Así, eligiendo la estructura más apta, sería posible pensar en extender apropiadamente el álgebra relacional y diseñar soluciones eficientes para los nuevos operadores, teniendo en cuenta aspectos no sólo de memoria secundaria, sino también de concurrencia, confiabilidad, etc. Algunos ejemplos de las operaciones que podrían ser de interés resolver son: join espacial, operaciones de conjuntos y otras operaciones de interés en bases de datos espaciales tales como los operadores topológicos. Algunos de estos problemas ya poseen solución en las bases de datos espaciales, pero no en el ámbito de los espacios métricos.

En este caso no sólo se busca minimizar la cantidad de cálculos de la función de distancia, sino también la cantidad de operaciones de E/S, lo que permitiría utilizarla en aplicaciones reales, tales como búsquedas en la web.

## 3.2. *VP-forest* Desbalanceado

El *VP-forest* es una estructura para resolver búsquedas por similitud, presentada en [15], que forma una foresta de varios árboles binarios completamente balanceados *VP-trees* [14]. Sin embargo, en [5] se muestra que, en espacios métricos de alta o mediana dimensión, tener un índice balanceado no es sinónimo de búsquedas más eficientes, como lo era en las bases de datos tradicionales.

Por otra parte, es posible desbalancear el *VP-forest* forzando que las ramas izquierda y derecha de cada árbol binario posean una cantidad muy diferente de elementos y así cubran “zonas” de tamaño muy diferente. Actualmente hemos demostrado empíricamente en esta estructura que el desbalanceo produce mejores resultados en las búsquedas, pero aún nos resta encontrar cuál es el desbalanceo más recomendable si uno no conoce de antemano el espacio métrico a indexar.

Entonces, nos interesa optimizar esta estructura determinando no sólo el mejor desbalance, sino también si hay otras maneras de desbalancearla que resulten en búsquedas más eficientes.

## 4. Dimension Intrínseca

En los espacios de vectores, la “maldición de la dimensionalidad” describe el fenómeno por el cual el desempeño de todos los algoritmos existentes se deteriora exponencialmente con la dimensión. En espacios métricos generales la complejidad se mide como el número de cálculos de distancias realizados, pero la ausencia de coordenadas no permite analizar la complejidad en términos de la dimensión.

En los espacios vectoriales existe una clara relación entre la dimensión (*intrínseca*) del espacio y la dificultad de buscar. Se habla de “intrínseca”, como opuesta a “representacional”. Los algoritmos más ingeniosos se compor-

tan más de acuerdo a la dimensión intrínseca que a la representacional. Existen varios intentos de medir la dimensión intrínseca en espacios de vectores, tales como la transformada de *Karhunen-Loève (KL)* y otras relacionadas, más fáciles de computar; medidas tales como *Fastmap* [8]. Otro intento útil para medir la dimensión intrínseca, de espacios de vectores no uniformemente distribuidos, es la *dimensión fractal* [2].

Existen sólo unas pocas propuestas diferentes sobre cómo estimar la dimensión intrínseca de un espacio métrico tales como el *exponente de la distancia* (basada en una ley de potencias empírica observada en muchos conjuntos de datos) [10], y la medida de dimensión intrínseca como una medida cuantitativa basada en el histograma de distancias [3]. Además, también parece posible adaptar algunos de los estimadores de distancia para espacios de vectores para aplicarlos a espacios métricos generales, como por ejemplo *Fastmap* y *dimensión fractal*.

En aplicaciones reales de búsqueda en espacios métricos, sería muy importante contar con un buen estimador de la dimensión intrínseca porque esto nos permitiría decidir el índice adecuado a utilizar en función de la dimensión del espacio. Además, al conocer una buena estimación de la dimensión nos permitiría, en algunas ocasiones, elegir la función de distancia de manera tal que se obtenga una menor dimensión.

## 5. Búsqueda por Similitud en Textos

El problema de búsqueda por similitud en textos es: dado un gran texto  $T$  de longitud  $n$  y un patrón  $P$  de longitud  $m$  (comparativamente más corto) y un umbral  $r$ , para el número de “errores” o “diferencias” permitidas, devolver todas las ocurrencias del patrón, es decir, todos los substrings del texto cuya *distancia de edición* (o *distancia de Levenshtein*) a  $P$  sea a lo sumo  $r$ . Tanto el texto como el patrón son secuencias de un alfabeto de símbolos de tamaño  $\sigma$ .

Los esquemas de indexación para este problema están todavía inmaduros y la mayoría de los esfuerzos se orientan a la búsqueda en textos de lenguaje natural y las soluciones no se pueden extender a casos generales como ADN, proteínas, símbolos orientales, etc. Teniendo en cuenta que la distancia de edición es una métrica, se puede definir un *espacio métrico* sobre el conjunto de substrings de  $T$ , en la aproximación [4] se replantea el problema de búsqueda aproximada como uno de búsqueda por rango sobre este espacio métrico.

El principal aporte de la aproximación [4] es que permite proveer un método que colapsa significativamente el  $O(n^2)$  de diferentes substrings en un texto a indexar en  $O(n)$  conjuntos, al encontrar una forma de construir un espacio métrico con esos conjuntos. La idea es indexar los  $n$  sufijos del texto, cada sufijo  $[T_{j...}]$  representa todos los substrings que comienzan en la posición  $j$ . En esta propuesta, el espacio métrico formado por  $O(n)$  conjun-

tos de strings se indexa por *pivotes*. Cabe destacar que no necesitamos guardar los sufijos, ya que ellos se pueden obtener e indexar directamente del texto. Así, la única estructura necesaria sería el *índice métrico*. Además se consideran políticas de selección de pivotes que aseguran buen desempeño.

Si se considera la búsqueda de un patrón dado  $P$  con a lo sumo  $r$  errores se está ante un query por rango de radio  $r$  en el espacio métrico de sufijos. Entonces, comparamos el patrón  $P$  contra los  $k$  pivotes y obtenemos una coordenada  $k$ -dimensional  $(ed(P, p_1), \dots, ed(P, p_k))$ . Ahora, dado cualquier pivote  $p_i$  y los sufijos  $[T_{j...}]$  de  $T$  se cumple que  $ed(P, p_i) + r < \min(ed([T_{j...}], p_i))$ , por la desigualdad triangular se sabe que  $ed(P, [T_{j...}]) > r$  para todo substring que esté representado por  $[T_{j...}]$ . Los nodos que no puedan ser eliminados usando algún pivote deberán ser directamente comparados contra  $P$  y para aquellos cuya distancia mínima a  $P$  sea a lo sumo  $r$ , se reportarán todas sus ocurrencias.

El conocimiento de que los pivotes con distancias mínimas grandes permiten la eliminación de una mayor cantidad de sufijos puede ayudar a mejorar el comportamiento del índice permitiendo descartar más elementos utilizando el mismo espacio.

## 6. Trabajos Futuros

Como trabajo futuro de esta línea de investigación se considera:

**Elección de la raíz del SATD:** Por el momento estamos adaptando los distintos métodos de selección de la raíz, que mostraron mejor desempeño en el *SAT*, para la versión dinámica. Sin embargo, vamos a analizar también si existen otros métodos diferentes, con el fin de contrastarlos con los ya planteados. Además, es posible considerar si alguno de estos métodos podría hacer que el árbol obtenido posea un almacenamiento eficiente en memoria secundaria.

**Actualización del SATD:** Se espera poder adquirir un conocimiento más acabado sobre el *SATD* a través de la experimentación y proponer finalmente una nueva versión que mejore aún más los costos tanto de las operaciones de actualización, como también la construcción y las búsquedas.

**Clustering+SATD:** Esperamos poder evaluar el comportamiento de la estructura propuesta experimentando sobre distintos espacios métricos. Además pretendemos hacer comparaciones contra otras estructuras tal como la *Lista de Clusters* propuesta en [5]. También queremos analizar, entre otras, cuestiones tales como: ¿esta estructura sería eficiente en memoria secundaria?, ¿es posible mantener el cluster separado del nodo para obtener una mejor opción para memoria secundaria?, ¿sería más adecuado mantener los clusters con cantidad fija de elementos o con radio fijo?, ¿existen otras maneras de combinar estas técnicas para búsquedas en espacios métricos?.

**SATD en Memoria Secundaria:** Estamos actualmente comparando empíricamente nuestra versión de memoria secundaria del SATD con las únicas dos estructuras de datos que actualmente permiten dinamismo y están diseñadas especialmente para memoria secundaria: *M-tree* [7] y *D-index* [16]. Con la estructura que resulte más competitiva en memoria secundaria se estudiará la manera de utilizarla como base para implementar otras operaciones de interés sobre bases de datos métricas tal como el join por similitud.

**VP-forest desbalanceado:** Ya hemos probado empíricamente que si mantenemos desbalanceados los *VP-trees* que componen la foresta podemos obtener mejores resultados no sólo en las búsquedas, sino también en algunos casos en la construcción del índice. Actualmente estamos analizando si podemos determinar cuál es el mejor desbalance, desde el punto de vista de las búsquedas, como así también otra manera de desbalancear el *VP-forest* que nos permita además explotar la localidad espacial de los datos.

**Dimensión Intrínseca:** Hemos adaptado algunas medidas de dimensionalidad intrínseca a espacios métricos y estamos actualmente evaluando cuál de ellas permite predecir más adecuadamente la facilidad o dificultad que se encontraría al realizar búsquedas sobre un espacio métrico. Esto nos permitiría no sólo predecir de alguna manera los costos de búsqueda sobre un espacio métrico, sino también elegir el índice más adecuado a la dimensionalidad del espacio métrico considerado.

**Aplicación a Bases de Datos de Texto:** Habiendo ya realizado la implementación de la aproximación presentada, se está analizando su competitividad por medio de una intensa experimentación. Además existe la posibilidad de extender esta técnica a otras funciones de distancias entre strings que son difíciles de manejar con otras aproximaciones. También se pretende tratar de reducir el número de substrings a indexar como también explorar otros métodos de selección de pivotes.

## Referencias

- [1] M. Barroso, G. Navarro, and N. Reyes. Combining clustering with spatial approximation for searches in metric spaces. In *Proc. del XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2005)*:447–458, 2005.
- [2] Francesco Camastra. Data dimensionality estimation methods: a survey. *Pattern Recognition*, 36(12):2945–2954, 2003.
- [3] E. Chávez and G. Navarro. Towards measuring the searching complexity of metric spaces. In *Proc. International Mexican Conference in Computer Science (ENC'01)*, volume II:969–978, 2001.
- [4] E. Chávez and G. Navarro. A metric index for approximate string matching. In *Proc. of the 5th Latin American Symposium on Theoretical Informatics (LATIN'02)*, LNCS 2286:181–195, 2002.
- [5] E. Chávez and G. Navarro. A compact space decomposition for effective metric indexing. *Pattern Recognition Letters*, 26(9):1363–1376, 2005.
- [6] E. Chávez, G. Navarro, R. Baeza-Yates, and J. Marroquín. Searching in metric spaces. *ACM Computing Surveys*, 33(3):273–321, September 2001.
- [7] P. Ciaccia, M. Patella, and P. Zezula. M-tree: an efficient access method for similarity search in metric spaces. In *Proc. of the 23rd Conference on Very Large Databases (VLDB'97)*:426–435, 1997.
- [8] Christos Faloutsos and King-Ip Lin. Fastmap: A fast algorithm for indexing, data-mining and visualization of traditional and multimedia datasets. In *Proc. of the 1995 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, May 22-25, 1995*:163–174. ACM Press, 1995.
- [9] V. Gaede and O. Günther. Multidimensional access methods. *ACM Computing Surveys*, 30(2):170–231, 1998.
- [10] Caetano Traina Jr., Agma J. M. Traina, and Christos Faloutsos. Distance exponent: A new concept for selectivity estimation in metric trees. In *ICDE*:195, 2000.
- [11] G. Navarro. Searching in metric spaces by spatial approximation. *The Very Large Databases Journal (VLDBJ)*, 11(1):28–46, 2002.
- [12] G. Navarro and N. Reyes. Fully dynamic spatial approximation trees. In *Proc. of the 9th International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2002)*, LNCS 2476:254–270. Springer, 2002.
- [13] H. Samet. *Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics and Geometric Modeling)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., USA, 2005.
- [14] P. Yianilos. Data structures and algorithms for nearest neighbor search in general metric spaces. In *Proc. 4th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'93)*:311–321, 1993.
- [15] P. Yianilos. Excluded middle vantage point forests for nearest neighbor search. In *DIMACS Implementation Challenge, ALENEX'99*, Baltimore, MD, 1999.
- [16] P. Zezula, G. Amato, V. Dohnal, and M. Batko. *Similarity Search: The Metric Space Approach*, Vol. 32 of *Advances in Database Systems*. Springer, 2006.

## ORGANIZACIONES INTELIGENTES

### Gestión de Indicadores

Informática de Gestión

Autores

**Gustavo Tripodi - gtripodi@exa.unicen.edu.ar**

**Gustavo Illescas - illescas@exa.unicen.edu.ar**

Facultad de Ciencias Exactas- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.  
Grupo de Investigación en Informática de Gestión - Teléfono: +54 2293 439680. Dirección postal:  
Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, (7000) Tandil, ARGENTINA

### Introducción

Una nueva filosofía de Management tiene el objetivo de capturar, diseminar y rehusar el conocimiento disperso que poseen las organizaciones y que junto a sus recursos humanos constituyen su Capital Intelectual, que forma parte de su activo más importante en este siglo. El propósito es que las organizaciones posean Sistemas que interpreten datos históricos, analicen tendencias y midan performance, orientados a servir de soporte a los procesos para la toma de decisiones. Este paradigma se encuentra en el marco del Knowledge Management.

La Knowledge Computing Management, se basa en Information Technologies and Telecommunications (TICs) y Learning Organization. A fin de completar la estructura del conocimiento adoptada, nos orientamos sobre una de las ramas hacia la Business Intelligence y en la otra hacia las Management Technologies, apoyados en Information Systems, como indica la Figura 1.

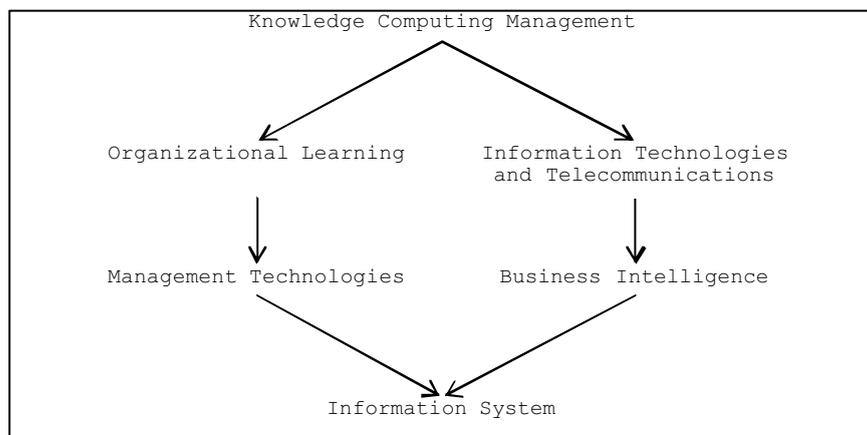


Figura 1. Knowledge Management en una Intelligence Organization.

En una Organizational Learning los roles del líder difieren enormemente de los habituales: ya que son diseñadores, instructores y administradores. Estos nuevos roles del líder implican el desarrollo de aptitudes también nuevas: capacidad de crear consenso, poner en evidencia y cuestionar modelos mentales y promover maneras de pensar más afines con los Sistemas. En resumen, los líderes de la construcción de organizaciones deben ayudar a la gente a expandir continuamente su capacidad para forjar el futuro; es decir, son responsables del aprendizaje (Senge, 1990). Para consolidar los modelos y transmitir las ideas los líderes se basan en herramientas de Management Technologies.

### Objetivo

#### Objetivo General

Nos orientamos a conceptualizar y obtener resultados sobre temas que aporten a la comprensión de la Sociedad del Conocimiento que estamos transitando, focalizados en el área de Knowledge Computing Management para obtener Organizaciones Inteligentes sustentables.

En este trabajo nos concentraremos en la Gestión de Indicadores a los cuales hemos clasificado, agrupado y expuesto, profundizando el concepto tradicional. De esta manera aportan mayor información y ayudan así a encontrar el camino del conocimiento de la organización para la toma de decisiones.

#### *Objetivos específicos*

- Reconocimiento del valor estratégico de la información para lograr la efectividad en los resultados esperados por la Organización.
- Posicionar a la Organización en los umbrales de construcción de Tableros de Control tendientes a evolucionar hacia la implantación de un Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) que permita gestionar la Estrategia de la Organización.

#### **Planteo del problema**

Para comenzar a tomar decisiones de corto y mediano plazo, donde la respuesta ante los cambios del mercado, la competencia y la economía hacen imprescindible la información on-line, es necesario tener resuelta la sistematización de las operaciones y los procesos de gestión. Además en las decisiones de largo plazo nos debemos apoyar en información sólida donde las fuentes de datos deben ser confiables.

En la arquitectura de los Information System conviven los Transactional System, el Data Warehouse y las herramientas de las Management Technologies orientadas por la Business Intelligence. La cantidad y calidad de los Sistemas Transaccionales y de gestión facilitan el camino hacia la Knowledge Management.

En líneas generales las Organizaciones pequeñas y medianas no están preparadas para incorporar herramientas de las Management Technologies y Business Intelligence por su infraestructura y/o cultura.

Algunas cuestiones que revelan problemas son las que siguen:

- Programas de computación aislados.
- Adaptación de las operaciones a los programas.
- Baja adaptación de los procesos en los programas.
- Inexistencia de procedimientos que incluyan funciones, recursos humanos, recursos materiales y recursos de software.
- Inexistencia de reglas del negocio claras y explícitas.
- Falta de uso de herramientas para la toma de decisiones.
- Mal uso de las herramientas para la toma de decisiones.
- Adquisición de herramientas sin evaluar si su prestación contempla los requerimientos y las necesidades de la organización.
- Falta de inclusión en el planeamiento estratégico del impacto de las TICs en la Organización.
- Falta de planificación para la implantación de sistemas integrales e integrados.
- Falta de división conceptual y física entre el área de sistemas y recursos de hardware.

Los problemas enunciados los podemos dividir en dos grandes rubros: i) falta de valorización del área de Sistemas (área de conocimiento) para su involucramiento en la toma de decisiones (un cambio de cultura), y como consecuencia, ii) la reconversión de los Sistemas para utilizar adecuadamente las posibilidades que ofrecen las TICs.

Para realizar el diagnóstico de la Organización con respecto a su estado y encontrar la solución para incorporar herramientas y tecnologías utilizaremos la gestión de indicadores dentro de las Management Technologies.

#### **Indicadores : Herramienta de las Management Technologies**

El conocimiento a obtener de la Organización esta basado en primer lugar en indicadores, que pueden visualizarse en forma individual o agrupada según la evolución en Tableros de Control y Cuadros de Mando Integral

Los indicadores son descripciones compactas de observaciones, resumidas en números o palabras. Dichas observaciones pueden referirse a un tema concreto pero también pueden expresar observaciones resumidas sobre un cierto número de cuestiones similares (Olive, Roy y Wetter, 2000).

Los indicadores son luces que comienzan a encenderse para iluminar la Organización. El abanico de posibilidades de generar indicadores puede ser amplio, desde los más sencillos a los más sofisticados. De todas formas es apropiado encontrar una mínima cantidad de ellos que reflejen los aspectos más importantes (aprendizaje y crecimiento, procesos internos, finanzas y clientes) y de mayor impacto organizacional. Ellos pueden ser específicos de una operación, síntesis de un proceso o resumen de un conjunto de procesos, ya que logran crecer down y across. Ayudan para en el control de Gestión, ya que su evolución permite la comparación de estados actuales con estados anteriores y estados actuales con pronosticados. Por esta causa deben ser guardados los valores de los indicadores y los valores que los generaron.

Dividimos los indicadores en dos clases: semiotics y health. Esta clasificación se encuentra en concordancia con el estado de salud de un ser humano.

Si una Organización no esta sana, es difícil que pueda ofrecer productos y servicios de la mejor manera. Primero debería lograr la calidad interna, para comenzar a brindar calidad a sus clientes o cualquier individuo u Organización que interactúe con ella. Por ello comenzaremos a trabajar con indicadores semiotics para luego ir incorporando los indicadores health. Estos últimos revelan la evolución de los indicadores que dan mayor competitividad a la Organización.

Los indicadores evolucionan en el tiempo por causas endógenas y exógenas, es decir los rangos deseados y no deseados para los resultados de los indicadores varían según decisiones subjetivas y objetivas. Las causas exógenas son generalmente incontrolables y se trabaja sobre sus causas (mayor competencia, nuevos productos y servicios que el mercado ofrece, aumento del precio de insumos por escasez). Por el contrario, las causas endógenas pueden ser creadas y transformadas por la Organización.

Las políticas, planes estratégicos, optimizaciones y capacitación, entre otros, pueden modificar el resultado de los indicadores. Las decisiones internas tratan de forzar los resultados de los indicadores hacia los rangos deseados. Los indicadores semiotics deberían ir decreciendo en el tiempo (Figura 4), al contrario de los indicadores health cuyos valores deberían crecer (Figura 5).

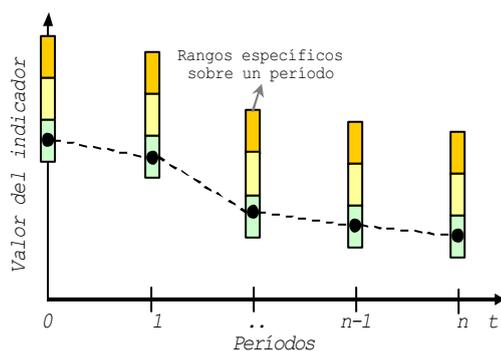


Figura 4. Indicadores Semiotics

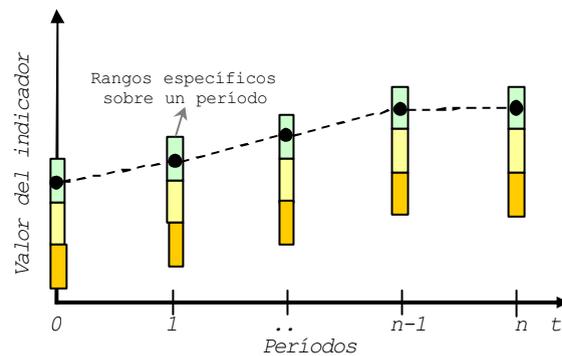


Figura 5. Indicadores Health

El uso de indicadores se puede plantear en forma genérica para cualquier organización, donde, con cierto grado de abstracción podemos plantear la Cadena de Valor como se muestra en la Figura 6. En la misma se observan los siguientes procesos:

- Logística de Entrada: Análisis y gestión de proveedores.
- Producción: de productos o servicios.
- Logística de Salida: distribución, seguimiento y control de Clientes.

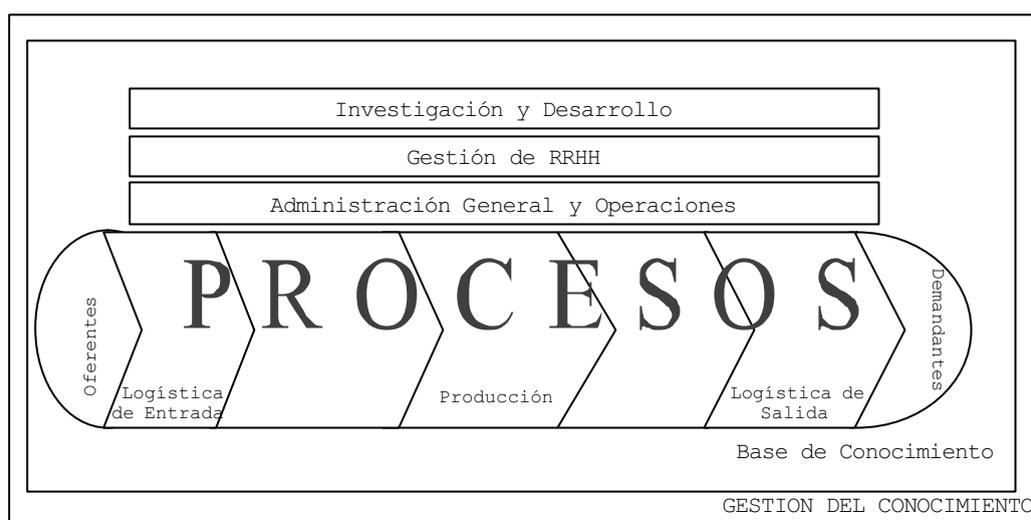


Figura 6. Cadena de Valor personalizada para el caso de estudio

*Semiotics Indicators recomendados.* Los indicadores elegidos para comenzar a trabajar se muestran en la Tabla 7:

<i>Cadena de Valor</i>	<i>Indicador</i>	<i>Cálculo sugerido</i>	<i>Frecuencia</i>
<i>Entrada</i>	Sobrepuestos de Insumos	$ESI = \sqrt{\frac{\sum (\text{Valor} - \text{Valor de Referencia})^2}{n - 1}}$	Bimestral
	Retrasos en la llegada de Insumos	$ERI = \frac{\text{Compras con Retrasos}}{\text{Compras Totales}}$	Trimestral
<i>Almacenes</i>	Artículos perecederos en Stock	$APS = \frac{\text{Artículos Perecederos}}{\text{Total de Artículos en Stock}}$	Cuatrimestral
	Vencimiento de artículos en Stocks	$AVS = \frac{\text{Cantidad de Artículos Vencidos}}{\text{Total Artículos Perecederos Adquiridos}}$	Trimestral
	Stock inmovilizado	$ASI = \frac{\sum (\text{Fecha Entrada} - \text{Fecha Utilización})}{\text{Cantidad de Artículos}}$	Bimestral
	Valor de Inmovilización	$ASI = \sum [(\text{Fecha Entrada} - \text{Fecha Utilización}) * \text{Valor}]$	Bimestral
	Diferencias de Inventario	$ADI = \frac{\text{Stock real} - \text{Stock Calculado}}{\text{Stock Real Total}}$	Cuatrimestral y muestreos
<i>Producción</i>	Desvíos	$PDS = \frac{\text{Producción Real} - \text{Producción Estimada}}{\text{Producción Real}}$	Mensual
	Desperdicios	$PDP = \frac{\text{Unidades de Desperdicio}}{\text{Unidades Totales}}$	Mensual
	Defectuosa	$PDF = \frac{\text{Defectuosas}}{\text{Producidas}}$	Por lotes
	Remanufacturaación	$PRM = \frac{\text{Remanufacturadas}}{\text{Producidas}}$	Por lotes
<i>Administración</i>	Retrasos en registros	Días de atraso por rubro	quincenal
	Diferencias de Caja	$AD+ = \frac{\text{Diferencias Positivas}}{\text{Efectivo Circulante}}$	Mensual
		$AD- = \frac{\text{Diferencias Negativas}}{\text{Efectivo Circulante}}$	Mensual
	Demoras en atención a clientes	$ADA = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$ Llegada: $\lambda = [\text{personas} / \text{minutos}]$ Atención: $\mu = [\text{personas} / \text{minutos}]$	Por muestreo
	Longitud de Colas	$ALC = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	Por muestreo

	Demoras en las entregas a Clientes	$OEC = \frac{\text{Entregas con Retrasos}}{\text{Total de Entregas}}$	Bimestral
RRHH	Horas extras	$RHS = \frac{\text{Horas Extras}}{\text{Horas Normales}}$	Mensual
	Ausencias	$RAS = \frac{\text{Personal Ausente}}{\text{Personal Total}}$	Mensual
	Accidentes	Numero de accidentes	Mensual
Salida	Reclamos	$SRE = \frac{\text{Cantidad de Reclamos}}{\text{Cantidad de Transacciones}}$	Trimestral
	Demora en solucionar Reclamos	$SDR = \frac{\sum(\text{Fecha Solución} - \text{Fecha Reclamó})}{\text{Cantidad de Reclamos}}$	Bimestral
	Reclamos no solucionados	$SRN = \frac{\text{Reclamos no Solucionados}}{\text{Cantidad de Reclamos}}$	Bimestral
	Clientes perdidos	$SCP = \frac{\text{Clientes Perdidos}}{\text{Total de Clientes}}$	Cuatrimestral

Tabla 7. *Semiotics Indicators*

### Conclusión

El cambio de cultura desde lo tradicional a los conceptos de la Knowledge Computing Management debe ser elaborada en forma conjunta con y para todos los actores a través de un plan estratégico enmarcado en la Misión y la Visión de la Organización. Este plan que incluye premisas, propósitos, metas, objetivos y resultados esperados, deberá ser dividido en tres etapas: implantación, consolidación y sustentación.

En este trabajo se abordó la implantación con propuestas para el conocimiento básico de la Organización a través de conceptos, herramientas, recursos humanos y tecnológicos. Debemos reconocer en que estrato se encuentra la Organización, y de esta manera el trabajo sería lograr pasar a la etapa siguiente u ocuparse de la sustentabilidad en las Organizaciones Inteligentes.

### Referencias

- Adam, E. Administración de la producción y las operaciones. Prentice hall.
- Ballvé, A. (2000). Tablero de Control. Ed. Macchi Buenos Aires.
- Chase, R, B. Administración de producción y operaciones. Mc Graw Hill
- Gallego, D. J. y Ongallo C. (2004). Conocimiento y Gestión. Pearson Educación, Madrid, España, 61-72, 75, 108.
- Kaplan, R. S. & Norton D. P. (2000). The Balanced Scorecard: Translating strategy into action. - Harvard Business School Press. (El Cuadro de Mando Integral 2da edición - 2000), 37-38.
- Naisbitt, J. y Aburdene, P. (1986) Reinventar la empresa. Barcelona, ediciones Folio.
- Olve N., Roy J. y Wetter M. (2000). Implantando y gestionando el Cuadro de Mando Integral. Gestión 2000. Barcelona, 143-144, 278, 282-283.
- Ongallo C. (2001). La comunicación interna en la Empresa española, Madrid, Indec.
- Ongallo C. (2000) Manual de comunicación. Guía para gestionar el Conocimiento en las Empresas y Organizaciones. Madrid, Dykinson. 2000.
- Porter, M. (1987). Estrategia competitiva. CECSA. México. Ventaja competitiva. CECSA. Buenos Aires.
- Senge, P. (1990). The fifth discipline. The art & practice of the learning Organization. Bantam Doubleday Dell Publishing Group, Inc., in 1990. Artículo publicado en Slon Management Review en 1990: Los nuevos líderes: construcción del aprendizaje en las organizaciones.
- Tripodi, G. Illescas (2006), G. Adaptive Technologies and Business Integration: Social, Managerial and Organizational Dimensions. Section IV, Chapter XII: Intelligent Organizations - Knowledge Computing Management. Idea Group Publishing, Information Science Publishing, IRM Press, CyberTech Publishing and Idea Group.

## PDA – Portal DiGIR Ampliado

### Consultas distribuidas sobre bases de datos heterogéneas a través de Internet

Mazzanti Renato<sup>(1)</sup>, Samec Gustavo<sup>(2)</sup>, Buckle Carlos<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería – Departamento Sistemas -Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B - Puerto Madryn

<sup>(1)</sup> CONICET – CENPAT Centro Nacional Patagónico.

<sup>(2)</sup> Facultad de Ingeniería – Departamento Sistemas -Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B - Puerto Madryn

<sup>(3)</sup> Facultad de Ingeniería – Departamento Sistemas -Universidad Nacional de la Patagonia S.J.B - Puerto Madryn

<sup>(3)</sup> HMS Argentina – Health Management Solutions Corp.

#### Resumen

La interacción entre biodiversidad y la informática (bioinformática) ha sido de vital importancia en el ámbito de la biología, tanto para la clasificación de especímenes como para las tareas de protección del medioambiente. Un ejemplo es el proyecto DiGIR, el cual a través de su portal permite consultas distribuidas sobre bases de datos heterogéneas almacenadas en diferentes centros de investigación para obtener información sobre colecciones. El Portal DiGIR Ampliado (PDA) resultante de este trabajo colabora con el proyecto DiGIR, ampliando las potencialidades de su portal con el objetivo de ser utilizado para la Red de Colecciones Biológicas Argentinas y con el objetivo de contribuir con la comunidad internacional de desarrolladores del proyecto, aportando una nueva versión para su CVS.

#### Abstract

The interaction between biodiversity and computer science (bioinformatic) has been of vital importance within the scope of Biology, as much for the specimen classification as for the tasks of protection of the environment. An example is the DiGIR project, which through its portal allows queries on heterogeneous data bases stored in different research centers to obtain data about collections. The Enhanced DiGIR Portal (EDP) resulting of this work contributes with the DiGIR project, extending the limits of the DiGIR portal with the goal of being used by the Network of Argentine Biological Collections. It contributes also with the international developers community of the project, adding a new version for its CVS.

#### Palabras claves:

Biodiversidad, Bioinformática, DiGIR, Bases de datos heterogéneas, web services, control de acceso, internacionalización, i18n, i10n, LDAP, JNDI,JAAS.

#### Introducción

El uso de las computadoras para el apoyo y la automatización de las tareas desarrolladas por los biólogos no es reciente. Concretamente, en lo que a la Taxonomía se refiere, pueden encontrarse referencias ya en los años 70, como las de Morse, Pankhurst o Dall-witz. (Dallwitz, 1974; Morse, 1970; Pankhurst, 1970; Pankhurst, 1991).

En la actualidad, la protección del medioambiente, así como la evaluación de las amenazas al mismo, son temas de gran relevancia y puede decirse que su objetivo principal es preservar la **biodiversidad**.

La interacción entre biodiversidad e informática ha sido de tal importancia que ha dado lugar a una nueva disciplina: la **bioinformática** (Govindaraj, 2001).

Tras este objetivo, la información existente en las colecciones biológicas es de gran utilidad ya que cada espécimen almacenado en ellas es una muestra de lo que vivió en un lugar y en un momento determinado. El paso previo a todo estudio pasa por la informatización y gestión de las colecciones. Una vez que las colecciones biológicas son informatizadas están disponibles para su tratamiento computacional.

El proyecto DiGIR (Distributed Generic Information Retrieval) ofrece un portal de búsqueda de colecciones biológicas. Su engine intercambia datos estructurados desde múltiples y heterogéneas bases de datos a través de Internet implementando un protocolo de comunicación independiente de los datos a intercambiar y de las fuentes de donde se obtienen los datos.

DiGIR es un proyecto Open Source alojado en Source Forge <http://digir.sourceforge.net> con arquitectura J2EE desarrollado bajo Licencias Públicas Generales (GPL).

En el año 2004 en el Centro Nacional Nacional Patagónico dependiente de CONICET, en el marco del proyecto de la Red de Colecciones Biológicas Argentinas (financiado por Gbif) se constituyó en el primer proveedor de datos DiGIR de nuestro país, iniciando la publicación de información sobre colecciones biológicas argentinas.

Este trabajo pretende ser una contribución a este propósito, sus autores han participado en la implementación del nuevo portal de la Red de Colecciones Argentinas, han implementado proveedores de datos DiGIR y se han unido al grupo de desarrollo de SourceForge generando una nueva versión del portal, llamado PDA (Portal DiGIR Ampliado), el cual aporta control de acceso e internacionalización entre otras mejoras.

### Objetivos de Investigación y Desarrollo

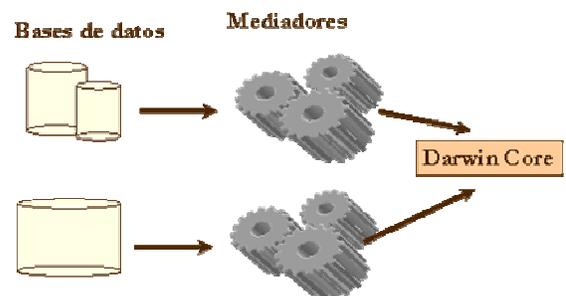
- Procesamiento de consultas distribuidas sobre bases de datos heterogéneas
- Protocolos de intercambio de información sobre colecciones biológicas
- Estándar de intercambio Darwin Core
- Proyecto DiGIR
- Utilización de Sistemas de Directorios para implementar repositorios de usuarios
- Implementación de componentes de Control de Acceso e Internacionalización en aplicaciones J2EE

### Resultados

Ha sido necesaria la sinergia entre la informática y la biodiversidad (bioinformática) y en este punto hay organizaciones que han promovido la

definición de estándares para el intercambio de información biológica, ellos son: GBIF (Global Biodiversity Information Facility) y BioCASE (Biological Collection Access Service)

GBIF se concibe como una red de bases de datos interconectadas que pretende ser una herramienta básica para el desarrollo científico de los países y contribuir significativamente a una mejor protección y uso de la biodiversidad en el planeta. Apuntando a este objetivo, GBIF impulsa el estándar *Darwin Core*, el cual permite integrar información de diferentes fuentes heterogéneas y distribuidas bajo el siguiente esquema:



Mediante la utilización de mediadores se realiza el intercambio de la información contenida en los distintos nodos o proveedores de información de una forma común. Esta forma de actuar hace que todos los proveedores tengan la posibilidad de incorporar sus datos a la red sin necesidad de realizar cambios sustanciales en sus bases de datos.

Darwin Core propone la generación de documentos de intercambio en *XML*.

Una de las implementaciones más importantes de este protocolo es el proyecto DiGIR.

### Proyecto DiGIR

El proyecto DiGIR propone una aplicación orientada a Servicios, basada en el concepto de proveedores de datos genéricos y un motor concentrador de consultas.

Para el desarrollo de DiGIR se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos:

1. Usar protocolos libres y estándar.
2. Separar los protocolos de comunicación de los protocolos de intercambio de datos.
3. Construir un proveedor de datos (*data provider*) que cumpliera el estándar de

comunicación, que permita el intercambio de datos y que tenga una instalación fácil.

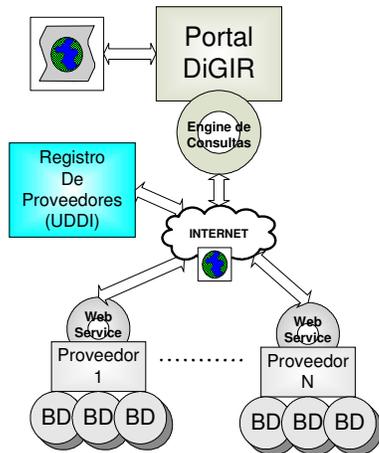
4. Desarrollar un sistema de código abierto bajo la filosofía de Licencias Públicas Generales (GPL)

La arquitectura propuesta por DIGIR se compone de tres partes :

1. **El Proveedor:** fuente de información, con diferentes wrappers que permiten acceso a diferentes bases de datos y web services que implementan el access-point al cual se debe encuestar para solicitar una consulta.

2. **El Registro de Proveedores:** directorio de proveedores, parecido a las páginas amarillas, implementado en directorios UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) donde se registran los end-point de web services de cada proveedor.

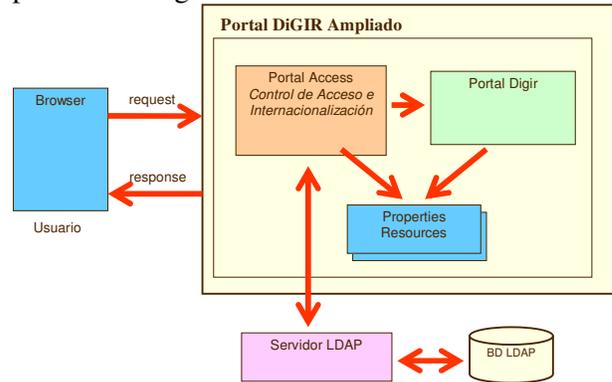
3. **El Portal:** recibe las peticiones de los usuarios y las comunica al “motor de consultas”, el cual encuesta a cada uno de los proveedores registrados para obtener los elementos que coinciden con la consulta solicitada por el usuario.



Se ha comprobado la necesidad que el Portal DiGIR posea control de usuarios, para una gestión adecuada, e internacionalización, principal característica de “amigabilidad” de todo portal, además, partiendo de estas nuevas prestaciones se habilitan desarrollos futuros que enriquecerán aun más al portal, como por ejemplo técnicas de inteligencia artificial para mejorar la extracción de conocimiento existente en las colecciones biológicas o agentes de traducción automática.

## Proyecto PDA

En función de estas necesidades se motiva el desarrollo de una nueva versión llamada PDA (Portal DiGIR ampliado), el cual por el momento agrega características de Control de Acceso e Internacionalización ampliando la arquitectura del portal de la siguiente manera:



**authentication:** Esta API provee clases para realizar autenticación utilizando la API JAAS, (incluida en el JDK) la cual provee una capa de abstracción para las aplicaciones, separando la tecnología subyacente para autenticación y autorización. Las aplicaciones pueden cambiar de mecanismo de autenticación sin cambiar código a nivel de aplicación. De esta manera, distintos tipos de tecnologías de autenticación se puedan adicionar a este módulo con tan solo cambiar un archivo de configuración y agregar la clase para dicha prestación, sin modificar las clases existente. En nuestro caso utilizamos un servidor de directorios LDAP accediendo a través de JNDI (Java Naming and Directory Interface) para autenticar usuarios. JNDI es una API (incluida en el JDK) que permite buscar objetos y nombres a través de su nombre en un servidor de directorios.

**administration:** Esta API permite la administración de usuarios y roles. Dado que la administración de usuarios no esta contemplada en la tecnología que provee JAAS, se implementaron clases que permiten hacer altas, modificaciones, bajas y búsquedas en el servidor que soporte los datos de los usuarios a administrar. En este caso se implementaron dichos servicios para un servidor de directorios LDAP accediendo al mismo a través de la API JNDI. En la implementación se utilizaron

interfaces que permiten cambiar de tecnología de acceso a los datos con facilidad.

**presentation:** En este paquete se incluyen las clases utilizada por la aplicación para interactuar con el usuario y dar acceso al portal DiGIR. La interfaz con el usuario se construyó utilizando la especificación de *Java Service Faces (JSF)*. Utilizando *MyFaces 1.1* por tratarse de una implementación de JSF de Software Libre, perteneciente al *Proyecto Apache*.

JSF es un framework de desarrollo de aplicaciones Web que utiliza una arquitectura MVC (Model-View-Controller). JSF instala en la aplicación Web un controlador (Controller) que se encarga de la gestión de los formularios y de la navegación entre páginas. La interfaz con el usuario (View) corresponden a archivos JSP (Java Services Pages) que incluyen componentes UI (User Interface) como por ejemplo text box, buttons, label, radio buttons, etc. La lógica del negocio (Model) está implementada en clases java llamadas backend beans, las mismas atienden a eventos producidos por los componentes UI.

### Internacionalización en PDA

En el proceso de internacionalización podemos distinguir dos partes: todo lo relativo al código ampliado y lo relativo al código existente. En el primero dicho proceso fue el más sencillo dado que la arquitectura y diseño del código contempló desde el comienzo la internacionalización. En el caso del código existente hubo que aplicar distintas técnicas para adaptarlo a esta nueva característica.

En el caso del código nuevo que utiliza la metodología Java Server Pages donde la internacionalización ya está contemplada. En la práctica consistió en construir los archivos JSP de modo que la soporten. Para ello se incluyeron los tags que definen la configuración a utilizar y el nombre de archivo de propiedades.

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01  
Transitional//EN">  
<html>  
<f:view locale="#{Login.locale}">  
<f:loadBundle basename="Message" var="bundle" />
```

```
<head>  
<base href="<%=basePath%>">
```

Tags JSP

En este ejemplo la variable *locale* toma el valor definido en la *Login.java* donde tiene el *lenguaje* y *country* indicados.

En el tag *f: loadBundle* se define cual es el nombre del archivo de propiedades (*basename*) y cual es la referencia para acceder a él (*bundle*) .

Para hacer uso de identificadores o constantes internacionalizados se procede del siguiente modo:

```
...  
<h:panelGrid columns="2">  
<h:outputLabel for="username" rendered="true"  
value="#{bundle.Login_username}"></h:outputLabel>  
...  
</h:panelGrid>  
...
```

Tags JSP

*Login\_username* es una entrada en el archivo de propiedades.

En el caso del código preexistente se aplicaron tres técnicas de internacionalización según se tratara de Java Server Pages (JSP), Java Scripts (JS) o código Java puro, como son los servlets, dada las características propias de estos lenguajes. Las modificaciones solo se hicieron en la capa de presentación y se trató de ser lo menos invasivo posible a la hora de realizar modificaciones para evitar efectos colaterales. Solo se modificó la secuencia de código que construye la interfaz gráfica de usuario.

Por ejemplo, en los Java Server Pages hubo que hacer adaptaciones para ello se creo un *lenguaje.jsp* para incluir al comienzo de los jsp a internacionalizar

```
<%@ page import="java.util.*" %>  
  
<%  
String language = new  
String((String)session.getAttribute("language"));  
String country = new  
String((String)session.getAttribute("country"));  
Locale currentLocale = new Locale(language,  
country);  
ResourceBundle messages =  
ResourceBundle.getBundle("Message", currentLocale);  
%>
```

Lenguaje.jsp

De esta manera se tiene acceso desde el jsp a los atributos de sesión *language* y *country* para luego poder definir la referencia *messages* que nos conecta con los recursos de internacionalización almacenados en los archivos de propiedades<sup>1</sup>. Por ejemplo en *home.jsp* definimos una serie de variables Java ya internacionalizadas llamando al método *getString()*. En el código siguiente se muestra la variable *pageTitle*

```
...  
<%@ include file="language.jsp" %>  
  
<% String pageTitle =  
messages.getString("home_pageTitle"); %>  
  
<%  
...  
>
```

Variable internacionalizada

## PDA como portal de la Red de Colecciones Argentinas

Se ha instalado PDA como portal de búsqueda de la Red de Colecciones Argentinas. El acceso al mismo es <http://base.cenpat.edu.ar:8080/pres/Login.faces> y su GUI se muestra en la figura siguiente.



## Conclusiones

El desarrollo del trabajo ha significado una fuerte interiorización y compromiso con el proyecto DiGIR promovido por GBIF, y ha generado aportes concretos a diferentes beneficiarios, entre los que se destacan:

Red de Colecciones Biológicas Argentinas:

<sup>1</sup> Por ejemplo Message\_sp\_SP.properties

La cual como resultado ha obtenido un nuevo portal de acceso y búsqueda de colecciones.

## Proyecto DiGIR:

Ya que el resultado de este trabajo fue aceptado por el grupo de desarrollo internacional para formar parte del próximo CVS del portal DiGIR. CENPAT - CONICET Con su proveedor DiGIR

## Agradecimientos

Un sincero agradecimiento al Centro Nacional Patagónico (CENPAT – CONICET) por la motivación y el apoyo.

También a los desarrolladores de DiGIR cuyo producto es el origen de este trabajo.

## Bibliografía y Referencias

- Proyecto DiGIR <http://www.digir.net>
- Barlen Thomas, Wolfgang Eckert, John Taylor, Klaus Tebbe, Wendy Thom-son, Marc Willems -Implementation and Practical Use of LDAP on the IBM iSeries Server - IBM Redbooks - April 2002 - ISBN 0738424641
- Bellas Fernando. IEEE INTERNET COMPUTING - Standards for Second-Generation Portals, University of A Coruña, Spain. 2004.
- Dagient Valentina, Rimgaudas Laucius, IEEE, INTERNATIONALIZATION OF OPEN SOURCE SOFTWARE: FRAMEWORK AND SOME ISSUES Informatics Methodology Department. Institute of Mathematics and Informatics. Vilnius, Lithuania dagieneGJkt1.mii.h; rimga@kl.mii.lt . 2004.
- [http://developers.sun.com/prodtech/javatools/jscreator/reference/techart/2/jaas\\_authentication.html](http://developers.sun.com/prodtech/javatools/jscreator/reference/techart/2/jaas_authentication.html)
- <http://developers.sun.com/prodtech/javatools/jscreator/reference/techart/2/il8n.html>
- Jewell Tyler, David Chappell, Java Web Service, March 2002, O'Reilly.
- Perez Perez Ramón. Sistema Multiagente para la Gestión de Colecciones Complejas. Tesis Doctoral. Dr. Universidad de Granada. 2006.

## Contacto con los autores

- Renato Mazzanti (02965) - 451117 [renato.mazzanti@gmail.com](mailto:renato.mazzanti@gmail.com)
- Gustavo Samec (02965) - 471930 [gsamec@gmail.com](mailto:gsamec@gmail.com)
- Carlos Buckle (02965)-15673949 [cbuckle@hms-tech.com](mailto:cbuckle@hms-tech.com)

# Planeamiento de la Producción para PyMES

A. De Giusti<sup>(1)</sup>, P. Pesado<sup>(1,2)</sup>, P. Thomas<sup>(1)</sup>, C. Estrebow<sup>(1)</sup>, N. Galdamez<sup>(1)</sup>,  
L. Moralejo<sup>(1)</sup>, L. Delia<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

<sup>(2)</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

{degiusti, ppesado, pthomas, cesarest, ngaldamez, lmoralejo, ldelia}@lidi.info.unlp.edu.ar

## 1 CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CIC y Agencia.

## 2 RESUMEN

Esta línea de I/D se enfoca en el estudio de sistemas de planeamiento de la producción industrial. La planificación de la producción en la industria es un proceso complejo, que involucra diferentes subsistemas tales como Manejo de Stocks, Análisis de Componentes para la Producción, Máquinas en Planta, Ordenes de Pedido de Clientes, Planificación/Optimización de la Producción, Planes de Trabajo por períodos, Partes de Producción, Recursos Humanos en Planta, Clientes, Proveedores y Almacenes. [1], [2], [3], [4].

La informatización e integración de información de las diferentes fuentes en un Sistema de Planeamiento de la Producción permite un perfeccionamiento y agilización en la toma de decisiones que resulta esencial en la productividad de las empresas.

## 3 INTRODUCCION

En general las empresas PYME de la Provincia y del país tienen una baja utilización de los recursos que ofrecen las TICs para la mejora de la productividad. Por otra parte, para empresas PYME es un alto costo incorporar este tipo de sistema informático y la capacitación en su utilización.

El Sistema de Planeamiento de la Producción resulta entonces uno de los más demandados (especialmente por empresas pequeñas y medianas que realizan el planeamiento de la producción en forma manual o con un experto y escaso soporte informático) para mejorar los tiempos de respuesta y disminuir los costos asociados con una incorrecta asignación de recursos (máquinas, turnos de operarios, stock ocioso de materias primas). [5], [6], [7].

La disponibilidad de este tipo de software obliga también a una actualización tecnológica (y de procedimientos) dentro de las empresas PYME, lo cual las acerca a estándares de calidad requeridos por el mercado internacional.

La experiencia en el análisis de diversas empresas [8], [9], [10], [11] demuestra la necesidad de disponer de sistemas flexibles de Planeamiento de la Producción, que se puedan parametrizar en función de características de cada tipo de planta y de

la función objetivo o multiobjetivo a optimizar.

Por otra parte, normalmente los sistemas de Planeamiento de la Producción requieren un alto grado de interacción con el usuario técnico, a fin de contemplar el conocimiento de la heurística del problema. [12].

Esta clase de Sistemas de Software puede tener las características de un sistema MRP-II, que proporciona la planificación y control eficaz de todos los recursos de la producción [13].

El MRP-II implica la planificación de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo el plan maestro de producción, no sólo de los materiales a fabricar y vender, sino de las capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas.

Este sistema pretende dar respuesta a las preguntas, cuánto y cuándo se va a producir, y a cuáles son los recursos necesarios para ello.

Los sistemas MRP-II se orientan principalmente hacia la identificación de los problemas de capacidad del plan de producción (disponibilidad de recursos frente al consumo planificado), facilitando la evaluación y ejecución de las modificaciones oportunas en el planificador. Para ello, a través del plan maestro de producción y de las simulaciones del comportamiento del sistema productivo de la empresa, se tendrá el control para potencialmente detectar y corregir las incidencias generadas de una manera ágil y rápida.

Caracterización del modelo a analizar:

❖ Plantas centralizadas vs. Plantas distribuidas.

En general el problema de la distribución física de la planta agrega varios elementos a la complejidad intrínseca del planeamiento de la producción, fundamentalmente por el tema de los recursos físicamente distantes (máquinas, materias primas, operarios), los tiempos de

movimiento de los diferentes stocks así como la centralización/distribución del control de calidad.

❖ Fabricación de “Productos simples” vs. “Productos. Complejos”

Entendiendo por productos complejos aquéllos en los que el Análisis de producción contiene no sólo materias primas, sino también productos semielaborados (en 1 o más niveles) cuya producción debe planificarse coherentemente con los productos “finales”. Esta estructura involucra una descomposición en niveles de los recursos de stock/semielaborados requeridos para cumplir los planes de producción, con relaciones de interdependencia que requieren validar el orden de producción.

❖ Fábricas monomáquinas y multimáquinas

Existen productos que requieren exclusivamente la utilización de una máquina específica, es decir son monomáquinas; mientras que hay otros que pueden utilizar indistintamente cualquier máquina (obviamente dentro de una familia particular)

❖ Fuente de generación de pedidos de productos finales.

Demandas producidas por pedidos de clientes, por análisis de las ventas en períodos iguales de años anteriores, una combinación de ambos, etc.

❖ Provisión de materias primas.

Este es un punto esencialmente crítico porque las materias primas constituyen el elemento primordial para poder fabricar. Se considera el “lead time” de provisión de cada una de ellas como factor de decisión en la planificación de la producción. Por ejemplo en el caso de materias primas importadas los tiempos de abastecimiento suelen medirse en meses.

❖ Recursos necesarios para la fabricación.

Si bien en principio es necesaria la materia prima, en muchos casos también se necesitan máquinas, operarios e incluso elementos “intermediario” tal como un molde en la inyección de plástico o la extrusión de aluminio

- ❖ Diversos criterios de optimización de los planes de producción

Normalmente existe alguna función multiobjetivo  $F$  que depende de los recursos (máquinas, operarios, stock), de los costos (de materias primas, productos semielaborados y productos finales), de la prioridad de los clientes y del tiempo cuya optimización (o la obtención de un óptimo relativo al menos) será el eje de la función de planificación.  $F(Mi, Op, St, Ci, Cl, T)$ . Se trata de una función multiobjetivo porque podemos buscar un óptimo relativo según varios ejes de la actividad de la organización y combinar una solución híbrida que tenga en cuenta 2 o más de estas soluciones parciales.

Algunos posibles criterios de optimización:

- Minimizar los stocks ociosos.
  - Disminuir los tiempos de entrega.
  - Simplificar la gestión de planta, minimizando los bloqueos.
  - Asegurar el mantenimiento de los stocks críticos.
  - Optimizar el flujo financiero.
- ❖ Interacción con máquinas/herramientas de producción.

Frecuentemente, la interacción en tiempo real de los sistemas de planeamiento con distintas máquinas/herramientas que producen información del proceso productivo crean la necesidad de un procesamiento con restricciones de tiempo duras.

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS/ OBTENIDOS**

- ❖ El III-LIDI participa del proyecto PAE EICAR (Electrónica, Informática, Comunicaciones, Automática y Robótica para la producción de Bienes y Servicios) integrado por una red de Universidades (UNLP, UNSJ, UNLM, UTN, UCC, UNPA, UNCPBA), institutos y cámaras empresarias.
- ❖ El III-LIDI participa del proyecto “Sistema integrado de Planeamiento de la Producción para PYMES” subsidiado por la CIC, cuyo objetivo es analizar un conjunto de modelos de planta con distintas características (mono y multimáquina, producción a pedido, por análisis de stock, por pronósticos de ventas, etc.) y desarrollar un sistema básico y parametrizable para resolverlo.
- ❖ También participa del Proyecto FONTAR “Desarrollo de herramientas digitales para mejorar las estructuras de la producción, control de la producción, carga de máquinas, abastecimiento de materias primas y servicios, trazabilidad, almacenamiento y distribución de Productos Terminados” para la Empresa GRAFEX (Fábrica de Tintas y Barnices), subsidiados por la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología. Se trata de un sistema que contempla la distribución geográfica de los lugares de producción (Villa Mercedes-San Luis y Buenos Aires)

Aspectos a considerar en el futuro:

- Posibilidad de fabricar un producto final en más de una planta e incorporar criterios de asignación de la producción a las plantas.
- Ajustar estadísticamente la demanda posible a fin de ajustar la planificación de recursos necesarios a fecha futura, para bajar los stocks críticos.
- Analizar los tiempos y costos del transporte y otorgarle cierta

flexibilidad (asociada con un costo).

- Considerar alternativas en los Análisis de producción (si las hubiera) con su costo asociado.
- Considerar los ciclos de mantenimiento de las máquinas (programados).
- Estudiar el período óptimo de planificación de la producción.

## 6. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Hay 4 Becarios III-LIDI que están desarrollando sus Tesinas de Grado de Licenciatura en Informática en esta área.

También se participa del dictado de cursos de Posgrado en la Facultad de Informática de la UNLP.

Colabora en este proyecto el Pasante Alumno Germán Caseres.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bernroider E., Hampel A. "Enterprise resource planning and its governance in perspective: strategic planning and alignment, value delivery and controlling". Academic Publishers 2005. Viena (Austria).
- [2] Kumar, K., Hillergersberg, J. "ERP Experiences and Evolution". Communication of the ACM, vol. 43, nº. 4, April (2000), 23-26.
- [3] Oliver, D., Romm, C. "Enterprise Resource Planning Systems: Motivations and Expectations". 1º International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy, 119-126.
- [4] Esteves, J., Pastor, J. "Towards the Unification of Critical Success Factors for ERP Implementations". 10th Annual BIT conference, Manchester, UK., November (2000).
- [5] Sprott, D. "Enterprise Resource Planning: Componentizing the Enterprise Application Packages".

Communications of the ACM, vol. 43, nº. 4, April (2000), 63-69.

[6] Estrebou C., Romero A., Galdamez N., Moralejo L., " Sistema Web para Planeamiento de la Producción de una empresa con Plantas distribuidas". Jornadas AUGM 2006. Campinas. Brasil. (en prensa)

[7] Parr, A., Shanks, G. "A Model of ERP Project Implementation". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 289-304.

[8] Everdingen, Y., Hillegersberg, J., Waarts, E. "ERP Adoption by European Midsize Companies".

Communications of the ACM, vol. 43, nº. 4, April (2000), 27-31.

[9] Rebstock, M., Selig, J. "Development and Implementation Strategies for International ERP Software Projects". 8th European Conference on Information Systems ECIS(2000), Vol. 2, Vienna, 932-936.

[10] Mabert V., Soni A., Ventakaramanan M. "Enterprise resource planning survey of US manufacturing firms" Production and Inventory management Journal, Vol 41, Nro.2, Jun.2000, 52-63.

[11] Bernroider, E. W. N. & Koch, S., "The decision making process concerning investments in ERP software - results of an empirical study in Austrian organizations," Wirtschaftsinformatik, 2000, 42(4), 329-338.

[12] Adam, F., O'Doherty, P. "Lessons from Enterprise Resource Planning Implementation in Ireland - Towards Smaller and Shorter ERP Projects". Journal of Information Technology, vol. 15, n. 4, December (2000), 305-316.

[13] James A. Rehg, Henry W. Kraebberg "Computer-Integrated Manufacturing", Second Edition, Prentice Hall, 2001.

# Procesamiento de consultas espacio-temporales complejas sobre diferentes escenarios

**María G. Dorzán, Edilma O. Gagliardi, Natalia J. Ortiz**

Facultad de Ciencias Físico, Matemáticas y Naturales,  
Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis,  
San Luis, D5700HHW, Argentina  
{ mgdorzan, oli, njortiz }@unsl.edu.ar

y

**Gilberto A. Gutiérrez Retamal**

Facultad de Ciencias Empresariales,  
Departamento de Auditoría e Informática, Universidad del Bío-Bío  
Chillán, Chile  
ggutierr@ubiobio.cl

## RESUMEN

En nuestro trabajo de investigación nos dedicamos a las bases de datos que guardan objetos espaciales que cambian su tamaño y/o posición a través del tiempo, llamadas Bases de Datos Espacio-Temporales (BDET). Se requiere que una BDET sea capaz de representar modelos muy cercanos al mundo real, con todo el dinamismo que él implica, y administrar objetos que, básicamente, cambian su ubicación a través del tiempo. Un aspecto importante de los movimientos de los objetos, es el escenario en el que estos ocurren: (1) movimiento sin restricciones, (2) movimiento restringido y (3) movimiento restringido a redes. Sobre estos diversos escenarios se requiere realizar consultas de tipo espacio-temporal, típicas (timeslice, intervalo, eventos y trayectoria) y complejas (reunión y cercanía).

## INTRODUCCIÓN

En general, la mayoría de las bases de datos se conciben para describir algún aspecto del mundo sobre un período de tiempo dado. Cualquier valor que se almacene describe el pasado; es decir, que un hecho definido en un registro de una base de datos es una afirmación sobre el estado del mundo en un momento dado. Existen muchas aplicaciones que requieren manejar objetos espacio-temporales, es decir, objetos cuya posición espacial y/o forma cambia en distintos instantes de tiempo. Tales cambios deben ser manejados por un Sistema de Administración de Bases Datos que debe proveer, entre otros servicios, métodos de acceso para procesar en forma eficiente consultas cuyos predicados contemplan relaciones espacio-temporales. Actualmente, las Bases de Datos Espacio-Temporales (BDETs) en conjunto representan un tópico de estudio reciente y de mucho interés debido a la estrecha relación existente entre espacio y tiempo en una gran cantidad de aplicaciones. Como consecuencia, diariamente se produce una gran cantidad de datos espacio-temporales y por lo tanto, se necesita analizarlos y consultarlos eficientemente lo que conlleva el desarrollo de técnicas sofisticadas.

En investigaciones previas, nos hemos concentrado en responder varios tipos de consulta espacio-temporales como, timeslice, intervalo, eventos y trayectoria. En la actualidad nos abocamos a responder consultas más complejas debido a que las aplicaciones reales así lo demandan.

La organización del presente artículo es la siguiente: en la Sección 1, hablamos sobre los diferentes escenarios en dónde pueden ocurrir los movimientos de los objetos; en la Sección 2, describimos los distintos tipos de consultas que pueden ser resueltos en una BDET; en la Sección 3, nos referimos a los dos métodos de indexación desarrollados sobre los cuales implementamos tipos de consultas y sobre los cuales seguimos trabajando; y por último, en la Sección 4, mostramos el trabajo actual y futuro.

## 1. INDEXANDO OBJETOS EN MOVIMIENTO

Movilidad es una palabra clave que se tiene en cuenta debido a todas aplicaciones y servicios ocurrentes en la realidad y, en particular, con la llegada de nuevas tecnologías, como las de computación móvil. Estas aplicaciones necesitan de una disponibilidad de información que sólo puede ser provista por una BDET, capaz de almacenar y recuperar los datos de manera eficiente [10]. Para ello, se requieren de métodos de indexación que consideren tanto el almacenamiento eficiente, sobre todo de los atributos dinámicos del objeto móvil, más una actualización constante de esos atributos, y de una respuesta adecuada frente a los diversos tipos de consultas.

Un aspecto importante de los movimientos de los objetos, es el escenario en el que ocurren. Para categorizar varios enfoques de indexación se han usado tres escenarios diferentes: *movimiento sin restricciones*, *movimiento restringido* y *movimiento restringido a redes*. A continuación describimos dichos escenarios.

### MOVIMIENTO SIN RESTRICCIONES

El movimiento sin restricciones es aquel en donde los objetos se mueven libremente dentro de la región en la que se encuentran. Ejemplos de este contexto son, entre otros, el monitoreo de animales que luego de permanecer en cautiverio, son reubicados en sus hábitats naturales. Dentro de los movimientos sin restricciones, existen distintos métodos de indexación que se diferencian de acuerdo a la información que indexan: métodos que indexan el pasado; métodos que indexan el presente y métodos que indexan el presente y futuro [9].

### MOVIMIENTO RESTRINGIDO

El movimiento restringido es aquel en que el escenario se presenta limitado para los objetos que se mueven. Esta limitación tiene que ver obstáculos (*infraestructuras*) que obligan al objeto a tomar caminos alternativos ya que éstos no pueden ser sorteados. Un ejemplo de este contexto es el de un robot autónomo, al cual se le indica qué hacer, pero no cómo hacerlo, es decir, planifica sus movimientos en base al conocimiento que tiene de un determinado ambiente y sus obstáculos [10].

### MOVIMIENTO RESTRINGIDO A REDES

En muchas aplicaciones de la realidad, los movimientos se modelan basándose en una red más que en un espacio bidimensional. Resulta interesante pensar en un movimiento restringido a una red, porque no interesa el espacio subyacente a ella para moverse, es decir, al ver una carretera y un automóvil moviéndose en ella, no interesa el espacio o el tamaño de banquina adyacente a la misma, como así tampoco la posición del objeto en términos de coordenadas  $x$  e  $y$ , sino que interesa la posición relativa respecto de la red, es decir, en el kilómetro 24 de la ruta 3, por ejemplo [10]. A menudo, una red dirige el tráfico de los objetos que se mueven en ella. Es decir, al tener una red predefinida, los objetos que se mueven en ella tienden a moverse siguiendo los diferentes caminos que la misma presenta. La red puede ser tanto artificial, creada basándose en un criterio para el movimiento de los objetos, como real, basada en una del mundo real [2].

## 2. CONSULTANDO OBJETOS EN MOVIMIENTO

Todo método de acceso debe proveer la capacidad de poder responder eficientemente consultas que involucran predicados espacio-temporales, reflejando lo que es de interés para el usuario. Además es quien determina de qué manera tratar y evaluar la consulta. Al momento de utilizar un índice, es importante determinar qué tipo de consultas se tendrán en cuenta ya que esto establece la forma en que se administra y almacena la información, como así también la manera de recuperar la información necesaria.

Los tipos de consulta espacio-temporales tratados en la literatura afín son los siguientes:

- *Instante de tiempo* o *TimeSlice*: consiste en, dado un instante de tiempo  $t_i$ , y una ventana sobre el plano, informar todos los objetos que están o pasaron por ella durante ese instante de tiempo [8].
- *Intervalo de tiempo*: consiste en, dados dos instantes de tiempo  $t_i$  y  $t_j$ , y una ventana sobre el plano, informar todos los objetos que están o pasaron por ella durante ese intervalo de tiempo [8].
- *Eventos*: dado un instante de tiempo  $t_i$ , y una ventana sobre el plano, informar los objetos que aparecieron/desaparecieron en ella durante ese instante de tiempo [8].
- *Trayectoria*: dado un objeto, y un intervalo de tiempo, informar las posiciones que ocupó dicho objeto durante ese intervalo de tiempo [8].
- *Ensamble (Join)*: Este tipo de consulta consiste en, dados dos conjuntos de datos, recuperar todos los pares de objetos que satisfacen un predicado específico del tipo de dato que se trate (espacial, temporal, espacio-temporal). Existe una amplia variedad de predicados; sin embargo, según [11], el predicado de intersección tiene un rol muy importante ya que a partir de él se pueden obtener los restantes. Un ejemplo puede ser, “hallar todos los pares de objetos que se hallan espacialmente cerca, es decir, dentro de una distancia  $D$ , durante un intervalo o instante de tiempo específico”. Otra aplicación inmediata es la detección de accidentes comparando la trayectoria de los vehículos: “hallar los pares de vehículos que estarán cerca, en una radio de 10 Km., dentro de 5 minutos”.
- *Cercanía o proximidad*:
  - *k-vecinos más cercanos*: Dado un objeto  $X$ , encontrar los  $k$  objetos  $X'$  que tienen la mínima distancia de  $X$ . Aquí, la distancia se define entre atributos espaciales como la distancia (Euclidiana o de Manhattan) entre sus puntos más cercanos. Un ejemplo para este tipo de consulta puede ser: “hallar las 5 ambulancias más cercanas, con respecto al lugar del accidente”; y uno más complejo sería: “hallar las 5 ambulancias más cercanas con respecto al lugar del accidente en un intervalo de tiempo de 2 minutos antes y después del accidente, sabiendo las direcciones y velocidades de las ambulancias y el mapa de las calles” [8]. Existen cuatro escenarios posibles teniendo en cuenta si el objeto  $X$  y el conjunto  $S$  de objetos de la base de datos se mueven o no: (1) no se mueve ni el objeto  $X$  ni los objetos de  $S$ ; (2) se mueven los objetos del conjunto  $S$  pero no el objeto  $X$ ; (3) se mueve el objeto  $X$  pero no los del conjunto  $S$ ; y (4) tanto el objeto  $X$  como los del conjunto  $S$  se mueven.
  - *El par de vecinos más cercano*: Dado un conjunto de objetos  $S$ , encontrar dos objetos cuya distancia mutua sea mínima. Un ejemplo típico en el control de tráfico aéreo sería “encontrar el par de aviones más cercano” ya que se determinaría dónde existe peligro de colisión.
- *Patrones espacio-temporales*: Un patrón espacio-temporal se representa como una secuencia de distintos predicados espacio-temporales, donde interesa el ordenamiento temporal (exacto o relativo) de los predicados. Este tipo de consulta consiste en, dada una gran colección de trayectorias espacio-temporales y un patrón, recuperar todos los objetos que siguen ese patrón de movimiento definido en tiempo y espacio [7]. Un ejemplo sería, “identificar todos los vehículos que estuvieron muy cercanos a los tres ataques de francotiradores en Maryland (las posiciones y tiempos de los ataques son conocidos)” o “localizar los productos que abandonaron la fábrica hace un mes, fueron almacenados en uno de los almacenes cerca del muelle y fueron cargados en un barco”. Este tipo de consulta puede tener tipos arbitrarios de predicados espaciales (es decir, búsqueda por rango, vecino más cercano, etc.), donde cada predicado puede ser asociado con: (1) una restricción exacta temporal que es o un instante o un intervalo de tiempo (consulta de patrones

espacio-temporales con tiempo), o (2) generalmente, con un orden relativo (consulta de patrones espacio-temporales con orden).

### 3. MÉTODOS DE INDEXACIÓN TRATADOS

Hemos diseñado e implementado dos métodos de acceso espacio-temporal, cada uno basado en un escenario diferente. Hasta el momento, cada método responde eficientemente los primeros cuatro tipos de consulta nombradas en la sección anterior.

A continuación se describen brevemente ambos métodos, donde el escenario del primero es sin restricciones y el del segundo es restringido a redes.

- *D\*R-Tree* [4] es un método de acceso espacio-temporal que se basa en la idea expuesta en [5]. Mantiene puntos de referencia para ciertos instantes de tiempo en la base de datos, tal que para esos instantes los objetos se almacenan en una estructura de datos R-Tree. Las modificaciones ocurridas entre los puntos de referencia de tiempo consecutivos se mantienen en una estructura llamada Bitácora.

El método pretende mantener un equilibrio entre el espacio de disco utilizado por la estructura y el tiempo de acceso empleado en responder los distintos tipos de consulta. Nuestra propuesta tiene las siguientes características: (1) se utiliza un Índice para almacenar los instantes de tiempo que se establezcan como puntos de referencia; (2) Los R-Tree's son utilizados para almacenar la ubicación espacial de los objetos y cada R-Tree está asociado a un punto de referencia de tiempo, según el índice descrito en el punto anterior; (3) se usan Bitácoras para almacenar los movimientos realizados en instantes intermedios entre puntos de referencia almacenados en el índice de instantes; además, se guardan las referencias a los movimientos anteriores inmediatos por cada objeto; (4) se agrega un Índice para acceder a los últimos registros de movimiento en cada bitácora por cada objeto. Con ello se posibilita la entrada directa a las bitácoras involucradas en la trayectoria de los objetos.

- *I+MON-Tree* [3] es un método que extiende las capacidades del índice mencionado en [1], incorporando al almacenamiento de la información del pasado, información sobre posiciones actuales de los objetos y amplía el rango de consultas por ésta soportada, agregando las consultas timeslice y por trayectoria.

La estructura tiene las siguientes características: (1) incorpora un Índice de Información Actual que almacena cubos abiertos, que hacen referencia a objetos cuyo instante final en una posición aún no está definido. También se mantiene información que hace referencia a los cubos anteriores y que nos permite recuperar la trayectoria del objeto; (2) usa un 2D R-Tree [6] para indexar la mínima caja que recubre cada poligonal; (3) la estructura de hashing almacena el identificador de la poligonal y el puntero al 2D R-Tree [6] del nivel inferior que le corresponde a la misma; (4) se utiliza un conjunto de 2D R-Tree [6], en el nivel inferior, que indexan el movimiento de los objetos a lo largo de la poligonal. Cada movimiento de un objeto, indexado por éstos, mantiene información del movimiento anterior y/o posterior que conforma la trayectoria de un objeto.

### 4. TRABAJO ACTUAL Y VISIÓN DE FUTURO

En el transcurso de esta investigación, observamos que la mayoría de los métodos se abocan a responder eficientemente ciertos tipos de consultas, lo que nos motivó a desarrollar índices capaces de mantener la información necesaria para poder responder los cuatro tipos de consulta más solicitados en general: timeslice, intervalo, eventos y trayectoria. De esta forma, surgieron los dos métodos sobre dos escenarios totalmente diferentes, que permiten almacenar datos espacio-

temporales y responder eficientemente tipos de consultas sobre ellos, habiendo obtenido resultados satisfactorios en las evaluaciones experimentales.

Actualmente, proponemos ampliar las capacidades de nuestros índices para resolver los tipos de consultas complejas antes mencionados, join espacio-temporal y búsqueda de los vecinos más cercanos (sobre los distintos escenarios planteados), entre otras, dedicándonos al estudio y análisis del diseño de estructuras de datos y algoritmos que permitan resolver dichas consultas eficientemente. Consideramos que poder responder estos tipos de consulta resulta de un gran aporte, ya que, al implementarlos, se vincularía el área de BDET con la Geometría Computacional, introduciendo conceptos como cierre convexo, algoritmos de proximidad, entre otros.

Estos trabajos están enmarcados dentro de la Línea de investigación Geometría Computacional y Bases de Datos Espacio-Temporales, perteneciente al Proyecto Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos 22/F314, Departamento de Informática, Universidad Nacional de San Luis; en el Proyecto AL07-PAC-027 Geometría Computacional, subvencionado por la Universidad Politécnica de Madrid; y en el marco de la Red Iberoamericana de Tecnologías del Software (RITOS2), subvencionado por CYTED. Por todo ello, se ha establecido un grupo de interés en el tema conformado por docentes investigadores de la Universidad Nacional de San Luis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Almeida, V. y Güting, R. *Indexing the trajectories of moving objects in networks*. In Proc. of the 16th Intl. Conf. on Scientific and Statistical Database Management (SSDBM). (2004)
- [2] Brinkhoff, T. *Generating Network-Based Moving Objects*. In Proc. of the 12th Intl. Conference on Scientific and Statistical Database Management Berlin, IEEE Computer Society Press. (2000)
- [3] Correa, L. y Ortiz, N. *I+MON-Tree: índice espacio-temporal para objetos en movimiento*. Informe Trabajo Final Licenciatura, UNSL. (2006)
- [4] Dorzán M., Gagliardi E., Gómez Barroso J., y Gutiérrez Retamal G. *Un nuevo índice eficiente para resolver diversas consultas espacio-temporales*. Conferencia Latinoamericana de Informática. (2006)
- [5] Gutiérrez G. *A Spatiotemporal Access Method based on Snapshots and Events*. ACM GIS'05, Bremen, Germany. (2005)
- [6] Guttman, A. *R-Trees: A dynamic index structure for spatial searching*. In ACM SIGMOD Conf. on Management of Data, pages 47-57, Boston, ACM. (1984)
- [7] Hadjieleftheriou M., Kollios G., Bakalov P. y Tsotras V. *Complex Spatio-Temporal Pattern Queries*. (2005)
- [8] Manolopoulos, Y., Papadopoulos, A., Sellis Timos, K. y Theodoridis, Y. *Specifications for efficient indexing in spatiotemporal databases*. In Proc. 10th International Conference on Scientific and Statistical Database Management, Capri, Italy, pages 123-132. (1998)
- [9] Mokbel M., Ghanem T., y Aref W. *Spatio-temporal Access Methods*. IEEE Data Engineering Bulletin 26, pp. 40-49. (2003)
- [10] Pfoser, D. *Indexing the Trajectories of Moving Objects*. Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering. (2002)
- [11] Volker Gaede and Oliver Günther. *Multidimensional access methods*. ACM Computing Surveys, 30(2):170–231, (1998)

# PROCESO DE AGREGACIÓN CON MÚLTIPLES NIVELES DE EVIDENCIA PARA ESTUDIOS EXPERIMENTALES EN INFORMÁTICA

Enrique Fernández<sup>1,2</sup>, Paola Britos<sup>1,2</sup>, Oscar Dieste<sup>3</sup>, Ramón García-Martínez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA. Argentina

<sup>2</sup> Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Argentina

<sup>3</sup> Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid. España.

rgm@itba.edu.ar

## RESUMEN

En el presente trabajo se describe el estado de avance de la línea de investigación sobre estrategias de agregación de estudios experimentales en Informática con énfasis en el desarrollo de métodos que permitan paliar las falencias de los estudios documentados.

## 1. Introducción

### 1.1. Meta-Análisis

Según [Cochrane, 2007] el meta-análisis es el análisis estadístico de una serie de estudios individuales, con el objeto de integrar los resultados en una medida resumen. El propósito del meta-análisis es combinar resultados numéricos. Para lo cual, a partir de los estimadores de efecto de los distintos estudios se calcula un estimador de efecto global. El meta-análisis es conceptualmente muy sencillo: el estimador de efecto global se calcula como una media ponderada de los estimadores de efecto de los estudios. Por ejemplo, las diferencias de riesgo individuales de los estudios se ponderan y se calcula la media; el resultado es la diferencia de riesgo combinada que tomamos como resultado del meta-análisis. Al realizar un meta-análisis, deseamos hallar un resultado numérico que sea resumen representativo de los resultados de los estudios individuales, y por tanto que signifique una mejora sobre las estimaciones individuales. Idealmente, el meta-análisis debe partir de los estudios individuales -con sus virtudes y defectos- y obtener un resultado que sea más fiable que los resultados individuales de los que partíamos.

### 1.2. Técnicas de Agregación

#### 1.2.1. Effect Size

La técnica Effect Size permite estimar el efecto o mejora de un determinado tratamiento respecto de otro. En la actualidad existen varias adaptaciones de la fórmula de estimación, las mismas se diferencian básicamente en la cantidad de sujetos experimentales tratados en los estudios experimentales, es decir si la cantidad de sujetos experimentales es alta o no y si los distintos estudios experimentales seleccionados tienen la misma cantidad de sujetos.

Dentro de este contexto, a continuación se describe la variante de la técnica que permite trabajar con estudios de pocos sujetos experimentales (es difícil conseguir dentro del ámbito de la Informática estudios con gran cantidad de sujetos experimentales) y permite combinar estudios con cantidades de sujetos experimentales diferentes.

#### 1.2.1.1. Estimación de Efectos para Estudios Individuales

A continuación, se describe la fórmula corregida de [Hedges y Olkin, 1985], la misma es la utilizada y recomendada en los procesos de meta-análisis de [Cochrane, 2007];

$$d = J(N - 2) \frac{\mu^E - \mu^C}{\sigma_p}$$

$d =$	Tamaño del efecto
$\mu^E =$	Media del tratamiento nuevo (o tratamiento principal de la comparación)
$\mu^C =$	Media del tratamiento de contraste (o tratamiento secundario)
$\sigma_p =$	Desvío estándar conjunto de los tratamientos
$J(N - 2) =$	Es un factor de ajuste tabulado
$N =$	Es la cantidad total de sujetos experimentales ( $n_t + n_c$ )

### 1.2.1.2. Estimación de Efectos para una Serie de Estudios

La forma básica de calcular el tamaño del efecto para una serie de experimentos, consiste en sumar los tamaños de efectos particulares ponderados por un coeficiente de peso estimado en función de la cantidad de sujetos experimentales [Hedges y Olkin, 1985]:

$$dw = w_1 * d_1 + \dots + w_k * d_k$$

$dw =$  es el tamaño del efecto global o total  
 $w_1 \dots k =$  son los pesos individuales del experimentos  
 $d_1 \dots k =$  son los tamaños de efectos de los experimentos

La formula para calcular los pesos es la siguiente:

$$w_i = \frac{\tilde{n}_i}{\sum_{j=1}^k \tilde{n}_j}$$

$\tilde{n}_i =$  es  $n_i^e * n_i^c / (n_i^e + n_i^c)$   
 $n_i^e =$  Cantidad de sujetos experimentales del tratamiento nuevo (o técnica principal de la comparación)  
 $n_i^c =$  Cantidad de sujetos experimentales del tratamiento de contraste (o técnica secundaria)

Estimación del intervalo de confianza con un nivel de exactitud del 95 %:

$$\delta_L = d_w - 1.96\sqrt{v} \qquad \delta_U = d_w + 1.96\sqrt{v}$$

$\delta_L =$  cota del intervalo de confianza inferior.  $dw =$  es el tamaño del efecto global o total  
 $\delta_U =$  cota del intervalo de confianza superior.  $v =$  representa la varianza estimada por formula 3-10

### 1.2.2. Vote Counting

Vote Counting [Hedges y Olkin, 1985] es una técnica que, a través de un conjunto acotado de variables estadísticas (signo de la deferencia entre las medias de tratamiento y cantidad de sujetos experimentales), permite inferir un tamaño de efecto para un conjunto de estudios experimentales dado. Esto se hace mediante un proceso de inferencia iterativo, en el cual, en primer lugar se genera una lista de valores de efecto. Luego de esto se intenta asignar un valor de probabilidad para cada uno de los efecto en base a un parámetro obtenido mediante la combinación del signo de la diferencia entre medias y la cantidad de sujetos experimentales. A continuación se describe la formula a aplicar para obtener el tamaño de efecto aplicando la técnica de conteo de votos:

$$L(\delta | X_1, \dots, X_k) = \sum_{i=1}^k \{X_i \ln[1 - \phi(-\sqrt{\tilde{n}_i}\delta)] + (1 - X_i) \ln \phi(-\sqrt{\tilde{n}_i}\delta)\}$$

- $L =$  representa la lista de probabilidad para cada tamaño de efecto, de la cual se deberá seleccionar el efecto de mayor probabilidad.
- $\hat{\delta} =$  es la media de los efecto, para lo cual se debe generar, en primera instancia, un conjunto de valores posibles, para luego mediante un proceso iterativo se deberá seleccionar el de mayor probabilidad.
- $X_i =$  representa a la diferencia entre las medias, y tomará el valor 1 si la media del tratamiento principal es mayor a la de contraste y 0 cuando es menor o igual.
- $\tilde{n}_i =$  es  $n_i^e * n_i^c / (n_i^e + n_i^c)$
- $k =$  representa a la cantidad de estudios experimentales.

Estimación de la Varianza:

$$Var = \left( \sum_{i=1}^k D_i \right)^{-1}$$

$Var =$  representa a la varianza del tamaño de efecto.  
 $D_i =$  representa al factor estimado en la formula 3-9  
 $k =$  representa a la cantidad de estudios experimentales.

Estimación del parámetro  $D$ :

$$D_i = \sqrt{\frac{\tilde{n}_i}{2\pi}} \left( -\frac{1}{2} \tilde{n}_i \delta^2 \right)$$

$D_i =$  representa un factor de relación que debe estimarse para cada uno de los estudios experimentales.  
 $\tilde{n}_i =$  es  $n_i^e * n_i^c / (n_i^e + n_i^c)$   
 $\hat{\delta} =$  es la media de los efecto estimada.

Estimación del intervalo de confianza con un nivel de exactitud del 95 %:

$$\delta_L = \delta - 1.96\sqrt{\text{var}}$$

$$\delta_U = \delta + 1.96\sqrt{\text{var}}$$

$\delta_L$  = cota del intervalo de confianza inferior.

$\delta_U$  = representa la cota del intervalo de confianza superior.

$\delta$  = representa al tamaño de efecto estimado

$\text{Var}$  = representa la varianza estimada

### 1.2.3. Conteo De Votos Directo

El conteo de votos directo, es una técnica que tiene como objetivo indicar que tratamiento tiene mayor cantidad de estudios experimentales a su favor. No requiere de publicaciones de variables estadísticas especiales, solo es necesario saber si alguno de los tratamientos tuvo mejores resultados que el otro. Para ello se debe sumarizar los resultados de los estudios dentro de tres categorías: a favor del tratamiento principal (la media del tratamiento principal es mayor a la media del tratamiento de contraste), a favor del tratamiento de contraste (la media del tratamiento principal es menor a la media del tratamiento de contraste) y neutro (no existe diferencias entre las medias de ambos tratamientos). Una vez sumariados los resultados se deberá analizar cual de las categorías obtuvo la mayor cantidad de votos, en base a esto se podrá establecer que el tratamiento principal permite obtener resultados mejores, iguales o peores que el tratamiento de contraste.

## 2. Estado de la cuestión. Experimentación en la Informática

En Informática, de acuerdo a la norma 610.12 de IEEE, se debe aplicar conocimiento científico para el desarrollo, operación y mantenimiento de sistemas software. Para ello cuenta con métodos, técnicas y herramientas para ser utilizadas en cada actividad de acuerdo a las condiciones que se disponga. Sin embargo, en la actualidad generalmente no se cuenta con técnicas ni métodos que cuenten con una justificación científica ni un "estudio objetivo de su efectividad" [Juristo y Moreno, 2001]. Por lo tanto, es necesario un marco que permita a los ingenieros poder conocer cuales son los mejores métodos y herramientas que se deben aplicar a través de un método científico y por lo tanto objetivo. Este marco es la investigación experimental, utilizada también en otros ámbitos para brindar información objetiva sobre hipótesis que se desean probar. De esta forma, como afirma Pfleeger [1999], se "permitirá ganar más entendimiento de que hace un software bueno y como hacerlo mejor".

## 3. Definición del problema

Si bien la experimentación dentro del ámbito de la Informática ha ido creciendo y mejorando en los últimos años, a la fecha la mayoría de los estudios empíricos poseen falencia bastante graves. Entre las falencias más importantes podemos señalar:

- Estudios empíricos hechos con pocos sujetos experimentales [Burton *et al.*, 1990].
- Estudios empíricos con sesgos de publicación [Zmud *et al.*, 1993].
- Falta de estandarización en variables respuesta en estudios que a priori analizan el mismo fenómeno [Schweickert *et al.*, 1987] y [Burton *et al.*, 1990].
- Falta de standardización en la forma de referenciar a los tratamientos [Agarwal *et al.*, 1990] y [Woody *et al.*, 1996].
- Estiman factores estadísticos que requieren el conocimiento de la distribución, cuando esta no se puede determinar por la baja cantidad de sujetos experimentales [Burton *et al.*, 1988].
- Falta de verdaderas replicaciones de estudios
- Muchos de los estudios empíricos son de baja calidad [Crandall, 1989].

Estos aspectos hacen que la aplicación de un proceso de agregación estándar [Kitchenham, 2004], mediante el cálculo de tamaño de efectos, sea prácticamente imposible [Davis *et al.*, 2006] y [Brereton *et al.*, 2004].

## 4. Solución propuesta

Para solucionar el problema de agregación de estudios, se propone una estrategia de agregación **multinivel**, la misma provee diferentes niveles de evidencia en función de la calidad de los estudios experimentales seleccionados, tanto a nivel de realización del estudio como a nivel de la calidad del reporte presentado (fundamentalmente variables estadísticas publicadas). Cada uno de estos niveles de evidencia esta asociado a una técnica de agregación específica.

### 4.1. Niveles de Evidencia

Para identificar los niveles de evidencia se usaran tres términos que a menudo se utilizan dentro del ámbito del derecho. Estos términos son: Evidencia, Presunción y Sospecha, y su significado según el diccionario es:

- Evidencia: hecho que no deja lugar a dudas sobre su veracidad.
- Presunción: hecho que se considera verdadero hasta que se demuestre lo contrario.
- Sospecha: suponer un hecho por conjeturas basadas en apariencia.

En tal sentido, a continuación se describe que tipo de estudio será asignado a cada nivel de evidencia para obtener la calidad de respuesta deseada:

- *Evidencia*, para este nivel de agregación se seleccionarán los mejores estudios experimentales encontrados, en cuanto a la confección de los mismos y de los datos descriptos en el reporte publicado.
- *Presunciones*, para este nivel de agregación se seleccionarán todos los estudios experimentales del nivel anterior mas los estudios con sesgo de publicación leve.
- *Sospechas*, para este nivel de agregación se seleccionarán todos los estudios experimentales de los nivel anterior mas los estudios con sesgo de publicación medio o grave.

El objetivo de este proceso es permitir incorporar al proceso de agregación la mayor cantidad de estudios experimentales posibles y generando conclusiones de diversos niveles. A continuación, se describe la relación existente entre las técnicas de agregación y los niveles de calidad de los estudios:

Técnicas de agregación	Motivo de la asignación de estudios
Effect Size	Para esta técnica solo se aceptan estudios que no posean sesgos y sean similares en cuanto a su confección y dominio de aplicación. Esto se debe a que, por un lado se requiere que el estudio no posea sesgos de publicación y por otro una alta calidad en el desarrollo del mismo.
Vote Counting	Para esta técnica se podrán aceptar todos los estudios del nivel anterior mas los estudios con sesgos leves de publicación, por que la misma no necesita conocer cuan superior es un tratamiento respecto del otro ni las varianzas.
Conteo de votos directo	Para esta técnica podrán aceptarse todos los estudios de los niveles anteriores, mas los estudios con sesgos graves de publicación, ya que esta técnica la única restricción de aplicación que tiene es saber si alguno de los tratamientos a dado mejores resultados que el otro.

### 4.2. Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos deben analizarse desde los más confiables a los menos confiables. Es decir en primer lugar se debe analizar los resultados obtenidos mediante Effect Size, luego los obtenidos por Vote Counting y por último los obtenidos por Conteo de Votos Directo. Cuando todas las técnicas arrojen resultados compatibles (den que el tratamiento x es mejor que el y) podrá decirse que toda la evidencia obtenida corrobora la misma hipótesis, pero, si esto no es así se deberá hacer un análisis mas detallado de los estudios menos fiables para intentar determina si es que existen

variables independientes no identificas que están modificando los resultados obtenidos, un proceso similar al que se realiza cuando se lleva a delante un análisis de Homogeneidad y Sensibilidad.

## 5. Conclusiones

El definir una estrategia de agregación de más de un nivel evita la generación de conclusiones a criterio personal de quien realiza el proceso de revisión. Esto se debe a que cuando solo se intenta aplicar la técnica de Effect Size en la mayoría de los casos el proceso de agregación (dentro del ámbito de la Informática) queda desierto.

## 6. Futuras líneas de investigación

Incorporar una estrategia para verificar los factores de “Homogeneidad” (que los estudios incluidos en el meta-análisis sean realmente compatibles) y “Sensibilidad” (comprobar la influencia de los estudios individuales en la estimación del efecto), para garantizar de esta manera la fiabilidad de las conclusiones generadas.

## 7. Formación de recursos humanos

En la línea de investigación cuyos resultados parciales se reportan en esta comunicación, se encuentran trabajando: un tesista de doctorado en informática, un tesista de maestría en ingeniería del software y tres investigadores formados (uno español y dos argentinos).

## 8. Bibliografía

- Agarwal, R.; Tanniru, M.; 1990; *Knowledge Acquisition Using Structured Interviewing: An Empirical Investigation*; Journal of Management Information System, 7(1).
- Brereton, P.; Kitchenham, B.; Budgen, D.; Turner, M.; Khelil, M.; 2004; *Employing Systematic Literature Review: An Experimental Report*.
- Burton, A., Shadbolt, N., Hedgecock, A. y Rugg, G. 1988. *A Formal Evaluation of Knowledge Elicitation Techniques for Expert Systems: Domain 1*. Proceedings of Expert Systems '87 on Research and Development in Expert Systems IV. Pág. 136-145.
- Burton, A., Shadbolt, N., Rugg, G. y Hedgecock, A. 1990. *The Efficacy of Knowledge Elicitation Techniques: A Comparison Across Domains and Level of Expertise*. Knowledge Acquisition 2(2): 167-178.
- Cochrane; 2007; *Curso Avanzado de Revisiones Sistemáticas*; [www.cochrane.es/?q=es/node/198](http://www.cochrane.es/?q=es/node/198). Página vigente al 21/03/07.
- Crandall Klein, B. y Asociados; 1989. *A Comparative Study Of Think-Aloud And Critical Decision Knowledge Elicitation Method*. SIGAR Newsletter, 108: 144-146.
- Davis, A.; Dieste o.; Hickey, A.; Juristo, N.; Moreno, A.; 2006; *Effectiveness of Requirements Elicitation Techniques: Empirical Results Derived from a Systematic Review*; 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06) pp. 179-188
- Hedges, L.; Olkin, I.; 1985; *Statistical methods for meta-analysis*. Academic Press.
- Juristo N. y Moreno A. 2001. *Basics of Software Engineering Experimentation*. Kluwer
- Kitchenham, B. A. 2004; *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University; TR/SE-0401. Keele University Technical Report.
- Schweickert, R., Burton, A., Taylor, N., Corlett, E., Shadbolt, N., Rugg, G. y Hedgecock, A.; 1987. *Comparing Knowledge Elicitation Techniques: A Case Study*. Artificial Intelligence Review (1): 245-253.
- Woody, J.; Will, R.; Blanton, J.; 1996; *Enhancing Knowledge Elicitation using the Cognitive Interview*; Expert system with application; Vol. 10 N. 1
- Zmud, R.; Anthony, W.; Stair R.; 1993; *The Use of Mental Imagery to Facilitate Information Identification in Requirements Analysis*; Journal of Management Inf. System; 9(4).

# Procesos Colaborativos en Comunidades de Práctica Virtuales

María Clara Casalini y Elsa Estevez  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur  
Bahía Blanca, Argentina  
Tel: 54-291-4595135 -- Fax: 54-291-4595136  
{mcca,ece}@cs.uns.edu.ar

## Abstract

Este documento resume el trabajo de investigación desarrollado en el área de Web Semántica y Resolución Colaborativa de Problemas en Comunidades de Práctica Virtuales. En el documento se introducen los conceptos relevantes del área -Comunidades de Práctica Virtuales, Resolución Colaborativa de Problemas, Web Semántica y Resource Description Framework-, se explica el trabajo realizado para desarrollar modelos que permitan proveer soporte computacional para el proceso de resolución colaborativa de problemas en comunidades de práctica virtuales y se presentan los resultados alcanzados hasta el momento. Finalmente, se describen los trabajos futuros.

**Palabras Clave:** Procesos Colaborativos, Resolución de Problemas, Repositorio de Conocimiento, Comunidades de Práctica, Comunidades Virtuales.

## 1. Introducción

Las Comunidades de Práctica (CP) son grupos de personas que comparten interés por un área particular de conocimiento que interactúan regularmente compartiendo experiencias e involucrándose en actividades conjuntas aprendiendo unos de otros y desarrollando a su vez el área en cuestión [6]. Las Comunidades de Práctica Virtuales (CPV) son comunidades en las cuales algunas de las interacciones entre los miembros son soportadas por tecnología [5]. Las CPs están caracterizadas por tres elementos:

- 1) *dominio* – el tema de interés que une a los miembros; el área de conocimiento que comparten;
- 2) *comunidad* – definida por los miembros al interactuar a través de diversas actividades. Las actividades definen y dan forma a la comunidad y construyen las relaciones entre los miembros;
- 3) *práctica* – es el conjunto de recursos, experiencias, historias, herramientas, estilos de trabajo, etc. compartidos por los miembros de la comunidad.

Las comunidades de práctica organizan actividades para involucrar y relacionar a sus miembros, tanto en el portal que la comunidad posee en línea, como ocasionalmente, en encuentros cara a cara que permiten a los miembros conocerse personalmente, y de este modo aumentar el nivel de identificación de los miembros con la comunidad. De las actividades que los miembros realizan en línea un gran número cuenta con soporte computacional maduro como por ejemplo los llamados *Bulletin Boards* o *Tablones de Anuncios* que permiten a los miembros publicar mensajes para la comunidad y recibir respuestas, entablando así un diálogo público. Sin embargo, aún no se cuenta con soluciones que den soporte a actividades colaborativas creativas, como por ejemplo, la resolución de problemas, que involucra alta interacción entre miembros, es evolutiva, y presenta dificultades para su automatización. Por otro lado, la falta de registro de la semántica de toda la información publicada por la comunidad dificulta este tipo de tareas, que requieren poder interpretar la información para su posterior procesamiento.

La Web Semántica se definió como una extensión de la Web actual en la cual se le da a la

información un significado bien definido, permitiendo que las computadoras y las personas trabajen en conjunto [1]. Plantea la idea de tener datos definidos y enlazados de manera que puedan ser usados para un efectivo descubrimiento, automatización, integración y reuso a través de las aplicaciones. En la Web Semántica, toda entidad es considerada un recurso. Los recursos son identificados unívocamente, descriptos a través de metadatos asociados, y pueden ser enlazados a otros recursos. La implementación de la Web Semántica se basa en una serie de tecnologías y estándares de los cuales uno es el Marco de Descripción de Recursos (RDF – Resource Description Framework) [8]. RDF es un lenguaje definido por el World Wide Web Consortium (W3C) para representar información y conocimiento en la web con sintaxis y semántica precisa. Su propósito es representar metadatos acerca de los recursos de la web, y generalizando este concepto representar información acerca de toda entidad que pueda ser identificada en la web. Se basa en la idea de asignar a toda entidad un identificador único de recurso web utilizando URI – Uniform Resource Identifiers, y describir los recursos en términos de propiedades simples y valores de propiedades. De este modo, se pueden escribir sentencias que especifiquen propiedades y valores sobre los recursos web. Las sentencias están compuestas por tres partes:

- *sujeto* - identifica el recurso sobre el cual habla la sentencia mediante un identificador URI;
- *predicado* - identifica la propiedad o característica del sujeto que la sentencia describe. Se representa con una palabra que le da nombre a la propiedad;
- *objeto* - identifica el valor que toma la propiedad para ese sujeto.

Los objetos en RDF pueden ser identificadores URI en cuyo caso identifican otro recurso, o un valor constante representado por una cadena de caracteres llamado *literal*. Los tipos de literales que pueden ser usados están especificados en [7]. Utilizaremos los conceptos definidos en RDF como base para la definición y descripción de recursos de una CP.

Esta sección presentó los conceptos básicos utilizados en el dominio de las CPs y en la Web Semántica. La Sección 2 explica los modelos construidos hasta el momento y los resultados obtenidos. Finalmente, la Sección 3 describe el trabajo futuro y presenta las conclusiones.

## **2. Especificación de modelos**

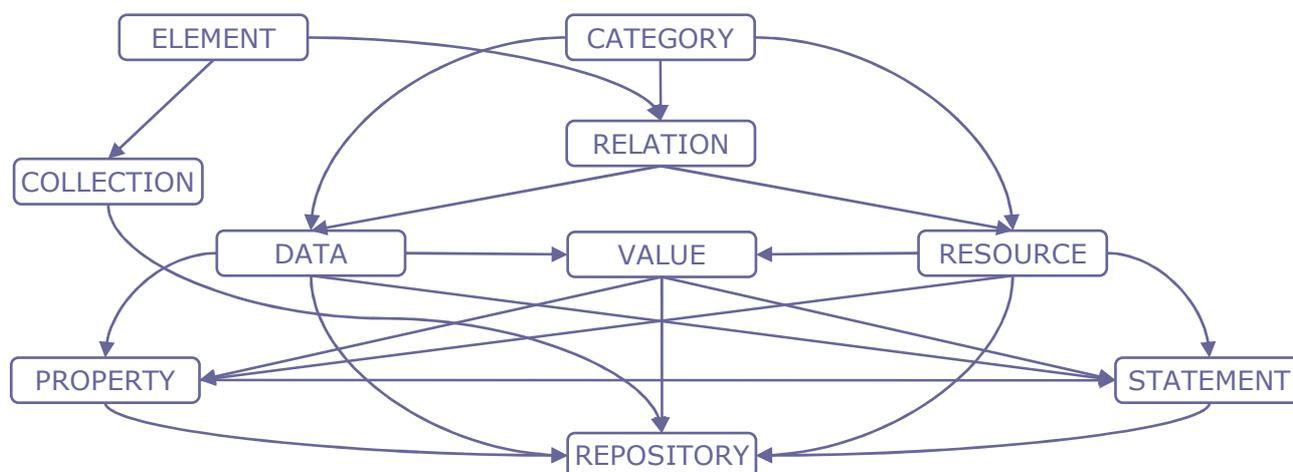
Los objetivos definidos originalmente para el proyecto de investigación [2] incluían la producción de modelos de dominio para comunidades de práctica virtuales y particularmente para un proceso de resolución colaborativa de problemas. A fin de alcanzar estos objetivos, se desarrollaron las especificaciones que modelan el repositorio de conocimiento [3], sobre el que una CP basa sus actividades e interacciones, y sirve de fundamento para el mencionado proceso de resolución de problemas en forma colaborativa. En las próximas secciones se describe, brevemente la estructura del modelo, sus componentes, y los módulos desarrollados.

### **2.1 Repositorio**

El conocimiento recopilado y generado durante el desarrollo de las actividades de la comunidad es almacenado en un repositorio compartido. Este repositorio fue modelado siguiendo las ideas y estándares de la Web Semántica, y está compuesto por tres tipos de elementos:

- 1) *Recursos* - elementos recopilados por miembros de la comunidad que representan el conocimiento adquirido y el trabajo desarrollado por la CP;
- 2) *Propiedades* - relaciones binarias definidas para expresar características de los recursos o establecer relaciones entre ellos;
- 3) *Sentencias* - expresiones acerca de los recursos, construidas a partir de las propiedades.

Los recursos de la comunidad se clasifican en categorías que forman parte de una jerarquía. Algunas categorías típicas utilizadas por las comunidades de práctica virtuales son: persona, miembro, proyecto, problema, solución, artículo, organización, entre otros. Las propiedades son tripletas  $\langle \text{sujeto}, \text{nombre}, \text{objeto} \rangle$  donde el *sujeto* es una categoría de recurso que representa el tipo de recurso al cual la propiedad esta caracterizando; el *nombre* identifica a la propiedad; y el *objeto* puede ser una categoría de recurso – si la propiedad representa una relación entre dos recursos, o un tipo de dato básico (valor simple) – si la propiedad representa un atributo del recurso. Las sentencias son tripletas  $[\text{sujeto}, \text{predicado}, \text{objeto}]$ . En este caso, el *sujeto* es el recurso sobre el cual habla la sentencia, el *predicado* es la propiedad utilizada para describir el recurso, y el *objeto* es el valor de la propiedad - un recurso o un valor simple.



**Figura 1** – Estructura de módulos del Repositorio

La especificación del modelo del repositorio se hizo en el Lenguaje de Especificación de RAISE (RSL – RAISE Specification Language) [4] y está compuesta por los módulos que se ven en la Figura 1. El módulo `ELEMENT` define un tipo de dato abstracto `Element`, que modela todos los elementos del repositorio: recursos, propiedades y sentencias. El módulo `CATEGORY` representa categorías de recursos y de tipos de datos. `RELATION` define una relación entre un elemento y la categoría a la que pertenece y permite clasificar de esa manera a los recursos. Los módulos `DATA` y `RESOURCE` definen los tipos de datos necesarios para representar valores simples y recursos (`Data` y `Resource`), tipos de datos y tipos de recursos (`DataType` y `ResourceType`), y jerarquías de tipos de datos y recursos (`DataTypes` y `ResourceTypes`); para esto hacen uso del módulo `CATEGORY` y el módulo `RELATION`. Dado que el objeto de las propiedades puede ser tanto una categoría de recursos como una categoría de datos se necesita un tipo que encapsule ambas clases de categorías y ambas jerarquías, esto es lo que hace el módulo `VALUE`. Este módulo introduce los tipos `Value`, `ValueType` y `ValueTypes`. El módulo `PROPERTY` define el tipo `Property`, y el módulo `STATEMENT` puede a su vez utilizar dicho módulo para definir el tipo `Statement`.

Una vez definidos todos los tipos de datos necesarios y las operaciones para manipularlos, se define el módulo `REPOSITORY` para modelar el repositorio. Este módulo utiliza el módulo `COLLECTION` para crear colecciones de recursos (`Resource`), propiedades (`Property`) y sentencias (`Statements`); y las dos jerarquías de recursos (`ResourceTypes`) y datos (`DataTypes`).

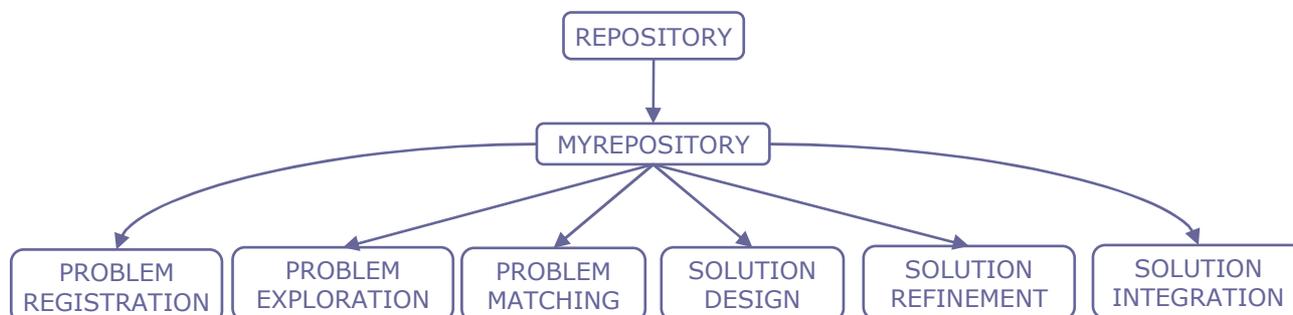
Asimismo, REPOSITORY define un amplio conjunto de funciones para manipular el repositorio permitiendo la incorporación de nuevas instancias de recursos, propiedades y sentencias, así como también nuevos tipos a las jerarquías.

## 2.2 Resolución Colaborativa de Problemas

El proceso de resolución colaborativa de problemas se basa en el repositorio compartido de la comunidad y está definido en seis etapas:

- 1) *Registro del Problema*: un miembro agrega un nuevo problema al repositorio como un nuevo recurso;
- 2) *Exploración del Problema*: el problema es analizado y se agregan al repositorio las sentencias que lo describan y de ser necesario nuevas propiedades y recursos descubiertos durante el proceso;
- 3) *Comparación del Problema*: en esta etapa el problema es comparado contra los otros problemas del repositorio para encontrar similitudes que posteriormente ayuden en la construcción de la solución;
- 4) *Diseño de Solución*: se descompone el problema original en sub-problemas que a su vez se registran en el repositorio. Se crea un nuevo recurso de tipo solución. Los sub-problemas y la solución se relacionan con el problema - la solución mediante una sentencia con la propiedad `solving` y los sub-problemas mediante una sentencia con la propiedad `contains`;
- 5) *Refinamiento de la Solución*: se agregan al repositorio nuevas sentencias con información relevante para la solución, recursos y propiedades;
- 6) *Integración de la Solución*: una vez que todos los sub-problemas han sido resueltos, se crea una sentencia con la solución como sujeto, la propiedad `solved` como predicado y el problema original como objeto.

El proceso trabaja con los recursos, sentencias y propiedades del repositorio, utilizando los elementos existentes y realimentándolo con nuevos elementos. Con el fin de incorporar al repositorio los elementos que serán utilizados durante el proceso de resolución de problemas, se define un nuevo módulo MYREPOSITORY que extiende al módulo REPOSITORY definiendo las categorías de recursos (como `Problem` y `Solution`) y de datos (`integer`, `boolean`, `string`, etc.) relevantes para el proceso, así como también las propiedades utilizadas para relacionar problemas con soluciones y problemas con otros problemas (por ej. `solving` y `contains`). Para cada una de las etapas del proceso se define un módulo con las operaciones inherentes a esa etapa. La Figura 2 muestra dichos módulos.



**Figura 2** – Estructura de módulos del Proceso de Resolución Colaborativa de Problemas

El módulo `PROBLEM_REGISTRATION` especifica la primera etapa del proceso y define la función

que permite crear y agregar un nuevo recurso de tipo `Problem` al repositorio. Las operaciones para agregar elementos (recursos, propiedades y sentencias) encontrados durante la exploración del problema se definen en el módulo `PROBLEM_EXPLORATION` y las operaciones para comparar problemas y establecer las similitudes encontradas se definen en el módulo `PROBLEM_MATCHING`. La descomposición del problema en sub-problemas para componer la solución, junto con la creación y adición de la misma al repositorio se especifica a través de las operaciones definidas en el módulo `SOLUTION_DESIGN`. `SOLUTION_REFINEMENT` provee operaciones para incorporar al repositorio los resultados y elementos encontrados al resolver los sub-problemas y combinarlos para construir la solución. Por último, el módulo que introduce los últimos pasos del proceso es `SOLUTION_INTEGRATION` definiendo las operaciones para dar por terminada la solución y crear la sentencia que enlaza la solución creada con el problema original.

### 3. Conclusiones

El objetivo de este trabajo era presentar los conceptos, motivaciones, objetivos y avances del trabajo de investigación en el área de Web Semántica y Resolución Colaborativa de Problemas en Comunidades de Práctica Virtuales. Se describieron las Comunidades de Práctica Virtuales, las características, el soporte existente y las carencias detectadas. Luego se presentaron los resultados de modelos y especificaciones desarrolladas con el objetivo de proveer soporte para la representación del conocimiento de las CPV y para la actividad de resolución de problemas.

El trabajo a futuro incluye la especificación de la comunidad y sus miembros, y la implementación de los modelos especificados. También se espera explorar la automatización de partes del proceso que actualmente se consideran realizadas manualmente por los miembros de la comunidad como es la comparación de problemas en el repositorio.

### 4. Agradecimientos

Deseamos agradecer al Dr. Tomasz Janowski por su dirección y colaboración para la realización de este trabajo, como así también a United Nations University – International Institute for Software Technology (UNU-IIST) por el sustento para llevar adelante estas tareas de investigación.

### Referencias

- [1] Berners-Lee T., Hendler J., Lassila O. The Semantic Web. Scientific American, May 2001.
- [2] Casalini M. C., Estevez E., Janowski T. Computing Support for Virtual Communities of Practice. VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. WICC 2006.
- [3] Casalini M. C., Estevez E., Janowski T.. Computing Support for Problem Solving in Virtual Communities of Practice. Journal of Computer Science and Technology. Vol. 7 - N<sup>o</sup>. 1 - Marzo 2007 - Special Issue on Selected Papers from CACIC 2006.
- [4] George C., et al. The RAISE Specification Language. Prentice Hall, 1992.
- [5] Porter Constance E. A Typology of Virtual Communities: A Multi-Disciplinary Foundation for Future Research. Journal of Computer-Mediated Communication. Vol. 10(1), 3, November 2004.
- [6] Wenger E. Communities of Practice - A Brief Introduction, June 2004. <http://www.ewenger.com/theory/index.htm>.
- [7] W3C. RDF Primer. W3C Recommendation. 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/#ref-rdf-concepts>
- [8] W3C. Technology and Society Domain, Semantic Web Activity. Resource Description Framework, October 2005. <http://www.w3.org/RDF/>.

# PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA EDUCCIÓN DE REQUISITOS EN PROYECTOS DE EXPLOTACIÓN DE INFORMACIÓN

Paola Britos<sup>1,2</sup>, Enrique Fernandez<sup>1,2</sup>, Ramón García-Martínez<sup>1,2</sup>

Centro de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. ITBA.

Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

{pbritos, rgm}@itba.edu.ar

## RESUMEN

Existen diversas metodologías de explotación de información que destacan la importancia de llevar adelante una educación de requisitos ordenada, documentada, consistente y trazable a lo largo de todo el proyecto. Como antecedente a este tipo de documentación podemos citar el Standard 830 de IEEE en el que se propone un esquema de documentación de requisitos para proyectos de Ingeniería del Software. Dicho esquema no se adapta en su totalidad a proyecto de explotación de información, es por eso que es objetivo de este artículo es plantear un modelo de documento de requisitos para proyectos de explotación de información que sea consistente, no ambiguo y trazable a lo largo de todo un proyecto de explotación de datos.

## 1. Introducción

Varias metodologías de explotación de información [Pyle, 2003; Chapman *et al.*, 2000] coinciden en señalar como una de las actividades tempranas del proyecto la especificación de requerimientos. Sin embargo ninguna de ellas identifica técnicas para educir el conocimiento necesario ni propone plantillas para la documentación sistemática del relevamiento en cuestión.

El Standard 830 del [IEEE, 1993], y en SWEBOOK Guide [IEEE Computer Society, 2004] formulan recomendaciones sobre prácticas a seguir para la especificación de requerimiento de software. El Standard 830 del IEEE [3] proponen plantillas para documentar la especificación de los requerimientos relevados así como criterios para asegurar la correcta redacción de los mismos.

## 2. Descripción del problema

El Standard IEEE 830 estructura el informe de requerimientos en tres siguientes componentes: introducción, descripciones generales, especificación de requisitos. La introducción comprende la educación del objetivo del proyecto software, definiciones, acrónimos, abreviaturas y referencias. En el contexto de proyectos de explotación de información surge la necesidad de educir criterios de éxito del proyecto. En las descripciones generales se presentan los resultados de educir: la perspectiva del objeto tecnológico a producir, las características de los usuarios, las restricciones, suposiciones y dependencias. En el contexto de proyectos de explotación de información surge la necesidad de educir los riesgos y contingencias, los costos y beneficios y la evaluación de herramientas y técnicas. En la especificación de requisitos, por cada requisito se debe educir: su objetivo, el origen de la información, los supuestos, las restricciones, los atributos involucrados y cualquier información de soporte.

Este Standard no satisface completamente las características de proyectos de exploración de información. A continuación se presenta un análisis de las limitaciones de dicho Standard:

- Apto para proyectos de exploración de información: los aspectos de definición del propósito general de la organización, definición del objetivo que persigue la organización, definición de terminología utilizada, especificación de las restricciones, suposiciones y dependencias.

- Necesitan modificación para proyectos de exploración de información Deben ser adaptados: la definición de la perspectiva de producto, la definición de las características de los usuarios, la especificación de los requerimientos (interfases, funcionalidades, restricciones de equipamiento, atributos).
- No contemplado para proyectos de exploración de información: definición de potenciales riesgos y contingencias, definición de costos y beneficios, definición de criterios de éxito, siendo que todos estos aspectos influyen en la especificación de los requerimientos.

En este contexto es un problema a resolver la creación de un Standard para proyectos de exploración de información.

### **3 Solución propuesta**

A continuación se presenta una propuesta de Standard para la definición de requisitos para proyectos de exploración de información.

#### **3.1. Características de una buena especificación de requisitos para proyectos de explotación de información**

La definición de requisitos de un proyecto debe:

- Ser correcta: No se debe especificar requisitos erróneos.
- No ambiguo: No se deben especificar requisitos que se presten a varias interpretaciones.
- Completo: Cada requisito debe ser citado de forma completa. Esto implica que todos los requisitos deben ser significativos a los usuarios del proyecto.
- Consistente: Cada requisito no debe contradecirse con los definidos anterior o posteriormente.
- Verificable: Debe poder corroborarse cada requisito con algún representante de la organización.
- Trazable: Debe quedar documentado y con guías para conocer el estado del requisito en los diversos avances del proyecto.

#### **3.2. Componentes del documento de educación de requisitos**

En este ítem se indica las partes que debe contener del documento de educación de requisitos para proyectos de explotación de información.

1. Introducción
  - 1.1. Objetivos del proyecto
  - 1.2. Definiciones, acrónimos y abreviaturas
  - 1.3. Criterios de éxito del proyecto
2. Descripciones generales
  - 2.1. Expectativa del proyecto
  - 2.2. Recursos humanos involucrados
  - 2.3 Restricciones
  - 2.4. Suposiciones y dependencias
  - 2.5. Riesgos y contingencias
  - 2.6. Costos y beneficios
  - 2.7. Evaluación de herramientas

### 3. Requisitos

- 3.1. Objetivo del requisito
- 3.2. Origen de la información del requisito
- 3.3. Supuestos del requisito
- 3.4. Restricciones del requisito
- 3.5. Atributos involucrados en el requisito
- 3.6. Información de soporte sobre el requisito

Las etapas 3.1 a 3.6 se repetirán tantas veces como requisitos identificados.

#### 3.2.1. Introducción (sección 1)

El propósito de este ítem es proveer una visión general del proyecto, la misma contiene:

Objetivo del proyecto: En esta sección se debe describir cual es el objetivo del proyecto de explotación de información, describir la motivación que lleva a la realización del mismo.

Definiciones, acrónimos y abreviaturas: Esta sección describe los términos, acrónimos y abreviaturas utilizadas en el proyecto; obteniéndose así un vocabulario común entre los recursos humanos involucrados en el proyecto.

Criterios de éxito del proyecto: En esta sección se debe describir cuales con los criterios por los cuales el proyecto se considera que es exitoso, debe ir en relación con los objetivos planteados en el primer ítem de esta sección (objetivo del proyecto).

#### 3.2.2. Descripciones generales (sección 2)

El propósito de este ítem es proveer una explicación general de proyecto, en la misma no se especifican los requisitos sino que provee el entorno en el que los mismos se encuentran involucrados. Esta sección contiene:

Expectativas del proyecto: En la cual se describe que se espera del proyecto de explotación de información. Las expectativas descritas deben estar en coincidencia con el objetivo del proyecto (ítem 1) y los criterios de éxitos descriptos (ítem 3) en la sección 1.

Recursos humanos involucrados: Se menciona los recursos involucrados en el proyecto y su rol en el proyecto. Debe incluir los recursos involucrados como expertos en exploración de proyectos como también los expertos en el dominio de negocio sobre el cual están involucrados los datos.

Restricciones: Las restricción indicaran cuales son los limites a priori que se conocen sobre el proyecto, pueden ser:

- [a] de organización: política (por ejemplo: oportunidad de mercado para lanzamiento de un producto) y legales (por ejemplo: normativa de habeas data en cuanto a los datos personales de los clientes);
- [b] de datos: acceso a las fuentes de información (por ejemplo: los datos de los movimientos de tarjetas de créditos son privados), calidad de datos (por ejemplo: los campos que contienen localidad se encuentran en un alto porcentaje en blanco) y cantidad de datos (por ejemplo: solo se tiene datos 2 meses con poca cantidad de información);
- [c] de recursos humanos y técnicos: tamaño de las fuente de datos en relación al hardware y software (por el tamaño de la base de datos y recursos de software y hardware con que se cuenta el procesamiento y unificación de los mismos se hace de forma distribuida), limitaciones de hardware (por ejemplo: No se cuentan los datos en un servidor propio, sino que es compartido por varias aplicaciones), limitaciones de software (por ejemplo: El software que contiene las fuentes de información no es compatible entre ellos) y recursos humanos (por ejemplo: Los

recursos tienen mucha antigüedad por lo que le corresponden muchos días de vacaciones y el proyecto se encuentra en ejecución en momento de toma de vacaciones); y

[d] de proyecto: actividades que afectan al proyecto (por ejemplo actualización permanente de los datos) y seguridad (por ejemplo el acceso determinada documentación que es parte del proyecto solo se puede hacer en un lugar determinado de la organización sin posibilidad de tener copia de la misma).

Suposiciones y dependencias: En este ítem se describirán los supuestos que se tiene del proyecto, así como las dependencias que tenga el proyecto con otros proyectos de la organización.

Riesgos y contingencias: En este ítem se debe incluir la gestión de riesgo de un proyecto de explotación de información. La gestión de riesgo en este tipo de proyectos consiste en el análisis de la organización a través de métodos, y herramientas para la gestión. La misma mantiene un ambiente disciplinado proactivo que evalúa lo que puede salir mal continuamente; determina qué riesgos son importantes; y las acciones para tratar con esos riesgos.

Costos y beneficios: En este ítem se indicaran los beneficios de la realización del proyecto así como los costos involucrados, el mismo deberá ser consistente con los criterios de éxitos definidos en la sección 1 - ítem 3, así como también con las expectativas citadas en el ítem 1 de esta sección.

Evaluación de herramientas: En este ítem se debe indicar la importancia del impacto de una herramienta de explotación de información en la organización y la inversión que la misma debe hacer en términos económicos; también hacen que el proceso de selección de las mismas para lo cual es conveniente realizar una análisis cualitativo y cuantitativo de cada una de ellas, para que la organización pueda escoger la que mejor se adapte a sus necesidades.

### **3.2.1. Requisitos (sección 3)**

El propósito de esta sección es proveer los requisitos necesarios para poder cumplir con los objetivos previstos en el ítem 1 de la sección 1 del documento de especificación de requisitos para proyectos de explotación de información. Se debe destacar que por cada requisito se deben identificar los ítems 1 a 6 que se describen a continuación:

Objetivo del requisito: En este ítem se debe incluir el objetivo del requisito en función lo especificado en el ítem 1 - sección 1 (objetivos del proyecto) y justificar porque se considera que este requisito ayuda a cumplir con el objetivo citado.

Origen de la información del requisito: Es conveniente que en este punto se indique toda la información que indique de donde provienen los datos para poder cumplir con el requisito, así como los responsables de dichos datos.

Supuestos del requisito: En este ítem se debe indicar las suposiciones que se tiene sobre los resultados de este requisito, dichas suposiciones deben ser consistentes con el objetivo del proyecto (ítem 1, sección 1), las expectativas del mismo (ítem 1, sección 2) y las suposiciones y dependencias (ítem 2, sección 4).

Restricciones del requisito: En este ítem se debe indicar las restricciones que se tiene sobre este requisito, dichas restricciones deben ser consistentes las restricciones planteadas en la sección anterior (ítem 3, sección 2).

Atributos involucrados en el requisito: En este punto se debe indicar los atributos que se presuponen útiles para cumplir con el objetivo del requisito, como así también su origen.

Información de soporte para el requisito: Este ítem tiene por objetivo identificar todo tipo de información que sirva de referencia y apoyo para cumplir con el objetivo del requisito en cuestión.

## 4 Conclusiones

Se puede observar que a través del Standard propuesto para proyectos de explotación de información se lleve adelante una especificación de requisitos adecuada, consistente y trazable a lo largo de todo el proyecto. Esto permite una gestión ordenada del proyecto lo que garantiza un entendimiento adecuado de los requisitos solicitados en este tipo de proyecto. Como futuras líneas de investigación se propone:

- [a] Formulación de un ciclo de vida para la educación de requisitos de un proyecto de explotación de información.
- [b] La generación de plantillas modelos para la educación de requisitos de acuerdo al Standard planteado para las distintas fases de un proyecto de explotación de información.
- [b] Formular técnicas de educación propias de la explotación de información.

## 5. Formación de Recursos Humanos.

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Proyecto: una tesis doctoral, dos tesis de magíster, cuatro tesis de grado en ingeniería.

## 6. Referencias

- Chapman, P., Clinton, J., Keber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., Wirth, R. 2000. *CRISP-DM 1.0 Step by step data mining guide*. Editado por SPSS. <http://www.crisp-dm.org/CRISPWP-0800.pdf>. Pagina vigente al 14/09/06.
- IEEE 1993. *Standard IEEE 830-1993: Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. Institute of Electronic and Electrical Engineers Press.
- IEEE Computer Society. 2004. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. ISBN 0-7695-2330-7. <http://www.swebok.org> (vigente a diciembre 2006)
- Pyle, D. 2003. *Business Modeling and Data Mining*. Morgan Kaufmann. ISBN 1-55860-653-X.

# Proyecto “Cursores”

## Sede:

Universidad Nacional de la Matanza  
Departamento de Ingeniería.  
Florencio Varela 1903  
1754 San Justo  
T.E.: +54(11)4480-8952 / 8911

## Integrantes:

<i>Ing. Luis Alfonso Palomares</i>	la_palomares@yahoo.es
<i>Sr. Alexis Emmanuel Romero</i>	aromero@unlam.edu.ar
<i>Ing. Hugo Emilio Ryckeboer</i>	h_ryckeboer@yahoo.com
<i>Ing. Osvaldo Mario Sposito</i>	sposito@unlam.edu.ar

## Planteo:

La información se codifica mediante registros, tuplas para el lenguaje de bases de datos.

Múltiples registros de la misma naturaleza integran una tabla. De este modo surge la visión relacional del proceso de información.

Las tablas de una base de datos son conjuntos.

La operación de ensamble construye conceptualmente de varias tablas una sola juntando así campos cuyo almacenamiento era distante. No crea valores nuevos.

Además de ello lenguajes como SQL ofrecen la posibilidad de elaborar valores nuevos. Estos cálculos tienen dos modalidades:

- los que procesan cada registro (tupla) independientemente
- los que elaboran un resultado a partir de un conjunto armado a partir de valores almacenados en un mismo campo de diversos registros.

Coherente con la idea de conjunto, los operadores provistos son asociativos y conmutativos.

Por lo tanto en ambas modalidades se puede actuar

- En un orden arbitrario
- Se puede distribuir la operación

SQL es por lo tanto un lenguaje de ejecución altamente paralela.

Simultáneamente el lenguaje ofrece cursores que serializan la ejecución y quitan el paralelismo inherente.

Para paralelizarla sin afectar a los resultados el motor debiera efectuar un análisis semántico del código que se ejecuta, tarea demasiado compleja en su forma general.

## Objetivo:

Nuestro objetivo es

- ❖ Demostrar que la naturaleza de la programación de consultas no requiere la serialización
- ❖ Proponer una construcción alternativa de especificar el cómputo deseado que facilite la paralelización de la ejecución

Construir un preprocesador para permitir programar con la nueva mentalidad y empalmar los motores existentes en tanto no haya uno que incorpore la propuesta.

# Reingeniería Orientada a Aspectos para mejorar la Accesibilidad de sitios Web

Adriana Martín

Alejandra Cechich

GIISCo Research Group  
Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Comahue,  
Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén, Argentina  
tel: +542994490314 int: 435 fax: +542994490313  
martinae@jetband.com.ar, acechich@uncoma.edu.ar

## Resumen

*La Accesibilidad Web es una de las facetas de la calidad en uso y una protagonista esencial al éxito de un sitio Web. Sin embargo, las encuestas muestran repetidamente que la Accesibilidad en la Web para personas con discapacidad es decepcionantemente baja. Esta categórica realidad propició en numerosas organizaciones y comunidades de investigación el desarrollo de enfoques para dar soporte a la Accesibilidad Web. Actualmente existen diversos enfoques para asistir de una u otra manera al diseño de aplicaciones Web Accesibles. En contraposición, no existen esfuerzos similares en la actividad de reingeniería de aplicaciones Web ya existentes. Rediseñar aplicaciones Web para mejorar su Accesibilidad puede implicar el análisis de diferentes aspectos, y los distintos aspectos pueden generar distintas propuestas de mejora, incluso relacionadas en algunos casos. Ese tipo de interrelaciones puede estudiarse mediante la aplicación de técnicas que provienen del Desarrollo de Software Orientado a Aspectos (AOSD). Nuestra investigación está dirigida a proponer un enfoque para mejorar la Accesibilidad de sitios Web en base a aspectos.*

## 1. Introducción

La World Wide Web (Web), originalmente concebida como un entorno para compartir información, se ha extendido en diferentes áreas tales como el comercio electrónico (e-commerce), el comercio móvil (m-commerce) y los negocios electrónicos (e-bussiness). Al igual que cualquier otro sistema de software interactivo, una aplicación Web no puede desconocer propiedades de calidad tales como la Usabilidad, la cual asegura la efectividad, eficiencia y satisfacción con la cual usuarios específicos alcanzan objetivos específicos en entornos específicos. La Accesibilidad Web es una de las facetas de la calidad en uso Web y una protagonista esencial al éxito de un sitio Web. Un sitio Web Accesible es un sitio que puede ser percibido, operado y comprendido por todos sus usuarios independientemente de sus discapacidades congénitas o adquiridas (Irwin, & Gerke, 2004; Paciello, 2000). Esto significa tener una aplicación Web Usable por un amplio rango de personas con discapacidad, incluyendo la ceguera y la visión disminuida, la sordera y la pérdida de audición, las dificultades de aprendizaje, las limitaciones cognitivas y de movimientos, las dificultades del habla, etc., y combinaciones de estas discapacidades. Resumiendo, podemos afirmar que la Accesibilidad es una Usabilidad universal.

Sin embargo, las encuestas demuestran repetidamente que la Accesibilidad Web para las personas con discapacidad es desalentadoramente baja. En la Web, la mayoría de las páginas presentan todo tipo de barreras de Accesibilidad a los usuarios con capacidades diferentes. Citando un ejemplo categórico de esta situación, para los usuarios con discapacidad visual es sumamente difícil navegar la Web, dado que las páginas Web son diseñadas para la interacción visual. Por lo general, estos usuarios deben hacer uso de lectores de pantalla: aplicaciones que leen el contenido de una página Web de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha y lo transforman en audio. Lamentablemente, la gran mayoría de estos lectores no detectan el significado de los diferentes objetos dentro de una página Web y pierden el conocimiento implícito en la presentación.

En este contexto se produce una gran proliferación de organizaciones enfocadas en diferentes aspectos de la Accesibilidad Web --por ejemplo WAI<sup>1</sup>, SIDAR<sup>2</sup>, CAST<sup>3</sup>, AWARE<sup>4</sup>, WebAIM<sup>5</sup>, ATRC<sup>6</sup>, CTIC<sup>7</sup>, etc. Para mejorar la facilidad de acceso al contenido de los sitios Web, la WAI de la W3C<sup>8</sup> ha definido lo que se conoce como Guías para Accesibilidad de Contenidos Web --“Web Content Accessibility Guidelines”, que cubren un amplio espectro de recomendaciones para facilitar el acceso a todo tipo de usuarios (WCAG 1.0, 1999). Si bien las guías de la WAI son las referentes de los criterios de Accesibilidad Web, existen muchas otras iniciativas --por ejemplo (Section 508, 2003; Stanca Law, 2004; PAS 78, 2006).

En el transcurso de los últimos años, comenzaron a surgir numerosos enfoques de diseño de sitios Web que tienen en cuenta el aspecto de Accesibilidad (Paciello, 2000; Takagi, Asakawa, Fukuda, & Maeda, 2004; Xiaoping, 2004; Yesilada, Stevens, & Goble, 2003; Yesilada, Harper, Goble, & Stevens, 2004; Plessers, Casteleyn, Yesilada, De Troyer, Stevens, Harper, & Goble, 2005; Leporini, Paternò, & Scorgia, 2006). Por ejemplo, Dante (Yesilada et al., 2003, 2004) es un enfoque que ataca este problema mediante la anotación semántica de las páginas Web brindando mayor información y facilitando la presentación en audio. Dante analiza las páginas Web para extraer los objetos visuales que soportan la navegación. Luego, los objetos identificados son extendidos con términos de una ontología denominada WafA --“Web Authoring for Accessibility”, para explicitar los roles. Esencialmente, esta ontología define conceptos referidos a la forma en que se presentan los objetos en la página --sus propiedades estructurales, y a la forma en que se usan --el rol que cumplen. Sin embargo, esas anotaciones se hacen manualmente, lo que es laborioso y no sirve para páginas dinámicas. Para solucionar ese problema, en (Plessers et al., 2005), el proceso de anotación de Dante se integra dentro del método de diseño Web WSDM --“Web Site Design Method” de manera que pueda explotarse el conocimiento semántico obtenido durante el proceso de diseño y las anotaciones sean generadas como parte de ese proceso. Esas anotaciones se especifican usando la ontología WafA y la incorporación al proceso de diseño permite su generación automática --tanto para contenidos estáticos como dinámicos.

Estos enfoques avanzan en el ámbito del diseño de sitios Web con mayor Accesibilidad, incluso en algunos casos suministrando herramientas automáticas para la evaluación de sitios Web (Benavidez, Fuertes, Gutiérrez, & Martínez, 2006; Gupta, & Kaiser, 2005; Leporini et al., 2006). Sin embargo, no existen esfuerzos similares en la actividad de reingeniería de sitios Web ya existentes.

Desde ambas perspectivas --reingeniería de software y reingeniería de procesos de negocios, los sitios Web pueden ser mejorados para adaptarse a nuevas tecnologías o nuevas reglas de negocios, o para incrementar su calidad de muy diversas formas.

En el área de la reingeniería Web, es importante destacar que el rediseño de un sitio Web puede implicar el análisis de diferentes aspectos, por ejemplo adaptar distintas interfaces a un contexto de uso particular; proveer diferentes interfaces y topologías de navegación para personas con capacidades diferentes; recomendar productos específicos de acuerdo a las preferencias y características físicas e intelectuales del usuario; implementar diferentes políticas de precios; etc.

Los distintos aspectos pueden generar distintas propuestas de mejora, incluso relacionadas en algunos casos. Ese tipo de interrelaciones puede estudiarse mediante la aplicación de técnicas que provienen del Desarrollo de Software Orientado a Aspectos (AOSD) (Gordillo, Rossi, Moreira, Araújo Vairetti, & Urbietta, 2006; AOSD Europe, 2005; Baniassad, Clements, Araújo, Moreira,

---

<sup>1</sup> “Web Accessibility Initiative” see <http://www.w3.org/WAI/>

<sup>2</sup> See <http://www.sidar.org/index.php> or [http://www.fundacion.sidar.org/index\\_en.php](http://www.fundacion.sidar.org/index_en.php)

<sup>3</sup> See <http://www.cast.org/>.

<sup>4</sup> See <http://aware.hwg.org/>

<sup>5</sup> See <http://www.webaim.org/>

<sup>6</sup> See <http://www.utoronto.ca/atrc/>

<sup>7</sup> See <http://www.fundacionctic.org/web/contenidos/es>

<sup>8</sup> “World Wide Web Consortium” see <http://www.w3.org/>

Rashid, & Tekinerdogan, 2006). Por ejemplo, en (Gordillo et al., 2006) se han aplicado ideas de separación de aspectos a la mejora de las especificaciones de requerimientos de aplicaciones Web. Este trabajo presenta un enfoque que permite la detección temprana de aspectos que afectan la navegación y su representación usando elementos de diseño y análisis separados. El modelo permite detectar reglas para entender la relación entre aspectos y facilitar la validación temprana de requerimientos. También suministra información para mejorar la evolución de las aplicaciones Web. En su estado actual, el trabajo se limita a aspectos de navegación sin extenderse en su relación con modelado de contenidos o análisis de Accesibilidad.

Conceptos similares podrían ser aplicados a la reingeniería de los sitios Web. Sobre esta línea se sitúa nuestra investigación con el propósito de mejorar la Accesibilidad de las aplicaciones Web aplicando los principios que provienen del AOSD.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: la Sección 2 explica el objetivo general de nuestra línea de investigación y la forma en que estamos trabajando para alcanzar dicho objetivo. Las conclusiones y Trabajo Futuro se discuten en la Sección 3.

## **2. Accesibilidad en la Web: Un Enfoque de Reingeniería basado en Aspectos**

Para alcanzar nuestro objetivo general de desarrollar un enfoque para mejorar la Accesibilidad de los aplicaciones Web en base a aspectos, básicamente nos planteamos los siguientes objetivos específicos: (1) analizar el estado del arte en propuestas de diseño y mejora de la Accesibilidad de sitios Web; (2) clasificar y comparar las propuestas recolectadas como resultado del objetivo anterior; (3) analizar los métodos de reingeniería de sitios Web; (4) analizar los métodos y enfoques de especificación basada en aspectos; (5) proponer un enfoque de reingeniería basado en aspectos --sus métodos y técnicas asociadas, para mejorar la accesibilidad de sitios Web; y (6) validar la viabilidad de la propuesta resultado del objetivo anterior.

La Accesibilidad Web es una problemática que se comenzó a instalar en el escenario de la Web desde hace algunos años y desde entonces un gran número de enfoques --métodos y herramientas, han surgido para asistir a los desarrolladores en el diseño de aplicaciones Web Accesibles. Actualmente existen tantos enfoques disponibles que una comparación y clasificación se vuelve indispensable para esclarecer sus propósitos y efectividad. Este fue el motivo por el cual nuestra investigación comenzó haciendo una revisión sobre los enfoques existentes para evaluar el estado del arte de la Accesibilidad Web --objetivos específicos (1) y (2). El resultado se plasmó en el trabajo (Martín, Cechich, & Rossi, 2007), el cual no solo discute la importancia de evaluar el diseño Web desde el punto de vista de la Accesibilidad sino que también compara quince diferentes enfoques presentes en la literatura del área. La Figura 1 muestra el framework propuesto WAAM --“Web Accessibility Assessment Model”, al cual lo instanciamos analizando y comparando las quince diferentes propuestas. El objetivo de WAAM es aclarar la situación en el campo de la Accesibilidad desde una perspectiva de evaluación y clasificación (Figura 1).

Un trabajo similar era requerido en el área de la reingeniería Web --objetivo específico (3). En esta dirección ya hemos realizado investigación previa, en oportunidad de proponer nuestro enfoque de reingeniería para personalizar aplicaciones Web. El resultado se plasmó en los trabajos (Martín, 2003; Martín, & Cechich, 2005), los cuales no sólo indagan en la evolución y los principios fundamentales de la reingeniería sino que aplican estos principios en una propuesta que ofrece un enfoque dirigido por modelos y basado en OOHDM --“Object-Oriented Hypermedia Design Method”, destinado a personalizar aplicaciones Web ya existentes.

Considerando que las prácticas provenientes del Desarrollo de Software Orientado a Aspectos (AOSD) pueden ser de gran ayuda al propósito de nuestra investigación, actualmente nos encontramos abocados a la revisión de los métodos y enfoques de especificación basada en aspectos que contribuyen al desarrollo de aplicaciones Web --objetivo específico (4). Inmersos en la etapa inicial, analizamos enfoques tales como (Gordillo et al., 2006; Schauerhuber, A., 2006), los cuales han contribuido a identificar los ingredientes básicos de la orientación a aspectos y a entender los

problemas causados por aquellos comportamientos que atraviesan varias unidades de modularización en las distintas etapas del desarrollo --“crosscutting concerns”.

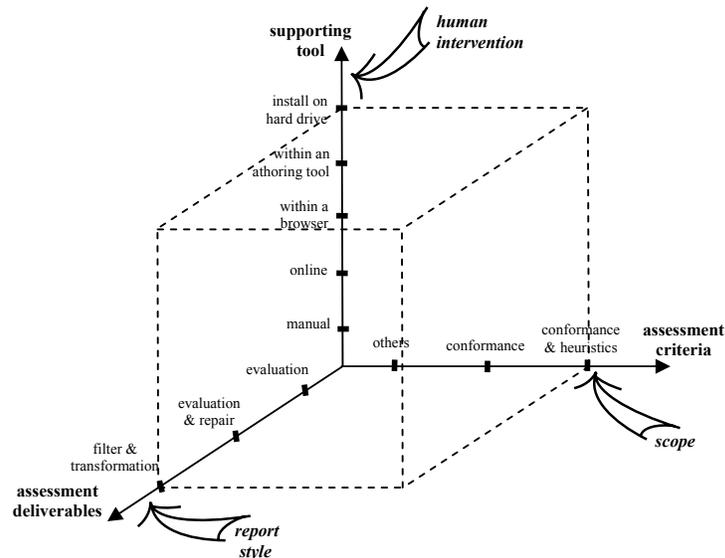


Figura 1: WAAM Framework (Martín et al., 2007)

Dada nuestra experiencia en reingeniería Web, nuestra investigación tiene por objetivo general proponer un enfoque basado en aspectos --y sus métodos/técnicas asociadas, que asista al rediseño de las aplicaciones Web con la Accesibilidad como eje central del proceso.

### 3. Conclusión

Conociendo el principio básico de acceso universal a la Web, queda más que claro que la Accesibilidad Web es una protagonista esencial el éxito de un sitio Web. Sin embargo, los diseñadores de páginas Web han desarrollado y en general siguen desarrollando desconociendo a la Accesibilidad y los beneficios que aporta a una Web “para todos”, es decir una Web realmente “World Wide”.

Considerando la Web que ya existe, creemos que es posible aportar substanciales mejoras a la Accesibilidad Web si se ofrecen enfoques adecuados --métodos y herramientas, que permita el rediseño centrados en la Accesibilidad de las aplicaciones Web ya existentes.

### 4. Referencias

AOSD Europe (2005). A Survey of Aspect-Oriented Analysis and Design Approaches. Doc-ID: AOSD-Europe-ULANC-9, 18 May 2005.

Baniassad, E., Clements, P., Araújo, J., Moreira, A., Rashid, A., & Tekinerdogan, B. Discovering Early Aspects. *IEEE Software*, (pp. 61-70), January/February 2006.

Benavidez, C., Fuertes, J., Gutiérrez, E., & Martínez L. (2006). Semi-Automatic Evaluation of Web Accessibility with HERA 2.0. In K. Miessenberg et al. (Eds.), *10<sup>th</sup> International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2006)*, (pp. 199-106), Springer-Verlag 2006, ISBN 3-540-36020-4.

Gupta, S., & Kaiser, G. (2005). Extracting Content from Accessibility Web Pages. *International Cross-Disciplinary Workshop on World Wide Web Accessibility (W4A)*, (pp 26-30), ACM 2005, ISBN 1-59593-219-4.

- Gordillo S., Rossi G., Moreira A., Araújo J., Vairetti, C., & Urbietta, M. (2006). Modelling and Composing Navigational Concerns in Web Applications. Requirements and Design Issues. *4<sup>th</sup> Latin American Web Congress (LA-WEB'06)*, IEEE Computer Society, Puebla, Mexico, 25-27 October 2006, pp. 25-31.
- Irwin, M., & Gerke, J. (2004). Web-based Information and Prospective Students with Disabilities: A study of liberal Arts Colleges. *EDUCAUSE Quarterly*, Vol.27(4), (pp. 51-59).
- Leporini, B., Paternò, F. & Scorgia A. (2006). An Environment for Defining and Handling Guidelines for the Web. In K. Miessenberg et al. (Eds.), *10<sup>th</sup> International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2006)*, (pp. 176-183), Springer-Verlag 2006, ISBN 3-540-36020-4.
- Loiacono, E. (2004). Cyberaccess: Web Accessibility and Corporate America. *Communications of the ACM 2004*. Vol.47(12), (pp. 82-87), ISSN: 0001-0782.
- Martín, A. (2003). Personalización de Aplicaciones Web: Un Enfoque de Reingeniería. Master Thesis directed by Dr. Gustavo Rossi. Master in Software Engineering, UNLP, La Plata, Argentina, June 2003.
- Martín, A. & Cechich, A. (2005). A Model-Driven Reengineering Approach to Web Site Personalization. *In Proceedings of III Latin American Web Congress, (LA-WEB'05)*, Buenos Aires, Argentina. 31 Octubre - 2 Noviembre 2005, IEEE Computer Society Press, pp.14-22.
- Martín, A., Cechich, A., & Rossi, G. (2007). Comparing Approaches to Web Accessibility Assessment. *In Handbook of Research on Web Information Systems Quality*, Idea Group Inc., C. Calero, M<sup>a</sup> Á. Moraga, M. Piattini (Eds.), ISSN: 0950-5849 (accepted for publication).
- Paciello M. (Ed.) (2000). *Web Accessibility for People with Disabilities*. R & D Developer Series, Group West Press, ISBN: 1-929629-08-7.
- PAS 78 (2006). Publicly Available Specification: A Guide to Good Practice in Commissioning Accessible Websites, ICS 35.240.30. Disability Rights Commission (DRC), 2006, from [http://www.drc.org.uk/library/website\\_accessibility\\_guidance/pas\\_78.aspx](http://www.drc.org.uk/library/website_accessibility_guidance/pas_78.aspx)
- Plessers P. , Casteleyn S. , Yesilada Y. , De Troyer O. , Stevens R. , Harper S., & Goble C. (2005). Accessibility: A Web Engineering Approach. *14<sup>th</sup> International World Wide Web Conference (WWW2005)*, (pp.), 2005.
- Schauerhuber, A. (2006). Towards a Common Reference Architecture for Aspect-Oriented Modelling, from <http://wit.tuwien.ac.at/people/schauerhuber/>.
- Section 508 (2003). US Federal Government: A Quick Reference Guide to Section 508 Resource Documents, 2003, from [http://www.accessibilityforum.org/paper\\_tool.html](http://www.accessibilityforum.org/paper_tool.html)
- Stanca Law (2004). Italian Legislation on Accessibility: Guidelines containing the technical requirements, the definitions of the different accessibility levels and the technical methodologies for the testing of Web site accessibility, 2004, from [http://www.pubbliaccesso.it/biblioteca/documentazione/guidelines\\_study/index.htm](http://www.pubbliaccesso.it/biblioteca/documentazione/guidelines_study/index.htm)
- Takagi, H., Asakawa, Ch., Fukuda, K., & Maeda, J. (2004). Accessibility Designer: Visualizing Usability for the Blind. *International ACM Conference on Assistive Technologies (ASSETS2004)*, (pp. 177-184), ACM 2004, ISBN 1-58113-911-X.
- WCAG 1.0 (1999). Web Content Accessibility Guidelines 1.0. World Wide Web Consortium (W3C) Recommendations, 1999, from <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- Xiaoping, Z. (2004). Evaluation and Enhancement of Web Content Accessibility for Persons with Disabilities. Ph.D. Thesis. University of Pittsburgh, 2004.
- Yesilada, Y., Stevens, R., & Goble, C. (2003). A Foundation for Tool based Mobility Support for Visually Impaired Web Users. *12<sup>th</sup> International World Wide Web Conference (WWW2003)*, (pp. 422-430), 2003.
- Yesilada, Y., Harper, S., Goble, G., & Stevens, R. (2004). Screen Readers Cannot See: Ontology Based Semantic Annotation for Visually Impaired Web Travellers. *International Conference on Web Engineering (ICWE2004)*, (pp. 445-458), 2004.

# Simulador de Métodos de Registro y Recolección de Información Arqueológica

Franco Herrera<sup>1</sup>, Marcela Maurell<sup>1</sup>, Sandra Casas<sup>1</sup>, Juan Bautista Belardi<sup>2</sup> y Liliana Manzi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica Río Gallegos - Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
Lisandro de la Torre 1060. CP 9400. Río Gallegos. Santa Cruz. Argentina  
Tel/Fax: +54-2966-442313.  
E-mail:lis@uarg.unpa.edu.ar

<sup>2</sup>CONICET- Universidad Nacional de la Patagonia Austral

<sup>3</sup>Departamento de Investigaciones Prehistóricas y Arqueológicas  
IMHICIH-CONICET.  
Saavedra 15. CP 1083. Ciudad Autónoma de Bs. As. Argentina

## Resumen

El software de simulación es una herramienta de gran ayuda en diversas disciplinas. En este caso, se plantea la simulación de métodos de recolección y registro de información arqueológica. El software implementa un modelo definido y genera información estadística, utilizada para distintos fines. Se describen brevemente tanto el modelo de simulación como detalles de su diseño e implementación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los análisis distribucionales apuntan a generar información arqueológica en escala regional enfatizando la dimensión espacial [1][2]. En este sentido, el registro y recolección de información es una tarea por demás relevante. Una de las formas de obtener información es mediante el uso de *transectas*. Este tipo de dispositivos constituyen una forma de muestra parcial, que se sustenta en el método de intercepción o superposición para registrar datos que puedan ser codificados para ser tratados tanto en una secuencia simple como en elaboraciones estadísticas más complejas. El objetivo de este método, aunque sea en forma exploratorio, es que permita ajustar los métodos de recolección y registro de información arqueológica a partir de la determinación de transectas en situaciones de densidades artefactuales variables.

En Arqueología, los trabajos de campo en los que privilegian acercamientos regionales presentan la dificultad de poder recorrer la totalidad del área bajo estudio, en consecuencia, las exploraciones y muestreos son realizados sobre determinados sectores del espacio, los cuales, resultan representativos a los fines de la investigación. Estos son seleccionados en relación con una serie de factores tales como: las distancias a recorrer, las posibilidades de acceso, la dificultad de tránsito y la disponibilidad de operadores.

Los modelos de simulación son una herramienta analítica que hace posible monitorear el comportamiento de un cierto número de variables seleccionadas partiendo de una situación inicial, que al ser fijadas por el investigador, resulta conocida. Dentro de la perspectiva distribucional del registro arqueológico, tales modelos son útiles por permitir la manipulación controlada del total de

un número significativo de variables con relevancia espacial, como por ejemplo frecuencias registradas, cantidad de hallazgos por transectas, densidades y visibilidad. Trabajos de simulación relacionados se han realizado con el software [3].

En el presente trabajo se describe el simulador de métodos de recolección y registro de información arqueológica, desde una perspectiva distribucional.

## 2. DEFINICION DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Se plantea la simulación del procedimiento de recolección y registro de muestras de información arqueológica. De esta forma se definen los principales elementos del modelo de simulación:

- **Espacio regional:** representa la superficie total sobre la cual se va a realizar la experiencia. Este espacio es una especie de matriz o cuadrícula de 5000 m de lado ( $25 \text{ km}^2$ ). En este espacio cada punto corresponde a un determinado  $\text{m}^2$ . Cada  $\text{m}^2$  puede ser identificado, por su ubicación respecto de los ejes x e y. Los límites del espacio son los puntos (1,1), (1,5000), (5000, 1) y (5000, 5000).

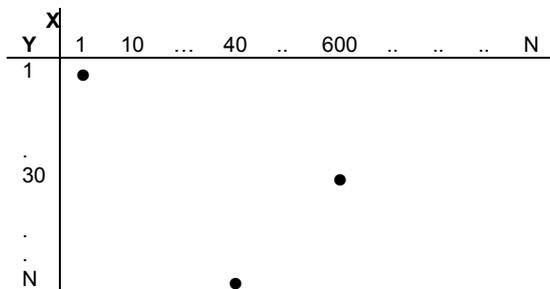


Figura 1: Representación de puntos y espacio.

- **Punto:** representa la ubicación de un  $\text{m}^2$  en el espacio de estudio. El punto se representa por dos valores enteros que se corresponden a los ejes x e y. De esta forma el punto (1,1) referencia al  $\text{m}^2$  ubicado en la posición 1 respecto del eje x y la posición 1 respecto del eje de las y. En la Figura 1, se han sombreado los puntos (1,1), (30,600) y (N,40).

- **Artefactos arqueológicos:** los artefactos son los elementos que están dispuestos en el espacio regional de estudio y cuya aparición produce el registro correspondiente. Los artefactos representados son *adimensionales*, puesto que no hacen alusión a su dimensión real, sino que solamente a su ubicación en el espacio. Los artefactos se representan mediante puntos.

- **Transecta:** es el dispositivo de medición de hallazgos. El mismo consiste en la delimitación de un sector en el espacio, sobre el cual se realiza la búsqueda de los artefactos (intercepción o superposición). Una transecta esta formada por diez cruces. Cada cruz presenta cuatro brazos de 50 m de largo por 5 m de ancho, totalizando una superficie de  $1000 \text{ m}^2$ . (Figura 2).

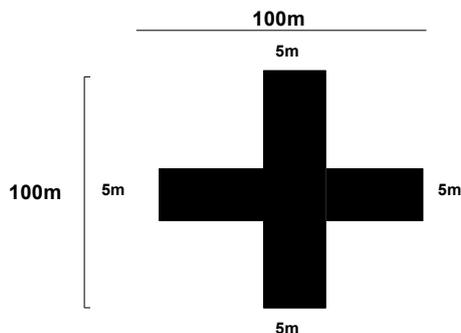


Figura 2: Cruz.

Dada la cantidad de cruces que componen una transecta, esta última adquiere una longitud final de 1000 m (Figura 3). Una transecta puede estar ubicada en forma vertical, horizontal o en forma oblicua. Las restricciones para la ubicación de las transectas son dos: (i) No puede existir superposición entre transectas (ii) Todas las transectas deben quedar totalmente definidas dentro del espacio de estudio establecido.

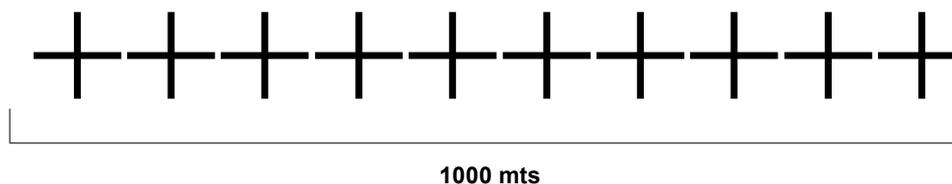


Figura 3: Transecta formada por diez cruces.

- **Parámetros de entrada:** La experiencia se realiza sobre un conjunto de parámetros fijos y variables: (i) Parámetros fijos: dimensión del espacio regional, características de las transectas, cantidad de repeticiones (ii) Parámetros variables: cantidad de transectas (5, 10, 15, 20 y 25) y la cantidad de artefactos distribuidos aleatoriamente en el espacio regional (12.500, 25.000, 50.000 y 100.000).
- **Salida de la Simulación:** De acuerdo a los hallazgos obtenidos y número de repeticiones de las muestras, se calculan los valores de la media, varianza y desvío estándar.

### 3. SIMULACIÓN

El proceso simulatorio se plantea en cuatro pasos principales: (i) Ubicación de artefactos; (ii) Ubicación de las transectas (iii) Cómputo de hallazgos, y (iv) Cálculo de resultados de salida.

#### *Ubicación de los artefactos*

De acuerdo al parámetro de entrada, se disponen dentro del espacio regional definido en forma aleatoria y al azar los artefactos.

#### *Ubicación de las transectas*

Las transectas se ubican en el espacio regional en bloques de cinco transectas. Esto significa que se ubican cinco transectas (una por una), se realizan los cómputos de hallazgos para el bloque dispuesto. A continuación se continúa con otro bloque, (sin retirar el bloque anterior), se realizan los cómputos de hallazgos para el bloque dispuesto. El proceso termina luego que se han dispuesto 5 bloques, es decir 25 transectas. Para ubicar una transecta se calculan en forma aleatoria los valores de un punto, (correspondería al LSI<sup>1</sup> de la primer cruz) y su dirección (horizontal, vertical u oblicua). Mediante operaciones aritméticas y, como se conoce las dimensiones de las transectas, se evalúan las restricciones (si se superpone con otras transectas y si queda totalmente en el espacio regional). En caso de no cumplir con alguna de las restricciones, se intenta nuevamente. En la Figura 4 se grafica la simulación en este paso, en el gráfico se esquematizan los artefactos dispuestos en un sector del espacio regional y 3 transectas. Finalizada la ejecución descrita (ubicación de los 5 bloques), la misma corresponde a una muestra. El proceso se repite, para simular otras muestras, haciendo un total de 1500 repeticiones.

#### *Cómputo de hallazgos*

Un algoritmo de apareamiento calcula la sumatoria de los artefactos hallados en cada transecta. Este algoritmo comprueba si los puntos que representan cada artefacto están incluidos dentro de las

<sup>1</sup> LSI: limite superior izquierdo.

regiones delimitadas por cada transecta. En la Figura 4 se puede apreciar que algunos artefactos quedan abarcados en el espacio cubierto por las transectas, solo éstos se contabilizados como hallazgos.

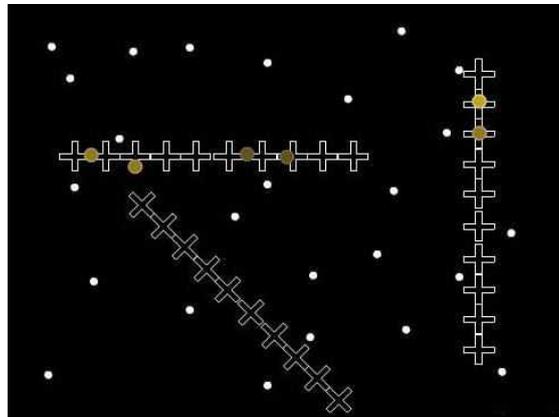


Figura 4: Ubicación de artefactos y transectas en la simulación.

### ***Cálculo de Resultados de Salida***

Como se indicó en el paso anterior, por cada bloque de transectas ubicadas se calculan los hallazgos obtenidos en las 1500 repeticiones. En Tabla 1, se indican los resultados obtenidos en la simulación para 12.500 artefactos dispuestos en el espacio regional.

<b>Transectas</b>	<b>Media</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desvío Estandar</b>
5	5.29	5.46	2.34
10	10.73	11.21	3.35
15	16.17	17.56	4.19
20	21.52	24.00	4.90
25	26.88	29.34	5.42

Tabla 1: Resultados obtenidos para 12.500 artefactos y 1500 repeticiones.

Las medidas de dispersión, obtenidas mediante el cálculo de la varianza y del desvío estándar, permiten conocer cuán heterogénea es la distribución de puntos, al comparar esos valores con los sustentados por la media. La comparación de los resultados a través de las distintas muestras permite analizar la dispersión, en función del aumento de las frecuencias de puntos y de la intensificación de los muestreos.

## **4. DISEÑO E IMPLEMENTACION**

El simulador consta de tres clases principales para representar el problema descripto: Punto, Transecta y Simulador.

- *Clase Punto*: Esta clase representa una ubicación en el espacio regional de 1 m<sup>2</sup>. Además contiene información sobre la cantidad de artefactos que se han dispuesto aleatoriamente en dicho punto.
- *Clase Transecta*: La clase transecta esta representada por la información mínima necesaria para delimitar de manera exacta el área que la misma ocupa en el espacio regional. La información que se registra corresponde a 8 puntos. Estos representan los 6 puntos superiores de la primera cruz de la transecta y los 2 puntos inferiores de la última cruz de la transecta. La clase transecta cuenta con métodos que determinan si un punto esta incluido en la misma.

- *Clase Simulador*: la clase simulador controla la ejecución de la experiencia. Lleva el control de las repeticiones, ordena la generación de los N puntos y los bloques de transectas y ordena el cómputo de los cálculos.

El simulador ha sido diseñado para que la mayoría de los parámetros pudieran ser configurables. De esta forma los valores del espacio regional, cantidad de transectas por bloque, cantidad de bloques a disponer y número de repeticiones puede ser diferente a los utilizados en este trabajo. La implementación del Simulador se realizó en lenguaje Java[4].

## 5. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha descrito brevemente el modelo de simulación del método de relevamiento y recolección de muestras que utiliza el dispositivo denominado transectas.

Los resultados de la simulación conforman una importante base exploratoria para conocer frecuencias artefactuales, las que posibilitan identificar si los datos relevados son representativos de la distribución real. A la vez, permiten reconocer la cantidad de transectas y muestreos necesarios para dar cuenta de tales distribuciones, y así poder identificar el momento en cual se esta obteniendo información redundante, contribuyendo a estimar los costos insumidos en la obtención de datos en diseños de investigación que operan en una escala regional.

## REFERENCIAS

[1] Foley, R. Off Site Archaeology and Human Adaptation in Eastern Africa. An Analysis of Regional Artefact Density in the Amboseli, Southern Kenya. Cambridge Monographs in African Archaeology 3. BAR International Series 97. London. 1981

[2] Schofield, A. "Artifact Distributions as Activity Areas: Examples from South-East Hampshire. Interpreting Artefact Scatters: contributions to ploughzone archaeology." Oxbow Monograph 4. pp 117-128. 1991

[3] Reynoso C. y Castro D. "VB-GIS 3D - A GIS specifically designed for Archaeology" Sydney University Archaeological Methods. Volume 2. pp. 135 – 142. 1994

[4] Gosling J., Joy B., Steel G., "The Java Language Specification", Addison-Wesley, 1996.

# Sistemas de Software Distribuido

P. Pesado<sup>(1,2)</sup>, H. Ramón<sup>(1)</sup>, P. Thomas<sup>(1)</sup>, M. Boracchia<sup>(1)</sup>, A. Pasini<sup>(1)</sup>, M.C. De Vito<sup>(1)</sup>,  
G. Osella Massa<sup>(1)</sup>, L. Marrero<sup>(1)</sup>, M. B. Albanessi<sup>(1)</sup>, L. Delia<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

<sup>(2)</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

{ppesado, hramon, pthomas, marcosb, apasini, cdevito, gosella, lmarrero, balbanesi,  
ldelia}@lidi.info.unlp.edu.ar

## 1 CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CIC, Agencia y Telefónica.

## 2 RESUMEN

El objetivo de este subproyecto es realizar investigación y desarrollo en temas relacionados con los aspectos de Ingeniería de Software que se orientan al desarrollo e implementación de proyectos concretos de Sistemas Distribuidos, manejo de datos físicamente distribuidos y soluciones de hardware y software para Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.

En este contexto se trabaja en aspectos de la Ingeniería de Software de diferentes sistemas con inteligencia distribuida (computadoras, robots, teléfonos móviles).

**Palabras claves:** *Sistemas Distribuidos – Ingeniería de Requerimientos – Planificación – Metodologías de Desarrollo – Sistemas Web – Bases de Datos Distribuidas – Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.- Robótica*

## 3 INTRODUCCION

Un sistema distribuido consiste en un conjunto de computadoras autónomas conectadas por una red y con soporte de software distribuido. Permite que las computadoras coordinen sus actividades y compartan los recursos de hardware, software y datos, de manera tal que el usuario percibe una única facilidad de cómputo integrada aunque esta pueda estar implementada por varias máquinas en distintas ubicaciones. [1]

El desarrollo de sistemas distribuidos es una necesidad a partir de la utilización de redes de computadoras y de computadores personales de alta performance.

Algunas ventajas del procesamiento distribuido son:

- Mejora de la disponibilidad: la operación es factible en una configuración reducida cuando algunos nodos están temporalmente no disponibles.
- Configuración más flexible: una aplicación puede configurarse de distintas maneras, seleccionando el número apropiado de nodos para una instancia dada.
- Control y administración más localizada: un subsistema distribuido, ejecutando en su propio nodo, puede diseñarse para ser autónomo, de modo

que puede ejecutar en relativa independencia de otros subsistemas en otros nodos.

- Expansión incremental del sistema: si existe sobrecarga, el sistema puede expandirse agregando más nodos.
- Costo reducido: con frecuencia una solución distribuida es más barata que una centralizada.
- Balance de carga: en algunas aplicaciones la carga total del sistema puede ser compartida entre varios nodos.
- Manejo eficiente de datos distribuidos físicamente.
- Mejora en el tiempo de respuesta: los usuarios locales en nodos locales pueden obtener respuestas más rápidas a sus requerimientos.

Las características de los Sistemas Distribuidos conducen a la utilidad de desarrollar prácticas de Ingeniería de Software que apunten a los distintos aspectos del desarrollo de sistemas desde la captura de requerimientos y la planificación, pasando por las metodologías de desarrollo, hasta la verificación y simulación de procesos distribuidos, incluyendo el aseguramiento de calidad.

En particular un sistema distribuido de tiempo real debe interactuar con el mundo real, en puntos físicamente distantes y no necesariamente fijos, en períodos de tiempo que vienen determinados por el contexto o las restricciones de la especificación (en muchos casos a partir de una activación asincrónica).

Algunas de las dificultades principales del desarrollo de software para sistemas distribuidos de tiempo real son [Lev90]:

- Modelizar condiciones de concurrencia y paralelismo.
- Manejar las comunicaciones inter-procesos e inter-procesadores.
- Tratamiento de señales en tiempo real.

- Tratamiento de interrupciones y mensajes asincrónicos con diferente prioridad.
- Detectar y controlar condiciones de falla, a nivel de software, de procesadores y de comunicaciones. Prever diferentes grados de recuperación del sistema.
- Asegurar la confiabilidad de los datos y analizar su migración en condiciones de funcionamiento normal o de falla.
- Organizar y despachar la atención de procesos, manejando las restricciones de tiempo especificadas.
- Testear y poner a punto un sistema físicamente distribuido.

Todas estas dificultades conducen a la utilidad de desarrollar herramientas de Ingeniería de Software orientadas a STR y SDTR, de modo de trabajar en la modelización, especificación y verificación del software considerando las restricciones temporales.

La Ingeniería de Software comprende la aplicación de principios científicos para realizar la transformación ordenada de un problema en una solución elaborada de software, y el mantenimiento subsecuente de ese software hasta el final de su vida útil [2]. La utilización de estas prácticas para resolver sistemas distribuidos y de tiempo real hacen necesaria su adaptación en función de las características de dichos sistemas.

La adopción de un enfoque ingenieril para el desarrollo de software, genera una serie de fases o estados conformando un ciclo de vida. Este ciclo de vida esta guiado por una planificación que incluye el conjunto de acciones a realizar, y los productos generados por la aplicación del plan (inclusive el mismo plan) están administrados por diferentes Metodologías de Gestión y Desarrollo [3].

En el recorrido del ciclo de vida del desarrollo del software, la fase inicial comprende a la Ingeniería de Requerimientos que permite comprender,

documentar y acordar sobre el alcance del problema, teniendo esto impacto directo sobre la Planificación y la Gestión del Proyecto de acuerdo a la Metodología de desarrollo seleccionada para el mismo [4]. Este no es el único impacto que justifica el énfasis en la Ingeniería de Requerimientos, ya que esta disciplina permite establecer claramente *que* se debe hacer posponiendo el *cómo* a etapas posteriores en el ciclo de vida, constituyendo el fundamento de la construcción de un Sistema de Software [5].

El modelo de procesos elegido para el desarrollo de software define las actividades a realizar para la generación de productos de acuerdo a los objetivos planteados [6].

Asociado con la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, está el problema de utilizar un entorno WEB para los servicios que ofrece el Sistema. La tendencia creciente al desarrollo de arquitecturas centradas en un servidor (o un conjunto de servidores distribuidos) que ofrecen una interfaz WEB a los usuarios ha generado un importante desarrollo de la Investigación en metodologías y herramientas orientadas a Sistemas WEB, así como ha obligado a establecer nuevas métricas y parámetros de aseguramiento de la Calidad para tales Sistemas. [7] [8] [9]

Por último, el modelo distribuido de datos hace posible la integración de BD heterogéneas proveyendo una independencia global del administrador de bases de datos respecto del esquema conceptual. [10]

#### **4 LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

- Conceptos de procesamiento distribuido. Arquitectura, comunicaciones y software.
- Metodologías de especificación, validación y desarrollo de SSD y SSDTR.
- Metodologías ágiles de desarrollo.

- Ingeniería de Requerimientos, en particular de sistemas distribuidos.
- Planificación de tareas para desarrollo de sistemas distribuidos.
- Bases de Datos Distribuidas [11]
- Herramientas de integración y mantenimiento de proyectos distribuidos.
- Lenguajes y ambientes para procesamiento distribuido.
- Reingeniería de sistemas complejos que migran por down-sizing a esquemas cliente-servidor distribuidos.
- Sistemas de Tiempo Real. Sistemas Distribuidos de Tiempo Real.
- Tratamiento de señales en tiempo real.
- Sistemas de control de robots en tiempo real. Algoritmos colaborativos entre máquinas móviles.
- Sistemas con identificación segura en tiempo real.

#### **5 RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS**

- Avanzar en la capacitación continua de los miembros de la línea de investigación.
- Desarrollar soluciones a problemas concretos de software de sistemas distribuidos, poniendo énfasis en el desarrollo de metodologías y herramientas específicas para clases de aplicaciones. A modo de ejemplo se cita la herramienta desarrollada en el III-LIDI que permite generación de código PHP interactuando con diferentes motores de BDD [12] [13]. Actualmente se estudian herramientas que permiten tomar un modelo UML de un sistema y derivar código a partir de él o realizar una comprobación de consistencia lógica de dicho modelo.
- Investigar sobre herramientas para la planificación y el seguimiento de proyectos distribuidos. En el III-LIDI se ha utilizado una herramienta WEB para seguimiento de proyectos en forma colaborativa.
- Verificar Sistemas Distribuidos a partir del método de comprobación de

modelos. Se ha realizado una especificación del protocolo de comunicación Gnutella para redes Peer-to-Peer descentralizadas [14]. Como resultado, se han presentado dos modelos: uno completo, apropiado para la simulación del comportamiento de un nodo Gnutella, y otro acotado, que permite comprobar si determinadas propiedades expresadas en LTL (Lógica Temporal Lineal) son ciertas. En este contexto se estudió la herramienta SPIN [15], [16].

- Investigar y realizar desarrollos específicos sobre Sistemas Distribuidos de Tiempo Real, en particular Aplicaciones en control de robots. El objetivo general es el estudio orientado hacia la Ingeniería de Software de Sistemas Distribuidos, en particular, aquellos en los que los procesos se ejecutan en máquinas autónomas tales como los robots, con restricciones de tiempo real. Los temas involucrados se enfocan en particular a entornos de simulación para conjuntos de robots que trabajen cooperativamente. Actualmente se estudia la comunicación de sistemas autónomos heterogéneos vía Internet para trabajo cooperativo. El aporte principal se orienta al proyecto PAV 076 "Sistemas Inteligentes de apoyo a los Procesos Productivos" (Red formada por UNLP, UNSJ, UNS, UNSL, UTN-FRC, UNC, UCC, subsidiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica), donde interesa generar un entorno de software para el desarrollo de aplicaciones industriales multi-robot.
- Desarrollar soluciones para problemas de E-government. El III-LIDI participa en el Proyecto "Servicios de E-government con verificación de Identidad" subsidiado por CIC-Telefónica. Uno de los aspectos centrales para la calidad y valor agregado de los servicios ofrecidos desde el gobierno (para empresas o

individuos) es la verificación de la identidad. Tratándose de servicios vía internet a través de comunicaciones fijas y móviles, los componentes tecnológicos (hardware y software), manteniendo tiempos de respuestas razonables para procesos en tiempo real, resultan críticos y requieren investigación y desarrollo. Actualmente se está desarrollando un prototipo para el acceso de documentos mediante autenticación de identidad con scanners de huellas digitales.

Algunas transferencias de resultados logradas:

- **Auditoría de la Red Única Provincial de Comunicación de Datos del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.**

En el marco de un acuerdo entre la RedPIBA y la CICPBA se han auditado 135 Municipios (1305 nodos) planificados, incluyendo la verificación de las instalaciones y la puesta en servicio (abarca el control de ancho de banda en tiempo real) de la red según el manual de procedimiento elaborado.

Actualmente se analiza la definición del manual de procedimiento para la mesa de ayuda que dará soporte inicialmente a 1000 escuelas conectadas a la Red Provincial.

- **Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Información para la gestión estratégica de RRHH del Ministerio de Seguridad de la Provincia de Bs. As.**

Se encuentra en la etapa de mantenimiento el Sistema de Información desarrollado por el III-LIDI. Este Sistema es apto para el tratamiento de datos de todos los regímenes estatutarios sirviendo de apoyo a la gestión de unidades organizativas centralizadas y descentralizadas del Sistema de

Seguridad Pública (Policía Buenos Aires 2, Comunal, de Distrito, Siniestral, de Custodia de Objetivos Fijos y Traslado de Detenidos, de Investigaciones del Tráfico de Drogas ilícitas, Central de Atención Telefónica de Emergencias y Cuerpo de Baqueanos).

Actualmente se analiza la ampliación del sistema para la eficiente administración del personal del Ministerio con estado no policial de acuerdo a la normativa impuesta por la Ley 10430.

- **Software de Tiempo Real para Entrenamiento Deportivo**

El III-LIDI participa de un proyecto de desarrollo de software para entrenamiento deportivo con procesamiento en tiempo real [17] [18] [19] de señales recogidas a partir de ejercicios realizados por los jugadores.

Entre los ejercicios implementados se pueden mencionar:

Perimetral: El objetivo del ejercicio es completar un recorrido perimetral con pelota dominada en el menor tiempo posible. Sabiendo la posición de los jugadores en el recorrido y las marcas no registradas.

Tiro de Penales: El objetivo del ejercicio es asignar puntaje a tiro de penales de acuerdo a la precisión censada del impacto del mismo.

- **Ministerio de Desarrollo Humano**

EL III-LIDI participa en un proyecto de diagnóstico de la situación de los sistemas de software utilizados para la administración de los planes sociales de la Pcia. de Bs. As.

Se incluye la evaluación de los procedimientos implementados por la Dirección de Informática así como la

gestión de los planes a cargo de la Dirección de Políticas Alimentarias.

## 5. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen Tesinas de Grado en la Facultad de Informática, 1 Tesis de Magister, 1 Tesis Doctoral, 1 Becario de la Agencia y Becarios III-LIDI en temas relacionados con el proyecto y participan en el dictado de asignaturas/cursos de postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP .

Colaboran en este proyecto los pasantes alumnos Nicolás Luna y Danae López.

## 6. BIBLIOGRAFIA

[1] G. Coulouris. Distributed Systems – Concepts and Design. Addison-Wesley. 1994.

[2] R. Pressman. Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico. McGraw-Hill. 2002

[3] R. Wysocki. Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme, .Wiley .2003

[4] Loucopoulos, P; Karakosas, V.. Systems Requirements Engineering. .McGraw Hill. Book Company. 1995

[5] G. Kotonya and I. Sommerville,. Requirements Engineering: Processes and Techniques, Wiley. 1998

[6] Pleeger. Ingeniería de Software: Teoría y Práctica. Prentice-Hall. 2002

[7] Stephen Kan. .Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition). Addison Wesley. 2003

[8] Offutt J., “Quality Attributes of Web Software Applications”. IEEE Software: Special, Issue on Software Engineering of Internet Software 19 (2):25-32, Marzo/Abril 2002.

[9] Wu, Y. y Offutt, J. “Modeling and testing web-based Applications”. <https://citeseer.ist.psu.edu/551504.html>: 1-12, Julio 2004

- [10] Silberschatz A et al: “Fundamentos de Bases de Datos”, Tercera Edicion Mc Graw Hill 1998
- [11] Ozsú M. Valduriez, P. : “Principles of Distributed Database Systems”, Segunda Edicion. Prentice Hall 1999
- [12] Mello S. J., “Executable UML”, Addison-Wesley, 2002.
- [13] S. Ceri, P.Fraternali,A. Bongio, “Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing web sites”. Computer Networks, vol 33, 2000.
- [14] De Vito, M.C., Osella Massa, G.L. “Model Checking: Un modelo del protocolo Gnutella. Simulación y Verificación usando Spin”. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2006. Universidad Nacional de San Luis. Octubre de 2006.
- [15] Holzmann, G.J., “The Spin Model Checker: Primer and Reference Manual”. Addison-Wesley, 2003
- [16] Holzmann, G.J. “The Model Checker Spin”, IEEE Trans. on Software Engineering, Vol. 23, No. 5, pp. 279-295, 1997.
- [17] Berryman, S.J.; Sommerville, I.; Modelling real-time constraints. Software Engineering for Real Time Systems, 1991 pp 164 - 169 .
- [18] Burns & Wellings. Real-Time Systems and Programming Languages. 1996.
- [19] Goldsmith.A Practical Guide to Real-Time Systems Development. 1993

# SPIGVE - SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MEDIANTE GRÁFICOS VECTORIALES BASADAS EN ARQUITECTURAS CLIENTE SERVIDOR

Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER) - Facultad de Ciencia y Tecnología.  
Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Regional Paraná.

Ing. Raúl Caballero<sup>1</sup> ASS Leonardo Brambilla<sup>2</sup> ASS Sergio Civico<sup>3</sup> ASS Gustavo Nuñez.

1. [caballero\\_ raul@gigared.com](mailto:raul@gigared.com); 2. [lmbrambilla@gmail.com](mailto:lmbrambilla@gmail.com) 3. [civico@gmail.com](mailto:civico@gmail.com)

## Resumen

La explosión y crecimiento exponencial del manejo de información y su publicación se ha potenciado desde el advenimiento de internet instaurada hoy y con acceso a la población en general. Entre la variada y amplia información publicada podemos encontrar Sistemas de Información Geográfica interactivos que proveen un sinnúmero de datos relacionados con la posición geográfica de donde han sido recabados.

Mediante este proyecto se pretende realizar la implementación de un sistema de Internet SIG a partir de la generación de los software de publicación a nivel del Servidor y de los de consulta de los clientes apuntando a un desarrollo regional de este tipo de trabajos y brindando información propia y característica de esta.

## Introducción

El advenimiento de la “Sociedad de la Información”, con Internet como uno de los actores principales, ha modificado la forma de intercambio y representación de la información. Han surgido en consecuencia una serie de aplicaciones de software que utilizan este medio para brindar soluciones a una amplia variedad y cantidad de usuarios.

Los SIG son sistemas de información utilizados como herramientas para analizar, consultar, manipular y desplegar información geográfica. Estos sistemas nos dan la habilidad de representar en una computadora información espacial como redes de carreteras, tipos de suelo, límites entre ciudades y atributos de naturaleza descriptiva o estadística (información no espacial) como el tamaño de la población, volumen de tráfico, entre otros.

Los llamados “**Internet SIG**” son sistemas de información geográfica que tienen toda la funcionalidad y posibilidades de un SIG de escritorio, con la excepción quizás de la edición de datos, pero difiere de éstos en que el software y los datos no residen físicamente en la computadora del usuario.

En la actualidad existen tres arquitecturas predominantes para la implementación de los Internet SIG, cuyas diferencias se basan en la distribución de trabajo hacia el lado cliente o el lado servidor de la aplicación.

Primero aparece la arquitectura denominada de Cliente Liviano (Thin Client), donde la carga de trabajo es soportada en su mayoría por el servidor. Surgen luego las llamadas arquitecturas de Cliente Gordo (Thick Client), basadas principalmente en la transferencia de los archivos vectoriales en formatos propietarios al cliente, quien debe procesarlos y desplegarlos visualmente. Recientemente ha surgido un nuevo tipo de arquitectura denominada de Cliente Mediano (Medium Client), cuya característica principal es la distribución de la carga de trabajo entre el cliente y el servidor.

En este contexto, han surgido una serie de herramientas no comerciales o de software libre, que permiten simplificar ciertos procesos en el desarrollo de una aplicación de Internet SIG, lo que ha dirigido nuestro interés hacia el estudio y análisis de las tecnologías que integran este tipo de sistemas, desde la óptica del desarrollo de soluciones informáticas.

Además, la expansión hacia usuarios comunes alcanzada por los SIG como consecuencia de proyectos de envergadura, nos sugiere los Internet SIG como un tema de investigación de mucha actualidad y con un futuro más que interesante.

Se pretende profundizar los conocimientos de

las técnicas actuales para el tratamiento de la información geográfica, haciendo especial hincapié en el proceso de presentación y consulta de los datos a través de la Web, para lograr el desarrollo de una aplicación de Internet SIG.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende realizar un análisis exhaustivo de las metodologías que permiten el desarrollo de aplicaciones de software para la presentación de información geográfica en la Web, haciendo hincapié en formatos vectoriales basados en estándares abiertos y soluciones de software libre.

### **Actividades**

Para el tratamiento del tema de investigación proponemos siguientes interrogantes:

- ¿Cómo ha sido la evolución los SIG convencionales hasta llegar al estado de desarrollo actual?
- ¿Qué consideraciones y técnicas de procesamiento se aplican para el tratamiento de la información geográfica? ¿Que implicancias tienen en el desarrollo de una aplicación de Internet SIG?
- ¿Qué estándares existen en la actualidad en las distintas etapas de tratamiento de la información geográfica?
- ¿Cuáles son las técnicas de almacenamiento de información geográficas mas utilizadas en la actualidad que dan soporte a un Internet SIG? ¿Qué estándares implementan?
- ¿Qué consideraciones son importantes en la etapa de análisis de requisitos para el desarrollo de la interfaz de visualización de un Internet SIG?
- ¿Qué infraestructura tecnológica se necesita para la implementación de un Internet SIG?

### **Objetivos**

Los objetivos que conducen al desarrollo de este proyecto son los siguientes:

#### **General**

- Realizar un análisis global de las tecnologías que actualmente permiten el desarrollo y mantenimiento de sistemas SIG, y un estudio mas exhaustivo sobre el desarrollo e

implementación de un Internet SIG en aplicaciones de tipo Web mediante gráficos vectoriales, utilizando aplicaciones de software libre basadas en estándares abiertos.

#### **Específicos**

- Indagar sobre los conceptos involucrados en el tratamiento de la información geográfica.
- Identificar las tecnologías de software utilizadas en los Internet SIG para la presentación de la información Geográfica en la Web.
- Ahondar en el estudio de diferentes propuestas tecnológicas (estándares y preestándares que se formulan en la búsqueda de consenso) de empresas, consorcios y comunidades involucradas en el desarrollo de Sistemas de Información Geográficos.
- Iniciar el desarrollo de un proyecto de software que permita aplicar las técnicas y tecnologías estudiadas, brindando una solución práctica a una empresa forestal al sur de la provincia.

#### **Justificación Práctica**

La necesidad de contar con una herramienta de publicación de información geográfica que haga uso de las tecnologías más recientes, componen el propósito del presente trabajo, cubriendo así un segmento de las aplicaciones SIG de Internet, que hasta el momento no ha sido explorado de forma masiva.

El apeamiento de los profesionales de sistemas al trabajo con bases de datos relacionales, propone un entendimiento natural de las tecnologías de almacenamiento de los datos geográficos en cumplimiento con los estándares de organizaciones internacionales como la OGC (Open Geospatial Consortium).

Además, como se ha manifestado últimamente, una mayor demanda de información geográfica hace válido encarar un proyecto de este tipo, ya que mucha de la información que se maneja en las aplicaciones actuales tienen una asociación implícita o explícita con datos geográficos.

También el gran campo de aplicación de los Internet SIG, hace que las empresas e

instituciones de todo tipo adviertan rápidamente los beneficios de contar con soluciones de este tipo, lo que los hace especialmente atractivos para los desarrolladores que encuentran en ellos grandes posibilidades laborales, pero que, abocados en la consecución de dichas soluciones se encuentran con incertidumbres que desalientan su culminación.

La realización de esta investigación nos permitirá adquirir los conocimientos necesarios para el desarrollo e implementación de soluciones informáticas basadas en tecnologías de Internet, como así también, contribuir a la comunidad de desarrolladores con una herramienta simple para el diseño de soluciones Internet SIG haciendo uso de los estándares más recientes.

### **Marco de referencia**

Tradicionalmente las personas dibujaban y coloreaban sus mapas a mano. El análisis de datos y la creación de los mapas, resultaba una tarea lenta y dificultosa. Los mapas digitales han abierto un amplio rango de posibilidades, debido a la baja en los costos de procesamiento y almacenamiento. Con un clic o unas pocas líneas de código, la computadora analiza, dibuja y colorea los temas de datos en los mapas. Desde un GPS en un auto hasta el sitio Web mostrando los accesos principales de una ciudad, los mapas digitales han tomado un papel primordial.

Contrastando los métodos convencionales con los mapas digitales, el poder de éstos últimos se hace evidente. El proceso convencional de mapas incluye el dibujado a mano de bóxervaciones del mundo real, plasmadas en papel. Si una característica se modifica, mueve o es dibujada incorrectamente, se debe crear un nuevo mapa para reflejar el cambio.

Esos problemas se reducen con el procesamiento digital. Como las características son almacenadas como distintas capas de datos en archivos en computadoras o bases de datos, se puede modificar un mapa sin recrearlo completamente. Cuando una característica es modificada, los mapas basados en computadoras, reflejan el cambio

instantáneamente.

Desde una perspectiva más avanzada, los mapas interactivos le permiten al usuario ver únicamente el área precisa en la que está interesado, en lugar de estar confinado a las dimensiones de una página impresa. El usuario puede así ver solamente ciertas piezas del contenido.

### **Los mapas en la Web**

Una forma muy efectiva de hacer disponible la información de los mapas para un grupo de usuarios no técnicos, es a través de su publicación en páginas web. Los sitios de mapas en la Web están incrementando su popularidad. Existen dos tipos de aplicaciones que tienen como fin la publicación de mapas en la Web: estáticas e interactivas, con diferencias marcadas en cuanto a su concepción.

Los mapas estáticos mostrados como una imagen en una página Web son bastante comunes, pues estos mapas son muy fáciles de obtener, por ejemplo escaneando un documento impreso, y se pueden publicar rápidamente como un mapa estático en una página web. Para esto sólo se necesitan conocimientos básicos de diseño web, porque son sólo una imagen dentro de una página.

Los mapas interactivos no son comúnmente vistos en Internet, porque requieren conocimientos específicos para ser publicados en la web, sin mencionar los potenciales costos de las licencias de software. El término interactivo implica que el usuario pueda interactuar con el mapa. Esto puede significar la selección de diferentes capas de datos del mapa, ya sea para su visualización o la ampliación de una parte específica del mapa en la cual el usuario está interesado. Todo esto mientras interactúa con la página web y la imagen del mapa es actualizada repetidamente.

Los mapas interactivos que son accedidos a través de páginas web son referenciados como Mapas Basados en Web o simplemente Mapas Web. Esos mapas pueden ser muy poderosos, pero como se ha mencionado, también pueden ser difíciles de configurar

debido a los conocimientos técnicos específicos requeridos para el mantenimiento de un Servidor Web, los programas servidores de mapa y la administración de los datos de mapas subyacentes. Como se puede ver, estos tipos de mapas son sustancialmente diferentes a los mapas estáticos, pues son realmente un tipo de aplicación que usa la Internet como medio para llegar al usuario final, a las cuales se las llama comúnmente Aplicaciones Web. En la forma más general podemos describir como un usuario de Internet solicita un mapa a un sitio de Internet SIG y lo que ocurre detrás de escena. Un usuario solicita un mapa al Servidor Web, y el Servidor pasa la solicitud al Servidor de Internet SIG, generalmente una extensión del servidor HTTP, quien entrega conjuntamente todos los datos como un mapa resultante que es devuelto al Explorador Web del usuario a través de Internet.

### **Arquitecturas de los SIG en la Web**

El universo de los Internet SIG se torna más complejo, en la medida que se profundiza en las tecnologías que los soportan. Al momento de mejorar el rendimiento de una aplicación web, se debe tener en cuenta la presentación e interacción con el usuario, y el balance de carga de procesamiento entre las componentes cliente y servidor de la misma. De esta manera podemos hablar de tres arquitecturas predominantes para los Internet SIG, basadas como se mencionó en la distribución de trabajo entre cliente y servidor.

La más ampliamente utilizada, y con mayor presencia en el mercado, es la denominada de Cliente Liviano (Thin Client). La mayoría de los productos de esta arquitectura generan imágenes rasters o mapa de bits a partir de los datos geográficos almacenados en el servidor, y a través de la utilización de bibliotecas de software específicas para generar las imágenes que luego son enviadas al cliente. Este tipo de servicio requiere de altas prestaciones por parte del servidor, debido a la gran cantidad de transacciones que se generan, por ejemplo cuando el cliente desea cambiar la escala de la información que está visualizando.

Por otro lado existen también las llamadas arquitecturas de Cliente Gordo (Thick Client), basadas en la transferencia de los archivos vectoriales en formatos propietarios al cliente, el cual debe contar con una extensión del cliente (Java Applets, ActiveX, Flash, etc.) con capacidades para interpretar los datos y presentarlos al cliente. Esto conlleva una pérdida de rendimiento en cuanto a tiempo de descarga y ancho de banda, por la transferencia de los archivos. Una vez que los datos son cargados en el cliente, es muy buena su presentación e interacción.

En los últimos años y como resultado de los esfuerzos de la comunidad SIG, ha surgido un nuevo tipo de arquitectura denominada de Cliente Mediano (Medium Client), cuya característica principal es la distribución de la carga de trabajo entre el cliente y el servidor. Basadas por un lado en clientes con capacidades vectoriales con transferencia de datos en XML, y servidores de datos con capacidades de interpretación de formatos propietarios, o bien, basados en estándares como WFS de OGC.

En este contexto surgen nuevas tecnologías gráficas como SVG (Scalable Vector Graphic), definida por el W3C, que se perfila como el estándar para la representación de información geográfica, gracias a su simplicidad y a su definición basada en XML (Extensible Markup Language), permitiendo la representación de imágenes vectoriales en 2D utilizando XML.

Paralelamente iniciativas que pretenden estandarizar la información geográfica y los formatos de almacenamiento, han reunido a empresas de renombre e instituciones académicas en un consorcio conocido como OGC (Open Geospatial Consortium). Este consorcio ha emitido recomendaciones en cuanto al uso y estandarización de información geográfica.

La especificación del OGC tiene como propósito definir un esquema SQL estándar que soporte el almacenamiento, recuperación, consulta y actualización de colecciones de características geoespaciales simples.

Una característica simple definida por la

especificación puede tener atributos espaciales y no espaciales. Los atributos espaciales contienen información que puede ser representada en forma gráfica, mientras que los atributos no espaciales representan información que describe los atributos espaciales.

Las colecciones de características geoespaciales simples son conceptualmente almacenadas en un esquema de columnas y filas en tablas de un RDBMS. La especificación define el término “tipos geométricos SQL92” para referirse al SQL extendido con un conjunto de tipos geométricos. En resumen esta especificación describe un conjunto estándar de tipos geométricos SQL basados en el modelo de objetos geométricos OGC, junto con funciones SQL.

En la actualidad varias empresas de SIG ofrecen productos comerciales basados en Web. Aunque estos SIG basados en Web parecen ser similares se basan en diferentes arquitecturas, bases de datos, plataformas, formatos de datos y diferentes metodologías como CGI (Common Gateway Interface), Plug-ins, HTML extendido y Java Applets. Este tipo de soluciones son propietarias y por lo tanto cerradas, lo que hace muy costosa su integración por razones tecnológicas y también económicas por el alto costo de sus licencias.

La creciente popularidad de las aplicaciones basadas en sistemas de información geográfica, propició el desarrollo de herramientas de software espacial *open source*, que cubren prácticamente cualquier necesidad de manipulación de información geográfica. Estos proyectos posibilitan la implementación de SIGs de alto rendimiento de forma económica y personalizable, presuponiendo que se cuenta con los conocimientos técnicos adecuados para su despliegue, mantenimiento y optimización.

El desafío que propone el desarrollo de software relacionado con el análisis de información geográfica, sumado al beneficio de contar con una herramienta de publicación de datos geográficos de simple implementación, y que además haga uso de

tecnologías de gráficos vectoriales para la presentación de la información al usuario, encamina nuestra investigación hacia un área de conocimiento que se expande y masifica constantemente, debido a una creciente concientización en cuanto al beneficio del uso de información geográfica.

Actualmente los SIG están experimentando una expansión notable, debido en parte a la aparición en el mercado de servidores de mapas que utilizan o funcionan junto con los servidores HTTP, mejor conocidos como servidores web. Estos servidores de mapas ofrecen a los usuarios un subconjunto de funciones SIG, limitado pero de gran utilidad, que incluye la representación de datos geográficos y consultas sencillas sobre bases de datos.

Así también se han realizado en los últimos tiempos iniciativas para estandarizar la información geográfica y sus formatos de almacenamiento en bases de datos relacionales. El consorcio denominado OGC (Open Geospatial Consortium) es un grupo de empresas líderes y universidades reconocidas que trabajan conjuntamente para emitir recomendaciones en el uso y estandarización de información geográfica.

Por otra parte la supremacía del lenguaje de codificación de datos XML, en lo que respecta al intercambio de información entre aplicaciones distribuidas, y la presentación mediante el lenguaje gráfico de vectores SVG, permiten el desarrollo de aplicaciones SIG vectoriales de alta calidad gráfica, dinámicas e interactivas para el usuario.

### **Tipo y Metodología**

Se plantea una investigación de tipo Teórico-Aplicada, debido a la presencia marcada de dos fases claramente definidas en la investigación:

#### **Teórica**

Profundización de los conocimientos y análisis de los conceptos teóricos que posibilitan la implementación de soluciones de Información Geográfica sobre Internet.

Descripción de las tecnologías que posibilitan el desarrollo e implementación de soluciones

para la presentación de Información Geográfica en la Web.

### **Aplicada**

Desarrollo de los componentes de software que integran el proyecto global.

Implementación practica de la solución haciendo uso de una situación de estudio real con las siguientes fases:

- 1.Determinación de los requisitos de información geográfica del cliente.
- 2.Relevamiento de los datos: recopilación, digitalización y procesamiento de datos.
- 3.Desarrollo e implementación del Internet SIG.

### **Etapas de Investigación**

#### **Etapas 1: Marco conceptual**

En esta primera etapa se realizará estudio conceptual de las tecnologías involucradas con los Internet SIG, desde una análisis comparativo de las mismas.

#### **Etapas 2: Desarrollo de componentes Servidor**

La segunda etapa corresponde al desarrollo de los componentes de software que forman Servidor de la aplicación, y que permite la publicación de los datos geográficos a través de Internet.

#### **Etapas 3: Desarrollo de componentes Cliente**

En la tercera etapa se llevara a cabo el desarrollo del componente de software correspondiente a la parte Cliente de la aplicación, que permite la presentación de los datos e interacción con el usuario. Se le llama "cliente de una aplicación" a los componentes de software que interactúan con el usuario y por lo tanto lo que el usuario visualiza.

#### **Etapas 4: Implementación y conclusión**

Como ultima etapa se realizará la Implementación de la aplicación en el caso de estudio real, se ajustarán cada uno de los componentes, se terminará la redacción del proyecto y se darán a conocer las conclusiones.

### **Bibliografía**

- TYLER MITCHELL, "Web Mapping Illustrated", O'Reilly, June 2005.
- TAO Vincent, Ph. D., P.Eng., White Papers, "Web Mapping and Internet GIS Mapping and Internet GIS". <<http://www.geoict.net>>.
- ERLE Schuyler, GIBSON Rich, WALSH Jo, "Mapping Hacks", O'Reilly, Junio de 2005.
- GOULD Michael, White Pappers, "Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE)", "I Jornadas gvSIG, Universitat Jaume I, Castellón".
- OpenGIS Consortium, "Simple Features for Specification for SQL",
- Refraction Research Inc., "PostGIS Manual", <<http://postgis.refrations.net>>.
- IGDE, "The IDE Cookbook. Version 2.0", Douglas D. Nebert, Sitio Web <<http://redgeomatica.rediris.es/grupomercator>>.
- TIDWELL Doug, White Paper, "Transforming XML into SVG", <<http://www106.ibm.com/developerworks/education/transforming-xml/xmltosvg/index.html>>, IBM developerWorks XML Team, Marzo de 2003.
- GeoServer Team, "Feature Type Schema Tutorial", <<http://geoserver.sourceforge.net>>.
- Technical Committee Working Group, "OpenGIS Abstract Specification", <<http://www.opengis.org/index.htm>>, Open Gis Consortium, Junio 2006.
- W3C SVG 1.0 Working Group, "Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification", <<http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/>>, W3C Recommendation

# Struts y JavaServer Faces, cara a cara.

Francisco J. Díaz, Claudia A. Queiruga, Laura A. Fava

LINTI – Facultad de Informática

La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<mailto:{fdiaz, claudiaq, lfava}@info.unlp.edu.ar>

## 1. CONTEXTO

Nuestra investigación forma parte de una del área “Desarrollo de Aplicaciones”, del proyecto “Redes, Seguridad y Desarrollo de Aplicaciones para e-educación, e-salud, e-gobierno y e-inclusión” del Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas, LINTI.

## 2. RESUMEN

J2EE [Ref.1] es una plataforma para desarrollo de aplicaciones empresariales, escalable, robusta, multiplataforma, madura y muy bien documentada. A pesar de esto, desde el punto de vista del programador escribir aplicaciones usando la API<sup>1</sup> de Servlets, JSP y EJB es una tarea tediosa, poco amigable y de baja productividad. Por otro lado, la aplicación resultante, en términos generales es poco estructurada, basada en componentes de baja reusabilidad y difícil de mantener.

Los *frameworks* J2EE facilitan el desarrollo de aplicaciones empresariales, reducen el tiempo involucrado en el proceso de desarrollo y mejoran notablemente la calidad del software resultante. Los programadores pueden dedicarse a resolver los problemas específicos de la lógica del negocio, dejando de lado los detalles de programación de bajo nivel.

El objetivo de este artículo es comparar 2 *frameworks* J2EE de código fuente abierto: Struts [Ref.2, 3] y JavaServer Faces (JSF) [Ref.4] y establecer pautas que faciliten la elección a la hora de decidir cuál es el *framework* más adecuado para la implementación de un proyecto determinado.

**Palabras claves:** frameworks J2EE, Struts, JavaServer Faces, MVC paraWeb, componentes de IU para web (UI Web Component).

## 3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Los integrantes de esta línea de investigación dirigen a un docente con semi-dedicación del LINTI, cuyo tema de investigación es **”Desarrollo de nuevas componentes sobre el framework JFS”**, a un becario del LINTI que está desarrollando su Tesina de Grado de Licenciatura en Informática en temas vinculados a desarrollo de aplicaciones.

Además, dos de los integrantes de esta área de investigación, son docentes del curso de posgrado **“Desarrollo de aplicaciones usando J2EE”**, en la Facultad de Informática de la UNLP, y de la cátedra **“Java y Aplicaciones Avanzadas en Internet”**, de quinto año de la carrera Lic. en Informática, en donde los alumnos realizan un trabajo final, basado en el desarrollo de componentes JSF nuevas y *customizadas*.

## 4. INTRODUCCIÓN

### 4.1. ¿QUÉ ES UN FRAMEWORK WEB J2EE?

Un *framework*, es una estructura software compuesta de componentes *personalizables* e intercambiables que permiten desarrollar una aplicación. En otras palabras, un *framework* se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que podemos agregarle algunas piezas para construir una aplicación concreta.

---

<sup>1</sup> API Application Programming Interface, en castellano interface de programación de aplicaciones.

Los objetivos principales de los *frameworks* son: acelerar el proceso de desarrollo, reutilizar código ya existente y promover buenas prácticas de desarrollo como el uso de patrones.

En particular, un *framework web* J2EE, es un conjunto de componentes de software, por ejemplo clases JAVA, descriptores y archivos de configuración en XML, basados en la plataforma J2EE y, que constituyen un diseño reutilizable que facilita y agiliza el desarrollo de sistemas web que se ejecutarán en servidores J2EE.

Los dos *frameworks web* que compararemos en este artículo, responden al patrón de diseño MVC (Modelo Vista Controlador) para web, también conocido como MVC Modelo 2. Básicamente este patrón es una guía para el diseño de arquitecturas de aplicaciones que ofrecen una fuerte interactividad con usuarios. Organiza la aplicación en tres subsistemas separados: el **Modelo** que representa los datos de la aplicación y sus reglas de negocio, la **Vista** formada por un conjunto de pantallas que representa la interfaz de usuario de la aplicación (en web básicamente son formularios HTML de entrada y salida), y el **Controlador** que es el encargado de procesar las peticiones de los usuarios y controlar el flujo de ejecución del sistema. La Figura 1, ilustra las partes que constituyen una aplicación que responde al patrón MVC.

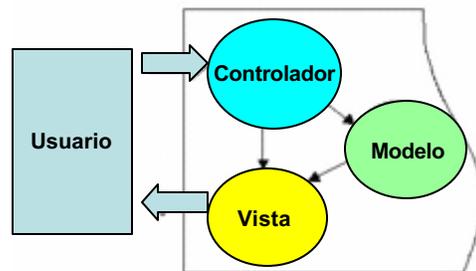


Figura 1. Arquitectura MVC

Los **frameworks web** que se comparan en este artículo, responden al patrón MVC para web y pertenecen a dos familias diferentes: frameworks orientados a la **interfaz de usuario**, como es **Java Server Faces**, y frameworks orientados al **control de eventos de petición**, como es **Struts**.

#### 4.2. FUNDAMENTOS DEL FRAMEWORK STRUTS

Struts es un **framework web J2EE**, de la familia de software libre, implementa el patrón de diseño MVC2 o Modelo 2 y básicamente está construido sobre las tecnologías de Servlets y JSP [Ref 5]. Struts combina Servlets, JSP's, *custom tags* propios y recursos de la aplicación en un único *framework*. Fue creado por Craig McClanahan y forma parte del proyecto Apache Struts, del Apache Software Foundation [Ref.2].

Struts oculta al programador los detalles del protocolo HTTP, JSP, Servlets, etc. Un programador Struts puede desconocer estos nombres, sin embargo tener conocimiento de las tecnologías de base de Struts hace que se puedan hacer soluciones creativas.

El corazón de Struts es el Servlet Controlador (objeto **ActionServlet**), el cual intercepta todos los requerimientos HTTP entrantes, provenientes de los clientes y los delega a un manejador apropiado (objeto **Action**). Para determinar el flujo de la aplicación, es decir, a que Action pasar el requerimiento, hace uso del archivo **struts-config.xml**. El Servlet Controlador, luego recibe las respuestas de los Action y las redirecciona a la vista apropiada (**JSPs**). Para ello, nuevamente consulta un conjunto de mapeos definidos en el archivo de configuración xml.

Por último, existen múltiples objetos ActionForms (subclase de **ActionForm**). Estos objetos son JavaBeans [Ref.6] usados para mantener los datos ingresados por el usuario en las páginas JSP. Un

punto clave del *framework* Struts es que automáticamente llena los objetos **ActionForm** con datos de la petición del usuario.

Si bien Struts está basado en el patrón de diseño MVC2, solo provee componentes para las capas **Vista** y **Controlador**. Las componentes **Actions** y **ActionForms** son neutrales de la **Vista**, con lo cual, Struts puede ser usado con Velocity Templates [Ref.7], XSL [Ref.8] u otras tecnologías de presentación. Struts no provee componentes para el modelo, el cual generalmente se implementa con JavaBeans y EJB, pero esto no es mandatorio, es de **modelo neutral**.

La Figura 2, ilustra las componentes claves del *framework* que participan en una aplicación Struts.

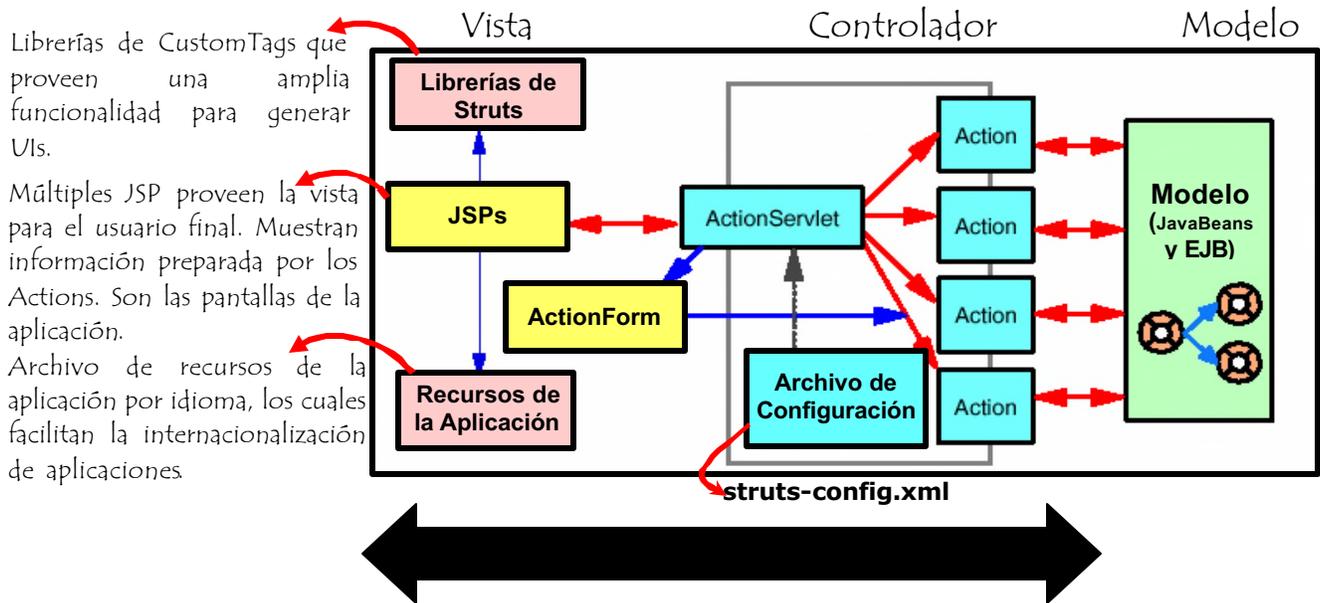


Figura 2. Arquitectura de una aplicación Struts

Struts está soportado en la mayoría de los IDE's JAVA (Integrated Development Environmet) usados en la actualidad: Eclipse (<http://www.eclipse.org/>) mediante plugins específicos, JBuilder (de Inprise), WSAD (de IBM), JDeveloper (Oracle), etc.

### 4.3. FUNDAMENTOS DEL FRAMEWORK JAVASERVER FACES

A diferencia de Struts y de cualquier otro framework web J2EE, **JAVASERVER FACES (JSF)** es el único que tiene una especificación creada por el Java Community Process (JCP) [Ref.9], esto lo transforma en un estándar y como principal consecuencia todas las implementaciones, tanto las de código fuente abierto como las comerciales deben respetarla. Por otro lado, JSF 1.2 [Ref.10], la versión actual del framework, forma parte de la especificación J2EE 5.0 con lo cual todas las implementaciones de servidores J2EE 5.0 lo deben soportar.

**JSF** es un framework web J2EE de la familia de código fuente abierto, server-side, basado en componentes de interfaz de usuario con estado, que facilita y agiliza el desarrollo de aplicaciones web. Los programadores piensan en términos de **componentes de IU (interfaz de usuario)**, **eventos**, y **sus interacciones**. JSF oculta al programador los detalles del requerimiento HTTP, la respuesta HTTP y de *markups* HTML, logrando un estilo de programación similar a la programación de aplicaciones de escritorio, del estilo JAVA Swing, Delphi o Visual Basic [capítulo1, Ref.11].

**JSF** es una tecnología que permite construir aplicaciones web, que soportan diferentes dispositivos como clientes, por ej. teléfonos celulares, agendas, etc., no es una tecnología que soporta solamente clientes web browser, como lo es Struts. **Las componentes de IU son de *display agnóstico*.**

El framework JSF está construido solamente sobre la API de Servlets [Ref.5] y la distribución estándar provee un conjunto de librerías de *custom tags* JSP que permiten incluir las componentes de IU en páginas dinámicas. Sin embargo, es posible utilizar una tecnología de presentación diferente al de cliente web.

La Figura 3, muestra las componentes principales del framework JSF que intervienen en la construcción de una aplicación web J2EE, y también su flexibilidad para aceptar peticiones provenientes de diferentes clientes.

**Librerías de componentes JSF:** están disponibles en las páginas JSF a través de librerías de *custom tags*. Las componentes se incluyen en las páginas JSF mediante los tags JSP declarados en las librerías

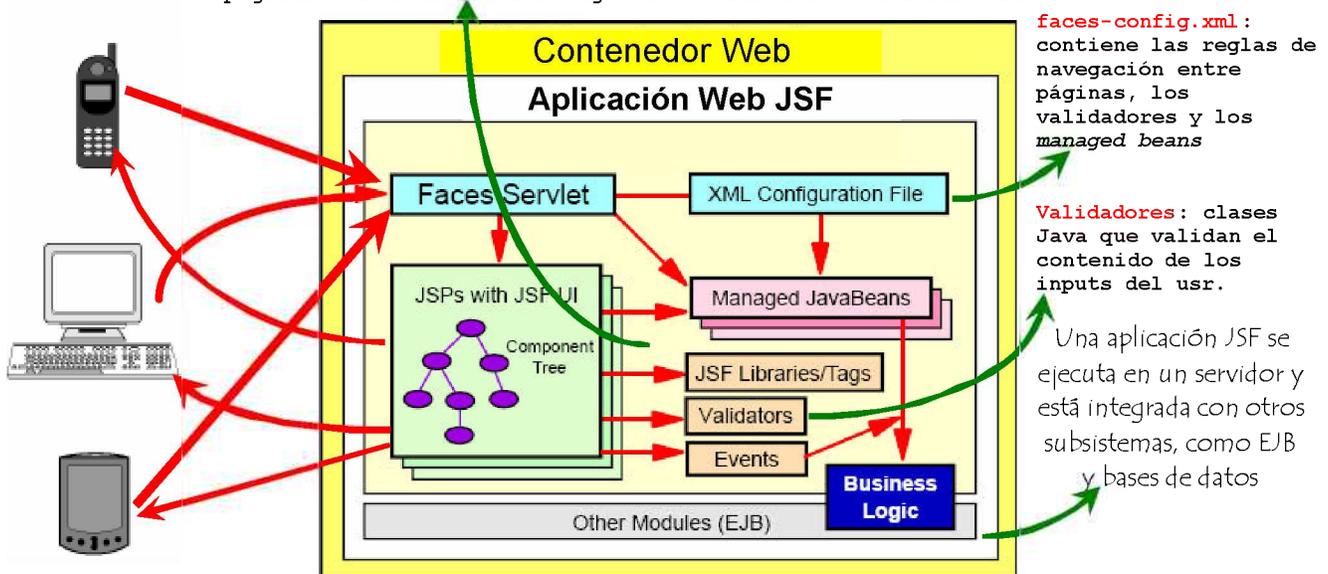


Figura 3. Arquitectura de una aplicación JSF

En forma análoga a Struts, JSF implementa el patrón Front-Controller, que centraliza el manejo de peticiones provenientes de los clientes. En el caso de JSF, este controlador central, es un objeto servlet, llamado **FacesServlet**.

Las aplicaciones JSF se construyen a partir de **componentes de IU**. La distribución estándar de JSF provee un conjunto de componentes básicas como botones, *checkboxlist*, campos de entrada, etc., las que a su vez pueden ser *customizadas*. Las componentes de IU son **orientadas a eventos**, que se generan del lado del cliente y se procesan del lado del servidor, usando el modelo de eventos de la especificación de JavaBeans [Ref.6]. A su vez, las componentes proveen facilidades para **validación de entradas de datos** y **conversión** de objetos.

## 5. STRUTS VERSUS JAVASERVER FACES

### 5.1. MADUREZ

Struts es el framework web J2EE estándar de-facto desde principios del 2000, y ha alcanzado un alto grado de madurez. Tiene una comunidad de desarrolladores muy activa, existe mucha documentación disponible, libros, *mailing-list*, se han escrito centenares de artículos, etc. Las IDEs JAVA más importantes del mercado, lo soportan.

JSF es un framework web J2EE, que ha emergido en el año 2004, cuenta con la ventaja de ser el primer framework J2EE con una especificación que está incluida en la versión actual de J2EE, lo que lo transforma en el primer estándar y de esta manera obliga a todas las implementaciones de servidores J2EE a soportarlo. Sin embargo, aún no se conocen resultados masivos de su uso y es necesario esperar un cierto tiempo para analizar su rendimiento en producción en sistemas de mediana envergadura.

Naturalmente, Struts es el más maduro de los dos frameworks, tuvo una gran aceptación desde su aparición, y en la actualidad sigue evolucionando en dos sentidos, Struts 1 y Struts 2.

## 5.2. DESARROLLO DE PÁGINAS: LA VISTA

Struts cuenta con un conjunto de *custom tags* [Ref. 14] que facilitan la creación de formularios HTML para entrada de datos y que interactúan con los objetos del framework Struts. Provee las mismas funcionalidades que HTML, pero le facilitan al programador la creación de los formularios y la visualización de los errores. Además, la distribución de Struts tiene integrado el framework **Tiles** [Ref. 15] también de código fuente abierto, que a través de plantillas, extiende las capacidades provistas por Struts para la **Vista**. De esta manera, se mejora el *look&feel* de las aplicaciones.

Por otro lado, el único cliente que soporta Struts, es el navegador de web que despliega páginas HTML dinámicas.

La distribución de JSF, cuenta con un conjunto de componentes de IU básicas, que pueden personalizarse y extenderse creando nuevas componentes de interfaz de usuario con soporte de eventos propios (como por ejemplo tablas *ordenables*, que incluyan imágenes, árboles que representan jerarquías, etc).

Básicamente, la arquitectura de una **componente de GUI JSF** está compuesta por un conjunto de clases JAVA: **Componente IU**, contiene los datos y el comportamiento de la componente del lado del servidor; **Render**, contiene el código necesario para desplegar la componente IU y traducir las entradas del usuario en valores que entiende la componente; y **clases utilitarias**, estándares o *customizadas* como Conversores, Validadores y *Listeners* de acciones que pueden asociarse a componentes de IU.

Esta arquitectura flexible y extensible, permite por un lado asociar *renders* diferentes para distintas tecnologías clientes, como teléfonos celulares, PADs, entre otros, además del típico cliente web y, por otro construir interfaces de usuario más ricas. Estas características propias de JSF, son imposibles de lograr en Struts.

## 5.3. FLEXIBILIDAD DEL CONTROLADOR Y MANEJO DE EVENTOS

Struts y JSF implementan el patrón Front-Controller, que centraliza el manejo de peticiones provenientes de clientes. Este objeto está implementado como un servlet *singleton* [Ref.16].

En el caso de Struts, este controlador está implementado respetando el concepto de caja gris<sup>2</sup>, que permite definir puntos de extensión *enchufables* y así proveer un comportamiento particular, por ejemplo para procesar las peticiones y manejar errores. Teniendo en cuenta que en Struts es posible dividir la aplicación en módulos, podrían coexistir distintos objetos que procesen los requerimientos y los errores de manera particular, enchufados al controlador central.

En el caso de JSF, los puntos de extensión tienen una *granularidad* más fina, ya que cada una de las componentes que conforman una página JSF pueden tener asociados comportamientos customizados, entre ellos validaciones, conversiones y procesamientos de eventos.

---

<sup>2</sup> Si bien el Servlet controlador tiene un comportamiento de caja negra, tiene puntos de extensión que permiten especializarla.

JSF agrega muchos beneficios al controlador único, proveyendo la capacidad de manejar múltiples eventos sobre una página, mientras que Struts puede manejar un único evento por página.

#### 5.4 VALIDACIÓN Y CONVERSIÓN DE DATOS

En Struts la validación se hace validando al objeto **ActionForm** completo, que representa todos los campos del formulario de entrada. En cuanto a la conversión de datos, usa la estándar de JavaBeans.

Por otro lado, JSF permite validar individualmente cada componente del formulario. Se puede validar usando los validadores estándares, creando métodos validadores en los *backing beans* o creando clases validadoras especiales (validaciones útiles para casos genéricos).

La conversión de datos, también es de granularidad más fina ya que es posible asociarle conversores específicos a las componentes. La distribución estándar de JSF provee conversores de los tipos de datos más comunes como fechas y monedas, además soporta regionalización. De la misma manera que los conversores, es posible crear conversores especiales.

#### 5.5 NAVEGACIÓN

La navegación es una característica clave de Struts y de JSF. Ambos *frameworks* tienen un modelo de navegación declarativo y definen la navegación usando reglas dentro de un archivo de la configuración XML. Existen dos tipos de mecanismos de navegación: **navegación estática**, cuando una página redirecciona directamente a la siguiente y **navegación dinámica**, cuando cierta acción o lógica determina cuál es la siguiente página. JSF y Struts soportan ambos tipos de navegación.

La navegación en **Struts** está basada en objetos **ActionForward**, son quienes definen “los lugares a donde ir o pasar el control una vez completado el Action”. Son los “links” de la aplicación.

La navegación JSF es manejada por objetos *listeners* de eventos, que procesan los eventos generados por las componentes de IU contenidas en las páginas. Estos *listeners* realizan algún procesamiento y luego devuelven un resultado lógico, que es usado por el sistema de navegación para seleccionar la siguiente página a mostrar.

JSF permite definir un control más fino sobre las reglas de navegación a aplicarse en una página. En **Struts** típicamente una petición se corresponde con una acción y una vez finalizada se aplica una regla de navegación. Sin embargo en **JSF** las acciones se codifican por componente y de esta manera es posible que una página que contiene múltiples componentes defina diferentes acciones por cada una de ellas y a su vez compartan la misma regla de navegación.

### 6. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista las aplicaciones que se pueden construir con ambos frameworks, se puede concluir que **JSF** es un framework mucho más flexible y extensible que **Struts**, pero éste no es ningún accidente, Craig McClanahan, creador de **Struts**, lideró la especificación de **JSF**.

**JSF** está más cerca del verdadero patrón arquitectural MVC, ya que a pesar de trabajar sobre el protocolo sin estado **HTTP** (HyperText Transfer Protocol) mantiene el estado de las componentes de IU en el servidor, posibilitando la creación de aplicaciones orientadas a eventos, con interfaces de alta calidad y usando herramientas para el desarrollo rápido de aplicaciones o RAD (del inglés Rapid Application Development). Mediante la creación de capas de abstracción por encima de la API de Servlets, se logró el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones web, equiparándolo al desarrollo de una aplicación de escritorio en un lenguaje convencional como VisualBasic o Delphi.

Otra de las características atractivas de **JSF** es que es el primer **framework** J2EE con una especificación incluida en la última versión de J2EE, convirtiéndolo en el primer estándar del mercado. Por este motivo, todos los servidores J2EE deben soportarlo y las principales IDEs incluyen herramientas RAD para crear aplicaciones JSF.

Finalmente podemos agregar, que los temas de este artículo son enseñados en la materia “**Java y Aplicaciones Avanzadas en Internet**”, perteneciente al último año de la carrera Licenciatura en Informática, de la Facultad de Informática de la UNLP, momento en que los estudiantes cuentan con una importante formación en OO (Orientación a Objetos) y Java. En consecuencia, los alumnos adquieren criterios para evaluar los distintos **frameworks** de código abierto, que muchos de ellos utilizarán a un futuro cercano.

## 7. REFERENCIAS

- [Ref.1] *Java Platform, Enterprise Edition (Java EE)*, <http://java.sun.com/javaee/index.jsp>.
- [Ref.2] *Apache Struts*, <http://struts.apache.org/>
- [Ref.3] *Struts in Action; Building web applications with the leading Java framework*. Ted N. Husted, Cedric Dumoulin, George Franciscus, David Winterfeldt; ISBN: 1930110502; Manning Publications.
- [Ref.4] *JavaServer Faces*, <http://struts.apache.org/>
- [Ref.5] *Servlets and JavaServer Pages – The J2EE Technology Web Tier* . Jayson Falkner, Kevin Jones; ISBN: 0321136497; Addison-Wesley.
- [Ref.6] *JavaBeans Specification*, <http://java.sun.com/products/javabeans/docs/spec.html>
- [Ref.7] *The Apache Velocity Project*, <http://velocity.apache.org/>
- [Ref.8] *XSL Specification*, <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xsl11-20061205/>
- [Ref.9] *Java Community Process*, <http://jcp.org/en/home/index>
- [Ref.10] *Especificación de JSF 1.2*, JSR 252, <http://jcp.org/en/jsr/detail?id=252>
- [Ref.11] *JavaServer Faces in Action*. Kito D. Mann; ISBN: 1932394117; Manning Publications.
- [Ref.12] *Catálogo de patrones J2EE*,  
<http://java.sun.com/blueprints/corej2eepatterns/Patterns/FrontController.html>
- [Ref.13] *Struts 2*, <http://struts.apache.org/download.cgi#struts206>
- [Ref.14] *HTML Taglib Guides*; [http://struts.apache.org/1.x/struts-taglib/dev\\_html.html](http://struts.apache.org/1.x/struts-taglib/dev_html.html)
- [Ref.15] *Tiles Guide*; [http://struts.apache.org/1.x/struts-tiles/dev\\_tiles.html](http://struts.apache.org/1.x/struts-tiles/dev_tiles.html)
- [Ref.16] *Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software*; Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides; ISBN 0-201-63361-2.

# Substitución de Componentes Software basado en Testing

**Andrés Flores**

*Grupo GIISCo*  
*Departamento de Ciencias de la Computación*  
*Universidad Nacional del Comahue*  
*Neuquen, Argentina*  
Tel. +54 299 4490300 ext. 433  
Fax +54 299 4490313  
Email: [aflores@uncoma.edu.ar](mailto:aflores@uncoma.edu.ar)  
Web: <http://giisco.uncoma.edu.ar>

**Macario Polo**

*Grupo Alarcos*  
*Escuela Superior de Informática*  
*Universidad de Castilla-La Mancha*  
*Ciudad Real, España*  
Tel. +34 926 295300 ext.3747  
Fax +34 926 295354  
Email: [macario.polo@uclm.es](mailto:macario.polo@uclm.es)  
Web: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es>

## Resumen

*Los componentes software permiten la crear aplicaciones a través de ensamblaje, y realizar ajustes y extensión al agregar o cambiar un conjunto de componentes interdependientes. Sin embargo, esta flexibilidad conlleva riesgos sino se administra cuidadosamente, dado que de otra manera se podría incurrir en la introducción faltas (faults) o pérdida de funcionalidad debido a componentes incompatibles. Así, resulta imperativo la verificación de la posibilidad de substitución de componentes software. Por esto estamos desarrollando un procedimiento de evaluación a nivel sintáctico y semántico, donde este último se basa en la aplicación de estrategias de testing y usando herramientas de testing de caja negra, como son JUnit y NUnit para el caso de componentes Java o .Net respectivamente.*

Area: Ingeniería de Software y Base de Datos

*Palabras Clave:* Ingeniería de Software basada en Componentes, Testing de Componentes Software.

## 1. Introducción

Los componentes software permiten que los ingenieros puedan crear aplicaciones a través de procedimientos de ensamblaje, y además realizar ajustes y extender la funcionalidad simplemente agregando o cambiando un conjunto requerido de funcionalidades en la forma de componentes interdependientes. Esta es la razón por la cual existe una gran cantidad de modelos y frameworks de componentes.

Desde el punto de vista de los desarrolladores, la corrección de errores y la actualización resulta más fácil en aplicaciones basadas en componentes que en arquitecturas monolíticas, dado que sólo deben ser reemplazados los componentes afectados y no la aplicación completa.

Sin embargo, esta flexibilidad tiene un cierto precio – el reemplazo (ya sea una nueva versión o una substitución más general) debe ser cuidadosamente administrado, porque de otra manera se podría incurrir en la introducción de un componente incompatible. Las posibles consecuencias de una substitución tal pueden involucrar la inyección de una falta (*fault*) que genere un comportamiento peculiar no inmediatamente distinguible, o bien directamente una pérdida de funcionalidad de la aplicación como un todo.

Es por ello que resulta imperativo el apropiado estudio de técnicas y herramientas para verificar componentes de reemplazo ante la necesidad de sustitución de componentes. A pesar de esto, las soluciones en la industria se basan principalmente en procesos ad-hoc y mayormente manuales [11].

Tanto para arquitecturas software aisladas como para aquellas que conviven e interactúan en alguna infraestructura integradora subyacente, se requiere contar con un Modelo de Aplicaciones que provea la especificación de la arquitectura describiendo los elementos que la conforman, es decir los Modelos de Componentes involucrados. Un Modelo de Componente provee una definición para instanciar un componente junto con los aspectos de composición, los cuales describen interacciones estándar e interfaces no ambiguas [5,8,9].

Para asegurar que un componente de reemplazo dado es el adecuado con respecto a un Modelo de Aplicación, se necesita por lo tanto realizar una evaluación de su Modelo de Componente. Para ello presentamos un procedimiento de evaluación que toma aspectos funcionales de los componentes y los compara con la especificación provista por el Modelo de Aplicación.

El primer paso en la evaluación es analizar los servicios del componente a nivel sintáctico, que permite descubrir casos de incompatibilidad y por lo tanto ayuda a reducir el tiempo global del proceso de evaluación [6,3]. El segundo paso se enfoca en el comportamiento del componente a un nivel semántico. Para esto analizamos los datos de entrada y salida, y cómo se produce la transformación de datos – es decir, la conversión de datos de dominio en datos del rango [1] – lo cual ayuda a deducir la funcionalidad interna que oculta el componente. El procedimiento está basado en la aplicación de estrategias de testing por medio del uso de herramientas de testing de caja negra ampliamente conocidas.

En un trabajo previo [7] hemos desarrollado un Meta-Modelo cuyo propósito es la generación de Casos de Test, los cuales son luego ejercitados por medio de las herramientas JUnit o NUnit para el caso de componentes Java o .Net respectivamente. En esta instancia, realizamos la aplicación de ese modelo en la evaluación semántica de componentes, considerando que los casos de test pueden ser generados en función de una versión Java o .Net del Modelo de Componente requerido. El enfoque se ajusta al aspecto de *facilidad de observación* que se corresponde a la cualidad de facilidad de testing. La facilidad de observación trata con la posibilidad de observar el comportamiento de un componente de acuerdo a su comportamiento operacional y a sus salidas en función de sus entradas [4,2].

El análisis sintáctico no solamente verifica una compatibilidad de interfaz, sino también permite obtener una colección de posibles correspondencias entre servicios del componente de reemplazo y aquel que debe ser substituido (componente de referencia). Tal correspondencia de servicios será usada para generar drivers que ejecuten casos de test que hubieren sido generados para el componente de referencia (a ser substituido). De esta manera estamos en presencia de un modelo de análisis mutacional o en particular de perturbación de la interfaz. Tal análisis podría ser incluso mejorado por medio de una perturbación de los parámetros incluidos en la signatura de los servicios.

Al efectuar la ejecución de los casos de test sobre los drivers generados se podrían obtener tres conjuntos de acuerdo a los resultados obtenidos: (1) drivers con todos los resultados fallidos, (2) drivers con una cierta cantidad de resultados exitosos, y (3) drivers con todos los resultados exitosos. El primer caso tiene el beneficio de descartar tales drivers o mutantes, el segundo caso debe ser analizado de acuerdo al porcentaje de éxito, y el tercer caso se esperaría que el conjunto tuviera un únicamente miembro, para así obtener la correspondencia esperada entre los servicios del componente de referencia y el de reemplazo. De esta manera luego se puede fácilmente generar un wrapper adaptador para el componente de reemplazo, de manera que aquellos que interactuaban con el componente de referencia, ahora puedan hacerlo con el de reemplazo con mínimos o ningún cambio.

En esta instancia nos encontramos desarrollando funcionalidad para mejorar la evaluación sintáctica y permitir la generación de los drivers con la permutación de la interfaz. Luego de ello, procederemos a

la experimentación para obtener resultados que nos permitan establecer adecuados umbrales de compatibilidad.

## 2. Agradecimientos

Este trabajo está financiado por los siguientes proyectos: CyTED-CompetiSoft (506AC0287), UNCo-MPDSbC (04-E059), UCLM-CALIPSO (TIN2005-24055-E), y UCLM-ESFINGE (TIN2006-15175-C05-05)

## 3. Referencias

1. Alexander, R. and Blackburn, M. *Component assessment using specification-based analysis and testing*, Technical Report SPC-98095-CMC, Software Productivity Consortium, Herndon, Virginia, USA, 1999.
2. Cechich, A., Piattini, M. and Vallecillo, A. *Component-based Software Quality: Methods and Techniques*, LNCS 2693, Springer-Verlag, 2003.
3. Flores, A. and Polo, M. *An Approach for Application Suitability on Pervasive Environments*, in: *3rd IWUC'06, held during ICEIS'06*, Paphos, Cyprus, 2006, pp.71-78.
4. Freedman, R. S., *Testability of Software Components*, Transactions on Software Engineering 17, pp. 553-564, 1991.
5. Heineman, G. and Council, W. *Component-Based Software Engineering - Putting the Pieces Together*, Addison-Wesley, 2001.
6. Polo, M. and Flores, A. *Towards Run-time Component Integration on Ubiquitous Systems*, in: *3rd MSVVEIS'05, held during ICEIS'05*, Miami, Florida, USA, 2005, pp. 9-18.
7. Polo, M., Tendero, S. and Piattini, M. *Integrating Techniques and Tools for Testing Automation*, InterScience: Journal of Software Testing, Verification and Reliability 16, pp. 1-37, 2006. <http://www.interscience.wiley.com>.
8. Warboys, B., Snowdon, B., Greenwood, R., Seet, W., Robertson, I., Morrison, R., Balasubramaniam, D., Kirby, G. and Mickan, K. *An Active-Architecture Approach to COTS Integration*, IEEE Software, pp. 20-27, 2005.
9. Szyperski, C. *Component Software Beyond Object Oriented Programming*, Addison-Wesley, 1998.
10. Chaki, S., Clarke, E., Sharygina, N., Sinha, N. *Verification of Evolving Software via Component Substitutability Analysis*. Technical Report CMU/SEI-2005-TR-008, Carnegie Mellon University December 2005.
11. Brada, P., Valenta, L. *Practical Verification of Component Substitutability Using Subtype Relation*, EUROMICRO-SEAA'06, 32nd Conference on Software Engineering and Advanced Applications, Dubrovnik, Croatia, August 29-September 1.

## Técnicas de preprocesamiento para mejorar la calidad de los datos en un estudio de caracterización de ingresantes universitarios

Dapozo, Gladys; Porcel, Eduardo; López, María V.; Bogado, Verónica  
Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura  
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio N° 1449. CP 3400. Corrientes. Argentina.  
TE: (03783) 423126 - (03783) 473930 Fax  
{gndapozo, eporcel, mvlopez}@exa.unne.edu.ar; vro.s.bg@gmail.com

### RESUMEN

El estudio del gran volumen de información que se obtiene de los alumnos que ingresan a la universidad permitirá lograr una caracterización de los mismos. Esto servirá de punto de partida para relacionar estos datos con otras variables que contribuyan a identificar situaciones o factores que estén relacionados con el bajo rendimiento académico de los estudiantes en el primer año de carrera universitaria. Para este propósito, se han aplicado técnicas de minería de datos mediante una herramienta de software libre. Sin embargo, a través de las pruebas realizadas, se ha detectado una gran cantidad de datos inconsistentes, incoherentes y, principalmente, faltantes. Debido a esto, se propone analizar, en profundidad, las técnicas de preprocesamiento de datos disponibles en los programas que implementan técnicas de *datamining* con el fin de incrementar la calidad de los datos previo a su procesamiento, principalmente, y por otra parte, detectar posibles dificultades de interpretación de los requerimientos del formulario diseñado para recabar la información por parte de los aspirantes a ingresar a la universidad.

**Palabras clave:** Minería de datos. Técnicas de preprocesado de datos. Herramienta de software libre. Rendimiento académico de alumnos universitarios.

### INTRODUCCIÓN

La preocupación por el desempeño de los alumnos de primer año de carrera universitaria, que surge de los desfavorables indicadores de desgranamiento, abandono y rendimiento académico, ha llevado a las universidades del país a investigar sobre las causas que subyacen en esta problemática. La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) no es ajena a esta situación. En este sentido, ha realizado varios estudios con el objeto de aportar información que contribuya a configurar un cuadro de situación al interior de la institución [1] [2]. La Facultad de Ciencias Exactas de la UNNE, con una matrícula de más de 6.000 alumnos, de los cuales el 30% corresponde a la Licenciatura en Sistemas de Información, no escapa a la realidad descrita anteriormente. En esta Facultad, el Grupo de investigación en Matemática Aplicada a la Investigación Educativa, ha venido realizando desde el año 2000, trabajos de investigación que se han publicado en distintas revistas científicas y presentado, entre otros congresos, en las Reuniones Científicas que cada año organiza la Universidad, y que pueden consultarse en su página Web<sup>1</sup>. Como subproyecto de este proyecto macro, se pretende abordar el análisis de los datos a través de técnicas de minería de datos. Un trabajo previo de los autores [3], dejó al descubierto las debilidades en cuanto a la calidad y completitud de los datos y la necesidad de estudiar también, en función de los resultados, la eficiencia del formulario diseñado para recabar los datos de los ingresantes.

La minería de datos puede ofrecer para esta problemática planteada una gran variedad de métodos estadísticos y computacionales para investigar la existencia de relaciones y patrones de comportamiento en datos almacenados electrónicamente. Estas relaciones o patrones emergentes pueden sugerir explicaciones causales que puedan ser verificadas posteriormente o bien pueden sugerir estrategias de acción para lograr ciertos objetivos de cambio [4].

---

<sup>1</sup> <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/presentacion.php>

Antes de aplicar cualquier técnica de minería de datos es preciso realizar un análisis previo de los datos de que se dispone.

La primera tarea que se suele abordar es el análisis exploratorio y gráfico de los datos. La mayoría del software estadístico dispone de herramientas que aportan técnicas gráficas preparadas para el examen de los datos que se ven mejoradas con medidas estadísticas más detalladas para su descripción. Estas técnicas permiten el examen de las características de la distribución de las variables implicadas en el análisis [5].

La segunda tarea es el análisis de los datos ausentes. Cualquier recogida y proceso de datos presenta problemas que van a impedir obtener información de algunos de los elementos de la población en estudio, como las negativas a colaborar, las ausencias de los encuestados en el momento de la toma de datos, la inaccesibilidad de algunos elementos o los errores en los instrumentos de medida. El analista deberá identificar la presencia de datos ausentes y llevar a cabo las acciones necesarias para intentar minimizar sus efectos [5].

Las posibles soluciones para el problema de los valores faltantes son: a) Ignorar: Algunos algoritmos son robustos a datos faltantes (ej: árboles de decisión); b) Eliminar/Reemplazar toda la columna: Si hay muchos valores faltantes no nos servirá. A veces se puede “rehacer” a partir de otra/s columnas dependientes; c) Eliminar la Fila: Si tenemos muchas instancias con valores faltantes, nos quedamos sin ejemplos; d) Reemplazar el Valor por la media, varianza o moda o bien predecirlo [6].

La tercera tarea es la detección de valores atípicos, que también suelen denominarse *outliers*. Se trata de detectar la existencia de observaciones que no siguen el mismo comportamiento que el resto. Los casos atípicos suelen deberse a errores en el procedimiento a la hora de introducir los datos o de codificarlos. Una vez detectados los casos atípicos el analista debe saber elegir con criterio entre eliminarlos del análisis o evaluar toda la información incluyéndolos [5].

Existe una primera categoría de datos atípicos formada por aquellas observaciones que provienen de un error de procedimiento, por ejemplo un error de codificación, error de entrada de datos, etc. Estos datos atípicos, si no se detectan mediante filtrado, deben eliminarse o recodificarse como datos ausentes. Una segunda categoría de casos atípicos contempla aquellas observaciones que ocurren como consecuencia de un acontecimiento extraordinario existiendo una explicación para su presencia en la muestra. Éstos generalmente se retienen en la muestra, salvo que su significancia no sea relevante. Una tercera categoría de datos atípicos comprende las observaciones extraordinarias para las que el investigador no tiene explicación, las cuales normalmente se eliminan del análisis. Una cuarta categoría de casos atípicos la forman las observaciones que se sitúan fuera del rango ordinario de valores de la variable. Suelen denominarse valores extremos y se eliminan del análisis si se observa que no son elementos significativos para la población. Las propias características del caso atípico, así como los objetivos del análisis que se realiza, determinan los casos atípicos a eliminar [5].

Para detectar valores atípicos resulta útil hacer uso de los histogramas. La forma de detectarlos y las medidas a tomar dependen mucho del dominio.

Las posibles soluciones al problema de los valores erróneos son: a) Ignorar: Algunos algoritmos son robustos; b) Eliminar la columna; c) Eliminar la fila; d) Reemplazar el valor por: nulo, máximo o mínimo; e) Discretizar y hacer que los anómalos sean “muy alto” o “muy bajo” [6].

Por otra parte, siguiendo esta línea de trabajo, se ha diseñado e implementado un *datawarehouse* (almacén de datos) que integra toda la información sistematizada de los alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FACENA) de la UNNE. El mismo contiene los datos de todas las actividades académicas de los alumnos, como asignaturas cursadas y rendidas, trámites de reinscripción y readmisión, reconocimiento de materias y datos del egreso o trámite de graduación [7]. Esta base de datos permitirá realizar diferentes análisis orientados al seguimiento de los alumnos en función de esta caracterización inicial.

**El objetivo de este trabajo es lograr, a través de técnicas de preprocesamiento de datos, mejorar la calidad de los datos correspondientes a los alumnos ingresantes a la FACENA-UNNE, utilizando herramientas de software libre.**

## METODOLOGIA

La metodología dentro de la fase de preparación de los datos no está estandarizada, existen varias versiones según los autores. Para este trabajo se seleccionó la descrita en [9] que está compuesta por tres etapas principales, las cuales se dividen en otras subetapas de propósito específico:

### **Etapas 1. Selección de datos**

Se utilizarán los datos de los alumnos provenientes del denominado Sistema de Ingreso de Alumnos de la UNNE. Este sistema incluye un formulario, en el cual los aspirantes a ingresar a la universidad hacen constar, además de sus datos de identificación personal, sus principales antecedentes sociodemográficos tales como edad, sexo, estado civil, lugar de procedencia y de residencia y sus antecedentes educacionales tales como tipo de título y de colegio de nivel medio del cual provienen, así como el nivel educativo alcanzado por los padres y el tipo de trabajo y categoría ocupacional de los mismos. Este formulario es único para toda la universidad, se completa y registra en la base de datos de cada Facultad y se centraliza posteriormente, al cierre del período de inscripción, en la base de datos de la Secretaría de Planeamiento de la UNNE, la cual distribuye luego estos datos a los investigadores que los requieran.

Un punto importante relacionado con esta información tiene que ver con la modalidad de registro de los datos a través del formulario a llenar por los alumnos, quienes en general completan la ficha sin ningún tipo de asesoramiento especializado, y esta situación deja librada a su comprensión las consignas ó códigos establecidos en dicho formulario.

### **Etapas 2. Preprocesado de Datos**

- **Integración de Datos:** Los datos, si bien corresponden a la misma información, presentan formatos diferentes en los diferentes períodos de tiempo, debido a modificaciones del instrumento de recolección (formulario), de manera que deberán ser sometidos a un proceso de integración y unificación de conceptos.
- **Reconocimiento y Limpieza de Datos:** Este paso tiene como objetivo reducir el ruido y las inconsistencias. Para ello, se seleccionará un resumen (muestra) de los datos, pudiendo de esta forma interpretar la validez de algún valor para algún atributo y mejorar la calidad de los datos. En el presente trabajo resulta interesante estudiar la cantidad de datos nulos y los *outliers* (datos erróneos), con el fin de reducir las posibilidades de error cuando sean procesados por el algoritmo de minería. Se aplicarán y analizarán las técnicas que facilitan el reconocimiento y limpieza de los datos que provee la herramienta seleccionada (Weka), siendo algunas de éstas las que se explican brevemente a continuación.
  - Tablas de Resumen de Atributos: En Weka denominada Relación Actual, es una relación (tabla) que contiene todos los datos necesarios, considerados relevantes para el estudio.
  - Resúmenes de Estadísticas: La herramienta proporciona un resumen de las estadísticas para el atributo que se está evaluando: porcentaje de instancias con valores nulos, cantidad de diferentes valores para el atributo, cantidad de instancias que tienen un valor único para ese atributo (diferente de las demás instancias).
  - Diagramas: Se emplea un diagrama de barras segmentadas para poder visualizar cada valor distinto del atributo y la cantidad de instancias que presentan este valor.

### **Etapas 3. Selección de Características**

- **Transformación de Datos:** Consiste en la normalización de los mismos. Este paso implica la transformación del tipo de algunos atributos, en caso que fuera necesario, teniendo presente que convertir el tipo de un atributo a otro puede cambiar la semántica de dicho atributo. Este paso está muy ligado al algoritmo que procesará los datos para obtener conocimiento. Algunas

técnicas comúnmente usadas son: discretización y escalado y centrado (estandarización). La técnica a usar en este paso para el presente trabajo quedará sujeta a la técnica de minería seleccionada posteriormente.

- **Reducción de Datos:** En este paso se disminuye el tamaño de los datos, eliminando características redundantes.
  - Selección/Extracción de Atributos: Existen varias técnicas para llevar a cabo la tarea de selección de los atributos relevantes como ser: Métodos Basados en Filtros, mediante los cuales se filtran los datos antes de ser procesados por el algoritmo, y Métodos Basados en Wrappers, que seleccionan los atributos en función de la calidad del modelo de minería asociado a los atributos utilizados.  
La extracción de atributos puede ser vista como una proyección del espacio de estudio, ya que permite transformar el espacio de atributos, obteniendo otro espacio de atributos que represente la misma información de diferente manera.
  - Construcción de Atributos: Si se presentan patrones complejos en los datos se construirá un atributo sencillo de interpretar por el algoritmo. Para realizar esta tarea se pueden recurrir a diferentes técnicas: construcción guiada por los datos, por el modelo ó por el conocimiento.

Esta última etapa se realizará cuando se haya analizado y seleccionado algunas de las técnicas de extracción de conocimiento que se adapten al lote de datos, ya que ésta puede que requiera la aplicación de alguna técnica particular para cada subetapa mencionada.

Las técnicas de preprocesamiento de datos a utilizar son las que provee la herramienta Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) de la Universidad de Waikato, software que se encuentra de manera gratuita en el sitio oficial de esta institución en Internet y contiene múltiples algoritmos para la aplicación de técnicas supervisadas y no supervisadas [8].

## OBJETIVOS PROPUESTOS

Este subproyecto tiene los siguientes objetivos:

- Incrementar la calidad de los datos de los alumnos de la FACENA correspondientes a los años de ingreso 2000 al 2005.
- Mejorar los resultados descriptivos en cuanto a la caracterización de los ingresantes respecto de datos generales: género, edad, estado civil, situación laboral, lugar de procedencia, nivel educativo previo y nivel socioeconómico y nivel educativo de sus padres.
- Seleccionar las variables del formulario de ingreso, que resulten relevantes para ser incluidas en modelos matemáticos que permitan analizar su influencia sobre otras variables (extraídas de otros estudios dentro del contexto del proyecto macro), tales como los hábitos de estudio y los conocimientos matemáticos previos de los ingresantes.
- Incorporar la información depurada de los ingresantes de la FACENA al *datawarehouse* que contiene toda la información sistematizada de las actividades de los alumnos regulares de la Facultad, especialmente adaptada para los propósitos de estudio de la problemática de los factores asociados con el bajo rendimiento académico de los alumnos. Esta incorporación permitirá ampliar el espectro de análisis y cruce de variables.
- Informar, si fuera necesario, a las autoridades competentes de la UNNE, acerca de la eficiencia del formulario diseñado para la recolección de datos de los ingresantes, a fin de mejorar la comprensión de las consignas por parte de los alumnos.

## CONCLUSIONES

Los resultados que se obtengan de este subproyecto permitirán, por un lado, contribuir a brindar más información respecto de la problemática objetivo del proyecto en cuyo contexto se actúa. Esta información podrá orientar decisiones o acciones concretas destinadas a mejorar los preocupantes índices de desgranamiento, abandono y bajo rendimiento de los alumnos en el primer año de universidad.

Por otra parte, se pretende incrementar el conocimiento sobre las distintas técnicas de preprocesamiento de datos, dada la importancia que tiene esta etapa en la aplicación de minería de datos o en cualquier otro tipo de análisis de información, como así también, verificar las posibilidades reales de las herramientas de software libre para el análisis de grandes volúmenes de datos.

Finalmente, otro propósito fundamental está relacionado con la formación de recursos humanos. Se trata de consolidar el equipo de trabajo en esta temática de la Informática y de la Estadística, para avanzar posteriormente hacia aplicaciones de minería de datos en el área de las empresas privadas o estatales que se caracterizan por un importante grado de informatización y que, en general, no aprovechan en su totalidad el gran volumen de datos existentes, para obtener mayor conocimiento de sus actividades que permitan orientar en forma más eficiente las acciones en pro de sus objetivos institucionales.

## REFERENCIAS

[1] Ojeda, Gabriel Eduardo. "La Secretaría General de Planeamiento y la Investigación educativa" en <http://eluniversitario.unne.edu.ar/2004/44/pagina/01informeespecial02.htm> visualizado el 14/02/2007.

[2] Foio, Socorro. "El perfil socioeconómico de los ingresantes en la UNNE y su relación con la deserción en el primer año, la retención y el rendimiento académico" en [http://www.unne.edu.ar/Web/estadistica/temainterres/Texto/Inf\\_Ingres/inf\\_ingres.htm](http://www.unne.edu.ar/Web/estadistica/temainterres/Texto/Inf_Ingres/inf_ingres.htm) visualizado el 14/02/2007.

[3] Dapozo, G., Porcel, E., López, M., Bogado, V., Bargiela, R., "Aplicación de minería de datos con una herramienta de software libre en la evaluación del rendimiento académico de los alumnos de la carrera de Sistemas de la FACENA-UNNE". Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC) ISBN 950-9474-35-5. Universidad de Morón. 2006.

[4] Sananes, Marta; Torres, Elizabeth; Sinha, Surendra P. y Nava Puente, Luis. "Búsqueda y caracterización de subgrupos de pobreza mediante la aplicación de algunas técnicas de minería de datos". Instituto de Estadística Aplicada y Computación, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Escuela de Estadística, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

[5] Pérez López, C. "Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS". Editorial Pearson Prentice-Hall. Madrid. España . pp 21-22, 39-40, 48. 2004.

[6] Cortizo Pérez, J. C. "Preprocesado de datos". D. Sistemas Informáticos. Esc. Superior Politécnica. Universidad Europea de Madrid. AINetLab (AINetSolutions). <http://www.ainetsolutions.com>

[7] Dapozo, G., Porcel, E. "Metodología de integración de datos para apoyar el seguimiento y análisis del rendimiento académico de los alumnos de la FACENA". Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE 2005. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/8-Exactas/E-032.pdf>.

[8] Machine Learning Project at the Department of Computer Science of The University of Waikato, New Zealand. <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

[9] Gustavo González Sánchez, Sonia Delfín Ávila, Josep Lluís de la Rosa. Preprocesamiento de bases de datos masivas y multi-dimensionales en minería de uso web para modelar usuarios: comparación de herramientas y técnicas con un caso de estudio Institut d'Informàtica i Aplicacions, Agents Research Lab, Universidad de Girona, España. [http://eia.udg.es/~gustavog/esp/publicaciones/cedi2005\\_gustavo\\_sonia\\_published.pdf](http://eia.udg.es/~gustavog/esp/publicaciones/cedi2005_gustavo_sonia_published.pdf)

**“Tecnología para la enseñanza de bases de datos :  
Una herramienta para el modelado de datos:  
Powermodeller”**

**Carlos D. San Martín      Maximiliano A. Franco      Marcelo D. Vinjoy**  
**Email: {csanmartin, mfranco, mvinjoy}@unimoron.edu.ar**

Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas  
Especiales (FICCTE)  
Universidad de Morón  
Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina Tel.: 54-11-5627-2000 (int. 272) - Fax:  
54-11-5627-2002

## 1. CONTEXTO

Este trabajo propone la construcción de una herramienta para ser utilizada en el proyecto denominado “Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón (TEBDUM) de la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales (FICCTE), que consiste en crear un entorno de desarrollo enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos, y surge ante la necesidad de contar con un conjunto de herramientas automatizadas que permitan al alumno adquirir y afianzar los conocimientos en el área de las bases de datos, abarcando todos los pasos para la creación de una base de datos eficiente.

## 2. RESUMEN

**Powermodeller** es una herramienta concebida con el objetivo de proporcionar un entorno de aprendizaje en el diseño eficiente de bases de datos. Relacionales , Objeto-Relacionales y Orientadas a Objetos) La herramienta está siendo desarrollada para ser ejecutada en una plataforma .NET utilizando el lenguaje de programación C#.

Los objetivos planteados en su desarrollo son:

1. Cubrir las etapas de análisis conceptual, diseño lógico y diseño físico
2. Amigable interfaz gráfica
3. Incorporación de validación de esquemas ER
4. Generar documentación del diseño en soporte visual e impreso
5. Incorporación de algoritmos y reglas para refinamiento del diseño
6. Proveer ingeniería inversa de datos, construyendo el diagrama ER a partir de un script de la base de datos
7. Reutilización de diseños obtenidos

**Palabras clave:** *bases de datos, diseño lógico, diseño físico, documentación, algoritmos, esquemas eficientes*

### 3. INTRODUCCIÓN

A partir de los años setenta comienzan a aparecer metodologías y técnicas destinadas a ofrecer soporte al desarrollo de los sistemas de información.

Con el advenimiento de las herramientas **CASE** (*Computer Aided Software/System Engineering*) la automatización de algunas etapas del ciclo de vida es posible.

En la actualidad existen herramientas generales que incluyen junto a técnicas para el desarrollo de procesos, otras para el diseño de bases de datos.

Las herramientas comerciales de uso específico en el diseño de bases de datos son desarrolladas por los fabricantes de sistemas de gestión de bases de datos, y se integran con otras herramientas y lenguajes generadores de código. Éstas suelen no asistir al diseñador durante el proceso de integración.

Los **prototipos de investigación** resultan ser los más completos al momento de asistir al diseñador, pero lamentablemente no cuentan con el soporte y la documentación adecuada.

Entre las deficiencias de las herramientas CASE para el diseño de bases de datos podemos citar:

- Ausencia de modelado de restricciones (algunas sólo se limitan a soportar las cardinalidades)
- No ofrecen medidas de rendimiento
- Los gráficos carecen de semántica, aunque “provean” una gran cantidad de gráficos distintos con una gran cantidad de notaciones.

Cabe reproducir lo señalado en GOTTHARD *et al.* (1992), “ *todos estos entornos sufren de las mismas debilidades que los entornos de diseño de otras áreas, enfatizan la mecanización del trabajo rutinario y tedioso como el dibujo..., pero*

*dan poco soporte a los procesos creativos y de toma de decisiones”.*

TEBDUM (Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón), es el entorno enfocado a la enseñanza del diseño de bases de datos que pretendemos contemple la siguiente arquitectura:

- Modelado Conceptual
- Modelado ER Extendido
- Validación esquemas ER Extendido
- Obtención de esquemas Relacionales
- Restricciones de Integridad
- Generación de Dependencias Funcionales a partir del modelo ER
- Normalización de Esquemas relacionales
- Modelado OO
- Obtención de esquemas OO

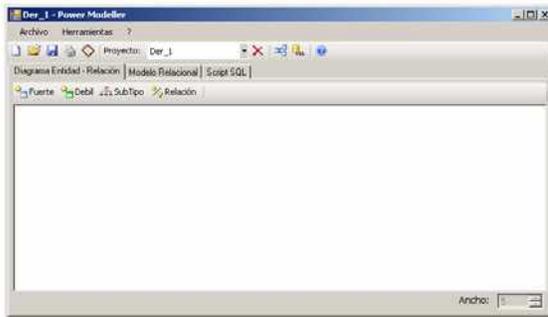
### 4. RESULTADOS OBTENIDOS

**Powermodeller** es una herramienta CASE diseñada para el modelado de datos, utilizando los objetos del Modelo Entidad Relación Extendido de Teorey, Yang y Fry.

La herramienta debe ser ejecutada en una plataforma .NET utilizando el lenguaje de programación C#.

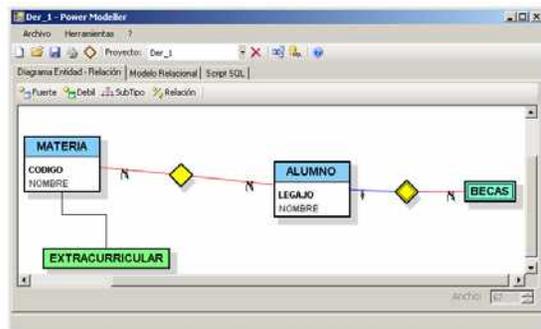
Genera de forma automática el Modelo-Relacional (MR) y el script SQL necesario para la creación de tablas y sus correspondientes restricciones.

Cuenta con una interfaz amigable y sencilla para realizar el DER y las tareas complementarias necesarias.

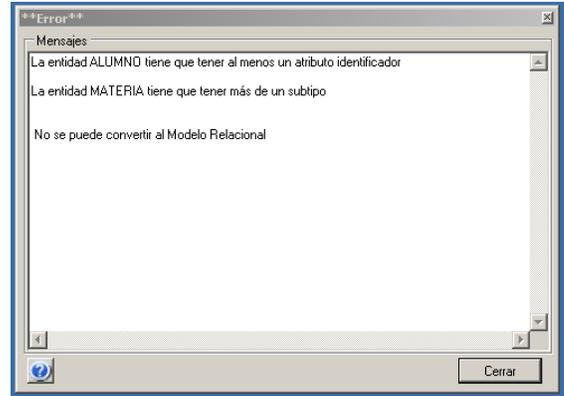


La herramienta permite crear los objetos: Entidades Fuertes, Entidades Débiles, Subtipos, y Relaciones con sus diferentes grados y cardinalidades.

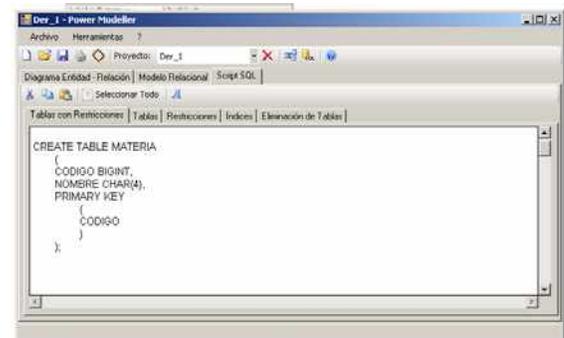
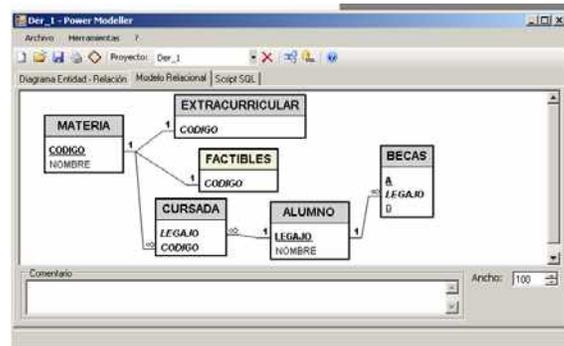
Asigna distintos colores a los objetos para diferenciarlos “visualmente” con mayor facilidad.



Antes de generar el Modelo Relacional, se realiza una validación del DER, para comprobar si su construcción responde a los criterios preestablecidos (validación). Si se produce un “error”, se muestra por pantalla y se indican sus correcciones.



Efectuadas las correcciones “sugeridas” por la herramienta, se procede a generar el Modelo Relacional y el posterior Script.



## 5. TRABAJOS FUTUROS

El grupo de docentes y alumnos que se encuentran desarrollando el entorno **TEBDUM** (Tecnología para la enseñanza de bases de datos de la Universidad de Morón de la Facultad de Informática, Ciencias de la Comunicación y Técnicas

Especiales (FICCTE), actualmente está abocado a la integración de powermodeller con una aplicación que analiza en que forma normal se encuentran los esquemas, utilizando los algoritmos conocidos de la teoría de las dependencias funcionales.

Asimismo, se están desarrollando aplicaciones para proveer ingeniería inversa de datos, construyendo el diagrama ER a partir de un script de la base de datos .

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Teorey, Yang, Fry “A Logical Design Methodology for Relational Databases Using the Extended Entity-Relationship Model Computing Surveys, Vol. 18, No. 2, June 1986
- [2] Chen, P.; “The Entity-relationship Model: Toward a Unified View of Data” ACM Transactions on Database Systems. 1(1), pp. 9-36.1976.
- [3] Chen, P.; “The Entity/Relationship Model: A bases for the enterprise view of data” AFIPS Conference Proceedings, Vol. 46. 1977.
- [4] Codd, E.; “The Relational Model for Database Management” Version 2. Addison Wesley Publ.Co, Reading, MA. 1990.
- [5] Connolly, T.; Begg, C.; Strachan, A.; “Database systems: A practical approach to design, implementation and management” 2Ed. Addison Wesley. 1999.
- [6] De Miguel, A.; Piattini, M.; Marcos, E. “Diseño de Bases de Datos Relacionales”. Alfaomega –RaMa. 2000.
- [7] Elmasri, R. & Navathe, S.; “Fundamentals of Database Systems”. Addison-Wesley, 3Ed. 2000.
- [8] Teorey, T. J.; “*Database Modeling and Design: The Entity-Relationship Approach*”. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California. 1990.
- [9] Date, C. “Sistemas de Bases de Datos 7ma Ed. Prentice Hall. . 2001
- [10] Elmasri, R. “The category Concept: An extensión to the ER Model” Data & Knowledge Engineering, vol I pp. 75-116”
- [11] Ullman J.D. “Principles of database and Knowledge Base Systems. Computer Science Press 1990
- [12] Ullman J.D. “Principles of Database Systems. Computer Science Press 1982

# UML y REDES DE PETRI EN LA EVALUACION DE PERFORMANCE DE SISTEMAS

**Santiago Pérez, Mario Distefano, Antonio Paseo, Atilio Ranzuglia**

{santiagocp, mdistefa, apasero, aranzuglia}@frm.utn.edu.ar

*MIP*

*(Grupo de Modelos Industriales Paralelos)*

*Facultad Regional Mendoza,*

*Universidad Tecnológica Nacional*

*Mendoza Argentina*

*0261-4239119 (int. 176)*

## I) Resumen

En el estudio de la Ingeniería de Software se ha destinado un gran esfuerzo por parte de distintos grupos de investigación, para incorporar a las especificaciones de software, ciertos atributos no funcionales relacionados con la performance, tiempo, fiabilidad, planificación, entre otros. Específicamente, debido al vacío importante entre el diseño de software y el análisis de performance, la Ingeniería de Performance de Software (SPE-Software Performance Engineering [1]) considera el análisis cuantitativo de la conducta de los sistemas de software, desde las fases iniciales de desarrollo. Varios lenguajes han sido propuestos para tal fin, y existen trabajos proponiendo especificar performance a partir del lenguaje de modelado UML [2]. Estos esfuerzos han llevado a la adopción del perfil de UML para la planificación, performance y comportamiento temporal del software UML-SPT [3], teniendo en cuenta también que el lenguaje UML progresivamente se ha convertido en un estándar universal para la modelación de software. Es un lenguaje semiformal y está respaldado por el Object Management Group (OMG)[4]. La especificación de performance de software con un lenguaje semiformal como UML, requiere su integración con un formalismo de modelación de performance, como las Redes de Petri Estocásticas Generalizadas (GSPN-Generalize Stochastic Petri Nets [5][6]). Sobre esta base, se puede construir una herramienta CASE que permita el traslado de los diagramas UML a GSPN, y a partir de ello, la evaluación de performance de sistemas. Se toma como antecedente, el plug-

in ArgoSPE [7] sobre ArgoUML [8] de la Universidad de Zaragoza (España), que genera archivos de GSPN en el formato de la herramienta de simulación y análisis de performance GreatSPN [9] de la Universidad de Turín (Italia).

Se describen estas herramientas y su necesidad para la evaluación de performance de sistemas.

## II) Introducción

El diseño e implementación de sistemas complejos, en general, es una difícil tarea de ingeniería. En los últimos años, la modelación, validación, evaluación de performance e implementación de tales sistemas ha sido fortalecida con la ayuda de modelos formales.

Las GSPN son un adecuado paradigma formal para soportar el ciclo de vida completo de un sistema de evento discreto complejo. Han sido usadas para la modelación y la evaluación de sistemas de fabricación flexibles, arquitecturas multiprocesador, sistemas de comunicación, y también para la escritura de programas concurrentes eficientes y confiables.

En las aplicaciones de sistemas de software, los requerimientos funcionales son obviamente importantes, pero no son los únicos. Los objetivos de performance son también importantes. Es decir, el grado en que un sistema de software satisface sus objetivos de tiempo, aspecto que se vuelve crítico en algunas aplicaciones de tiempo real. Dado que la Ingeniería de Software es una disciplina relativamente joven, se han asumido y reconocido la importancia del uso de metodologías, métodos formales, lenguajes

y herramientas de desarrollo bien establecidas en el tiempo. Sin embargo, los objetivos de performance no están usualmente incluidos en las primeras etapas del ciclo de vida del software. Siendo los requerimientos de performance críticos para el éxito de los sistemas de software de hoy en día, varios productos de software finales fallan para cumplir aquellos requerimientos.. Por ello, varios investigadores defienden el principio que la performance debería ser incluida en el proceso de diseño de software desde muy temprano. El campo de investigación que trata con el objetivo de construir software con performance predecible, especificando y analizando la conducta cuantitativa desde las fases de desarrollo iniciales de un sistema a través de su ciclo de vida entera ha sido reconocida con el termino Software Performance Engineering (SPE). El lenguaje de modelación unificado (UML) combinado con una metodología orientada a objetos, es hoy en día la aproximación más ampliamente usada en la comunidad de Ingeniería de Software. Así, la mayoría de herramientas CASE soportan la metodología orientada a objetos, y usan UML como el lenguaje de diseño.

Dado que los objetivos de performance no están incluidos en la práctica usual de los ingenieros de software, se puede pensar que existe una necesidad de integrar un modelo de performance con las metodologías de desarrollo de software existentes. Entre las herramientas de modelación formales se pueden enumerar las cadenas de Markov, las redes de colas, las álgebras de procesos estocásticos y las Redes de Petri Estocásticas Generalizadas, siendo probablemente los paradigmas de modelación de performance mejor estudiados. De ellos, las GSPN son un instrumento especial para modelar sistemas paralelos y distribuidos, por su simplicidad matemática, su generalidad de modelación, su adecuación para expresar todas las semánticas básicas de concurrencia, su ubicación para estados y acciones y representación gráfica, sus bien desarrolladas técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo, y la existencia de herramientas de análisis.

Existen experiencias en el proceso de integración de la modelación de performance dentro del proceso de desarrollo de software. A continuación se resumen las fases principales de un proceso de ingeniería de performance de software apropiado, basado en UML y GSPN.

### III) Proceso de Performance de Software

Algunos trabajos se han propuesto para combinar UML y formalismos de modelación de performance, para analizar aspectos cuantitativos de sistemas de software. Todos comparten algunos principios básicos, y se podría argumentar que existe un proceso ampliamente aceptado entre la comunidad de SPE:

- La conducta y arquitectura del sistema se describe a través de un conjunto de diagramas UML, que corresponden al diseño del sistema,
- Este diseño UML es anotado en performance de acuerdo a un perfil OMG estándar, llamado el diseño anotado,
- El diseño anotado se convierte en un formalismo de modelación de performance,
- Se lleva a cabo un análisis cuantitativo, si el modelo formal lo permite,
- El modelo formal se analiza usando técnicas de análisis cuantitativas ya desarrolladas para el formalismo adoptado.

Entre los diagramas UML están incluidos: los casos de uso (UC), los diagramas de secuencia (SD), los diagramas de actividad (AD), los diagramas de estado (SC), y los diagramas de despliegue (DD).

La carga de trabajo, las utilizaciones, los tiempos de respuesta o el rendimiento caracterizan la vista de performance del diseño del sistema, el denominado diseño anotado. El perfil UML para especificación de la planificación, performance y tiempo (UML-SPT) es el standard ampliamente usado para anotarlos.

#### IV) UML y ArgoSPE

ArgoSPE es una herramienta para la evaluación de performance de sistemas de software, y ha sido implementado como un conjunto de módulos Java, que son plugged en la herramienta de código abierto ArgoUML (figura n° 1), siguiendo la arquitectura propuesta en el estándar UML-SPT (figura n° 2).

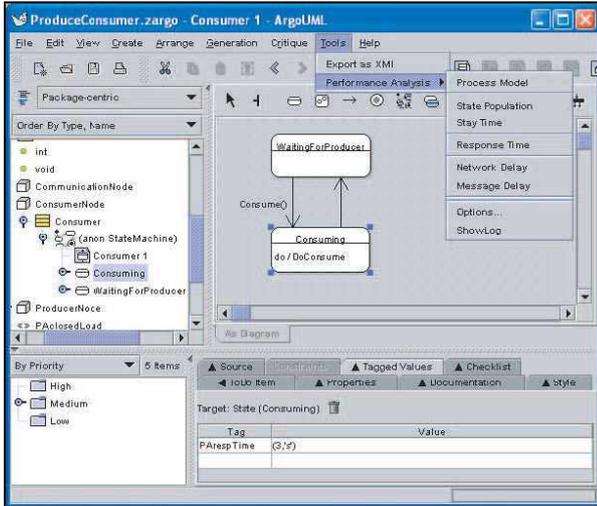


figura n° 1

Desde el punto de vista del usuario, ArgoSPE es un conjunto de consultas de performance que pueden ejecutarse para obtener el análisis cuantitativo del sistema modelado. Se entiende que una consulta de performance es un procedimiento donde el modelo UML se analiza para obtener automáticamente un índice de performance predefinido. Los pasos de este procedimiento se ocultan al usuario. Cada consulta de performance está relacionada a un diagrama UML donde es interpretada, pero su computo se obtiene en un modelo GSPN automáticamente para ArgoSPE. Para el analista en performance que tiene experiencia en modelación y análisis de Redes de Petri, puede usar directamente la herramienta GreatSPN para computar las métricas especificadas usando los modelos GSPN, que ArgoSPE genera automáticamente.

Como se indicó, ArgoSPE sigue la propuesta de UML-SPT. La herramienta CASE ArgoUML trabaja como el editor del modelo,

mientras que el módulo ArgoSPE implementa y coordina las funciones: configurador del modelo, y el procesador del modelo (convertor del modelo, analizador del modelo y el convertor de resultados).

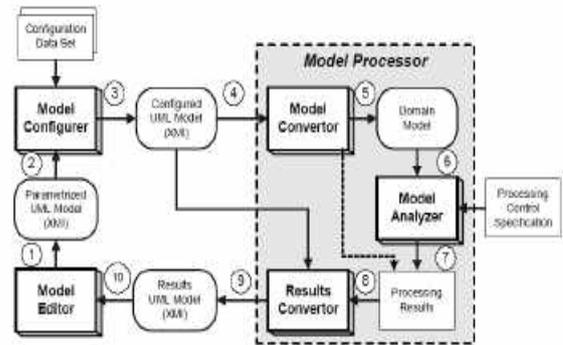


figura n° 2

#### V) GreatSPN

El modelo GSPN es una extensión de las Redes de Petri Ordinarias [10], donde están definidas transiciones temporizadas con retardos exponenciales negativos y además transiciones inmediatas. Es el modelo matemático utilizado por ArgoSPE. Formalmente un modelo GSPN es una 10-tupla [5]

$$M_{GSPN} = \{P, T, I, O, H, \Pi, W, PAR, PRED, MP\}$$

- **P** es un conjunto de lugares.
- **T** es un conjunto de transiciones.  
 $T \cap P = \emptyset$
- **I, O y H** son entradas, salidas y función inhibición asociadas a **T**. Es un multiconjunto en **P**.
- $\Pi$  es la función de prioridad de las transiciones que representa el nivel de prioridad con un número natural.
- **W** Es una función que introduce el componente estocástico en el modelo GSPN. Es la tasa en una transición temporizada (rate) y el peso (weight) en una transición inmediata.
- **PAR** es un conjunto de parámetros.
- **PRED** es un conjunto de restricciones del rango de parámetros.
- **MP** es una función asociada con cada lugar, un número o bien un rango de

parámetros del conjunto de los números naturales (marcado).

En una aplicación concreta, **PAR** y **PRE** están incorporados en el marcado inicial. Por tanto el modelo GSPN se reduce a una 8-tupla. En cualquier marcado todos los retardos de disparo de las transiciones temporizadas tiene una exponencial negativa (función densidad de probabilidad PDF) y todos los retardos independientes son variables aleatorias.

Varios pasos deben ser seguidos en el estudio de un sistema con GSPN, a saber:

- 1) El modelo debe ser construido, posiblemente usando una técnica estructurada, ya sea de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, dependiendo del sistema a ser modelado.
- 2) El modelo luego debe ser validado usando los resultados del análisis estructural, proveyendo algunas propiedades de la conducta del modelo.
- 3) Los índices de performance de interés deben ser definidos en términos de marcado y de disparo de transiciones del GSPN.
- 4) El conjunto y el grafo de alcanzabilidad corresponde a una cadena de Markov de tiempo continuo (CTMC) [11].
- 5) La cadena de Markov se resuelve por:

$$\pi Q = 0$$

$$\sum_i \pi_i = 1$$

Donde Q es la matriz de tasa (tiempo probabilístico exponencial) de transición. Donde  $\pi$  es el vector de probabilidad en el estado estacionario. Es un sistema de

ecuaciones lineales. Cada incógnita corresponde a un estado de marcado posible en el diagrama de estado.

6) Los índices de performance deben ser computados de la solución de la cadena de Markov en función del modelo de la aplicación; por ejemplo: tiempo medio de espera de un servicio, tiempo de ocupación de una memoria compartida, tiempo medio de ocupación de una máquina o procesador, rendimientos de productividad, índices de costos operativos, etc..

Todos estos pasos deben realizarse con una herramienta de software conveniente que provea el ambiente de modelado con GSPN, permitiendo la creación gráfica y modificación de un modelo, la definición de índices de performance, análisis estructural y el análisis estocástico del modelo. Uno de estos programas es el GreatSPN [12].

Se incluye el ejemplo del modelo GSPN para lectores-escritores que requieren acceder a una base de datos (figura n°3). El modelo GSPN se compone de 13 lugares y 13 transiciones, 5 temporizadas y 8 inmediatas. El marcado paramétrico inicial asigna K marcas a  $P_{think}$ , o sea que K procesos son inicialmente asignados a sus memorias privadas. Una marca en  $P_{db}$  indica que la base de datos está desocupada. Una marca PLAN indica que la LAN esta inicialmente disponible. La transición  $T_{exec}$  modela la fase de ejecución de los procesos en su memoria privada; y es temporizada con el parámetro  $\lambda$ .

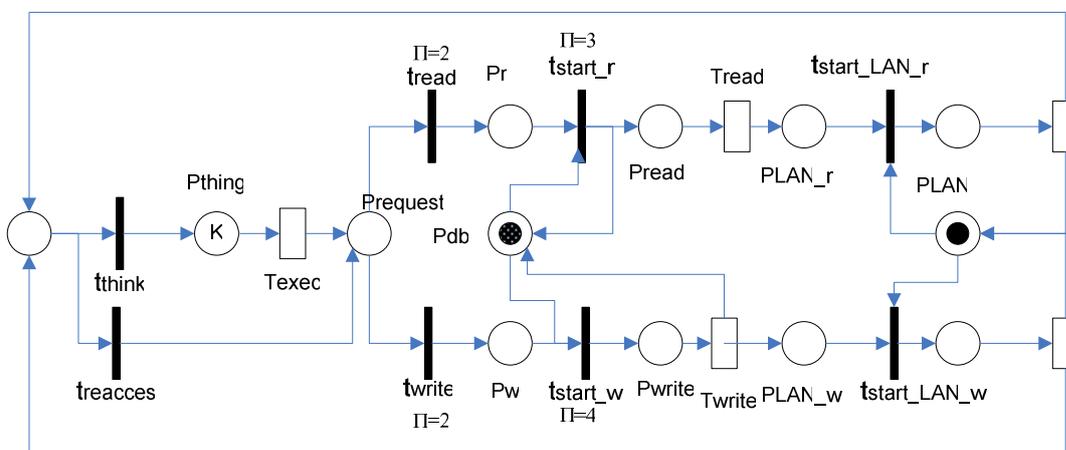


figura n° 3

La variación del tiempo de ejecución en la memoria privada es  $1/\lambda$  y donde todas las ejecuciones proceden en paralelo con la semántica de infinito-servidor.

El disparo de  $T_{exec}$  modela el final de la fase de ejecución y la generación de un requerimiento de acceso a la base de datos colocando una marca en  $P_{request}$ . Un conflicto de libre-elección comprende las transiciones inmediatas  $t_{read}$  y  $t_{write}$  de niveles de prioridad 2, se modela el hecho que el requerimiento del acceso a la base de datos puede ser para leer o para escribir, generando una marca en  $p_r$  o en  $p_w$  respectivamente. Asumiendo que el 80% de los requerimientos son para leer y solamente el 20% para escribir, los pesos en  $t_{read}$  y  $t_{write}$  son 8 y 2 respectivamente.

Las prioridades de  $t_{start-r}$  y  $t_{start-w}$  se ponen en 3 y 4 respectivamente, tal que el requerimiento a escribir tiene prioridad sobre el de leer. El peso asociado a las dos transiciones es irrelevante por lo tanto se ponen en 1. El lugar  $p_{writw}$  puede contener a lo sumo una marca, y la transición  $T_{write}$  es temporizada con una tasa de  $\mu_w$  con lo cual es inverso a la variación del tiempo de escritura; la semántica de esta transición es de simple-servidor. El disparo de  $T_{write}$  modela el final del acceso a la base de datos para una escritura y genera una marca en  $P_{LAN-w}$ . El lugar  $p_{read}$  puede contener varias marcas y la transición  $T_{read}$  es temporizada con una tasa  $\mu_r$ ; la semántica es de infinitos-servidores, donde todos los accesos a lectura son en paralelo. El disparo de  $T_{read}$  modela el final del acceso a la base de datos y coloca una marca en  $P_{LAN-r}$ . Las transiciones  $t_{start-LAN-r}$  y  $t_{start-LAN-w}$ , tienen igual prioridad de nivel 1 y esto forma un conflicto de no libre-elección de transiciones inmediatas. Sus pesos son ambos puesto a 1, esto indica que la asignación de la LAN a procesos que han completado una lectura o escritura en la base de datos es igualmente probable. Las transiciones  $T_{LAN-r}$  y  $T_{LAN-w}$  modela la actividad de transferencia de datos a la LAN. Ellas son temporizadas con tasas de  $\rho_r$  y  $\rho_w$ , respectivamente y sus semánticas es de

simple-servidor, donde no mas de una LAN transfiera actividad a un tiempo. Transiciones  $t_{think}$  y  $t_{reaccess}$  tienen igual prioridad 1. y forma un conflicto de libre-elección de transiciones inmediatas. Sus pesos son 9 y 1 respectivamente, indica que 10% del tiempo de los procesos inmediatamente reinicia un requerimiento de acceso a la base de datos después de completar el acceso previo, mientras el 90% del tiempo de los procesos vuelven a ejecutarse en la memoria privada.

## VI) Referencias

1. Smith, C.U.: *Perf. Engineering of Software Systems*. Addison Wesley (1990)
2. United Modeling Language Specification. (<http://www.uml.org>)
3. UML Profile for Schedulability, Performance and Time Specification. (<http://www.uml.org>).
4. Object Management Group. (<http://www.omg.org>).
5. Ajmone Marsan, M., Balbo, G., Conte, G., Donatelli, S., Franceschinis, G.: *Modelling with Generalized Stochastic Petri Nets*. John Wiley Series (1995)
6. Lopez-Grao, J.P., Merseguer, J., Campos, J.: From UML Activity Diagrams to Stochastic Petri Nets: Application to Software Performance Engineering. (In: ACM WOSP'04) 25-36
7. The ArgoSPE project (<http://argospe.tigris.org>)
8. The ArgoUML project (<http://argouml.tigris.org>)
9. The GreatSPN tool (<http://di.unito.it/~greatspn>)
10. Manuel Silva – *Las Redes de Petri en la Automática y la Informática* – Editorial AC –España – 1985.
11. S.M. Ross – *Probability Models for Computer Science* - University of California Berkeley, CA - A Harcourt Science and Technology Co – 2002.
12. GreatSPN User`s Manual – Departamento de Informática - Universidad de Torino

# Un enfoque práctico para la elección y adecuación de Software Open Source de Aplicación

Sandra Casas y Eugenia Márquez

*Plan de Acción de Sistemas (PAS) - Universidad Nacional de la Patagonia Austral  
Lisandro de la Torre 860. CP 9400. Río Gallegos. Santa Cruz, Argentina  
Tel/Fax: +54-2966-442370.  
E-mail:coihue@unpa.edu.ar*

Resumen: Este trabajo presenta un enfoque práctico para la elección y adecuación de software Open Source de aplicación a contextos específicos. La propuesta esta inspirada en metodologías ágiles de desarrollo de software y toma de éstas un conjunto de características que lo hacen práctico, fácil y a la vez desafiante. Este método ha sido aplicado a un proyecto real, cuyo software esta finalizado y en etapa de operación.

## 1. Introducción

El movimiento Open Source (OSS) y el Software Libre aportan principalmente soluciones para el desarrollo y soporte de sistemas software (sistemas operativos, servidores, lenguajes y entornos de programación, gestores de bases de datos, etc.). Por ejemplo Linux[1], MySQL[2], PHP[3], Java[4], Apache Web Services[5], Herramientas Eclipse[6], etc., son herramientas OSS o libres de estas características muy utilizadas actualmente. También pueden obtenerse herramientas de apoyo a los distintos procesos de ingeniería de software<sup>1</sup>. Este tipo de software favorece la viabilidad técnica y económica del desarrollo de proyectos de software. La calidad y garantía de estos productos de software esta al mismo nivel que los comerciales y en algunos casos hasta se considera superior. Ciertas características del OSS, como la gratuidad y libre licenciamiento, rápida y fácil accesibilidad, aceptable calidad y buen rendimiento, además de la amplia difusión e información, hacen que estas iniciativas crezcan y se afiancen en forma contundente. Sin dudas el OSS se ha convertido en una de las mejores alternativas desarrollar software de aplicación de menor costo.

Una mirada diferente debe hacerse sobre el OSS de aplicación. Un software de aplicación

resuelve problemas reales esencialmente referentes a sistemas de información, que involucran procesos de gestión de datos tales como la liquidación de los sueldos del personal de una empresa, la gestión de cuentas de un banco, la gestión de stock de un depósito, las reservas y ventas de pasajes de un transporte de pasajeros, etc. Este tipo de aplicaciones se componen de un conjunto de módulos funcionales, que actualizan una base de datos relacional en forma constante y resultan ser operaciones vitales los reportes, las validaciones de los datos de entrada, el cálculo automático de operaciones matemáticas, financieras y/o estadísticas sobre grandes volúmenes de datos, etc. A este tipo de problemas también han llegado las soluciones OSS, y es así que se encuentran disponibles en la red distintos productos para el mismo tipo de sistema. Sin embargo, ocurre que cada organización tiene sus propias reglas de negocios y particularidades, lo cual hace improbable que un OSS de aplicación cubra en forma total y exacta los requisitos específicos de dicha organización. Al tratarse de OSS se dispone del código fuente, por lo tanto puede adecuarse, personalizarse, mejorarse para cumplir con la totalidad de los requisitos. En este escenario, el primer problema que se debe resolver cuando existe más de una alternativa OSS, es la elección de uno de ellos. Cómo se toma esta decisión, cuando el factor costo del producto ya no es un determinante. El otro punto interesante para analizar se (luego que se ha seleccionado un determinado OSS de

---

<sup>1</sup> Open Source Software Engineering Tools:  
[www.tigris.org](http://www.tigris.org)

aplicación, cuya funcionalidad se ajusta a lo requerido en parte), refiere a los métodos y/o técnicas adecuados a emplear para adaptar, modificar o agregar la funcionalidad que resta. En este último sentido no existen formalmente métodos y técnicas para OSS de aplicación.

Un problema real en la adopción de un OSS de aplicación y su adecuación, nos ha permitido ensayar un enfoque práctico que condujo a resultados positivos. El método propuesto cumple con los dos objetivos enunciados: la elección del OSS de aplicación y su adecuación.

El enfoque propuesto esta fuertemente influenciado por las metodologías ágiles [7][8][9][10] y se cumplen con varios principios del manifiesto ágil [11]. Se ha tratado de mantener ciertas características de estas metodologías ya que resultan adecuadas a esta problemática como ser: equipos de trabajo pequeños, planificación consensuada, fuerte orientación al código y a la prueba, etc.

En el presente trabajo explicamos el enfoque utilizado en esta problemática. En la Sección 2 describimos como se realiza la Evaluación y Elección del OSS de aplicación utilizando este enfoque; en la Sección 3 se explica el Proceso de Desarrollo, en la Sección 4 se citan una serie de recomendaciones y prácticas; en la Sección 5 se describe brevemente la experiencia realizada y en la Sección 6 se presentan las conclusiones.

## 2. Evaluación y Elección de OSS de aplicación.

El punto de partida implica que existe más de una alternativa OSS para un determinado problema. Este paso se excluye en aquellos casos que se n el caso q Considerando que éstos productos cumplen con ciertos requisitos, pero no todos, es necesario evaluar cual de éstos es el más conveniente. Se buscará aquel software que se aproxime más a la realidad, ya que demandará menos esfuerzo y tiempo de adecuación.

Se comienza elaborando una lista de los requisitos que el futuro software debe cumplir. Esta lista debe ser lo más completa posible. Cada ítem debe expresarse en forma precisa y concisa. En primer lugar irán los requisitos funcionales, pero deben incluirse también requisitos de capacidad, interfase, operación, seguridad y transportabilidad al menos.

El segundo paso consiste en asignar prioridades a los ítems de la lista. Cada ítem tiene una prioridad alta (A), media (M) o baja (B). Los criterios para la asignación de prioridades pueden diferir, pero lo mas acertado será dar mayor prioridad a aquellos items que para el cliente son más importantes.

El último paso consiste en confeccionar una tabla en la cual se compare el nivel de satisfacción de los requisitos por los distintos OSS de aplicación que se están analizando. Se utilizan tres niveles de cumplimiento: cumple totalmente ("C"), cumple parcialmente ("P") y no cumple ("N").

El resultado es como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación de OSS de aplicación

Prioridad	Requisitos	OSS_1	OSS_2	OSS_3
A	R_1	C	P	P
M	R_2	N	P	C
A	R_3	P	C	C
B	R_4	N	P	C
B	R_5	C	N	P
M	R_6	N	P	N

### Utilidad y Objetivos de la Tabla

El primer objetivo de la tabla es servir a la selección del software que se va a adoptar. En esta decisión participa el cliente. La decisión podría estar basada en elegir aquel que cumpla la mayor cantidad de ítems de prioridad A en forma total o parcial, por ejemplo. El segundo

objetivo de la tabla es servir como guía del proceso de desarrollo, por eso su completitud y exactitud son de vital importancia.

La tabla debe construirse aun si existe solo un OSS para evaluar, en este caso solo servirá para el segundo objetivo. Al finalizar esta actividad

se tiene un conocimiento bastante aproximado del trabajo a realizar.

### 3. Proceso de Desarrollo

El proceso de desarrollo tiene por objeto que el OSS de aplicación elegido cumpla con todos los ítems de la tabla planteados. Por eso, la tabla se convierte en la guía de un proceso de desarrollo iterativo. El objetivo de cada iteración es obtener una versión del producto, que sea instalable y puesta a la operación del usuario. Esta es una versión incompleta, pero que tiene sentido para el usuario. Luego de cada iteración la versión instalable se va completando, hasta concluir con la versión final.

#### 3.1 Planificación Global Inicial

Antes de comenzar el proceso iterativo, se realiza una planificación global que estima el tiempo que llevará el proyecto. De acuerdo a la cantidad y complejidad de los requisitos y el equipo de trabajo se calcula una cantidad de iteraciones mínimas y máximas. Es decir, se hace una planificación optimista y una pesimista. La diferencia entre ambas no puede superar las 4 cuatro iteraciones. Entre estos márgenes deberá suponerse la duración del proyecto. Las capacidades, experiencias del

equipo de trabajo son fundamentales en este sentido.

#### 3.2 Iteraciones

Una iteración comienza con la elección de uno o más ítems de la lista de requisitos de prioridad ALTA con nivel de cumplimiento P o N. Los ítems escogidos deben dirigirse al mismo objetivo funcional, en función de dar más valor y sentido a la futura versión.

Una iteración lleva de 7 a 12 días, dependiendo de los ítems escogidos y el equipo de desarrollo. Las primeras iteraciones serán las más largas y/o resolverán menos ítems de la lista. Progresivamente los desarrolladores conocerán las características internas del OSS de aplicación (diseño arquitectónico, código fuente, estructuras de datos) y la producción crecerá luego de pasar las primeras iteraciones. Al finalizar una iteración, no siempre se tendrá una nueva versión. También puede trabajarse sobre la mejora y optimización de una versión anterior.

En cada iteración se realizan cuatro actividades principales: planificación, desarrollo, pruebas e instalación, como se esquematiza en el Figura 1.



Figura 1: Proceso de desarrollo – Actividades de una iteración.

### *Planificación de Iteración*

Los ítems de la lista de requisitos elegidos para la iteración que se inicia, son analizados por el equipo de trabajo, en cuanto a la complejidad y tareas que demandan su adecuación. Por ejemplo deben especificarse los datos que faltan en las interfases, operaciones de validación nuevas o innecesarias o, nuevos informes, etc. Cada desarrollador toma notas de la tarea que debe realizar y en forma consensuada el equipo estima el tiempo que requiere la iteración. Si la estimación supera los 12 días, significa que se han tomado demasiados ítems de requisitos, en este caso deben quitarse ítems.

### *Desarrollo*

El desarrollo consiste esencialmente en la modificación de código fuente, interfaces y estructura de la base de datos. Los programadores analizan e identifican los componentes que deben ser modificados y en consecuencia agregan, modifican o eliminan código. Realizan pruebas individuales que les permitan asegurar la correctitud de los cambios que han introducido.

### *Pruebas*

En forma simultánea al desarrollo, se generan los casos de prueba. Las pruebas que se ejercitan son de tipo funcionales. Están dirigidas a probar el correcto funcionamiento de las interfaces, actualización de la base de datos, verificación de datos de entrada, cálculo de resultados, generación de informes, etc. Aquí las pruebas pueden dividirse en (a) pruebas de los ítems resueltos en la iteración, y (b) pruebas para garantizar que el resto de la aplicación continua funcionando correctamente. Preferentemente es actividades del responsable del proyecto, cuya experiencia y conocimientos indica que propondrá buenos casos de prueba. Al finalizar el desarrollo en primer lugar se ejercitan las pruebas. Cuando todas las pruebas son superadas se continúa con la instalación.

### *Instalación*

En esta fase se realizan actividades que permitan al cliente operar la versión del sistema producto de la iteración. Se instala el sistema o nuevos componentes. Se instruye al cliente en su uso, dado que se esta instalando una función o subfunción no debería llevar demasiado

tiempo. Por último se realizan las migraciones o importaciones de datos necesarias.

## **4. Prácticas y Recomendaciones**

### *Codificación*

La codificación es la tarea principal de desarrollo. El propósito es que el código modificado se funda en el código original, los lineamientos que se recomiendan seguir son: (a) adoptar el estilo de codificación original, (b) modificar, agregar y remover solo el código que sea necesario, (c) en una misma iteración dos desarrolladores no trabajan sobre el mismo código fuente, formularios o tablas. Aplicar buenas practicas de programación [12][13][14].

### *Documentación*

No esta entre los objetivos del proceso de desarrollo reconstruir la documentación faltante. Solo se reconstruye aquella documentación que se considera necesaria. Por ejemplo un diagrama entidad relación de la base de datos resulta muy útil, al igual que un diagrama de clases que indique la relaciones entre las mismas y su funcionalidad básica. La documentación más importante es el código fuente [6], por eso su construcción debe ser bien realizada. Otro aspecto que debe ser bien gestionado es el control de versiones. La catalogación de todas las versiones que se van produciendo a lo largo del proyecto debe indicar al menos, para cada una de las mismas, que ha cambiado respecto de la anterior (código y base de datos).

### *Equipo de trabajo*

El equipo de trabajo esta conformado por un grupo de 3 a 5 personas, todas con un perfil preponderante de programación. El integrante de mayor experiencia es el responsable del proyecto. Su principal función es la de mediar y consensuar el trabajo. Aquellos factores que afectan a todo el equipo, como la asignación de actividades y estimaciones es preferente que se realice de forma concensuada, al igual que la estimación del tiempo de cada iteración.

### *Validación y Verificación de requisitos*

La pronta instalación de cada versión, tiene como ventaja que el cliente rápidamente entra en contacto con una parte del software. Esta interacción temprana seguramente producirá un feed-back, deseable y positivo, aun cuando

implique modificar el mismo código nuevamente. Luego de la instalación de las primeras versiones, surgirá información de posibles errores u omisiones en los requisitos que se transformarán en nuevos items para la lista y serán abordados en la próxima iteración. La idea es modificar el código tan pronto como se produjo, y no dejar pasar mucho tiempo.

## 5. Experiencia Realizada

El método descrito se aplicó en un proyecto que tenía por objetivo reemplazar 3 software de aplicación que se utilizaban para la gestión bibliotecaria de una institución educativa de nivel superior. El proyecto surgió ante la necesidad de unificar la base de datos, procedimientos y ofrecer servicios en web, además de agregar mayor control y seguridad en las operaciones. Las aplicaciones OSS que se analizaron fueron Emilia [15], MyPHPLibrary [16] y OpenBiblio [17]. Resultando este último el escogido. Las principales funcionales del sistema bibliotecario estaban soportadas en OpenBiblio, pero fue necesario ajustar detalles en casi todas ellas. Algunos de estos ajustes fueron extremadamente simples, por ejemplo hacer la traslación al español de todos los formularios y mensajes. Otros ajustes requirieron mayor esfuerzo, por ejemplo el añadir el registro de actividades de las operaciones de mayor relevancia. El equipo estuvo conformado por 3 integrantes. La primera versión del software se instaló el 28/09/06 y desde entonces semanalmente se actualizó la misma. La tarea que llevo mas tiempo y esfuerzo, fue la migración de la bases de datos del catalogo del material bibliográfico. En este caso, la diferencia de formatos y la falta total de normalización en los datos originales requirieron arduos procesos para convertirlo en una base de datos relacional. El sistema se encuentra actualmente en producción.

## 6. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado brevemente un enfoque práctico para seleccionar y adaptar OSS de aplicación. Este enfoque ofrece las siguientes ventajas: es un método de trabajo ordenado, facilita la vuelta atrás, es apropiado para obtener soluciones rápidas y de bajo costo, es fácil de aprender y aplicar, en todo momento se sabe que esta terminado y que resta por hacer. Sus principales características:

Iteraciones cortas, equipos de trabajo pequeño, Planificación consensuada, fuerte orientación a la implementación y prueba, planificación orientada por prioridades.

El trabajo futuro se refiere fundamentalmente a dar a conocer este incipiente método para que sea aplicado a otros proyectos de modificación de OSS de aplicación. La puesta en práctica permitirá encontrar errores, defectos y omisiones que progresivamente ayudarán y contribuirán a completar, mejorar y fortalecer el método original.

El presente trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina.

## Referencias

- [1] Home Page de Linux: <http://www.linux.org/>
- [2] Home Page de <http://www.mysql.org/>
- [3] Home Page de <http://www.php.net/>
- [4] Home Page de <http://java.sun.com/>
- [5] Home Page de <http://www.apache.org/>
- [6] Home Page de <http://www.eclipse.org/>
- [7] Beck K., "Extreme Programming Explained: Enhance Change", Addison-Wesley, Reading MA, 2.000.
- [8] Cockburn A., Highsmith J.: Desarrollo de Software Agil Series, Addison Wesley Professional.
- [9] Cockburn A. "Crystal Clear: A Human-Powered Methodology for Small Teams". Addison-Wesley. 2004. ISBN-10: 0201699478
- [10] Home page de Scrum: <http://www.controlchaos.com/>
- [11] Manifiesto para el desarrollo de software Agil <http://www.agilemanifesto.org>
- [12] Hunts A., Thomas D., "The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master"
- [13] Fowler M., "Refactoring: improving the design of existing code. Addison-Wesley, 1999, ISBN 0-201-48567-2.
- [14] McConnell S. "Code Complete" 2 Edition, Microsoft Press 2004, ISBN 10-0735619670.
- [15] Home page de Emilia <http://www.emilda.org/>
- [16] Home page de [phpmylibrary](http://sourceforge.net/projects/phpmylibrary)
- [17] Home page de Openbiblio: <http://obiblio.sourceforge.net/>

# Un Sistema de Tiempo Real Distribuido Semi-Soft usando RUP

**Julio Javier Castillo**  
**Marina Elizabeth Cardenas**

LIS-Laboratorio de Investigación de Software  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba  
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba - Argentina

## Abstract

*En este trabajo se aplica y se adapta la metodología de desarrollo de software RUP (Rational Unified Process [Booch, Jacobson 1999]) para la construcción de un sistema distribuido de tiempo real semi-soft, time driven (distributed semi-soft real time system). El sistema en concreto es un control distribuido en tiempo real de un horno eléctrico. Dicho control se lleva a cabo en forma remota sobre el protocolo tcp/ip a través del empleo de un webservice. Para la interfaz electrónica de control se emplea microcontroladores y se utiliza Microsoft VisualC#.Net 2005 para el control desde una computadora PC. Como resultados de este trabajo podemos observar cómo emplear RUP para el diseño de sistemas en tiempo real y como interactúan embedding software – computer software – web software en una aplicación concreta.*

**Palabras claves:** RUP, distributed semi-soft real time systems, furnace control, PID-Control.

## Introducción:

Diariamente nos presentamos con problemas de mantenimiento de temperatura, tal es el caso de mantener dentro de un determinado intervalo la temperatura del vehículo que estamos conduciendo, o bien de mantener dentro del rango permitido la temperatura del microprocesador de nuestra PC.

El cuerpo humano es otro ejemplo de un sistema de control y regulación de la temperatura, el cual debe mantenerse entre 36.4°C. y 37.1°C. dependiendo de la actividad que se realice, pero cuando esta desciende o aumenta considerablemente es señal de alarma para el organismo.

El cuerpo mantiene la temperatura constante mediante un centro conocido como termorregulador, localizada en la parte del cerebro llamada hipotálamo, que constituye en “kernel” del sistema de control del cuerpo humano.

Generalmente, la temperatura suele aumentar ante una infección o enfermedad (noisy environment) y suele descender cuando hay algún traumatismo (noisy environment).

Como podemos observar, estamos rodeados de situaciones en donde el control de la temperatura es una variable vital que debe y tiene que ser controlada. Además, el prescindir de este control puede causar graves pérdidas materiales, percances económicos y hasta pérdida de vidas humanas, u otro tipo de daños.

Por otra parte, a nivel industrial, el control de la temperatura es una variable de gran relevancia, requiriendo generalmente de sistemas en tiempo real duros (hard real time systems) que realicen el control de estos procesos.

Por medio de este trabajo se pretende realizar un control de un horno industrial eléctrico en forma remota a través del diseño de un Semi-Soft Real Time System – Time Driven, empleando para ello el RUP (Rational Unified Process) como proceso de desarrollo de software y utilizando UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelado.

Decimos que este sistema es Time-Driven ya que las acciones del sistema son dirigidas principalmente por el pasaje de un

intervalo de tiempo a otro. Este sistema ejecuta en forma periódica ciertas tareas, en base a la ocurrencia de “deadlines” en el tiempo.

RUP se ha empleado exitosamente para el modelado de sistemas de los más diversos dominios, sin embargo RUP presenta algunas limitaciones cuando se modela sistemas en tiempo real. Por ejemplo, en la fase de diseño se debe decir entre el “diseño de componentes en tiempo real” (generalmente empleando Rational Rose-RT) y “el diseño de componentes que no son de tiempo real” (generalmente empleando Rational Rose como herramienta de modelado), pero RUP no provee de guías de cómo realizar esta elección, ni expresa los beneficios y las consecuencias de estos dos métodos de diseño.

La idea inicial de este trabajo era la de realizar el control de un horno industrial a gas, sin embargo, debido a la imposibilidad de realizar pruebas sobre un sistema de éstas características, se tomó como prueba un horno eléctrico que se utiliza para la esterilización de materiales.

Debido a nuestro dominio de problemas, frecuentemente preferiremos el uso del inglés para las palabras técnicas.

El presente trabajo se divide en varias secciones : Metodología, Estado Actual del Proyecto, Bloques de Construcción, Desarrollo del Software de Control, Cadena de Adquisición, Conclusiones y Referencias.

## **Metodología**

Se ha decidido emplear RUP como metodología de diseño de desarrollo de software debido a su amplia aceptación en el ámbito industrial y académico, ya que brinda un marco de trabajo genérico que se puede adaptar para modelar sistemas en tiempo real distribuidos como es el caso de este proyecto.

Debido a la extensión máxima del paper, no será posible transcribir todos los artefactos que se obtienen al aplicar la

metodología RUP. Por ello, se han elegido los Criticals Uses Cases para representar las funcionalidades más importantes del ciclo de vida del desarrollo del sistema software.

Además se provee de una descripción en bloques funcionales: Bloque Físico, Bloque de Electrónica de Control y Bloque de Sistema Software de Control.

A continuación resumimos algunos de los alcances más importantes:

- Registrar la temperatura del horno durante un determinado intervalo de tiempo y mostrarla gráficamente.
- Permitir al usuario local/remoto: encender/apagar el horno cuando él lo desee, realizar una planificación del comportamiento del horno eléctrico, entre otras.
- Permitir la elección de un conjunto de usuarios (lista de usuarios) a los cuales se les informará por medio de un envío de e-mail, los cambios de temperatura que sean considerados críticos o alarmantes.
- Brindar al usuario la opción de elegir diferentes mecanismos de control de temperatura.

Como requisitos no funcionales podemos destacar:

- Informar a los usuarios de la “Lista de Alertas” acerca de las variaciones de temperatura fuera de los límites de control en un tiempo inferior a un minuto.

Este sistema ha sido desarrollado teniendo en cuenta los siguientes principios de Ingeniería del Software:

Adaptabilidad, Usabilidad, Reusabilidad, y Separación de Incumbencias.

## **Estado Actual del Proyecto**

Actualmente el sistema ha completado completamente la fase de inicio y la fase de elaboración, ubicándose en la segunda iteración de la fase de construcción. Es por ello que ya se ha

conseguido una línea base de la arquitectura y ya se han mitigado los riesgos más importantes que podrían hacer peligrar este trabajo o proyecto.

Se realizaron iteraciones a través de los 5 flujos de trabajos genéricos (workflows). En la fase de Inicio se realizaron dos iteraciones cuyo objetivo fue la investigación del state of the art de los “distributed soft/hard real time systems”, “intelligence controllers”, “distributed controllers”, entre otros. En esta etapa se identificaron y priorizaron los riesgos más importantes y se desarrolló un modelo preliminar de Uses Cases con los Critical Uses Cases, obteniendo de esta manera un esbozo de la arquitectura del sistema.

Por otra parte, la fase de elaboración constó de tres iteraciones en las que se especificaron con mayor nivel de detalle los use cases obtenidos en la fase de inicio y se diseñó la arquitectura del sistema. A su vez en la primera iteración de esta etapa se comenzó a implementar y a probar el embedded software y en la tercera iteración se comenzó a desarrollar la electrónica de control del horno.

A continuación se presenta un modelo de Acquisition Chain, que ilustra como se lleva a cabo el remote control de este semi-soft real time system.

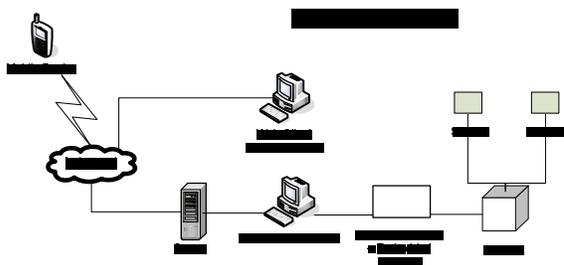


Figura 1. Cadena de Adquisición de alto nivel.

*Requeriments WorkFlow – Flujo de Trabajo de Requisitos :*

En este workflow se elaboró un context model (modelo de contexto) y un Modelo de Casos de Uso a Nivel de Análisis mediante el cual se ha identificado los actores de este Sistema en Tiempo Real

y los Use Case que proveen su funcionalidad.

A continuación se adjunta el diagrama de Casos de Uso de Análisis :

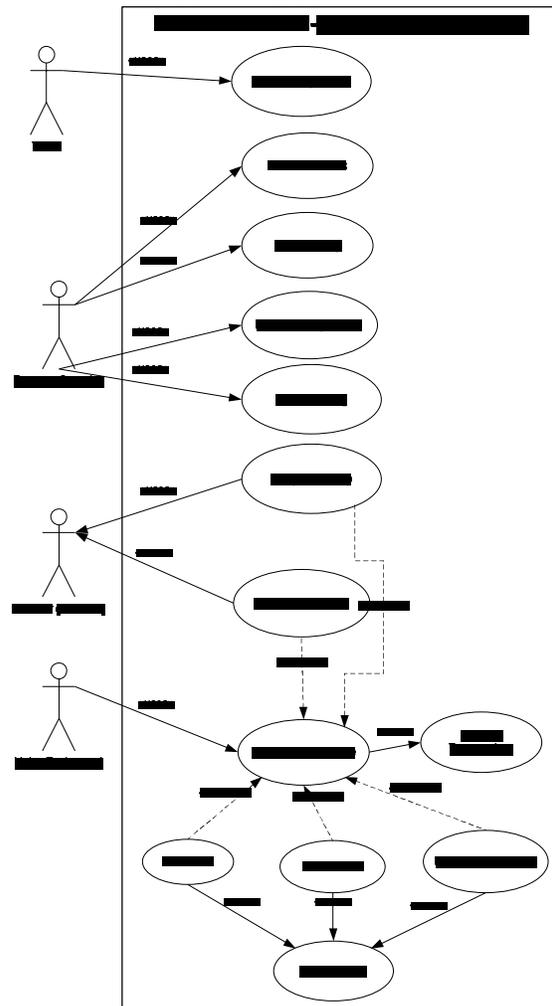


Figura 3. Modelo de Casos de Uso del Sistema – simplificado - mostrando los uses cases críticos.

Los nombres de estos uses cases son muy descriptivos, razón por la cual no se provee de un resumen.

**Bloques de Construcción:**

A continuación se enumeran y describen los bloques funcionales de este sistema en tiempo real distribuido.

**Ø Bloque Físico:**

Este bloque está constituido por un Horno Eléctrico empleado para la esterilización de materiales quirúrgicos, que

puede soportar temperaturas que oscilan entre los 0°C y 140°C, aunque en este sistema solo trabajaremos dentro del intervalo de 15°C a 94°C.

#### Ø **Bloque de Electrónica de Control :**

Este bloque esta conformado por una:

- Tarjeta de adquisición de datos, que permite la comunicación con la PC y es el medio a través del cual es posible obtener y controlar la temperatura del horno(no se enfria por medios electro-mecánicos).

El componente principal que permite la comunicación PC – Mundo Exterior es un Microcontrolador PIC 16F877A, el cual permite sensar la temperatura y activar un actuador para que modifique la temperatura del horno eléctrico.

#### Ø **Bloque de Software de Control del Sistema :**

Este bloque de control presenta 3 elementos constitutivos, cada uno con un nivel de abstracción diferente y que corresponden a 2 diferentes paradigmas de programación:

- Programa Pic 16F877A-(Paradigma Estructurado Lineal).
- Programa de Aplicación en C# (Paradigma Orientado a Objetos ).
- Programa WebAplicattion sobre un Web-Server –( Paradigma Orientado a Objetos con patrón de arquitectura Cliente-Servidor de 3 capas).

#### • **Cadena de Adquisición :**

A continuación se describen sus principales elementos (Véase figura 1):

- 1) Horno eléctrico de temperatura.
- 2) Conversor ADC de 10 bits
- 3) Interfaz USART – RS232.
- 4) PC
- 5) Web-Server, con Webservices
- 6) Web-Client / Remote Control

La temperatura es sensada a través de un sensor de temperatura LM35, el cual entrega un valor de tensión que es

proporcional a la temperatura medida en el horno eléctrico.

Este valor es tomando por el PIC y pasado a la PC a través del puerto serie COM1 empleando el protocolo RS232.

Si la temperatura se encuentra fuera de los límites mínimos/máximos establecidos, entonces se envía un e-mail de alerta a una lista de usuarios.

Además, es posible visualizar gráficamente el historial de variación de temperatura de las últimas k-mediciones efectuadas.

Por otra parte, la PC permite realizar dos tipos de controles :

-control del tipo SI/NO y control PID(Proporcional Integral Derivativo).

#### • **Desarrollo del Software de Control:**

El sistema software de control se desarrollo en assembler en el caso del PIC, en C# en el caso de la Windows Application, y en ASP.Net y C# en el caso de la Web Application y Webservice.

Se han integrado diferentes lenguajes de programación para poder alcanzar el objetivo inicialmente planteado.

El software de la Windows Application será la encargada de mostrar la temperatura actual del horno, y su historial de variación. Se muestra en forma gráfica para lograr una comprensión más fácil por parte del usuario.

Finalmente, el software de la Web Application será el encargado de enviar el mensaje de alerta hacia una lista de distribución previamente definida, y de brindar una interfaz a través de un webservice, a un operador del horno que puede estar localizado a cualquier distancia del dispositivo controlado.

#### **Conclusiones**

Se ha mostrado una aplicación exitosa y funcional de RUP para el modelado de un sistema distribuido semi-soft de tiempo real, en el cual se han

empleado conocimientos de distintas áreas, tales como ingeniería del software, electrónica, y ciencias de la computación.

En cuanto a su fiabilidad, este sistema a pequeña escala ha sido probado múltiples veces, entre ellas, se lo probó durante 48 horas seguidas, introduciendo variaciones controladas en el ambiente como ventilación o añadiendo más temperatura, y durante este tiempo no se ha evidenciado ningún error ni desfasaje mayor a 1,5°C grados centígrados respecto de la temperatura deseada, esta prueba se realizó a 67°C. Se realizaron otras pruebas a 50°C, 60°C, 70°C, 80°C y 90°C, y en todos los casos se obtuvieron resultados similares.

Este sistema esta sujeto a muchas mejoras y ampliaciones como por ejemplo la aplicación de técnicas de tuning pid, fuzzy logic, entre otras. Estas técnicas se estudiarán y se aplicarán en el presente trabajo en un futuro cercano.

El Sistema de Control Automático de Temperatura del Horno Eléctrico diseñado presenta características novedosas que lo convierten en un sistema de tiempo de real blando, cuyas variación de temperatura fuera de los límites parametrizados y previamente establecidos, permite a un usuario ubicado en cualquier parte del mundo enterarse de tal evento con una demora en el caso promedio de unos 50 segundos.

Por otra parte este sistema es susceptible de grandes mejoras de funcionalidad y performance, entre tales mejoras citaremos la generalización a un control de k-dispositivos simultáneos, o la adición de un mecanismo de enfriamiento de la temperatura para realizar de una manera más versátil el control de la temperatura.

Además sería posible trabajar con hornos de mayor temperatura y aplicarles este mismo sistema de control con mínimos cambios.

Este trabajo tuvo como principal motivación la necesidad de integrar diferentes tecnologías en pos de construir un sistema de tiempo real de control de

temperatura empleando RUP y que sea capaz de informar a un conjunto de personas responsables los momentos en que el sistema esté fuera de control o bien cuando se haya llevado el sistema fuera de los límites preestablecidos.

## Referencias

- q *Jacobson, I ; Booch, G. y Rumbaugh J. El Proceso de Desarrollo de Software.*
- q *Jacobson, I ; Booch, G. y Rumbaugh J .UML , El Lenguaje Unificado de Modelado.*
- q *BOOCH, G. (1996) Object Oriented Design with Applications. 2ª ed. Wilmington, Addison-Wesley Iberoamericana.*
- q *JACOBSON, I. y otros. (1994) Object-Oriented Software Engineering. A Use Case Driven Approach. Estados Unidos de América, Addison-Wesley/ACM press.*
- q *RUMBAUGH, J. y otros. (1991) Object-Oriented Modeling and Design. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.*
- q *MARTIN FOWLER, KENDALL SCOTT. (1999) UML Gota a Gota, Addison Wesley.*
- q *Jean-Pierre Courriou, Process Control: Theory and Applications , Springer*
- q *Rich, E. y Knight, K. (1995) Inteligencia Artificial. McGraw Hill.*
- q *OMG – [www.omg.org](http://www.omg.org) – artículos varios.*
- q *Papers varios.*

# UNA PROPUESTA DE MODELOS DE CICLO DE VIDA (MCVS) PARA LA INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS DE NEGOCIO UTILIZANDO SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA)

López, G.<sup>1</sup>; Echeverría, A.<sup>1</sup>; Fierro, P. (PhD.)<sup>2</sup>; Jeder, I.<sup>1</sup>

1. Laboratorio de Informática de Gestión  
Facultad Ingeniería - Universidad de Buenos Aires  
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141  
e-mail: glopez@fi.uba.ar  
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lig>

2. Departamento de Estudios e Investigación de la  
Empresa - Facultad de Economía - Universidad de  
Salerno, Italia  
Tel: +390815519623  
e-mail: fierrop@unisa.it  
<http://www.unisa.it>

## ANTECEDENTES

La integración y coordinación de procesos puede verse simplificada utilizando tecnologías de integración como SOA y web services [Krafzig *et al.*, 2004] [IBM, 2005].

Un web service es una pieza de software que conforma una serie de estándares de intercambio de información. Estos estándares permiten el intercambio de operaciones entre diferentes tipos de computadoras, apartándose del problema del hardware que utilicen, como así también de los sistemas operativos que estén corriendo en dichos equipos, o de los lenguajes de programación en los que estén escritos. Para mantener su independencia, los web services, encapsulan la lógica dentro de un contexto. Este contexto puede ser una tarea de negocio, una entidad de negocio o alguna otra agrupación lógica [Erl, 2005].

Las incumbencias resueltas por un web service pueden ser pequeñas o grandes. Por lo tanto el tamaño y alcance de la lógica representada por los servicios puede variar [Newcomer & Lomow, 2004]. Además, la lógica de un web service puede requerir de la lógica provista por otros web services. En este caso un web service se valdrá de otros para resolver su problema [Huhns *et al.*, 2005].

Una Arquitectura Orientada a Servicios -SOA- representa una metodología para lograr interoperabilidad entre aplicaciones y web services de manera tal que permita reutilizar tecnologías de IT ya existentes [Woods & Mattern, 2006].

Visto del lado del negocio, una arquitectura orientada a servicios es una técnica de desarrollo de aplicaciones de alto nivel que le permite a la IT focalizar en los procesos de negocio, antes que en la infraestructura, para alcanzar una ventaja competitiva [Newcomer & Lomow, 2004]. Las industrias que implementen satisfactoriamente SOA, seguramente poseerán una ventaja competitiva importante sobre las industrias que no, porque las que tienen sus servicios alineados con los negocios estratégicos de IT, pueden reaccionar más rápido a los cambios en los requerimientos de negocio que las que no los tienen. SOA es una arquitectura en el cual una aplicación se constituye de servicios que se exponen y servicios que se consumen; difiere del tradicional enfoque cliente/servidor haciendo énfasis en el bajo acoplamiento entre los componentes de software.

Dado que estos servicios pueden ser consumidos por diferentes sistemas y plataformas, las características de los Web Services son ideales para implementar esta solución, pero debe seguirse algún tipo de Modelo de Ciclo de Vida para el desarrollo de aplicaciones con esta arquitectura [Woods & Mattern, 2006].

## PROBLEMÁTICA

Las técnicas y metodologías de desarrollo de sistemas se confunden con frecuencia con el ciclo de vida. El propósito del ciclo de vida es planear, ejecutar y controlar el proyecto de desarrollo de un sistema [Fitzgerald, 1994]. El ciclo de vida define las fases y las tareas esenciales para el desarrollo de sistemas, sin importar el tipo o la envergadura del sistema que se intenta construir [Daniels, 2002].

No existe un Modelo de Ciclo de Vida que sirva para cualquier proyecto; cada proyecto debe seleccionar un ciclo de vida que sea el más adecuado para su caso [Fitzgerald, 1997].

No existe un Modelo de Ciclo de Vida ad-hoc para la integración de los procesos de negocio en aplicaciones con arquitectura orientada a servicios (SOA); este trabajo intenta ser un aporte en tal sentido.

## **SOLUCIÓN PROPUESTA**

### **Modelos de Ciclos de Vida para desarrollo de proyectos con Arquitectura Orientada a Servicios**

Los Modelos de Ciclo de Vida ad-hoc se encuentran formados por una serie de fases, etapas o pasos requeridos para obtener una solución SOA a partir de un conjunto de necesidades determinado. Si bien los Modelos de Ciclo de Vida para proyectos SOA se basan en los pilares de los ciclos de vida para soluciones distribuidas, los mismos requieren de ciertas adaptaciones para obtener un producto de calidad.

#### **1. MCVS SOA con enfoque Top – Down**

La estrategia top-down utilizada para construir soluciones SOA genera productos de alta calidad. La arquitectura resultante con este enfoque será óptima debido a que se comienza analizando el flujo de negocio de manera integral, para luego bajar el nivel de detalle hasta los servicios a implementar. La principal desventaja de este enfoque es el presupuesto y tiempos. Realizar un análisis global del negocio y del conjunto completo de servicios a implementar implica un gran costo inicial que no todas las organizaciones se encuentran dispuestas a enfrentar [Woods & Mattern, 2006].

Las fases que integran este MCVS aplicado a proyectos SOA, son las siguientes:

##### **1.1 Análisis**

En esta primera fase se determina el alcance del proyecto SOA. Antes de modelar el esquema de servicios se comienza por analizar en detalle el flujo y reglas de negocio de la organización. Luego surgen los principales servicios candidatos, y se definen las capas a utilizar.

##### **1.2 Diseño**

Una vez definido el análisis, se puede comenzar a diseñar de qué forma implementarlo. Esta fase es por lo general dirigida en base a estándares e incorpora principios y convenciones establecidas para sistemas orientados a servicios.

##### **1.3 Desarrollo**

Una vez determinadas las tecnologías sobre las cuales se construirán los componentes de la arquitectura orientada a servicios, sólo basta construirlos. Existe una gran diversidad de tecnologías, herramientas, frameworks y plataformas para simplificar el desarrollo del proyecto.

##### **1.4 Pruebas**

Debido a que los servicios serán potencialmente módulos reutilizables en una gran variedad de escenarios, su calidad debe ser rigurosamente controlada.

##### **1.5 Implantación**

En base a las tecnologías específicas seleccionadas para el desarrollo se podrán definir las actividades que formen parte de la fase de implantación.

##### **1.6 Administración**

La naturaleza de los factores a administrar para este tipo de sistemas va a ser muy similar a la utilizada para sistemas distribuidos basados en componentes.

La administración incluye el monitoreo de servicios, control de versiones, seguimiento de mensajes, detección de cuellos de botella.

## **2. MCVS SOA con enfoque Bottom-Up**

El enfoque bottom-up establece una perspectiva diferente durante el análisis. El mismo propone comenzar a construir los servicios a partir de requerimientos puntuales, como por ejemplo, establecer canales de integración punto a punto entre sistemas, o reemplazar soluciones de comunicación remota de aplicaciones por un protocolo multiplataforma como SOAP (Simple Object Access Protocol). Muchas veces estos requerimientos pueden resolverse simplemente implementando servicios sobre módulos de un sistema ya existente.

Las organizaciones podrían ver ventajoso a este modelo ya que les permite integrar sus sistemas utilizando nuevas tecnologías a bajo costo [Newcomer & Lomow, 2004]. A pesar de que las implementaciones de este tipo podrían resultar exitosas, es decir, lograr su objetivo de integración puntual, no se encontrarían enmarcadas en una arquitectura diseñada para aprovechar la Orientación a Servicios en su máxima expresión. Las soluciones desarrolladas bajo este Modelo no están concebidas para soportar un gran número de servicios de forma consistente, robusta y ágil.

## **3. MCVS SOA con enfoque Ágil**

Con la finalidad de encontrar un enfoque que permita incorporar los principios de arquitectura orientada a servicios en los ambientes de negocio, sin necesidad de esperar que se haya finalizado el proceso en toda la organización, ha surgido el MCVS con enfoque ágil.

La modalidad de trabajo de este modelo difiere de las anteriores ampliamente ya que se ocupa de ejecutar el análisis del negocio en paralelo al diseño de servicios y desarrollo.

Esta forma de trabajo tiene una componente de esfuerzo adicional, con el lógico costo asociado. Esto se debe a la necesidad de tener que ajustar los servicios construidos para alinearlos con los modelos de negocio que pueden ir cambiando a medida que se avanza con el análisis.

Las fases que integran este MCVS aplicado a proyectos SOA, son las siguientes:

### **3.1 Análisis**

La fase de análisis debe focalizar en el modelo de negocio. En el momento en que se tiene suficiente conocimiento de las áreas del negocio, se va a comenzar con el trabajo en paralelo de modelado de servicios de negocio. Este punto de inflexión, denominado el punto de maduración del análisis de negocio, debe ser determinado apelando al sentido común y experiencia. Si es muy temprano para comenzar con el modelado de servicios, seguramente se requerirá un trabajo de reingeniería para adaptar los servicios al modelo final de negocio, y si por el contrario, se espera demasiado para comenzar por los servicios, se estará perdiendo la agilidad que podría destacar a este modelo frente a los dos precedentes.

### **3.2 Diseño, Desarrollo, Pruebas e Implantación**

Estas fases van a ser ejecutadas en paralelo a la etapa de análisis a medida que nuevos servicios se incorporan a la arquitectura. Se trabaja con el diseño de cada componente de servicio que surge del análisis. Luego se desarrollan, prueban e implantan los servicios diseñados.

### **3.3 Revisión**

Se deben efectuar revisiones periódicas de la arquitectura actual contra los modelos de negocio obtenidos. A partir de estas revisiones, cuya intención es encontrar inconsistencias entre la implementación y la realidad, surgirán planes de ejecución de adaptaciones de los servicios construidos para alinearlos con las necesidades actuales.

Cada servicio que deba ser modificado, tendrá que pasar por las etapas de diseño (o mejor dicho re-diseño), desarrollo, pruebas e implantación nuevamente.

## **4. MCVS con enfoque RUP + XP**

Existe una tendencia por la adopción de una metodología mixta, la cual toma una u otra forma dependiendo del momento del ciclo de vida en el cual se encuentra el proyecto SOA.

Un proyecto SOA consta de dos grandes fases de alto nivel [Mittal, 2006]. La primera es la construcción de la plataforma SOA. Esta fase requiere la utilización de una metodología como RUP (Racional Unified Process). La segunda fase es la de mantenimiento, en la cual nuevos proyectos son construidos sobre la arquitectura inicial. En esta fase se pueden aprovechar las ventajas de una metodología liviana como XP (eXtreme Programming).

## **5. MCVS SOA con enfoque de Gobierno constante**

Este modelo consiste en un conjunto de fases que son ejecutadas de forma iterativa, proporcionando una mejora continua del proceso.

### **5.1 Modelado**

Durante esta fase se obtienen y analizan los requerimientos de negocio con el fin de llegar a un modelo de procesos de negocio que será la base para el diseño de servicios y niveles de servicio. Estos procesos también serán útiles a la hora de medir la eficiencia del negocio.

Es de gran importancia que en esta etapa se fije un modelo común que sea comprendido tanto por gente de IT como de negocio.

### **5.2 Ensamble**

Una vez que se han definido los procesos de negocio, se deben obtener los servicios necesarios para que los mismos puedan ser incorporados a la solución. Para esto puede ser necesario la construcción de nuevos servicios, utilizar servicios ya existentes, o encapsular funcionalidades de sistemas existentes. Por último, se utilizará un mecanismo de orquestación de servicios que permita que los procesos de negocio cobren vida.

### **5.3 Implantación**

En esta etapa se debe configurar el ambiente de ejecución de los servicios para lograr cumplir con los niveles de calidad fijados y así poder ejecutar exitosamente los procesos de negocio. Es fundamental que el ambiente de servicios sea robusto, escalable y seguro. Este ambiente debe estar preparado tanto para correr procesos de misión-crítica como para aceptar cambios de forma flexible.

### **5.4 Administración**

La fase de Administración incluye establecer y mantener la disponibilidad de los servicios y sus tiempos de respuesta. Se deben monitorear los KPI (Key Performance Indicators) en tiempo real para prevenir, aislar, diagnosticar y solucionar problemas. Es también una tarea a llevar a cabo en esta etapa la de administrar y mantener un control de versiones sobre los servicios que corren los procesos de negocio.

### **5.5 Gobierno y Procesos**

Este proceso debe ser ejecutado durante todo el ciclo de vida. Se deben establecer políticas y procesos que aseguren el éxito del proyecto SOA. Por ejemplo, se puede crear un centro de excelencia para implementar políticas de gobierno y controlar que los estándares se cumplan.

## **CONCLUSIONES**

Las ventajas y beneficios del uso de SOA con web services incluyen un mejor ROI para los proyectos, resultados más rápidos y capacidad para responder ágilmente a los cambios del negocio. Estas ventajas competitivas estarán presentes toda vez que el proyecto haya sido concebido siguiendo un Modelo de desarrollo adecuado. No todos los modelos sirven para todos los proyectos SOA.

Es necesario tener en cuenta que SOA es una evolución y no una revolución; que no cambiará las tecnologías existentes sino que las integrará. Como cualquier iniciativa exitosa se debe desarrollar un plan estratégico para alcanzar los requerimientos de negocio asociados.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a *CDA Tecnología Informática S.A.* por la colaboración brindada y el apoyo demostrado en pos de la Investigación y el Desarrollo.

## REFERENCIAS

- Daniels, J. "Modelling with a sense of purpose", Design IEEE software, ene/feb 2002.
- Erl, T. "Service Oriented Architecture Concepts Technology And Design". Prentice Hall. ISBN 0-13-185858-0. Agosto 2004.
- Fitzgerald, B. The system development dilemma: whether to adopt formalized systems development methodologies or not? In Baets, W.(ed.) Proceedings of the Second European Conference on Information Systems, Nijenrode University Press, Holland, 691-706. 1994.
- Fitzgerald, B. The Use of Systems Development Methodologies in Practice: A field Study, The Information Systems Journal, Vol. 7, No 3, pp. 201-212. 1997.
- Huhns, M., Munidar, N., Singh, P., Burstein, M., et al. "Research Directions for Service-Oriented Krafzig D., Banke, K., Slama D.. "Enterprise SOA: Service Oriented Architecture Best Practices". Noviembre 2004.
- IBM. "IBM SOA Foundation: providing what you need to get started with SOA". White paper. Septiembre 2005.
- Multiagent Systems". IEEE Internet Computing Paper. Diciembre 2005.
- Mittal, K.. "Build your SOA: Process and Methodology". Mayo 2006. <http://www.soainstitute.org/articles/article/article/build-your-soa-process-and-methodology-part-1-getting-through-the-basics.html>. Página vigente al 07/03/2007.
- Newcomer, E., Lomow G.. "Understanding SOA with Web Services (Independent Technology Guides)". Addison-Wesley Professional. ISBN 0321180860. Diciembre 2004.
- Woods, D., Mattern, T.. "Enterprise SOA: Designing IT for Business Innovation". Abril 2006.

## BIBLIOGRAFÍA

- Doddavula S.K., Karamongikar S. "Designing an Enterprise Application Framework for Service-Oriented Architecture". White Paper. Infosys. Agosto 2005.
- Fallenstein, C. E-commerce: explorando negocios y sociedades virtuales. Prentice Hall. 2000
- Fresco, J.C. E-fectividad gerencial: el cambio hacia la nueva lógica de la economía digital. Prentice Hall. Buenos Aires. 2000
- Kalakota, R. Investing in Electronic Commerce-lessons from the field. E-business strategies Inc., Atlanta, Georgia. 1999
- McKeown, M. Los nuevos e-clientes. Pearson Educación. Madrid. 2001
- Porter, M. Ventaja competitiva. Editorial CECSA. México. 1997
- Pulier E., Taylor H.. "Understanding Enterprise SOA". Noviembre 2005.
- Zamora, V.. "Integración Corporativa basada en SOA y Sistemas Inteligentes Autónomos". 2006. Reporte Técnico RT-LIG-2006-02. Laboratorio de Informática de Gestión. Facultad de Ingeniería - UBA

## **Título: Valoración de Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora del Proceso de Software.**

**Area:** Ingeniería de Software.

**Autores:** Raúl Omar Moralejo<sup>1</sup>, Nerina Claudia Dumit Muñoz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza – Argentina  
Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería – Mendoza – Argentina  
e-mail: rmoralejo@frm.utn.edu.ar, raul.moralejo@um.edu.ar.

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza Argentina  
e-mail: ndumit@frm.utn.edu.ar

### **Dirección de contacto:**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza. Rodríguez 273, Ciudad de Mendoza (5500), Argentina, Teléfono: 0261-5244500, Fax: 0261-5244531.

Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería. Peatonal Emilio Descotte 750, Ciudad de Mendoza (5500), Argentina, Teléfono: 0261-4201872.

### **Resumen:**

El presente trabajo consiste en obtener una valoración de los conocimientos sobre los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software del alumnado, identificando las creencias y opiniones sobre los mismos. Se obtuvieron resultados que muestran que los alumnos no están totalmente de acuerdo con los aspectos de los modelos y/o estándares, que son difíciles de aplicar en pequeñas empresas y/u organizaciones, y que no existen diferencias estadísticamente significativas en la valoración de los mismos según la condición de ser hombre o mujer. Se propone establecer un proceso de mejora de software y herramientas para ser aplicados en pequeñas empresas y/u organizaciones.

El presente trabajo forma parte de un proyecto mayor que está siendo ejecutado en forma conjunta por la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza y la Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería, y tiene el aval de las mismas Universidades según el siguiente detalle:

- Resolución 7/06 del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.
- Resolución 06PI/06 del Departamento de Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza.
- Resolución 14/06 del Consejo Académico de la Facultad de Ingeniería – Universidad de Mendoza.

#### 1) Planteamiento del problema

##### 1.1) Preguntas

- ¿Se tiene conocimiento de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?
- ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta para realizar una valoración de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?
- ¿Existen modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software que se puedan aplicar en pequeñas empresas y/u organizaciones y/o empresas?

##### 1.2) Justificación del problema

La producción de Software es una actividad económica que se caracteriza por generar un alto valor agregado y aportar a la economía productos y servicios esenciales para su modernización. Esta industria se basa en el conocimiento, desarrolla habilidades mas allá de la manufactura, propicia la

innovación tecnológica y genera empleos bien remunerados, no contamina y requiere de relativamente poco capital para iniciar.

La industria del software forma parte del grupo de actividades económicas que componen a las Tecnologías de la Información, éstas se integran además por la industria del hardware y los servicios, junto con las comunicaciones componen lo que se conoce como TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). La incorporación de TICs en los procesos de producción, comercialización, de servicios, de educación y de administración pública es un factor clave para la mejora de la competitividad de las organizaciones y los países. En particular la industria del software necesita de recursos humanos preparados en diversos conocimientos específicos, algunos de ellos por ejemplo, paradigmas de desarrollo de software, herramientas de programación, lenguajes de programación, modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, etc. En Mendoza, Argentina, basándose en expresiones de los empresarios del sector del software, se ha observado que cuesta conseguir profesionales de tecnología que conozcan los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software [por ejemplo, CMMI (Capability Maturity Model Integration), ISO/IEC 15504 (Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrónica Internacional), BOOSTRAP (Software Engineering Body of Knowledge - Europa), o ISO (Organización Internacional de Normalización) 9001:2000].

Es necesario formar a los futuros profesionales (alumnado de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, carrera Ingeniería en Sistemas de Información) en el conocimiento, manejo, evaluación y selección de este tipo de tecnología.

## 2) Objetivos

- Valorar los conocimientos sobre los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software del alumnado.
- Identificar las creencias y opiniones del alumnado sobre los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software y en especial sobre dos aspectos concretos:
  - ✓ Qué aspectos se deben tener en cuenta para realizar una valoración de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.
  - ✓ Existen modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software que se puedan aplicar en pequeñas empresas y/u organizaciones.

## 2) Metodología

Se trata de un trabajo descriptivo que adopta un enfoque cualitativo – cuantitativo centrado en un estudio de casos. En primer lugar se utilizó información sobre trabajos en grupos realizados por el alumnado, posteriormente se diseñó un instrumento que se aplicó como entrevista.

### 2.1) Instrumento

El instrumento utilizado para la recogida de datos se denominó “Cuestionario 1: Entrevista - Evaluación personal de modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software”, éste fue analizado y diseñado en el marco del presente trabajo.

### 2.2) Elaboración del Instrumento

#### 2.2.1) Análisis del Instrumento:

Durante el cursado de la materia “Aseguramiento de la Calidad del Software” en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza, correspondiente a quinto año de la Carrera “Ingeniería en Sistemas de Información” – Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información, durante el periodo agosto – noviembre del año 2005, se fueron estudiando los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, para esto, se formaron equipos de trabajo donde cada uno de ellos tenía que investigar sobre uno de los modelos y estándares, y definir qué aspectos creían convenientes que estuvieran presentes en los mismos.

### 2.2.2) Diseño del Instrumento:

El alumnado consideró que los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software deberían tener los siguientes aspectos: Arquitectura y/o Estructura, Método de evaluación, Proceso de mejora y Herramientas. Éstas fueron definidas como variables dependientes.

Luego, se estableció como objetivo de este cuestionario el obtener una Valoración Global de cada uno de los Aspectos para cada uno de los Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora del Proceso de Software; en este caso específico: BOOTSTRAP (Software Engineering Body of Knowledge - Europa), ISO/IEC (Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrónica Internacional) 15504, CMMI (Capability Maturity Model Integration), ISO (Organización Internacional de Normalización) 9001:2000 – ISO 90003, y MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria de Software – México).

Para la Valoración de los Aspectos y Valoración Global se definieron cinco respuestas posibles: 1 - Muy en Desacuerdo, 2 - En Desacuerdo, 3 - Ni Acuerdo Ni Desacuerdo, 4 - De Acuerdo, y 5 - Muy de Acuerdo.

Asimismo, se definieron las variables independientes del cuestionario: Fecha de la entrevista, Edad, Género, Curso, Título, Universidad y Experiencia Laboral.

### 2.3) Determinación de la población

36 (treinta y seis) alumnos que cursaron la materia Aseguramiento de la Calidad del Software, en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, quinto año de la Carrera “Ingeniería en Sistemas de Información” – Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información, durante el periodo agosto – noviembre del año 2005. Profesor Adjunto de la Materia: Ing. Raúl Omar Moralejo. Jefe de Trabajos Prácticos de la Materia: Ing. Nerina Dumit.

### 2.4) Carga y depuración de datos

Cada uno de los formularios (Cuestionario 1) completados por los alumnos fue identificado con un número correlativo de registro y cargado en el programa SPSS (Software de Análisis Estadístico), según la codificación realizada para cada una de las variables. Luego, se depuraron todos los errores encontrados en la carga de datos a través del mismo software.

### 3) Resultados

Se destaca que la media de la edad es de 25 años, corresponde un 58% a hombres (cantidad: 21) y un 42% a mujeres (cantidad: 15), donde el 86% tiene experiencia laboral (19 hombres – 12 mujeres), frente a un 14% sin experiencia laboral (2 hombres – 3 mujeres).

El porcentaje de los alumnos que tienen experiencia laboral es alto, por tal motivo los datos relevados respecto a los aspectos de los modelos y estándares son interesantes, debido a que refuerza la importancia de las opiniones de estas personas frente al conocimiento y percepción que tienen de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software. Estos números también demuestran que las empresas y organizaciones del medio no hacen distinción de género a la hora de tomar personal, ya que los porcentajes de gente con experiencia laboral son bastante parecidos. Además, de alguna manera marca una tendencia en las empresas y organizaciones del medio, y es que en los últimos años brindan la posibilidad de incorporar estudiantes, demostrando la falta de mayor cantidad de recursos humanos formados en este tipo de temas.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la valoración realizada por los alumnos sobre cada uno de los aspectos definidos por ellos mismos (Arquitectura, Método de Evaluación, Proceso de Mejora, Herramientas) respecto a los modelos y estándares, y a la Valoración Global de los mismos.

### Resumen Valoración Arquitectura

Valoración en Porcentaje	BOOTSTRAP	ISO/IEC 15504	CMMI	ISO 9001	MoProsoft
Muy de acuerdo	19.4	5.6	16.7	0	22.2
De Acuerdo	69.4	63.9	61.1	38.9	47.2
Ni acuerdo ni desacuerdo	5.6	22.2	16.7	52.8	27.8
En desacuerdo	2.8	8.3	5.6	8.3	0
Muy en desacuerdo	2.8	0	0	0	2.8

### Resumen Valoración Método de Evaluación

Valoración en Porcentaje	BOOTSTRAP	ISO/IEC 15504	CMMI	ISO 9001	MoProsoft
Muy de acuerdo	25	2.8	16.7	2.8	13.9
De Acuerdo	55.6	41.7	69.4	44.4	63.9
Ni acuerdo ni desacuerdo	16.7	36.1	8.3	36.1	16.7
En desacuerdo	2.8	19.4	5.6	16.7	5.6
Muy en desacuerdo	0	0	0	0	0

### Resumen Valoración Proceso de Mejora

Valoración en Porcentaje	BOOTSTRAP	ISO/IEC 15504	CMMI	ISO 9001	MoProsoft
Muy de acuerdo	8,3	8.3	19.4	2.8	16.7
De Acuerdo	77,8	41.7	55.6	44.4	52.8
Ni acuerdo ni desacuerdo	13,9	38.9	22.2	47.2	27.8
En desacuerdo	0	11.1	2.8	2	2.8
Muy en desacuerdo	0	0	0	0	0

### Resumen Valoración Herramientas

Valoración en Porcentaje	BOOTSTRAP	ISO/IEC 15504	CMMI	ISO 9001	MoProsoft
Muy de acuerdo	5,6	8.3	13.9	5.6	5.6
De Acuerdo	50	36.1	44.4	27.8	25
Ni acuerdo ni desacuerdo	33.3	44.4	41.7	61.1	50
En desacuerdo	11.1	11.1	0	5.6	11.1
Muy en desacuerdo	0	0	0	0	8.3

### Resumen Valoración Global

Valoración en Porcentaje	BOOTSTRAP	ISO/IEC 15504	CMMI	ISO 9001	MoProsoft
Muy de acuerdo	2,8	2.8	11.1	2.8	13.9
De Acuerdo	86.1	61.1	77.8	30.6	63.9
Ni acuerdo ni desacuerdo	8.3	30.6	8.3	58.3	22.2
En desacuerdo	2.8	5.6	2.8	8.3	0
Muy en desacuerdo	0	0	0	0	0

### Diferencias entre Género y Edad respecto a la Valoración Global de los modelos/estándares:

Modelos y Estándares / Opción "De Acuerdo"	BOOTSTRAP	CMMI	MoProsoft	ISO/IEC 15504	ISO 9001
Valoración en Porcentaje					
Hombres	81%	76%	71%	57%	19%
Mujeres	93%	80%	53%	66%	47%
Edades (promedio)	86%	80%	64%	61%	31%

Valoración Global de los modelos/estándares, de los alumnos con Experiencia Laboral:

Modelos y Estándares / Con Experiencia Laboral Valoración en Porcentaje <u>Opción "De Acuerdo"</u>	BOOTSTRAP	CMMI	MoProsoft	ISO/IEC 15504	ISO 9001
Valoración Global	84%	77%	64%	61%	22%

#### 4) Conclusiones

A continuación se emiten las conclusiones sobre las preguntas planteadas al inicio de la investigación:

- ¿Se tiene conocimiento de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?

La mayoría del alumnado no conocía los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software, aproximadamente entre un 90 y un 95 %.

Los pocos alumnos (porcentaje restante entre el 1% y 10%) que los conocían mencionaban sólo algunos de ellos, por ejemplo, la norma ISO en forma general; pero no conocían para qué sirven, cuál es su objetivo, estructura y alcances, y cómo se utilizan en las organizaciones y/o empresas.

- ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta para realizar una valoración de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?

Del análisis realizado, se desprende que se pueden agrupar en cinco factores los aspectos a cubrir: Herramientas, Proceso de Mejora, Método de Evaluación, Arquitectura y Valoración Global del Modelo y/o Estándar.

Teniendo en cuenta las elecciones del alumnado respecto a las opciones De Acuerdo y Muy de Acuerdo, los modelos y estándares elegidos por orden con mayores porcentajes son: BOOTSTRAP, CMMI, MoProsoft, ISO/IEC 15504, ISO 9001, no llegando al 100 % en ningún caso, esto demuestra que el alumnado no está totalmente de acuerdo con ninguno de los modelos/estándares.

- ¿Existen modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software que se puedan aplicar en pequeñas empresas y/u organizaciones?

La mayoría de los alumnos considera que los modelos y estándares estudiados son muy difíciles de aplicar en pequeñas empresas y/u organizaciones, salvo el modelo MoProsoft que se diseñó en México con este propósito y que sólo puede aplicarse en dicho País. El resto de los modelos y estándares estudiados, debido a la parte económica y los aspectos técnicos se hace bastante imposible su aplicación a pequeñas empresas y/u organizaciones desarrolladoras de software.

Esto refuerza la importancia de contar con modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software orientados a las pequeñas empresas y/u organizaciones, que permitan realizar una evaluación más simple a la hora de incorporar tecnología para el apoyo de sus procesos de negocio. Es decir que los mismos deben estar orientados tanto a las empresas desarrolladoras de software, como para aquellas que evalúan a proveedores de tecnología de información para la administración de su negocio.

“Todos estos resultados justifican la necesidad de realizar investigaciones orientadas a definir un proceso de mejora de software y herramientas para ser aplicados en pequeñas empresas y/u organizaciones, de manera tal que les permitan a las mismas acceder a beneficios que les son difíciles de obtener a través de los modelos y estándares estudiados.”

## **Visión de la Tecnología en Estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en Mendoza - Argentina**

**Raúl Omar Moralejo<sup>1</sup>, Jose M. Cabo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza Argentina

Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería – Mendoza - Argentina

<sup>2</sup>Facultad de Educación y Humanidades. Campus de Melilla. Universidad de Granada - España

### **Dirección de contacto:**

Universidad de Mendoza – Facultad de Ingeniería. Diagonal. Dag Hammarskjold 750 - (5500)

Mendoza. Teléfono: 0261-420-1872; e-mail: [raul.moralejo@um.edu.ar](mailto:raul.moralejo@um.edu.ar), [rmoralejo@frm.utn.edu.ar](mailto:rmoralejo@frm.utn.edu.ar)

Facultad de Educación y Humanidades. Cta. Alfonso XIII, S/N, 52005 – Melilla – España. Teléfono: 952698736. e-mail: [jmcabo@ugr.es](mailto:jmcabo@ugr.es)

### **RESUMEN**

El presente trabajo explora las ideas de estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en Mendoza – Argentina sobre la tecnología, obteniendo resultados que apoyan una educación tecnológica que favorece posiciones tecnocráticas basadas en la toma de decisiones de los expertos. Se propone la inclusión de aspectos sociales y culturales en la educación tecnológica y no solo sus dimensiones técnicas. **Palabras clave:** CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad), Formación de profesores

### **INTRODUCCIÓN**

La habilidad de entregar software que sea confiable e útil dentro del tiempo establecido, continúa siendo una de las dificultades que enfrentan las empresas y/o organizaciones, la búsqueda de soluciones a estos retos ha continuado por muchos años, después de varias décadas de promesas insatisfechas acerca de la productividad y de la calidad que se obtiene de aplicar nuevas metodologías y tecnologías de software, las organizaciones se están dando cuenta de que su problema fundamental es la impericia de dirigir el proceso de software. En muchas organizaciones, los proyectos de desarrollo de software son entregados excesivamente tarde y con gastos que sobrepasan lo establecido, y los beneficios de buenos métodos y herramientas no pueden ser distinguidos en el remolino de un proyecto indisciplinado y caótico. El desarrollo de software confiable y utilizable que es entregado a tiempo y dentro de lo presupuestado es un esfuerzo difícil para muchas organizaciones. Productos que están retrasados, fuera del presupuesto o que no trabajan como se esperaba también son un problema para los clientes de la organización y la sociedad que los utiliza y consume, así como los proyectos de software continúan incrementándose en tamaño y en importancia, estos problemas se agrandan. Estos problemas se pueden vencer a través de un esfuerzo enfocado y sostenido en construir una infraestructura de proceso efectivo de software. Para construir esta infraestructura de proceso, las organizaciones que producen software necesitan formas de evaluar su habilidad para desarrollar sus procesos de software exitosamente, una guía para mejorar su capacidad de proceso y recursos humanos que administren y operen estos conocimientos. Las organizaciones necesitan formas de evaluar más efectivamente la capacidad de desarrollo exitoso en los contratos de software de una organización, los contratistas necesitan formas de evaluar la capacidad de subcontratistas potenciales. Para ayudar a las organizaciones, clientes y contratistas, se han desarrollado modelos y/o estándares de evaluación y mejora del proceso de software, que permiten realizar estas actividades.

### **MARCO TEÓRICO**

Por las razones apuntadas en la introducción, la aplicación de modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software se convierte en una necesidad derivada de la creciente demanda de software en la mayoría, si no en todas las actividades humanas. Uno de los elementos centrales para la

sistematización de los modelos y estándares en el proceso de software es la formación de tecnólogos. La incorporación de contenidos referidos a modelos y estándares de calidad para el proceso de software durante la formación universitaria de tecnólogos se convierte en una necesidad. Uno de los planteamientos didácticos actuales para la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología es el denominado movimiento educativo CTS. Una de las consecuencias del enfoque Ciencia Tecnología Sociedad afecta a los contenidos de las clases de Ciencia y de Tecnología ya que además de los tradicionales contenidos científicos y técnicos se deben incluir contenidos “sobre” Ciencia y Tecnología y no solo “de” CyT. Los estudios realizados en el ámbito CTS sobre la imagen o representación que los estudiantes tienen sobre Ciencia y/o Tecnología apuntan a la existencia de una visión deformada que no se corresponde con la realidad. Cobra especial importancia en este sentido las posturas defendidas desde los Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología, especialmente desde la filosofía, sociología e historia de la Ciencia y más recientemente de la Tecnología. Desde este punto de vista existirían diferentes conceptos de CyT que históricamente se han venido sucediendo en la historia de forma que los modelos empiristas y positivistas y las relaciones con la sociedad del sistema tecno-científico que nacieron en el siglo XIX no pueden ya mantenerse debido a la propia evolución social. Actualmente las relaciones CTS han cambiado de forma que no podemos hablar de CyT como algo independiente de los procesos sociales. Si bien existen numerosos estudios diagnósticos sobre las visiones del alumnado y profesorado sobre Ciencia, los trabajos sobre la imagen o visión de los estudiantes sobre la tecnología son escasos. Según Quintanilla (Quintanilla 2001), las grandes orientaciones o enfoques en las teorías sobre la técnica y la tecnología, pueden ser agrupadas en tres apartados: la orientación instrumental, la cognitiva, y la sistémica. Coincide con Mitcham (Mitcham 1994), sobre las diferentes formas de manifestación de la tecnología: como conocimiento, como actividad (producción, uso), como objetos (artefactos), y como volición. Describimos a continuación los tres enfoques citados por Quintanilla. Ahora bien, la existencia de diversos modelos conceptuales sobre la tecnología implica la existencia de diversos modelos sobre la enseñanza de la tecnología. ¿Desde qué modelo nos situamos a la hora de diseñar la enseñanza aprendizaje de aspectos específicos de la tecnología, como es el de modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software?

### **Modelo conceptual de la práctica tecnológica**

De acuerdo al Modelo conceptual de la práctica tecnológica (Pacey 1983), esta abarca tres dimensiones: técnica, organizativa e ideológica/cultural. La dimensión técnica define lo que habitualmente se entiende, de manera restrictiva, por práctica tecnológica. La inclusión de las otras dos dimensiones permite una generalización de los significados de la tecnología, ampliados ahora con la consideración del ámbito social, que se denomina sociotecnología. Basándose en este modelo de Pacey, (Gilbert 1992) distingue, según qué aspectos se atiendan preferentemente en los contenidos, tres maneras de enfocar la educación tecnológica: **(1)** enseñanza para la tecnología, que se centra en los aspectos de la dimensión técnica y suele ser la perspectiva más habitual pero también la más restringida, **(2)** enseñanza sobre la tecnología, que está más orientada hacia las cuestiones socio tecnológicas, es decir, a las relacionadas con las dimensiones organizativa e ideológica/cultural y es característica de la educación CTS, sobre todo en muchos cursos que se imparten dentro del ámbito de los estudios sociales y de las humanidades, y **(3)** enseñanza en la tecnología, que toma en consideración todas las dimensiones del modelo. Gilbert subraya que adoptar este último punto de vista conduce a una enseñanza comprensiva y más holística de la tecnología y a una educación tecnológica más equilibrada.

## **Educación Tecnológica desde una perspectiva CTS**

Hay que tener en cuenta que los conceptos que se tengan de tecnología condicionan las finalidades y objetivos de la enseñanza, orientando de esta manera el propio diseño curricular. La acepción más común, y al mismo tiempo la más restringida conceptualmente, es la que se basa solamente en los aspectos más ligados a la ingeniería, esto es, en las capacidades y destrezas para realizar las tareas productivas y en los artefactos elaborados. Un significado más amplio de la tecnología, que permita situarla en su contexto social, supone tomar en cuenta también las cuestiones sociotecnológicas, Acevedo, 1996, 1998; Fleming, 1989, Gilbert, 1992, derivadas de sus dimensiones organizativa y cultural (Pacey 1983). Por otra parte, la acepción que se adopte de la noción de tecnología se relaciona con la manera de entender la denominada alfabetización tecnológica de los ciudadanos, uno de los objetivos prioritarios de la política educativa en la mayoría de los países industrializados (UNESCO, 1983, 1986). Partiendo del análisis crítico realizado sobre este tema por Gómez e Ilerbaig 1990, se puede establecer un continuum que va desde una alfabetización basada sobre todo en el aumento de los conocimientos puramente técnicos hasta otra que contempla los valores constitutivos y contextuales de la técnica (Layton 1988), Acevedo, Rodríguez, 1998, más centrada en las actitudes y comportamientos de las personas ante los problemas sociales ligados a la tecnología, cuya finalidad es preparar a los ciudadanos para su participación en la toma de decisiones sociotecnológicas (Goldman 1992); (Waks 1986). Sin duda, este último punto de vista es el que se encuentra más próximo a las ideas más radicales del movimiento educativo CTS (Waks 1990). Como es sabido, las concepciones del alumnado, y las del mismo profesorado, cobran un especial valor desde una óptica constructivista del aprendizaje y la enseñanza. Dentro de esta perspectiva, los estudios sobre las creencias y opiniones acerca de la naturaleza de la tecnología y sus relaciones con la ciencia y la sociedad resultan de sumo interés. Los Instrumentos de investigación más conocidos en este campo son el VOSTS Aikenhead et al., 1987; Aikenhead y Ryan, 1992 y el TBA-STs Rubba y Harkness, 1993), siendo el primero de ellos el más completo de los dos. Estos instrumentos, se han utilizado con estudiantes de los últimos cursos o graduados en secundaria superior (Zoller et al., 1990, 1991a), con estudiantes universitarios de ciencias y con profesores en formación y en activo Rubba y Harkness, 1993; Zoller et al., 1991ab. Los principales resultados obtenidos en estos trabajos en lo referente a la tecnología son los siguientes (Acevedo 1996, 2000, 2001):

En cuanto a sus repercusiones sociales, se suele identificar la ciencia y la tecnología con una empresa única (tecnociencia). La mayor parte del alumnado y del profesorado parecen tener gran dificultad a la hora de distinguir los papeles que juegan ambas (p.ej., Acevedo, 1998, 2001b; Price, 1972).

Muchos consideran que la tecnología está jerárquicamente supeditada a la ciencia y que no es más que la aplicación que ésta.

En relación con la adopción de decisiones importantes en las implicaciones sociales de la tecnología hay una cierta tendencia a apoyar un modelo tecnocrático basado en la opinión de los expertos. Esta tendencia parece acentuarse para los estudiantes de ciencia.

Se considera que los gobiernos son quienes están más capacitados, a través de sus agencias especializadas, para coordinar los programas de investigación y desarrollo (I+D), lo que también supone el apoyo a una política de carácter tecnocrático.

Se detecta también algún acuerdo con el control social externo de la ciencia y la tecnología, sobre todo en el caso de aquellos estudiantes que han realizado algún curso CTS.

## **OBJETIVO**

La presente comunicación, que forma parte de un estudio más amplio, pretende identificar las creencias y opiniones del alumnado de 5º curso de la Carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza sobre los modelos y estándares de evaluación y mejora de software y relacionarlas con las aportaciones de los Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología, y en especial nos preguntamos:

¿Existen otros componentes para evaluar y seleccionar este tipo de tecnología, que no sea solamente desde el punto de vista técnico y económico?

De las respuestas obtenidas puede deducirse el modelo general de tecnología del alumnado aplicado al caso específico de los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software.

## **METODOLOGÍA**

Se trata de un trabajo descriptivo que adopta un enfoque cualitativo centrado en un estudio de casos. En primer lugar se utilizó información sobre trabajos en grupo realizados por el alumnado. Posteriormente se diseñó un cuestionario que se aplicó como entrevista, debiendo justificar las respuestas. Los datos que se describen a continuación proceden de los trabajos en equipo y de las justificaciones de las respuestas en las entrevistas.

## **RESULTADOS**

La mayoría del alumnado considera que los modelos y estándares de evaluación y mejora del proceso de software solo deben tener en cuenta los componentes técnicos, y que los expertos son quienes deben definir como es el modelo y/o estándar, que la participación de los clientes dificulta su utilización.

También consideran que la incorporación de las opiniones de los clientes y usuarios de la tecnología no es aconsejable y lleva a tener problemas en las empresas desarrolladoras de software.

Una parte muy pequeña del alumnado, enunciaron otros componentes relacionados con aspectos culturales (valores y códigos éticos), las personas, las organizaciones, motivaciones, por ejemplo:

La arquitectura, método de evaluación, proceso de mejora y herramientas deben ser flexibles, adaptables a pequeñas y medianas organizaciones; Herramientas de soporte libre, desarrolladas con lenguajes no propietarios; Los costos deben ser accesibles para lograr la certificación o valoración de las empresas desarrolladoras; Acceso libre a los datos e información de los resultados logrados en la evaluación del proceso de mejora; Los modelos y estándares deben brindar el soporte de cómo hacer las cosas que requiere el modelo; Debe haber participación de todos los involucrados para diseñar y desarrollar la arquitectura, método de evaluación, proceso de mejora, herramientas. Esto fue muy valorado por los alumnos. Les pareció muy importante lo logrado en México con MoProsoft; Es importante tener en cuenta la satisfacción del cliente (motivaciones, la experiencia de las personas) en la estructura del modelo y/o estándar; La tendencia en general (de estos pocos alumnos) respecto a los modelos y estándares, es que deben ser abiertos, de bajo costo, accesibles a todos los involucrados, soportado por herramientas libres, capacitación a bajo costo, que existan implementadores alcanzables a bajo costo, que la documentación no sea tan voluminosa y engorrosa; Critican mucho la asociación con empresas privadas, como es el caso del Modelo MoProsoft con la empresa Microsoft. Este modelo es muy aceptado en forma completa por los alumnos, pero repudian el que la herramienta de soporte no sea libre, ya que para usarla se necesita instalar elementos de la plataforma de la empresa Microsoft.

## **CONCLUSIONES**

Desde el punto de vista de la educación tecnológica, los resultados expuestos apoyan la idea de una enseñanza de la tecnología realizada desde el punto de vista técnico, no incluyendo aspectos sociales, culturales y de valores, lo cual es coherente con los resultados obtenidos por otros autores en el sentido de apoyar una imagen tecnocrática, en la que son los expertos los que deben tomar decisiones.

Estos resultados justifican la necesidad de realizar investigaciones orientadas hacia una enseñanza de la tecnología que incluya todas sus dimensiones, pues de la misma manera que se atribuye a la

enseñanza de las Ciencias una parte de responsabilidad en las visiones deformadas que se identifican en el alumnado en general, también la enseñanza de la tecnología parece seguir las mismas pautas.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, J.A. (2000). Evaluación de creencias sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en Educación. Conferencia impartida en las I Jornadas Universitarias de Nerva: Ciencia, Tecnología y Humanismo en la Sociedad Actual. Concejalía de Educación del Excelentísimo Ayuntamiento de Nerva y Universidad de Huelva.

ACEVEDO, J.A. (2001). ¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm>. Versión corregida y aumentada de la publicada en *Revista Española de Física*, 11(2), 8-11, 1997.

AIKENHEAD, G.S., FLEMING, R.W. y RYAN, A.G. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring student views. *Science Education*, 71 (2), 145-161.

AIKENHEAD, G.S. y RYAN, A.G. (1992). The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS). *Science Education*, 76 (5), 477-491.

BUNGE, M. (1966). "Technology is Applied Science", En: *Technology and Culture*, Vol. 7, (3), 329-347.

GILBERT, J.K. (1992). The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 563-578.

GOMEZ, J. E ILERBAIG, J. (1990). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Alternativas educativas para un mundo en crisis. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 130-152. Barcelona: Anthropos.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.I., LÓPEZ CEREZO, J.A., LUJÁN LÓPEZ, J.L. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Madrid: Tecnos.

LAYTON, D. (1988). Revaluing tre T in STS. *International Journal of Science Education*, 10 (4), 367-378.

MITCHAM, C., (1994). *Thinking Through Technology, The Path Between Engineering and Philosophy*, Chicago: University of Chicago Press.

PACEY, A. (1983). *The Culture of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.

PACEY, A. (1990): *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica.

PETRELLA, R., "¿Es Posible una Ciencia y una Tecnología para Ocho Mil Millones de Personas?", En: *Redes, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, Vol. 1, (2), 1.994, 5-26.

QUINTANILLA, M., (1988). *Tecnología: Un Enfoque Filosófico*, Madrid: Fundesco.

QUINTANILLA, M., (2001). "Técnica y Cultura", En: LOPÉZ CEREZO, J. A.; LUJÁN, J. L.; GARCÍA, E. (eds.), *Filosofía de la Tecnología*, Madrid: OEI,

RUBBA, P.A. y HARKNESS, W.L. (1993). Examination of Preservice and In-Service Secondary Science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77 (4), 407-431.

WAKS, L. J. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Anthropos, 42-75.

ZOLLER, U., DONN, S., WILD, R. Y BECKETT, P. (1991b). Teachers' beliefs and views on selected science-technology-society topics: A probe into STS literacy versus indoctrination. *Science Education*, 75(5), 541-561.

# Algoritmos Paralelos sobre Arquitecturas Multicluster y GRID

Armando E. De Giusti, R. Marcelo Naiouf, Laura C. De Giusti, Franco Chichizola, Mónica Denham, Ismael Rodríguez, Adrián Pousa, José E. Pettoruti, Diego Montezanti, Diego Encinas, Luciano Iglesias, Horacio Villagarcía Wanza, Marina Iglesias

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

{degiusti, mnaiouf, ldgiusti, francoch, mdenham, ismael, apousa, josep, dmontezanti, dencinas, li, hvw, miglesias}  
@lidi.info.unlp.edu.ar,

## CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte de dos de los Subproyectos dentro del Proyecto “Sistemas Distribuidos y Paralelos” acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED, CIC, Agencia, IBM, Telefónica y Fundación YPF.

## RESUMEN

Esta línea de I/D se enfoca en la especificación, desarrollo y evaluación de algoritmos paralelos sobre arquitecturas multicluster y su evolución a GRID.

Los temas fundamentales se relacionan con la implementación de algoritmos paralelos sobre arquitecturas distribuidas débilmente acopladas, la utilización de middleware de grid como soporte para el uso de esquemas multicluster y el desarrollo de modelos de predicción de performance para estas arquitecturas.

En este proyecto cooperan otras 3 Universidades Nacionales de Argentina (UN Comahue, UN Sur, UN San Luis) y se está trabajando con la red de Universidades iberoamericanas del proyecto CyTED “Tecnología grid como motor de desarrollo regional”.

**Keywords:** Algoritmos Paralelos. Cluster, Multicluster y Grid. Grid Middleware. Modelización de arquitecturas distribuidas.

## 1. INTRODUCCION

La investigación en Sistemas Distribuidos y Paralelos es una de las líneas de mayor desarrollo en la Ciencia Informática actual [1], [2], [3]. En particular la utilización de arquitecturas como clusters, multiclusters y grid, comunicadas vía mensajes y soportadas por redes de diferentes características y topologías se ha generalizado, tanto para el desarrollo de algoritmos paralelos como para el de servicios WEB distribuidos [4], [5].

### 1.1 Algunas definiciones

Un *cluster* es un tipo de sistema de procesamiento paralelo compuesto por un conjunto de computadoras interconectadas vía algún tipo de red, las cuales cooperan configurando un recurso que se ve como “único e integrado”, más allá de la distribución física de sus componentes. Cada procesador puede tener diferente hardware y sistema operativo [6]. Actualmente existen numerosas áreas de aplicación para los clusters tales como el cómputo científico, los sistemas industriales de tiempo real, e-commerce, servicios WEB, sistemas militares o aplicaciones de seguridad crítica como el control de reactores nucleares.

Cuando se conectan dos o más clusters sobre una red tipo LAN o WAN, se configura un *multicluster*. Diferentes variantes de multicluster se obtienen si todos los clusters están sobre una misma red o enlazan diferentes redes; si el soporte

de sistema operativo es común a todos los componentes; si cada cluster es homogéneo o heterogéneo; si la red de comunicaciones tiene un ancho de banda fijo entre nodos o es variable (típico de una WAN utilizando Internet) y si cada cluster está dedicado a la aplicación definida para el multicluster o la comparte con otras tareas [7] [8]. Naturalmente la configuración más simple a considerar es la conexión de clusters homogéneos sobre una red LAN o WAN, utilizando un sistema operativo común [9]. Un *Grid* es un tipo de sistema distribuido /paralelo que permite seleccionar, compartir e integrar recursos autónomos geográficamente distribuidos que pueden ser computadoras, software, bases de datos, instrumentos, dispositivos especiales y recursos humanos. Un Grid es una configuración colaborativa que se puede adaptar dinámicamente según lo requerido por el usuario, la disponibilidad y potencia de cómputo de los recursos conectados. [10]. De hecho a partir de una infraestructura de Grid “real” se pueden configurar varios sistemas “virtuales” que atienden requerimientos de diferentes usuarios.

Otra definición de Grid es la de “entorno de procesamiento virtual”, donde el usuario tiene la visión de un sistema de procesamiento “único” y en realidad trabaja con recursos dispersos geográficamente. [11].

Algunas características de un entorno Grid son [12]:

- Los recursos y servicios pueden incorporarse y retirarse dinámicamente del Grid.
- Los recursos son heterogéneos, distribuidos geográficamente y normalmente conectados vía WAN.
- Los recursos son accesibles “on-demand” por un conjunto de usuarios autorizados que conforman una comunidad virtual.
- Se configura utilizando equipamiento de propósito general y protocolos estandar. Un objetivo es alcanzar un nivel definido de calidad de servicio.

Algunos autores consideran que un Grid es un “*Cluster de Clusters*”, lo que resulta una definición algo restrictiva pero útil para el desarrollo de un proyecto que evolucione aplicaciones paralelas de Clusters a Grid.

## 1.2 Algunas Similitudes y Diferencias

- En un cluster normalmente se configura una única máquina paralela virtual que puede estar ejecutando una aplicación dedicada. Un Grid permite configurar múltiples máquinas paralelas virtuales para varios usuarios/aplicaciones simultáneas.
- Tanto clusters como Grids se basan en procesadores heterogéneos. Sin embargo en Grid esta heterogeneidad se extiende a la red de comunicaciones y al tipo de componentes en cada nodo que pueden ser procesadores, instrumentos, sensores, etc.
- El middleware necesario para Grid es más complejo que el de los clusters. Fundamentalmente, para configurar la máquina paralela virtual es necesario una etapa de identificación de recursos físicos y su ubicación. Además en el Grid es necesario monitorear la ejecución de tareas sobre múltiples máquinas virtuales con usuarios de diferente nivel y con distintos derechos de acceso a los recursos.
- Asimismo las herramientas para el desarrollo de aplicaciones requieren un mayor nivel de abstracción en Grid, por la complejidad y variedad de los múltiples usuarios que pueden utilizar la arquitectura.[13]

Es interesante notar que una estructura de multicluster, visualizada como un *número limitado de clusters dedicados que cooperan en una única aplicación paralela*, es un punto intermedio entre clusters y Grid y requerirá algunos servicios especiales en su middleware (especialmente para autenticar derechos de usuarios que acceden a recursos remotos).

### 1.3 Algoritmos Paralelos sobre arquitecturas multicluster y Grid.

El desarrollo de algoritmos paralelos sobre arquitecturas débilmente acopladas y geográficamente distribuidas como multiclusters y Grid presenta nuevos desafíos, entre los que pueden mencionarse:

- La heterogeneidad de las comunicaciones y su costo variable según los nodos a conectar dificulta la asignación óptima de tareas a procesadores y el balance dinámico de la carga.
- Los modelos para predicción de performance son complejos y agregan la incertidumbre del ancho de banda efectivo en el caso de emplear Internet.
- La granularidad óptima a emplear depende de la relación entre potencia de cómputo local y remota. Muchas veces la configuración efectiva de los nodos remotos a utilizar no es conocida a priori.
- De mínima se requiere un soporte de middleware para la autenticación de los usuarios y de los recursos remotos a utilizar.
- El modelo cliente-servidor (paradigma muy empleado en algoritmos paralelos sobre clusters) se torna ineficiente al incrementar el número de nodos. Esto requiere la reformulación de algoritmos que ejecutan sobre clusters.
- Las herramientas de software más generalizadas en clusters (ej. MPI o PVM) tienen restricciones al tratar de emplearlas en topologías que conectan diferentes redes.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Sistemas distribuidos y paralelos. Cluster, multicluster y grid. Caracterización de performance.

- Algoritmos paralelos. Ajuste de los algoritmos al modelo de arquitectura. Optimización de algoritmos.
- Lenguajes para procesamiento paralelo en sistemas distribuidos. Bibliotecas de comunicaciones.
- Paradigmas de programación paralela sobre sistemas distribuidos.
- Análisis (teórico y práctico) de los problemas de migración y asignación óptima de procesos y datos a procesadores. Métricas de paralelismo.
- Modelos de predicción de performance en arquitecturas multicluster y grid.
- Modelos de administración de recursos en arquitecturas paralelas distribuidas.
- Caracterización de rendimiento de cómputo y de las comunicaciones en clusters e interclusters.
- Optimización de algoritmos sobre multiclusters heterogéneos.
- Scheduling de recursos en grid.
- Seguridad en grid.
- Portales WEB orientados a servicios grid.
- Análisis y ajuste dinámico de rendimiento en configuraciones grid.
- Aplicaciones de simulación paramétrica en problemas ambientales sobre grid.
- Aplicaciones de tratamiento de imágenes y reconstrucción 3D sobre grid.
- Migración de algoritmos paralelos a hardware.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- ✓ Formar recursos humanos en los temas de sistemas distribuidos y paralelos, incluyendo tesis de postgrado.
- ✓ Modelizar el comportamiento de clusters y multiclusters homogéneos y heterogéneos, sobre redes LAN y WAN.
- ✓ Estructurar un GRID vinculando Universidades del país y del exterior (en curso).

- ✓ Proporcionar una o un conjunto reducido de métricas que describan satisfactoriamente el rendimiento de cómputo paralelo en clusters, multiclusters y grid (sujeto a restricciones). (en desarrollo)
- ✓ Desarrollar primitivas de comunicaciones orientadas a cómputo paralelo en multicluster. Combinar estos desarrollos con el soporte de middleware existente (por ej. en Globus). [14]
- ✓ Desarrollar aplicaciones sobre cluster, multicluster y grid evaluando los modelos desarrollados de predicción de performance.
- ✓ Investigar aplicaciones concretas de simulación paramétrica sobre Grid.
- ✓ Investigar la especificación e implementación de WEB services eficientes sobre grid.

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional e internacional. Hay 4 Investigadores realizando su Doctorado en Argentina y 1 en el exterior. Asimismo 3 alumnos avanzados están trabajando en su Tesina de Grado de Licenciatura.

En cooperación con las Universidades miembros del proyecto CyTED "Tecnología Grid como motor de desarrollo regional" se ha implementado una Especialización en Cómputo de Altas Prestaciones y Tecnología Grid que se inicia en 2007 en la UNLP.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Grama A, Gupta A, Karypis G, Kumar V. "Introduction to parallel computing". Second Edition. Pearson Addison Wesley, 2003.
2. Jordan H, Alaghband G. "Fundamentals of parallel computing". Prentice Hall, 2002.

3. Dongarra J, Foster I, Fox G, Gropp W, Kennedy K, Torczon L, White A. "The Sourcebook of Parallel Computing". Morgan Kaufman Publishers. Elsevier Science, 2003.
4. Z. Juhasz (Editor), P. Kacsuk (Editor), D. Kranzlmuller (Editor). "Distributed and Parallel Systems: Cluster and Grid Computing" (The International Series in Engineering and Computer Science). Springer; 1 edition (September 21, 2004).
5. Di Stefano M. "Distributed data management for Grid Computing". John Wiley & Sons Inc (29 Jul 2005).
6. Grid Computing and Distributed Systems (GRIDS) Laboratory - Department of Computer Science and Software Engineering (University of Melbourne). "Cluster and Grid Computing". 2007. <http://www.cs.mu.oz.au/678/>.
7. CSM23 Grid Computing: <http://www.computing.surrey.ac.uk/courses/csm23>.
8. A. E. De Giusti. "Tutorial Grid Computing". June 2006.
9. T. Anderson, D. Culler, D. Patterson, NOW Team. "A Case for NOW (Networks of Workstations)". IEEE Micro, 15(1), 1995, pp. 54-64.
10. Joseph J., Fellenstein C. "Grid Computing". On Demand Series. IBM Press. 2003.
11. Foster I., Kesselman C., Kaufmann M. "The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure". The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design. 2 edition (November 18, 2003).
12. Berman F., Fox G., Hey A. "Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality". John Wiley & Sons (April 8, 2003).
13. Grid Computing Infocentre: <http://www.gridcomputing.com/>
14. The Globus Alliance: <http://www.globus.org/>

# Applying Parallelism in Image Mining

J. Fernández, N. Miranda, R. Guerrero, F. Piccoli  
*Computational Intelligence Research Laboratory*  
*University of San Luis*  
*Ejército de los Andes 950, San Luis, Argentina*  
{*jmfer, ncmiran, rag, mpiccoli*}@unsl.edu.ar

March 26, 2007

## Abstract

Image mining deals with the study and development of new technologies that allow accomplishing this subject. A common mistake about image mining is identifying its scopes and limitations. Clearly it is different from computer vision and image processing areas. Image mining deals with the extraction of image patterns from a large collection of images, whereas the focus of computer vision and image processing is in understanding and/or extracting specific features from a single image. On the other hand it might be thought that it is much related to content-based retrieval area, since both deals with large image collections. Nevertheless, image mining goes beyond the simple fact of recovering relevant images, the goal is the discovery of image patterns that are significant in a given collection of images. As a result, an image mining systems implies lots of tasks to be done in a regular time. Images provide a natural source of parallelism; so the use of parallelism in every or some mining tasks might be a good option to reduce the cost and overhead of the whole image mining process.

At this work we will try to draw the image minning problem: its computational cost, and to propose a possible global or local parallel solution.

**Keyword:** Image mining, image indexing and retrieval, object recognition, image clustering, association rule mining, parallel systems, parallel techniques.

## 1 Image Mining

The tremendous growing of computerized information volume and variety has triggered the development of new data processing tools, World Wide Web technology and databases technologies that enable inferring useful knowledge from an important data bulk. As a result, it is necessary to support big collections of complex type information which includes complex objects data, spatial information or multimedia information. Many research works have focused on images and image mining.

The most general misinterpretation is that image mining only involves applying already existing data mining algorithms on images. Investigations in the area are usually pointed out into two main directions. The first one involves specific authority applications focusing on extracting most relevant image features, so they could be used in data mining [8][11][12]. The second direction applies to general applications, where the aim is discovering image patterns that might be useful in the understanding of existing interactions between human perception of the images at high level and image features at low level. Investigations in this direction try developments with major certainty of success in recovered images from a general purpose database[7][13][17].

Human visual system has the ability to extract significant image relations which are not represented in low-level primitive image features. Complex information and its use on specific applications leads to describe new association rules to information. The big challenge in image mining is the extraction of implicit knowledge, image data

relationship, or other features not explicitly stored in a pixel representation. As knowledge representation method, *patterns* have already been used by human being for simulating diverse cognitive process like intuition, intention and thinking. As long as the use of patterns can make the cognitive process more effective, they can be included to describe the complexity and features of objects. Image databases containing raw image data as information, cannot be directly used for image mining purposes. Relational databases, traditionally used in data mining, do not satisfy this need; that is why other types of databases are defined like spatial, temporal, documentary and multimedia databases [18].

Since in image mining the aim is to generate all significant patterns without any knowledge of the image content, the patterns types are diverse. They could be classification patterns, description patterns, correlation patterns, temporal patterns and spatial patterns. Image mining deals with all aspects of large image databases including indexing schemes, image storages, and image retrieval, all concerning in an image mining system[10].

The development of an image mining system is often a complex process since it implies joining different techniques ranging from image retrieval and indexing schemes up to data mining and pattern recognition. Besides, it is expected that a good image mining system provides users with an effective access into the image repository at the same time it recognizes data patterns and generates knowledge underneath image representation. Such system basically should assemble the following functions: image storage, image processing, feature extraction, image indexing and retrieval and, pattern and knowledge discovery.

Figure 1 shows a general structure model for image mining System. The system considers a specified sample of images as an input, whose image features are extracted to represent concisely the image content. Besides the relevance of this mining task, it is essential to consider invariance problem to some geometric transformations and robustness with respect to noise and other distortions in designing a feature extraction operator. After representing the image content, the model description of a given image - the correct semantic image interpretation - is obtained. Mining results are obtained after matching the model description with its complementary symbolic description. The symbolic description might be just a feature or a set of features, a verbal description or phrase in order to identify a particular semantic.

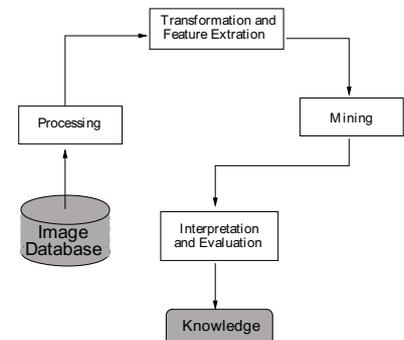


Figure 1: General Image Mining System

## 2 System Relevant Aspects

Image mining system has two main themes. The first is mining large collections of images and the second is the combined data mining of large collections of images and associated alphanumeric data. The following subsections will try to sketch the involved concepts.

### 2.1 Minalable Images

To get information from a huge amount of images is a hard task. A vast collection of image data should be mined to discover new and valuable knowledge. The next sections explain some relevant techniques applied to convert raw data into minable one.

#### 2.1.1 Image Content Descriptor

Raw images consist of a two dimensional array of pixels, usually named *iconic* format. An image database containing raw information can not be used for mining purposes. All low level information must be preprocessed and transformed into a new suitable format. Numerous image mining techniques are based - explicitly or implicitly - in

image models redefined at different representation levels. These new representations try to reflect invisible image features established by association, resemblance, or convention; what is called *symbolic* representation.

Given the variety of known image formats and the significant quantity of information every image represents - explicitly or implicitly -, it is necessary to select the only format representing the required information for knowledge processing. Different alternatives have been proposed [3][4][9], all of them based on converting every image into a feature vector. Problem arises in determining relevant information that must be stored in the vector. The following are the most common criteria used at current developments:

1. *One feature*: only one image characteristic is considered to image arrangement ignoring any another features. It is a simple and efficient alternative. The features most widely used are *color*, *shape* and *texture*.
2. *Multiple features*: a combination of two or more features is taken into account. These can be the own image features - color, shapes, textures, edges and temporary details - , the specific application - medicine, satellite, forensic science - or both. Some researchs combine coarse features like *color*, *texture* and *edge*, while others consider image specific features as *average color*, *standard color deviation*, *distortion* and *grey level closer to the average*, and specific application features like *cardiothoracic radius*, *right and left costofrenic angle*.
3. *The use of transformations*: they allow to express the whole image information in terms of a function. Some transforms are *Discrete Wavelet*, *Gabor Wavelet*, *Multivariate Gaussian model*, among others. These techniques express the image in different frequency components. They have many advantages as linear time, reduction space complexity, reduction of the redundant information providing representations that make the mining process efficient and accurate .

Since human perception is a subjective sensation, it could be necessary to use multiple representations and feature combination representing all image features and its relationships at low level and high level. At this new representation, it is necessary to reflect the semantic observed in images, which is not possible to detect through a raw analysis of pixel values [15].

### 2.1.2 Segmentation and Clustering

During preprocessing stage, an image set is selected from image database to be the minable view. The most difficult task of this process is to know the image domain. Sometimes, it is necessary a human expert who makes the required image adjustment and selection or just a query is executed on the database to retrieve the training images. Most of the time, once images are selected, segmentation and clustering techniques are applied to divide images into significant blocks for mining. These techniques have different criteria:

- Image segmentation is a process which partitions, in an exhaustive way, an input image into regions or objects of interest. Each region is considered to be homogeneous in respect to some important feature. Segmentation totally depends on the scene to be sensed, the imaging geometry, the sensors used for the conversion into a digital image and the desired output.
- Clustering algorithms for automatic learning have been applied for image segmentation and computer vision. Data clustering consists on splitting input data into similar objects groups. All the members of a group or cluster are homogeneous among themselves considering some particular feature (color, texture or shape), while different clusters are unlike between them. Image clustering is done usually during the first step of mining process. There exists a spectrum of clustering techniques: *hierarchical clustering*, *partition based methods*, *evolutionary methods*, *mixture resolving*, *nearest neighbor clustering*, among others[1].

Clustering advantages includes a better image storage and management, an effective indexing method for a quick and efficient retrieval. Interesting characteristics for image mining systems.

Several applications have been developed including segmentation and/or clustering methods during input data preparation stage.

## 2.2 Combining Tasks: Recovery and Association

All existing mining paradigms depend on input and output data types [16]. Input data types consider two kinds of image representation: iconic or symbolic. Any adopted paradigm considers as input image set a certain image class representing specific semantic entities: objects, concepts, among others and the possible relationships defined among the entities and its attributes.

1. *Content Based Recovery*: it finds in the databases those images similar or semantically equivalent to an input image. The aim is to resolve the recovery by means of keyword-based methods that consider human perception features, so users must express their queries in a semantic way. This kind of task have two disadvantages: low level of retrieval accuracy and high response time for huge dimensional data spaces, resulting in poor performance systems.
2. *Pattern Recognition*: it involves the use of a database with reference images representing diverse semantic entities and its different visions. As a result of a query the user obtains the entity or requested object or a “no” answer if the database does not contain it. Patterns also can be used to represent complex knowledge combining diverse levels of abstraction. This is a process that allows new pattern discovery or to validate the existing ones.
3. *Image model description*: consist of transforming the iconic description of an image into the symbolic one using a particular model structure and a set of parameters.

Besides input and output data types, two other basic tasks must be kept in account: knowledge search and extraction. To develop the first one, the majority of content base image recoveries are applied. For the second one, an input sample image is specified and a symbolic description of the sample image is get as the output [6][14].

## 3 Proposal

Image mining is a relatively new, wide and very promising field of investigation. Image mining process implies different steps, most of them demanding so many resources and computational time. Parallel processing has become an importante topic when the object is to increase the computational speed of a task [5]. As tasks found their processing in images, and images provide a natural source of parallelism, resolving a global or partial image mining process thru parallel techniques seems to be a good choice.

Many issues of image mining can be optimized with different parallel techniques. Furthermore depending on tasks properties, different parallel paradigms could be applied in the same system. At a first glance, parallel applicant tasks will be: image storage, image processing, feature extraction, image indexing and retrieval and, pattern and knowledge discovery.

As a starting-point, a parallel library with a number of SIMD and MIMD algorithms performing common image processing tasks is been developed. Among of them are: image smoothing, histogramming, 2-D FFT calculation, local area histogram equalization, local area, brightness and gain control, feature extraction, maximum likelihood classification, contextual statistical classification, image correlation (convolution, filtering), scene segmentation, clustering feature enhancement, rendering, etc.[2]

Depending on problem specifications, if the parallel solution follows parallel systems basic principles, the future is very promising.

## References

- [1] P. Berkhin. Survey of clustering data mining techniques. Technical report, Accrue Software, San Jose, CA, 2002.

- [2] A. Choudhary and S. Ranka. Parallel processing for computer vision and image understanding. *IEEE Computer*, 25(2):7–9, 1992.
- [3] P. Foschi, D. Kolippakkam, H. Liu, and A. Mandvikar. Feature extraction for image mining. In *Workshop on Multimedia Information Systems (MIS 2002)*, Tempe, Arizona, October 2002.
- [4] K. Fukuda and P.A. Pearson. Data mining and image segmentation approaches for classifying defoliation in aerial forest imagery. In *Environmental Modelling and Software (for Sustainability) - iEMSs*, pages 50–58, Burlington, Vermont, USA, July 2006.
- [5] A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, and V. Kumar. *Introduction to Parallel Computing*. Addison- Wesley, 2003.
- [6] Q. Iqbal and J. K. Aggarwal. Lower-level and higher-level approaches to content-based image retrieval. In *IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation (SSIAI 2000)*, pages 197 – 201, Austin, Texas, April 2000. IEEE, IEEE.
- [7] Y. Keiji. Managing images: Generic image classification using visual knowledge on the web. In *Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia*, pages 167–176, November 2003.
- [8] R. Kosala and H. Blockeel. Web mining research: a survey. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 2(1):1–15, June 2000.
- [9] T. Li, Q. Li, S. Zhu, and M. Ogihara. A survey on wavelet applications in data mining. *SIGKDD Explor. Newsl.*, 4(2):49–68, 2002.
- [10] R. Missaoui and R. M. Palenichka. Effective image and video mining: an overview of model-based approaches. In *MDM '05: Proceedings of the 6th international workshop on Multimedia data mining*, pages 43–52, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.
- [11] T. Mitchell, R. Hutchinson, M. Just, R.S. Niculescu, F. Pereira, and X. Wang. Classifying instantaneous cognitive states from fmri data. In *Proc. 2003 American Medical Informatics Association Annual Symposium*, pages 465–469, 2003.
- [12] H. Orallo, R. Quintana, and F. Ramirez. *Introduccion a la Minería de Datos*. Prentice Hall, 2004.
- [13] A. Selim, K. Krzysztof, T. Carsten, and M. Giovanni. Interactive training of advanced classifiers for mining remote sensing image archives. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pages 773–782, 2004. (Industry/government track posters).
- [14] L. Silva, O. R. P. Bellon, R. Lemes, J. A. Meira, and M. N. L. Cat. An image processing tool to support gestational age determination. In *CBMS '06: Proceedings of the 19th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, pages 867–874, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society.
- [15] P. Stanchev. Using image mining for image retrieval. In *Computer Science and Technology*, may 2003.
- [16] A. Vailaya, A.T. Figueiredo, A.K. Jain, and H.J. Zhang. Image classification for content-based indexing. *IEEE Transactions on Image Processing*, 10(1):117–130, Jan 2001.
- [17] Y. Wang, F. Makedon, J. Ford, L. Shen, and D. Goldin. Image and video digital libraries: Generating fuzzy semantic metadata describing spatial relations from images using the r-histogram. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pages 202–211, 2004.
- [18] J. Zhang, W. Hsu, and M. Li Lee. Image mining: Trends and developments. *Journal of Intelligent Information Systems*, 19(1):7–23, 2002.

# Aspectos de Implementación de Servidores Web con el modelo BSP de computación paralela<sup>\*</sup>

Esteban Gesto, Daniel Laguía, Osiris Sofia

Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Río Gallegos, Argentina

{egesto;dlaguia;osofia}@unpa.edu.ar

and

Mauricio Marín, José Canumán

Universidad de Magallanes

Punta Arenas, Chile

{mauricio.marin;jose.canuman}@umag.cl

## Resumen

En el marco del Proyecto de Investigación *Paralelización Eficiente de Servidores Web*, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de servidores web soportados en clusters de PC a través del modelo BSP de computación paralela y que tiene como objetivo estudiar estrategias de implementación de servidores paralelos en entornos reales.

El propósito de este trabajo es presentar los resultados alcanzados en esta línea de investigación, los desarrollos en progreso y los trabajos futuros.

**Palabras claves:** Bases de Datos, Procesamiento Paralelo de Consultas SQL, Computación Paralela y Distribuida, BSP

## 1. Introducción

La web se ha convertido en un recurso ubicuo para la computación distribuida, haciendo relevante la investigación de nuevos caminos para proveer acceso eficiente a los servicios disponibles en los sitios dedicados. El crecimiento exponencial que ha experimentado desde sus comienzos en cuanto al volumen de información y al número de usuarios que la utilizan hace que la búsqueda, organización, acceso y mantenimiento de sus contenidos sea cada vez más difícil.

En respuesta a esta expansión de las fuentes potenciales de información, los motores de búsqueda

han hecho énfasis en ampliar su velocidad y cobertura, brindando poca importancia a la eficiencia.

Debido a esto, diversos estudios se han abocado al desarrollo de nuevas estrategias que permitan satisfacer estas demandas a través del procesamiento paralelo [18], el cual ha demostrado ser un paradigma que permite mejorar los tiempos de ejecución de los algoritmos.

Particularmente nuestro grupo de investigación, integrado por docentes investigadores de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Argentina) y de la Universidad de Magallanes (Chile), se ha abocado al estudio y desarrollo de herramientas de programación basadas en el modelo BSP [17, 2] de computación paralela, el cual utiliza una configuración de base de datos distribuida para acelerar las consultas.

### 1.1. Modelo de computación paralela BSP

En BSP un computador paralelo es visto como un conjunto de procesadores con memoria local e interconectados a través de una red de comunicaciones de topología transparente al usuario. En este modelo, la computación es organizada como una secuencia de *supersteps*. Tal como lo indica la Fig. 1, un superstep está formado por una fase en la que cada procesador puede realizar operaciones sobre datos locales únicamente y depositar mensajes a ser enviados a otros procesadores. Al final del superstep, todos los mensajes son enviados a sus destinos y los procesadores son sincronizados en forma de barrera para iniciar el siguiente superstep. Es decir, los mensajes están disponibles en sus destinos al instante en que se inicia el siguiente superstep.

<sup>\*</sup>Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Santa Cruz, Argentina, Proyecto 29/A164

El modelo práctico de programación paralela en BSP es el conocido SPMD (Simple Program Multiple Data), el cual es realizado mediante  $P$  copias del mismo programa corriendo en un cluster de  $P$  procesadores, cada una actuando sobre un subconjunto de los datos, donde la comunicación y sincronización de las copias es realizada mediante librerías tales como BSPlib o BSP-PUB [1].

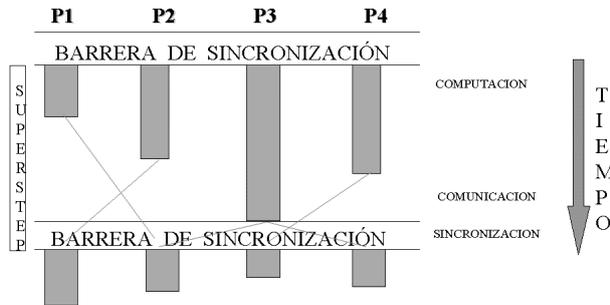


Figura 1: Modelo BSP y supersteps.

En el marco del Proyecto de Investigación *Paralelización Eficiente de Servidores Web*, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral se ha abierto una línea de investigación que da continuidad al desarrollo de servidores web soportados en clusters de PC a través del modelo BSP de computación paralela y que tiene como objetivo estudiar estrategias de implementación de servidores paralelos en entornos reales.

El propósito de este trabajo es presentar los resultados alcanzados en esta línea de investigación, los desarrollos en progreso y los trabajos futuros.

## 2. Resultados de Implementaciones con BSP

Para la implementación de una aplicación que permitiera una aproximación a la solución para el problema planteado del acceso a grandes volúmenes de información, se realizaron varios estudios, tendientes inicialmente a la implementación de cluster y la distribución de los registros de la base de datos [9, 7, 8]. La solución adoptada implementa una base de datos distribuida del tipo relacional, sobre una plataforma computacional formada por un grupo de PC con sistema operativo Linux, los cuales están conectados en red mediante un switch de alto desempeño y en estas máquinas se ejecutan los programas con supersteps de BSP. En cada PC se encuentra instalado un administrador de bases de datos relacional llamado MySQL [15] y la librería ApiMySQL que

proporciona clases que permiten enviar string con sentencias SQL desde un programa C++ al servidor MySQL.

Esta implementación es de bajo costo, ya que el software involucrado es de dominio público y el equipamiento corresponde a computadoras de escritorio de bajo costo, en contraposición a los servidores secuenciales de alto desempeño y costo.

La base de datos se distribuye uniformemente para permitir el balance de carga en los procesadores involucrados. Cada superstep envía la consulta a todos los procesadores, y los servidores de bases de datos locales realizan la consulta sobre su porción de la base de datos de manera secuencial. El resultado de la consulta SQL corresponde a la unión de todas las respuestas parciales de los procesadores del cluster.

La estructura del modelo BSP facilita la predicción del desempeño de programas y algoritmos. El costo de un programa está dado por la suma del costo de todos sus supersteps, donde el costo temporal de cada uno de ellos está dado por la suma del tiempo de computación sobre datos locales, el tiempo de comunicación entre procesadores y el tiempo de sincronización.

Aprovechando esta facilidad del modelo BSP se ha desarrollado una herramienta gráfica [11, 10, 14, 12, 13] que a través de metáforas visuales permite observar y administrar la cola de consultas y los supersteps ejecutados con distintos niveles de granularidad, evaluando el desempeño de cada uno de los parámetros que los integran.

En los objetivos del proyecto se encuentra el desarrollo de una aplicación funcional, para lo cual se ha elegido la implementación de un *Digesto Digital Institucional* [5, 6] que realiza consultas complejas del tipo *Join* [13] y la misma posee características de Base de Datos Textual.

Esta herramienta de software se compone de los siguientes elementos: una aplicación web desarrollada fundamentalmente con PHP, instalada en un servidor Web con infraestructura *LAMP* (Linux, Apache, MySQL, PHP), un servidor de base de datos distribuida implementado con MySQL, un programa ejecutable desarrollado bajo el modelo de computación paralela BSP y un *broker* realizado en base a la modificación del *daemon* del BSP-PUB, *pubd*.

Estos componentes se interrelacionan de la siguiente manera: en primer lugar los clientes acceden a la aplicación a través del servidor web, donde elaboran la consulta a realizar. El servidor web envía la consulta al *broker* a través de sockets, ejecutando el programa BSP en cada procesador que forma parte del *cluster*. En cada

procesador se ejecuta la consulta en el servidor local de base de datos MySQL y, cuando se produce la etapa de sincronización del *superstep* BSP, los resultados son enviados a la máquina *broker*, quien los agrupa y envía al servidor Web a través de los sockets definidos para que de esta manera el cliente pueda obtener los resultados requeridos.

### 3. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado una de las líneas de investigación del Proyecto de Investigación *Paralelización Eficiente de Servidores Web*, de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral que da continuidad al desarrollo de servidores web soportados en clusters de PC a través del modelo BSP de computación paralela y que tiene como objetivo estudiar estrategias de implementación de servidores paralelos en entornos y aplicaciones reales.

Los trabajos realizados presentan una solución concreta al problema de acceso a grandes volúmenes de datos a través de la Web, mediante el desarrollo de varios componentes que conforman un motor de búsquedas paralelo, con acceso a una base de datos distribuida, implementando el modelo de computación paralela BSP, en particular a través de la librería BSP-PUB. Este modelo soporta una metodología estructurada de diseño de software que es simple de utilizar y permite el uso de tecnología existente y gratuita para obtener sistemas de bajo costo y alta eficiencia.

La distribución de los registros influye significativamente en la velocidad de respuesta de las consultas, obteniendo hasta el momento los mejores resultados con una distribución uniforme.

Se han desarrollado herramientas gráficas para visualizar y administrar el desempeño del servidor de base de datos, mediante distintas metáforas visuales, que permiten observar con distintos niveles de granularidad las consultas realizadas y los *supersteps* generados a los largo de la ejecución de la aplicación.

A través de la experimentación de laboratorio se han obtenido resultados satisfactorios en la etapa de simulación, con valores iguales o mayores al óptimo en relación con el caso secuencial, para los casos de tratamiento de grandes volúmenes de datos donde se justifica la utilización de modelos paralelos. Similares resultados se obtuvieron en la implementación de una aplicación real y funcional del Digesto Digital Institucional. Para este último caso fue necesario la modificación de la librería BSP-PUB para permitir su funcionamiento continuo en el servidor a través de su definición como *daemon*.

Actualmente nos encontramos estudiando distintas alternativas de implementación de la cola de consultas [16, 3, 4] para mejorar el rendimiento

ajustando parámetros y características de la cola de consultas SQL, de manera de tomar en cuenta el tiempo de espera de los clientes que han generado las consultas para maximizar su satisfacción al realizar un acceso a la aplicación.

### 4. Trabajos Futuros

Entre nuestros trabajos futuros se encuentran el estudio de la recuperación de la base de datos distribuida a raíz de la caída de una máquina del cluster, mediante la replicación de registros u otra estrategia. También es posible su aplicación a redes de Datos del tipo *Grid*, en el supuesto de la necesidad de contar con una base de datos distribuida geográficamente para respetar la autonomía de las organismos intervinientes para una aplicación dada, tal como el Digesto Digital Institucional.

### Referencias

- [1] O. Bonorden, B. Juurlink, I. von Otte, and I. Rieping. The paderborn university bsp (pub) library - design, implementation and performance. In *13th International Parallel Processing Symposium*, San Juan, Puerto Rico, Apr. 1999.
- [2] BSP and Worldwide Standard. <http://www.bsp-worldwide.org/>.
- [3] Ricardo Cao. *Introducción a La Simulación y a La Teoría De Colas*. Pearson Publications, 2004.
- [4] A. V. Gerbessiotis, C. J. Siniolakis, and A. Tiskin. Parallel priority queue and list contraction: The bsp approach. *Computing and Informatics*, 21:59–90, 2002.
- [5] Esteban Gesto, Daniel Laguia, Natalia Trejo, Osiris Sofia, and Jose Canumán. Implementación de un digesto digital paralelo. In *Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Universidad de Morón - Argentina, Junio 2006. WICC 2006.
- [6] Esteban Gesto, Daniel Laguia, Natalia Trejo, Osiris Sofia, and Jose Canumán. Implementación de un motor de búsquedas paralelo con bsp. In *32a Conferencia Latinoamericana de informática*, Santiago de Chile - Chile, Agosto 2006. CLEI 2006.
- [7] M. Marín, J. Canuman, M. Becerra, D. Laguia, and O. Sofia. Procesamiento paralelo de consultas sql generadas desde la web.

- In *Jornadas Chilenas de Computación 2001*, Punta Arenas-Chile, Nov. 2001.
- [8] M. Marín, J. Canuman, M. Becerra, D. Laguna, and O. Sofia. Servidor paralelo sql-bsp para aplicaciones web. In *VII Congreso Argentino de Ciencia de la Computación*, El Calafate - Argentina, Oct. 2001. CACIC 2001.
- [9] M. Marin, J. Canumán, and D. Laguna. Un modelo de predicción de desempeño para bases de datos relacionales paralelas sobre bsp. In *VI Congreso Argentino de Ciencia de la Computación*, Ushuaia - Argentina, Oct 2000. CACIC 2000.
- [10] Paula Millado, Daniel Laguna, Albert Sofia, and Mauricio Marín. Representación visual para la administración del procesamiento paralelo de consultas sql. In *IX Congreso Argentino de Ciencia de la Computación*, La Plata - Argentina, Oct. 2003. CACIC 2003.
- [11] Paula Millado, Daniel Laguna, Albert Sofia, and Mauricio Marín. Visualización gráfica de consultas sql en paralelo. In RITOS2, editor, *Ingeniería de Software en la década del 2000*, Cartagena-Colombia, Aug. 2003. IX Jornadas Iberoamericanas de Informática.
- [12] Paula Millado, Daniel Laguna, Albert Sofia, Mauricio Marín, and Claudio Delrieux. Administrador visual de entornos bsp. In *VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Neuquén - Argentina, May. 2004. WICC 2004.
- [13] Paula Millado, Daniel Laguna, Albert Sofia, Mauricio Marín, and Claudio Delrieux. Simulación y visualización de la performance de un administrador bsp. In *30TH Conferencia Latinoamericana de Informática*, Arequipa - Perú, Sept. 2004. CLEI 2004.
- [14] Paula Millado, Daniel Laguna, Albert Sofia, Mauricio Marín, and Claudio Delrieux. Visualización y control de congestión en un administrador bsp. In *Simposio Argentino de Tecnología 2004*, Córdoba - Argentina, Jun. 2004. AST 2004.
- [15] MySQL Web Page. <http://www.mysql.com/>.
- [16] J. Pasos. *Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos*. Pearson Publications, 2004.
- [17] D.B. Skillicorn, J.M.D. Hill, and W.F. McColl. Questions and answers about BSP. Technical Report PRG-TR-15-96, Computing Laboratory, Oxford University, 1996. Also in *Journal of Scientific Programming*, V.6 N.3, 1997.
- [18] L.T. Yang and M. Guo, editors. *High Performance Computing: Paradigm and Infrastructure*. John Wiley and Sons, 2005.

# Características de *Grids* vs. Sistemas *Peer-to-Peer* y su posible Conjunción

Jorge R. Ardenghi, Javier Echaiz, Karina M. Cenci, Martín Chuburu, Guillermo Friedrich, Rafael B. García, Lionel Gutierrez, Leonardo D. de Matteis, Juan Pablo Caballero<sup>1</sup>

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos (LISiDi)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación<sup>2</sup>  
Universidad Nacional del Sur

## Resumen

El proyecto Computación Distribuida de Alto Rendimiento y Disponibilidad que se está desarrollando en el LISiDi ocupa varias líneas de atención como: seguridad, problemas de exclusión mutua en sistemas distribuidos, memoria compartida distribuida, movilidad y *grids*.

Dentro del tema de *grids* se abre una línea de estudio y desarrollo que es tratar de compatibilizar las características de los sistemas *peer-to-peer* con los *grids* y tratar de aprovechar lo mejor de ambos mundos.

## Introducción

La computación *grid* es un paradigma que propone el agregado de computación heterogénea, almacenaje y recursos de red geográficamente distribuidos para proveer un acceso generalizado a sus capacidades combinadas, en conjunto se lo llama simplemente *grids*.

Los *grids* de datos [2,6] tratan primariamente de ofrecer servicios e infraestructura para aplicaciones intensivas sobre datos distribuidos que necesitan acceder, transferir y modificar conjuntos de datos masivos almacenados en recursos de almacenaje distribuidos. Para que el usuario logre el mayor beneficio de la infraestructura son necesarias las siguientes capacidades:

- a) Habilidad para buscar entre los numerosos conjuntos de datos disponibles por el conjunto requerido y descubrir los recursos adecuados para acceder a los datos.
- b) Habilidad para transferir conjuntos de datos de gran tamaño entre recursos en el tiempo más corto posible.
- c) Habilidad para que los usuarios manejen múltiples copias de sus datos.
- d) Habilidad para seleccionar los recursos de computación adecuados y procesar los datos en ellos.
- e) Habilidad para manejar los permisos de acceso a los datos.

---

<sup>1</sup> No hay jerarquía en la aparición de los nombres, todos son integrantes del LISiDi. Los e-mail de acuerdo al orden de aparición son: jra@cs.uns.edu.ar, je@cs.uns.edu.ar, kmc@cs.uns.edu.ar, mic@cs.uns.edu.ar, gfried@frbb.utn.edu.ar, rbg@cs.uns.edu.ar, gl@cs.uns.edu.ar, ldm@cs.uns.edu.ar, cjp@cs.uns.edu.ar.

<sup>2</sup> Tel +54 291 4595135, Fax +54 291 4595136

Los *grids*, en general, son estructurados y se han desarrollado y aún se desarrollan *middlewares* con el propósito de establecer una estandarización como Condor [7] y Globus [3].

Las arquitecturas *peer-to-peer* son la base de la operación de sistemas de computación distribuida como Gnutella [4], Seti@home [8], OceanStore [5], etc.

Estas arquitecturas comparten recursos computacionales (ciclos de CPU, almacenaje, contenido, etc) y en general no requieren la intervención de un servidor centralizado.

Las motivaciones de su uso radican en su habilidad para funcionar, escalar y organizarse a si mismo en presencia de una gran población de nodos, redes y fallas de computadoras sin necesidad de un servidor central y la sobrecarga de su administración.

Tiene características inherentes como escalabilidad, resistencia a la censura y control centralizado y creciente acceso a recursos. La administración está repartida. Aceleran procesos de comunicación y reduce los costos de colaboración por medio de una administración de grupos de trabajo.

Resulta difícil lograr un acuerdo sobre una definición correcta de lo que es un sistema *peer-to-peer*. Lo que persiste es la percepción externa del sistema.

Hay dos características de las arquitecturas *peer-to-peer* que la definen:

- Compartir recursos de computación por intercambio directo.
- Su habilidad para manejar lo instantáneo y la conectividad como norma.

Se adopta la siguiente definición [1] sin perjuicio de cualquier otra:

*Sistemas peer-to-peer son sistemas distribuidos consistentes de nodos interconectados capaces de organizarse a si mismo dentro de topologías de redes con el propósito de compartir recursos tales como contenidos, ciclos de CPU, almacenaje y ancho de banda, capaces de adaptarse a las fallas y acomodarse a poblaciones transitorias de nodos mientras mantienen una aceptable conectividad y rendimiento, sin requerir intermediación o soporte de un servidor o autoridad global centralizada.*

Puede hacerse una clasificación de las aplicaciones *peer-to-peer*:

- Comunicación y colaboración (chat, aplicaciones de mensajería instantánea).
- Computación distribuida (potenciar la computación como seti@home, genome@home).
- Soporte de servicio Internet (aplicaciones multicast, indirección, aplicaciones de seguridad).
- Sistemas de Bases de Datos (PIER, Piazza).
- Distribución de contenido (compartir medios digitales y datos entre usuarios como Napster, Publius, Gnutella, Kazaa, Freenet, Oceanstore, MojoNation, PAST, Chord, Scan, FreeHaven, Groove, Mnemosyne)

La distribución de contenidos se pueden agrupar más específicamente en:

- Aplicaciones *peer-to-peer*.

Según objetivos:

- Intercambio de archivos.
- Publicación de contenidos y sistemas de almacenaje.

- Infraestructura *peer-to-peer*.

- Proveen *frameworks* de aplicación y servicios básicos
- Ruteo y localización
- Anonimato

- Administración de la reputación

Para la localización y ruteo de objetos la red funciona sobre alguna red física, ésta es una red solapada (*overlay network*).

La estructura de la topología y el grado de centralización de la red solapada, el ruteo y los mecanismos de localización que emplea para mensajes y contenidos es crucial para la operación del sistema porque afecta a:

- la tolerancia a las fallas
- automantenimiento
- adaptabilidad a las fallas
- rendimiento
- escalabilidad
- seguridad

Este último punto sobre seguridad los nodos de la red no deben considerarse confiables y no se pueden hacer suposiciones sin considerar su comportamiento. Se analiza el almacenaje y ruteo seguro, dentro de este, el asignamiento seguro de identidades de los nodos, la evasión de nodos maliciosos, el mantenimiento de tablas de ruteo y el reenvío seguro de mensajes

El control de acceso, autenticación y manejo de identidades generalmente son ignorados en los sistemas *peer-to-peer*.

### **Propuesta de trabajo.**

Los sistemas *peer-to-peer* y *grid* son dos propuestas de computación distribuida, ambas concernientes con la organización de recursos compartidos en sociedades computacionales en gran escala.

Los *grids* son sistemas distribuidos que habilitan el uso coordinado en gran escala de recursos distribuidos geográficamente, basados en la persistencia, infraestructuras de servicios estandarizadas, frecuentemente con una orientación al alto rendimiento.

En tanto que un sistema *grid* se incrementa en escala comienza a requerir soluciones para la autoconfiguración, tolerancia a las fallas y escalabilidad para lo cual la investigación en *peer-to-peer* tiene mucho para ofrecer.

Los sistemas *peer-to-peer*, por otro lado, se enfocan en tratar con la instantaneidad, las poblaciones transitorias, la tolerancia a las fallas y la autoadaptación.

Hoy en día, sin embargo, los desarrolladores de *peer-to-peer* han trabajado principalmente en aplicaciones integradas más que en buscar definir protocolos comunes e infraestructuras estandarizadas para interoperabilidad.

En resumen, se puede decir que la computación *grid* apunta a infraestructura pero no a fallas, mientras que *peer-to-peer* apunta a fallas pero no a infraestructura

En adición a esto, la forma de compartir inicialmente apuntada por *peer-to-peer* tiene una limitada funcionalidad, proveyendo una distribución de contenidos global y un espacio de archivos compartidos sin ninguna forma de control de accesos.

En tanto que las tecnologías *peer-to-peer* avancen hacia aplicaciones más sofisticadas y complejas, tales como distribución de contenido estructurado, colaboración por desktop y

computación en la red, se espera que habrá una fuerte convergencia entre *peer-to-peer* y computación *grid*.

El resultado será una nueva clase de tecnologías combinando elementos de ambos, lo cual apuntará a escalabilidad, autoadaptación y recuperación de fallas al mismo tiempo que provee una infraestructura persistente y estandarizada para interoperabilidad.

Los problemas abiertos que se presentan son:

- 1) Diseño de nuevas formas de ubicación, ruteo y estructura de datos, hash distribuidos y algoritmos para maximizar el rendimiento, seguridad y escalabilidad, sea cual fuera arquitectura.
- 2) Anonimato más seguro, más seguridad (más eficiente) y esquemas resistentes a la censura.
- 3) Agrupación semántica de la información (Web Semántica).
- 4) Convergencia de *peer-to-peer* y *grids*.

## **Bibliografía**

- [1] Androutsellis-Theotokis, S., Spinellis, D.; A Survey of Peer-to-Peer Content Distribution Technologies. *ACM Computing Surveys*, #4, vol 36, dec 2004.
- [2] Chervenak, A., Foster, I., Kesselman, C., Salisbury, C., and Tuecke, S. 2000. The Data Grid: Towards an architecture for the distributed management and analysis of large scientific datasets. *J. Net. Comput. Appl.* 23, 3, 187--200.
- [3] Foster, C. Kesselman, The Globus Project: A Status Report, *Proceedings of the Seventh Heterogeneous Computing Workshop*, p.4, March 30-30, 1998.
- [4] Gnutella 2003. The Gnutella web site: <http://gnutella.wego.com>.
- [5] Kubiawicz, J., Bindel, D., Chen, Y., Eaton, P., Geels, D., Gummadi, S., Weatherspoon, H., Weimer, W., Wells, C., and Zhao, B. 2000. Oceanstore: An architecture for global-scale persistent storage. In *Proceedings of ACM ASPLOS*.
- [6] Hoschek, W., Jaén-Martínez, F. J., Samar, A., Stockinger, H., Stockinger, K., Data Management in an International Data Grid Project, *Proceedings of the First IEEE/ACM International Workshop on Grid Computing*, p.77-90, December 17, 2000.
- [7] Litzkow, M., Livny, M. and Mutka, M. Condor-A Hunter of Idle Workstations. In Proc. 8<sup>th</sup> Intl. Conf. on distributed Computing Systems, pages 104-111, 1988
- [8] SetiAtHome 2003. The seti@home project website. <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>.
- [9] Stoica, I., Balakrishnan, H., Kaashoek, M. and Karger D., and. 2003. Looking up data in p2p systems. *Comm. ACM* 46, 2 (Feb.), 43–48.
- [10] Venugopal, S., Buyya, R. and Ramamohanarao, K.; A Taxonomy of Data Grids for Distributed Data Sharing, Management and Processing. *ACM Computing Surveys*, #1, vol 38, mar 2006.

# Cómputo Paralelo Aplicado a Modelos Numéricos del Clima

Fernando G. Tinetti\*, Pedro G. Cajaraville<sup>#</sup>, Juan C. Labraga<sup>##</sup>, Mónica A. López<sup>##</sup>

<sup>#</sup>Departamento de Informática, Facultad de Ingeniería – (UNPSJB<sup>1</sup>)

<sup>##</sup>Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET<sup>2</sup>)

Facultad de Informática – (UNLP<sup>3</sup>)

fernando@info.unlp.edu.ar, gustavo.cajaraville@gmail.com, labraga@cenpat.edu.ar, monica@cenpat.edu.ar

## RESÚMEN

En este proyecto se aplicarán las estrategias y métodos de cómputo paralelo a un modelo numérico del clima existente (para cómputo secuencial). Aunque el modelo del clima es específico, los modelos numéricos (y sus implementaciones en programas de cómputo), tienden a ser similares en cuanto al tipo de procesamiento (integración o derivación parcial con métodos numéricos) y en cuanto a las dependencias de datos que deben ser tenidas en cuenta para resolver el problema. Por otra parte, la transformación de un programa de cómputo intensivo secuencial a uno paralelo presenta un desafío importante a ser resuelto por un grupo interdisciplinario. El producto final de este proyecto es la obtención de un programa paralelo a ser utilizado en un cluster de PCs con rendimiento optimizado de acuerdo a los recursos disponibles. No menos importante es la conformación de un grupo de investigación interdisciplinario abierto a la generación de recursos humanos y de investigación.

**Palabras Clave:** Cluster de PCs, Cómputo Intensivo, Modelado Climático, Evaluación de Rendimiento Paralelo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El área de cómputo paralelo ha evolucionado en muchos sentidos, desde el hardware de cómputo hasta los algoritmos y bibliotecas especializados en determinadas tareas. Desde el punto de vista del hardware de procesamiento numérico intensivo, los clusters de computadoras de escritorio se han establecido firmemente para resolver los problemas de cómputo científico tradicionales y se están aplicando a nuevos problemas también [2] [3] [4]. Tanto el alto costo de las computadoras paralelas como la reducción de costo y el incremento de capacidad del hardware de procesamiento que se puede denominar estándar y de uso masivo ha llevado a que las computadoras paralelas actuales tengan una fuerte tendencia a incorporar este hardware estándar como básico. La idea de cómputo paralelo en las redes locales (denominadas *clusters* de computadoras cuando se utilizan para cómputo paralelo) de alguna manera es posible a partir de la interconexión misma de las computadoras, dado que se tiene todo lo básico que se necesita para llevar a cabo cómputo paralelo: unidades de procesamiento con su propia memoria y la interconexión de las mismas [9] [10] [11].

---

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

<sup>2</sup> Centro Nacional Patagónico - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<sup>3</sup> Universidad Nacional de La Plata

\* Investigador Asistente, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

Por otro lado, la comprensión del sistema climático es un problema de gran interés científico mundial. Si bien es cierto que se han realizado avances considerables en el tema, aún son muchos los factores que continúan limitando la capacidad de detectar, atribuir y comprender el cambio climático actual y proyectar los cambios climáticos que podrían ocurrir en el futuro [8]. En la actualidad, las herramientas más confiables para la investigación del clima, sus fluctuaciones y variaciones, son los Modelos de Circulación General de la Atmósfera (*MCGA*). Un MCGA es una representación numérica, espacial y temporal, aproximada de los principales procesos físicos que ocurren en la atmósfera y de las interacciones con los otros componentes del medio ambiente. Esencialmente, está constituido por un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que expresan los principios de conservación de la cantidad de movimiento, la energía termodinámica y la masa del sistema. Actualmente, los MCGA están integrados con modelos numéricos de funcionamiento de los océanos, la criosfera, y representaciones simplificadas de la biosfera (MCGA acoplados), lo que permite simular las interacciones de la atmósfera con su entorno, en distintas escalas de tiempo.

Mediante el uso de computadoras con gran capacidad de procesamiento y la aplicación de diversos métodos de cálculo numérico pueden obtenerse soluciones numéricas aproximadas del sistema de ecuaciones de un MCGA. De este modo, se obtiene la evolución temporal y espacial (tridimensional) del sistema climático, en función de las condiciones iniciales y de contorno elegidas y de los valores de ciertos parámetros climáticos (ejemplo: concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico). La solución numérica de un MCGA en condiciones preestablecidas se denomina experimento climático.

El modelo de Circulación General de la Atmósfera CSIRO versión MII, es uno de los MCGA actualmente en uso por la comunidad científica, fue desarrollado en la División de Investigaciones Atmosféricas, CSIRO, Australia [CSIRO] y participa junto con otros modelos del The Program for Climate Model Diagnosis e Intercomparison (PCMDI) [6][7]. En el año 1999 fue cedido, luego de un período de capacitación, a un grupo de investigación de la Unidad de Investigación de Oceanografía Física y Meteorología (UIOM) del CENPAT-CONICET. La versión cedida incluye un modelo atmosférico, un modelo oceánico y un modelo de la capa de hielo, integrados en un modelo acoplado océano-atmósfera.

El código original del modelo CSIRO evolucionó hasta la versión MII, la cual fue desarrollada para supercomputadoras (CRAY, Silicon Graphics, etc) con varios procesadores bajo sistema operativo UNIX. Para su utilización en la Argentina fue necesario portar el modelo en computadores de rango intermedio (Sun Ultra10, Enterprise) con un solo procesador. Puede decirse que existen en la actualidad tres factores que limitan los avances en el estudio del clima utilizando la versión cedida del modelo CSIRO MII:

1. Algunos experimentos climáticos que aportarían conocimientos teóricos nuevos sobre el clima, representan un costo computacional muy alto o son inviables en términos de tiempo de procesamiento.
2. Aplicaciones rutinarias de los MCGA, como el pronóstico del tiempo o el clima que requieren numerosas repeticiones de simulaciones de períodos cortos (Ej. Varios días a 1 año) también se ven limitadas en el número de repeticiones posibles cuando forman parte de un pronóstico operativo.
3. Los cambios económicos producidos en la Argentina a partir del año 2001, han dificultado el mantenimiento y actualización de los computadores (workstation SUN) disponibles en el CENPAT, debido al alto costo de los repuestos y de los nuevos equipos.

La búsqueda de optimización del software de éste modelo y el replanteo del hardware utilizado es un objetivo viable en el corto a mediano plazo a través de un trabajo cooperativo interdisciplinario,

cuyo logro ampliaría el campo de aplicaciones de los MCGA y es una alternativa científica posible frente a la creciente complejidad de los modelos dinámicos.

## **2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Las líneas de investigación y desarrollo sobre las cuales avanzar están relacionadas con los objetivos generales del proyecto de investigación definido en este contexto:

- Optimizar el rendimiento de un modelo acoplado océano-atmósfera.
- Generar una versión paralela del modelo acoplado océano-atmósfera con las mismas características numéricas que el existente, pero para clusters de PCs [5].
- Evaluar la ganancia de rendimiento obtenida con la versión paralela generada y la posibilidad de aplicación de otras optimizaciones de rendimiento.
- Formar recursos humanos, consolidando un grupo de investigación en cómputo intensivo de modelos numéricos de clima.

### **2.1 Estudio del Modelo Numérico y del Modelo de Procesamiento Secuencial**

Esta línea abarca temas como:

- Comprensión del modelo numérico de base para el modelo computacional acoplado océano-atmósfera. Esto implica el estudio de los procesos modelados numéricamente. [1] [12] y luego, más específicamente los modelos oceánico y atmosférico por separado. Una vez analizados/estudiados estos modelos, se debe avanzar hacia el modelo acoplado océano-atmósfera.
- Comprensión de la estructura del programa o programas de cómputo secuencial que implementa/n el modelo acoplado océano-atmósfera CSIRO MII. Esto implica el estudio de las transformaciones de los datos de entrada, los programas secuenciales asociados a cada uno de los modelos por separado (oceánico y atmosférico respectivamente) y del programa asociado al modelo acoplado. También será importante la aplicación de programas específicos de análisis ejecución y de rendimiento. Dos de los resultados más importantes de este estudio serían la identificación de los procesos físicos modelados en cada subrutina y la posibilidad de documentación adecuada de los programas secuenciales (que actualmente no cuentan con esta documentación).

### **2.2 Métodos de Paralelización del Modelo de Cómputo Numérico**

Una vez estudiado y conocido en detalle el modelo de cómputo secuencial y sus programas asociados ya disponibles, las tareas a realizar con relación a la paralelización del cómputo serían:

- Proponer o descartar una paralelización funcional (o partición funcional) del modelo acoplado. En este sentido, se deben identificar funciones (preferentemente relacionadas de manera directa con los subprogramas actuales implementados en FORTRAN 77), tales que cada una de ellas se pueda resolver en paralelo con las demás al menos de manera parcial.
- Proponer o descartar una paralelización de datos (o partición de datos) del modelo acoplado. En este sentido se deben identificar los datos o la estructura de datos (normalmente un arreglo bidimensional o en general multidimensional) tales que se puedan distribuir entre diferentes procesadores (PCs completas, específicamente) y procesar en paralelo al menos de manera parcial.
- Proponer o descartar una paralelización de pipeline (o en cascada o segmentada) del modelo acoplado. En este sentido se deben identificar (sub)procesos (o procesamiento) sobre los datos que se suceden en el tiempo y que se pueden llevar a cabo en paralelo. Nuevamente,

estos (sub)procesos deberían estar relacionados preferentemente con el código actual del programa.

- En caso de no ser posible ninguna de las posibilidades de paralelización anteriores, se debería proponer la paralelización de uno o de los dos modelos (atmosférico-oceánico respectivamente) por separado, es decir independientemente de que luego se lo utilice en el modelo acoplado.

### 2.3 Implementación Paralela y Evaluación de Rendimiento

De la investigación de las alternativas de paralelización surgirán una o más posibilidades a implementar. En el contexto de la implementación misma, se debería no solamente *codificar un programa paralelo* sino también:

- Definir el criterio de selección de la o las propuestas. Es posible que la diferencia de complejidad para la implementación de cada propuesta sea muy significativa o que la diferencia de rendimiento esperado lo sea.
- Instalar y probar una herramienta o middleware o biblioteca de software que provea un entorno de desarrollo y ejecución de programas paralelos en clusters de PCs. A priori, la primera alternativa y la más probable es alguna de las implementaciones de uso libre de MPI (Message Passing Interface) [MPI] tales como MPICH [MPICH], LAM/MPI [LAM/MPI] u OpenMPI [OpenMPI].
- Seleccionar e implementar al menos una de las propuestas de paralelización (distribuida) de acuerdo con el criterio de selección definido antes y utilizando la herramienta de desarrollo y ejecución de programas paralelos instalada y probada.  
Analizar la posible adaptación de la paralelización implementada a los recursos disponibles (cantidad de computadoras, por ejemplo). Analizar la posible implementación de esta adaptación si la relación costo/beneficio es favorable.
- Analizar la posible adaptación de la paralelización implementada a la probable heterogeneidad de los recursos disponibles (computadoras diferentes, por ejemplo, que proporcionan diferentes capacidades de cómputo). Nuevamente, analizar la implementación de esta adaptación si la relación costo/beneficio es favorable.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

El objetivo principal de este proyecto es la optimización y paralelización (total o parcial) del modelo climático acoplado océano-atmósfera (CSIRO MII) para su utilización en un cluster de PCs con Linux.

La consecución de dicho objetivo permitirá además al grupo de investigación consolidarse como tal, avanzar en el conocimiento sobre modelos numéricos y cómputo paralelo, así como incorporar becarios/tesistas de maestría y/o doctorado, con la consecuente formación de recursos humanos.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

[1] Alder B., S. Fernbach and M. Rotenberg, *Methods in Computational Physics, Advances in Research and Applications*, Academic Press, N. York, 1977.

[2] Anderson T., D. Culler, D. Patterson, and the NOW Team, "A Case for Networks of Workstations: NOW", *IEEE Micro*, Feb. 1995.

[3] Baker M., R. Buyya, “Cluster Computing at a Glance”, in R. Buyya Ed., High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems, vol. 1, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, pp. 3-47, 1999.

[4] Becker D. J., T. Sterling, D. Savaresse, J. E. Dorband, U. A. Ranawak, C. W. Packer, “Beowulf: A Parallel Workstation for Scientific Computation”, Proc. of the International Conference on Parallel Processing, vol. 1, pp. 11-14, Boca Raton, Florida, Aug. 1996.

[5] Beyerle U, C. Raible, R. Knutti, T. Stocker, T. Craig, Climate modeling with a Linux cluster, EOS, 85/31, 290, 2004. Disponible en [http://people.web.psi.ch/beyerle/publications/Papers/Renold\\_EOS\\_2004.pdf](http://people.web.psi.ch/beyerle/publications/Papers/Renold_EOS_2004.pdf)

[6] CAS/JSC Working Group on Numerical Experimentation, prepared by Dr. G.J. Boer et al, Intercomparison of climates simulated by 14 atmospheric general Circulation model, WMO/TD-No 425.

[7] Global and Planetary Change, An Overview of results from the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP), Febrero de 2001, UCRL-JC 140274.

[8] Intergovernmental Panel on Climate Change, Tercer Informe de Evaluación – Cambio Climático 2001 – Base Científica, disponible en <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>

[9] Ridge D., D. Becker, P. Merkey, T. Sterling, “Beowulf: Harnessing the Power of Parallelism in a Pile-of-PCs”, Proceedings IEEE Aerospace, 1997, disponible en <http://www.beowulf.org/papers/papers.html>

[10] Tinetti F. G., Cómputo Paralelo en Redes Locales de Computadoras, Tesis Doctoral (Doctorado en Informática), Universidad Autónoma de Barcelona, Marzo de 2004.

[11] Warren M. S., T. C. Germann, P. S. Lomdahl, D. M. Beazley, J. K. Salmon, Avalon: An Alpha/Linux Cluster Achieves 10 Gflops for \$150k. Disponible en <http://loki-www.lanl.gov/papers/sc98/> propuesto para el 1998 Gordon Bell Price/Performance Prize.

[12] World Meteorological Organization, Numerical Method Used in Atmospheric Models, GARP Publication Series 17, 1979.

[CSIRO] <http://www.csiro.au/>

[MPI] MPI Forum, “MPI: a message-passing interface standard”, International Journal of Supercomputer Applications, 8 (3/4), pp. 165-416, 1994.

[MPICH] <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich/>

[LAM/MPI] <http://www.lam-mpi.org/>

[OpenMPI] <http://www.open-mpi.org/>

# Framework para Detección de Intrusos usando DeLP

Luciano M. Guasco

Javier Echaiz

Jorge R. Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación

Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina

{lmg,je,jra}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Uno de los principales problemas que se presentan en las redes de mediana y gran escala es la dificultad para monitorear y detectar vulnerabilidades que puedan ser explotadas. Tanto los recursos que se comparten en una red, como los principales hosts que intervienen en la misma quedan expuestos a posibles ataques que pueden causar pérdidas considerables en los datos.

En esta línea de investigación se pretende desarrollar un framework de detección de intrusos, donde todos los hosts que participan de una red puedan argumentar si una vulnerabilidad en algún host puede ser explotada.

Es necesario entonces un mecanismo para poder informar la configuración de cada host y de toda entidad que participe en la red, para luego razonar en forma argumentativa sobre un potencial ataque. Para esta representación de conocimiento e inferencia se utiliza programación en lógica rebatible, *Defeasible Logic Programming* (DeLP).

Además se tratan de analizar brevemente los problemas derivados de la estructura del framework y de la lógica. Dichos problemas impactan negativamente sobre la seguridad, performance y escalabilidad del sistema propuesto.

## 1 Introducción

En el transcurso de la última década se puede observar una tendencia a la protección y seguridad de las redes de área local (LAN). Es claro que este hecho no es casual, y se lo puede atribuir al crecimiento masivo de las redes y la tecnología, que han llevado a exponer recursos a la red Internet, dando la posibilidad a diversos ataques remotos.

Los Sistemas de Detección de Intrusos (IDS), tratan de establecer un mecanismo automático para la detección de atacantes a través de Internet o la red local, analizando el tráfico que fluye entre nuestra red y el mundo exterior, así como la disponibilidad, y distribución de los recursos de nuestros sistemas.

Lo que se está tratando de establecer en esta línea de investigación, es un framework de IDS en un entorno de red LAN inicialmente para luego extenderlo a un sistema distribuido (cluster o grid), basado en representación de conocimiento y razonamiento rebatible, a través de Defeasible Logic Programming (DeLP). Esta lógica provee un mecanismo para representar

información común entre nuestros hosts dentro de la red y aplicar un razonamiento rebatible donde cada host o entidad de la red pueda argumentar sobre un potencial ataque, a partir del conocimiento que se posee.

La idea es crear una herramienta para la seguridad y la administración de sistemas, inteligente e independiente, que sea una evolución de las existentes, teniendo la capacidad de razonamiento entre los hosts, desligando al administrador de sistemas de la rutina diaria de revisar cada host, analizar logs y tráfico de la red, y demás mecanismos de seguridad. Por medio de un portal web se puede crear una interfaz para que el administrador agregue un conjunto de reglas que implementen firewalls, ruteo, y demás políticas. Éstas reglas constituyen parte del razonamiento en conjunto, partiendo de los aportes de los nodos participantes del sistema.

## 2 Framework

Como se menciona en la sección anterior, necesitamos representar información de cada host en una base de conocimiento común, y de allí deducir si somos víctimas de un posible ataque. Para esto es necesario recolectar información de cada host referente a la configuración del sistema, versiones de software que tiene instalado, *daemons* que son accesibles desde otros hosts, analizar los logs locales, etc. También el administrador de sistemas podrá establecer políticas, reglas, y aspectos de los sistemas que puedan ser relevantes para el mecanismo de razonamiento.

Podemos utilizar herramientas complejas que puedan realizar la tarea de recolectar información local de cada nodo, entregando en un formato particular la salida de cada análisis del sistema. Una de las herramientas más reconocidas y prácticas de IDS local es SNORT [1].

Otras herramientas que presentan información y que podemos corresponder con la información de cada host, son las comunidades de reportes de bugs. Estas comunidades son bases de datos que presentan información estructurada sobre vulnerabilidades, detalles de las mismas, posibles ataques, y parches sobre un diverso conjunto de aplicaciones, y que tienen la particularidad de estar actualizadas con los nuevos problemas que las mismas comunidades van reportando.

Una vez que la información es procesada en cada host, podemos integrarla a la base de conocimientos de la lógica rebatible, sobre la cuál podremos hacer la inferencia. Notemos que aquí la información que provee cada host será fundamental para tomar decisiones sobre posibles ataques o vulnerabilidades en el sistema (Figura 1).

La base de conocimientos puede estar ubicada en un host, con lo cual mantenemos la consistencia de los datos de forma simple, o bien podemos mantenerla replicada en cada cada host, con un mecanismo que mantenga la consistencia de los datos, facilitando la tolerancia a fallas en la red y en cualquier nodo del sistema. Estos inconvenientes se pueden resolver analizando protocolos conocidos provenientes de sistemas distribuidos y algoritmos de replicación, y adaptándolos al contexto actual [2]. Dado que la información puede ser redundante, es necesario que sea optimizada antes de ser agregada a la base de conocimientos para evitar sobrecargas en los recursos del framework.

Este esquema de nodos que se comunican para inferir sobre posibles ataques nos da un panorama de una red de computadoras que cooperan en un entorno distribuido para extender la seguridad perimetral del sistema. Con esta visión podríamos extender el framework para trabajar sobre grids combinando esta tecnología propuesta con grid services.

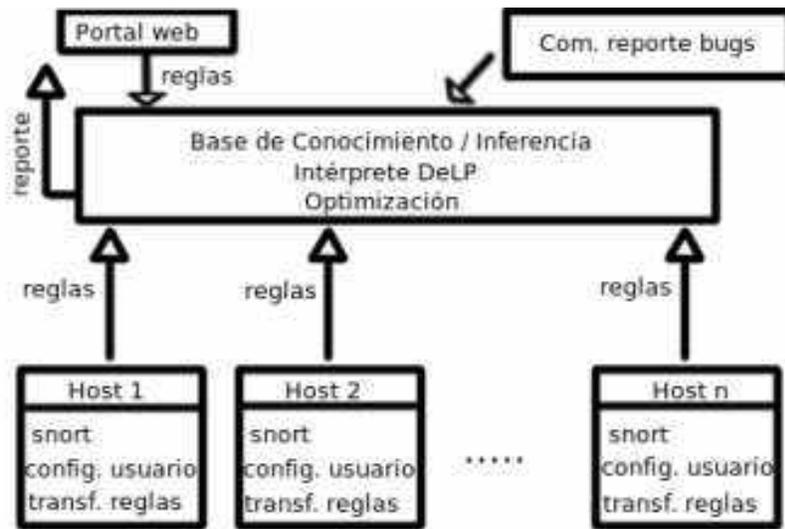


Figura 1: Framework IDS-DeLP

### 3 Inferencia

Uno de los aspectos más importantes de este framework es la posibilidad de inferir un posible ataque por medio de la argumentación. Este tipo de inferencia permite que las decisiones se tomen en conjunto con todos los nodos de la red, y que una posible determinación de ataque de un host sea refutada por un conjunto de otros nodos debido a que el conocimiento que estos tienen de la vulnerabilidad es más específico. Si bien la idea de representar información de varios hosts para poder inferir posibles ataques, fue presentado en aplicaciones e investigaciones anteriores, e.g., [3], no existe una aplicación que pueda hacer inferencia utilizando argumentaciones contradictorias, sino que lo hacen por medio de la lógica de primer orden, que presenta falencias en el escenario propuesto, ya que tenemos una inconsistencia cuando un host argumenta un ataque por un razón, y otro host contradice esta suposición.

DeLP permite tener información que no es mutuamente consistente, pero que posibilita argumentar sobre un hecho o atacar un argumento con un contra-argumento. Así nuestros hosts podrán ir argumentando sobre un posible ataque, hasta que se llegue a un argumento que gane sobre los demás. DeLP presenta una formalización de la argumentación rebatible y un mecanismo de inferencia que utilizaremos en el framework [4]. DeLP cuenta con el criterio de especificidad para decidir si un argumento rebate a otro. Es decir, el argumento que presente más información, pues tiene más conocimiento sobre el problema, será el que gane cuando existan argumentos contradictorios. Este criterio de especificidad, puede ser modificado o pertenecer a un conjunto de criterios que resulten adecuados al momento de adaptar esta lógica al framework.

La información contenida en la base de conocimiento común del framework puede ser ejecutada en un intérprete DeLP para realizar la inferencia, y decidir si un argumento es ganador y de allí deducir la validez de un posible ataque. Este intérprete puede estar ubicado en un host remoto o estar integrado en un nodo de la red.

Gracias a trabajos previos del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA) de la Universidad Nacional del Sur [5], es factible contar con un intérprete DeLP que dada una base de conocimiento conteniendo argumentos, pueda inferir una consulta sobre un argumento, decidiendo si éste es un argumento ganador, o es derrotado por un contra-argumento.

## 4 Performance y Escalabilidad

La performance del sistema es crucial, y se puede mejorar en varios aspectos. Principalmente sobre la optimización de la información y eliminación de información redundante u obsoleta. Para esto, cada host puede plantear un mecanismo de optimización sobre la información que va a presentar a la base de conocimientos. Como la información es procesada en el host para luego ser incluida en la base de conocimientos común, argumentos para la lógica que estamos empleando, puede haber más de una regla que argumente lo mismo sin necesariamente ser mas específica. La base de conocimientos también puede ser optimizada en busca de argumentos obsoletos, por ejemplo que nunca ganarán, o que no van a ser aplicados en ninguna línea de argumentación. El sistema de comunicación también puede ser optimizado, y sin descartar principios de seguridad, tratar de utilizar protocolos de comunicación que mejoren la velocidad, por ejemplo UDP o protocolos especialmente optimizados dentro de la red local.

El framework se podría extender a grandes sistemas distribuidos, sin pérdida de escalabilidad, donde la seguridad es crucial y la detección de posibles vulnerabilidades es un requerimiento crítico debido a que los nodos participantes pueden encontrarse en distintos dominios administrativos y por ende bajo distintas políticas de seguridad. La adaptación deberá ser progresiva para poder solventar los problemas de la nueva topología que se intenta cubrir, primero con dominios pequeños, redes locales con pocos servidores y máquinas de escritorio, luego con clusters de mediana escala, y después escalando a sistemas distribuidos de mayor complejidad, conformados por distintos dominios administrativos.

## 5 Trabajos Futuros

Una vez que el framework esté adaptado a toda la red local para la detección de intrusos en un ambiente de servidores y máquinas de escritorio, será importante escalarlo a un sistema distribuido, como el cluster del Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos (LISiDi) de la Universidad Nacional del Sur [6], donde se presentarán nuevos protocolos y ambientes de trabajo [7].

Luego de llegar a integrarlo en el cluster, otro objetivo importante es adaptarlo como herramienta de seguridad entre los clusters que formen un grid. La seguridad de un grid es un factor crítico, ya que el medio de comunicación que interconecta los clusters que lo integran, suele ser la WWW, medio que representa la mayor amenaza en seguridad para los sistemas actuales.

Una idea para un próximo trabajo, relacionada con la seguridad de este sistema, es el desarrollo de un protocolo seguro que permita garantizar la autenticidad de un host que envía información a la base de conocimientos, así como la integridad misma de los datos enviados. Podremos así saber si la información que un host está tratando de actualizar en la base de conocimiento corresponde a un integrante legítimo del framework. Muchos protocolos de autenticidad existen, e integrar y adaptar uno puede ser un trabajo bastante complejo. Podríamos pensar en este esquema con Kerberos, como servidor de autenticación primario [8].

También podemos extender la seguridad del framework para los protocolos que integran la comunicación desde la base de conocimientos hacia el intérprete DeLP, cuando deseamos realizar la inferencia a partir de la información de la base de conocimiento. Esta comunicación es vulnerable a ataques sobre la red, ya que, como se mencionó en la sección anterior, el intérprete puede estar en un nodo fuera de la red. Podríamos entonces utilizar protocolos de autenticación, integrándolo a la propuesta anterior de Kerberos.

Una posible ampliación del framework puede realizarse mediante la creación e integración

de nuevas herramientas de seguridad que utilicen el mecanismo de inferencia presentado, y que se adapten en ciertos sectores del mismo. Una meta es poder agregar a cada host un mecanismo de seguridad de ejecución de comandos. Para lograrlo debemos razonar acerca del tipo de comando, y deducir si el usuario actual podría causar daño con la acción requerida. Este planteo presenta similitudes con un *shell* restringido, pero agrega inteligencia y aprendizaje a través del razonamiento planteado anteriormente.

## Bibliografía

- [1] M. Roesch, “Snort, intrusion detection system,” <http://www.snort.org>.
- [2] J. Echaiz and J. Ardenghi, “Extending an SSI Cluster for Resource Discovery in Grid Computing,” in *GCC*, pp. 287–293, IEEE Computer Society, 2006.
- [3] X. Ou, S. Govindavajhala, and A. W. Appel, “MulVAL: A Logic-based Network Security Analyzer,” in *Proceedings of the 14th USENIX Security Symposium*, USENIX, Aug. 2005.
- [4] A. J. García and G. R. Simari, “Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach,” *TPLP*, vol. 4, no. 1-2, pp. 95–138, 2004.
- [5] LIDIA, “Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.” <http://lidia.cs.uns.edu.ar>.
- [6] LISiDi, “Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos, Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur.” <http://lisidi.cs.uns.edu.ar>.
- [7] S. Davicino, J. Echaiz, and J. Ardenghi, “Una Alternativa Económica para la Implementación de Servicios Web Localmente Distribuidos,” *CACIC 2003*, pp. 459–470, Oct. 2003.
- [8] A. Wachsmann, “Centralized authentication with Kerberos 5, Part I,” *Linux Journal*, vol. 2005, pp. 6–6, Feb. 2005.

# “Interacción de Agentes Robots Autónomos en Ambientes Dinámicos Distribuidos”

J. Ierache<sup>(1)</sup> M. Bruno<sup>(1)</sup>, N. Mazza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza experimental de la Robótica (ISIER)  
Universidad de Morón Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina

<sup>(1)</sup> {jierache, mbruno, nmazza}@unimoron.edu.ar

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo estudia la integración de Agentes Autónomos en escenarios distribuidos, actuando en ambientes dinámicos, donde los Agentes Robots Autónomos interactúen entre sí. Se caracteriza la aplicación de tres tipos agentes robots básicos. Por un lado agentes robots Clásicos, representados por los NXT de Legomindstorms, Bípedos, del tipo de Robosapien V2, Multimedia y Cuadrúpedos, del tipo de Robopet. El escenario de actuación se integra por un sistema de visión global, que facilita la detección y localización de objetos y agentes, brindando de este modo, información global del ambiente. De esta forma, se pretende facilitar a los agentes autónomos robots y humanos, interactuar entre sí en un escenario caracterizado por un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente y la propia información del agente, obtenida de sus sensores.

**Palabras clave:** Robótica, Interacción Robots-Humanos, Visión, Escenarios Dinámicos, Sistemas Distribuidos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un escenario caracterizado por un ambiente dinámico, tanto real como virtual, brinda, facilidades para testear diferentes técnicas de Inteligencia Artificial (AI) con múltiples robots autónomos, estas técnicas son [10], [11], [12]: diseño de agentes autónomos, colaboración multiagente, adquisición de estrategias, razonamiento en tiempo real, aprendizaje, robótica y fusión de sensores, entre otras. Otras de los puntos lo constituye las intenciones, planes y el razonamiento del agente autónomo para alcanzar su meta [4], la navegación de robots sus técnicas y sistemas asociados resultan clave para el desempeño del agente robot autónomo[3].

En este contexto resulta representativo el fútbol como ejemplo de un ambiente complejo y dinámico en el que se pone en juego la cooperación distribuida, el control sobre el ambiente y la comunicación [6].

El fútbol de robots provee un campo de prueba para evaluar el funcionamiento de sistemas multiagente ya que constituye un ámbito dinámico y complejo, en el que se ponen a prueba la cooperación, el control distribuido y la comunicación efectiva [2].

El fútbol es un buen ejemplo como problema a resolver porque posee propiedades del mundo real [5]. Como por ejemplo:

- El ambiente cambia de manera dinámica y en tiempo real.
- Se debe planificar en tiempo real, porque es difícil hacer un plan completo antes de empezar a jugar, ya que el ambiente cambia continuamente.
- Hay cooperación de equipo, lo que es obviamente ventajoso.
- Hay adaptabilidad por parte de los equipos.

En el pasado varios dominios han sido usados para evaluar la performance de los sistemas multiagentes pero han sido pequeños y simples, en cambio el fútbol es un dominio amplio y complejo.

Pero considerando aplicaciones de agentes autónomos interactuando con humanos estos podrían en el marco de la propuesta actuar de árbitros reales.

Desde otro punto de vista el creciente desarrollo de aplicaciones centradas en contexto y las mayores capacidades de procesamiento distribuido favorecen la interacción futura de agentes robots autónomos y humanos en escenarios determinados habita inteligentes[8].

## 2. AGENTES ROBÓTS

Los agentes robots de bajo costo que incluirá el trabajo, se programarán teniendo en cuenta las características de la robótica autónoma es decir:

- No estarán totalmente preprogramados
- Se los proveerá de una arquitectura cognitiva que permita una relación entre las entradas sensoriales y sus acciones sobre el ambiente.
- Deberán tener la capacidad de generar su mapa autónomo de sensorizaciones - acciones para sobrevivir y alcanzar sus objetivos
- El robot debería en su tiempo de vida realizar cada vez mejor sus tareas, aprendiendo por ejemplo de sus errores.

Entre los agentes robots a emplear se destacan a continuación las características principales::

### **Agentes robots Clásicos, NXT:**

Estos agentes deberán interactuar entre sí y con el ambiente que los rodea a través de sus sensores y efectores. El kit de Lego Mindstorms NXT cuenta con:

- Un ladrillo (controlador) NXT, con una mayor capacidad de cómputo, que las versiones anteriores (RCX).
- Tres puertos para motores.
- Tres servomotores, que tienen incorporados sensores de rotación lo que permite:
  - Medir distancias.
  - Lograr controlar los movimientos del robot con precisión
  - Además si se los programa con el bloque move del software NTX, los sensores se sincronizan automáticamente, logrando que el robot se mueva realmente en línea recta. Eliminando el problema de la diferencia entre motores, que había en kits anteriores.
- Cuatro puertos para sensores en donde se pueden conectar:
  - Sensor de Tacto
  - Sensor de Luz
  - Sensor de Sonido
  - Sensor de Ultrasonido
  - Un puerto USB, para la descarga de programas.
- Comunicación Bluetooth inalámbrica.
- Un parlante de alta fidelidad.
- Conexiones RJ11 para sensores y servomotores.



### **Agentes robots bípedos, RS Multimedia:**

En un principio se había optado por Robosapien V2, una versión anterior a RS Multimedia, pero posteriormente se optó por esta versión que extiende las capacidades de Robosapien, incluyendo una serie de características de manejo multimedia, entre las más destacadas se pueden mencionar:

- Pantalla LCD, para ver películas y fotos
- Reproductor MP3
- Cámara integrada, para filmar en formato MP4.
- Micrófonos que permiten grabar sonidos en formato MP3

Además se pueden editar las personalidades preprogramadas del RS Multimedia, y cuenta con un slot SD, en donde se puede insertar una tarjeta SD con música, y personalidades definidas por el usuario.

Por otra parte, Robosapien posee un receptor de IR, mediante el cual recibe los comandos por control remoto.

- Utilizando como base los mapeos de dichos comandos a Hexadecimal, se pueden encontrar en Internet, es posible la programación de Robosapien descargando el código con una torre de IR de Lego Mindstorms, o un dispositivo de mano.
- Para una adecuada integración de este agente se requiere definir e implementar un Framework de programación para RS Multimedia, en donde no solo se le envíen comandos por IR, o se programen movimientos por medio del software 3D que lo acompaña, sino que se pueda enviar una secuencia de código completa, vía IR transparente al Robot y observando en su secuencia de bloques de transmisión las limitaciones de capacidad de RS en relación a los veinte comandos por bloque funcional
- En el futuro, se pretende que mediante la adición de un dispositivo diseñado para tal fin, se puedan enviar las señales a Robosapien por radiofrecuencia.

### Agentes robots cuadrúpedos, Robopet:

- Robopet es la mascota de Robosapien, e interactúa con éste.
- Posee un receptor de IR, mediante el cual recibe los comandos.
- También es posible mapear dichos comandos, para enviarlos con la torre de IR de Legos.

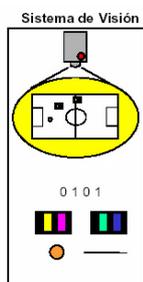


### 3. PROPUESTA DE UN AMBIENTE DINÁMICO CON VISIÓN GLOBAL

La razón por la cual se propone un ambiente dinámico es porque este presenta variaciones no predecibles en forma lineal. Algunas de las características de los ambientes dinámicos son [9]:

- El ambiente cambia de manera dinámica y en tiempo real.
- Se debe planificar en tiempo real, porque es difícil hacer un plan completo antes de empezar a jugar, ya que el ambiente cambia continuamente.
- Hay cooperación de equipo, lo que es obviamente ventajoso.
- Hay adaptabilidad por parte de los equipos.

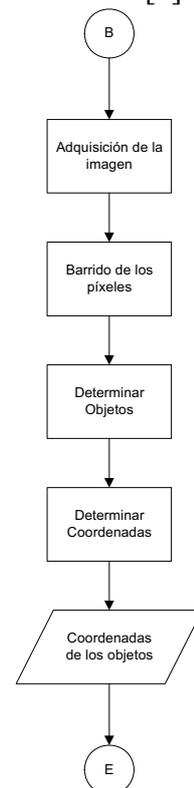
Para la captura de las variaciones en el entorno se está desarrollando un Sistema de visión global, el cual adquiere en tiempo real y de manera continua las imágenes del ambiente de trabajo de los robots, transforma las imágenes de la cámara en formatos que puedan ser procesados digitalmente, identifica, segmenta y posiciona los diferentes objetos presentes en el ambiente de trabajo, y luego transforma los datos obtenidos de las imágenes en información capaz de ser procesadas por el agente.



En el Módulo de Visión Global se realizan las actividades de segmentación y clasificación por coloración de objetos. Actualmente en este proceso se utiliza una técnica de umbral donde a cada color a identificar se le asigna por el usuario valores mínimos y máximos en cada componente RGB, con el fin de poder determinar si las componentes de un píxel dado se encuentra entre los componentes de umbral de un determinado color, si esto ocurre se dice que el píxel es de ese

color. De esta manera es posible identificar los distintos objetos dentro del área de trabajo de los agentes.

Debido a la naturaleza de la luminosidad del ambiente, los objetos dentro del área de trabajo presentan leves variaciones en sus tonalidades a través del tiempo, como por acción de leves cambios del ambiente producidos dentro y fuera de la cancha: Los objetos se mueven y proyectan sombras sobre otros, o dejan de proyectarla. El cerebro humano, en el proceso de producción de la



imagen, hace ajustes extraordinariamente rápidos para permitirnos reconocer, por ejemplo, un objeto de color azul a pesar de que en algunas zonas presente variaciones de luz y sombra [1].

En el módulo de Visión Global se modelará este ajuste haciendo variaciones manuales en los valores de umbral de los distintos colores presentes en el área de trabajo del agente.

La aplicación consta de tres módulos fundamentales para el funcionamiento de la misma. Estos módulos son: adquisición, procesamiento, y salida de datos. En los siguientes párrafos ahondaremos en los aspectos más relevantes de los mismos, lo cual permitirá comprender su funcionamiento con claridad.

En primer lugar, el módulo de adquisición de imágenes se encarga fundamentalmente de capturar las mismas desde el sensor de entrada y realizarle un pre-procesamiento para entregárselo al módulo siguiente. El pre-procesamiento se basa en calibrar el área útil de la imagen para reducir la carga en el módulo siguiente.

El módulo de procesamiento de imágenes se encarga de reconocer los objetos deseados dentro de la misma, basándose en el reconocimiento de colores por umbral. Como ya se ha explicado en párrafos anteriores el modelo de color elegido, RGB, es un modelo aditivo que compone los colores mediante pequeñas porciones de los tres colores básicos que lo conforman (rojo, verde y azul). Cada objeto a reconocer es de un color prefijado, y se reconoce mediante un umbral el cual tiene los valores RGB mínimo y máximo dentro del cual se encuentra el objeto. Además como se trata de un sistema global, la luz hará que se proyecten sombras sobre los objetos, lo cual producirá leves variaciones sobre los valores RGB de la imagen. Una vez procesada la imagen se devuelve la información de los tres objetos a identificar.

Por último, el módulo de salida de datos se encarga de darle formato a la información obtenida del módulo explicado en el párrafo anterior. Una vez realizado el proceso sobre la información se tendrán a la salida las coordenadas de los tres objetos a reconocer.

El funcionamiento básico de los módulos enunciados en los párrafos anteriores puede ser indicado mediante la utilización de un diagrama de flujo en el cual se indique la secuencia de ejecución de los pasos realizados en cada módulo en particular.

La detección de los objetos se realiza asignando un valor mínimo y máximo a cada componente RGB los cuales son contrastados contra los valores obtenidos de la escena en cuestión.

Los valores obtenidos en cada intervalo de tiempo dado, son transmitidos vía UDP a un equipo que funciona como cliente.

#### **4. INTERACCIÓN DE AGENTES ROBOTS EN UN AMBIENTE DINÁMICO**

Se pretende facilitar a los agentes autónomos de distinta naturaleza (robots y humanos), la capacidad de interactuar en escenarios distribuidos, bajo un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente de cada escenario, conformada por los reportes de cada agente, obtenida de sus sensores y el ambiente difundido a partir del sistema de visión global del escenario de operación, orientado a la localización de los agentes en el escenario de trabajo en cuestión.

La estrategia inicial de comunicaciones entre los agentes autónomos y humanos se basa en el empleo de las facilidades de comunicación inalámbrica Bluetooth entre los agentes robots NXT y dispositivos manuales (celulares, palm, etc), en relación a la familia Robosapien esta se integrara a través de IR en la primera etapa con comunicaciones desde el procesador local de ambiente, el que actuara de gateway entre el mundo de comunicaciones IR y el de Comunicación Bluetooth para el escenario local, este gateway en principio facilitara la interacción de agentes en distintos escenarios distribuidos.

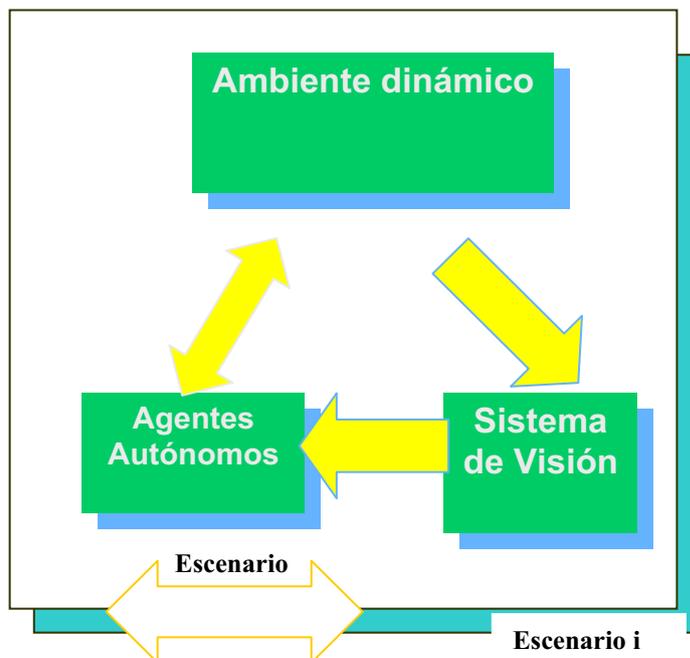
El ambiente dinámico, facilita la evolución en función de las distintas sensorizaciones de cada robots, sus metas y la interacción con agentes humanos. Se presenta un escenario favorable para el desarrollo de aplicaciones centradas en contexto donde la participación de actores robots y humanos resulte de interés en un entorno cooperativo.

A modo de ejemplo, los robots pueden cooperar y competir con sus sensorizaciones las que en su conjunto o independientemente brindan información del contexto de trabajo e interactúan con el agente humano, el que también puede brindar información de contexto, en principio modelos clásicos como el de pizarra serán aplicados para iniciar las experiencias.

Esta integración también actuará de base para el aprendizaje de agentes robots al permitir compartir las teorías de experiencia entre agentes robots.

Conceptualmente se presenta a continuación la conformación de un escenario y sus capacidades:

- **Permitir** la Interacción de agentes en un Escenario conformado por un **Ambiente Dinámico**, donde los Agentes Robots Autónomos interactúen entre sí a fin de facilitar el desarrollo e investigación en robótica autónoma
- **Brindar** información global del ambiente a través de la integración de un **sistema de visión**, que permita la detección y localización de objetos y agentes en el escenario.
- **Facilitar** a los **agentes autónomos** (robots y humanos), interactuar entre sí en un escenario bajo un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente y la propia información del agente



## 5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de robots de bajo costo, con un amplio empleo por distintas universidades, las posibilidades de programación en distintos lenguajes y las facilidades de sensorización básicas que estos ofrecen, como así también las comunicaciones, nos permiten realizar experiencias en orden a la integración, adecuación de robots y de sus interfases para la actuación en un escenario particular bajo un ambiente dinámico, generando así una base inicial para la generación de escenarios útiles en futuras líneas de investigación:

- La Simulación interoperable entre mundos virtuales y reales
- El Procesamiento distribuido del ambiente entre agentes autónomos
- La Integración de agentes robots autónomos en hábitat inteligentes
- La Interacción de agentes robots y humanos centrada en el contexto

## 6. REFERENCIAS

- [1]. Beard R. "Ball prediction for Robot Soccer". Department of Electrical & Computer Engineering, Brigham Young University, Provo. 2003
- [2]. Boer R. y J. Kok. "The Incremental Development of a Synthetic Multi-Agent System: The UvA Trilearn 2001 Robotic Soccer Simulation Team". Faculty of Science, University of Amsterdam. 2002
- [3]. Borenstein J., H. R. Everett y L. Feng. *Navigating Mobile Robots: Systems and Techniques*. 1996
- [4]. Bratman Michael E.. *Intention, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.

- [5].Castelo C., H. Farsi y F. Scarpettini. Tesis de Licenciatura “*Fútbol de Robots: Revisión del Estado del Arte y Desarrollo del Equipo UBASot de Simulación*”. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 2002
- [6].Claro M., A. Gazolli, A. Potenza, German Viscuso y Jorge Ierache. “*El equipo Morasot*”. Facultad de Informática, Universidad de Morón. 2003
- [7].Guestrin C., S. Venkataraman y D. Koller. “*Context specific multiagent coordination and planning with factored MDPs*”.
- [8]. Bruno M, Ierache J “*Ontología para la Interacción de Agentes en un Hábitat inteligente*”. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 17 al 21 octubre CACIC 2006, Universidad Nacional de San Luis, ISBN: 950-609-050-5.
- [9].Proceedings of the Eighteenth National Conference on Artificial Intelligence, Edmonton, Canada, July 2002.
- [10].Russell, Stuart; NORVIG, Peter. *Inteligencia artificial. un enfoque moderno*. Prentice Hall, Hispanoamericana, 1996. 979p. ISBN: 968-880-682-X.
- [11].Wooldrige, Michael; JENNINGS, Nick. R. *Agent Theories, Architectures and Languages: a Survey in Eds. Intelligence Agents*. Berlin: Springer-Verlag, 1995. Vol 1, Nro 22
- [12].Wooldrige, Michael. “*An introduction to Multiagent Systems*”. John Wiley & Sons. 2002.

# Laboratorios Remotos sobre Espacios Virtuales

Grosclaude E., Sznec J., Bertogna L., Lopez Luro F., Zanellato C., Sanchez L.  
*Departamento de Informática y Estadística, Universidad Nacional del Comahue,  
Buenos Aires 1400, Neuquén, Argentina*  
*{oso, jsznec, mlbertog, flopez, czanella, lsanchez}@uncoma.edu.ar*

**Resumen:** *Las nuevas tecnologías de Internet permiten el uso de sistemas de software distribuido que proporcionan a los usuarios el acceso en forma remota a laboratorios físicos y virtuales, para llevar a cabo actividades que normalmente son realizadas localmente. Para que el acceso remoto a estos laboratorios sea posible, se debe diseñar y construir una arquitectura de software y hardware que provea las interfaces adecuadas a los usuarios que quieran acceder. En este trabajo se describen las actividades de investigación llevadas adelante en el departamento de Cs. de la Computación dentro del marco de laboratorios remotos, y puntualmente en lo que se refiere a los espacios virtuales generados para la implementación y el uso de los mismos.*

**Palabras Claves:** Laboratorio Remoto, Virtualización, Alta Disponibilidad, Grid, Seguridad

## 1. Introducción

Las nuevas tecnologías de Internet permiten el uso de sistemas de software distribuido que proporcionan a los usuarios el acceso en forma remota a laboratorios físicos o virtuales, para llevar a cabo actividades que normalmente son realizadas localmente. Para que el acceso remoto a estos laboratorios sea posible, se debe diseñar y construir una arquitectura de software y hardware en éstos, que provea las interfaces adecuadas a los usuarios que quieran acceder.

En [5] se define un Laboratorio Virtual (LV) como "un espacio de trabajo electrónico para la colaboración y experimentación en investigación u otras actividades creativas, para la generación y distribución de los resultados de investigación utilizando tecnologías de información distribuidas". Un LV no debe ser visto como un reemplazo de un laboratorio real, sino como una posible extensión o complemento a estos últimos, abriendo nuevas oportunidades que probablemente no sean viables de implementar económica y socialmente a través de un laboratorio real.

Se pueden encontrar términos alternativos a Laboratorio Virtual, como Colaboratorio, Laboratorio Remoto y Grupo de Trabajo Virtual entre otros. En [6], se combinan los términos colaborativo y laboratorio para definir lo que se llama un "colaboratorio", como "un centro sin barreras, donde los usuarios pueden realizar sus investigaciones sin importar su ubicación geográfica, interactuando con

colegas, accediendo a instrumental costoso y compartiendo recursos computacionales".

Motivaciones y características generales de LV: En términos generales, se destacan tres fuerzas que motivan la generación y uso de los Laboratorios Remotos Físicos y Virtuales. En primer lugar, un proyecto en particular puede requerir de la estructura de los LV para su implementación, puesto que éstos permitirán un uso eficiente de los recursos, ambientes controlados en cuanto a la seguridad de acceso a los mismos, y mayor flexibilidad a la hora de configurar un laboratorio para realizar las actividades del proyecto. Por otro lado, surge la necesidad del acceso a grandes instalaciones y laboratorios por parte de especialistas, con acceso restringido, desde lugares distantes y fuera de las planificaciones normales. Microscopios electrónicos, Telescopios y Clusters de PCs son ejemplos de recursos que pueden ser accedidos para tareas específicas orientadas a objetivos particulares del especialista que realiza dicho acceso. Por último, la necesidad de interacción y colaboración entre los integrantes de una comunidad de investigación, distantes geográficamente, motiva el desarrollo y uso de los LV, que enriquezcan las formas de comunicación, faciliten los mecanismos para compartir los resultados individuales y permitan construir en forma colectiva y concurrente los resultados del conjunto. Más específicamente, en [5] se mencionan algunos de los factores que motivan la construcción y uso de los LV:

- Ciertos desafíos tecnológicos en las comunidades científicas requieren un esfuerzo que supera la capacidad de un laboratorio tradicional e incluso de una sola nación.
- Los recursos humanos y la expertitud requerida para alcanzar las metas de un proyecto, a menudo se encuentran distribuidas geográficamente en más de una institución.
- El tema en estudio, puede requerir la participación de especialistas de distintas regiones distantes debido a la necesidad de diversidad de los datos o muestras recolectadas, o debido a la existencia específica de dichos datos en determinadas ubicaciones del planeta.
- Para poder llevar a cabo ciertas investigaciones, puede ser necesario o efectivo en cuanto a costos, compartir el acceso a determinados recursos, como instrumentos científicos que son únicos, caros y de difícil acceso, como por ejemplo microscopios electrónicos, aceleradores de partículas, etc.

## **2. Líneas de Investigación**

- Seguridad

Desde el punto de vista de la seguridad se deben considerar los modelos de identificación, autorización, certificación y control de acceso que soportará la arquitectura. El avance masivo de los sistemas de computación distribuidos y la creciente demanda en compartir información online a través de varias aplicaciones por Internet, poniendo énfasis en la interoperabilidad, ocasionaron que se ponga gran atención en los aspectos de seguridad de los servicios web, tecnología empleada para implementar esa interoperabilidad.

Con esta línea de investigación se plantea el desarrollo de un modelo de seguridad para ambientes colaborativos sobre Internet, concentrándonos en particular sobre una parte del proyecto de investigación de Software para procesos colaborativos, que es el Laboratorio Remoto y el acceso a

recursos por Internet mediante servicios web. Ese modelo de Seguridad se basará en el modelo estándar RBAC (Role Based Access Control) [1] usando para su especificación XACML (eXtensible Access Control Markup Language) [2]. La especificación XACML describe cómo se pueden construir bloques para la implementación de los diferentes elementos del modelo RBAC.

Otro de los aspectos de seguridad está relacionado con el análisis de los eventos que suceden en una red, poniendo énfasis en aquellos eventos que significan ataques a la misma. Un método bastante extendido consiste en el análisis de los logs del sistema, que se realiza en forma diferida y posterior a la ocurrencia de un eventual ataque; este método permite reconocer ataques ya efectivizados y sirve para prevenir que no sucedan nuevamente.

Otro método es mediante la implementación de un Sistema de Detección de Intrusos (IDS), que analiza en tiempo real el progreso ciertos eventos de seguridad caracterizados como potenciales intrusiones. Este tipo de herramientas suponen un conocimiento más complejo de las actividades que se realizan sobre el sistema para detectar fallas o eventos anormales realizados sobre el mismo, induciendo de ello la existencia de algún ataque.

Lo que se plantea como trabajo de investigación es la generación de un espacio de prueba y experimentación mediante la implementación de una HoneyNet[3], y el uso de un IDS dentro de ella, de esta manera se pueden estudiar aspectos de seguridad en una red organizacional o corporativa como: análisis de las secuencias que conforman tráfico sospechoso de ataque a los diferentes servicios provistos por la red virtual (ssh, smtp, etc.) y correlación de los paquetes con destino a los distintos nodos de la red con el objeto de poder estudiar técnicas de ataque.

- Virtualización de Recursos

Una de las posibilidades en la implementación de laboratorios virtuales se encuentra en el uso de multiples recursos heterogéneos sobre una infraestructura Grid[9]. Un problema de las plataformas Grid es que no hay una limitación clara de uso de recursos dentro de las organizaciones virtuales, y la ejecución de algunas tareas puede afectar la performance del sistema. Debido a que no hay una manera efectiva de limitar el uso de los recursos no es posible garantizar un entorno adecuado para ejecuciones de altas prestaciones o aplicaciones críticas.

Otro serio problema es que mientras los entornos Grid proveen acceso a distintos recursos con distintos tipos de configuración de software, una aplicación sólo se podrá ejecutar en condiciones específicas y en un entorno adaptado a sus necesidades. La variación de sistema operativo, versiones de middleware, librerías o disposición de sistemas de archivo, ponen barreras a la portabilidad de las aplicaciones.

Como línea de investigación se plantea el desarrollo e implementación de un entorno virtual como recurso de la organización virtual. Este tipo de solución se podría resolver limitando de manera clara el uso de memoria, disco y procesamiento dentro de máquinas virtuales con imágenes de sistemas operativos configurados (kernel, bibliotecas, etc) para el correcto funcionamiento de las aplicaciones

desarrolladas.

- Clustering

Entre otras metas, el proyecto de Laboratorios Virtuales debe proporcionar una infraestructura usable y robusta para apoyo a la enseñanza, meta que no se logra sin un elevado costo en complejidad. Esta complejidad está en oposición con la autonomía que debe tener el sistema para poder actuar en diferentes franjas horarias, con diferentes configuraciones, etc. Vistos los riesgos de disponibilidad que esta complejidad acarrea, dicha infraestructura debe ser protegida mediante un diseño específico de Alta Disponibilidad (AD). Para desarrollar éste, y en consonancia con los objetivos planteados en [8], se profundiza la investigación en principios y técnicas de AD, en particular en lo relacionado con clustering. Ciertos desarrollos implementados en el marco del Software Libre han dado, recientemente, pasos interesantes hacia la solución de determinados problemas. Algunos de ellos (GFS, heartbeat, DRBD) apuntan a necesidades propias de la provisión de infraestructura de AD, mientras que otros (como los proyectos de virtualización o paravirtualización, que han alcanzado un nivel de usabilidad muy alto), indirectamente pueden ofrecer ventajas para el diseño de arquitecturas de AD.

Como tema de investigación principal en esta línea se encuentra la utilización de máquinas virtuales como recursos redundantes de clusters de AD, con especial atención a sus consecuencias en cuanto a separación de dominios administrativos entre sistema host y sistema de servicio.

### 3. Resultados Esperados

- Seguridad

Se espera realizar avances en el desarrollo de un Servidor de Seguridad que permita atender los requerimientos de los clientes mediante servicios web utilizando el modelo estándar RBAC basado en esquemas XML (X-RBAC). Se presentará una arquitectura para representar el modelo RBAC extendido para su posterior implementación en el ambiente del Laboratorio Remoto.

Se ha iniciado la implementación de una honeynet que permita estudiar y analizar las secuencias que conforman tráfico sospechoso de ataque a los diferentes servicios provistos por la red virtual (ssh, smtp, etc.). Todo el tráfico será registrado en logs para una posterior implementación de herramientas de análisis de los mismos.

- Procesamiento en entornos grid sobremáquinas virtuales

Se encuentra en desarrollo la creación de redes de recursos virtuales dentro de una organización virtual en entornos Grid[4]. Los usuarios podrán acceder a los recursos en forma interactiva a través de interfaces web. En este desarrollo se busca realizar una configuración en forma segura y con mínima intervención de los administradores locales en cada organización física. Se está aplicando la solución en varios casos de uso como por ejemplo distintos entornos de altas prestaciones y laboratorios virtuales de redes. Actualmente se están desarrollando módulos de administración estándar de dicho entorno virtual e investigando en el desarrollo de planificadores inteligentes basados en políticas.

- Laboratorio de programación con robots y administración de Redes

En [7] se realizó una demostración construida en base a la arquitectura en la que se está trabajando, para la realización de una actividad de teleprogramación de un Robot Lego en lenguaje C, de manera colaborativa y utilizando conexiones de internet de baja velocidad. Se encuentra en adaptación para ser generalizado a escenarios donde se plantea el acceso interactivo a una variedad de recursos remotos de manera colaborativa, usando tecnologías accesibles por nuestros alumnos.

También se llevaron adelante experiencias con generación de entornos para la simulación de distintas alternativas en la conexión de dispositivos de red, con la mezcla de dispositivos físicos y virtuales. El costo y disponibilidad de los componentes utilizados para la construcción y para la interconexión de las redes de computadoras justifican la implementación de estos laboratorios virtuales.

- Alta Disponibilidad

Para maximizar las prestaciones y la utilización de recursos, se busca configurar una metodología de uso general en el ámbito de LVs para dotar de una infraestructura de Alta Disponibilidad a los laboratorios. Se espera obtener mayor velocidad en la instalación, y simplicidad en la administración de esta infraestructura, por medio de la separación de dominios administrativos al utilizar máquinas virtuales como ambiente de servicio.

#### 4. Referencias

- [1] D.F. Ferraiolo and D.R. Kuhn "Role Based Access Control" 15th National Computer Security Conference. 1992
- [2] OASIS XACML Technical Committee ."eXtensible Access Control Markup Language (XACML)". On-Line <http://docs.oasis-open.org/xacml/cd-xacml-rbac-profile-01.pdf>
- [3] The Honymet Project, "Know your Enemy: learning about security threats". Second Edition. Addison-Wesley. Pub. 2004.
- [4] Keahey, K., I. Foster, T. Freeman, and X. Zhang."Virtual Workspaces: Achieving Quality of Service and Quality of Life in the Grid". Scientific Programming Journal, vol 13, No. 4, 2005.
- [5] Report of the expert meeting on Virtual Laboratories. Unesco, 2000, Paris.
- [6] William A. Wulf, James D. Myers. "Collaboratories: Doing science on the Internet". IEEE Computer, 1996.
- [7] Del Castillo Rodolfo, Grosclaude Eduardo, A. López Luro, Francisco Rodríguez, Jorge Sanchez Laura, Zanellato Claudio, Bertogna Leandro "Experiencia con Laboratorio Remoto Colaborativo", TE&ET 2006.
- [8] Eduardo Grosclaude, Soporte de Sistemas para Procesos Colaborativos, WICC2005.
- [9] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke."The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations". International J. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.

# Monitoreo de Recursos computacionales en un cluster utilizando Grid Services

Martín Chuburu

Javier Echaiz

Jorge Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina  
{mic,je,jra}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

La computación grid permite administrar los recursos que se encuentran diseminados en una topología distribuida formada nodos interconectados mediante redes de área local e Internet, con el fin de asistir a procesos que no disponen de los recursos necesarios para llevar a cabo su tarea en las máquinas locales donde fueron invocados.

Para poder hacer un uso eficiente de estos recursos es necesario tener información sobre el nivel de utilización de los mismos en cada una de las máquinas que conforman el grid, con el objetivo de poder tomar decisiones sobre la migración de los procesos que se están ejecutando en el mismo.

Contar con este tipo de información también permite la búsqueda de comportamientos anómalos como por ejemplo carga excesiva o falla en los servicios críticos. Para ello, la utilización de Grid Services constituye una herramienta adecuada para poder obtener este tipo de información y elaborar, a partir de estos servicios, una jerarquía de servicios a medida que se vayan anexando clusters a la infraestructura grid.

**Palabras Clave:** Monitoreo de Recursos, Globus Toolkit, Grid Services.

## 1. Introducción

La continua evolución de las redes de area local (LANs) y de Internet llevan a la comunidad a pensar en nuevas alternativas para aprovechar en forma óptima esta evolución y el potencial inherente a estas configuraciones. Luego, se han planteado diferentes tecnologías como la *World Wide Web* (WWW) y las aplicaciones *peer-to-peer* a nivel de Internet, o las aplicaciones distribuidas construidas en base a tecnologías middleware como MPI y PVM a nivel de LANs. Estos son solo algunos ejemplos de todas las soluciones que se han planteado al problema de optimizar el uso de los sistemas distribuidos. Todos estos enfoques plantean soluciones parciales al problema de compartir y optimizar el uso de recursos distribuidos, en tal sentido la computación Grid establece un modo general de hacerlo.

Grid permite el uso compartido y coordinado de los recursos de una red dentro de un grupo de individuos y/o instituciones que, a menudo, se conoce como “organización virtual”. Acerca a los usuarios un conjunto de recursos de tal manera que estos no estén plenamente conscientes del origen de esos recursos (ya sea almacenamiento, cómputo o servicios).

Del mismo modo en que el sistema de suministro eléctrico proporciona energía a los usuarios conectados a la red eléctrica, el Grid computacional proporciona a los usuarios que se conectan a él, el acceso consistente a recursos computacionales que se encuentran geográficamente separados, presentándolos al usuario como un solo recurso unificado.

En el contexto Grid, un recurso se asume representado por algún estado o dato, que además posee una interfaz que define el grupo de operaciones que pueden ser invocadas por los clientes. Un *Grid Service*, entonces, se define como una interfaz asociada a un recurso Grid. En un entorno Grid, un recurso y su estado serán administrados a través del Grid Service.

Dado que los recursos de un grid pueden encontrarse en un entorno tecnológicamente heterogéneo es necesario un marco de trabajo que permita tratar el manejo de mensajes entre Grid Services de forma abstracta para que los recursos puedan interactuar unos con otros. Una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) provee tal marco de trabajo.

A su vez, el *Global Grid Forum* (GGF) ha adoptado *Open Grid Service Architecture* (OGSA) basada en los principios SOA para el modelamiento de los recursos del grid, a través de Grid Services. Dichos servicios están construidos en base a la tecnología de Web Services.

Los *Web Services* son mecanismos basados en estándares abiertos, y se han convertido en una forma popular de implementar varios componentes de una arquitectura orientada a servicios.

Sabemos que los Web Services son de tipo “stateless”, es decir, no existe un registro de estado entre subsecuentes llamadas a un Web Service. Por otro lado, con frecuencia en computación Grid el estado de un recurso o servicio es importante, y por ende debe persistir entre transacciones subsiguientes.

Además, existe una diferencia relacionada con la persistencia o no del servicio. Los Web Services abordan la cuestión del descubrimiento e invocación de servicios persistentes. En cambio, el entorno Grid es dinámico por naturaleza, por ende los Grid Services pueden no ser persistentes.

Ante esto, fue evidente la necesidad de encontrar una manera de conciliar estas diferencias entre Web Services y grid, de modo que la tecnología de Web Services sirva de base al desarrollo de Grid Services.

En la sección 2 describiremos brevemente dos estándares que siguen el modelo OGSA para implementar Grid Services usando como tecnología base la de los Web Services. En la sección 3 hablaremos en particular del estándar que adopta Globus Toolkit 4 y de los pasos involucrados para poner en funcionamiento un Grid Service. Finalmente, en la última sección se mencionan las experiencias realizadas en el Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos (LISiDi) con Grid Services y algunos proyectos futuros.

## 2. Servicios OGSi vs. WSRF

Actualmente existen dos estándares disponibles para implementar Grid Services que cumplen con los requerimientos OGSA.

- ▷ Open Grid Services Interface (OGSI) Grid Services.
- ▷ Web Service Resource Framework (WSRF) Grid Services.

OGSI define las reglas acerca de como OGSA puede ser implementado utilizando Grid Services que son extensiones de Web Services.

Las especificaciones OGSi definen una instancia de un Grid Service como “un Web Service que se adapta a un conjunto de convenciones expresadas por medio de WSDL (Web Service Definition Language) tales como interfaces de servicios, extensiones, y comportamientos” [5].

El modelo OGSi requiere que el Grid Service sea especificado a través del Grid Web Service Definition Language (GWSDL), que es una extensión de WSDL.

*Globus Toolkit*, a partir de su versión 4, comienza a utilizar WSRF debido a que es una solución que, además de cumplir con los requerimientos de los Grid Services, se mantiene fiel a los fundamentos de Web Services, a diferencia de OGSi que por modelar los recursos con objetos creaba conflictos al tratar de compatibilizar con la evolución de los Web Services (WSDL 2.0).

El punto principal de enfrentamiento es la percibida divergencia entre las especificaciones OGSi y las prácticas populares en la comunidad de Web Services. El principal objetivo en la reestructuración hacia WSRF es mantener las comunidades de Grid Services y Web Services unidas.

WSRF re-articula la arquitectura subyacente a OGSi para hacer una distinción explícita entre “servicio” y “recursos con estado” actuando bajo ese servicio. WSRF define los medios por los cuales un Web Service y un recurso con estado se componen. WSRF denomina a esta composición *WS-Resource*.

De acuerdo con WSRF, un recurso con estado tiene los datos que representan el estado descriptos en un documento XML, tiene un ciclo de vida bien definido, y es conocido y accedido por uno o más Web Services.

Es importante notar que para los clientes, el servicio y los recursos son vistos como una misma cosa a través del archivo WSDL. Dichos clientes nunca tratarán directamente con instancias de los recursos sino que lo harán implícitamente a través de las interacciones con el servicio que cumple con la especificación WSRF.

La implementación de WSRF implícitamente pasa la información de identificación del recurso cuando ocurre una interacción de mensajes entre un cliente y un WS-Resource. El cliente no tiene que incluir explícitamente un identificador de recursos en la solicitud. En su lugar, el identificador requerido está implícitamente asociado a un intercambio de mensajes.

*WS-Addressing* estandariza la forma en que las direcciones de los Web Services son representadas. Tal representación es conocida como Endpoint Reference (EPR). Un EPR puede contener, además de la dirección “endpoint” del Web Service, otros metadatos asociados con el Web Service tales como información de descripción del servicio y campos *reference properties* que ayudan a ampliar la calificación de uso de la dirección del Web Service.

Un EPR que es utilizado para referenciar a un WS-Resource puede incluir un elemento “ReferenceProperties” que define el recurso con estado a ser utilizado en la ejecución de todos los intercambios de mensajes realizados utilizando este EPR. Este tipo de EPR se denomina *WS-Resource-qualified endpoint reference*.

Una nueva instancia de un WS-Resource puede ser creada a través de un Web Service *WS-Resource Factory* o alguna otra aplicación. Crear una nueva instancia de un WS-Resource involucra lo siguiente:

1. Crear una nueva instancia del recurso.
2. Asignar un nuevo identificador a la nueva instancia.
3. Crear una nueva asociación entre la nueva instancia del recurso y el correspondiente Web Service.

### **3. WSRF y Globus Toolkit 4 (GT4)**

WS-Resource Framework introduce la noción de WS-Resource como base para la construcción de Grid Services.

Cuando un WS-Resource es empaquetado como un *Grid ARchive* (GAR) y desplegado en el container de GT4, este es reconocido por el container de GT4 como un Web Service válido que sigue WSRF. Esto es sinónimo de Grid Service.

Desde el punto de vista del desarrollador, los pasos involucrados para implementar un WSRF web service para desplegarlo dentro de un container de GT4, son los siguientes:

1. **Definir la interfaz del servicio.** Significa preparar el archivo WSDL que define las operaciones de nuestro WSRF service, y puede incluir definiciones de las propiedades de recursos.
2. **Implementar el servicio.** Se refiere a desarrollar el código fuente para las operaciones del WSRF service y propiedades asociadas si las hubiera.
3. **Definir los parámetros de despliegue.** Se refiere a preparar un archivo *Web Service Deployment Descriptor* (WSDD) para nuestro servicio, que define varios aspectos de la configuración del mismo.
4. **Compilar y generar el archivo GAR.** La compilación y creación del archivo GAR involucra la creación de los archivos con los *stubs* apropiados para manejar mensajería SOAP y empaquetar el servicio en un formato requerido por el container de GT4.
5. **Desplegar el servicio.** Implica descomprimir el contenido del archivo GAR en una ubicación preestablecida dentro de la estructura de directorios de GT4 de forma que el servicio esté disponible para quien quiera invocarlo.

#### 4. Experiencias previas y trabajos futuros

El Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos (LISiDi) de la Universidad Nacional del Sur, cuenta con un cluster de nueve computadoras Pentium IV de 3 GHz con 512 Mb de memoria RAM cada una y placas de red de 1 Gbps, conectadas mediante un switch. Cada máquina tiene instalado Globus Toolkit 4.0.1 configurado adecuadamente.

Sobre esta infraestructura grid se están implementando Grid Services destinados a informar parámetros de performance de cada una de las máquinas: porcentaje de CPU en utilización, cantidad de memoria en utilización, memoria virtual disponible, entre otros.

Para el desarrollo de los grid services, se está utilizando una herramienta elaborada por Borja Sotomayor de la Universidad de Chicago, denominada *globus-build-service*. Esta herramienta consta de un archivo build.xml de Apache Ant que facilita la compilación del código Java que implementa los servicios y la generación de clases de *stubs* que manejarán el intercambio de mensajes SOAP. También incluye un par de scripts para *bash* o para *python* que se encarga de invocar el comando `ant` estableciendo previamente como parámetros la ubicación de los archivos java, el archivo de despliegue WSDD y la definición de la interfaz WSDL.

El objetivo de estos servicios es el de proveer esta información a un programa cliente configurado por el Laboratorio de Visualización y Gráfica (VyGLab) de la misma universidad, de forma de poder observar esta información de forma sencilla a través de gráficos 3D. En un trabajo previo se exploraron las características de un sistema para visualizar el balance de carga de un sistema distribuido y se analizó como las herramientas utilizadas de visualización de información y el estudio de la Interacción Hombre-Computadora ayudan a visualizar determinados parámetros de un sistema distribuido con el fin de obtener una visión intuitiva del estado actual de nuestro sistema [8, 9].

## Referencias

- [1] Lechner Miriam y Martin Chuburu. *Computación Grid, Globus Toolkit y potencia computacional sin límites*. Noviembre 2006.
- [2] Ian Foster. *Globus Toolkit version (GT4) Tutorial*.
- [3] I. Foster, C. Kesselman y S. Tuecke: The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. *International J. Supercomputer Applications*, 15(3), 2001.
- [4] Borja Sotomayor. *The Globus Toolkit 4 Programmers Tutorial*. <http://gdp.globus.org/gt4-tutorial>
- [5] K. Czajkowski, D. Ferguson, I. Foster, J. Frey, S. Graham, T. Maguire, D. Snelling, S. Tuecke. *From Open Grid Service Infrastructure to Web Service Resource Framework: Refactoring & Evolution*
- [6] K. Czajkowski, D. Ferguson, I. Foster, J. Frey, S. Graham, I. Sedukhin, D. Snelling, S. Tuecke, W. Vambenepe. *The WS-Resource Framework*
- [7] <http://www.globus.org/wsrp/>
- [8] Martín Larrea, Sergio Martig, Silvia Castro, Javier Echaiz. *Visualización del Balance de Carga en un Sistema Distribuido*. 11mo Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2005), ISBN 950-698-166-3, pp. 1761-1771. Concordia, Universidad Nacional de Entre Ríos, 17 al 21 de Octubre de 2005.
- [9] Martín Larrea, Sergio Martig, Silvia Castro, Javier Echaiz. *A proposal from the point of view of Information Visualization and Human Computer Interaction for the visualization of distributed system load*. Vol. 5 - No. 4 - Special Issue on Selected Papers from CACIC 2005, JCS&T, ISSN 1666-6038, pp. 327-333. La Plata, Diciembre 2005.

# Mosix2: La versión grid de Mosix para Linux-2.6

Juan P. Caballero      Lionel Gutierrez      Javier Echaiz      Jorge R. Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina  
{cjp,gl,je,jra}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

De una manera informal e idealizada podemos pensar en un sistema grid como la posibilidad de crear la ilusión de una única aunque muy potente computadora virtual en base a una colección de clusters que comparten varias combinaciones de recursos, donde el usuario no tenga la necesidad de ser consciente de la ubicación física de los mismos.

Hoy en día la necesidad de administrar este ambiente computacional globalizado permite que surjan nuevas tecnologías y líneas de investigación. Mosix surge como una alternativa viable, incorporando herramientas que permiten llevar adelante esta tarea logrando un incremento en la performance.

## 1. Introducción

A medida que las computadoras incrementan su poder de procesamiento, la complejidad del software crece a un nivel superior, consumiendo todos los ciclos de CPU y requiriendo aun más. No sólo se incrementa el número de ciclos de CPU requeridos, sino que también el tiempo de compilación y vinculación (*linking*) de los programas se ha incrementado.

La idea básica detrás del clustering es que un grupo de máquinas autónomas y heterogéneas se vean y funcionen como una única computadora más potente. Con la potencia y bajo costo de las computadoras personales de hoy en día, la relación precio/performance de las workstations actuales frente a los mainframes y las mejoras tecnológicas en el campo de las redes de computadoras (ATM, Gigabit Ethernet, Myrinet, etc) que brindan conexiones de alta velocidad, tiene sentido combinar este poder de cómputo individual para construir un entorno de computación paralela y de alta performance (*High Performance Computing* o HPC).

El término cluster es utilizado, por lo tanto, para denotar un grupo independiente de computadoras (sistema débilmente acoplado) las cuales se combinan en un sistema unificado a través de software y conexiones de red. Los clusters se utilizan típicamente para computación de alta disponibilidad (*High Availability Computing* o HAV) o para computación de alta performance (*High Performance Computing*) para proveer de una potencia de cómputo mayor que la que puede obtenerse mediante una única computadora.

Los clusters ofrecen varios beneficios a los programadores de aplicaciones y a los usuarios. Un problema computacional muchas veces puede descomponerse en piezas más pequeñas y

ejecutarse en varios nodos en un cluster. A su vez, permite aprovechar al máximo los ciclos ociosos de CPU de las máquinas de escritorio de los usuarios.

Dentro de los objetivos más importantes de un cluster se encuentran la de proveer una imagen única de sistema[6] (*single system image*), permitir una comunicación rápida entre los nodos, ser altamente escalable, brindar balance de recursos (CPU, memoria, redes, almacenamiento), seguridad y privacidad y operación y mantenimiento fácil y simple.

El objetivo fundamental de un cluster de computadoras es la de brindar una mayor potencia de cómputo que la lograda por una sola computadora, incrementando el poder de cómputo y logrando menores tiempos de respuestas, al mismo tiempo que permiten la resolución de problemas más complejos y con mayor precisión como simulaciones y resolución de modelos matemáticos, físicos, químicos y económicos. Otro de los objetivos fundamentales es el de permitir el compartimiento de recursos. Cada computadora cuenta con un conjunto de recursos heterogéneos que son utilizados para la resolución de un problema particular. Al utilizar un cluster de computadoras, diferentes recursos heterogéneos pueden combinarse para la resolución de diferentes clases de problemas, y pueden ser combinados para brindar nuevas y mejores soluciones. Este compartimiento de recursos no se refiere únicamente al intercambio de información, sino al acceso directo a sistemas de computación, software, datos y otros recursos requeridos para la resolución de los nuevos problemas que han surgido en la industria, la ciencia y la ingeniería. Incluso las organizaciones pueden compartir sus recursos con otras organizaciones formando un grid (definido aquí como cluster de clusters), compartiendo la potencia computacional de sus propios clusters entre si.

Por lo tanto es de vital importancia un manejo adecuado de los recursos, a fin de lograr una alta disponibilidad y performance. Al mismo tiempo, es fundamental el descubrimiento dinámico de recursos, permitiendo que nuevas computadoras se integren al sistema en tiempo real al mismo tiempo que se descubren computadoras que han fallado o están caídas. Un cluster debe administrar e identificar dinámicamente los recursos disponibles de manera que el usuario se despreocupe de la disponibilidad, los métodos de acceso y cualquier otra política de seguridad y uso, y de manera tal de seleccionar y asignar los recursos más apropiados para cada *job* o proceso.

Uno de los principales conflictos que surge en este contexto de recursos compartidos es el de la seguridad. Los recursos son heterogéneos y propensos a errores. Este punto debe ser atacado, a fin de brindar una visión transparente de los recursos con los que se cuenta y permitiendo de esta manera acceder a ellos desde un único punto de entrada, ofreciendo así una “virtualización” del cluster. Los clusters de una organización pueden ser compartidos con otras organizaciones externas, es evidente entonces que no se puede tener un control sobre todos los posibles usuarios foráneos. Las máquinas participantes se configuran para, no sólo compartir datos, sino también ejecutar programas provenientes de lugares remotos. Esto es lo que hace un cluster potencialmente fértil para virus y programas de Caballo de Troya provenientes de otros clusters. Además, es importante comprender los problemas involucrados al autenticar usuarios y asignar las responsabilidades de manera adecuada. Contar con mecanismos eficientes y flexibles en la administración de la seguridad se han hecho una exigencia esencial para los clusters.

A fin de lograr los objetivos de imagen única de sistema y de un manejo coherente y seguro de los recursos, un cluster debe balancear la carga del sistema. Esto se logra a través de la migración de procesos que permite mover procesos de nodos sobrecargados a nodos descargados. En lugar de sobrecargar un número pequeño de computadoras, el cluster divide la carga de manera equitativa permitiendo una mejor utilización de los recursos, mejorando la performance, la disponibilidad y la seguridad del sistema. A su vez, permite reducir la comunicación en la red,

reduciendo el *overhead* en la misma.

## 2. Mosix2

Mosix es un conjunto de herramientas administrativas que permite que un cluster o un grid se vea como una única computadora con múltiples procesadores, al igual que en un sistema SMP.

Mosix es implementado como una capa de virtualización del sistema operativo que provee a los usuarios y sus aplicaciones un SSI con un entorno de tiempo de ejecución de Linux, permitiendo ejecutar aplicaciones sin la necesidad de modificarlas o enlazarlas con alguna librería especial. De esta forma, en un sistema Mosix los usuarios pueden crear sus aplicaciones basadas en la creación de múltiples procesos, los cuales a través de la búsqueda de recursos, en forma transparente, por parte de Mosix pueden automáticamente migrar, a los distintos nodos para mejorar la performance global sin cambiar el ambiente de tiempo de ejecución de los procesos migrados [1].

Mosix en su versión 1 fue originalmente desarrollado para manejar un único cluster. Mosix2 fue extendido con un conjunto de nuevas características de tal forma que puede manejar tanto un cluster como un grid con varios clusters, por ejemplo, de diferentes departamentos de una universidad, como una colección de servidores o workstations. El objetivo de Mosix2 es permitir a los propietarios de los nodos compartir sus recursos cuando lo desean, mientras preservan su autonomía, permitiendo que se desconecten sus nodos del grid en cualquier momento, sin sacrificar los procesos remotos de otros nodos.

Algunas de las principales características de Mosix2[5] se detallan a continuación:

- ▷ *Provee un Single-System Image (SSI)*. El descubrimiento automático y transparente de recursos es llevado a cabo por un algoritmo de disseminación de información on-line, suministrando a cada nodo la última información sobre la disponibilidad y el estado de cada recurso en el grid. Mosix soporta dos tipos de procesos: procesos Linux y procesos Mosix. Los primeros no son afectados por Mosix y corren en el modo nativo de Linux y no pueden ser migrados. Los procesos Mosix son generalmente aplicaciones de usuario que pueden beneficiarse de la migración. Estos procesos comienzan su ejecución como los ejecutables estándar de Linux, pero corren en un ambiente virtual que les permite migrar de un nodo a otro, siempre conservando su nodo origen (*home-node*). La migración de procesos puede ser tanto automática como manual. La migración automática es supervisada por algoritmos on-line, que continuamente intentan mejorar la performance: balance de carga, memoria libre disponible, migración desde nodos lentos a nodos rápidos.
- ▷ *Soporte de organizaciones virtuales*. En un grid basado en Mosix2, los administradores autorizados de cada cluster físico pueden conectarse/desconectarse del grid en cualquier momento. Luego del pedido de desconexión todos los procesos remotos, si los hay, son migrados a otros nodos. Mosix2 soporta la ejecución de procesos de larga duración (*long-running processes*) a través del mecanismo de “congelamiento” y la reactivación gradual mediante el cual los procesos pueden ser congelados en el nodo origen cuando un cluster es desconectado y luego ser reactivados gradualmente cuando nuevos recursos están disponibles. Un método de prioridades asegura que los procesos con una prioridad más alta siempre pueden desplazar a los procesos con una prioridad inferior.
- ▷ *Un ambiente de ejecución seguro para los procesos remotos*. La capa de virtualización garantiza que un proceso migrado no pueda modificar u obtener acceso a algún recurso

que no sea la CPU o la memoria en el nodo remoto. El cuidado se realiza interceptando todas las llamadas a sistema para que no puedan tener acceso a los recursos del nodo remoto. La mayoría de ellas son enviadas al nodo origen. Como resultado tenemos un ambiente de ejecución seguro (*sandbox*), que protege al nodo remoto de procesos invitados sospechosos.

- ▷ *Live Queuing*. Mosix2 incorpora una cola dinámica que permite despachar un número de tareas, para correr cuando estén disponibles recursos suficientes.
- ▷ *Soporte de batch jobs, checkpoint y recuperación*. Mosix2 soporta batch jobs que pueden ser enviados a algún nodo del cluster local. Estos pueden ser tanto Linux batch jobs nativos como ser ejecutados bajo la disciplina Mosix. La mayoría de los procesos Mosix soportan Checkpoint y recuperación. Cuando se realiza un checkpoint la imagen del proceso es guardada en un archivo. En caso de ser necesario el proceso puede recuperar esta imagen desde el archivo y continuar con su ejecución en un nodo.
- ▷ *El monitor*. Mosix2 cuenta con un monitor que provee información sobre los recursos en el grid y en cada cluster, como ser: velocidad de CPU, carga del CPU, memoria libre vs. memoria usada, espacio de swap, entre otros.

### 3. Experiencias preliminares

Para el desarrollo del cluster, el Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi) cuenta con nueve computadoras Pentium IV de 3 GHz con 512Mb de memoria RAM cada una y placas de red de 1 Gbps, conectadas mediante un switch. Además una de ellas, que oficia de server, NAT y firewall, posee dos placas adicionales para conexión al exterior (Internet e Internet-2).

En cada máquina se instaló el sistema operativo GNU/Linux, distribución Gentoo 2006.1 x86 sobre el cual se modificó el kernel 2.6.19.2 para dar soporte al ambiente Mosix, en su versión 2-17.1.0, como así también se instalaron todas las herramientas adicionales (monitor, *daemons*, comandos adicionales) que permiten el funcionamiento de cada una de las características de Mosix mencionadas en la sección anterior.

Se verificó el correcto funcionamiento del sistema ejecutando las aplicaciones de test provistas por Mosix, como así también con aplicaciones propias desarrolladas para chequear y comprender el funcionamiento de Mosix2.

### 4. Trabajo futuro

A partir de las experiencias y pruebas realizadas se procederá a estudiar en detalle el funcionamiento interno de Mosix2, sus métodos de migración de procesos, balance de carga, descubrimiento y gestión de recursos y manejo de la seguridad y privacidad de los nodos del sistema.

Al mismo tiempo, se realizarán pruebas en ambientes grid, estudiando las características y limitaciones existentes en este área. Se implementarán soluciones en el área de seguridad y gestión, administración y descubrimiento de recursos.

Finalmente se configurará el cluster para el uso de otras tecnologías como PVM y MPI, lo que permitirá desarrollar nuevas aplicaciones y algoritmos distribuidos. Se procederá a comparar

estas tecnologías a fin de determinar limitaciones y beneficios de cada una de ellas en relación con la migración de procesos provista por Mosix.

## REFERENCIAS

- [1] A. Barak y A. Shiloh. *The MOSIX2 Super Operating System for Cluster and Grids*. Enero 2007.
- [2] Dejan S. Milojevic, Fred Douglass, Yves Paindaveine, Richard Wheeler, Songnian Zhou. *Process Migration*. Agosto 1999.
- [3] M. Kacer, P. Tvrdik. *Load Balancing by Remote Execution of Short Processes on Linux Cluster*. Junio 2002.
- [4] Russell W. Clarke, Benajamin T B Lee. *Cluster Operating Systems*. Junio 2002.
- [5] <http://www.mosix.org/>
- [6] Javier Echaiz, Jorge Ardenghi. *Single System Image: Pilar de los Sistemas de Clustering. V Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2003)*, pp. 210-214. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 22 y 23 de mayo de 2003.
- [7] Javier Echaiz, Jorge Ardenghi. *Extending an SSI Cluster for Resource Discovery in Grid Computing. The 5th International Conference on Grid and Cooperative Computing (GCC 2006)*, ISBN 0-7695-2694-2, pp. 287-293, published by IEEE Computer Society, ChangSha, China. 21 al 23 octubre de 2006.

# Motores de Búsqueda Web Paralelas y Multimediales

Gil-Costa V., Printista M. \*

Marín M.

LIDIC, Dpto. de Informática  
UNSL, Argentina  
e-mail: {gvcosta, mprinti}@unsl.edu.ar

Yahoo! Reseach,  
Universidad de Santiago, Chile  
e-mail: mmarin@yahoo.com

## Resumen

Las máquinas de búsqueda para la Web son motores que requieren de un gran poder computacional y poseen de grandes bases de datos que deben ser indexadas eficientemente para lograr de esta manera reducir los tiempos de respuestas para las consultas ingresadas. A través de la computación paralela es posible encontrar nuevos algoritmos que permiten reducir los tiempos de respuestas logrando balancear tanto el cómputo realizado en cada procesador como la comunicación requerida.

En principio, nuestra investigación estuvo concentrada en búsquedas sobre base de datos de texto. Este reporte discute y referencia alguna de las principales conclusiones obtenidas en esta dirección. Actualmente el énfasis está en resolver búsquedas de objetos multimediales sobre un servidor Web. Sobre el estudio y análisis de varias estructuras aptas para búsquedas en este tipo de dominios, en este trabajo se discute la implementación paralela de una de ellas, el *Spatial Approximation Tree (SAT)*.

Finalmente, este reporte introduce la perspectiva de nuestros siguientes pasos, los cuales básicamente consisten en realizar nuevas implementaciones paralelas de otras estructuras de indexación de objetos multimediales, ya sea que permitan búsquedas en espacios métricos o búsquedas espacio-temporales. Toda la investigación desarrollada en esta línea de investigación esta basada en el modelo de computación paralela *Bulk – Synchronous Parallel, BSP*, el cual siendo un modelo sincrónico, es competitivo en performance cuando es comparado con librerías de pasaje de mensajes asincrónicas.

**Keywords:** computación paralela, búsqueda en espacios métricos, búsqueda en bases de datos espacio-temporales, búsqueda de texto.

## 1. Introducción

No hay duda de que la Web es un enorme desafío con el que se debe tratar hoy en día. Varios estudios han estimado el tamaño de la Web [20], y mientras la diferencia reportada por éstos es mínima, la mayoría está de acuerdo en que existe más de un billón de páginas disponibles. Los buscadores Web son aquellas máquinas que nos facilitan la búsqueda de información en este inmenso espacio. Actualmente estas máquinas sólo permiten realizar búsquedas de texto, y para ello utilizan los índices invertidos o listas invertidas como estructuras de indexación. Las listas invertidas son estructuras de datos de indexación que permiten realizar búsquedas rápidas sobre grandes colecciones de texto, y consisten de una tabla de vocabulario que posee todos los términos o palabras relevantes encontradas en la colección de

documentos y una lista asociada por cada término. La lista asociada consiste de pares de identificadores de documentos y la frecuencia con la que aparece el término en el documento.

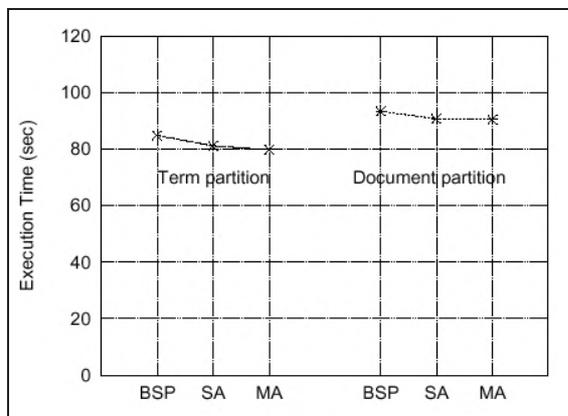
Varias publicaciones han presentado experimentos y propuestas para el procesamiento paralelo eficiente de consultas sobre las listas invertidas que están distribuidas en  $P$  procesadores [1, 4, 10, 6, 8, 12, 13, 11, 22]. Es evidente que la eficiencia sobre un cluster de computadoras sólo se logra usando estrategias que permiten reducir la cantidad de comunicación entre los procesadores, y mantener un balance razonable sobre la cantidad de cómputo y comunicación realizada por cada procesador para resolver la búsqueda de consultas.

Existen dos estrategias de distribución de listas invertidas sobre un conjunto de procesadores

\* Grupo soportado por la UNSL y ANPCYT (Agencia Nac. para la Prom. de la Ciencia y Tec.)

predominantes: (a) la partición de documentos en la cual los documentos son uniformemente distribuidos sobre los procesadores y la lista invertida se construye en cada procesadores usando el respectivo subconjunto de documentos, y (b) la partición de términos donde se construye un único índice invertido secuencial y luego se distribuye cada término con su lista invertida sobre los procesadores. Además de estas dos estrategias predominantes existen algunas estrategias híbridas que intentan mejorar el balance de carga [12, 21]. La forma en que las listas invertidas son particionadas entre los procesadores determina la manera en que se realiza el procesamiento paralelo de las consultas.

La mayoría de las implementaciones de listas invertidas presentadas hasta el momento, están basadas en la programación paralela con pasaje de mensajes en las que se pueden ver combinaciones de *multithreaded* y sistemas de solapamiento de cómputo/comunicación. Utilizando estas formas desordenadas de computación paralela es bastante riesgoso hacer afirmaciones razonables sobre la performance de los algoritmos.



**Figura 1:** Resultados con 8 procesadores. El eje  $x$  indica las realizaciones de los algoritmos en BSP y dos realizaciones en MPI de las listas invertidas. MA=completamente asíncrono con MPI, SA=semi-asíncrono con MPI y BSP=sincrónico con BSP.

El problema con estas aproximaciones es que las ejecuciones son muy dependientes del estado particular de la máquina y sus fluctuaciones. Por otro lado, el uso de *threads* son fuentes potenciales de *overheads* y pueden producir salidas impredecibles en términos de tiempo de ejecución.

Alternativamente, toda nuestra investigación en el área esta basada en una forma de computación paralela más conservativa pero igualmen-

te efectiva, el Modelo Bulk-Synchronous Parallel, *BSP* [19, 18]. La principal ventaja de *BSP* es que tiene un modelo de costo que permite evaluar los costos de cómputo y comunicación de los algoritmos paralelos.

*BSP* es un modelo libre de *deadlocks* y tiene una manera particular de organizar sincrónicamente el cómputo en superpasos, y la performance obtenida es muy similar a la obtenida con algoritmos completamente asíncronos. La Figura 1 muestra un análisis comparativo de performance entre una implementación realizada bajo esta metodología y dos realizaciones de listas invertidas semi-asíncronas y completamente asíncronas. Para hacer los costos de comunicación similares, utilizamos la librería de comunicación *BSPonMPI*, que es una realización creciente del modelo *BSP* sobre las primitivas de *MPI*. Estos resultados muestran que *BSP* obtiene una performance competitiva.

## 2. Búsqueda de Texto

El procesamiento paralelo de consultas está compuesto básicamente en una fase en la que es necesario obtener las listas invertidas de cada término de la consulta y realizar un ranking de documentos para producir los resultados. Las consultas llegan al servidor paralelo desde una máquina recepcionista llamada *broker*. Luego esta máquina broker envía las consultas a una máquina del servidor que es seleccionada en forma circular. Esta máquina también será la encargada de realizar posteriormente la operación de ranking.

Cada consulta es procesada en dos etapas: la primera consiste en buscar las listas de tamaño  $K$  para cada término de la consulta y enviarlo al ranker. En la segunda, el ranker realiza el ranking de documentos y si es necesario pide otras listas de tamaño  $K$ . A este esquema lo denominamos ranking iterativo. Para realizar el ranking de documentos utilizamos el modelo vectorial con una técnica de filtro propuesta en [16].

En este trabajo se han implementado y comparado distintas estrategias que permiten realizar el procesamiento de consultas. Entre ellas están las mencionadas anteriormente: partición de documentos y partición de términos, a las que denominaremos con las letras  $D$  y  $T$  respectivamente. En el caso de  $T$ , la máquina ranker es seleccionada teniendo en cuenta la cantidad de trabajo

planificada hasta el momento. Por lo tanto quisimos comprobar qué sucedía si la máquina ranker era seleccionada aleatoriamente ( $TR$ ).

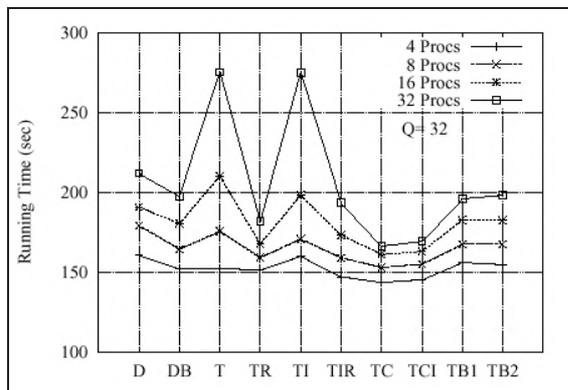


Figura 2: Procesamiento de 10,000 consultas insertando 256 nuevas consultas en cada superpaso.

Para el caso de la intersección, es decir consultas de tipo “and” determinamos la máquina en la que se almacena cada término y luego para cada log de consultas contamos la frecuencia en que los pares de términos ( $t_i, t_j$ ) aparecen ( $TRI$ ). A partir de allí, se arma una lista ordenada por frecuencia, luego se eliminan los pares del comienzo de la lista y se ubican en un procesador siguiendo la siguiente regla. Si ningún término ha sido asignado a un procesador, entonces colóquelos en el procesador con menos cantidad de términos. Si uno de los términos ha sido asignado, entonces su compañero va al mismo procesador.

También diseñamos algoritmos de indexación que trabajan con buckets ( $TB$ ). Es decir que las listas son divididas en bloques para luego distribuir las uniformemente entre los procesadores. Para la estrategia de particionado de documento, también usamos una estrategia similar ( $DB$ ), donde en este caso el número de los buckets es igual al número de procesadores en el servidor. El objetivo principal de los buckets, es poder balancear tanto el cómputo realizado en cada procesador, como también la comunicación requerida para resolver una consulta, lo cual permite sacar una gran ventaja al utilizar el modelo  $BSP$  porque las comunicaciones se realizan en masa (*bulk*).

Por último presentamos  $TC$  y  $TCI$  que son versiones de  $TR$  y  $TRI$  respectivamente en los cuales los rankers mantienen en sus memorias cache los trozos de listas de los términos que aparecen en las consultas. En la Figura 2 se muestran

los resultados obtenidos para lote de 10,000 consultas con las diferentes estrategias. Esta figura muestra los resultados obtenidos para un índice invertido que cabe completamente en memoria  $RAM$ . El estudio analítico de todas las estrategias desarrolladas en esta dirección pueden encontrarse en [9].

### 3. Búsqueda en Espacios Métricos

Con el crecimiento de información no textual en la Web, cada día es más importante almacenar, indexar y buscar imágenes, sonidos, audio y colecciones de video. Existe una gran variedad de estudios realizados sobre estructuras de datos multimediales, algunos de ellos son BK-Tree [3], GNAT [5], MTree [2], etc. Estas estructuras son utilizadas para realizar búsquedas por similitud en espacios métricos. Un espacio métrico está formado por una colección de  $U$  objetos y una función de distancia  $d$  definida entre ellos, la cual satisface la diferencia triangular. El objetivo es, dado un conjunto de objetos y una consulta recuperar aquellos objetos que se encuentran suficientemente cerca de la consulta.

Una estructura propuesta recientemente para este tipo de problemas es el *Spatial Approximation Tree (SAT)* que permite realizar búsquedas eficientes en espacios de alta dimensionalidad [14, 15]. El trabajo [17] examina el desempeño de  $SAT$  y muestra un análisis comparativo de performance de esta estructura con otras del mismo estilo.

En trabajos previos hemos paralelizado exitosamente esta estructura, logrando reducir significativamente el número de distancias calculadas en cada búsqueda, debido a que ésta es la medida de performance que se desea optimizar [7]. Hemos propuesto básicamente tres estrategias de paralelización. La estrategia local en la que los datos se distribuyen en el servidor y luego cada máquina construye su estructura localmente. La estrategia multiplexado, donde se construye una estructura única y luego los nodos son distribuidos entre los procesadores en forma multiplexada. Otra estrategia denominada  $LOAD$  donde los nodos de la estructura de indexación son distribuidos teniendo en cuenta la cantidad de nodos que cada procesador posee, permitiendo balancear la carga. Finalmente, hemos optimizado los algoritmos de búsqueda colocando un límite  $V$

al número de cómputo realizado en cada superpaso. Este límite es autoadaptativo, ya que cada cierta cantidad de superpasos, se recolecta información que permite evaluar la carga de trabajo de cada  $\zeta$  procesador y luego se actualiza el límite de cómputo  $V$ .

#### 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Hasta el momento hemos logrado estudiar en profundidad las estrategias de indexación existentes en el contexto de búsquedas en la Web. Hemos implementado las estrategias existentes y hemos propuesto nuevas estrategias que permiten balancear no sólo la carga de trabajo que tiene cada procesador en el servidor, sino también la comunicación realizada entre estos durante la resolución de consultas.

El trabajo ha sido realizado utilizando el modelo de computación paralela *BSP*, que es un modelo sincrónico y sencillo de utilizar. La implementación de los algoritmos se lleva a cabo utilizando la librería *BSPlib* y *BSPonMPI* que permite ejecutar códigos escritos siguiendo el modelo *BSP* bajo la plataforma *MPI*. Hemos podido comprobar que las aplicaciones en *BSP* son competitivas con otras implementaciones asíncronas y semi-asíncronas.

También hemos comenzado a estudiar y analizar posibles formas paralelas de indexación sobre espacios métricos. Esto permite realizar búsquedas multimediales en motores de búsqueda Web que hasta el momento no han sido presentadas en otros trabajos. Para ello se debe estudiar, analizar e implementar una gran variedad de estructuras de indexación que sean dinámicas, ya que es deseable incorporar nueva información en estos índices en forma periódica.

Nuestro siguiente paso consiste en realizar nuevas implementaciones paralelas y eficientes de otras estructuras de indexación de objetos multimediales, para luego poder analizar exhaustivamente su performance sobre un cluster de computadoras.

También es interesante agregar a esta investigación, la búsqueda espacio-temporales de objetos, que es un tema reciente pero de mucha utilidad para el control de tránsito vehicular, telefonía celular, etc. En este ámbito es posible realizar consultas históricas donde se recupera información de los objetos que se mueven (apa-

recen, desaparecen, cambian) generalmente en tiempo discreto. Este tipo de consultas se las conoce como *ventanas* en el tiempo. Las consultas *timestamp* recuperan los objetos que se encuentran en una ventana en un tiempo específico y las consultas de intervalo incluyen a su vez varios *timestamps*.

#### Referencias

- [1] A. Barroso, J. Dean, and U. Holzle. Web search for a planet: The google cluster architecture. *IEEE Micro*, 23(2):22–28, 2002.
- [2] Sergei Brin. Near neighbor search in large metric spaces. In *The 21st VLDB Conference*, 1995.
- [3] W. Burkhard and R. Keller. Some approaches to bestmatch file searching. In *Communication of ACM*, 1973.
- [4] F. Cacheda, V. Plachouras, and I. Ounis. Performance analysis of distributed architectures to index one terabyte of text. In *In S. McDonald and J. Tait, editors, Proc. ECIR European Conf. on IR Research*, pages 395–408, Sunderland, UK, April 2004.
- [5] P. Ciaccia, M. Patella, and P. Zezula. An efficient access method for similarity search in metric spaces. In *The 23rd International Conference on VLDB*, 1997.
- [6] G.V. Gil Costa, M. Printista, and M. Marín. Improving web searches with distributed buckets structures. In *4th Latin American Web Congress*, pages 119–126, Puebla, Mexico, Oct. 2006. (IEEE-CS).
- [7] V. Gil Costa, N. Reyes, A.M. Printista, and M. Marín. Multimedia web Searches using Static SAT. In *Congreso Argentino en Ciencias de la Computación (CACIC 2006) (1448-1459)*, Octubre 2006.
- [8] V.G. Costa, M. Printista, and M. Marín. A parallel search engine with bsp. In *Third Latin American Web Congress (La-Web 2005)*, pages 259–268, Buenos Aires, Argentina, Oct 2005. (IEEE-CS).
- [9] G.V. Gil-Costa. *Estrategias de Buckets Paralelas para Máquinas de Búsqueda en la Web*. Tesis de Maestría, UNSL, Argentina, octubre, 2006.

- [10] B. S. Jeong and E. Omiecinski. Inverted file partitioning schemes in multiple disk systems. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 16(2):142–153, 1995.
- [11] A. Moffat and J. Zobel. What does it mean to measure performance? *Proc. 5th Int. Conf. on Web Informations Systems, LNCS 3306, Springer*, pages 1–12, Brisbane, Australia, 2004.
- [12] Alistair Moffat, William Webber, and Justin Zobel. Load balancing for term-distributed parallel retrieval. *Proceedings of the 29th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pages 348–355, 2006.
- [13] W. Moffat, J. Webber, Zobel, and R. Baeza-Yates. A pipelined architecture for distributed text query evaluation. In *Proceedings of the 29th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, pages 348–355, September 2005.
- [14] G. Navarro. Searching in metric spaces by spatial approximation. In *The Very Large Databases Journal (VLDBJ)*, (11(1):2846), 2002.
- [15] G. Navarro and N. Reyes. Fully dynamic spatial approximation trees. In *In Proceedings of the 9th International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2002)*,, 2002.
- [16] M. Persin, J. Zobel, and R. Sacks-Davis. Filtered document retrieval with frequency-sorted indexes. *Journal of the American Society for Information Science*, 47(10):749–764, 1996.
- [17] S. Berchtold, C. Bohm, and D. Kein. Searching in highdimensional spaces: Index structures for improving the performance of multimedia databases. In *ACM Computing Surveys*, (33(3):322373), 2001.
- [18] D.B. Skillicorn, J.M.D. Hill, and W.F. McColl. Questions and answers about BSP. Technical Report PRG-TR-15-96, 1996. Also in *Journal of Scientific Programming*, V.6 N.3, 1997.
- [19] L.G. Valiant. A bridging model for parallel computation. *Comm. ACM*, 33:103–111, Aug. 1990.
- [20] I. H. Witten, A. Moffat, and T.C. Bell. *Managing gigabytes: Compressing and indexing documents and images*. 2nd ed. San Francisco, Morgan Kaufmann, 1999.
- [21] Wensi Xi, Ohm Sornil, Ming Luo, and Edward A. Fox. Hybrid partition inverted files: Experimental validation. In *ECDL '02: Proceedings of the 6th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, pages 422–431, London, UK 2002.
- [22] J. Zobel and A. Moffat. Inverted files for text search engines. *ACM Computing Surveys*, 38(2), 2006.

# Procesamiento distribuido y paralelo. Fundamentos, métricas y aplicaciones.

R. Marcelo Naiouf, Armando E. De Giusti, Laura C. De Giusti, Franco Chichizola, Adrian Pousa  
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)

Facultad de Informática – UNLP

{mnaiouf, degiusti, ldgiusti, francoch, apousa}@lidi.info.unlp.edu.ar

## CONTEXTO

La línea de Investigación que se presenta es parte del Proyecto “Algoritmos Distribuidos y Paralelos. Aplicación a Sistemas Inteligentes y Tratamiento Masivo de Datos” del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos apoyados por Telefónica y Fundación YPF.

## RESUMEN

La temática central de esta línea de I/D la constituye el estudio de los temas de procesamiento paralelo y distribuido, tanto en lo referente a los fundamentos como a las aplicaciones. Esto incluye los problemas de software asociados con la construcción, evaluación y optimización de algoritmos paralelos y distribuidos sobre arquitecturas multiprocesador.

Los temas de interés abarcan paralelización de algoritmos, paradigmas paralelos, métricas del paralelismo, escalabilidad, balance de carga, y modelos de computación paralela para la predicción y evaluación de performance sobre diferentes clases de arquitecturas (homogéneas y heterogéneas) de soporte (cluster, multicluster y grid).

Asimismo, se trabaja en la concepción de aplicaciones paralelas numéricas y no numéricas sobre grandes volúmenes de datos y cómputo intensivo, y en el desarrollo de laboratorios remotos para el acceso transparente a recursos de cómputo paralelo.

**Palabras clave:** *Sistemas paralelos. Algoritmos paralelos y distribuidos. Clusters. Multicluster. Grid. Balance de carga. Evaluación de performance.*

## 1. INTRODUCCION

El procesamiento paralelo y distribuido se ha convertido en un área de gran importancia dentro de la Ciencia de la Computación, produciendo en muchos casos profundas transformaciones en las líneas de I/D [1][2][3][4][5][6].

Un área de investigación es la especificación, transformación, optimización y evaluación de algoritmos distribuidos y paralelos. Interesa la optimización de soluciones sobre diferentes modelos de arquitectura y el estudio de métricas de complejidad y eficiencia. Esto incluye el desarrollo de procesos paralelos, la transformación de algoritmos secuenciales en paralelos, y las métricas de evaluación de performance sobre distintas plataformas de soporte (hardware y software). En esta línea de I/D la mayor importancia está dada en los *algoritmos paralelos*, y en los métodos utilizados para su construcción y análisis [7][8][9].

Si bien el paralelismo resulta un concepto intuitivo (utilizar múltiples procesadores para resolver problemas, en general de complejidad creciente y para obtener resultados en menor tiempo), los fundamentos subyacentes a los mecanismos y soportes de paralelización presentan numerosas variantes. Un problema puede tener distintas formulaciones paralelas y la eficiencia de cada una dependerá del algoritmo específico y de la arquitectura.

Numerosas áreas científicas y de la industria requieren la utilización de paralelismo para la resolución de aplicaciones de cómputo intensivo. Entre ellas pueden citarse simulaciones, modelización, optimización discreta, análisis molecular, búsquedas en árboles, aprendizaje en redes neuronales, tratamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, procesamiento de consultas en BD, etc. [10][11][12][13][14][15].

### 1.1. Algoritmos y Sistemas Paralelos

La creación de algoritmos paralelos/distribuidos, o la transformación de un algoritmo secuencial en paralelo, se encuentra lejos de ser un proceso directo. En algunos casos el costo del paralelismo puede ser alto en términos del esfuerzo de programación: debe pensarse en la aplicación de técnicas nuevas reescribiendo totalmente el código secuencial, y las técnicas de debugging y tuning de performance no se extienden de manera directa al mundo paralelo [10][12][13][14].

Un *sistema paralelo* (SP) es la combinación de un algoritmo paralelo y la máquina sobre la cual éste se

ejecuta; ambos factores poseen numerosas variantes y de un adecuado “matching” entre ambos depende el éxito de la solución. Los algoritmos pueden ser especificados utilizando una diversidad de paradigmas (*C/S*, *pipeline*, *divide & conquer*, *SPMD*), o diferenciando paralelismo de datos y de control. Las arquitecturas pueden diferir en varias dimensiones como el mecanismo de control, la organización del espacio de direcciones, la granularidad de los procesadores, la red de conexión, la sincronización, y la clase de procesadores (homogéneos o heterogéneos) [16][17].

Las arquitecturas para procesamiento paralelo han evolucionado, y en la actualidad las redes de computadoras constituyen una plataforma de cómputo paralelo muy utilizada por sus ventajas en términos de la relación costo/rendimiento. La noción de sistema distribuido como máquina paralela es común a las denominaciones redes de computadoras, NOW, redes SMP, clusters, multiclusters y grid. En estos casos, se deben identificar las capacidades de procesamiento, interconexión, sincronización y escalabilidad [18].

El concepto de multicluster es una generalización que permite que redes dedicadas a una aplicación paralela se interconecten y puedan cooperar en un algoritmo, compartiendo recursos e incrementando la potencia de cómputo. Esto implica clusters dedicados interconectados, a diferencia de *grid computing* en que cada procesador puede realizar otras tareas independientes del algoritmo, brindando alta disponibilidad de procesamiento y/o de almacenamiento [19][20][21][22][23][24][25][26]. En estos casos, existe un bajo grado de acoplamiento de los procesadores y, en general, un bajo rendimiento de la red de interconexión.

La caracterización y estudio de rendimiento del soporte de comunicaciones es de particular interés para la predicción y optimización de performance de los algoritmos paralelos, así como la homogeneidad o heterogeneidad de los procesadores que componen la arquitectura [27][28].

## 1.2. Métricas del paralelismo

La diversidad de opciones en los SP torna complejo el análisis de performance, ya que los ejes sobre los cuales pueden compararse dos sistemas son varios. En el mundo serial se puede realizar la evaluación a través de los requerimientos de tiempo y espacio, pero en las aplicaciones paralelas pueden interesar una cantidad de medidas que están ligadas tanto al algoritmo como a la arquitectura paralela.

La performance obtenida en el sistema paralelo está dada por una compleja relación en la que intervienen factores como el tamaño del problema, la

arquitectura, la distribución de procesos en procesadores, la existencia o no de un algoritmo de balance de carga, etc.

Existen un gran número de métricas para evaluar sistemas paralelos. Entre las más conocidas se encuentran el tiempo de ejecución paralelo, el speedup (ganancia efectiva en velocidad de cómputo usando más de un procesador) y eficiencia (que denota el uso efectivo de los recursos de cómputo). Pero existen otras medidas que pueden ser útiles tales como costo, overhead paralelo, grado de concurrencia, escalabilidad, isoeficiencia, etc. [29]

Al tratar con multiclusters y grid, los problemas clásicos que caracterizan el análisis de los algoritmos paralelos, reaparecen potenciados por las dificultades propias de la interconexión a través de una red que en general es no dedicada.

La noción de “cluster de clusters” puede llevar a ver a cada uno de los clusters como un nodo donde la potencia de cómputo equivalente puede calcularse considerando las potencias individuales de los procesadores y la heterogeneidad. Esta medida impacta sobre el balance de carga y el máximo speedup alcanzable.

## 1.3 Escalabilidad en Sistemas Paralelos

El tema de la escalabilidad, y su relación con la función de isoeficiencia (y otras *iso*-métricas) es de importancia dado que permiten capturar las características de un algoritmo paralelo y de la arquitectura en la que se lo implementa. Permite testear la performance de un programa paralelo sobre pocos procesadores y predecir su performance en un número mayor.

También permite caracterizar la cantidad de paralelismo inherente en un algoritmo, y puede usarse para estudiar el comportamiento de un sistema paralelo con respecto a cambios en parámetros de hardware tales como la velocidad de los procesadores y canales de comunicación. Resulta de interés el estudio del efecto que producen las características de las arquitecturas de multicluster y grid sobre la escalabilidad de los algoritmos paralelos y la eficiencia global.

## 1.4 Balance de carga

El objetivo primario del paralelismo es reducir el tiempo de ejecución y hacer uso eficiente de los recursos. La manera de asignar o *mapear* procesos lógicos a procesadores físicos es fundamental para la eficiencia: el uso desigual (desbalance) de los procesadores puede degradar fuertemente la eficiencia del procesamiento paralelo.

El *balance de carga* es un aspecto central del cómputo paralelo y consiste en, dado un conjunto de tareas que comprenden un algoritmo y un conjunto de procesadores donde ejecutarlas, encontrar el mapeo de tareas a procesadores que resulte en que cada una tenga una cantidad de trabajo que demande aproximadamente el mismo tiempo.

Un mapeo que balancea la carga de trabajo de los procesadores incrementa la eficiencia global y reduce el tiempo de ejecución. Este objetivo es particularmente complejo si los procesadores (y las comunicaciones entre ellos) son heterogéneos, y deben tenerse en cuenta las distintas velocidades.

El problema de asignación es *NP*-completo para un sistema general con  $n$  procesadores, y por lo tanto la tarea de encontrar una asignación de costo mínimo es computacionalmente intratable salvo para sistemas muy pequeños. Por esto pueden utilizarse enfoques alternativos que brindan soluciones subóptimas aceptables, como relajación, desarrollo de soluciones para casos particulares, optimización enumerativa, u optimización aproximada [30][31].

Si el tiempo de cómputo asociado a una tarea dada puede determinarse “a priori”, se puede realizar el mapeo antes de comenzar la computación (balance de carga *estático*). Para una clase creciente de aplicaciones, la carga de trabajo para una tarea particular puede modificarse en el curso del cómputo y no puede estimarse de antemano; en estos casos el mapeo debe cambiar durante el cómputo (balance de carga *dinámico*), realizando etapas de balanceo durante la ejecución de la aplicación.

El balance estático, en general, es de menor complejidad que el dinámico, pero también menos versátil y escalable. Los métodos dinámicos requieren alguna forma de mantener una visión global y algún mecanismo de análisis para la migración de procesos y/o datos. Las técnicas deben estudiarse y adecuarse en el marco de arquitecturas con características heterogéneas de procesadores, red, comunicaciones, etc. Si bien las técnicas dinámicas potencialmente pueden mejorar la performance global de la aplicación migrando procesos y redistribuyendo la carga entre los elementos de procesamiento, el overhead de comunicación y sincronización podría anular este beneficio.

No puede establecerse un método efectivo y eficiente en todos los casos. Siempre la elección depende de la aplicación y la plataforma de soporte, y en muchos casos es necesario adaptar o combinar métodos existentes para lograr buena performance [30][32][33]

## 1.5 Modelos de predicción y análisis de performance

Es importante referirse a un algoritmo paralelo mencionando el modelo de computación para el que fue diseñado. Uno de los objetivos en la definición de un modelo de computación es la posibilidad de *predicción de performance* que brinde el mismo. La computación monoprocesador se benefició por la existencia de un modelo teórico simple (RAM), que hizo posible desarrollar algoritmos y establecer correctitud y performance esperada de manera relativamente independiente de la máquina.

Al tratar las máquinas paralelas se encuentran un gran número de modelos (LogP, BSP, PRAM, etc), aunque no tan simples y precisos como RAM, y ninguno intenta servir como modelo para todas las clases de máquinas paralelas. Deben tenerse en cuenta conceptos tales como comunicación, sincronización y arquitectura física. Las dificultades para la formulación de un modelo único se desprenden de las variantes en las arquitecturas.

Un elemento fundamental de los multiclusters es la heterogeneidad de los procesadores (y eventualmente de la red de interconexión), lo que agrega aún más complejidad. El desarrollo de nuevos modelos de predicción y análisis de performance para estas arquitecturas requiere caracterizar el contexto de comunicaciones entre los procesadores y la asociación entre los algoritmos de aplicación, el paradigma de cómputo paralelo elegido y la arquitectura de soporte. Las soluciones propuestas deben ser portables a distintas plataformas para que puedan ser útiles en entornos heterogéneos

## 1.6 Evaluación de performance. Aplicaciones

Es de interés la evaluación de performance de distintas clases de aplicaciones sobre las arquitecturas disponibles. Muchos sistemas paralelos no alcanzan su capacidad teórica, y las causas de esta degradación son muchas y no siempre fáciles de determinar. El análisis permite estudiar el impacto que tienen algunos de estos factores sobre las implementaciones, y adecuar las métricas a las mismas. Interesa estudiar la influencia de las estrategias de distribución de procesos y datos, y la carga (estática o dinámica) asignada a cada procesador sobre el speedup, la eficiencia y la escalabilidad.

Desde el punto de vista de la relación costo/rendimiento, el cómputo paralelo sobre arquitecturas distribuidas ha ganado rápidamente espacio en el campo de las aplicaciones reales dado el bajo costo de los procesadores y estaciones de trabajo estándares junto con su alto rendimiento. Si

bien existe una amplia gama de posibilidades estudiadas y publicaciones con todo tipo de aplicaciones resueltas, se acepta que es necesario continuar con la investigación en esta área [34].

Entre las aplicaciones de interés se encuentran las numéricas y no numéricas, el tratamiento de imágenes y video, reconocimiento de patrones en secuencias de ADN (para trazabilidad, análisis de paternidad, abigeato, determinación de enfermedades), bases de datos distribuidas, sistemas inteligentes, data mining, etc.

Por otro lado, interesa el desarrollo de laboratorios remotos para el acceso a recursos de cómputo paralelo. Esto implica software de administración de recursos físicos, comunicaciones y software disponible en clusters, multiclusters y grid, con el objetivo de permitir acceso transparente.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Algoritmos paralelos. Paralelización de algoritmos secuenciales. Optimización de algoritmos. Diseño de algoritmos.
- Lenguajes y bibliotecas de comunicaciones para procesamiento paralelo y distribuido.
- Sistemas paralelos como combinación de software y arquitectura.
- Modelos y paradigmas de computación paralela.
- Modelos de predicción de performance en algoritmos paralelos.
- Métricas del paralelismo. Speedup, eficiencia, rendimiento, isoeficiencia, granularidad.
- Escalabilidad de algoritmos paralelos en arquitecturas distribuidas.
- Análisis (teórico y práctico) de los problemas de migración y asignación óptima de procesos y datos a procesadores. Migración dinámica.
- Balance de carga estático y dinámico. Técnicas de balanceo de carga.
- Implementación de soluciones sobre diferentes modelos de arquitectura homogéneas y heterogéneas (clusters, multiclusters y grid). Ajuste conceptual del modelo de software al modelo de hardware, de modo de optimizar el sistema paralelo.
- Evaluación de performance de las soluciones paralelas.
- Laboratorios remotos para el acceso transparente a recursos de cómputo paralelo

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

- Formar recursos humanos en los temas del Subproyecto, incluyendo tesinas de grado y tesis de postgrado.
- Desarrollar y optimizar algoritmos paralelos sobre los diferentes modelos de arquitectura multiprocesador.
- Realizar la migración de soluciones paralelas en cluster a multicluster y grid.
- Evaluar la eficiencia, rendimiento, speedup y escalabilidad de las soluciones propuestas.
- Mejorar y adecuar las técnicas disponibles para el balance de carga (estático y dinámico).
- Estudiar los modelos de predicción/evaluación de performance con diferentes paradigmas de interacción entre procesos, en esquemas multicluster y grid. Proponer las adecuaciones necesarias.

En este marco, pueden mencionarse los siguientes resultados:

- Se han utilizado 4 tipos de arquitecturas multicluster, donde cada cluster puede ser totalmente homogéneo o heterogéneo:
  - Clusters comunicados en la misma LAN (cada cluster con un nodo principal que maneja las comunicaciones hacia los otros clusters)
  - Clusters en redes diferentes con una conexión directa entre los nodos principales de cada uno vía fibra óptica.
  - Clusters en redes distintas conectadas por Internet en una WAN compartida.
  - Clusters en redes diferentes conectados vía Internet 2 en una WAN con ancho de banda asegurado.
- En cuanto a modelos de predicción de performance:
  - Desarrollo del modelo TTIGHa que permite representar aplicaciones paralelas de manera más realista considerando la heterogeneidad de los procesadores y de la red de interconexión. El modelo está basado en el TTIG [35], que es de aplicación en una arquitectura homogénea.
  - Desarrollo del algoritmo de mapping MATEHa [36], que permite obtener una mejor distribución de procesos en procesadores y una mejor performance predicha.
  - Actualmente se están realizando las modificaciones necesarias al modelo y el algoritmo de mapping para adecuar su uso sobre un grid.
- Respecto de los algoritmos implementados, básicamente se trabajó con soluciones paralelas previamente tratadas en clusters:

- *N*-Queens: consiste en ubicar *N* reinas en un tablero de  $N \times N$  sin generar un ataque (esto ocurre cuando dos reinas están en la misma fila, columna o diagonal). Para resolver este problema se utilizó un modelo asincrónico, en el cual un porcentaje del trabajo es distribuido inicialmente considerando la potencia de cómputo de cada procesador/cluster. Cuando los procesadores terminan su trabajo le piden más al master. Se estudiaron speedup, eficiencia y balance de carga [37][38]. Se ha comenzado un experimento similar con el problema del Puzzle-*N* [39]
- Sorting by Merging: se trabajó con versiones paralelas de estos algoritmos clásicos, apuntando especialmente al balance de carga dinámico, tomando en cuenta la potencia de cálculo de los procesadores/clusters, el costo de comunicación entre clusters, y una métrica del grado de desorden de secuencias y subsecuencias. En este caso, también se estudió la escalabilidad de la solución basado en el número de clusters involucrados y el volumen de datos a ordenar [40][41]
- En cuanto a los laboratorios para acceso remoto a recursos de cómputo paralelo:
  - Se ha desarrollado una aplicación que permite el acceso a los clusters de la Facultad de Informática de manera remota vía WEB (para investigadores y alumnos). Esto implica una capa de software de administración de los recursos y acceso transparente.
  - Se está trabajando en la generalización a clusters que no se encuentran en la misma red

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Existe cooperación con grupos de otras Universidades del país y del exterior. Dentro de la temática de la línea de investigación y desarrollo se espera concluir 4 tesis de doctorado que se encuentran en curso (2 en 2007), 2 tesis de maestría, y al menos 3 Tesinas de Grado de Licenciatura.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Basney, M. Livny. "Deploying a High Throughput Computing Cluster". R. Buyya Ed., High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems, Vol. 1, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, pp. 116-134, 1999.
- [2] Vijay K. Garg. "Elements of Distributed Computing". Wiley-IEEE Press, 2002.
- [3] M.L. Liu. "Distributed Computing: Principles and Applications". Addison Wesley; 1st edition, 2003.
- [4] A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar. "Introduction to Parallel Computing", Pearson Addison Wesley, 2nd Edition, 2003.
- [5] Vijay K. Garg. "Concurrent and Distributed Computing in Java". Wiley-IEEE Press, 2004.
- [6] Hagit Attiya, Jennifer Welch. "Distributed Computing: Fundamentals, Simulations, and Advanced Topics", (Wiley Series on Parallel and Distributed Computing). Wiley-Interscience; 2nd edition, 2004.
- [7] Kenneth A. Berman, Jerome L. Pau. "Algorithms: Sequential, Parallel, and Distributed". Course Technology; 1st edition, 2004.
- [8] Barry Wilkinson, Michael Allen. "Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers (2nd Edition)". Prentice Hall, 2004.
- [9] L. Ridgway Scott, Terry Clark, Babak Bagheri. "Scientific Parallel Computing". Princeton University Press, 2005
- [10] S. Akl. "Parallel Computation. Models and Methods", Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [11] R. Miller, Q. F. Stout. "Algorithmic Techniques for Networks of Processors", CRC Handbook of Algorithms and Theory of Computation, M. J. Atallah, ed, 1998.
- [12] G. Andrews. "Foundations of Multithreaded, Parallel and Distributed Programming", Addison Wesley, 2000
- [13] C. Leopold. "Parallel and Distributed Computing. A survey of Models, Paradigms, and Approaches", Wiley Series on Parallel and Distributed Computing. Albert Zomaya Series Editor, 2001
- [14] H. F. Jordan, G. Alaghand, H. E. Jordan. "Fundamentals of Parallel Computing", Prentice Hall, 2002
- [15] www.EMNet.org. Sitio WEB del European Expertise in Biocomputing.
- [16] K. Hwang, "Advanced Computer Architecture. Parallelism, Scalability, Programmability", McGraw Hill, 1993.
- [17] D. Sima, T. Fountain, P. Kacsuk. "Advanced Computer Architectures. A Design Space Approach", Addison Wesley Longman Limited, 1997.
- [18] T. Anderson, D. Culler, D. Patterson, NOW Team, "A Case for NOW (Networks of Workstations)", IEEE Micro, 15(1), 1995, pp. 54-64.
- [19] Ahmar Abbas. "Grid Computing: Practical Guide To Technology & Applications

- (Programming Series)". Charles River Media; 1st edition, 2003.
- [20] IEEE Task Force on Cluster Computing ([www.ieeetfcc.org](http://www.ieeetfcc.org))
- [21] F. Berman, G. Fox & A. Hey (Eds). "Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality". John Wiley & Sons, 2003.
- [22] A. Chervenak, I. Foster, C. Kesselman, C. Salisbury, S. Tuecke. "The data Grid: Towards and Architecture for the Distributed Management and Analysis of Large Scientific data Sets". *Journal of Network and Computer Applications*, 2001. pp. 187-200.
- [23] Ian Foster, Carl Kesselman. "The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure". (The Morgan Kaufmann Series in Computer Architecture and Design). Morgan Kaufmann; 2nd edition, 2003.
- [24] Zoltan Juhasz, Peter Kacsuk & Dieter Kranzlmuller (Eds), "Distributed and Parallel Systems: Cluster and Grid Computing". (The Intl Series in Engineering and Computer Science). Springer; 1st edition, 2004
- [25] Daniel Minoli. "A Networking Approach to Grid Computing". Wiley-Interscience, 2004.
- [26] Vladimir Silva. "Grid Computing For Developers" (Programming Series). Charles River Media; 1st edition, 2005.
- [27] Goldman. "Scalable Algorithms for Complete Exchange on Multi-Cluster Networks". CCGRID'02, IEEE/ACM, Berlin, pp. 286-287, 2002.
- [28] C. Kurmann, F. Rauch, M. Stricker. "Cost/Performance Tradeoffs in Network Interconnects for Clusters of Commodity PCs". Technical Report 391, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Institute for Computer Systems, January 2003
- [29] X-H Sun. "Scalability versus Execution Time in Scalable Systems". *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Number 12, 2002, pp 173-192
- [30] C. Bohn, G. Lamont. "Load Balancing for Heterogeneous Clusters of PCs", *Future Generation Computer Systems*, Elsevier Science B.V., Vol 18, 2002, pp 389-400
- [31] A. Cortés, A. Ripoll, F. Cedó, M.A. Senar, E. Luque. "An Asynchronous and Iterative Load Balancing Algorithm for Discrete Load Model", *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Academic Press., Vol 62, 2002, pp 1729-1746
- [32] F. Baiardi, S. Chiti, P. Mori, L. Ricci. "Integrating Load Balancing and Locality in the Parallelization of Irregular Problems", *Future Generation Computer Systems*, Elsevier Science B.V., Vol 17, 2001, pp 969-975
- [33] Z. Lan, V. Taylor, G. Bryan. "A Novel Dynamic Load Balancing Scheme for Parallel Systems", *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Vol 62, Number 12, December 2002, pp 1763-1781
- [34] Timothy Mattson, Beverly Sanders, Berna Massingill. "Patterns for Parallel Programming". Addison Wesley Professional, 2004.
- [35] C. Roig, "Algoritmos de asignación basados en un nuevo modelo de representación de programas paralelos", Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 2002.
- [36] De Giusti L. C., Chichizola F., Naiouf M. R., Ripoll A., De Giusti A. E.. "A Model for the Automatic Mapping of Tasks to Processors in Heterogeneous Multi-cluster Architectures". *Journal of Computer Science and Technology (JCS&T)*. Vol. 7 - No.1 - Marzo 2007. Páginas 39-44. <http://journal.info.unlp.edu.ar/journal/journal19/papers/JCST-Mar07-7.pdf>
- [37] De Giusti L., Novarini P., Naiouf M. R., De Giusti A. E. "Parallelization of the N-queens problem. Load unbalance analysis". Workshop de Procesamiento Paralelo y Distribuido (WPPD), Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC'03), 2003.
- [38] Naiouf M. R., De Giusti L. C., Chichizola F., De Giusti A. E. "Dynamic Load Balancing on Non-homogeneous Clusters". G.Min et al. (Eds.): ISPA 2006 Ws, LNCS 4331, pags. 65-73, 2006. Springer – Verlag. Berlin Heidelberg 2006.
- [39] Hart Lambur, Blake Shaw. "Parallel State Space Searching Algorithms". May 2004.
- [40] M. Naiouf. "Procesamiento paralelo. Balance dinámico de carga en algoritmos de sorting". Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, 2004.
- [41] A. De Giusti, M. Naiouf, F. Chichizola, L. De Giusti. "Dynamic Load Balanced in Parallel Merge Sorting over Homogeneous Clusters". Proceedings del "The first International Workshop on Information networking and Applications ", pp. 217-222. IEEE Computer Society Press. March 2005.

# Scheduling en el paradigma Grid

Javier Echaiz

Jorge Ardenghi

Laboratorio de Investigación de Sistemas Distribuidos (LISiDi)  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca (8000), Argentina  
{je,jra}@cs.uns.edu.ar

## Resumen

Un sistema grid conforma una red dinámica de recursos de cómputo heterogéneos que trabajan conjuntamente formando un entorno único y uniforme. Un sistema grid puede abarcar diferentes dominios administrativos, y puede ser capaz de soportar cambios dinámicos en las organizaciones participantes y en los requerimientos de cómputo [5].

Para lograr este objetivo, un sistema grid debe ser capaz de proveer acceso a los recursos que los usuarios requieran, incluyendo procesamiento, datos, y aplicaciones. Este acceso debe estar respaldado por una infraestructura de seguridad a nivel del grid, pero que al mismo tiempo permita diversas y cambiantes políticas de seguridad locales. Además, el sistema debe ser diseñado con la capacidad de tolerar fallas a nivel de nodos individuales y cambios en la composición del grid (hardware, configuración de los sistemas y potencialmente sistema operativo). Por último es importante que un sistema con estas características sea simple de instalar y administrar.

Para lograr este prometedor potencial es esencial contar con algoritmos de planificación (*scheduling*) eficientes y efectivos. Desafortunadamente, los algoritmos tradicionales de scheduling empleados en sistemas paralelos y distribuidos, los cuales suelen correr sobre recursos homogéneos y dedicados, e.g., clusters de computadoras, no funcionan bien bajo el paradigma grid [2]. En este trabajo exploraremos algunos de los problemas abiertos relacionado con el problema del scheduling distribuido en sistemas grid.

**Palabras Clave:** scheduling, grid, gestión de recursos.

## 1. Introducción

Un grid de cómputo es una infraestructura de hardware y software que provee acceso confiable, consistente, extensivo y barato a sistemas de cómputo con gran capacidad de procesamiento [12]. Un grid es un entorno compartido implementado mediante una infraestructura de servicios permanente y basada en estándares capaz de soportar, crear y compartir recursos. Los recursos pueden ser computadoras, espacio de almacenamiento, instrumentos, aplicaciones (software), y datos, todos ellos conectados mediante una red (típicamente Internet) y una capa de software (*middleware*), la cual provee servicios de seguridad, monitoreo, gestión de recursos, etc. Los recursos pertenecen potencialmente a diferentes organizaciones y por lo tanto son compartidas bajo políticas que definen qué se comparte, quién puede acceder y bajo qué condiciones puede hacerlo [11]. El problema real y específico del concepto grid es la coordinación de los recursos compartidos y cómo resolver problemas bajo una organización virtual multi-institucional [13].

Desde el punto de vista de los sistemas de scheduling, es posible aplicar un mayor nivel de abstracción para grid, ignorando algunos componentes estructurales, como la autenticación, autorización, control de acceso, y descubrimiento de recursos. En este trabajo se adoptará la

siguiente definición de grid: “un grid es un tipo de sistema paralelo y distribuido que posibilita compartir recursos geográficamente distribuidos dinámicamente, dependiendo de su disponibilidad, capacidad, performance, costo, y requerimientos de calidad de servicio (QoS) especificados por el usuario” [1].

Desde el punto de vista de la funcionalidad es posible encontrar una arquitectura lógica del subsistema de scheduling de tareas en grid. Por ejemplo, Zhu [24] propone una arquitectura común de grid scheduling. Además, es posible generalizar un proceso de scheduling bajo grid en tres etapas: descubrimiento y filtrado de recursos, selección y scheduling de recursos según objetivos específicos, y envío de tareas *job submission* [17]. En este trabajo trataremos únicamente el segundo paso.

## 2. El problema del scheduling en el paradigma grid

A continuación describiremos brevemente los componentes funcionales de un sistema de scheduling bajo el paradigma grid.

Básicamente un Grid scheduler (GS) recibe aplicaciones provenientes de usuarios grid, seleccione los recursos necesarios para estas aplicaciones según la información proveniente del Grid Information Service module, y finalmente genera mapeos de aplicaciones a recursos, basados en los objetivos especificados y la predicción de la performance de los recursos. A diferencia de sus contrapartidas en los sistemas distribuidos y paralelos tradicionales, los schedulers grid no pueden controlar los recursos en forma directa, sino que funcionan como *brokers* o agentes [3], o fuertemente acoplados a las aplicaciones, e.g., scheduling a nivel de aplicación [4, 22]. No están necesariamente ubicados en el mismo dominio que los recursos que administran. De hecho, se puede contar con múltiples schedulers organizados para formar diferentes estructuras (centralizas, jerárquicas, y descentralizadas [16]) según diferentes necesidades, como performance o escalabilidad. Aunque un scheduler a nivel grid (o *metascheduler*, como se lo suele llamar en la literatura, e.g., en [15]) no es un componente fundamental en la infraestructura grid (e.g., no se incluye en Globus Toolkit [14], el estándar de facto), no hay dudas que un componente de scheduling es crucial para poder explotar el potencial del paradigma, incorporando recursos provenientes tanto de supercomputadoras como de *desktops*.

Un scheduler de grid necesita información acerca del estado de los recursos disponibles para poder lograr una planificación apropiada, especialmente cuando se toma en cuenta la naturaleza dinámica y heterogénea del grid. Para obtener dicha información se emplea un *Grid Information Service* (GIS), responsable de recolectar y predecir la información de estado, como capacidad de CPU, tamaño de la memoria, ancho de banda de red, disponibilidad de software y carga de un nodo en un dado período particular. GIS puede responder pedidos de información sobre recursos o enviar información a subscriptores. Posiblemente el ejemplo más conocido de GIS sea el *Monitoring and Discovery System* (MDS) [9] de Globus.

Para lograr un scheduling razonable, además de la información “cruda” del GIS, son necesarias las propiedades de la aplicación (por ejemplo requerimientos de memoria y almacenamiento, dependencia de subtareas en un job y volumen de comunicaciones, cantidad aproximada de instrucciones, etc.), y performance de un recurso para diferentes clases de aplicaciones. Para extraer propiedades de las aplicaciones se emplea *Application Profiling* (AP), mientras que el *Analogic Benchmarking* (AB) se utiliza para medir que tan bien puede un recurso desempeñarse en relación a un dado tipo de tarea [18, 21]. A partir del conocimiento obtenido a partir del AP y del AB, y siguiendo cierto modelo de performance [2], la estimación del costo computa el costo de las planificaciones candidatas, de entre las cuales elegirá aquella que pueda maximizar

las funciones de objetivo.

El módulo de *Launching and Monitoring* (LM) (también conocido como *binder* [7]) implementa una determinada planificación enviando las aplicaciones hacia los recursos seleccionados, enviando datos de entrada y ejecutables si fuese necesario, y monitoreando la ejecución de las aplicaciones. Un buen ejemplo de un LP es el *Grid Resource Allocation and Management* (GRAM) de Globus [8].

El *Local Resource Manager* (LRM) completa el cuadro, es el responsable principal de dos tareas: (1) scheduling local dentro de un dominio de recursos, donde además de los jobs de los usuarios grid provenientes del exterior se ejecutan jobs del dominio local de usuarios, y (2) reporta al GIS la información sobre de los recursos. Dentro de un dominio, uno o más schedulers locales corren bajo distintas políticas establecidas por el gestor de recursos. Ejemplos de este tipo de schedulers locales incluyen a OpenPBS [19] y a Condor [6]. Además, un LRM recolecta información de recursos locales empleando herramientas como Network Weather Service [23], Hawkeye [6] y Ganglia [20], y reportan esta información sobre el estado de los recursos al GIS.

### 3. Desafíos de scheduling en el paradigma grid

Los algoritmos de scheduling fueron intensamente estudiados en los sistemas distribuidos y paralelos tradicionales, como las máquinas SMP (*symmetric multiple processor*, MPP (*massively parallel processors*) y COW (*cluster of workstations*). Observando estos trabajos previos puede verse que los algoritmos de scheduling están evolucionando junto con la arquitectura de los sistemas distribuidos y paralelos<sup>1</sup>.

Si bien es posible buscar inspiración en trabajos previos, los modelos de scheduling tradicionales generalmente producen en la práctica pobres planificaciones grid. La razón de este pobre desempeño puede encontrarse en las asunciones subyacentes de los sistemas tradicionales [2]:

- Todos los recursos residen bajo un único dominio administrativo.
- Con el objetivo de prover *single system image* [10], el scheduler controla todos los recursos.
- El conjunto de recursos es invariante.
- La contención causada por las aplicaciones que arriban puede manejarse mediante el scheduler según ciertas políticas, de forma tal que su impacto en la performance que el nodo puede proveer a cada aplicación puede ser acertadamente predecible.
- Las aplicaciones (cómputos) y sus datos residen en el mismo sitio o la obtención de los datos es un proceso altamente predecible, lo cual puede verse como un *overhead* constante.

Desafortunadamente, todas estas asunciones no se mantienen bajo el paradigma grid. En él, muchas características únicas provocan que el diseño de algoritmos de scheduling sea desafiante [24]. De entre dichas características las de mayor relevancia son:

**Heterogeneidad y autonomía.** La heterogeneidad de los nodos y de las redes subyacentes origina diferentes capacidades para el procesamiento de jobs y el acceso a datos. La autonomía de los nodos individuales y de los diferentes dominios de administración dificultan la tarea de un scheduler de grid capaz de adaptarse a las variadas políticas locales.

**Dinamismo de performance.** La dinámica del grid impacta fuertemente en la performance global del sistema, dificultando la tarea de un scheduler de grid, pues suelen emplearse modelos de performance clásicos.

---

<sup>1</sup>Por cuestiones de espacio este trabajo no presenta la evolución de los algoritmos de scheduling.

**Selección de recursos y separación de cómputos y datos.** Las ventajas que puede traer un recurso de cómputo que presenta bajo costo computacional puede verse neutralizado por su elevado costo de acceso a un nodo de almacenamiento.

## 4. Trabajos futuros

En este trabajo se plantea la importancia de contar con algoritmos de scheduling eficientes a nivel de grid para lograr planificaciones efectivas. Es útil el análisis de trabajos previos relacionados con sistemas distribuidos y paralelos tradicionales como punto de partida. Sin embargo es claro que el paradigma grid introduce una problemática nueva y por lo tanto nuevos aspectos deben considerarse.

En la sección anterior se identificaron y describieron brevemente los tres desafíos de investigación más importantes en este tópico. De esta forma sostenemos que éste sigue siendo un área de investigación tanto interesante como relevante.

A partir de este trabajo se pretende continuar en esta línea de investigación tratando de obtener nuevos algoritmos generales no solo para scheduling bajo grid sino para grandes sistemas distribuidos en general.

## Referencias

- [1] Mark Baker, Rajkumar Buyya, and Domenico Laforenza. Grids and grid technologies for wide-area distributed computing. *Softw. Pract. Exper.*, 32(15):1437–1466, 2002.
- [2] Francine Berman. High-performance schedulers. In Ian Foster and Carl Kesselman, editors, *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure*, pages 279–309. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 1999. Chap. 12 12.1 Scheduling applications, Timeframe-Specific Predictions Dynamic Information 287 Adaptation 287 Program Model 289 Performance Scheduling Policy 292 12.4 Case Study: The AppLeS Project 294 12.5 Scheduling Digital Sky Survey Analysis 297 Dynamic Monitoring Mechanisms 305 High Level Language Support 306 Integration with Other Software Tools 306 Assistance for Multischeduling 307.
- [3] Francine Berman, Richard Wolski, Henri Casanova, Walfredo Cirne, Holly Dail, Marcio Faerman, Silvia M. Figueira, Jim Hayes, Graziano Obertelli, Jennifer M. Schopf, Gary Shao, Shava Smallen, Neil T. Spring, Alan Su, and Dmitrii Zagorodnov. Adaptive computing on the grid using appleS. *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, 14(4):369–382, 2003.
- [4] Francine D. Berman, Rich Wolski, Silvia Figueira, Jennifer Schopf, and Gary Shao. Application-level scheduling on distributed heterogeneous networks. In *CD-ROM Proceedings of Supercomputing'96*, Pittsburgh, PA, November 1996. IEEE.
- [5] Rajkumar Buyya, David Abramson, Jonathan Giddy, and Heinz Stockinger. Economic models for resource management and scheduling in grid computing. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 14(13-15):1507–1542, 2002.
- [6] Condor. Condor, high throughput computing. <http://www.cs.wisc.edu/condor>.
- [7] Keith D. Cooper, Anshuman Dasgupta, Ken Kennedy, Charles Koelbel, Anirban Mandal, Gabriel Marin, Mark Mazina, John M. Mellor-Crummey, Francine Berman, Henri Casanova, Andrew A. Chien, Holly Dail, Xin Liu, Alex Olughbile, Otto Sievert, Huaxia Xia, L. Johnsson, B. Liu, M. Patel, Daniel A. Reed, W. Deng, Celso L. Mendes, Zhiao Shi, Asim YarKhan, and Jack Dongarra. New

- grid scheduling and rescheduling methods in the grADS project. In *IPDPS*. IEEE Computer Society, 2004.
- [8] Karl Czajkowski, Ian Foster, Nick Karonis, Carl Kesselman, Stuart Martin, Warren Smith, and Steven Tuecke. A resource management architecture for metacomputing systems. *Lecture Notes in Computer Science*, 1459:62–??, 1998.
- [9] Karl Czajkowski, Carl Kesselman, Steven Fitzgerald, and Ian T. Foster. Grid information services for distributed resource sharing. In *HPDC*, pages 181–194. IEEE Computer Society, 2001.
- [10] Javier Echaiz and Jorge Ardenghi. Single System Image: Pilar de los Sistemas de Clustering. *V Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, WICC 2003*, pages 210–214, May 2003.
- [11] Foster and Iamnitchi. On death, taxes, and the convergence of peer-to-peer and grid computing. In *International Workshop on Peer-to-Peer Systems (IPTPS), LNCS*, volume 2, 2003.
- [12] I. Foster and C. Kesselman, editors. *The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure*. MORGAN-KAUFMANN, 1999.
- [13] Ian T. Foster. The anatomy of the grid: Enabling scalable virtual organizations. In *CCGRID*, pages 6–7. IEEE Computer Society, 2001.
- [14] Globus. The Globus Alliance. <http://www.globus.org>.
- [15] Tibor Gyires. A resource allocation protocol for providing quality of service in grid computing. In *AICT/ICIW*, page 44. IEEE Computer Society, 2006.
- [16] Volker Hamscher, Uwe Schwiegelshohn, Achim Streit, and Ramin Yahyapour. Evaluation of job-scheduling strategies for grid computing. In Rajkumar Buyya and Mark Baker, editors, *GRID*, volume 1971 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 191–202. Springer, 2000.
- [17] J. Schopf. Ten Actions When SuperScheduling. Technical report, document of Scheduling Working Group, Global Grid Forum, July 2003.
- [18] Ashfaq A. Khokhar, Viktor K. Prasanna, Muhammad E. Shaaban, and Cho-Li Wang. Heterogeneous computing: Challenges and opportunities. *IEEE Computer*, 26(6):18–27, 1993.
- [19] OpenPBS. Open Portable Batch System. <http://www.openpbs.org>.
- [20] Federico D. Sacerdoti, Mason J. Katz, Matthew L. Massie, and David E. Culler. Wide area cluster monitoring with ganglia. In *CLUSTER*, page 289. IEEE Computer Society, 2003.
- [21] Siegel, Dietz, and Antonio. Software support for heterogeneous computing. *CSURV: Computing Surveys*, 28, 1996.
- [22] Xian-He Sun and Ming Wu. Grid harvest service: A system for long-term, application-level task scheduling. In *17th International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS-2003)*, pages 25–25, Los Alamitos, CA, April 22–26 2003. IEEE Computer Society.
- [23] Rich Wolski, Neil T. Spring, and Jim Hayes. The network weather service: a distributed resource performance forecasting service for metacomputing. *Future Generation Computer Systems*, 15(5–6):757–768, October 1999.
- [24] Y. Zhu. A Survey on Grid Scheduling Systems. Technical report, Department of Computer Science, Hong Kong University of science and Technology, 2003.

# Sincronización de Relojes en Ambientes Distribuidos

Fernando L. Romero, Fernando G. Tinetti<sup>1</sup>  
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

fromero@lidi.info.unlp.edu.ar, fernando@info.unlp.edu.ar

## CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte de dos de los Subproyectos dentro del Proyecto “Sistemas Distribuidos y Paralelos” acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por CyTED, CICPBA, Agencia e IBM.

## RESUMEN

Esta línea de investigación se orienta a resolver el problema de sincronización de tiempo en ambientes distribuidos. El objetivo inicial de la sincronización de relojes es la estimación de rendimiento a partir de experimentos con la mínima instrumentación (y su consecuente interferencia) posible. El algoritmo básico sigue las estrategias clásicas de sincronización de tiempo en ambientes distribuidos. Sin embargo, se considera necesario adaptar estas estrategias al entorno de un cluster o, al menos, de una red de interconexión sobre la que se tiene acceso exclusivo (o *controlado*) para todas las comunicaciones entre las computadoras que se sincronizan. Este ambiente es específicamente el de los entornos de cómputo paralelo en clusters.

**Keywords:** *Sincronización de Procesos, Relojes Distribuidos, Rendimiento e Instrumentación, Sistemas Paralelos y Distribuidos, Paralelismo en Clusters e Intercluster, Sincronización Interna y Externa .*

## 1. INTRODUCCION

Siempre fue necesario disponer de una referencia de tiempo en los sistemas de cómputo [13] [15]. Dicha referencia es esencial para resolver problemas tales como el ordenamiento de eventos (ej: envío y recepción de correo electrónico, eventos dentro de las transacciones, inicio de procesos en tiempo real, etc.). También cobra importancia la medición de tiempos en la optimización del rendimiento tanto en sistemas monoprocesador como en sistemas paralelos y distribuidos [3] [6] [13]. En todos los casos, las aplicaciones con fuertes requerimientos de cómputo o procesamiento son las que también requieren la optimización para el máximo aprovechamiento del hardware disponible. La relación es bastante directa: a partir de la monitorización de los tiempos de ejecución se pueden analizar los problemas de rendimiento e intentar solucionarlos [8].

Aún en el caso de las mediciones en una misma computadora (usualmente con un único procesador), es deseable que el registro de tiempos no influya en el tiempo de ejecución de la misma. En todos los casos, se necesitan resoluciones de reloj acordes a los tiempos que se deben medir en las aplicaciones. Usualmente, los métodos provistos por el sistema operativo no son apropiados [14] como también los métodos y/o herramientas provistas por los lenguajes que dependen del sistema operativo.

En el caso de procesamiento distribuido, con un programa que ejecuta procesos en diferentes computadoras o en los que el tiempo de las comunicaciones es importante, la tarea de medir intervalos de tiempo implica sincronizar los relojes de las diferentes computadoras que se utilizan [4] [11]. Sería deseable que esta tarea de sincronización se lleve a cabo fuera del tiempo en que se

---

<sup>1</sup> Investigador Asistente CICPBA

ejecute el programa que se está monitorizando, y conociendo el tipo (o al menos magnitud) de error con que se sincroniza.

Es deseable que dicha sincronización se lleve a cabo sin la necesidad de incluir hardware adicional al del sistema, con lo que las comunicaciones deberán utilizar la red de interconexión entre computadoras existente y el sistema de medición existente en cada sistema de cómputo. Se desea contar con una herramienta de instrumentación para programas paralelos que:

- Pueda ser usada inicialmente en un cluster de PC's, con la posibilidad de ser extendido a clusters en general y luego en plataformas distribuidas aún más generales.
- Sea de alta resolución, es decir que se pueda utilizar para medir tiempos cortos, del orden de microsegundos.
- Que no altere el funcionamiento de la aplicación bajo prueba, o que la alteración sea mínima y conocida por la aplicación.
- Utilice en forma predecible la red de interconexión. Más específicamente, se puedan determinar, desde la aplicación, los intervalos de tiempo en los cuales se utilizará la red. De esta forma, se puede *desacoplar* el uso de la red de interconexión, ya que habrá intervalos de tiempo usados para la sincronización e intervalos de tiempo utilizados para la ejecución de programas paralelos.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Inicialmente, se **estudian tanto los algoritmos básicos como las implementaciones existentes** [1] [2] [10]. Como requisito previo, se establece que cada computadora cuente con un oscilador físico de frecuencia relativamente constante. A partir de este oscilador físico se derivan los relojes lógicos que son los que se sincronizan [9]. En todos los casos, lo que se tiende a resolver son las diferencias de [17]:

1. Referencia fija en el tiempo a partir de la cual se contabiliza el tiempo en cada computadora. Aunque normalmente es constante, es relativamente difícil establecer con precisión su valor.
2. Frecuencia entre los relojes de las computadoras que se sincronizan.

Utilizando los fundamentos de los algoritmos básicos y las implementaciones existentes, se adaptan para tener en cuenta los requisitos mencionados y **se implementa un algoritmo específico para la sincronización de relojes en un cluster**. Este algoritmo debe ser caracterizado en términos de los dos parámetros mencionados: referencia fija en el tiempo y frecuencias de los relojes físicos que intervienen.

Una vez realizada la sincronización mínima entre las computadoras se debe **investigar el comportamiento de la misma en términos de escalabilidad**. Usualmente la sincronización se da entre dos máquinas y en el caso particular de NTP (Network Time Protocol) se lleva a cabo con el modelo cliente/servidor. Es claro que cualquier tipo de centralización (en el servidor, por ejemplo) tiene sus inconvenientes de escalabilidad y al menos debería ser posible su cuantificación. En este contexto específico es muy interesante la posibilidad de sincronización utilizando mensajes *broadcasts* con su consiguiente ahorro de comunicaciones punto a punto.

Como extensiones futuras, siempre es deseable la **sincronización externa de los relojes** [7]. Este paso está muy ligado también a la posibilidad de utilizar más de un cluster de computadoras para cómputo paralelo y en este contexto la sincronización de los relojes va más allá del análisis de rendimiento con el objetivo de optimizarlo.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Se desarrolló una biblioteca de medición de tiempos de cómputo dentro de un mismo sistema operativo (usualmente monoprocesador) para Linux en PCs (procesadores Intel y compatibles) en las cuales se puede hacer referencia al contador de ciclos del oscilador. En este contexto, se han llevado a cabo mediciones de los ciclos de CPU invertidos en una llamada al sistema como `gettimeofday` y la utilizada por la alternativa presentada (con RDTSC) en diferentes computadoras.

La Tabla 1 muestra los valores obtenidos en ciclos de CPU en las computadoras con las características que se dan en la Tabla 2. También a partir de los datos de la Tabla 1 (ciclos de CPU, específicamente) y los de la Tabla 2 (MHz de reloj, específicamente) se comprueba que la precisión es acorde a los requerimientos, del orden de los microsegundos.

**Tabla 1: Ciclos de CPU de `gettimeofday` y RDTSC.**

PC	Gettimeofday (ciclos)	Rut. RDTSC (ciclos)	Precisión RDTSC ( $\mu$ s)
P42400	7876	2828	$\cong 1.18$

**Tabla 2: Detalles de la PC de la Tabla 1.**

PC	CPU	Frecuencia (MHz)	Sistema Operativo
P42400	Intel Pentium 4	2400	Linux 2.4.18-14

Se debe notar que la sobrecarga (tiempo *extra* de ejecución que no pertenece a la aplicación de usuario) de esta rutina de medición desarrollada es igual a la precisión de la Tabla 1, dado que no hay cambios de contexto al incluir la biblioteca en el binario de la aplicación. En el experimento se provocó el desalojo de `gettimeofday` y `rdtsc` de memoria caché tanto de instrucciones como de datos, que es la condición real en la que serán usados en instrumentación.

Además, se desarrolló una biblioteca de una cantidad reducida de funciones para instrumentación de programas paralelos que se ejecuten en clusters de PCs. Se siguieron los lineamientos dados antes: resolución del orden de los microsegundos, la mínima sobrecarga de procesamiento y el desacople de la red de interconexión. La tabla 3 muestra los resultados usando un método de única referencia de reloj para el cálculo de los MHz de todas las computadoras y usando la referencia local (el método *estándar*).

**Tabla 3: Diferencias en microsegundos (Valores Absolutos).**

Cantidad	Ref. única		Ref. local	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
2	1	3	42	103
3	3	3	56	116
4	3	3	55	98
5	2	3	55	114
6	2	3	57	244
7	3	3	56	1533
8	3	4	56	325
9	3	3	56	210
10	3	4	4	1308
11	4	4	41	1395
12	4	5	58	1802
13	4	5	57	1277
14	3	3	43	3808
15	3	4	43	1853
16	4	3	43	1109
17	14	6	50	2128

El experimento se llevó a cabo sincronizando de 2 hasta 17 máquinas, y luego midiendo la diferencia 1 segundo después. En todos los casos son valores mínimos y máximos luego de varias corridas. La forma de calcular la frecuencia de reloj de todas las computadoras con una única computadora (normalmente un “servidor”) debe tener en cuenta algún tipo de interconexión entre ellas con el consiguiente tiempo de las comunicaciones de sincronización. Básicamente, se

determina una constante de corrección de la frecuencia a través de mensajes con la máquina de referencia: se inicia una medición de tiempo lo suficientemente largo como para que sea despreciable frente al tiempo de comunicaciones, y se calcula en función de la relación entre los ciclos de reloj. Queda pendiente la posibilidad de extensión a otros sistemas operativos y/o plataformas de hardware.

Por otro lado, se analizaron y cuantificaron características de NTP (Network Time Protocol, usado de manera estándar para la sincronización de relojes distribuidos) referidas a la precisión del reloj sincronizado. Hay dos precisiones involucradas, la del reloj local (`gettimeofday`) que en los casos vistos es de aproximadamente  $3.3\mu\text{s}$ . y la de NTP. En NTP la precisión es determinada en forma automática y medida como potencia de 2. Para la máquina bajo experimento:

$$-17, \text{ o sea } 2e-17 = 7,6\mu\text{s}.$$

Este análisis es básicamente experimental [11] [12], dado que el funcionamiento de NTP se define por un lado paramétricamente y por el otro con el comportamiento o rendimiento de la red de interconexión. En la tabla 4 se pueden observar los valores obtenidos en una máquina tratando de sincronizar con un servidor en red local. Se puede observar que alcanzar la sincronización llevó un tiempo de 6 minutos y que a partir de allí no mejora demasiado la sincronización. El experimento llevó varias horas, los resultados están recortados en la tabla a partir de no observarse mejoría.

**Tabla 4: Experimentos con NTP.**

Hora	Offset( $\mu\text{seg}$ )	Dist. Sync. (mseg)	synch?	Stratum(ref:12)
15:46:14	0,000018	0,00375	Not	16
15:47:00	0,000019	0,00444		
15:49:00	0,000016	0,45090		
15:50:00	0,000016	0,45180		
15:51:00	0,000018	0,45271		
15:52:00	-0,000369	0,01141	Yes	12
15:54:00	-0,000442	0,01126		
15:55:00	-0,000446	0,01120		
15:56:00	-0,000451	0,01111		
15:58:00	-0,000457	0,01097		
16:00:00	-0,000455	0,01178		

Una vez que se determina el valor de offset, el límite del error aumenta en una tasa fija debido al error de frecuencia máximo del oscilador del reloj. A este límite se lo denomina distancia de la sincronización a la fuente (stratum 0), y es medido estadísticamente por NTP. Offset es la diferencia de hora respecto a dicha fuente. El intervalo de corrección se define como dos veces este límite con el punto medio igual al valor de offset. Este es el intervalo dentro del cual se puede decir que se está sincronizando. En el experimento se efectúa sincronización interna, sin utilizar un servidor de hora externo y sincronizando una máquina contra la otra, se obtiene una sincronización mayor a  $400\mu\text{s}$  (Offset), con un error en dicha medida del orden de los 11ms (Dist. Sync.).

Relativo al `timed` de Linux (que implementa el algoritmo de Berkeley [1]), se realizaron pruebas, pero la herramienta para medir diferencias de tiempos una vez que las máquinas se sincronizan, tiene una resolución de 1ms., reportando en el mejor de los casos diferencias de entre 0 y 1 ms.

Queda pendiente un análisis de los sistemas que utilizan hardware especializado, como para tener un marco de referencia más amplio [5]. En todos estos casos, la idea final es contar con un conjunto de programas del estilo de los *benchmarks* para que provean automáticamente la caracterización del sistema de sincronización elegido/utilizado. También se espera extender la biblioteca para su uso en Internet y múltiples clusters para cómputo paralelo [16]. Quizás en este punto se deban redefinir algunas características de la herramienta o biblioteca, tal como la capa de transporte de los mensajes con los cuales se implementa la sincronización.

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación a nivel nacional e internacional. Inicialmente se tiene una posible tesis de maestría y está abierta la posibilidad para varias Tesinas de Grado de Licenciatura.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Coulouris G., Dollimore J., Kindberg T., *Sistemas Distribuidos. Conceptos y Diseño*, 3ª edición. Pearson Educación, 2001, ISBN: 8478290494.
- [2] F. Cristian. "Probabilistic Clock Synchronization", *Distributed Computing*, 3: 146–158, 1989.
- [3] Cristian F., C. Fetzer. "The Timed Asynchronous Distributed System Model", *IEEE Transactions on Parallel and Distributed systems*, June 1999, pp. 603618.
- [4] Cristian F., Fetzer C., "The Time Asynchronous Distributed System Model", *IEEE Transactions on Parallel Systems*, June 1999, pp. 603618.
- [5] Elson K. J., Romer K., "Wireless Sensor Networks: A New Regime for Time Synchronization in Distributed Systems", *Proceedings of the First Workshop on Hot Topics In Networks (HotNets1)*, Princeton, New Jersey, October 2002.
- [6] Elson K. J., Girod L., Estrin D., "FineGrained Network Time Synchronization using Reference Broadcasts", *Proceedings of fifth symposium on Operating System Design and Implementation*. December 2002.
- [7] Fetzer C., Christian F., "Integrating External and Internal Clock Synchronization", June 1996.
- [8] Grove D. A.. "Performance Modelling of messagepassing parallel programs", May 2003.
- [9] Kim K. H., Im C., Athreya P, "Realization of a Distributed OS Component for Internal Clock Synchronization in a LAN Environment", *Proc. ISORC 2002, IEEE 5th Int'l Symp on Objektoriented Realtime distributed Computing*, Washington, D.C., April 2002, pp. 263270.
- [10] Mills D. L. "Measured performance of the Network Time Protocol in the Internet System". *ACM Computer Communication Review* 20, Jan. 1990. pp. 6575.
- [11] Mills D. L., "A Brief History of NTP Time: Confessions of an Internet Timekeeper". *ACM Computer Communications Review* 33, 2 (April 2003), pp 922.
- [12] Mills, D.L. "Unix kernel modifications for precision time synchronization". *Electrical Engineering Department Report 94101*, University of Delaware, October 1994.
- [13] Mills, D.L, Kamp P.H., "The Nanokernel", *Proc. Precision Time and Time Interval (PTTI) Applications and Planning Meeting* (Reston VA, November 2000).
- [14] Rubini A., Corbet J., *Linux Device Drivers*, 2nd Edition, ISBN 0596000081, June 2001.
- [15] Work P., Nguyen K., "Measure Code Sections Using The Enhanced Timer", <http://www.intel.com.ar>, October 2005.
- [16] Zhao Y., Zhou W., Huang J, Yu S., "Self Adaptive Clock Synchronization for Computational Grid", *Journal of Computer Science and Technology*, 2003, Volume: 18, Issue: 4, pp. 434 – 441.
- [17] Fernando L. Romero, Walter Aróztegui, Fernando G. Tinetti, "Sincronización de Relojes en Ambientes Distribuidos", *XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (XII CACIC)* Octubre 2006.

# Skeletal Parallel Programming

F. Saez M. Printista F. Piccoli

LIDIC- UNSL

Ejército de los Andes 950, (5700) San Luis, Argentina. TE: 2652-420823

e-mail: {bfsaez@unsl.edu.ar, mprinti@unsl.edu.ar, mpiccoli@unsl.edu.ar}

## Abstract

In the last time the high-performance programming community has worked to look for new templates or skeletons for several parallel programming paradigms. This new form of programming allows to programmer to reduce the time of development, since it saves time in the phase of design, testing and codification. We are concerned in some issues of skeletons that are fundamental to the definition of any skeletal parallel programming system. This paper present commentaries about these issues in the context of three types of *D&C* skeletons.

## 1 Programming with Skeletons

A skeleton is a generic tool that allows to define a concrete problem creating instances of the general method that implements it. From these skeletons programs can be derived models that illustrate as the paradigm solves specific problems [2].

The essence of this methodology of programming is that all program model has a parallel component that implements a pattern or paradigm (provided by the skeletons) and a specific sequential component of an application (in charge of the user). The clear separation of the issues of parallelism and the details of applications are essential for writing programs that are

easy to understand.

The objective of these templates is to reduce difficulties of software development by means of parallel program's reusability. For example, we are familiar with concepts such as "divide and conquer", "pipeline" and "dynamic programming". When investigating a new problem we may try to formulate a solution in one of these well known styles. Since we already know how to implement the essential computational structure of each technique, it will only be necessary to introduce problem specific details to produce a new program. The user will only choose one of these methods of resolution without worried in aspects related to them, neither to the dependent code of target architecture.

We have defined several sketelons as a set of *C* functions on top of *MPI* library [3, 4, 6]. In this paper we will provide a simple example, which involves three different implementations from skeletons corresponding to the Divide and Conquer (*D&C*) paradigm. These skeletons or high level constructors extend *MPI* model, allowing the programmer codifies the sequential components of a specific *D&C* problem, whereas the communication and synchronization aspects between processors are solved by the skeleton and its support. The section 2 describes the *D&C* Skeletons.

This simplification allows us to discuss some issues of skeletons that are fundamental to the definition of any skeletal parallel programming system. We are concerned in examinig the ways

in which particular skeletons divide responsibility between implementation and the programmer. In order to that, it is useful to distinguish the external and internal view of one skeleton. The external view is characterized by the degree of “programmability”; it is to say the possibility to write and modify parallel programs easily, and to prove their correctness against specifications. The internal view is represented by the way in which the constituent processes of skeleton (*activities*) may interact and the communications constrains between these activities (*interactions*) [1]. The sections 3 and 4 present commentaries about these issues in the context of *D&C* skeletons. Our conclusions are in section 5.

## 2 Divide and Conquer Skeletons

The divide and conquer approach, presented in Figure 1, finds the solution of a problem  $x$  by dividing  $x$  in subproblems  $x_0$  and  $x_1$  (divide) and applying recursively the same resolution scheme. This recursive procedure ends when the subproblems are small enough, in which case, another procedure (conquer) is used to solve the problem. The two subproblems (lines 7 and 8) in this typical structure can be done in parallel. This techniques is the basis of all parallel programming, in one form or another. Therefore, we can find several parallel formulations for this kind of computation.

```

1 procedure DC(x: Problem; r: Result);
2 begin
3   if trivial(x) then conquer(x, r)
4   else
5     begin
6       divide(x, x0, x1);
7       DC(x0, r0);
8       DC(x1, r1);
9       combine(r, r0, r1);
10  end;
11 end;
```

Figure 1: Scheme of algorithm D&C

We are developed three types of skeletons, called *ParD&C* [4], *D&C – H* [6] and *forall* [3].

The *ParD&C* skeleton is the straight implementation of algorithm “divide and conquer”. It maintains a recursive structure and it generates, while there are available processors, a binary tree of groups of processes whose leaves contains a single processor. In each recursion, a group of processors is divided in two sub-groups that solve the subproblems to be combined [5].

Other skeleton to solve algorithms *D&C*, is a parallel clause derived of model OTMP [3]. Design and implementation of this clause were made in MPI and proven for several problems in different targets. To explain the work of *forall* is necessary to indicate that in OTMP model the processors are organized in groups. In any moment, the state of the memory (input data and program) is the same for each processor in the group. When computation starts, all processors belong to same group, then when they reach *forall* clause, the group is divided in sub-groups and each processor decides in terms of his identification what sub-group will belong. When clause ends, the sub-groups are joined in original group. The constructor definition takes the form:

```
forall (i, first, last, FunctionStetament[i],
        PosMemoryArea[i], SizeMemoryArea[i])
```

The programmer states that the different *FunctionStetament[i]* of the loop can be performed independently in parallel. The results of the execution of the  $i^{th}$  iteration are stored in the memory area pointed by *PosMemoryArea[i]*, and *SizeMemoryArea[i]* is the size in bytes. *first* and *last* indicate how is the wide of process’s tree.

The third skeleton, Hypercube Divide and Conquer (*D&C – H*) provides a structure with hyper-cubical communication between processes. Taking care of hiding the mapping and routing problems, this structure will be transparent to the programmers. The constructor definition takes the form:

```

void MPI_Hypercube (MPI_Comm Comm, int Tag,
                  TMessage TInput,
                  TMessage TOutput,
                  TOperacionInicial PtrFtDistribution,
                  TOperacionFinal PtrFtProcessing,
                  unsigned int SetupSecuence)

```

The first two parameters are used to coordinate communications in *MPI*. Two phases must be performed in order to ensure a proper use of skeletons: initialization and sweep phases. During initialization phase, the user must configure the parameters in order to allow the sweeping takes place. After that, by each level of hypercube, the following task are executed: “Call to a Distribution Function”, “Send and Receive of Messages” and “Call to a Processing Function”. The implementation of *D&C – H* skeleton introduces two new data types. *THyperInfo* provides to programmer with information of the current state of execution, and *TMessage* implements a generic buffer used by programmer to send (*TInput*) or receive (*TOutput*) data from skeleton. *SetupSecuence* is a stream of bits that indicates the direction of the sweeping or sequence of levels to follow in the execution of hypercube.

The key of this skeleton are their distributing and processing functions. The call to distribution function (*PtrFtDistribution*) is made previous to the communication among processes, with the purpose to “divide” or prepare the data. Then, in case of receiving a message from the partner in the hypercube, the skeleton combines this message and the data of the local state, calling to processing function (*PtrFtProcessing*). Finally the output corresponds with the data stored in the local state, when finalizing the sweep. The processing function has the responsibility to combine the received message from the partner with its local data. If there is no message to receive, then the call to the processing function is ignored. Both functions depend on a specific problem to solve and they must be provided by the user. The programmers will have to consider the responsibilities that concern to each one. Nevertheless they are under the control of

*MPI\_Hypercube* primitive.

### 3 Programmability

We were introduced three skeletons or high level constructors to obtain solutions to Divide and Conquer problems. Each one *ParD&C*, *forall* and *D&C – H* provides different way to help programmer to develop parallel algorithms. Some commentaries are exposed in next sentences.

In the *ParD&C* skeleton are necessary to prepare the structures to send, besides explicitly to indicate the partner of a process in the hypercube, situation that is totally transparent for the user in the other two skeletons.

As an important abstraction, *D&C – H* and *forall* skeleton allow to hide the stop point of the hypercube. However in instances of *ParD&C* is necessary to make a control on the availability of processors.

With respect to encapsulation, *D&C – H* is the only implementation that allows access to internal state of the execution through *Hyperinfo* structure; on the other hand, *ParD&C* use global variables, and the case of implementation with *forall* does not allow any type of interactivity once reached the clause *forall*.

The separation of sequential and parallel aspects in *D&C – H* establishes an forced interface for distribution and processing function. In these functions the programmer is forced to know and to respect several guidelines. e.g. distribution function must to create the message to be sent, in another case the send operation is ignored. Viewed the different instances with this skeleton we noticed that no there clarity in the location of components to divide and combine an algorithm *D&C*. Perhaps the most significant and complicated point at the time to think a solution with this constructor is when we thought about recursive solution of problem (natural in the paradigm *D&C*), and we must solve it with a recursion in distribution function without take

advantage of hypercube's sweep that implements  $D\&C - H$ .

The  $parD\&C$  constructor although with less problems cannot completely isolate the parallel component of paradigm  $D\&C$ , since the use of global variables is necessary for implement certain control in the constructor. On the other hand, the  $forall$  constructor reaches a well defined interface that separate all the parallel aspects of problem. However these skeletons clarify the zone to implement the sequential solutions.

The hiding of parallel aspects in  $forall$  is total. With  $D\&C - H$  constructor was necessary to interact in distribution and processing functions with details like e.g. which level of the sweep hypercube is the execution?, What processor is executing now?, etc. In the case of  $parD\&C$  although hides most of the parallel aspects, leaves the synchronization of the nodes in the hypercube to programmer.

$ParD\&C$  skeleton models in an abstract way the concept divide and conquer, it is clearest to understand and it provides the best performance in two instantiated applications. A clear point that must be improve is hiding of information respect to partnership between processors.

Is easily understood that  $forall$  skeleton arises with the necessity to satisfy a greater set of requirements for  $D\&C$  algorithms (e.g. load balance). This amplitude of cases entails to gain a little of complexity, by to add entrance parameters to cover the different cases. However this complexity does not influence in the clear separation between the parallel and sequential aspects, neither in the run times reached, very similar to reached for  $ParD\&C$ . The third skeleton analyzed in this work,  $D\&C - H$ , it was very criticized in most of the analyzed properties. However we found in it desirable characteristic like the possibility of to provide structures (e.g. *Hyperinfo* and *TMessage*) that allows store information about execution of algorithm. This is a very important characteristic at the time of debug a parallel application.

## 4 Interaction Mode

The purpose of any skeleton is to abstract a pattern of *activities* (process) and their *interactions* (messages for distributed memory MIMD). It is useful to further distinguish internal and external interactions. *Internal interactions* occur between two or more activities, whereas *external interactions* occur between activities and the enclosing context. For example, in a pipeline, an interaction between two stages is internal, but an interaction between the initial stage and the source of pipeline inputs is external. Abstraction of skeletons constrains the way in which its constituent activities may interact. There are two types of constraints in the interaction between activities, *spatial constraints* determine the activities with which it may interact and the directions these interactions may take (partner activities), and *temporal constraints* determine the allowable orderings of interactions between partners. For example, in a pipeline, a spatial constraints determine the partner stages (activities) of any stage in the pipeline are the preceding and succeeding stages. A temporal restriction may require that a stage interacts first with its predecessor then its successor.

Recursive implementation of the  $ParD\&C$  generates in run time a binary tree of groups or sets of activities. The root is a group formed by all the activities (with binary addresses from 0 to  $2^n - 1$  that are adjusted to hypercube topology), and the leaves nodes with groups of a single activity. In each recursive call, the group of activities is divided in two, the first subgroup has activities with first bit of address in 0, the second subgroup has activities with first bit of address in 1. The skeleton internal spatial constraints are imposed by hypercube topology, therefore each activity in the first subgroup makes a partnership with an activity of the second group in a way butterfly. For temporal constraints, partners activities communicates in synchronous way, sending half results to partner and receiving of it other half results, then skeleton combines results in a

single solution. It is necessary to highlight that all the activities have external interactions with main program, they receiving all input data from main program, and returning a complete result to main program (Class of Replied-Replied problems (RR) [6]).

The structure of  $D\&C - H$  skeleton consists of an initialization stage and a level block stage. The Initialization stage is in charge of external interactions with main program. Each one of activities receive a portion of input data, and generate a portion of the solution (Class of Distributed-Distributed problems (DD) [6]). The level block stage is in charge of to call to distribution function, the interaction between activities and to call to processing function. The interaction between activities is organized in the same way that previous skeleton, activities have a temporal constraints imposed by hypercube. The synchronization of processes is synchronous between partners too.

The *forall* parallel clause is derived from OTMP model. This model extends the sequential paradigm with a constructor of parallel iteration and global communication. This clause, like *ParD&C*, behaves with an Replied-Replied external interaction. In this skeleton the number of independent activities is determined by the number of iterations ( $M$  iterations), forming this way a hypercube of order  $M$  of groups of processes. The number of processes assigned to each group can be balanced if the problem demands its. The spatial constraints are imposed by partnership relation among processors give place to communication patterns among processors that are topologically similar to a hypercube.

## 5 Conclusion

We have analysed the issues of "Programmability" and "Interaction mode" as aspects of design of skeletal parallel programming frameworks.

We were examined, by means of several  $D\&C$  examples, that these characteristics are not always

easy to abord. However, on explicit specification of them will clarify the use of a particular skeleton.

## Acknowledgments

We wish to thank the Universidad Nacional de San Luis, the ANPCYT and the CONICET from which we receive continuous support.

## References

- [1] A. Benoit and M. Cole. Two fundamental concepts in skeletal parallel programming. *V.S. Sunderam et al. (Editors), ICCS 2005, LNCS 3515*, pages 764–771, 2005.
- [2] Murray Cole. *Algorithmic Skeletons: Structured Management of Parallel Computation*. 1989.
- [3] F. Piccoli, M. Printista, and C. Rodriguez Len. *Dynamic Hypercubic Parallel Computations*. Proceeding (466) Parallel and Distributed Computing and Systems, 2005.
- [4] F.D. Saez. *Paradigmas de Programacin Paralela*. Degree Thesis submitted to UNSL, 2004.
- [5] F.D. Saez, R. Gallard, and M. Printista. *Paradigms of Parallel Programming*. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computacin (WICC 2003), Tandil, Argentina, May 2003.
- [6] J.G. Zanabria. *Hypercubic Communications in MPI*. Degree Thesis submitted to UNSL, 2005.

# UN MODELO DE INTEROPERABILIDAD PARA SISTEMAS AUTONOMOS EN ENTORNOS DISTRIBUIDOS

Ierache, J.<sup>1,2</sup>, Naiouf M.<sup>3</sup>, Garcia Martinez, R.<sup>4,2</sup>, De Giusti, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales. UM

<sup>2</sup> Laboratorio de Sistemas Inteligentes. Facultad de Ingeniería. UBA

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones en Informática LIDI. Facultad de Informática. UNLP

<sup>4</sup> Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento. Escuela de Postgrado. UNLP

jierache @unimoron.edu.ar , {degiusti,mnaiouf}@lidi.info.unlp.edu.ar, rgm@itba.edu.ar

## RESUMEN

La línea orienta su investigación a Arquitecturas de Sistemas Distribuidos, Sistemas Inteligentes Autónomos, Modelos de Integración de Arquitecturas, Modelos de Interoperabilidad Semántica, Compartición de Conocimiento. Esta se enfoca en plantear un modelo para que sistemas autónomos inteligentes basados en distintos mecanismos de compartición de conocimiento interoperen en entornos distribuidos, con énfasis en la unificación semántica de dicha interoperación. Verificado el modelo, se pretende explorar su utilización en problemas de escenarios de interacción de múltiples robots distribuidos (simulados y reales), escenarios de integración dinámica de valoraciones que agentes formulen sobre el estado de un exosistema. Se esperan los siguientes aportes originales como resultado de la investigación: [a] un modelo de interoperabilidad para sistemas autónomos distribuidos y [b] resultados experimentales de la aplicación del modelo propuesto en los campos de: arquitecturas multi-robot distribuidas e integración dinámica de valoraciones automáticas.

## 1. Introducción

Un rasgo comúnmente asociado con la inteligencia es la capacidad de adquirir nuevos conocimientos [Fritz et al., 1989; García Martínez, 1997b]. Esto se manifiesta en los procesos de aprendizaje, que aceptan ser descriptos en términos de asimilación e incorporación de información extraída del contexto. De esta forma, un sistema inteligente autónomo puede definirse [Fritz et al., 1989; 1990; García Martínez y Borrajo, 1996] como aquél capaz de descubrir y registrar si una acción efectuada sobre una situación dada fue beneficiosa para lograr su objetivo. Para aprender en un mundo real, un sistema necesita formular una teoría acerca de los efectos de las acciones sobre su entorno. Necesita construir planes, monitorizar la ejecución de esos planes para detectar expectativas violadas y diagnosticar y rectificar errores que los datos inconsistentes revelen [García Martínez y Borrajo, 2000].

El aprendizaje es necesario porque en un nuevo entorno, el sistema no puede saber “a priori” las consecuencias de sus acciones ni las relaciones existentes entre las acciones y las percepciones [Kaelbling, 1993; García-Martínez, 1997; Jain *et al.*, 1999]. Diversos autores han tratado ampliamente el aprendizaje automático [Krodatoff, 1998; Michalski *et al.*, 1983; 1986; Michalski y Krodatoff, 1990; Michalski y Tecuci, 1994; Sierra-Araujo, 2006.]. En particular, ha recibido mucha atención la forma en la cual los sistemas inteligentes autónomos pueden construir automáticamente operadores (teorías) que modelizan su entorno [Fritz *et al.*, 1989; García Martínez, 1990; 1993a; 1993b; 1993c; 1993d; 1997b]. Recientemente en [García Martínez *et al.*, 2006] se aborda el problema de compartir el conocimiento entre distintos agentes (sistemas inteligentes autónomos). Los agentes actúan y comparten conocimiento en un entorno distribuido, Miatón, I., Pesado, P., Bertone, R. y De Giusti. 2003. proponen el empleo de Agentes Basados en Sistemas Distribuidos. Compartir el entendimiento común de la estructura de información entre personas y agentes de software requiere desarrollar ontologías [Musen, 1992, Gruber 1993]. Una ontología contiene definiciones, conceptos básicos y relaciones entre estos que pueden ser interpretados por un

sistema. El desarrollo de ontologías permite compartir el entendimiento común de las estructuras de información entre personas o agentes de software, la reutilización de conocimientos del dominio, explicitar suposiciones del dominio, separar el conocimiento del dominio del conocimiento operacional, analizar el conocimiento de un dominio. Constituyen entornos de edición de ontologías herramientas tales como: Protege [2006], Ontolingua [KSL, 2006], Chimaera [2006], entre otras. En términos prácticos desarrollar una ontología incluye: definir las clases, organizar las clases en una jerarquía taxonómica (superclase / sub-clase), definir slots y describir valores permitidos para esos slots. Se pueden distinguir tres tipos fundamentales de ontologías: de un dominio, genéricas, representacionales o también denominadas meta-ontologías. Shamsfard y Barforoush [2003, 2004] introducen un framework de OL (Ontologies Learning), que facilita la clasificación y comparación de OL y proponen un pequeño Kernel primario para construcción automatizada de ontologías, este Kernel contiene los conceptos, relaciones y operadores para construir ontologías independiente del dominio. En otro orden MITRE [Pulvermacher *et al.*, 2004] presenta la integración semántica de sistemas de Comando y Control (C2), para alcanzar la interoperabilidad semántica se propone una aproximación de C2 a través de M2M (Machine to Machine) en ambientes dinámicos.

## 2. Modelo preliminar de interoperabilidad para sistemas autónomos en entornos distribuidos

El modelo preliminar que se describe a continuación considera Agentes Autónomos (AA) distribuidos en un Mundo (M) pudiendo ser estos reales (r), virtuales (v), o híbridos (h). Sobre el mundo de actuación los Agentes realizan la sensorización, acciones para alcanzar sus metas u objetivos y comparten el conocimiento adquirido a través de sus capacidades de interoperar entre sí. La Arquitectura propuesta del Agente Autónomo (AA) que actúa en un mundo (M), dispone de:

- Un Sistema de Sensorización (SS) considerando **Sensores Reales (SR)** y **Sensores Virtuales (SV)**
- Un Sistema de Actuación (SA), considerando **Actuadores Reales (AR)** y **Actuadores Virtuales (AV)**
- Un Sistema de Comunicación (SC) que facilita la interacción entre agentes y con su entorno de operación.
- Un Sistema de Control Inteligente (SI) constituido por:
  - Mecanismo de aprendizaje (MA)
  - Formalizador de Teorías de funcionamiento del entorno (T) que se conforman por:
    - Teorías del Creador
    - Teorías del Agente
    - Teorías de otros Agentes del mismo Mundo o de diferentes Mundos, para reforzar el aprendizaje del agente.
  - Planificador del Agente (PA)
- Un Sistema de interoperabilidad del Agente (IA)

**El Aprendizaje del Agente Autónomo** se desarrolla en el contexto de las **Teorías de Funcionamiento del Entorno**, el Agente Autónomo (AA) con su sistema de sensorización (SS) del Mundo (M) ejecuta sus acciones, las que efectúa de acuerdo a su sistema de actuación (SA); aprende a través las Unidades de Experiencias (U) que el mismo obtuvo y las que obtiene en función de su interoperabilidad (IA) con otros agentes autónomos con los que comparte su conocimiento (CC). En García Martínez [García Martínez, 1991a] se propone un modelo de teoría (Ti) que es una extensión del descrito por Anderson y Kline [Anderson y Kline, 1979] y es representado por la quintupla (CTi, ATi, ETi, P, K, U), donde:

- Ti , Teoría compuesta por :
  - CTi Condiciones supuestas
  - ATi Acción
  - ETi Efectos Predecidos
  - P Cantidad de veces que la teoría Ti fue utilizada con éxito
  - (se obtuvieron los efectos predecidos)
  - K Cantidad de veces que la teoría Ti se utilizó

**Planificador del Agente (PA):** los agentes ponen en marcha sus Intenciones I para alcanzar sus Metas (M) u Objetivos (O), las intenciones (I) forman parte del plan que le permitirá al agente obtener su meta u objetivo, estas intenciones se manifiestan como las acciones planeadas por el agente para alcanzar su meta que se presentan como Situación inicial (Si), Acción (A) y la Situación final (Sf), en el contexto de sus Creencias (C) que se conforman por el conjunto de Teorías (T) que el agente conoce.

**Mundo (M) o Hábitat de los Agentes** , se conforma de (AA) Agentes Autónomos reales (r), virtuales (v), híbridos (h) en cooperación o competencia ,(OCr) Objetos Constructores Reales (obstáculos físicos, paredes de un laberinto, etc), (OCv) Objetos Constructores Virtuales (ríos, montañas, restricciones meteorológicas como ser niebla, nevada, etc) ,y (OTr) Objetos Target Reales o (OTv) Virtuales (por ejemplo el balón o bola de color en una competencia de fútbol de robots, un cubo que se debe acomodar, etc).

**Interoperabilidad del Agente (IA),** para la caracterización de Interoperabilidad del Agente (IA): se propone preliminarmente considerar la interoperabilidad del agente en relación a dos aspectos, el primero en función del protocolo de aplicación, transporte e interfases considerado en el punto de sistemas de comunicación (SC) y el segundo mas importante en este punto es su capacidad para interoperar semánticamente (Is)con otros agentes autónomos (AA)

**La Interoperabilidad Semántica se caracteriza por:** Is {OG1..n, OP1..n} donde OG representa a las Ontologías de uso General o Global que el agente a incorporado y OP representa a las Ontologías Particulares o específicas que el agente incorpora y especializa en el contexto de su entorno operacional.

**Intercomunicación entre agentes y objetos (Iao):** facilita la infraestructura para la intercomunicación entre agentes (reales, virtuales), como así también entre estos y objetos target virtuales, objetos constructores virtuales a través de su sensorización virtual, estas capacidades facilitan a nivel del mundo de pertenencia del agente y a nivel de otros mundos, el desarrollo de escenarios que enriquecen la evolución del aprendizaje de los agentes. La intercomunicación entre agentes, objetos Iao{AA, M} se desarrolla en el contexto de agentes autónomos (AA) y el Mundo(M).

**La arquitectura modelo para el Agente Autónomo (AA)** en estudio integra Sistemas capaces de efectuar en primer lugar la Sensorización Real (SR) y Virtual (SV) del mundo M, con capacidad de actualizar las creencias (C) del agente sobre el Mundo o hábitat de actuación, facilitadas por el Sistema de Comunicaciones (SC) a través de la interacción entre agentes y objetos (Iao) que conforman el mundo M. En segundo la arquitectura integra la actuación real (AR) y la actuación virtual (AV) en el Mundo (M) determinada por el Sistema de Control Inteligente (SI), el que a partir de sus unidades de experiencia (U) o las unidades de experiencia de otros agentes (Uoa), administradas por el Sistema de Interoperabilidad del Agente (IA) el que a través de la interoperabilidad semántica para la compartición de conocimientos de agentes del propio mundo (M) o de otros mundos (MM); formula al sistema de actuación (SA) las acciones que este debe

realizar para alcanzar su Meta. Se presenta a continuación en la figura N° 1, el Diagrama Conceptual del Modelo de Arquitectura en Estudio descrito.

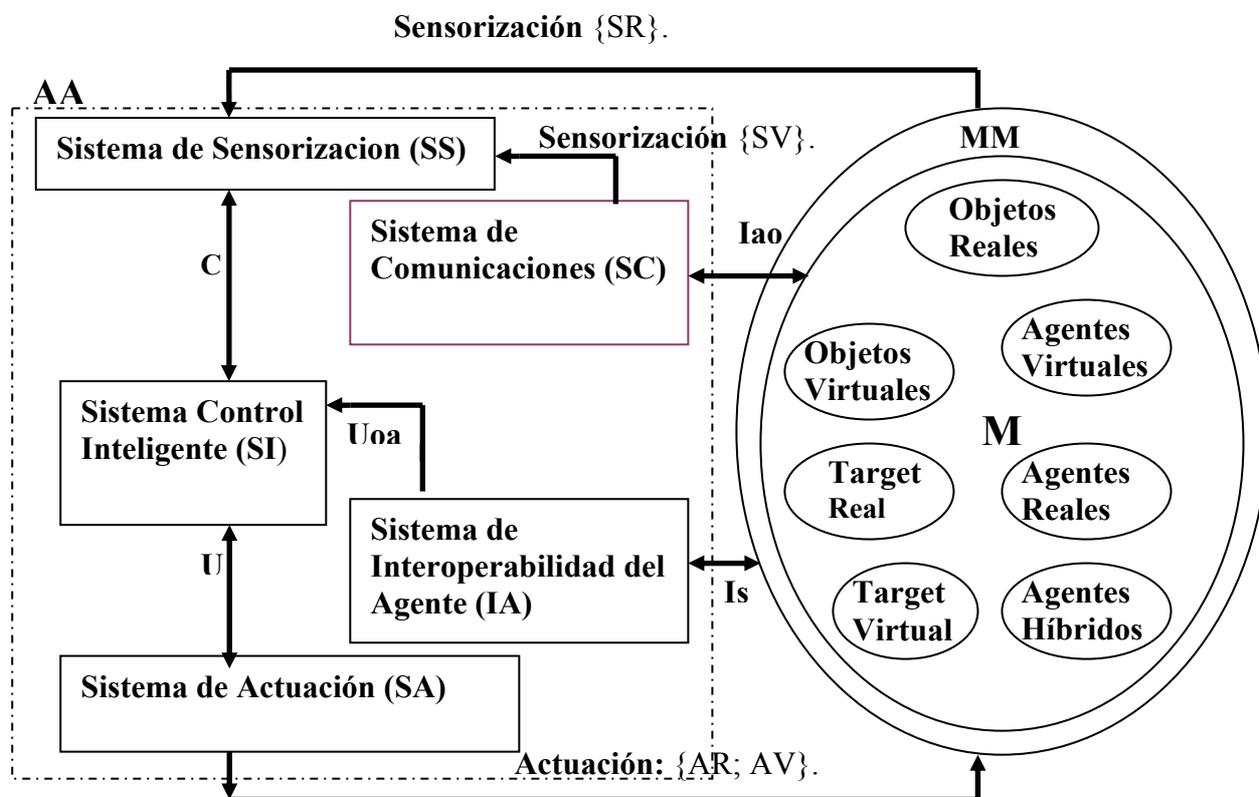


Fig. 1. Diagrama Conceptual del Modelo de Arquitectura en Estudio

### 3. Problemas abiertos

Se presenta en el presente trabajo problemas abiertos tales como los *modelos y mecanismos para compartir conocimiento* entre agentes autónomos que pertenecen tanto al mismo mundo como a mundos diferentes en un entorno distribuido, como así también la *equiparación de teorías para determinar su igualdad, su grado de similitud y utilidad* en el contexto de teorías que evolucionaron en distintos mundos, finalmente las métricas que surjan en apoyo a la experimentación resultaran una contribución al problema planteado

### 4. Casos a experimentar

Para el **trabajo en situaciones reales** se espera realizar experimentaciones correspondientes con distintos tipos de robots Khepera, NXT, RCX, Robosapiens V2, en función de la disponibilidad se orientaran los esfuerzos a plantear ambientes de robots de distintos tipos distribuidos geográficamente. El modelo considera para la experimentación la **incorporación de agentes robots perteneciente al mundo real y virtuales (simulados)**. Los escenarios de experimentación se elaboraran en mesas de experimentación reales, pudiendo enriquecer estos al considerar constructores de mundos virtuales a fin de incorporar restricciones geográficas al ambiente de experimentación como ser lagunas, situaciones de suelos de distinta naturaleza, (rocoso, campo, anegadizo, entre otros), ríos, montañas, valles, etc. **Los casos potenciales de experimentación** inicialmente consideraran características propias de los escenarios del tipo laberinto, navegación con obstáculos, seguimiento y evasión, presas depredadores, competencias fútbol de robots, entre otros. En este contexto se propondrán métricas específicas para medir la eficiencia de los agentes autónomos.

## 5. Formación de recursos humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en la línea de investigación una tesis de doctorado en ciencias informáticas y una tesis de grado en ingeniería.

## 6. Referencias

- Chimaera 2000 *Ontology Enviroment*. <http://www.ksl.tanford.edu/software/chimaera>. Página vigente al 24/03/07.
- Conry, S. E., Meyer, R. A., & Lesser, V. R. 1988
- Fritz, W., García Martínez, R., Rama, A., Blanqué, J., Adobatti, R, y Sarno, M. 1989. *The Autonomous Intelligent System*. *Robotics and Autonomous Systems*, 5(2): 109-125.
- García Martínez, R. & Borrajo Millán, D. 1996. *Unsupervised Machine Learning Embedded in Autonomous Intelligent Systems*. Proceedings of the XIV International Conference on Applied Informatics. Páginas 71-73. Innsbruck. Austria.
- García Martínez, R. & Borrajo Millán, D. 1998. *Learning in Unknown Environments by Knowledge Sharing*. Proceedings of the Seventh European Workshop on Learning Robots. Páginas 22-32. Editado University of Edinburg Press.
- García Martínez, R. 1997. *Sistemas Autónomos. Aprendizaje Automático*. Editorial Nueva Librería. ISBN 950-9088-84-6
- García Martínez, R. y Borrajo Millán, D. 1997. *Planning, Learning and Executing in Autonomous Systems*. Lecture Notes in Artificial Intelligence. 1348:208-210.
- García Martínez, R. y Borrajo Millán, D. 2000. *An Integrated Approach of Learning, Planning and Executing*. *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 29(1):47-78.
- Jain, S., Osberson, D., Royer, J. y Sharma, A. 1999. *Systems That Learn*. MIT Press. ISBN 0-262-10077-0.
- Kaelbling, L. 1993. *Learning in Embedded Systems*. MIT Press. ISBN 0-262-1174-8.
- Krodatoff, Y. 1998. *Introduction to Machine Learning*. Morgan Kaufmann. ISBN 1-55860-037-X.
- KSL. 2006 *.Ontolingua*. <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>. Página vigente al 24/03/07
- Miatón, I., Pesado, P., Bertone, R. y De Giusti. 2003. *Agentes Basados en Sistemas Distribuidos*. Proceedings V Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación
- Michalski, R. y Krodatoff, Y. 1990. *Machine Learning. An Artificial Intelligence Approach. Vol. III*. Morgan Kaufmann. ISBN 0-55860-119-8.
- Michalski, R. y Tecuci, G. 1994. *Machine Learning. A Multistrategy Approach. Vol. IV*. Morgan Kaufmann. ISBN 0-34613-09-5.
- Michalski, R., Carbonell, J., y Mitchell, T. 1983. *Machine Learning. An Artificial Intelligence Approach. Vol. I*. Morgan Kaufmann. ISBN 0-934613-09-5.
- Michalski, R., Carbonell, J., y Mitchell, T. 1986. *Machine Learning. An Artificial Intelligence Approach. Vol. II*. Morgan Kaufmann. ISBN 0-934613-00-1.
- Mitchell, T. 1997. *Machine Learning*. Mc Graw Hill. ISBN 0-07-042807-7.
- PROTEGE. 2000. *The Protégé Project*. <http://protege.stanford.edu>. Pagina vigente al 24/03/07.
- Pulvermacher M., Stoutenburg S., Semy, S. 2004. *Netcentric Semantic Linking: An Approach for Enterprise Semantic Interoperability*, MITRE Technical Report.
- Shamsfard, M. y Barforoush, A. 2003. *The State of the Art in Ontology Learning: A Framework for Comparison*. *Knowledge Engineering Review*, 18(4): 293-316.
- Shamsfard, M. y Barforoush, A. 2004. *Learning Ontologies from Natural Language Texts*. *International Journal of Human-Computer Studies* 60(1): 17-63
- Sierra-Araujo, B. 2006. *Aprendizaje Automático. Conceptos Básicos y Avanzados*. Perason/Prentice Hall. ISBN 84-8322-318-X.

# Utilización de Recursos: Cooperación y Competición

Karina M. Cenci \* Jorge R. Ardenghi \*\*

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación \*\*\*  
Universidad Nacional del Sur

## Resumen

Cuando más de una aplicación, tarea o trabajo, quiere utilizar el recurso en forma exclusiva surge el problema de la *exclusión mutua*. Con el avance tecnológico, el surgimiento de las redes de alta velocidad y la tendencia a trabajar con varias computadoras interconectadas, aparecen nuevas herramientas para resolver los problemas, como es el caso de aquellos inherentemente distribuidos que se debe analizar bajo una concepción distribuida. Dado que un recurso puede tener réplicas y varias tareas ó trabajos pueden utilizarlo en el mismo instante, se pueden presentar los siguientes problemas: *k-exclusión mutua*, *exclusión mutua de grupos de procesos*, *h-out of-k exclusión mutua*.

El proyecto se basa en el análisis, adaptación y búsqueda de alternativas de algoritmos distribuidos que soporten exclusión mutua o cooperación entre procesos: considerando los casos de restricciones en el tiempo, en tipos de redes como las cableadas e inalámbricas (ad hoc).

## Preliminares

El manejo de los recursos surge a partir del multiprocesamiento, ya que varios procesos pueden competir por el acceso al mismo recurso. Con la evolución de la

---

\* e-mail: kmc@cs.uns.edu.ar

\*\* e-mail: jra@cs.uns.edu.ar

\*\*\* Teléfono: 54 291 4595135 / Fax: 54 291 4595136

tecnología, las redes de comunicación presentan una mayor velocidad y confiabilidad. Éstas pueden ser cableadas o sin cable (inalámbricas), en el último caso se consideran las redes inalámbricas *ad hoc*. Las redes *ad hoc* no tienen una infraestructura fija y todos los nodos/sitios son capaces de moverse, las cuales determinan la conectividad de la red. Los nodos *ad hoc* pueden comunicarse solo directamente con los nodos que están inmediatamente dentro de su rango de transmisión. Para comunicarse con otros nodos, es necesario un nodo intermedio para propagar al nodo destino. Los nodos necesitan cooperar en orden de mantener la conectividad y cada nodo actúa como un router. Las características de un sistema *ad hoc* son la auto-organización, verdaderamente descentralizado, y altamente dinámico.

Las características de las redes favorecen el desarrollo de nuevas aplicaciones como es, la comunicación por voz y video, las conferencias, encuentros, compartir en un foro privado o compartido, compartir una pizarra de trabajo, comunicación inalámbrica entre vehículos en movimiento, etc.

La sincronización y coordinación de los recursos es una línea actual de estudio e investigación.

Un buen algoritmo que resuelve el problema tradicional de exclusión mutua debe garantizar las siguientes propiedades: *Exclusión mutua*, *Libre de interbloqueo* y *Libre de inanición*

En la extensión de k-exclusión mutua, se debe considerar que k procesos pueden acceder simultáneamente a la sección crítica (al recurso), en el caso de exclusión mutua para grupos que se optimice la concurrencia en la sección crítica y en el caso de h-out of-k se debe considerar que todos los procesos que están en la sección crítica no excedan los k recursos disponibles. Los algoritmos que resuelven cualquiera de las variaciones presentadas siguen un ciclo, esto es, inicialmente están en la sección RESTO, sección ENTRADA, sección CRÍTICA, sección SALIDA y nuevamente a la sección *resto*.

Los algoritmos de exclusión mutua se los puede clasificar en: *basados en memoria compartida* ó *basados en pasaje de mensaje*. La última clasificación se los puede dividir en los *basados en quorum* ó *basados en token*.

En los distintos modelos se quiere alcanzar un buen desempeño del mismo, y este está relacionado con la cantidad de accesos a memoria, la cantidad de mensajes requeridos para acceder a la sección crítica. Pero también es importante considerar los procesos que puedan estar compitiendo en un instante de tiempo, las fallas de un link o de un nodo, en el caso de considerar restricciones en el tiempo el manejo de prioridades es la característica primordial para alcanzar la solución.

En [3], [4], [5], [6], [10] se presentan algoritmos que utilizan el modelo de memoria compartida para resolver las diferentes extensiones al problema de exclusión mutua, y en [7], [11], [12], [14], [15], [16], [17] se resuelve el problema utilizando el modelo de pasaje de mensajes. Algunos algoritmo han tenido una mayor influencia en la

investigación sobre este tema, como el diseñado por Maekawa [14] que es un algoritmo basado en quorum.

## Desarrollo del Proyecto

Las aplicaciones distribuidas se pueden utilizar en diferentes modelos de redes, presentar requerimientos de tiempo y de tolerancia a fallas.

En función del ambiente y requerimientos se pueden considerar distintas situaciones:

- Ambientes que comparten la memoria o utilizan el paradigma de memoria compartida, usan los algoritmos de exclusión mutua basados en memoria compartida distribuida.
- Ambientes donde la red es cableada, sólo utilizan los algoritmos basados en el pasaje de mensaje, aplicando tanto los basados en quorum como los basados en token sobre redes solapadas.
- Ambientes donde la red es inalámbrica, se utilizan los algoritmos basados en el pasaje de mensaje, teniendo en cuenta esta topología de red, donde existen frecuentes e impredecibles cambios, los algoritmos basados en token son una mejor elección, porque requieren menor comunicación directa entre los procesos.

El trabajo está orientado al manejo de recursos con trabajo cooperativo y competitivo. El problema de exclusión mutua para grupos de procesos, la exclusión mutua para  $k$ -grupos de procesos y por último el problema de *h-out of-k*.

Se ha trabajado sobre el problema de la exclusión mutua y la exclusión mutua para grupos de procesos utilizando el modelo de memoria compartida distribuida y en el modelo de pasaje de mensajes considerando una topología de red cableada.

Es motivo de futuros trabajos en este proyecto, profundizar el estudio de la problemática considerando restricciones de tiempo que soporten un alto grado de concurrencia, las incidencias que puede tener al considerar que se tiene como medio de comunicación una red inalámbrica, cómo afecta la falla en un nodo ó link, cómo afecta que cada proceso requiera más de un recurso al mismo tiempo de  $k$  recursos que hay en el sistema.

## Referencias

- [1] R. Baldoni, A. Virgillito, R. Petrassi. A Distributed Mutual Exclusion Algorithm for Mobile Ad-Hoc Networks *Seventh International Symposium on Computers*

*and Communications (ISCC'02) July 01 - 04, 2002 Technical Report, LAAS CNRS Toulouse, France 2003.*

- [2] M. Benchaïba , A. Bouabdallah , N. Badache , M. Ahmed-Nacer. Distributed mutual exclusion algorithms in mobile ad hoc networks: an overview, *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, v.38 n.1, p.74-89, January 2004.
- [3] K. Cenci, J. Ardenghi. Exclusión Mutua en la Implementación Memoria Compartida Asincrónica. *VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática, ICIE 2000*, 26 al 28 de Abril 2000 - Facultad de Ingeniería - UBA.
- [4] K. Cenci, J. Ardenghi. Sobre Algoritmos Distribuidos de Exclusión Mutua para n procesos. *CACIC 2000*.
- [5] K. Cenci, J. Ardenghi. *Exclusión Mutua para Coordinación de Sistemas Distribuidos*. CACIC 2001.
- [6] K. Cenci, J. Ardenghi. *Algoritmo para Coordinar Exclusión Mutua y Concurrency de Grupos de Procesos* CACIC 2002.
- [7] K. Cenci, J. Ardenghi. *Exclusión Mutua en Grupos de Procesos a través de Mensajes* CACIC 2003.
- [8] Y. Chen, J. L. Welch. Self-Stabilizing Mutual Exclusion Using Tokens in Mobile Ad Hoc Networks. Technical Report 2002-4-2. April 23, 2002. <http://www.cs.tamu.edu/academics/tr/tamu-cs-tr-2002-4-2>.
- [9] Jehn-Ruey Jiang. A Prioritized h-out of-k Mutual Exclusion Algorithm with Maximum Degree of Concurrency for Mobile Ad Hoc Networks and Distributed Systems. *IEEE*, 2003
- [10] Y. J. Joung. *Asynchronous Group Mutual Exclusion (extended abstract)*. In Proc. 17 th. ACM PODC, Junio 1998.
- [11] Y. J. Joung. The Congenial Talking Philosophers Problem in Computer Networks (extended abstract). *In Proc. 13th International Symposium on Distributed Computing, 1999*.
- [12] Y. J. Joung. Quorum-Based Algorithms for Group Mutual Exclusion. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, Mayo 2003.
- [13] C. L. Liu, J. W. Layland *Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment*. ACM, 1973.

- [14] M. Maekawa. *A  $\sqrt{N}$  Algorithm for Mutual Exclusion in Decentralized Systems*. ACM Transactions on Computer Systems, Mayo 1985.
- [15] Y. Manabe, R. Baldoni, M. Raynal, S. Aoyagi. k-Arbiter: A safe and general scheme for h-out of-k mutual exclusion. *Theoretical Computer Science*, Vol. 193, No. 1-2, pp 97-112, Febrero 1998.
- [16] Y. Manabe, N. Tajima. *(h,k)-arbiters for h-out of-k Mutual Exclusion Problem*.
- [17] M. Mizuno, M. Neilsen, R. Rao. A Token Based Distributed Mutual Exclusion Algorithm Based on Quorum Agreements.
- [18] M. Mizuno, M. Nesterenko, H. Kakugawat. Lock-Based Self-Stabilizing Distributed Mutual Exclusion Algorithms. *Proceedings of the 16th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS '96)*.
- [19] Mukesh Singhal, D. Manivannan. A Distributed Mutual Exclusion Algorithm for Mobile Computing Environments. *1997 IASTED International Conference on Intelligent Information Systems (IIS '97) December 08 - 10, 1997*.
- [20] J. Walter, S. Kini. *Mutual Exclusion on Multihop, Mobile Wireless Networks* Technical Report: TR97-014, 1997.
- [21] Y. E. Walter, G. Cao, M. Mohanty. A K-Mutual Exclusion Algorithm for Wireless Ad Hoc Networks, *Proceedings of the first annual Workshop on Principles of Mobile Computing (POMC 2001), August, 2001. ACM 2001*.
- [22] J. E. Walter, J. L. Welch, N. H. Vaidya. A mutual exclusion algorithm for ad hoc mobile networks, *Wireless Networks, vol. 9, no. 6, pp. 585-600, Noviembre 2001 and Baltzer Wireless Networks Journal, special issue on DialM papers, 2001*.
- [23] J. E. Walter. A k-mutual exclusion algorithm for ad hoc mobile networks, *Technical report 00-022, Texas A&M University, 2000*.

# Asignación y resolución de identificadores para un repositorio de objetos de aprendizaje basado en LOM

Roberto Javier Godoy<sup>†</sup>, Hugo Minni<sup>‡</sup>

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas  
Universidad Nacional del Litoral  
tel: +54-342-457-5234; fax: +54-342-457-5224  
<sup>†</sup> rjgodoy@fich.unl.edu.ar <sup>‡</sup> hminni@fich.unl.edu.ar

**Resumen** En el presente trabajo se desarrolla un análisis sobre la asignación de identificadores en un repositorio institucional de objetos de aprendizaje. Este repositorio está siendo diseñado en la Universidad Nacional del Litoral, de acuerdo al estándar IEEE 1484.12.1 Learning Object Metadata. En el contexto de aplicación, en el cual los contenidos pueden ser generados de manera descentralizada, se requiere un mecanismo que garantice la unicidad y persistencia de los identificadores. Se explica porqué los URL no resultan adecuados, y porqué el espacio formal de nombres URN `fdc` se ajusta a los requerimientos. Además, se mencionan algunos protocolos que podrían implementarse a fin de resolver tales identificadores en el sistema.

## 1. Introducción

Un repositorio de conocimiento es una herramienta auxiliar muy útil en la educación universitaria. Estos repositorios proveen un sistema integral para coordinar material educativo relacionado bajo la forma de objetos de aprendizaje (OA). Los OA son “recursos digitales que pueden reutilizarse para ayudar al aprendizaje” [1].

Los autores actualmente están desarrollando un repositorio de OA en la Universidad Nacional del Litoral de Santa Fe [2]. Esta Casa de Estudios cuenta con más de 80 carreras de grado y postgrado, las cuales se desarrollan en sus 9 Facultades y 4 Escuelas superiores. Un diseño robusto debería prever la posibilidad de que en un futuro estas y otras dependencias de la Universidad generen repositorios de OA propios, de manera descentralizada: cada Facultad, departamento o grupo de investigación podría mantener su propio repositorio, formando un sistema distribuido con repositorios conectados entre sí, pero capaces de operar en forma autónoma.

En un repositorio que adhiere al estándar IEEE Learning Object Metadata (LOM) [3], cada OA y cada instancia de metadatos se identifica mediante uno o más elementos `identifier`. Un elemento `Identifier` está compuesto por un elemento `Catalog` que especifica el “nombre o designación del esquema de catálogo” (e.g. ISBN, ARIADNE, URI), y un elemento `Entry` que toma un valor dentro del catálogo indicado. Si bien puede elegirse libremente qué catálogo utilizar, debería *recomendarse* un catálogo y/o un mecanismo de asignación para evitar identificadores duplicados.

Si institucionalmente se permite la generación descentralizada de contenidos sin una autoridad central de control, la asignación de identificadores no es un problema menor: un mecanismo inadecuado de asignación de identificadores podría causar que recursos distintos se asocien con el mismo identificador.

## 2. Identificadores

URI es uno de los catálogos que puede utilizarse para formar un identificador LOM. “Una URI (Universal Resource Identifier) puede clasificarse como un localizador, un nombre, o ambos. El término ‘Universal Resource Locator’ (URL) designa al subconjunto de URIs que, además de identificar un recurso, proveen una manera de ubicar el recurso describiendo su mecanismo primario de acceso (e.g. su dirección de red). El término ‘Uniform Resource Name’ (URN) ha sido históricamente usado para referir a URIs bajo el esquema ‘urn’ [4], que deben permanecer globalmente únicas y persistentes aún cuando el recurso deje de existir o se vuelva no disponible (...)” [5]

En algunos casos especiales el material que se almacena en el repositorio ya tiene un identificador asignado en otro catálogo (e.g. ISBN) de donde se deriva directamente un valor para `Identifier.Entry`. Otra alternativa (que se ejemplifica en el estándar LOM) consiste en relacionar cada objeto con un URL (e.g. `http:` o `ftp:`). En este último caso la resolución es muy sencilla, pero utilizar URLs como identificadores únicos no es conveniente por varias razones:

- Debe ser posible modificar la ubicación de un recurso, manteniendo sin cambios los identificadores.
- El esquema base LOM proporciona un elemento específico (`Technical.Location`) para indicar la forma de acceder al recurso.
- Un OA puede marcarse como “no disponible” (i.e. `LifeCycle.Status = unavailable`), en tal caso el objeto no tendría “ubicación” y por lo tanto no podría describirse mediante un URL.
- Los recursos del sistema pueden estar lógicamente relacionados entre sí (e.g. varios OA sobre un mismo tema) aunque su almacenamiento físico sea diferente. Un URL podría no reflejar este hecho del mismo modo que un URN.

Por su persistencia, un esquema de nombres como `urn:` resulta preferible ante los esquemas URL. Con esta estrategia todos los identificadores pertenecerían a un mismo catálogo. No obstante, puesto que el estándar LOM permite referenciar una entidad mediante más de un identificador, podría incluirse una entrada bajo el catálogo URI, y entradas bajo otros catálogos, como así también identificadores URI adicionales del mismo esquema o de esquemas distintos.

En el esquema `urn:` se definen *espacios de nombre*, con mecanismos que garantizan la unicidad de cada identificador en el sistema. Actualmente existen 29 espacios formales de nombre URN registrados [6]. Algunos de ellos, como IETF (Internet Engineering Task Force) y OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards), sirven para identificar documentos generados por las organizaciones homónimas; mientras que otros, como OID (object identifier) e IVIS (Latvian National Government Integration Project), tienen propósitos más generales.

La asignación de identificadores en un espacio de nombres URN normalmente depende de una autoridad central, que puede delegar parcialmente en otras autoridades. En estos espacios no puede asignarse un identificador válido sin consentimiento de una autoridad de nombres. Sin embargo, existen otros espacios que pueden considerarse “abiertos”: `publicid` (public identifier) [7][8], `UUID` (unique identifier) [9] y `fdc` (federated content) [10]. Estos últimos espacios no se necesitan registro o utilizan un valor que ya fue asignado con otro propósito (e.g. IEEE 802 MAC Address y dominios de Internet).

## 2.1. Externalización de vCard

El formato vCard 3.0 [11] es utilizado por LOM para representar información sobre los individuos que contribuyen en el ciclo de vida de un OA. En un trabajo anterior, los autores propusieron un mecanismo de “externalización de vCard” [2] utilizando la propiedad `source` para referenciar el URI de un recurso que provee información adicional.

Realizando sistemáticamente esta externalización es posible centralizar el manejo de la información personal y reflejar globalmente sus cambios. Originalmente se había sugerido usar un esquema como `ldap:` (que es un URL) pero los objetivos se cumplen mejor si los identificadores son persistentes, por lo que aquí también conviene utilizar un esquema de nombres.

Por otra parte, el valor de algunos atributos de vCard puede alternativamente ser un archivo embebido (codificado en base-64) o una referencia a un recurso externo mediante URI. Aquí también es posible utilizar URN para tales referencias, en lugar de simplemente describir la ubicación del archivo mediante URL.

## 3. Espacios de nombre URN

Para comparar distintos espacios de nombre se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: unicidad y persistencia de los identificadores, facilidad para resolverlos globalmente y mecanismos de asignación.

Los identificadores públicos pueden ser formales (FPI, Formal Public Identifier) o no formales. La utilización de propietarios registrados es una práctica infrecuente e implica un determinado costo. Por otra parte, la utilización de identificadores públicos no formales o FPI con propietarios no registrados no ofrece garantías de unicidad ni persistencia. Existe una alternativa intermedia (+//IDN) que automáticamente define propietarios FPI para cada nombre de dominio de Internet, pero presenta las debilidades asociadas a la persistencia de los nombres de dominio.

Otro inconveniente de los FPI es que incluyen información ya presente en los metadatos LOM (idioma, formato, restricciones) por lo que el identificador puede quedar *inconsistente* si se modifican los metadatos.

En el espacio de nombres `urn:fdc` cada organización se distingue por la concatenación de un nombre de dominio y una fecha en la que poseía ese dominio. Así se consiguen identificadores persistentes incluso cuando un dominio deje de existir o sea cedido. No obstante, considerando que los repositorios de OA serán manejados por instituciones estables, cabe esperar que los nombres de dominio sufran pocas modificaciones.

En ambas alternativas una parte del identificador puede ser asignada libremente por la organización. Por ejemplo, para garantizar la unicidad en un repositorio institucional de LOM, podrían asignarse identificadores parciales para departamentos, cátedras, docentes, etc.

También se analizaron los UUID, que resuelven los problemas de persistencia, asignación y unicidad, pero resultan inadecuados para la interacción entre repositorios debido a la carencia de un mecanismo de resolución global.

## 4. Resolución de URN

En OASIS Technical Resolution 9401:1997 [12] se define un formato simple de catálogo de entidades para ser usado principalmente con aplicaciones SGML. El catálogo es una lista

ordenada de entradas que relacionan identificadores externos y nombres de entidad con identificadores de objetos del sistema (e.g., nombres de archivos). Esta técnica fue aplicada a la resolución de URN en el espacio de nombres *oasis* [13], y podría aplicarse como estrategia local en cualquier espacio de nombres.

Al implementar la resolución en un ámbito más extenso, surge la necesidad de definir *servicios de resolución*, y que permiten obtener el recurso identificado o convertir un URI en un URL o URC (Uniform Resource Characteristics) [14]. Estos servicios son I2L (URI a URL), I2C (URI a URC), I2N (URI a URN), I2R (URI a recurso), sus versiones colectivas (e.g. I2Ls, URI a URLs) y el servicio I=I (¿es URI igual a URI?) que consulta sobre equivalencia funcional.

Para que la resolución de un determinado URI sea efectiva, debe poder ubicarse el servidor que provea resolución para el mismo. A este fin puede utilizarse el Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) [15], que define mecanismos para:

- Aplicar a una cadena reglas de transformación (expresiones regulares) obtenidas dinámicamente.
- Establecer mediante DNS (Domain Name System) una base de datos distribuida de reglas codificadas mediante Naming Authority Pointer (NAPTR) Resource Record (RR).
- Encontrar un servidor con autoridad (authoritative server).

## 5. Conclusión y continuación del trabajo

Se presenta una síntesis del análisis realizado para la elección de identificadores en un repositorio de OA, en un contexto de generación descentralizada de contenidos.

Como parte del diseño del repositorio de OA de la Universidad Nacional del Litoral, esto cobra gran importancia ya que no solo se aplica a los identificadores de LOM sino también a la externalización de información personal bajo este estándar.

Los URL no son adecuados para esta finalidad, pues son intrínsecamente no-persistentes. Otros catálogos, esquemas y espacios de nombres, que podrían ser aplicados en todos los casos, deben ser descartados por su difícil resolución o por no ofrecer suficientes garantías de unicidad.

Se encontró que —aunque con algunas observaciones— el espacio de nombres *urn:fdc* cumple con los requerimientos. No obstante, es necesario analizar mejor la estructura del espacio de nombres ampliando y definiendo mejor las consideraciones aquí efectuadas. También debe profundizarse el estudio de las especificaciones y protocolos, con el objetivo de encontrar mecanismos sencillos de acceso por parte de otras aplicaciones.

Para la resolución de identificadores se realizó un prototipo de servidor THHTTP integrado con la base de metadatos. Actualmente se está en proceso de incorporar DDDS (con reglas de transformación codificadas en NAPTR).

## Referencias

1. WILEY D. *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. 2000. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> (accedido en 2007-03).
2. R. J. GODOY, H. MINNI, G. ZARZA, Y H. LOYARTE. Design Criteria for the Development of an Institutional Learning Object Repository. En *Proceedings of XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, San Luis, 2006.
3. LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE. IEEE Standard for Learning Object Metadata. IEEE Standard 1484.12.1, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2002.

4. R. MOATS. URN Syntax. RFC 2141, Internet Engineering Task Force, Mayo 1997.
5. T. BERNERS-LEE, R. FIELDING, Y L. MASINTER. Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax. RFC 3986, Internet Engineering Task Force, Enero 2005.
6. INTERNET ASSIGNED NUMBERS AUTHORITY. Official IANA Registry of URN Namespaces, Enero 2007. <http://www.iana.org/assignments/urn-namespaces> (accedido en 2007-03).
7. N. WALSH, J. COWAN, Y P. GROSSO. A URN Namespace for Public Identifiers. RFC 3151, Internet Engineering Task Force, Agosto 2001.
8. ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). Information processing — Text and Office Systems — Standard Generalized Markup Language (SGML). ISO Standard ISO 8879:1986(E), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, Octubre 1986.
9. PAUL J. LEACH, MICHAEL MEALLING, Y RICH SALZ. A Universally Unique Identifier (UUID) URN Namespace. RFC 4122, Internet Engineering Task Force, Julio 2005.
10. DAVE TESSMAN. A Uniform Resource Name (URN) Namespace for Federated Content. RFC 4198, Internet Engineering Task Force, Noviembre 2005.
11. F. DAWSON Y T. HOWES. vCard MIME Directory Profile. RFC 2426, Internet Engineering Task Force, Septiembre 1998.
12. P. GROSSO. Entity Management: OASIS Technical Resolution 9401:1997 (Amendment 2 to TR 9401), Septiembre 1997. <http://www.oasis-open.org/html/tr9401.html> (accedido en: 2007-03).
13. K. BEST Y N. WALSH. A URN Namespace for OASIS. RFC 3121, Internet Engineering Task Force, Junio 2001.
14. M. MEALLING Y R. DANIEL. URI Resolution Services Necessary for URN Resolution. RFC 2483, Internet Engineering Task Force, Enero 1999.
15. M. MEALLING. Dynamic Delegation Discovery System (DDDS). RFC 3401–3405, Internet Engineering Task Force, Octubre 2002.

**TITULO: CARACTERIZACION Y EVALUACION DE COMPETENCIAS TICS**  
**AREA: TECNOLOGIA INFORMATICA APLICADA A LA EDUCACION**

**AUTORES:**

Iris Gastañaga – Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Córdoba). E-mail: [iris.gastanaga@gmail.com](mailto:iris.gastanaga@gmail.com) Te: 351-5710023

Alejandra Jewsbury – Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Córdoba). E-mail: [ajewsbury@gmail.com](mailto:ajewsbury@gmail.com) Te: 351-4767991

Juan Carlos Cuevas – Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Córdoba). E-mail: [juancarloscu@gmail.com](mailto:juancarloscu@gmail.com) Te: 351- 351- 4686385

Carla Gómez – Instituto Universitario Aeronáutico – E-mail: [carla.f.gomez@gmail.com](mailto:carla.f.gomez@gmail.com) Te: 351-5739503

**RESUMEN:**

La formación por competencias ocupa un espacio relevante en las discusiones referidas a temas de calificación profesional. Dentro de este proceso, un elemento particularmente importante es el de la evaluación de las competencias y, por ende, la certificación de las mismas. El presente trabajo trata sobre el marco general de abordaje de la problemática de la evaluación de competencias, y particularmente esta problemática asociada a un tipo de competencias individuales específicas, las competencias en ámbito TIC's (Tecnologías de Información y Comunicaciones). Se exponen los lineamientos generales y principios conceptuales sobre los que se basa un trabajo de investigación que los autores llevan a cabo en Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.

## 1 CONCEPTUALIZACIÓN DE COMPETENCIAS

El mundo laboral actual, distinto y en constante evolución, demanda de los profesionales una formación adecuada a los nuevos desafíos. Se espera y necesita que el profesional pueda pasar del conocimiento teórico al conocimiento empírico en un lapso de tiempo cada vez menor al habitualmente requerido.

El debate entre los especialistas respecto al concepto de “competencia” no es menor y en consecuencia no existe una única definición aceptada.

A los efectos del trabajo consideramos la siguiente definición conceptual: *Una competencia es la capacidad de un individuo para movilizar y organizar sus recursos cognitivos y afectivos para abordar con éxito una situación compleja o no.*

En otras palabras, las competencias son capacidades complejas, construidas desde integraciones de saberes (conocimientos, actitudes, valores y habilidades) previos y saberes nuevos, en diversos grados -a lo largo de toda la vida-, que permiten relacionarse inteligentemente con diversos ámbitos y en diversas situaciones. Se trata de resolver situaciones, es decir, actuar con desempeños satisfactorios pero con inteligencia específica según tipos de situaciones problemáticas.

El Informe Delors Ref. [1] propone una agrupación de las competencias en base a áreas del conocimiento:

- Competencias de conocimientos generales (saber conocer).
- Competencias de saberes técnicos (saber hacer).
- Competencias relacionadas con actitudes personales (saber ser).
- Competencias sociales (saber convivir).

El desarrollo de competencias es, a nuestro entender, un proceso incremental, extendido en el tiempo, que debe ser monitoreado por indicadores de logros.

El concepto de competencia otorga un significado de unidad e implica que los elementos del conocimiento tienen sentido sólo en función del conjunto.

Aunque se pueden fragmentar sus componentes, estos por separado no constituyen la competencia: ser competente implica el dominio de la totalidad de los elementos y no solo de alguna(s) de las partes.

## 2 CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES

Las competencias laborales son aquellas que se implementan en la ejecución de un trabajo, se asocian a la capacidad real para lograr un objetivo o resultado ocupacional en un contexto dado. Actualmente, se considera que el trabajador competente se diferencia del trabajador calificado del pasado en que además de realizar determinadas funciones es capaz de comprenderlas y de comprender asimismo el medio en que se desarrollan.

Esto le permite aportar soluciones a los problemas que se generen, tener iniciativas frente a situaciones emergentes y disponer de la capacidad para actualizarse constantemente. Ref. [2].

La certificación de competencias laborales es el reconocimiento público, documentado, formal y temporal de la capacidad laboral demostrada por un individuo, efectuado con base en la evaluación de sus competencias en relación con una norma y sin estar necesariamente sujeto a la culminación de un proceso educativo. REF [3]

La certificación de competencias adquiere entonces un valor relacionado profundamente con la empleabilidad de los trabajadores, en la medida en que los certificados se refieren a competencias de base amplia, que facilitan su transferibilidad entre diferentes contextos ocupacionales.

También, bajo el concepto de formación continua y permanente, se reconoce hoy la vigencia limitada de un certificado, de hecho su poseedor debe actualizar la certificación en los plazos que se hayan fijado. Esto tiene la finalidad de garantizar que se ha mantenido al tanto de los cambios que la organización del trabajo y la tecnología hayan podido producir en su área ocupacional

Al momento de la selección de postulantes para un determinado puesto de trabajo, cada vez cobra mayor importancia el poseer certificaciones reconocidas, especialmente en el ámbito de las empresas TICS.

## 3 COMPETENCIAS LABORALES EN TICs

Las empresas productoras de software demandan competencias laborales específicas propias, que se diferencian de las competencias TICs que necesitan los trabajadores de otras industrias o servicios.

A los fines de este trabajo, entendemos por "competencias laborales TIC's" aquellas necesarias para la producción de servicios y/o productos en las áreas de tecnologías de informática y comunicaciones.

El vertiginoso avance de este sector tecnológico imprime necesariamente características especiales a las competencias requeridas: vigencia, diferenciación entre competencias para cumplir con el proceso de desarrollo de software y competencias en productos de software, competencias asociadas al desarrollo de software a nivel global, asociatividad de las competencias individuales con la acreditación del nivel de madurez de las empresas productoras de software, entre otras.

Está ampliamente difundido en este sector el concepto de certificación que, en términos generales, se vincula a un producto de una marca determinada.

Estas certificaciones no necesariamente aseguran competencias, al menos desde la concepción asumida en este trabajo.

#### 4 EVALUACION Y CERTIFICACION DE COMPETENCIAS LABORALES TICS

Al preguntarnos cómo hacemos para llegar a evaluar las competencias que una persona posee o, mejor, que va adquiriendo en un proceso de formación de competencias, partimos de la afirmación de que toda evaluación es un proceso en el que se selecciona, recoge, analiza, interpreta y usa información para tomar decisiones.

Estas decisiones, en un proceso formativo, se relacionan al aprendizaje y el desarrollo de competencias de los estudiantes, y su objetivo no puede ser otro que de describir, discutir, valorar y remediar los errores y deficiencias del proceso formativo mismo.

Aunque lo anterior pueda hacer creer que la evaluación de competencias es un proceso simple, en realidad es todo lo contrario.

Se trata de un proceso complejo, que requiere como paso previo, y absolutamente indispensable, la definición de perfiles, estructurados en torno a conocimientos, habilidades y actitudes.

Seguidamente es necesario establecer los criterios de evaluación (qué evaluar, identificar logros esperados y sus indicadores) y a continuación es necesario precisar cuáles serán las demostraciones o evidencias de cada una de las competencias.

La evaluación de competencias se define como un proceso de recolección de evidencias sobre el desempeño profesional de una persona con el propósito de formarse un juicio sobre su competencia en relación con un perfil profesional e identificar aquellas áreas de desempeño que deban ser fortalecidas, utilizando la formación u otros medios, para llegar al nivel de competencia requerido. REF [4]

Existen distintos métodos de recolección de evidencias: preguntas orales, preguntas escritas, observación del desempeño, simulacros de asignación de tareas, productos del trabajo, portafolio, entre otras.

Estas evidencias se contrastan luego con la especificación de la norma existente para el puesto, dando lugar a una valoración de la persona en relación a su competencia para el puesto.

Constituye objeto de estudio de nuestra investigación el desarrollo conceptual de las evidencias necesarias para la evaluación de competencias en el ámbito de las TICs.

Distinto de la evaluación tradicional, la evaluación por competencias no es un conjunto de exámenes. La evaluación de competencias es un proceso que comprende los pasos de definición de objetivos, recolección de evidencias, comparación de evidencias con objetivos, y formación de un juicio.

Presentamos a continuación características distintivas de la evaluación por competencias: REF [5]

- Se funda en estándares que describen el nivel esperado de competencia laboral.
- Los estándares incluyen criterios que detallan lo que se considera un trabajo bien hecho.
- Es individual.
- Configura un juicio para el trabajador evaluado: competente o aún no competente. Es así que no posee escala de puntuación.
- Se realiza preferentemente, en situaciones reales de trabajo.
- No se acota a un tiempo predeterminado para su realización; es más bien un proceso que un momento.
- No está sujeta a la terminación de una acción específica de capacitación.
- Incluye el reconocimiento de competencias adquiridas como resultado de experiencias laborales previas.
- Es una herramienta para la orientación del aprendizaje posterior del trabajador; y como tal, tiene un importante rol en el desarrollo de las habilidades y capacidades de los evaluados.

La determinación, por parte de un ente evaluador, de que un individuo es competente según una norma preestablecida para un puesto y en base a la observación de evidencias, permite que un centro certificador otorgue un certificado.

Como se observa en las descripciones realizadas en los párrafos anteriores, la evaluación de competencias se realiza preferentemente en situaciones reales de trabajo. Ahora bien, nos preguntamos si evaluando al individuo en su ámbito de trabajo y durante periodos de tiempo prolongados no estamos en definitiva realizando “evaluación de desempeño”.

Este trabajo de investigación tiene como partida la distinción entre evaluación de competencias y evaluación de desempeño.

De hecho, en la evaluación de desempeño participan un conjunto de criterios de índole subjetiva influenciados por el punto de vista del evaluador así como también factores ambientales como son el estilo de la organización, los compañeros de trabajo, en definitiva el espacio laboral en su conjunto. Queremos decir con esto que estos factores ambientales y culturales, combinados con un específico juego de relaciones interpersonales, pueden afectar el resultado del trabajo de un individuo, más allá de las evaluaciones propiamente dichas en función de las competencias adquiridas.

Lo que buscamos es una evaluación que pueda decir que la persona es “competente” o “aun no competente” para el desarrollo de una determinada actividad laboral en el espacio de las actividades enmarcadas en las TICs, aún antes de conocer su real desempeño en un entorno de trabajo concreto.

Consideramos que las competencias presentadas por un individuo siguen un ciclo de desarrollo, distinguiéndose varios momentos: en principio aquel ubicado en la esfera de la instrucción formal (procesos de escolarización en distintos niveles), adquisición de competencias en su entorno social y laboral, demostración y evaluación de su competencias y acreditación de las mismas, iniciándose así nuevas instancias de formación (en el circuito formal o no).

En referencia al proceso de formación por competencias la incursión se realiza siempre en función de la existencia de una norma, indicándose la necesidad de formaciones específicas, siguiendo por las actividades de formación propiamente dichas para concluir con los momentos en los que el proceso de formación y los individuos formados son evaluados generando la retroalimentación necesaria al proceso mismo.

Muchos sectores de la economía (cámaras empresarias, entes gubernamentales, gremios y sindicatos, entre otros) actualmente desarrollan programas de formación de sus recursos humanos en base al desarrollo de competencias, pero cuando nos adentramos en la forma en la que se evalúa y evidencia a la competencia en el individuo, se plantean varios interrogantes.

Dentro de este marco, el problema de la evaluación de competencias se presenta como un espacio de investigación de central importancia al momento de garantizar el resultado final; ya que un modelo de evaluación de competencias es el insumo que retroalimenta el sistema general de formación.

En la región nos encontramos con la presencia de un programa, de reciente desarrollo y en proceso de implementación, de formación por competencias para el sector de las TICs, denominado PROFOCO. REF [6]

Este programa es una herramienta del consorcio de empresas de tecnología de software (Cluster Córdoba Technology) para concretar su plan de desarrollo de recursos humanos y se basa en estudios previos del sector plasmados en el Programa de Gestión por Competencias.

Los estudios realizados y los resultados alcanzados por este programa han permitido contar con los estándares necesarios para el inicio de las actividades de formación. REF [7].

## 5 INTERROGANTES

Si aceptamos que la competencia es en sí misma un sistema de saberes (saber conocer, saber hacer, saber ser, saber convivir) y que estos saberes a su vez requieren un proceso de metacognición, es

decir un proceso de integración y comprensión de ellos y de como se van incorporando e integrando, concluimos que definir un proceso de evaluación es todo un desafío.

Nos planteamos aquí algunas cuestiones a resolver:

- ¿Cómo definir adecuadamente el estándar o norma de las competencias TICs?.
- ¿Cómo evaluarlas en sus condiciones mínimas?.
- ¿Será posible evaluar competencias en un ámbito no laboral – aislado y controlado- (Por ej.: el aula)?.
- ¿Qué validez adquiere la competencia acreditada? Por cuanto tiempo?.
- ¿Cómo separar la frontera entre evaluación de competencias y evaluación de desempeño?.

## REFERENCIAS

- [1] Unesco, Informe de la Comisión Internacional de Educación para el siglo XXI, Informe Delors, 1996.
- [2] H. Gómez Buendía, Educación, la Agenda del Siglo XXI, , 1998.
- [3] Irigoien, M.; Vargas, F., Competencia Laboral. Manual de conceptos, métodos y aplicaciones en el sector salud, Montevideo, Cinterfor/OIT, 2002.
- [4] SENAI, Metodologia de Avaliação e certificação de Competencias, Brasilia, 2002.
- [5] Vargas, F., La Evaluación basada en competencias. Montevideo, Cinterfor/OIT, 2001.
- [6] [www.profoco.com.ar](http://www.profoco.com.ar)
- [7] <http://www.cordobatechnology.com.ar/roles.htm>

## **Desarrollo en un entorno educativo de objetos para el control de una interfaz de domótica**

*Lic. Gonzalo Zabala*

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática

Facultad de Tecnología

Universidad Abierta Interamericana

TE / FAX: (5411) 43015240

Email: [gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar](mailto:gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar)

**Abstract:** En los últimos años han surgido diversas plataformas de hardware para la enseñanza de robótica, tanto en su expresión autónoma como en el control desde una PC. En general, estas interfaces adolecen de un entorno lo suficientemente didáctico para poder acercar a los alumnos de nivel primario y secundario a los conceptos fundamentales de la robótica. Durante el año 2006 se ha desarrollado en nuestro centro de investigaciones una nueva interface controlada por puerto paralelo. En este paper presentamos el desarrollo de un conjunto de objetos gráficos para el manejo de dicha interfaz y de otras controladas por el mismo puerto, realizado sobre un entorno de objetos con fines educativos.

**Keywords:** robótica, Squeak, domótica, entorno de objetos, morphs.

### **1. Introducción**

Durante el año 2006 se desarrolló en el Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI) un conjunto de interfaces para control automatizado desde la PC, con el objetivo de aplicar su uso en la enseñanza de robótica y domótica desde los últimos años del nivel primario hasta el universitario. Para su uso fueron diseñadas diversas herramientas de programación, desde un conjunto de clases para .Net como otras de carácter gráfico. En este paper presentaremos un conjunto de clases y objetos gráficos (conocidos como morphs) que se han desarrollado para Squeak. Squeak es un entorno de objetos diseñado por los creadores de SmallTalk, Alan Kay y Dan Ingalls, con el objetivo de crear un espacio de simulación para el ámbito educativo. A continuación presentaremos las características técnicas de la interfaz, Squeak y los desarrollos que hemos hechos para vincularlos.

### **2. Características de la interfaz**

La interfaz utilizada para este proyecto forma parte de un kit de interfaces electrónicas especialmente desarrolladas para ser utilizadas en aplicaciones de control electrónico y automatización eléctrica, de baja potencia, controladas por PC. El Kit consiste en un dispositivo que conectado a una PC, por medio de un programa, permite controlar dispositivos como lamparitas, motores de corriente continua o relés. Su principal característica es el manejo de entradas y salidas digitales controladas por software a través del puerto paralelo. Utiliza elementos de optoelectrónica en sus entradas, más particularmente optoacopladores con salida a transistor, para permitir el uso de un rango variado de tensiones para activar las mismas y proteger la PC. El modelo de dispositivo utilizado en este proyecto **permite controlar 16 salidas digitales, más específicamente de colector abierto, y 8 entradas digitales optoacopladas.**

### **3. Squeak**

En los últimos treinta años, la informática ha realizado avances notables con respecto al hardware, las comunicaciones y las capacidades multimediales de las computadoras. Sin embargo, en el plano educativo –salvo contadas excepciones– las herramientas desarrolladas no usan las capacidades de

simulación y emulación que convierten una computadora en un laboratorio virtual de infinitas posibilidades de creación.

A fines de la década del 60, **Alan Kay** creó la **Dynabook**, convencido de que la simulación es una herramienta notable para la comunicación de ideas y que una computadora debería ser el contenedor de todos los medios de expresión en los que uno pudiera pensar, es decir, un meta-medio. La Dynabook debía de ser un dispositivo portátil, con red inalámbrica y pantalla plana, entre otras cosas. **Este dispositivo funcionaría como un "amplificador de la mente" y como lugar donde un usuario concentraría toda la información que consume y que genera.** En un contexto en el que las computadoras eran grandes máquinas de costo altísimo, de uso privativo de grandes corporaciones, pensar en una computadora personal con estas características era dar un enorme salto hacia el futuro.

Guiados por esta visión, un grupo de referentes de la informática (Alan Kay, Dan Ingalls, Adele Goldberg, etc) crean Smalltalk, un ambiente de objetos de donde surgen "la mayoría de las cosas buenas relacionadas con las computadoras personales (incluido el propio nombre)"<sup>1</sup>.

Una lista, no completa, de los aportes de este proyecto al desarrollo de la informática son:

- El concepto de la Computadora Personal
- El paradigma de objetos
- Smalltalk
- Interfaces de usuario gráficas
- Uso del mouse
- Drag & drop (Arrastrar y arrojar)
- Menús despegables

A mediados de los años noventa, Alan Kay y Dan Ingalls (coautor de Smalltalk) son contratados por Disney para desarrollar un entorno de programación que pudieran utilizar los chicos, basado fundamentalmente en recursos multimediales. **Allí surge Squeak.** Kay tuvo la precaución de solicitar que el desarrollo fuera **Open Source**, es decir, **absolutamente gratuito, modificable y extendible por cualquier persona.** De esta manera, desde 1996 (año de aparición de Squeak) hasta la actualidad, su desarrollo ha sido notable. Muchos programadores, de altísima calidad académica, han dedicado horas de trabajo a este proyecto, logrando el mejor ambiente de objetos en la actualidad.



Figura 1 - Una pantalla de Squeak con objetos Morph

Squeak es un Smalltalk, y como tal, es una herramienta de programación. **Un Smalltalk es más que un lenguaje de programación: es un ambiente, un medio donde sus habitantes son objetos.** Estos objetos tienen noción del tiempo, entienden mensajes, y la comunicación que entablamos es

una especie de diálogo primitivo máquina-humano. En este medio hay una gran variedad de objetos con responsabilidades y propósitos distintos: tenemos el objeto que controla la pantalla, el objeto que controla los procesos, los números, el objeto que interpreta y compila nuestras expresiones, etcétera.

Particularmente, en Squeak tenemos un **conjunto de objetos con representación gráfica llamados Morphs**. Cada morph tiene sus características. A ellas se accede mediante los halos, una serie de círculos dispuestos alrededor del morph que hemos seleccionado. Los halos nos proporcionan el mecanismo para realizar diversas acciones (véase Figura 2 - Morph de reloj con el halo activado): cambio de color, cambio de tamaño, rotación, etcétera. Los morphs tienen noción del tiempo que transcurre, por lo cual podemos modificarlos, por ejemplo, para cambien de color cada vez que transcurre cierto intervalo de tiempo.

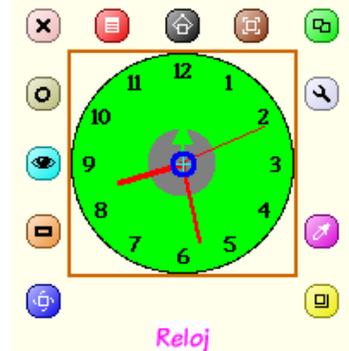


Figura 2 - Morph de reloj con el halo activado

En el proceso de evolución de creación de los morphs, se les ha agregado la capacidad de brindarles comportamiento en forma dinámica. A estos morphs se los conoce como **etoys**. Los etoys son juguetes visuales que nos permiten otorgar comportamiento a los morphs y manipularlos mediante la simple escritura de un guión con instrucciones. Uno de los halos del morph llamado **visualizador** (el ojo color celeste) nos

permite, como su nombre lo indica, ver las propiedades del morph. Si arrastramos alguna de ellas al fondo del mundo (o sea, al “escritorio”), se nos activará un **guión**. El guión es un área donde se pueden arrojar propiedades y acciones y que posee botones para arrancar, pausar o detener las acciones que se les haya arrojado. Por ejemplo, supongamos que queremos que una estrella avance y gire en cada ejecución. Seleccionamos una estrella del repositorio de objetos -o simplemente la dibujamos- y luego, mediante los halos, pedimos su visualizador. En el visualizador tenemos los métodos y las propiedades a los cuales podemos



Figura 3 - Estrella con su halo y un guión de ejemplo

acceder del morph. En el caso de la Figura 3 - Estrella con su halo y un guión de ejemplo, se ha creado un guión donde en cada paso, la estrella avanzará 5 píxeles y girará 5 grados en sentido horario. Esa ejecución puede ser ante un evento, o en forma latente, con una frecuencia determinada por el programador.

Dado que este paper no está orientado a profundizar en este aspecto, en la bibliografía indicamos material y links donde se desarrollan los etoys en forma más detallada. Lo que queremos mostrar aquí es la simpleza con la cual se pueden generar programas en un ambiente absolutamente gráfico, con un lenguaje muy potente (que no se muestra aquí) y que puede ser enriquecido por los desarrolladores para los etoys que crean. En nuestro caso, justamente lo que presentamos es un etoy para poder controlar la interfaz de robótica, enriqueciendo el lenguaje de los morphs con un conjunto de mensajes vinculados al encendido y apagado de bits, al testeo de condiciones, etc.

#### 4. Vinculación con el puerto paralelo

Dado que el control de la interfaz desde la PC se realiza con el puerto paralelo, se buscó algún desarrollo previo que permitiera la comunicación de Squeak con dicho puerto. Nuestro sistema operativo de trabajo es Windows, y fue necesario utilizar una dll que permitiera el acceso a bajo nivel de ese puerto. Para ello, tomamos el trabajo realizado por **Germán Viscuso** en el grupo SmallTalking<sup>ii</sup>. En las clases desarrolladas por Germán, se utiliza la librería **io.dll**, creada por **Geek Hideout**<sup>iii</sup>. Esta librería es de uso gratuito, y ofrece un conjunto de funciones vinculadas al acceso a nivel de bit y de palabra del puerto paralelo. **El trabajo de Germán fue crear una capa sobre este acceso a bajo nivel, ofreciendo la clase ParallelPort que brinda objetos transparentes para el acceso al puerto.**

#### 5. Clases y etoys desarrollados

Utilizando la clase mencionada en el punto anterior, se realizaron un conjunto de morphs que representan a las funcionalidades brindadas por la interfaz y objetos que podemos conectar a la misma. En primer lugar, desarrollamos la clase **ParallelPortExtendedMorph**.

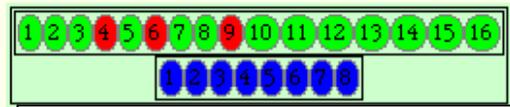


Figura 4 - Morph de la interfaz del puerto paralelo

Esta clase nos presenta un morph que representa al puerto paralelo, con la **posibilidad de activar o desactivar en forma independiente cada bit**. Como vemos en la Figura 4 - Morph de la interfaz del puerto paralelo, haciendo click en las elipses numeradas coloreadas de verde y rojo, podemos encender o apagar cada bit en forma independiente. **Por otra parte, en las elipses azules podemos ver el estado de los bits de entrada.**

Como etoy, se han agregado mensajes a su protocolo que nos permiten programar el comportamiento de los bits en forma independiente y testear tanto los bits de entrada como los de salida. En la Figura 5 - Algunos de las propiedades del etoy desarrollado, podemos ver las propiedades vinculadas a los 16 bits de salida, y las vinculadas a los 8 bits de entrada. De esta manera, podemos realizar en forma sencilla un programa como el que se muestra en Figura 6 - Ejemplo de guión usando las propiedades del etoy, donde el guión se ejecuta cada una determinada cantidad de segundos (se define en el reloj que está a la derecha de la palabra ejemplo), y según el estado del bit de entrada 1, enciende o apaga el bit de salida 5.

Figura 5 - Algunos de las propiedades del etoy desarrollado

Puerto paralelo bit6	← verdadero
Puerto paralelo bit7	← falso
Puerto paralelo bit8	← falso
Puerto paralelo bit9	← verdadero
Puerto paralelo entrada1	verdadero
Puerto paralelo entrada2	verdadero
Puerto paralelo entrada3	verdadero
Puerto paralelo entrada4	verdadero

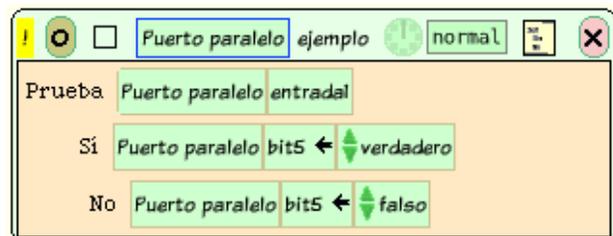


Figura 6 - Ejemplo de guión usando las propiedades del etoy

Por ejemplo, si quisiéramos conectar un motor paso a paso en los bits 1 a 4, simplemente el guión consiste en un test que determine el estado de cada bit de salida, y cuando encuentra uno encendido, enciende el siguiente y apaga el actual, salvo en el caso del bit 4, donde encendería el bit 1.

Para simplificar aún más el uso de la interfaz, se crearon tres etoys más. El primero de ellos es un etoy que representa a una lámpara (**LamparaMorph**), que al ser creada desde el menú del etoy de la interfaz (como se puede ver en la Figura 7 - Menú del etoy de la interfaz) con la opción “Dame una lámpara”, nos pregunta a qué bit se conecta. Dentro del protocolo de la lámpara se han agregado los mensajes **encender**, **apagar** e **invertir** y la propiedad del bit al cual se conecta. Al encender o apagar la lámpara, automáticamente se enciende o apaga el bit correspondiente de la interfaz que brindó la lámpara. De la misma manera tenemos un etoy **MotorMerloMorph**, representando un motor paso a paso, que al ser solicitado nos pregunta cuál es el bit inicial de los 4 que lo controlarán. El protocolo de este etoy contiene los mensajes **encender**, **apagar** e **invertir** y las propiedades **bitInicial** y **tiempo**, que representa el tiempo que debe pasar entre cambio de fases del motor. Por último, para poder realizar controles mediante tiempo, creamos un etoy **EtoyLedTimer** que representa un timer. Al mismo podemos resetearlo, y automáticamente realiza cuenta arriba por segundo hasta que se lo resetee nuevamente, comenzando otra vez. En todo momento le puedo solicitar cuántos segundos van desde el último reset. **Este etoy nos es útil para generar eventos relacionados con el paso del tiempo.**

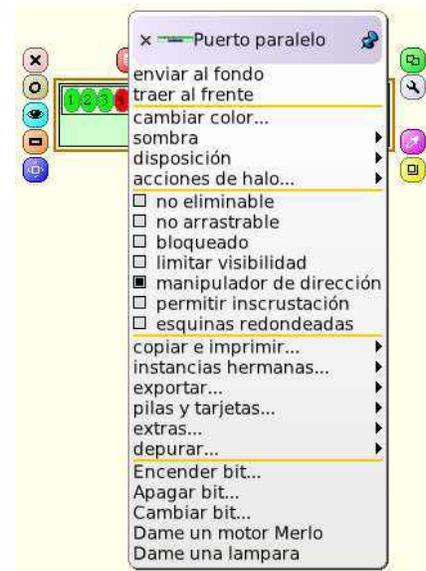


Figura 7 - Menú del etoy de la interfaz

## 7. Conclusiones y futuros trabajos

Este proyecto ha sido el primer paso de un proyecto más general vinculado al desarrollo de plataformas de software para la robótica educativa. Una de las razones de utilizar Squeak como plataforma, es su simpleza en el desarrollo para espacios de simulación, y porque es uno de los softwares fundamentales del proyecto OLPC (One laptop per child). Por lo tanto, queda como trabajo futuro la construcción de nuevos etoys que puedan ser vinculados a otros kits de robótica, como el Lego Mindstorms y el Nxt, el Lego Dacta, las interfaces que utiliza el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en sus colegios, y otras interfaces, generando finalmente un framework que unifique el modelo de trabajo de la robótica educativa en este y otros ambientes.

Particularmente en este trabajo, queda como tarea la generación de nuevos etoys que representen motores de continua con inversión, relés, etc. **Además, es necesario portar la capa de bajo nivel del io.dll para que funcione también en el sistema operativo Linux.**

## 8. Referencias

1. Squeak: Open Personal Computing and Multimedia, Prentice Hall, 2002.
2. B. J. Allen Conn y Kim Rose, “Powerful ideas in the Classroom”, Viewpoints Research Institute, 2003..
3. Diego Gómez Deck y José L. Redrejo Rodríguez, ”Squeak en España como parte del Proyecto LinEx”, 2003.

4. Stephan Ducasse, "Learning Programming in Squeak", Morgan Kaufman Publisher, 2003.
5. Jorge Fueyo Díaz y otros, "Manual de Squeak", versión digital en la red, 2004.
6. Fernando Fraga y Adriana Gewerc, "Una experiencia interdisciplinar en Ed. Primaria mediante el uso de Squeak", Universidad de Santiago de Compostela, 2004.
7. Ana Pizarro Galán y otros, "Un mundo para aprender", Editorial Editlin, 2005.
8. Diego Gómez Deck, "Programando con Smalltalk: un ambiente de objetos vivos", Editorial Editlin, 2006.
9. Gonzalo Zabala, "Squeak, el laboratorio infinito", Revista Novedades Educativas Edición 185, Editorial Novedades Educativas, Mayo 2006.

---

<sup>i</sup> 1997. Seymour Papert, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Conferencia: La Familia Conectada: educación y familia en la era de la Internet.

<sup>ii</sup> <http://www.smalltalking.net/>

<sup>iii</sup> <http://www.geekhideout.com/iodll.shtml>

# “E-LEARNING”

Sanz Cecilia, Madoz Cristina, Gorga Gladys, Zangara Alejandra, Gonzalez Alejandro, Ibáñez Eduardo, Ricci Guillermo, Iglesias Luciano, Martorelli Sabrina

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

{csanz, cmadoz, ggorga, alezan@elsitio.net, agonzalez, eibanez, gricci, li, smartorelli}@lidi.info.unlp.edu.ar

## CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Proyecto “Sistemas de Software Distribuidos. Aplicaciones en procesos industriales, E-government y E-learning”, del Instituto de Investigación en Informática LIDI acreditado por la UNLP y de proyectos específicos apoyados por la CIC y Telefónica.

## RESUMEN

Este subproyecto tiene como objetivo realizar investigación en áreas de Tecnología Informática aplicada a Educación, en particular abordará durante el año en curso aspectos relacionados con los siguientes temas:

- Calidad en Educación a Distancia en sistemas que incluyen la utilización de TICs. Analizar Métricas e Indicadores para medir calidad.
- Uso de herramientas tecnológicas para el trabajo colaborativo en propuestas mediadas por TICs. Herramientas open source, comerciales, posibilidades para WebINFO.
- Análisis y desarrollo de materiales educativos multimediales e hipermediales, teniendo en cuenta la inclusión de metáforas visuales y personajes. Evaluar la posibilidad de incorporar ambientes 3D para extender al desarrollo de laboratorios virtuales.
- Uso de la tecnología móvil integrada a entornos virtuales.
- Entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y posibilidades que se generan a partir de su utilización. Cabe aclarar que este tema viene siendo estudiado desde el inicio de este subproyecto.
- Experiencias de incorporación de tecnología informática en diferentes ámbitos educativos. Evaluación de su impacto.

**Palabras claves:** Entornos Web, E-learning, Calidad, Laboratorios remotos, Laboratorios virtuales.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. Pensamientos colectivos – Nuevos Escenarios Educativos

Las posibilidades que brindan las TICs dan el soporte para hablar hoy, al decir de Pierre Lévy, de una “inteligencia colectiva que permite pasar de un modelo cartesiano de pensamiento basado en la idea singular del cogito (yo pienso), para un colectivo o plural cogitamus (nosotros pensamos)”. Este concepto tiene importantes implicaciones, estamos hablando de un papel de la informática y de las técnicas de comunicación como favorecedora de la construcción de colectivos inteligentes en los que las potencialidades sociales y cognitivas de cada cual podrán desarrollarse y ampliarse mutuamente. Según este enfoque, el proyecto arquitectural mayor del siglo XXI será imaginar, construir y acondicionar el espacio interactivo y moviente del ciberespacio que colabore con el análisis de problemas, intercambio de conocimientos y toma de decisión colectiva<sup>1</sup>.

En este marco socio-cultural hemos visto un crecimiento de las ofertas de educación a distancia con uso de TICs. Hoy las universidades nacionales e internacionales, dan un paso adelante para poder abordar las necesidades de esta sociedad actual ofreciendo cursos de actualización, de postgrado, donde los profesionales pueden enriquecerse con las experiencias de los otros, y así poder formarse continuamente.

En ámbitos con características de modalidades presenciales, se ha incorporado el uso de las TICs, dando lugar a modalidades de “Extended y Blended Learning”. Así vemos como los alumnos de grado debaten en foros diversos temas y analizan problemas conjuntamente más allá del aula, en muchos casos se plantean actividades de trabajo

---

<sup>1</sup> Se ha extraído la mayor parte de este párrafo del texto “Inteligencia Colectiva” de Pierre Lévy. <http://inteligenciacolectiva.bvsalud.org>

colaborativo haciendo uso de diversas herramientas informáticas.

Nos encontramos frente a nuevos escenarios educativos, con elementos que han cobrado nuevo significado como la comunicación y los materiales de estudio.

### 1.2. Los materiales de estudio

En las modalidades presenciales, y especialmente en las no presenciales los materiales educativos han cobrado gran importancia en los procesos de enseñar y aprender.

Como menciona Marta Mena<sup>2</sup>: “nadie puede negar que en un sistema a distancia el rol de los materiales de ser portadores de contenidos es imprescindible. Se necesita un vehículo que desarrolle o presente los contenidos mostrando la particular visión que el programa tiene acerca de ellos. Es ésta una función necesario pero no suficiente”.

También se habla hoy de materiales multimediales e hipermediales que permiten atender a los diferentes estilos cognitivos de los alumnos, y complementan los tradicionales materiales impresos. Otro aspecto, que creemos de suma importancia en los procesos de aprendizaje es el uso de simuladores. Estos ofrecen al alumno la posibilidad de experimentar y descubrir determinadas relaciones y aspectos funcionales. También favorece el entendimiento de muchos temas de carácter abstracto, que suelen presentar dificultad. Además, el rol del alumno cambia frente a la utilización de este tipo de materiales educativos, donde adquiere un rol más activo. Los laboratorios virtuales han ayudado en este sentido y hoy podemos encontrar varias experiencias en el mundo de la enseñanza de la química, física, biología y otras ciencias que incorporan el uso de un laboratorio virtual.

### 1.3. La comunicación

Como mencionamos anteriormente otro componente del proceso educativo que se ha visto enriquecido por la incorporación de las TICs es el de la comunicación. Esto no significa que las TICs en sí mismas enriquezcan los procesos de comunicación, sino que buenas propuestas pueden aprovechar sus posibilidades para generar verdaderas redes de comunicación y construcción de conocimiento. Por esto, surge la necesidad de analizar buenas prácticas y metodologías que favorezcan los procesos de comunicación

---

<sup>2</sup> La Educación a Distancia en el Sector Público. Manual para la Elaboración de Proyectos. Marta MENA.

Establecer criterios y consignas adecuadas para fomentar el trabajo colaborativo.

Los dispositivos móviles también ofrecen posibilidades en este sentido y por ello estamos estudiando su integración a diferentes propuestas educativas.

### 1.4. Sobre el proyecto de E-learning

Hemos presentado hasta aquí algunos aspectos que resultan de interés y motivación para esta línea de investigación.

Desde hace ya varios años en el Instituto de Investigación en Informática (III-LIDI) se viene realizando investigación sobre las posibilidades que la tecnología informática y de comunicaciones brinda al ámbito educativo, analizando también su impacto y colaborando, en particular, en la incorporación de nuevas posibilidades para nuestra universidad y otras del país. Como todo proyecto que combina el conocimiento de diferentes disciplinas se ha buscado el asesoramiento y trabajo con expertos en áreas de Ciencias de la Educación, y de Ciencias de la Computación.

A continuación se mencionan las líneas de investigación y desarrollo vinculadas a este proyecto.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION / DESARROLLO

- Educación a distancia.
- Educación basada en WEB.
- Extended y Blended Learning.
- Uso de tecnología móvil en escenarios educativos (movil learning)
- Uso de software educativo para el tratamiento de temas específicos de diversas disciplinas.
- Impacto de incorporación de TICs en experiencias de Educación no presencial en articulación/grado/postgrado y actualización profesional.
- Ambientes y Entornos Virtuales para Educación a Distancia. Extensiones de los Entornos Virtuales orientados a las asignaturas experimentales
- Herramientas y entornos virtuales para el desarrollo de trabajo colaborativo.
- Calidad en Educación Superior y Educación a Distancia. Modelos
- Métricas de calidad para software educativo.
- Estándares para la gestión y desarrollo de material educativo.
- Laboratorios Virtuales.

- Laboratorios Remotos.
- Centro de Servicios Educativos centrado en portales WEB

### 3. RESULTADOS ESPERADOS/OBTENIDOS

A continuación mencionaremos los resultados esperados del proyecto y seguido los avances realizados en pos de alcanzar cada resultado.

- Implementar soluciones concretas para problemas de Educación a Distancia y Educación basada en la WEB, para diferentes niveles educativos. (Escuela Media, Articulación, Grado Universitario, Postgrado y Actualización Profesional).
  - ✓ Se elaboró una metodología de utilización del entorno virtual WebINFO (desarrollado en el Instituto) para el desarrollo de propuestas educativas.
  - ✓ Se realizaron experiencias de utilización de este entorno para diferentes niveles educativos, probando sus diferentes herramientas y posibilidades. Se evaluó cada una de las experiencias teniendo en cuenta la opinión de docentes y alumnos. Se cuenta con informes referidos a estas evaluaciones.
  - ✓ Se desarrolló una metodología para utilización de la herramienta de foro en el marco de cursos de postgrados. Se realizó una experiencia en el Seminario de Educación a Distancia de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada en Educación (presentada en CACIC 2006).
  - ✓ Se estudiaron temas vinculados al rol de tutor y su capacitación en el uso de herramientas tecnológicas. Se realizaron cursos en WebINFO para dicha capacitación.
  - ✓ Se estudiaron las posibilidades de incorporar tecnología móvil a las ya ofrecidas por los entornos virtuales en propuestas educativas de educación a distancia. Se desarrolló una experiencia de uso en el marco del Ingreso en modalidad a distancia de la Facultad de Informática de la UNLP. Se participó en el Proyecto “Integración de tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje”, directora: Dra. Cecilia Sanz, en el marco del Concurso de Proyectos de Investigación Aplicada en el Area de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Este proyecto conjunto de III LIDI –Fac. Informática UNLP y UTN

Avellaneda ha sido seleccionado por la CIC y Telefónica de Argentina- Mayo de 2006 -

- ✓ Se estudiaron temas referidos al desarrollo de materiales educativos hipermediales. En este marco, se analizaron herramientas que permitan generar materiales que respeten el estándar SCORM, entre ellas la herramienta es Exe Learning de código abierto y otras. Se dictó un curso referido a la producción de materiales educativos para el primer semestre de 2006 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco en el marco de un proyecto conjunto (Res. CAFI 198/05).
- Extender el ambiente WebINFO de modo de contemplar nuevas funcionalidades acorde a las necesidades del contexto.
  - ✓ Se estudiaron metodologías de desarrollo de aplicaciones Web que consideren el desarrollo con un modelo MVC (Model-view-controller), el cual surgió como una arquitectura de software que separa una aplicación en tres partes: el modelo de datos, la interfaz de usuario y la lógica de control, de forma tal que la modificación de una de las componentes tenga un mínimo impacto sobre las otras.
  - ✓ Se realizaron cambios en este entorno para que respete el modelo MVC. Se flexibilizó la navegación y su diseño. Estos desarrollos aún se encuentran en etapa de testeo
  - ✓ Se estudiaron temas referidos a usabilidad de entornos virtuales para poder evaluar la usabilidad de WebINFO y mejorarla.
  - ✓ Se desarrolló una herramienta de prueba en el área de Comunicación de un curso de WebINFO para poder enviar SMS a los alumnos que se requiera de acuerdo a las estrategias definidas por los docentes. La herramienta se utilizó en el marco de un curso de ingreso a Informática de la UNLP.
- Extender el ambiente Visual Da Vinci orientado al aprendizaje de algoritmos, de modo de trabajar temas de Concurrencia y Paralelismo.
  - ✓ Se hizo un estudio del ambiente Visual Da Vinci y se realizaron algunas mejoras en pos de ayudar al alumno en la construcción de algoritmos. Se desarrollaron una serie de páginas web de ayuda sobre el ambiente.
- Desarrollar contenidos de Laboratorios Virtuales orientados a temas de la Escuela Media e iniciales de la Universidad. Realizar

experiencias de manejo de instrumental remoto, vía un sitio WEB.

- ✓ Actualmente se está trabajando en estos temas
- Desarrollar metodologías y herramientas para Evaluaciones No Presenciales.
  - ✓ Se elaboró una metodología de construcción de evaluaciones en línea utilizando el EVEA desarrollado en el Instituto.
  - ✓ Se extendieron las posibilidades de algunas herramientas del área de evaluación de WebINFO (incorporación de consignas en una archivo, y carga de trabajos prácticos con control de fecha de entrega)
  - ✓ Se estudió bibliografía referida a las posibilidades de las Evaluaciones mediadas por las TICs.
  - ✓ Se realizaron experiencias piloto de utilización de las herramientas desarrolladas para evaluación en línea.
  - ✓ Se dictó una charla en el marco del Programa de Educación a Distancia de la UNLP referida a estas temáticas.
- Evaluar modelos de Entornos Virtuales para Enseñanza y Aprendizaje.
  - ✓ Se dirigió un trabajo sobre análisis de entornos virtuales utilizando el modelo de evaluación de Adell, de la Especialización en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Entregado y aprobado.
  - ✓ Se realiza un taller anualmente en el marco de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación sobre los entornos virtuales más utilizados por el ámbito académico, comparando sus funcionalidades. Se desarrolla material educativo sobre estos temas.
  - ✓ Se continúa trabajando con un EVEA de carácter experimental para analizar nuevas herramientas y posibilidades.
  - ✓ Se pretende abordar la estandarización del entorno WebINFO para que permita la incorporación de paquetes SCORM.
- Formar recursos humanos en los temas de Tecnología Informática aplicada en Educación. Este punto se detallará en la sección 4.

El III- LIDI participa en los siguientes Proyectos vinculados con la temática:

- “Integración de la tecnología móvil a los entornos virtuales de enseñanza y de aprendizaje” apoyado por la CIC. Se trata de un proyecto a desarrollar conjuntamente entre el III-LIDI y un equipo de trabajo de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Avellaneda
- “Laboratorio de Procesamiento Paralelo Multi-Cluster accesible vía WEB” subsidiado por la Facultad de Informática.
- “Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales”. A desarrollar en conjunto con la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Res. CAFI 198/05
- “Educación a distancia” de la UNLP (equipo multidisciplinario).

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Tres integrantes de esta línea de investigación están desarrollando su Tesis de Magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación.

Hay un becario de CIC y 2 Becarios alumnos del III-LIDI trabajando en el proyecto.

Se dirigen Tesis de Magister, Trabajos de Especialista y Tesinas de Licenciatura de la Facultad de Informática en temas relacionados con el Proyecto. A continuación se mencionan tesinas y trabajos de especialización y tesis de maestría dirigidas por este grupo de investigación

- Tesina de grado de la Lic. en Informática: “Ambientes de Educación a Distancia: herramientas de comunicación sincrónica coordinada”. Alumno: Guillermo Ricci. Propuesta presentada el 02/08/2004. Finalizada en diciembre de 2005. Aprobada con nota 9. Directora: Dra. Cecilia Sanz. Co-director: Ing. Armando De Giusti.
- Tesina de Grado: “LEPA – Lenguajes de Expresión de Problemas y Algoritmos para el aprendizaje de informática en niveles preuniversitarios”. Alumnos: Sandra Lucero – Villarreal. Directores: Gladys Gorga, Cristina Madoz.
- Tesis de maestría: “Diseño, desarrollo y evaluación de un software de Anatomía y Fisiología del Hipotálamo: una experiencia”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Propuesta entregada en 2004. Alumna: Hilda Sanchez. En

realización. Co-Dirección por parte de la Dra. Cecilia Sanz

- Tesis de maestría: “Análisis del entorno virtual de enseñanza y de aprendizaje SIAT en función de su usabilidad en el ámbito de la UNR. Comparación con otros entornos virtuales”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Presentada la Propuesta en 2005. Alumno: Ariel Ferreira. En realización. Directora: Dra. Cecilia Sanz
- Tesis de maestría: “Blended Learning. La importancia de la utilización de diferentes medios en el Proceso de Aprendizaje”. Maestría de Tecnología Informática Aplicada a Educación. Presentada y aprobada la Propuesta en 2006. Alumna: Eliana Virginia Pompeya Lopez. Dirección: Dra. Cecilia Sanz.

Desde el Programa de Educación a Distancia de la UNLP (del que forman parte algunos miembros de este proyecto) se ha organizado un plan de formación de docentes a partir del dictado de dos talleres (diseño y producción de materiales educativos, y formación de tutores) y unas jornadas referidas a evaluación, en particular evaluación on-line.

En el marco del Proyecto con la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, se dictó el curso en modalidad semipresencial: “Diseño y producción de materiales multimediales”. En el que participaron alrededor de 20 docentes de dicha universidad.

Colabora en este proyecto la pasante alumna Noelia Restelli.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Burbules, N y Callister, T (h). “Riesgos y promesas de las Nuevas Tecnologías de la Información”. Buenos Aires: GRANICA - Educación. 2001.
- [2] Cabero J. (Editor). “Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación”. Madrid. Editorial Síntesis. 2000.
- [3] Castells, M. “La era de la Información”. Volumen I. La sociedad en Red. Buenos Aires. 2000. Siglo XXI Editores.
- [4] Rosenberg, Marc. “E-learning. Estrategias para transmitir conocimiento en la era digital”. Colombia: Mc Graw Hill, 2001.

- [5] Brunner, José Joaquín, “Educación: escenarios de futuro. Nuevas Tecnologías y sociedad de la información.” PREAL, Santiago de Chile. 2000. Disponible en: <http://www.preal.org/16brunner.pdf>
- [6] Silvio J. “La virtualización de la Universidad: como podemos transformar la educación superior con la tecnología”. Ediciones IESALC/UNESCO. Caracas. 2000.
- [7] Bartolomé, A. “Innovaciones tecnológicas en la docencia universitaria”. Universidad de Barcelona. 2000.
- [8] Quéau, Philippe. “Lo Virtual. Virtudes y vértigos”, Barcelona, Paidós. 1995
- [9] Padula Perkins, Jorge Eduardo “Una introducción a la educación a distancia.” Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, 2005.
- [10] Abbey, Beverly (Editor). “Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education” London: Idea Group Publishing. 2000.
- [11] De Giusti A., Feierherd G., Depetris B. “TICs, Educación a Distancia y la enseñanza de asignaturas experimentales en Informática”. I Congreso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias. TICEC 05. La Plata, 29 de Septiembre del 2005. Publicado en CD Rom.
- [12] Sanz, C., Zangara, A., Gonzalez, A., Ibañez, E., De Giusti, A. “WebLIDI: Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje en la WEB”. Anales de IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata. Octubre 2003.
- [13] Dra. Cecilia Sanz, Lic. Alejandro Gonzalez, Lic. Alejandra Zangara, Eduardo Ibañez, Lic. Luciano Iglesias, Ing. Armando De Giusti. “A Virtual Learning Environment Development. Some experiences at the University of La Plata”. Journal of Computing and Information Technology. Universidad de Zagreb, Croatia. ISSN: 1330-1136. Volumen: 14 - Número: 2 - Páginas: 141 – 147 - Fecha: Junio de 2006
- [14] Sanz C., Gonzalez A., Ibañez E. WebInfo. Un entorno de aprendizaje virtual. Facultad de Informática. UNLP. 2004. <http://webinfo.info.unlp.edu.ar>
- [15] Guoping Jiang; Yingwu Chen. “Coordinate metrics and process model to manage software project risk”, Proceedings. 2004 IEEE International Volume 2, 18-21 Oct. 2004 Page(s): 865 - 869 Vol.2.Engineering Management Conference. 2004
- [16] Sanz Cecilia, Zangara Alejandra, Gonzalez Alejandro, De Giusti Armando. “El proceso de evaluación en el marco de propuestas de enseñanza mediada utilizando un entorno virtual de enseñanza y de aprendizaje. Experiencias en WebINFO.” I Congreso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias. TICEC 05. La Plata, 29 de Septiembre del 2005. Publicado en CD Rom.

[17] Madoz C., Gorga G. “Análisis y resultados del Impacto de las TIC’s en los procesos de enseñanza y aprendizaje de alumnos universitarios de nivel inicial.” EducaRed 2005. Bs. As.

[18] Madoz Cristina, Gorga Gladys, De Giusti Armando. “Análisis de la utilización de Web Based Learning en un primer curso de Algorítmica.” XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2005. Concordia - Entre Rios, Argentina. 17 de Octubre del 2005. Publicado en CD Rom.

[19] Madoz Cristina, Gorga Gladys, Russo Claudia. “Análisis del Impacto de las TIC’s en el proceso de aprendizaje de alumnos universitarios de nivel inicial de las carreras de Informática” I Congreso de Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias. TICEC 05. La Plata, 29 de Septiembre del 2005. Publicado en CD Rom.

[20] De Giusti , Madoz, Gorga. “Análisis del proceso de articulación para Alumnos de Informática, utilizando herramientas de Educación a Distancia”. TE&ET Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. La Plata. Argentina. Agosto 2006. Publicado en CD del Congreso. Páginas 30 - 39. Este artículo ha sido publicado en la Revista TE&ET Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Pág. 65. Número 1 Volumen 1. Diciembre 2006.

[21] Gonzalez, Madoz, Gorga. “Herramientas tecnológicas de Educación a Distancia en el proceso de articulación Escuela Media-Universidad: el caso de Informática”. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. San Luis. Argentina. Octubre de 2006. Publicado en CD del Congreso.

[22] Dillenbourg P. ed. “Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches”. Pergamon, Elsevier Science Ltd, Oxford, Amsterdam. 1999

[23] Roschelle, J., Rosas, R. & Nussbaum, M. (2005). “Towards a Design Framework for Mobile Computer-Supported Collaborative Learning. Computer Supported Collaborative Learning” Conference, Taiwan, Julio 2005.

[24] José Silvio “La virtualización de la Universidad. ¿Cómo transformar la Educación Superior con la Tecnología? UNESCO/IESALC. Caracas. 2000.

[25] Jesús Salinas “Redes y educación: Tendencias en educación flexible y a distancia”. Universitat Illes Balears. 1998.

[26] Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: visión y acción:  
[http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm#declaracion](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm#declaracion)

[27] Hanna, D. “Higher Education in an Era of Digital Competition: Emerging Organizational Models”. Journal of Asynchronous Learning Networks. Vol 2 (1) Marzo. 1998.

# Enriquecimiento de Textos en Español Mediante Generación Automática de Hipertexto

Mariano Felice<sup>1</sup>; Fernando R.A. Bordignon y Gabriel H. Tolosa  
marianofelice@yahoo.com; {bordi, tolosoft}@unlu.edu.ar

Universidad Nacional de Luján  
Departamento de Ciencias Básicas  
Laboratorio de Redes

## Resumen

Se presenta un proyecto actualmente en desarrollo cuyo objetivo es la creación de un modelo de enriquecimiento de textos basado en la integración de recursos disponibles en el espacio web. El modelo propuesto pretende transformar textos planos lineales en hipertextos que provean información y recursos multimedia sobre entidades reconocidas. Con esta aplicación los usuarios podrán transformar textos en hipertextos auto-explicativos que les posibilitarán una mayor comprensión y les ahorrarán realizar búsquedas individuales de información afín. La evolución al concepto de web 2.0 y la proliferación y popularización de buscadores alternativos, blogs, wikis, servicios de tagging, de *question/answering*, etc. resultan ideales para explotar de manera eficiente los recursos que provee Internet y utilizarlos estratégicamente en el enriquecimiento de texto.

**Palabras clave:** hipertexto, reconocimiento de entidades, enriquecimiento de texto, *content augmentation*.

## 1. Introducción

El hipertexto ha revolucionado la forma en que las personas leen un texto, haciéndolo mucho más ágil, interactivo y dinámico dado que brinda la posibilidad de navegar por su contenido de manera no lineal e incluso estar vinculado a otros recursos que lo complementan, por ejemplo mediante contenido multimedia. La existencia de los hipertextos presenta entonces un gran beneficio para los lectores ya que su lectura se ve facilitada además de enriquecida. Por tanto, la preferencia de hipertextos por sobre textos lineales se torna evidente y deseable aunque su disponibilidad está limitada por la creación explícita de sus autores humanos.

Si bien es fácil encontrar hipertextos sobre prácticamente cualquier tema en el espacio web, no siempre se hallan hipertextos que contengan texto o términos exactos deseados por el usuario, o quizás tampoco puedan hallarse hipertextos que contengan vínculos suficientes o interesantes. Por este motivo, sería deseable poder convertir textos particulares de los usuarios en hipertextos, enriqueciéndolos con una variedad de recursos. De esta manera se lograría obtener hipertextos personales automáticos que evitarían su creación manual o las tediosas búsquedas de recursos que complementen los textos leídos.

Los trabajos realizados hasta la actualidad en el área de generación automática de hipertexto han perseguido dos objetivos principales: la generación automática de hipervínculos para navegar la estructura de un documento (por ejemplo, creando índices o referencias cruzadas dentro del documento) y, por otro lado, la vinculación semántica de textos (o parte de ellos) dentro de una

---

1 Actualmente, se encuentra desarrollando su trabajo final de la Licenciatura en Sistemas de Información, UNLu.

colección finita y estática de documentos. Entre los trabajos más representativos orientados a la creación de hipervínculos estructurales se encuentra el pionero de Frisse [Frisse, 1988], que utilizó un manual de medicina para su experimento, y posteriormente otros proyectos como REXX [Leggett, 1988] y la conversión del Oxford English Dictionary [Raymond, 1988] en formato de hipertexto. Más adelante Fahmy [Fahmy, 1990] y Fuller [Fuller, 1993] realizaron tareas similares aprovechándose de lenguajes estructurados como SGML y XML.

Los desafíos más interesantes han radicado en la construcción de vínculos semánticos entre textos. Diversos autores han abordado este problema utilizando diferentes técnicas y aplicándolas a distintas tareas, tales como ayuda a la navegación, escritura de hipertexto, recuperación de información, etc. Uno de los primeros trabajos corresponde al sistema HieNet [Chang, 1993] que permitía crear hipertextos en forma manual y automática entre los documentos de una colección. Posteriormente, Smeaton et al [Smeaton, 1995] realizaron diversos experimentos mediante los cuales se intentaba vincular documentos de especificación de software de acuerdo al contenido que trataban y cuidando que la red de hipervínculos generada no sea compleja ni confusa. Quizás los aportes más importantes en este área se deban a Allan [Allan, 1995], quien proponía vincular párrafos de textos utilizando un modelo vectorial y asignarles un tipo de vínculo que explicaba la relación existente entre las partes relacionadas.

Entre las investigaciones posteriores más destacadas se encuentran las de Cleary et al [Cleary, 1996], quienes proponen varias técnicas de vinculación que requieren información provista por humanos, Green [Green, 1997], que introduce el concepto de *lexical chaining* para medir la similitud, Jones [Jones, 1998], que creó un sistema editor de hipertexto que sugería vínculos al usuario mientras escribía, y finalmente el trabajo de El-Beltagy et al [El-Beltagy, 2001], quienes crearon un middleware entre servidores web y los navegadores de los usuarios que agrega hipervínculos a términos clave de las páginas visitadas. Si bien este último trabajo es ligeramente similar a la propuesta expuesta en este documento, es aplicable sólo a páginas web y por tal motivo la información que requiere para su funcionamiento se basa en cuestiones esenciales de la navegación, como ser páginas previamente visitadas, URL favoritas, etc.

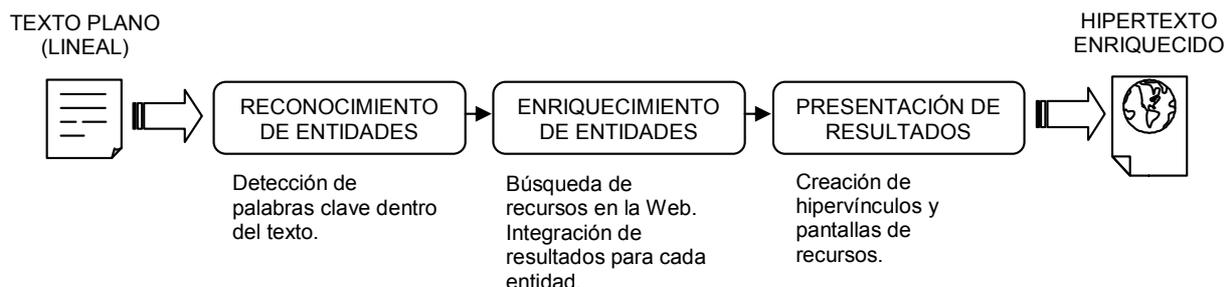
En este proyecto se propone un sistema que basará sus prestaciones en los diversos servicios de información existentes en la web, que en los últimos años han experimentado un gran aumento en su disponibilidad, diversidad, confiabilidad y funcionalidad. La evolución al concepto de web 2.0 y la proliferación y popularización de buscadores alternativos, blogs, wikis, servicios de tagging, de *question/answering*, etc. resultan ideales para explotar de manera eficiente los recursos que provee Internet y utilizarlos estratégicamente en el enriquecimiento de texto.

Este trabajo apuesta a ayudar a los estudiantes en la comprensión de textos escolares o informativos, informar a los lectores sobre términos, personajes o acontecimientos desconocidos presentes en artículos de actualidad, servir como buscador contextual compacto de recursos multimedia y actuar como herramienta informativa en otros contextos.

## 2. Propuesta y Objetivos

El objetivo principal es investigar, diseñar y desarrollar un modelo de aplicación que reciba un texto como entrada y genere una versión enriquecida en formato de hipertexto. El enriquecimiento propuesto consistirá en determinar palabras claves o elementos importantes dentro del texto y vincularlos con información adicional y/o recursos actualizados disponibles en la Web con el propósito de aumentar las capacidades informativas del texto original. Las palabras clave no son

aquellas que resumen el tema del texto ni lo representan sino términos que, al ser complementados con más información, ayudan a comprender mejor el texto o simplemente enriquecerlo. Esta conversión de textos resulta más beneficiosa si se aplica a textos informativos o explicativos, como pueden ser noticias, artículos de revistas, descripciones de personajes, textos históricos, reseñas, etc. Por tal motivo, el diseño de esta aplicación incluirá heurísticas o particularidades que apunten a maximizar el desempeño en este tipo de textos, aunque eso no excluye la posibilidad de que también resulte útil con otros.



Esquema del modelo de enriquecimiento de textos propuesto.

Los recursos que se utilizarán para el enriquecimiento serán tomados de la World Wide Web, dado que es la fuente de información digital más completa, variada y actualizada que existe en la actualidad. Además, la gran disponibilidad de recursos en la Web otorga al modelo tolerancia a fallos (al recurrir a otros recursos), completitud (dada la variedad de contenidos), actualización permanente y objetividad (al integrar contenidos de múltiples fuentes). Inicialmente, se apuntará a enriquecer un número limitado de entidades del texto de entrada, posiblemente lugares geográficos, organizaciones, nombres comerciales y personajes, aunque no se descarta la posibilidad de incluir nuevos reconocimientos en el futuro.

*Texto original*

**ENRIQUECIMIENTO**

Rechazó la Argentina ir a un acto recordatorio por Malvinas

El canciller Taiana afirmó que el encuentro fue planteado como una celebración de la victoria británica.

Rechazó la **Argentina** ir a un acto recordatorio por **Malvinas**.

El canciller **Taiana** afirmó que el encuentro fue planteado como una celebración de la victoria británica. No es una conmemoración de una fecha, sino una celebración de un hecho que genera dolor en el pueblo argentino.

**Pretoria** - La **Argentina** rechazó una invitación de **Gran Bretaña** para ir a un acto, con motivo de conmemorar la guerra por las **Islas Malvinas**.

**Malvinas**



**Nombre oficial:** Falkland Islands (Islas Malvinas)

**Capital:** Stanley

**Superficie:** 12,173 km²

**Población:** 2,967 (est. julio 2006)

**Idioma:** Inglés

**Moneda:** N/D

**PBI:** \$75 millones (est. 2002)

**Gobierno:** N/D

**Sitio oficial:** <http://www.falklands.gov.fk>

**Videos:** 1. <http://www.youtube.com/watch>

*Texto enriquecido*

### 3. Metodología y Problemas a Resolver

A partir de la propuesta del modelo de conversión de texto plano lineal en hipertexto mediante el enriquecimiento con hipervínculos se trabajará en las tres partes fundamentales, las cuales presentan desafíos particulares:

- Reconocimiento de Entidades:
  - Detectar las palabras clave a enriquecer. Para resolver esta cuestión será necesario investigar y adaptar técnicas de *Named Entity Recognition*. Entre las más útiles y significativas se encuentran trabajos como [Carreras, 2002], [Cucerzan, 1999], [Magnini, 2002], [Maynard, 2001], [Toral, 2005] y [Toral, 2006].
  - Efectuar una desambigüedad de los términos elegidos para evitar errores semánticos. Esto implicará, entre otras cosas, detectar contextos en varios niveles dentro del documento, posiblemente a nivel oración, párrafo y texto completo.
- Enriquecimiento de Entidades
  - Definir los tipos de recursos a vincular y las fuentes de donde se obtendrán, lo que implica identificar los servicios web a utilizar.
  - Obtener vínculos a recursos mediante la utilización de los servicios seleccionados en la etapa anterior. Para realizar este objetivo resultará necesario definir una estrategia de búsqueda, como ser la creación de *queries* automáticos, la búsqueda en listas u ontologías, la consulta de enciclopedias on-line, etc. Los trabajos de Janevski y Dimitrova [Janevski, 2002] y Dowman et al [Dowman, 2005] para el enriquecimiento de video son ejemplos interesantes de cómo puede lograrse tal extracción de información.
- Presentación de Resultados
  - Diseñar una interfaz apropiada para la presentación del hipertexto generado que facilite la lectura, la presentación de los recursos insertados y su navegación.

En todos los casos, resultará necesario integrar y adaptar técnicas del área de Recuperación de Información y de búsquedas en la web que permitan seleccionar en forma eficiente y apropiada los recursos que serán vinculados.

### 4. Avance del Proyecto

Como resultado del proyecto propuesto, se espera alcanzar las siguientes metas, algunas de las cuales ya han sido concretadas:

- Seleccionar o definir un método de reconocimiento de entidades para determinar los términos candidatos a ser enriquecidos dentro de los textos. (finalizado)
- Diseñar un modelo de enriquecimiento de textos capaz de integrar una variedad de recursos actualizados disponibles en la World Wide Web que provean información confiable. (finalizado)
- Planificar y definir una estrategia de combinación de recursos óptima cuyos resultados sean una selección de información y recursos complementarios a una entidad del texto (en desarrollo).
- Diseñar un modelo de presentación apropiada de los resultados, lo que implicará determinar la mejor cantidad de entidades a enriquecer, analizar las formas más adecuadas para

- presentar la información de enriquecimiento, facilitar la navegación del texto y los recursos integrados, etc. (en desarrollo).
- Implementar el modelo de enriquecimiento como un prototipo de aplicación de web (en desarrollo).
  - Realizar evaluaciones internas y externas del rendimiento y la utilidad de la aplicación desarrollada. (a realizar)

## 5. Referencias

- [Allan, 1995] Allan, J. Automatic Hypertext Construction. PhD thesis, Cornell University, 1995.
- [Carreras, 2002] Carreras, X.; Márquez, L. y Padró, L. Named Entity Recognition Using AdaBoost. En *Proceedings of the 2002 CoNLL Workshop*, 2002.
- [Chang, 1993] Chang, D. T. HieNet: A User-centered Approach for Automatic Link Generation. En *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Hypertext (Hypertext'93)*, ACM, 1993.
- [Cleary, 1996] Cleary, C; Bareiss, R. Practical Methods for Automatically Generating Typed Links, *Proceedings of the seventh ACM conference on Hypertext*, 1996.
- [Cucerzan, 1999] Cucerzan, S. y Yarowsky, D. Language Independent Named Entity Recognition Combining Morphological and Contextual Evidence. En *Proceedings of the 1999 Joint SIGDAT Conference on Empirical Methods in NLP and Very Large Corpora*, 1999.
- [Dowman, 2005] Dowman, M.; Tablan, V.; Cunningham, H. y Popov, B. Web-Assisted Annotation, Semantic Indexing and Search of Television and Radio News. *14th International World Wide Web Conference*, 2005.
- [El-Beltagy, 2001] El-Beltagy, S. R.; Hall, W.; DeRoure, D. y Carr, L. Linking in Context. En *Proceedings of the Twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia (Hypertext '01)*, 2001.
- [Fahmy, 1990] Fahmy, E. y Barnard, D. T. "Adding Hypertext Links to an Archive of Documents" en *The Canadian Journal of Information Science*, 1990.
- [Frisse, 1988] Frisse, M. E. Searching for Information in a Hypertext Medical Handbook. En *Communications of the ACM (CACM)*, 1988.
- [Fuller, 1993] Fuller M.; Mackie E.; Sacks-Davis, R. y Wilkinson R. Structured Answers for a Large Structured Document Collection. En *Proceedings of ACM SIGIR '93*, 1993.
- [Green, 1997] Green, S. Automatically Generating Hypertext by Computing Semantic Similarity. PhD thesis, University of Toronto, 1997.
- [Janevski, 2002] Janevski, A. y Dimitrova, N. Web Information Extraction for Content Augmentation. En *Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo*, 2002.
- [Jones, 1998] Jones, S. Link as you Type: Using Key Phrases for Automated Dynamic Link Generation. Working Paper 98/16, University of Waikato, New Zealand, 1998.

[Leggett, 1988] Leggett, J. J.; Nunn, D.; Boyle, C. y Hicks, D. The REXX Project: A Case Study of Automatic Hypertext Construction. Hypermedia Research Lab, Dept. of Computer Science, Texas A&M University Technical Report TAMU 88-021, 1988.

[Magnini, 2002] Magnini, B.; Negri, M.; Prevete, R. y Tanev, H. A WordNet-Based Approach to Named-Entites Recognition. En *Proceedings of SemaNet02, COLING Workshop on Building and Using Semantic Networks*, 2002.

[Maynard, 2001] Maynard, D.; Tablan, V.; Ursu, C.; Cunningham, H. y Wilks, Y. Named Entity Recognition from Diverse Text Types. En *Recent Advances in Natural Language Processing 2001 Conference*, 2001.

[Raymond, 1988] Raymond, D. R. y Tompa, F. W. Hypertext and the Oxford English Dictionary. *Communications of the ACM*, 1988.

[Smeaton, 1995] Smeaton, A. F.; Morrissey, P. J. Experiments on the Automatic Construction of Hypertexts from Texts. En *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 1995.

[Toral, 2005] Toral, A. DRAMNERI: A Free Knowledge Based Tool to Named Entity Recognition. En *Proceedings of the 1st Free Software Technologies Conference*, 2005.

[Toral, 2006] Toral, A. y Muñoz, R. A Proposal to Automatically Build and Maintain Gazetteers for Named Entity Recognition by Using Wikipedia. En *Workshop on New Text, 11th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics*, 2006.

## **Entorno virtual Educativo para cursos de EaD**

**Mg. Lic Marta Isabel Dans** [mdans@cpsarg.com](mailto:mdans@cpsarg.com)  
**Prof. Esp. Ana María Gómez** [anagomez@arnet.com.ar](mailto:anagomez@arnet.com.ar)  
*Facultad de Ciencias Económicas. UNPSJB (Sede Trelew)*  
*San Martín 420 – Trelew (CH) – CP 9100*

### **Introducción**

El proyecto actual denominado “Entorno virtual Educativo para cursos de EaD” forma parte del programa “Innovación Educativa en la Facultad de Ciencias Económicas”. Los objetivos que se prevén alcanzar son:

- a) definir la plataforma virtual para los cursos de educación a distancia que se ajuste a las necesidades de la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la UNPSJB.
- b) continuar con la aplicación de las distintas metodologías generadas en proyectos anteriores para creación de materiales didácticos a ser usados en los cursos presenciales y a distancia.

En él se desarrollarán estrategias de diseño para ampliar las prestaciones de la plataforma de educación a distancia, y se continúa con la experimentación en el uso y desarrollo de aplicaciones informática para las cuales se desarrollaron modelos de diseño que asisten a los docentes en la construcción de aplicaciones, que pretenden la incorporación de las herramientas informáticas, de comunicación y otras tecnologías que fueran necesarias tanto en los cursos de EaD (Educación a Distancia) como en los cursos de modalidad presencial.

Las herramientas informáticas aportan una apreciable ayuda en el almacenamiento, racionalización y comprensión de la información. Estas herramientas están instaladas en el campo de la educación.

Este es el quinto proyecto que continúa en la línea de investigación en el campo de informática educativa, en el marco de la Facultad de Ciencias Económicas UNPSJB; e incentivado por la Secretaría de Ciencia y Técnica dependiente del Ministerio de Cultura y Educación.

Se continuará con el crecimiento en las áreas ya experimentadas, y extender las prestaciones actuales de la plataforma virtual de los cursos a distancia, utilizando software libre disponible en el mercado a tal efecto.

La incorporación de las extensiones a la plataforma actual se acompañará con la capacitación de los docentes afectados por los mismos.

### **Motivaciones para la selección del medio maestro como virtual**

Los desarrollos tecnológicos de información y comunicación permiten hoy contar con un “medio virtual”, como medio maestro para cursos de EaD, utilizando el servicio Web que ofrece Internet.

Seleccionar esta plataforma virtual no solo nos permite soportar los materiales sino también muchos otros aspectos fundamentales en EaD. Como por ejemplo, poner a disposición de los tutores los distintos servicios que ofrece Internet para mejorar la comunicación docente – alumno durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los servicios adicionales que brindó nuestro medio maestro virtual en su primera etapa fueron: sala de chat, lista de correo, foros de discusión y cuentas de correo, estas últimas para los tutores y los coordinadores de tutores.

En función de los objetivos del actual proyecto, del conocimiento de distintos software libres que existen en el mercado, que permite la definición de plataformas virtuales para cursos de educación a distancia. Trabajamos en la adaptación de los mismos, a las necesidades de nuestro entorno, con el propósito que resulte especialmente enriquecedor para estos cursos.

En los anteriores proyectos se desarrollaron: un modelo de diseño para desarrollo de software multimedial, se implementó el sitio Web de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNP, se incorporaron los servicios de Internet de WWW y foros de discusión para materias con profesores viajeros y profesores locales.

Se comprobó que tales innovaciones mejoraron la calidad en cuanto a la comunicación docente - alumno durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, y en cuanto a la retención de estudiantes en el sistema.

Además de mantener el crecimiento en las áreas ya experimentadas, aquí se propone investigar las herramientas disponibles para poner al servicio del entorno virtual de los cursos de educación a distancia.

### **Avances logrados**

La Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB, aplicó como prueba piloto de su proyecto de educación a distancia dos cursos, Matemática Preuniversitaria y Procesamiento de Datos. Los mismos se desarrollaron durante el año 2004. Además quedaron elaborados otros dos cursos; Introducción a la Filosofía y ¿Para qué sirve la Contabilidad?, que por el momento no se han implementado.

El medio maestro virtual de los cursos de educación a distancia está soportado en el Hosting que posee la Facultad, con la empresa WaveNet que reside en la ciudad de Buenos Aires. Los servicios con que contaron estos cursos fueron: páginas Web con posibilidad de protección de páginas, cuentas de correo, listas de correo, salas de chat y grupos de noticias. Cada curso solicitó los que consideró oportuno.

Los actores identificados en esta experiencia fueron: redactores de contenidos, tutores, alumnos y coordinador de tutores. La unidad ejecutora diseñó las encuestas para los actores intervinientes; en el caso de los coordinadores de tutores se realizaron entrevistas por ser sólo dos personas. Se procesaron y analizaron las encuestas. Esta información se tuvo en cuenta para analizar las características de la plataforma a seleccionar.

Entre las principales carencias detectadas por los redactores de contenidos, mencionamos especialmente las relativas a Matemática Preuniversitaria. Se presentaron inconvenientes con el uso de tipografía específica; se probó con distintas aplicaciones que convierten los archivos a pdf hasta solucionar el problema.

### **Criterios para la selección de la plataforma virtual**

En base a la recomendación ISO/IEC 9126 se consideraron las perspectivas siguientes para la selección de la plataforma de desarrollo:

Requisitos funcionales: se identifican mediante un cuestionario sobre las características de acceso y seguridad así como la implementación de permisos, didáctica, tests y evaluación, autoría, monitorización del curso, comunicación y administración.

Mantenibilidad: La calidad se ve también afectada por características no funcionales del sistema de entorno virtual. Este tiene que poder soportar cambios futuros y esta capacidad se ve afectada por aspectos distintos: la arquitectura del sistema, la conformidad a los estándares y la documentación.

Facilidad de uso: es significativa a la hora de elegir un sistema de e-learn. Este debería ser fácil de usar para toda la gente involucrada: tutores, administradores y alumnos. Todos ellos necesitarán algún tipo de formación sobre el sistema antes de usarlo. El sistema debe ser igualmente de fácil navegación.

Calidad del soporte: es de gran importancia, dado que los productos de software libre no tienen garantía. El soporte disponible, tanto si es de índole comercial o no, se evalúa desde el punto de vista de la operabilidad diaria y en los momentos críticos de problemas.

Costos total: Hay aspectos de calidad que surgen de la licencia de software libre del sistema. Si el desarrollador pierde el entusiasmo o la financiación, el proyecto de desarrollo puede fracasar o disminuir su rendimiento.

La organización que emplee este software puede verse enfrentada a serios problemas. Puede ser que tenga que cambiar de sistema sobre medio maestro virtual, lo que ocasionará costos.

En este apartado también se estudia la comunidad de usuarios ya que es una clave de garantía respecto a la evolución, vitalidad y supervivencia del proyecto.

Otro aspecto importante a considerar es el costo inicial y operativo del sistema, en términos de hardware necesario, software y dedicación humana.

Se analizaron tres plataformas de software libres, Claroline, Dokeos y Moodle. Se seleccionó éste último. Otras entidades conocidas arribaron a la misma conclusión como la Universidad del Comahue. El Ministerio de Educación de la Provincia de Chubut, lo está analizando, actualmente usa Claroline. Además fue ampliamente recomendado por el Dr. Luis Corrales Barrios de la Universidad de Camagüey, CUBA.

Es importante destacar el entusiasmo de los docentes involucrados por el interés demostrado en la incorporación de las tecnologías en sus cátedras, reconociendo así el aporte que realizan las mismas a la situación de enseñanza aprendizaje.

La Unidad Ejecutora, analizó y probó la plataforma creando distintos cursos de prueba, tanto en forma local como remota. Quedando muy satisfecha de las facilidades que brinda esta plataforma para implementar actividades tanto on line como off line.

La Unidad Ejecutora, integrada por profesores de distintas disciplinas, matemática, estadística, filosofía, geografía y análisis de sistemas, consideraron oportuno crear aulas virtuales para aprovechar las facilidades que ésta ofrece, proponiendo nuevas actividades o reformulando las existentes utilizando los nuevos medios de comunicación.

### **Experiencias de aplicación**

Se implementaron sobre la nueva plataforma dos aulas virtuales uno para la cátedra de Análisis de Sistema I de la sede Trelew y el otro para Análisis de Sistemas I de la delegación Ushuaia. Según manifestaciones verbales, tanto los docentes como los alumnos quedaron muy satisfechos con el uso del nuevo entorno.

En la plataforma anterior, que este proyecto tiene como objeto superar, una de las deficiencias fue la alta dependencia del personal informático especializado para crear los cursos y poner a su disposición los recursos como listas de correo, salas de chat, páginas Web, etc. Con la nueva plataforma se ven solucionados estos inconvenientes, tanto los redactores de contenido como los tutores adquieren independencia en cuanto a la gestión del aula virtual.

Es necesario planificar la capacitación de la gestión de los cursos, que si bien no es compleja requiere de un aprendizaje, que puede estructurarse en distintos niveles. Es posible adquirir manejo en forma incremental, y no es necesario para que un profesor comience a utilizar la plataforma que domine todos sus aspectos.

## **Conclusiones.**

La implementación de aulas virtuales tanto en cursos de EaD como presenciales, sin duda enriquecen la comunicación y propician la profundización durante la cursada de la materia de los conceptos abordados en el aula virtual, a través de las distintas actividades que permite implementar la plataforma.

La totalidad de los actores involucrados manifiestan su conformidad con la incorporación de esta herramienta.

Cada vez son más los profesores que se animan a incursionar con las nuevas tecnologías en sus cursos. Los docentes que se desempeñan como profesores viajeros solicitan asesoramiento para incorporar esta herramienta, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

A pesar del impacto inicial, la interfaz de Moodle es amigable y no se requiere de mucho tiempo de capacitación para incorporarla en el uso. Permite la escalabilidad del mismo es decir el docente puede ir incorporando facilidades que brinda la plataforma a medida que las va dominando.

## **Bibliografía**

- Alonso García, Catalina M. y Gallego Gil, Domingo J (1993) “Medios Audiovisuales y recursos Didácticos en el nuevo enfoque de la Educación”, CECE.
- Alonso, A. & Gallego, D. Editores (1997) Multimedia UNED Madrid
- Asinsten, Juan Carlos (1999) “Comunicación Visual y tecnología de gráficos en proyectos multimedia”, Horizonte Educativa.
- Asinsten, Juan Carlos (1999) “El sonido en la publicación multimedia”, Horizonte Educativa.
- Asinsten, Juan Carlos (1999) “El texto en la comunicación multimedia”, Horizonte Educativa.
- Asinsten, Juan Carlos (2000) “Multimedia diseño avanzado”, Horizonte Educativa
- Asinsten, Juan Carlos (2000) “Proyectos Multimedia de la idea inicial al guión final”, Horizonte Educativa
- Asinsten, Juan Carlos, (2000) “Animación y Video, El movimiento en la comunicación multimedia”, Horizonte Educativa
- Bethoney, H.(1999) Anytime /Anyplace learning. Shoot-Out puts Web-based learning management systems to the test (PC Week Labs 15 Nov 1999)
- Bonk, C.J. & Dennen, V. (1999) Learner issues with WWW-based systems
- Cabero, J. (1990) “Análisis de Medios de Enseñanza, Alfar.
- Candy, P.C. & Crebert, R.G. (1990), Teaching now for learning later: The transfer of learning skills from the academy to the workplace

- Castañeda, M. (1980) “Los medios de Comunicación Educativa” Trillas
- Douglas E. Comer (1997) “Redes de Computadoras”, Internet e Interredes, PHH
- Eggleston, C. (1997) Collaborative Technologies – Overview of the State of the Art
- Gallego Gil Domingo J., Alonso García Catalina M., (2000) “Tecnología y Educación” UNED
- Gallego Gil, Domingo J., Alonso García, Catalina M., y otro (1999) “Multimedia en la Web”, UNED.
- Gallego Gil, Domingo J., Alonso García, Catalina M., y otros (2000) “Metodología del Ordenador como recurso didáctico”, UNED.
- Gallego Gil, Domingo J., Alonso García, Catalina M., y otros (2000) “Multimedia”, UNED.
- Gallego Gil, Domingo J., Alonso García, Catalina M. y otros (2000) “Fundamentos del Aprendizaje”, UNED.
- García, Eduardo (2000) “Redes Globales: Internet”, UNED.
- Grau, Jorge (1995) “Tecnología y educación”, FUNDEC.
- Grau, Jorge y Marabotto, María I. (1995) “Multimedios y educación” FUNDEC.
- Muñoz, Miguel Angel (2001) “Nuevos Entornos y posibilidades telemáticas en educación” UNED.

## **Experiencias de intervenciones docentes en espacios virtuales**

*Beatriz Depetris (depetrisb@speedy.com.ar),  
Guillermo Feierherd (feierherdge@speedy.com.ar),  
Grupo de Investigación en Tecnología Informática Aplicada (GITIA)  
Facultad de Ingeniería. UNPSJB (Sede Ushuaia)  
Darwin y Canga – Ushuaia (TF) – CP 9410*

y

*Armando De Giusti (degiusti@lidi.info.unlp.edu.ar)  
Cecilia Sanz (csanz@lidi.info.unlp.edu.ar)  
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III LIDI)  
Facultad de Informática. UNLP  
50 y 115 – 1er Piso - La Plata (BA) – CP 1900*

### **RESUMEN**

En esta línea de investigación se continúa trabajando en la aplicación de TICs en educación, buscando resolver, mediante las capacidades transformadoras de estas tecnologías, problemas para los cuáles los mecanismos clásicos del aula convencional no permiten soluciones eficientes.

Esta búsqueda de soluciones implica la necesidad de redefinir los procesos de enseñanza y de aprendizaje a fin de dar cuenta, entre otros aspectos, de las nuevas formas de mediación que surgen del uso de las TICs.

Las actividades desarrolladas con anterioridad incluían estudios y trabajos experimentales relacionados con la transformación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el ámbito universitario. No obstante, las experiencias llevadas a cabo estaban centradas en la disciplina informática. En esta nueva etapa se trabaja en la extensión de los ensayos a otras disciplinas, al ámbito laboral y al ciudadano en general. Como parte de las tareas se han analizado las dificultades encontradas al intentar incorporar las nuevas tecnologías en los ámbitos mencionados, tanto desde la resistencia institucional y docente a la hora de implementar propuestas que involucren la incorporación de las TICs como elementos mediadores en los procesos educativos, como desde los condicionantes económicos, curriculares e institucionales que surgen a partir de estas incorporaciones. Del análisis ha resultado que la capacitación de los docentes, responsables de definir y aplicar los nuevos procesos, constituye un requisito prioritario.

### **1. INTRODUCCIÓN**

En esta era –centrada en el conocimiento– resulta fundamental el rol que desempeñan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). La transformación que están produciendo en nuestros modos de hacer –aún las actividades más cotidianas– y la magnitud en que han potenciado nuestras capacidades, las han convertido en un elemento indispensable para individuos y sociedades.

Pese a ello es frecuente observar que los procesos de enseñanza y de aprendizaje (fuertemente ligados al conocimiento que caracteriza esta era histórica) no han terminado de asimilar el impacto del cambio tecnológico y parecen estar retrasados en la incorporación sistemática y metodológicamente validada de estas tecnologías.

Por otra parte, es una realidad que las formas de enseñar tradicionales, responsables –al menos en parte– de una forma de aprender, producen altos índices de fracaso y niveles de

aprendizaje que resultan insatisfactorios, independientemente del nivel educativo en el que nos situemos. Prueba fehaciente de ello son los indicadores de deserción que se registran desde hace varios años en el sistema educativo en general, así como los que muestran el pobre nivel de aprendizaje alcanzado por los alumnos.

Las experiencias realizadas durante la ejecución de proyectos de investigación que hemos llevado a cabo anteriormente, nos han demostrado que la introducción de TICs en forma apropiada y crítica (por ejemplo, para enriquecer los procesos comunicacionales, actividades de trabajo colaborativo, reflexión compartida, etc.) en los procesos educativos permite obtener aprendizajes más efectivos y mejoran la adquisición de capacidades específicas por los alumnos universitarios. Adicionalmente, los educandos obtienen algunas competencias indispensables para el aprendizaje continuo, las que les resultarán útiles para su futuro desempeño y actualización profesional.

No obstante, si bien es cierto que las TICs permiten mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, lo es también que su aplicación plantea nuevos problemas. Entre otros se pueden mencionar las diferencias en los niveles de alfabetización informática de los individuos que las utilizan, la diversidad en la capacidad de los recursos tecnológicos de que disponen tanto las instituciones como los alumnos y las dificultades particulares que surgen al aplicarlas en materias experimentales, demandantes de una elevada interacción personal entre el docente y el alumno.

El primero de los problemas mencionados (la diferencia en los niveles de alfabetización), prácticamente inexistente cuando las experiencias eran llevadas a cabo en asignaturas universitarias de la disciplina informática, surge con claridad cuando se intenta avanzar con las experiencias fuera de dicho campo disciplinar.

Hasta el momento, las actividades del proyecto han permitido detectar este problema entre los docentes responsables de conducir las experiencias. Entre estos, el desconocimiento de las posibilidades de las herramientas ha resultado ser superior al esperado. Igualmente lo han sido las dificultades para un uso adecuado, incluso de los programas más elementales (por ejemplo, un producto para preparar presentaciones).

Estas conclusiones permiten suponer que, sin una preparación del profesorado que les permita ver con claridad las posibilidades de las TICs y lo prepare para utilizarlas, es imposible realizar la revolución pedagógica que, según el Dr. Coraggio, le debe corresponder en el campo educativo a la revolución tecnológica en la que estamos inmersos.

Por ello esta primera etapa del proyecto ha estado dedicada exclusivamente a la capacitación de los docentes, procurando que fueran capaces de:

- conocer y entender las posibilidades de las TICs y sus aplicaciones
- revisar los modos de enseñar y aprender en entornos virtuales y entender que ocurre con los procesos de construcción del conocimiento cuando se encuentra mediados tecnológicamente
- utilizar algunas herramientas para la construcción de materiales educativos multimediales

## **2. LINEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Los proyectos de investigación (concluidos o en ejecución) en los que el grupo ha intervenido han atendido cuestiones vinculadas principalmente a las siguientes líneas:

- Las TICs y sus aplicaciones en educación
- Entornos de aprendizaje virtuales
- Enseñanza y aprendizaje centrados en la Web
- Realidad virtual y sus aplicaciones en educación
- Laboratorios virtuales
- Software de simulación para el aprendizaje semipresencial y a distancia

- Transformación de cursos presenciales en semipresenciales y a distancia
- Desarrollo de entornos “a medida” para núcleos de alumnos con perfiles determinados
- Concreción de experiencias piloto con alumnos de informática y otras disciplinas para aplicar las metodologías estudiadas/desarrolladas, así como también el software desarrollado.
- Concreción de experiencias piloto en el ámbito laboral y profesional para aplicar las metodologías estudiadas/desarrolladas, así como también el software desarrollado.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Durante el último año se han llevado a cabo cursos de capacitación, destinados a docentes de distintas disciplinas. Muchos de ellos serán, en las etapas siguientes del proyecto, los responsables de implementar las experiencias en distintos ámbitos.

El primero de los cursos (Educación a Distancia) fue dictado en forma presencial por docentes locales que replicaron el que oportunamente se dictara en modalidad semipresencial por profesores radicados en la ciudad de La Plata. Estos últimos asesoraron durante la realización del curso que, pese a las frecuentes instancias presenciales, exigió que los participantes hicieran uso de la plataforma de educación a distancia Webinfo. Esta plataforma se utilizó con fines de comunicación y recuperación de materiales, por un lado, y como herramienta del trabajo final, ya que para la aprobación del seminario debieron desarrollar e implementar un curso específico sobre ella. El trabajo estuvo fundado tanto desde los aspectos pedagógicos como tecnológicos.

Finalizada esta instancia se llevó a cabo un curso de Diseño y Producción de Materiales Educativos. Los responsables del mismo fueron profesores de la Facultad de Informática de la UNLP –algunos participantes de este proyecto–, por lo que nuevamente debió recurrirse a la modalidad semipresencial. Durante el curso hubo tres instancias presenciales intensivas. Entre las mismas se trabajó a distancia utilizando la plataforma Webinfo. Las instancias presenciales –y el trabajo a distancia luego de cada una– contemplaron tanto el uso de distintas herramientas como aspectos vinculados a la aplicación pedagógica de las mismas.

Para aprobar este curso los participantes prepararon –al menos parcialmente– los materiales para un proyecto de intervención docente. El material se elaboró utilizando las herramientas aprendidas durante el curso (u otras equivalentes) y debía dar respuesta a una necesidad educativa y estar fundado pedagógicamente. La calidad de los materiales y la pertinencia de la propuesta fueron los aspectos evaluados.

Los trabajos se realizaron en equipos constituidos por dos o a lo sumo tres participantes. Los grupos se conformaron –dentro de las limitaciones impuestas por los perfiles y características de los asistentes– intentando que en cada uno existieran integrantes que dominaran distintos aspectos del problema: la disciplina que sería objeto de la enseñanza y el aprendizaje, la pedagogía y las herramientas.

Los resultados fueron sumamente satisfactorios. Los trabajos realizados por los asistentes, que en algunos casos constituyen el embrión de las experiencias previstas en el proyecto, han abarcado lo siguientes ámbitos:

- a) Cátedras Universitarias
  - a. Procesamiento de Datos de la Facultad de Ciencias Económicas
  - b. Introducción al Turismo de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales
  - c. Introducción a la Computación de la Facultad de Ingeniería
  - d. Biología para la carrera de Turismo de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales
- b) Cátedras de nivel medio
  - a. Dibujo en el Instituto Polivalente de Arte
- c) Capacitación laboral

- a. Material de soporte para el proceso de migración a software libre en los puestos de trabajo de la Municipalidad de Ushuaia

Sintetizando lo realizado hasta el momento pueden mencionarse los siguientes hechos:

- Se ha brindado la capacitación necesaria para que docentes de distintas disciplinas y niveles de enseñanza lleven a cabo procesos educativos mediados por TICs, tanto en el ámbito presencial como a distancia.
- Se han realizado experiencias de complementación de cursos universitarios y preuniversitarios de informática que actualmente se dictan con distintas variantes de la modalidad presencial (pura, profesores visitantes, tutores), recurriendo a herramientas y metodologías basadas en las TICs.
- Tanto las acciones de capacitación como las experiencias llevadas a cabo, aún cuando estas últimas se hayan limitado al ámbito de cátedras universitarias de informática, repercuten significativamente en el medio habida cuenta de la condición de *región aislada* que caracteriza a la ciudad de Ushuaia.
- Se ha consolidado el grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería Sede Ushuaia y de la Facultad de Informática de la UNLP que viene trabajando conjuntamente en estos temas y se lo ha ampliado con docentes de otras disciplinas.
- Se ha continuado indagando sobre las barreras que encuentran alumnos, docentes e instituciones para la introducción masiva de TICs y, particularmente, mecanismos de educación a distancia.
- En función de las características de las experiencias llevadas a cabo se han analizado algunos de los elementos que deben considerarse al momento de utilizar un entorno virtual para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de materias experimentales.

Las actividades previstas contemplan:

- Continuar la capacitación de docentes (de distintas disciplinas) en el diseño de materiales educativos utilizando herramientas informáticas, poniendo énfasis en las necesidades educativas y los requisitos pedagógicos y tecnológicos que deben contemplar los mismos.
- La realización de una experiencia en el ámbito de la Sede Ushuaia de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. La misma abarcará una cátedra presencial correspondiente a la Licenciatura en Turismo.
- La realización de experiencias en el ámbito de la Sede Ushuaia de la Facultad de Ciencias Económicas. La misma se realizará en la cátedra *Procesamiento de Datos* (correspondiente al primer año de la carrera de Contador Público) y se vinculará a la introducción de software libre como soporte para el dictado de la misma.
- La realización de experiencias en el ámbito laboral, particularmente en la Municipalidad de Ushuaia.
- La realización de una experiencia de uso público para la preparación del ciudadano en el uso de algunos mecanismos de E-government, particularmente el de voto electrónico, utilizado en las elecciones municipales de la ciudad de Ushuaia y cuya aplicación se contempla extender a toda la Provincia de Tierra del Fuego.
- El análisis de las experiencias previstas, orientado, entre otros aspectos, a establecer un conjunto de sugerencias de mejoras a los entornos utilizados.
- El análisis de las experiencias realizadas con materias experimentales a fin de establecer las limitaciones (y eventuales sugerencias de mejora) de los laboratorios virtuales y demás mecanismos utilizados para la experimentación práctica de los conceptos teóricos.

#### 4. CONCLUSIONES

El proyecto permitirá la consolidación y ampliación del grupo de I/D que se formara con los proyectos anteriores (“*Evaluación y desarrollo de herramientas multimediales para análisis de competencias y aplicación de una metodología didáctica para mejorar el aprendizaje inicial en Informática*”, y “*Metodologías y herramientas para la educación no presencial utilizando tecnología multimedial*”), oportunamente avalados por la UNPSJB.

Así, este grupo de I/D de la Sede Ushuaia, originalmente centrado en la Facultad de Ingeniería y ahora ampliado a las otras Facultades con actividad académica en la Sede, se habrá constituido en un núcleo inicial de formación de recursos humanos, que podrá brindar capacitación y asesoramiento ante requerimientos específicos en procesos educativos y de formación en general, en los que se deseen incluir las TICs como elementos mediadores.

Por último se ha despertado la inquietud en un número importante de docentes de la Sede Ushuaia, referido a una urgente necesidad de conocimiento y utilidades de las TICs en los procesos educativos, lo que seguramente nos llevará a la replicación de los cursos ya impartidos, así como a la generación de otros nuevos. Pensamos que este factor multiplicador permitirá, en un tiempo no muy lejano, que algunas de las transformaciones educativas que la sociedad requiere lleguen a las aulas, modificando los actuales procesos de enseñanza y de aprendizaje.

#### BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, P.; “La función tutorial en la Universidad; Madrid: EOS (2002)

Arnaiz P., Roart J.; “La tutoría: de la reflexión a la práctica”; Ediciones Universidad de Barcelona; Barcelo (1999)

Bork, M.; “Virtual Calsroom Pedagogy”; Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education; Houston, Texas, USA; 2006; Pages 148-152; ISBN 1-59593-259-3

Bower, M.; “Virtual Classroom Pedagogy” en Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer Science Education, Houston, Texas, USA; 2006; Pages: 148-152; ISBN: 1-59593-259-3

Carbone G.; “Educación a Distancia en Argentina (1983- 2003): Una mirada a la evolución de sus preocupaciones teóricas, realizaciones y obstáculos” en “*La Educación a Distancia en América Latina: Modelos tecnologías y realidades*”, Compiladora Mena M., Buenos Aires: La Crujía : Stella : ICDE –UNESCO, 2004; páginas 37- 56.

Coraggio J.; “Reforma Pedagógica: Eje de desarrollo de la Enseñanza Superior”. Documento de trabajo n° 1, Universidad Nacional de General Sarmiento. 1994.

Burbules N., Callister T.; "Las promesas de riesgo y los riesgos promisorios de las nuevas tecnologías de la información en educación", en “*Educación - Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la Información*”, Ediciones Granica; 2006

De Giusti A., Depetris B., Feierherd G.; “TICs, Educación a Distancia y la enseñanza de asignaturas experimentales en Informática”; Publicado en CD ROM del 1er. Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias (TICEC’05); La Plata, Buenos Aires, Argentina, 29 y 30 de setiembre de 2005; páginas 467-475

Depetris B., Zangara A., Feierherd G.; “La importancia del Blended Learning en la Educación Universitaria en Regiones Aisladas”; Revista Electrónica Cognición, 4ta. Edición, marzo – abril 2006; ISSN 1850-1974;  
<http://www.cognicion.net/cognicion/files/cognicioncuatrocompleta.pdf>

Feldman D., Palamidessi M.; "Programación de la enseñanza en la universidad. Problemas y enfoques"; Colección Universidad y Educación. Departamento de Publicaciones, Universidad Nacional de General Sarmiento. San Miguel, Provincia de Buenos Aires, 2001. ISBN 987-9300-42-4

García Aretio L.; "Aprendizaje y Tecnologías Educativas"- Capítulo 5. [www.fsp.es/secretarias/formacion/Doc\\_int/4jornadas/doc/02-APRENDIZAJE.PDF](http://www.fsp.es/secretarias/formacion/Doc_int/4jornadas/doc/02-APRENDIZAJE.PDF)

Hiltz S. R. Turoff, M.; "Education goes digital: The evolution of Online Learning and the Revolution in Higher Education"; *Communications of the ACM, Volume 48, Number 10, October 2005, pp. 59-64; ACM*

Lion C.; "Imaginar con Tecnologías - Relaciones entre tecnologías y conocimiento". La Crujía Ediciones - Editorial Stella; 2006

Litwin E.; "De las tradiciones a la virtualidad" en "La educación a distancia: Temas para el debate de una nueva agenda educativa"; Editorial Amorrortu, 2000; pp. 15 – 29

Madoz C., Gorga G., Depetris B., Feierherd, G.; "Transformación de un curso presencial preuniversitario de Análisis y Expresión de Problemas a modalidad semipresencial", *Proceedings del III Congreso Brasileiro de Computação*

Madoz C., Gorga G., Sanz C., Lanzarini L., Pereira H., Champredonde R., De Giusti A., Feierherd G., Depetris B.; "Tecnología Informática en los procesos de enseñanza y aprendizaje semipresenciales y a distancia", *Proceedings del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, 2004*

Mena M.; "La Convivencia Institucional de las Modalidades Presencial y a Distancia: ¿Competencia o Cooperación?", *Educación a Distancia en los 90: Desarrollos, Problemas y Perspectivas, 1994, pp. 140 – 148*

Moore M.; "Introduction: Background and Overview of Contemporary American Distance Education", *Contemporary Issues in American Distance Education, 1990, pp xiii – xxvi*

Nickerson R., Perkins D., Smith E.; "Enseñar a pensar"; Ediciones Paidós, 1987 – Capítulo IV páginas 87 - 134

Salinas J.; "Campus Extens: Un modelo de formación flexible en entornos virtuales", *Redes, multimedia y diseños virtuales, 2000, pp. 661 – 678*

Sanz C., De Giusti A., Zangara A., Gonzalez A., Ibáñez E.; "Diseño de cursos no presenciales en un Entorno de Aprendizaje en la Web (WebLidi)", *Proceedings del IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*

Varian, H. R.; "Universal Access to Information"; *Communications of the ACM, Volume 48, Number 10, October 2005, pp. 65-66; ACM*

Young J. R.; "Hybrid Teaching Seeks to End the Divide Between Traditional and Online Instruction", *The Chronicle of Higher Education, March 22, 2002*

# Generación dinámica de interfaces de usuario a partir de modelos representados mediante esquemas XML

Gonzalo Zarza  
zagon@fich.unl.edu.ar

Hugo Minni  
hminni@fich.unl.edu.ar

Grupo de Ingeniería Web  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral  
Tel: 0054-342 4575234 - Fax: 0054-342 4575224

**Resumen** El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un enfoque práctico para la generación dinámica de interfaces de usuario a partir de modelos basados en esquemas XML, de acuerdo a las especificaciones W3C XML Schema Structures and Datatypes. El trabajo forma parte de una de las áreas de R&D dentro del proyecto de desarrollo del Repositorio Institucional de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Nacional del Litoral. Para generar las interfaces —a partir del modelo representado mediante esquemas XML— se propone una aplicación Web basada en tecnología Java server-side. La arquitectura de la aplicación se basa en dos bloques principales: Modelo y Vista.

## 1. Introducción

El origen de éste trabajo se encuentra en la necesidad de contar con un enfoque dinámico para la generación de interfaces de usuario. Necesidad que se hizo evidente durante la etapa de diseño del Repositorio Institucional de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Nacional del Litoral [1]. Además, en el diseño del repositorio —en base al estándar IEEE 1484.12.1 Learning Object Metadata [2]— se busca aplicar la definición del XML Schema Language Binding for LOM [3].

Actualmente, la generación de interfaces está siendo encarada principalmente a través de soluciones estáticas, específicamente desarrolladas para cumplir con los requisitos impuestos por modelos puntuales. Esta situación hace que sea casi imposible la reutilización de las interfaces debido, principalmente, al esfuerzo necesario para lograr este objetivo y a la complejidad de estas tareas. Aún el más mínimo cambio en los requerimientos del modelo implica una cantidad de esfuerzo considerable para adaptar las interfaces a los mismos.

## 2. Objetivos

El enfoque práctico de este trabajo se enmarca en el proyecto de desarrollo del Repositorio Institucional de Objetos de Aprendizaje. Este repositorio será utilizado en un contexto educativo universitario, en reemplazo de los procedimientos desarticulados que se encuentran en uso en la actualidad.

El proyecto principal está compuesto por varias áreas de investigación y desarrollo. Una de éstas áreas incluye la implementación del repositorio, cumpliendo con la especificación de Learning Object Metadata (LOM) [2], y el almacenamiento canónico de sus metadatos cumpliendo con el XML Schema Definition Language Binding for LOM [3]. El desarrollo de las interfaces basadas en el esquema LOM —origen del presente trabajo— forma parte de un área de investigación distinta.

Considerando el hecho de que las entidades principales de estas propuestas son tanto el conocimiento como así también los recursos humanos, la estructura básica de los metadatos puede cambiar

debido a diferentes necesidades y/o a nuevos requerimientos. Por lo tanto, es necesario encarar este problema mediante interfaces que no dependan de modelos particulares. Esto evitaría la necesidad de adaptar las interfaces a los cambios en la estructura de los metadatos.

### 3. Enfoque propuesto

El enfoque propuesto en este trabajo para la generación dinámica de interfaces de usuario, se sustenta sobre dos pilares fundamentales que deben ser definidos. Por un lado, la representación del modelo de origen que contiene los datos o requerimientos de las interfaces. Por el otro, la aplicación que toma estos datos y a partir de ellos genera dinámicamente las interfaces de usuario, adaptándose de manera automática a cambios en el modelo de entrada. Esto último permite que la aplicación no sea dependiente de modelos particulares y por lo tanto la generación de las interfaces no sea estática.

El sistema completo de generación de interfaces se puede apreciar en la Fig. 1.

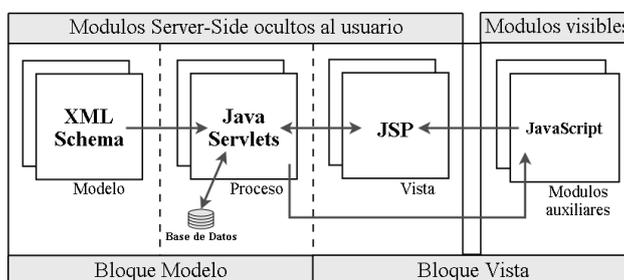


Figura 1. Diagrama arquitectónico del sistema de generación de interfaces

A continuación se describen tanto la representación del modelo como la aplicación propuesta para la generación de las interfaces.

#### 3.1. Representación del modelo

La generación de las interfaces se realizará a partir de los datos aportados por un modelo de entrada. Este modelo debe contener la información necesaria sobre los campos, tipos de datos y multiplicidades, entre otros, a ser generados e incluidos en las interfaces resultantes.

El modelo será representado a través de esquemas XML, definidos según las recomendaciones de Structures [4] y Datatypes [5] del World Wide Web Consortium (W3C).

#### 3.2. Generación de interfaces

Para la generación de las interfaces se propone una aplicación Web basada en tecnología Java [6] de lado servidor. Esta aplicación, toma como datos de entrada la representación del modelo descrita en el punto anterior.

La arquitectura de la aplicación propuesta está compuesta por dos bloques principales: Modelo y Vista.

El bloque Modelo utiliza Java Architecture for XML Binding (JAXB) [9] para transformar y/o adaptar a un modelo de objetos el esquema utilizado como entrada. Una vez finalizada esta tarea, se expone el modelo resultante al proceso de análisis que es llevado a cabo por Servlets Java [8]. El mismo proceso invoca los métodos de validación adecuados según los tipos de datos de los elementos que constituyen el modelo. Finalmente, los datos resultantes son enviados al bloque Vista.

El bloque Vista está compuesto por JavaServer Pages (JSP) [7] y clases de utilidades Web escritas en JavaScript [13]. Estas clases se asocian a los elementos del modelo de objetos; sus métodos aprovechan las ventajas de los comportamientos adaptativos del W3C Document Object Model (DOM) [10] para realizar la verificación de la sintaxis y la validación de los datos.

La aplicación agrega dos características muy importantes a las JSP [7] que las distinguen de las JSP [7] estándar. La primera es su comportamiento adaptativo, basado en el W3C DOM [10], mediante el cual los elementos opcionales y/o compuestos del modelo (que se corresponden con los tipos de datos no requeridos y complejos, respectivamente) se visualizan en base a pedidos en lugar de por defecto. La segunda —y quizás la más importante— característica es la utilización de librerías de etiquetas (tag libraries) definidas especialmente para mejorar los tipos de datos complejos presentes en la definición de esquemas XML [4], [5].

## 4. Conclusiones

Partiendo de los requerimientos iniciales, el enfoque práctico propuesto en este trabajo para la generación dinámica de interfaces de usuario, alcanza resultados interesantes.

La aplicación puede ser utilizada para generar interfaces complejas que se ajusten de manera precisa a los requisitos de un modelo específico que se representa mediante un esquema XML.

Al mismo tiempo, se logra cumplir totalmente con los requerimientos iniciales más importantes: la no dependencia de un modelo particular y la reusabilidad del sistema de generación de interfaces. Esto se debe principalmente a que ya no es necesario realizar cambios en la aplicación ni en las interfaces generadas por la misma para adaptarlas a los cambios que se puedan y/o necesiten introducir al modelo utilizado como entrada.

Otra importante contribución radica en el novedoso enfoque utilizado para definir y manejar las ocurrencias de los tipos de datos complejos de los esquema XML. Para realizar esta tarea, fueron definidas librerías de etiquetas especiales a medida con el objetivo de tratar estas ocurrencias como un único elemento, conservando al mismo tiempo las propiedades de los elementos que la componen.

## 5. Marco y continuación del trabajo

Los desarrollos presentados en este trabajo junto con la implementación de los mismos, forman parte del Proyecto Final de Carrera de Ingeniería Informática del autor Gonzalo Zarza. Dicho Proyecto Final tiene como director al MSc. Hugo Minni (coautor)

Este trabajo se enmarca en una de las áreas de R&D del Proyecto de desarrollo del Repositorio Institucional de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Nacional del Litoral.

Ambos autores forman parte del Grupo de Ingeniería Web de la FICH-UNL y del Proyecto de R&D mencionado anteriormente.

## Referencias

1. Godoy R. J., Minni H., Zarza G., y Loyarte H., “*Design Criteria for the Development of an Institutional Learning Object Repository*”, XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. San Luis, Octubre 2006.
2. IEEE Computer Society, “*IEEE Standard for Learning Object Metadata*”, IEEE Standard 1484.12.1, New York. 2002.
3. IEEE Computer Society, “*IEEE Standard for Learning Technology - Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata*”, IEEE Standard 1484.12.3, New York. 2005.
4. W3C Recommendation, “*XML Schema Part 1: Structures Second Edition*” W3C Working Draft, Octubre 2004.
5. W3C Recommendation, “*XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition*” W3C Working Draft, Octubre 2004.
6. Sun Microsystems Inc., “*The Java Language Specification, Third Edition*”, Mayo 2005.
7. Sun Microsystems Inc., “*JavaServer Pages Specification Version 2.1*”, Final Release, Mayo 2006.
8. Sun Microsystems Inc., “*Java Servlet Specification Version 2.4*”, Final Release, Noviembre 2003.

9. Sun Microsystems Inc., "*The Java Architecture for XML Binding (JAXB) 2.0*", Early Draft v0.4, Junio 2004.
10. W3C Recommendation, "*Document Object Model (DOM) Level 1 Specification (Second Edition)*", W3C Working Draft, Septiembre, 2000.
11. W3C Recommendation, "*HTML 4.01 Specification*", W3C Working Draft, Diciembre 1999.
12. W3C Recommendation, "*Cascading Style Sheets (CSS) 2.1 Specification*", W3C Working Draft, Noviembre 2006.
13. Mozilla Foundation, "*Core JavaScript 1.5 Reference*", Mozilla Developer Center, Noviembre 2006.

# Hacia un repositorio de objetos de aprendizaje

Zulema B. Rosanigo<sup>1</sup>, Gloria Bianchi<sup>2</sup>, Pedro Bramati<sup>3</sup>,  
Alicia Paur<sup>4</sup>, Ester Livigni<sup>5</sup>, Marta Saenz Lopez<sup>6</sup>

Facultad de Ingeniería – Sede Trelew – U.N.P.S.J.B. – Te-Fax (02965) 428402

## Resumen

En este proyecto nos proponemos determinar una taxonomía de Objetos de Aprendizaje (OA) que facilite el encadenamiento de los contenidos curriculares, aplicable a diversas áreas educativas, y desarrollar un repositorio de OA de manera de:

- Posibilitar que los docentes universitarios dispongan de herramientas de fácil acceso y de sencilla utilización.
- Hacer accesible la gran cantidad de recursos Web que en este momento están en la red de manera desordenada y difícil de localizar.
- Incentivar el diseño de propuestas de enseñanza con materiales multimedia para la Web, que medien en el proceso educativo potenciando la construcción del conocimiento.

## Palabras claves

Repositorio – Objetos de Aprendizaje - Componentes Reusables

## Introducción

Durante los últimos años, los investigadores y especialistas de áreas tanto educativas como tecnológicas se han abocado al desarrollo de estrategias que mejoren la calidad de la educación, apoyándose en las capacidades y facilidades que brindan las tecnologías actuales.

Con el interés de compartir recursos y reutilizarlos en el ámbito educativo, ha surgido el concepto de “Objeto de Aprendizaje” (OA) aplicado a materiales digitales creados como pequeñas piezas de contenido o de información (Wiley, 2002), con la finalidad de maximizar el número de situaciones educativas en que las que el recurso pueda ser utilizado.

No habría una definición exacta de OA, pero puede entenderse como material educativo digital, autocontenido y re-utilizable, poseedor de información que permite describir su contenido

---

<sup>1</sup> Ingeniera Civil – Analista Programador Universitario – Magister en Ingeniería de Software - Investigador Cat. III - Profesor Asociado D.E. [brozanigo@infovia.com.ar](mailto:brozanigo@infovia.com.ar)

<sup>2</sup> Ingeniera Civil - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto – D.S. [bianchi\\_gloria@yahoo.com.ar](mailto:bianchi_gloria@yahoo.com.ar)

<sup>3</sup> Ingeniero Civil – Investigador Cat. III - Profesor Titular D.S.E. [pedrobramati@speedy.com.ar](mailto:pedrobramati@speedy.com.ar)

<sup>4</sup> Licenciada en Informática - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto D.S.E. - [abpaur@gmail.com](mailto:abpaur@gmail.com)

<sup>5</sup> Profesora y Licenciada en Matemática – Especialista en Docencia e Investigación en Ciencias Económicas - Profesor Asociado D.E. [elivigni@yahoo.com.ar](mailto:elivigni@yahoo.com.ar)

<sup>6</sup> Licenciada en Informática - Investigador Cat. IV – Profesor Adjunto D.S.E. - [martasl@arnet.com.ar](mailto:martasl@arnet.com.ar)

(metadato). También puede entenderse como: "la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de infocomunicación (TIC) con el fin de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo." (APROA, 2005)

La idea central de los OA recae en la posibilidad de que los estudiantes y profesores adapten los recursos didácticos de acuerdo con sus propias necesidades, inquietudes y estilos de aprendizaje y enseñanza, proveyendo, de esa manera, una educación flexible y personalizada. Al respecto Sicilia (2005) expresa que esta concepción ha evolucionado en los últimos años como la noción subyacente (tácita o explícita) alrededor de la cual se estructura un conjunto de tecnologías y estándares que se presupone conducen a una "industria del aprendizaje" más eficiente y evolucionada, o si se prefiere, a un nuevo panorama en la educación basada o apoyada en la Web.

Para facilitar la reusabilidad de los OA es necesario compartirlos, ubicarlos fácilmente, y se deben poder ensamblar criteriosamente para construir una unidad de conocimiento más abarcativa. Para que estos recursos, provenientes de distintas fuentes, sean verdaderamente explotables han surgido iniciativas y tecnologías para organizar su almacenamiento de manera de potenciar su reutilización, tales como bibliotecas o repositorios de objetos de aprendizaje. Un repositorio de OA es una colección ordenada de objetos de aprendizaje que brinda facilidades para ubicarlos por contenidos, áreas, categorías y otros descriptores.

## **Descripción del Proyecto**

En este proyecto nos proponemos determinar una taxonomía de OA que facilite el encadenamiento de los contenidos curriculares, aplicable a diversas áreas educativas, y desarrollar un repositorio de OA, de manera de:

- Posibilitar que los docentes universitarios dispongan de herramientas de fácil acceso y de sencilla utilización.
- Hacer accesible la gran cantidad de recursos Web que en este momento están en la red de manera desordenada y difícil de localizar.
- Incentivar el diseño de propuestas de enseñanza con materiales multimedia para la Web, que medien en el proceso educativo potenciando la construcción del conocimiento.

En pos de un objetivo tal, se seleccionarán las cátedras de la Universidad que representarán inicialmente un terreno fértil, que permitirían la aplicación de los resultados de la investigación en forma inmediata, retroalimentando la línea de trabajo del grupo.

En una segunda etapa, se investigará la aplicación extensiva del modelo en otros niveles educativos, con el fin de generalizar las directivas que surjan para el diseño y la implementación de OA según una jerarquización establecida que soporte un repositorio dúctil, flexible, lo suficientemente inteligente como para permitir la instrumentación de diversos criterios de reusabilidad, acordes con diferentes objetivos educativos.

Se pretende de esta forma desarrollar un modelo basado en un enfoque que combine la reusabilidad y la rigidez de una secuenciación criteriosa, con un objetivo específico, que permita ser instrumentado en diferentes áreas, y dejar planteada una metodología que pueda extenderse a otros dominios de conocimiento, facilitando la interrelación y el reuso de los objetos de aprendizaje a través de un repositorio común.

El proyecto se encuentra en la etapa inicial. A continuación se describen objetivos, metas y tareas a realizar.

## **Objetivos Generales**

- ✓ Investigar sobre el diseño de OA.
- ✓ Determinar modelos de clasificación de OA que faciliten la secuenciación de contenidos.
- ✓ Diseñar un repositorio de OA.

## **Metas**

- ✓ Análisis del estado del arte sobre OA, diseño, taxonomía, modelos de repositorios.
- ✓ Determinación de criterios para la clasificación de OA.
- ✓ Determinación de criterios para el diseño e implementación de OA.
- ✓ Implementación de un conjunto de OA en áreas seleccionadas.
- ✓ Análisis de diversas opciones para la implementación de un repositorio y determinación del más conveniente.
- ✓ Diseño de un modelo genérico de repositorio utilizando componentes reusables.
- ✓ Validación de la arquitectura obtenida mediante la implementación de un prototipo de repositorio.
- ✓ Publicación de avances y resultados en congresos y eventos científicos y educativos.

## **Actividades a desarrollar**

- ✓ Indagación bibliográfica - Capacitación en temas específicos: objetos de aprendizaje, técnicas avanzadas de diseño, técnicas de visualización y representación, tópicos avanzados de desarrollo en ambientes web, diseño de material para educación a distancia.
- ✓ Relevamiento de posibles áreas de aplicación de OA en el ámbito de la Facultad de Ingeniería: qué hay, qué falta y qué es factible.
- ✓ Análisis de modelos, metodologías y herramientas para diseño y desarrollo de OA.
- ✓ Determinación de una jerarquía de OA.
- ✓ Determinación de una metodología para la implementación.
- ✓ Implementación de OA en las áreas seleccionadas.
- ✓ Análisis de complejidad y escalabilidad de los OA implementados entre las distintas áreas. Evaluación y ajustes de la metodología adoptada.
- ✓ Relevamiento de repositorios de OA. Análisis de fortalezas y debilidades.
- ✓ Identificación y selección de patrones de diseño apropiados al desarrollo de repositorios.
- ✓ Definición de una arquitectura flexible y determinación de un modelo de repositorio.
- ✓ Identificación, definición e implementación de componentes reusables que conforman el repositorio.

- ✓ Definición, diseño, implementación, validación y puesta en marcha de un prototipo de repositorio.
- ✓ Análisis de la factibilidad de extensión y adaptabilidad a otros dominios de aplicación.
- ✓ Testeo del modelo, puesta a prueba y ajustes.

## **Posibilidades de transferencia**

Este proyecto se caracteriza por la posibilidad real y concreta de transferencia de resultados inmediatos a la educación, y en este caso particular, un repositorio de objetos de aprendizaje.

Otra posibilidad de transferencia es su utilización en cursos de educación a distancia, un recurso importante en la sociedad actual en que las limitaciones de tiempo y distancia dificultan el acceso a cursos tradicionales.

## **Grado de Avance**

El proyecto se encuentra en la etapa inicial, llevándose adelante la indagación bibliográfica y la capacitación en temas específicos: objetos de aprendizaje, técnicas avanzadas de diseño, técnicas de visualización y representación, tópicos avanzados de desarrollo en ambientes web, diseño de material para educación a distancia, con el fin de avanzar en la definición de una jerarquía de OA y un modelo de repositorio .

## **Bibliografía**

- [1] ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction Curriculum. ACM SIGCHI: Curricula for Computer-Human Interaction Communications of ACM
- [2] APROA (2005) “Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje”. El proyecto Aproa es liderado por la Universidad de Chile, con el apoyo de Instituciones Ejecutoras y Contrapartes. <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html>
- [3] Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (1998) “The Unified Process Software Development”. Addison-Wesley Publications.
- [4] Boyle, T. (2002) “Towards a Theoretical Base for Educational Multimedia Design”. Journal of Interactive Multimedia in Education, ISSN:1365-893X. [www.jime.open.ac.uk/2002/2](http://www.jime.open.ac.uk/2002/2)
- [5] Boyle, Tom; Cook, J. (2003) “Learning Objects, Pedagogy and Reuse In Seale”, Jane K. (Ed.), Learning Technology in Transition: From Individual Enthusiasm to Institutional Implementation. <http://www.elearning-reviews.org/topics/2003-seale-learning-technology-transition>
- [6] Buschmann F., Meunier R., Rohnert H., Sommerland, P., Stal, M. (1996) “Pattern-Oriented Software Architecture: a system of patterns”. Ed. Wiley
- [7] Gómez S. y Gewerc A. (2002) "Interacciones entre tutores y alumnos en el contexto de comunidades virtuales de aprendizaje". Actas II Congreso Europeo de la Información en la Educación y la Ciudadanía: Una Visión Crítica. Barcelona.

- [8] López C., Peñalvo F. y Pernías P. (2005) “Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS”. RED: Revista de Educación a Distancia, <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [9] Rodríguez Artacho Miguel (2000) “Una arquitectura cognitiva para el diseño de entornos telemáticos de enseñanza y aprendizaje”. Tesis doctoral Universidad Nacional de Educación a Distancia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
- [10] SCORM Sharable Content Object Reference Model. <http://www.adlnet.org/>.
- [11] Sicilia M.A. (2005) “Reusabilidad y reutilización de objetos didácticos: mitos, realidades y posibilidades”. RED: Revista de Educación a Distancia, <http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [12] Smith Nash Susan (2005) “Learning Objects, Learning Object Repositories, and Learning Theory: Preliminary Best Practices for Online Courses” Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects Volume 1, <http://ijklo.org/Volume1/v1p217-228Nash.pdf>
- [13] Wiley David A.(2001) “Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy”  
<http://www.elearning-reviews.org/topics/technology/learning-objects/2001-wiley-learning-objects-instructional-design-theory.pdf>
- [14] Wiley David A. (2002) “Learning Objects”. En Kovalchick & Dawson (Eds.). Educational Technology. An Encyclopedia. Santa Bárbara: ABC-CLIO.  
<http://opencontent.org/docs/encyc.pdf>

# HACIA UNA GESTIÓN ORGANIZACIONAL INTELIGENTE SISTEMAS DE SOPORTE A LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Mabel SOSA, Liliana FIGUEROA, Cristina FENNEMA

Departamento de Informática  
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías  
Universidad Nacional de Santiago del Estero  
Avenida Belgrano (S) 1912, (4200), Santiago del Estero, Argentina.

{TE: 0385 431 82 01; *litasosa@unse.edu.ar*}

## RESUMEN

Este proyecto se enfoca en el área *Gestión del Conocimiento*, y su rol en las organizaciones actuales, como elemento clave para un adecuado nivel de gestión, innovación y competencia organizacional. Las principales actividades involucradas en la presente investigación están orientadas al análisis, diseño, planificación, medición y valoración estratégica de la gestión del conocimiento y las tecnologías de la información y comunicación que facilitan y soportan su implantación. La meta que guía esta investigación consiste en valorizar la *gestión del conocimiento* como *herramienta* de apoyo a la generación de competencias personales, tecnológicas y organizativas.

## 1. Introducción

En los últimos años se ha tratado de definir lo que es *gestión del conocimiento* de diversas maneras. Muchas definiciones coinciden en que el manejo de conocimiento implica la *colección, organización, clasificación y diseminación* del conocimiento [4], entendiendo a éste como el resultado del tratamiento de la información y la interacción de un grupo de personas interesadas en esa información [5]. De esta forma se entiende que la *gestión del conocimiento* implica acciones destinadas a organizar y estructurar los procesos, mecanismos e infraestructuras de una organización con el fin de crear, almacenar y reutilizar los conocimientos organizativos. No obstante, persiste la confusión sobre cómo introducir la gestión de conocimiento y como hacerla útil para la toma de decisiones en las organizaciones actuales.

La gestión de conocimiento, como disciplina, se encarga del estudio de las herramientas tecnológicas, técnicas y procedimientos organizativos y los cambios en la gestión de las personas que permiten desarrollar y extraer el máximo aprovechamiento del conocimiento de una organización. [3,8]

Para poder realizar una adecuada gestión de conocimiento se requiere de una *cultura organizativa* orientada a la creación, transmisión y utilización de conocimientos por parte de los integrantes y colaboradores de la organización. Por tanto resulta imprescindible alcanzar un “clima de confianza” y motivación para lograr el convencimiento de las personas en crear, utilizar y compartir ese conocimiento. [1,2,6,7,9]

Numerosos autores hablan de *trabajadores del conocimiento*, como fuentes de conocimiento capaces de crear, compartir y transferir el conocimiento organizativo en una cultura de trabajo y una estructura de incentivos que ofrezca un entorno de formación y aprendizaje.

El término aprendizaje en las organizaciones o aprendizaje organizacional exige un replanteo radical de la filosofía empresarial y flexibilidad del pensamiento y plasticidad, es decir, el desarrollo de la inteligencia individual, grupal y organizacional. El aprendizaje se constituye en la principal herramienta de la gestión del conocimiento por el cual se retroalimenta el capital intelectual. El aprendizaje organizacional es un acontecimiento colectivo, es más que la suma de los aprendizajes individuales, ya que los saberes están incorporados en las personas según sus especialidades y es de éstas, y de su adecuada combinación de las que nace el conocimiento organizacional.

El presente proyecto tiene como finalidad valorizar el *rol* del conocimiento en las organizaciones, enfatizando los aspectos de gestión de conocimiento y criterios necesarios de implementación, tanto desde el punto de vista organizacional como desde las tecnologías de la información y comunicación para finalmente realizar propuestas adecuadas de gestión tendientes mejorar las ventajas competitivas por parte de las organizaciones.

## 2. SOBRE EL PROYECTO

### 2.1. Características Generales

El presente proyecto de investigación fue aprobado por evaluadores externos del Banco de Evaluadores de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Cultura de la República Argentina y subvencionado por el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CICyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Argentina. Este proyecto se inicia en Enero de 2006 y su fecha de finalización es Diciembre de 2007. Se incorpora al Programa de Incentivos de la República Argentina en Marzo de 2006, con el Código de Proyecto N° 23/C068. Se desarrolla en el Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la UNSE, recibiendo colaboración de la Universidad Tecnológica Nacional (Reg. Fac. Tucumán) a través de la dirección de la MSc. Marta Fennema y asesoramiento del Dr. Pablo Rovarini.

El proyecto es de carácter interdisciplinar, la temática abordada exige la conformación de un equipo interdisciplinario que incluye las siguientes áreas científicas:

- **Informática:** Conjunto de conocimientos científicos y técnicos que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores.
- **Gestión, Organización y Administración:** enfocado en la tendencia de la administración relacionada con las Tecnologías de la Información: la Gestión del Conocimiento (*Knowledge Management - KM*), creada por Thomas Davenport; tratada como la combinación de sinergias entre datos, información, sistemas de información, y la capacidad creativa e innovadora de seres humanos.

El equipo del proyecto esta conformado de la siguiente manera:

**Director** (externo): Marta Fennema (UTN); **Codirector:** Mabel Sosa (UNSE); **Asesor:** Pablo Rovarini (UTN); **Integrantes:** Juan Acevedo, Liliana Figueroa, Rosa Palavecino, Carmen Silva, Gregorio Tkachuk; Raquel Zarco (los integrantes pertenecen a UNSE).

### 2.2. Objetivos del proyecto

Los objetivos generales del presente proyecto son:

- a) Alcanzar una mejor comprensión de la gestión del conocimiento y su influencia en las organizaciones.
- b) Lograr un mayor entendimiento sobre *competencias* personales, tecnológicas y organizativas.
- c) Diseñar programas y/o modelos de gestión del conocimiento.
- d) Fomentar la selección adecuada de tecnologías de la información y comunicación que faciliten la gestión del conocimiento.
- e) Transferir y ofrecer servicios al medio a través de asesoramiento, capacitación y asistencia técnica en temas relacionados con la investigación.

Los objetivos específicos previstos para el primer año son los siguientes:

- Analizar y seleccionar los modelo/programas relevantes de gestión del conocimiento en organizaciones nacionales e internacionales.
- Evaluar los modelos existentes de *valuación de capital intelectual* (tal como Cuadro de Mando Integral).
- Establecer una caracterización de la gestión del conocimiento en las empresas del medio en la actualidad.
- Clasificar las herramientas tecnológicas informáticas que sirven de apoyo a la gestión del conocimiento.

Los objetivos específicos previstos para el segundo año son los siguientes:

- Determinar lineamientos básicos para la gestión del conocimiento en las empresas locales.
- Identificar el efecto que produce el aprendizaje de la organización en la formación personal y organizacional.
- Desarrollar un sistema para la gestión del conocimiento en el área académica de una universidad.

### 2.3. Justificación de la investigación

Actualmente, ante los avances de las tecnologías de la comunicación e información, las empresas se ven obligadas a modificar su filosofía en el manejo de herramientas prácticas para mantener y mejorar sus ventajas competitivas. Esto requiere, entre otras cosas, de la capacidad de gestión de conocimientos para mejorar la eficiencia en el uso de recursos, calidad de servicios y toma de decisiones.

En definitiva, la empresa de hoy, está exigida a planificar, organizar, poner en marcha y mantener un sistema que permita conseguir que los conocimientos que en ella existen, *conocimientos tácitos* (por ejemplo los que tienen las personas que la integran), se conviertan en *conocimiento explícitos*, de manera tal que puedan ser compartidos y actualizados, para facilitar la innovación y el progreso continuo. Es así que hoy en día el conocimiento se contempla como un recurso productivo que está desplazando a los recursos tradicionales.

En este contexto la gestión del conocimiento implica la gestión estratégica de las personas, de la inteligencia, de la tecnología de la información, de la innovación y del cambio de la organización del trabajo, para generar, compartir y distribuir para el máximo aprovechamiento del conocimiento de una organización.

Otros de los aspectos claves, es disponer de un soporte tecnológico que permita que toda la información esté en el lugar adecuado y en el momento oportuno de manera que permita a los empleados acceder a la misma cuando lo necesiten.

En función a las exigencias actuales de las organizaciones se ha planteado este proyecto, con el cual se aspira a responder a las necesidades y problemas detectados. Para lo cual se ha conformado un grupo de interdisciplinario formado por profesionales tanto del ámbito de la gestión como del ámbito relacionado directamente a las tecnologías de la información y comunicación.

### 2.4. Estado del Proyecto

El proyecto se encuentra en su estado inicial y se han completado las actividades planificadas, cuyo esquema simplificado se presenta a continuación.

A partir de los objetivos específicos formulados se detalla la metodología:

#### Fase 1. Estudio y Análisis Exploratorio

**Objetivo:** *Determinar el estado actual de las distintas áreas de conocimiento que abarca el proyecto de investigación.*

En esta etapa se realiza un análisis documental y estudio de los siguientes temas relacionados a: Gestión del Conocimiento, Metodologías de Gestión del Capital Intelectual, Gestión de Trabajadores del Conocimiento y Aprendizaje Organizacional. Se elaboraron informes técnicos.

#### Fase 2. Propuesta de Programas, Modelos y Tecnologías de Información

**Objetivo:** *Diseñar un sistema de soporte para la gestión del conocimiento en un dominio específico.*

Una vez considerados los aspectos relacionados a los sistemas de gestión de conocimiento, en la fase 1, se diseñó un modelo de gestión basado en el *enfoque* de manejo del conocimiento en forma colaborativa, que sirve de soporte al trabajo de grupos de personas que integran un proyecto de investigación científico tecnológico. El desarrollo de sistemas interactivos para el trabajo en grupo, tiene como metas principales facilitar la comunicación, promover la colaboración, mejorar la coordinación de tareas y permitir el seguimiento del proceso de construcción del trabajo común. Por tanto el desarrollo de este tipo de sistemas, exige no solo la identificación de aspectos que definan la naturaleza del problema a resolver, sino también abordar aspectos relacionados al trabajo grupal, tales como conciencia de grupo (*group awareness*),

protocolos sociales, comportamiento y dinámica propia del trabajo. Actualmente se trabaja en la construcción del modelo formal a partir del modelo colaborativo obtenido para aplicar técnicas de análisis y verificar las propiedades estructurales y dinámicas del modelo resultante.

La línea de trabajo futura plantea completar el desarrollo del sistema colaborativo mediante una aplicación de tipo groupware proporcionando la cobertura tecnológica correspondiente. La implantación del mismo posibilitará profundizar en el análisis de los diferentes aspectos vinculados a modos de colaboración y coordinación en grupos sociales, aprendizaje colaborativo soportado por computadores y creación, distribución y gestión del conocimiento en proyectos de investigación científico tecnológicos.

### **Fase 3. Desarrollo de un modelo para la gestión del conocimiento**

**Objetivo:** *Diseño, desarrollo e validación de un sistema para el seguimiento académico de los estudiantes de una universidad, desde que ingresa hasta que egresa.* La gestión de los datos ingresados brindarán una base de conocimiento para la toma de decisiones tendientes a: *-mejorar la integración de los alumnos en el sistema universitario; -desarrollar competencias personales para el desempeño profesional, -diseñar políticas académicas sobre la articulación nivel medio- universitario.*

El sistema permitirá realizar pronósticos, predicciones y prospecciones para la toma de decisión en grupo, a niveles de directivos de facultad, escuela de carreras y áreas de mediación pedagógica.

## **2.5. Resultados del Proyecto**

Si bien el presente proyecto es un proyecto nuevo, se resaltan los principales las publicaciones realizadas.

### **Publicaciones realizadas**

- *Modelando Aspectos de Grupo en Entornos Colaborativos para Proyectos de Investigación.* Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales UBA. Año 3, Volumen 3, Número 7 ISSN 1667-8338. Junio de 2006
- *Sistemas de Información Vs Sistemas de Conocimiento desde el Enfoque de Recursos.* En Actas de II Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA “Investigaciones Docentes en Ingenierías”. Vol. UII. Pp 612-618. Octubre de 2006
- *Modelo de Gestión Distribuida para un Sistema de Bibliotecas.* En Actas de II Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA “Investigaciones Docentes en Ingenierías” Vol. II. Pp 629-636. Octubre de 2006

## **REFERENCIAS**

- [1] Davenport T., Brees M., De Long D., “Proyectos exitosos de Gestión del Conocimiento”. Harvard Deusto Bussines Review, 1998
- [2] Gates, B.I; “Los Negocios en la Era Digital”. Plaza & Jané Editores, S.A. 1999
- [3] Gomez Vieytes A. y Suarez Rey C., “Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la Gestión Empresarial”. Alfaomega RAMA, 2004
- [4] Malthotra, Y. “From Information Management to Knowledge Management: Beyond the ‘Hi-Tech Hidebound’ Systems”. In K. Srikantiah & M.E.D Koenig (Eds.), Knowledge Management for the Information Professional. Medford, N.J.:Information today Inc.
- [5] McDermott, R., “Why Information Technology Inspired but Cannot Deliver Knowledge Management”, en Knowledge and Communities. Butterworth Heinemann, Lesser et al (Eds).
- [6] Nonaka, I. y Takeuchi, H., “The Knowledge Creating Company”. Oxford University Press, New York, 1995
- [7] Senge, P. M.; “La Quinta Disciplina”. Garnica, Barcelona, 1995
- [8] Tiwana, A.; “The Knowledge Management Toolkit”. Prentice, 2000
- [9] Tissen, R. et alt; “El Valor del Conocimiento”. Pearson Educación S. A., 2000

# Hacia una Interfaz Accesible: Experiencia sobre un Portal Educativo

Francisco Javier Díaz, Ivana Harari, Ana Paola Amadeo

[ [javierd@info.unlp.edu.ar](mailto:javierd@info.unlp.edu.ar), [iharari@info.unlp.edu.ar](mailto:iharari@info.unlp.edu.ar), [pamadeo@info.unlp.edu.ar](mailto:pamadeo@info.unlp.edu.ar) ]

Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas - LINTI

Facultad de Informática – UNLP

Tel/Fax 0221 – 4223528

## 1. Introducción

Internet, por ser una herramienta global de consulta en tiempo real, un marco para la difusión, intercambio y socialización de conocimientos, su uso educativo es de gran relevancia en todos los niveles educativos. A través de Internet, se salvan muchos obstáculos para acceder a la información, como son las cuestiones geográficas y de acceso físico, como de tiempo y de restricciones horarias.

Pero, para aquellas personas que sufren problemas sensoriales (problemas de visión, oído), cognitivos (dificultades en la lectura o la comprensión), o motrices (incapacidad para manejar total o parcialmente el ratón o el teclado), que podrían aprovechar al máximo las potencialidades de Internet, en cambio, se enfrentan a una nueva barrera digital que les imposibilita el acceso a esta importante herramienta.

Los sitios educativos más aún, deberían impartir políticas que mejoren el acceso Web, como así mismo, cumplimentar normas de diseño universal, habilitando el uso de la información a la mayor audiencia posible sin límites arbitrarios.

En este sentido, se inició un proyecto que empezó en casa, ordenando el sitio de la Facultad y que en siguientes etapas, se trabajará con otros sitios de la UNLP y con sitios de educación básica apuntando a un universo aun mayor.

Este artículo tiene por objetivo contar la experiencia de hacer accesible el sitio de la Facultad, respetando estándares internacionales de accesibilidad y calidad de uso. Se van a especificar las normas que se tuvieron en cuenta, las herramientas utilizadas, las modificaciones realizadas en el sitio, que incidieron principalmente en tres aspectos, modificación del código, realización de páginas alternativas con contenido redundante pero en formato textual, y alteración de la visualización del sitio original.

También, se va a analizar la complejidad de llevar a cabo este emprendimiento, es decir la problemática de alterar gran parte del código del sitio en pos de lograr un producto al alcance de todos.

## 2. ¿Por qué hacer accesible el sitio de Informática?

En la Facultad de Informática de la UNLP, se inició a fines del año 2006, un proyecto de accesibilidad en la Web. El mismo, no sólo tiene por objetivos promover la importancia de la Accesibilidad, difundir fundamentos de Diseño Universal y Calidad de uso [Ref.1], y formar a los profesionales para que puedan realizar, programar y desarrollar páginas Web accesibles para discapacitados y adultos mayores, sino que también, comprometerse a aplicar estos conceptos con propuestas concretas.

Debido a esto, fue imprescindible comenzar a trabajar con Accesibilidad, en el sitio mismo que provee la Facultad. Luego, se pretende extender este trabajo a otras dependencias de la UNLP y sitios de educación básica.

A través del sitio de Informática [Ref.2], los alumnos de diferentes años y provenientes de diferentes lugares geográficos, acceden a la Secretaría de Extensión [Ref.3], Postgrado [Ref.4], Biblioteca [Ref.5], laboratorios de investigación LIDI, LINTI y LIFIA [Ref.6], obtener información de las materias, con su material y programas de estudio, al calendario, cartelera virtual con notas que publican docentes y alumnos. También, a través del sitio pueden realizar transacciones académicas, como inscripciones a cursadas, a exámenes finales y consultar información curricular.

El curso de ingreso como algunos cursos de Postgrado, pueden realizarse en modalidad no presencial, por lo cual el sitio constituye para el alumno el vínculo más importante que tiene con la Facultad.

Hacer accesible el sitio de la Facultad permitirá ampliar al máximo la comunidad de educandos que puedan acceder a la información de la Facultad sin discriminaciones, puesto que toda persona tiene derecho a utilizar el sitio sin restricciones.

### **3. El Proceso hacia la Accesibilidad**

El proceso de Accesibilidad del sitio de Informática se realizó durante el mes de enero de 2007, periodo en el cuál hay receso lectivo y el sitio es poco utilizado. A partir de febrero, donde el uso del sitio es mayor, el mismo debía estar culminado en su gran parte.

El equipo de trabajo estaba constituido por dos desarrolladores Web, una profesional experta en contenidos y una profesional con experiencia en Diseño de Interfaces del usuario.

Se coordinó y organizó un plan de trabajo estructural, que consistió en, primero, lograr el entendimiento y conciencia del grupo de trabajo sobre el concepto de Accesibilidad. Luego se definieron las normas a tener en cuenta, se seleccionaron las herramientas a utilizar para validar la accesibilidad y analizar errores y finalmente se implementaron mecanismos de solución.

#### **3.1. Construyendo el concepto de Accesibilidad**

Al principio se trabajó con subjetividad dentro del equipo, es decir, se debatió lo que los desarrolladores Web entendían por accesibilidad. Cada uno expresó sus opiniones, cuáles eran los objetivos, qué se pretendía de un sitio accesible, cuál era el resultado que esperaban. Se sometió al equipo de desarrollo a experimentar diferentes perfiles de usuarios, a “actuar” como si fueran personas con distintas discapacidades, con escasos recursos tecnológicos que simplemente quieren llevar a cabo tareas elementales en el sitio.

Los mismos programadores y de acuerdo a este trabajo experimental, confeccionaron y estipularon objetivos particulares, que pretendían del sitio. Por ejemplo, que se pueda navegar sólo con teclado, que haya acortamientos con ALT, que funcione correctamente con la tecla TAB, que el contenido del sitio se visualice bien aunque se deshabiliten las imágenes, que ande en distintas resoluciones de monitor y en conexiones lentas. Que funcione con un lector de pantalla, entre otras cuestiones.

Una vez que se trabajó con esta etapa de concientización y de construcción en conjunto del sentido de la Accesibilidad, de sus alcances e importancia, se comenzó a dilucidar en los mecanismos de “cómo lograrla”. Se los introdujo al mundo de las normas y directivas de accesibilidad de la W3C, denominadas WCAG 1.0 [Ref.7] y a los programas existentes para verificar y validar el cumplimiento de las mismas.

De esta manera, el equipo de trabajo profundizó sobre las recomendaciones y el soporte que se brinda desde la W3C-WAI, sobre la factibilidad de llevar a cabo este proceso de Accesibilidad, y concluyó con la definición de los principales objetivos que había que lograr en el sitio.

Se estipuló que el sitio debía cumplir con el proceso de validación de Accesibilidad, de Calidad de Uso de XHTML 1.0 y de Hojas de estilo CSS 2.0, y en ese proceso se encaminaron.

#### **3.2. Las normas o recomendaciones que se tuvieron en cuenta**

Las Guías de Accesibilidad para el Contenido Web -WCAG 1.0, presentan 14 pautas que constituyen los principios generales del diseño accesible. Cada pauta detalla uno o más puntos de verificación que constituyen principios más específicos de Accesibilidad. Cada punto de verificación de las pautas, tiene asignada una determinada prioridad, según el nivel de importancia que tiene el cumplimiento del mismo, dentro del proceso de accesibilidad.

Existen 3 tipos de prioridades. Los puntos de verificación que “deben” cumplirse son los de prioridad 1, los que “deberían” cumplirse son de prioridad 2 y los que “podrían” cumplirse son los de prioridad 3.

La W3C otorga tres niveles de clasificación: clasificación nivel “A”, en donde todos los puntos de verificación de prioridad 1 fueron satisfechos, de nivel “AA”, en donde todos los puntos de verificación de prioridad 1 y 2 fueron satisfechos y los de nivel “AAA” en donde el sitio cumple con todas las pautas y todos sus puntos de verificación.

### 3.3. Herramientas de evaluación de Accesibilidad utilizados

Las herramientas de evaluación de Accesibilidad son utilizadas para probar el sitio Web y determinar si las pautas WCAG 1.0, son cumplidas dentro del mismo. Las mismas presentan diferentes características [Ref.8], que fueron analizadas para poder elegir con cuál de ellas trabajar. También, se tuvieron en cuenta los requisitos por parte de los desarrolladores Web, los cuales manifestaron sus preferencias por encontrar una herramienta que sea simple de utilizar, en lenguaje español y de libre licencia.

Analizando todas estas cuestiones, se seleccionaron las siguientes herramientas: TAW On Click [Ref.9] para la validación de accesibilidad; para la validación de la gramática del sitio y calidad de uso XHTML 1.0 se utilizó la validación de marcado de la W3C [Ref. 10], y para la validación de las plantillas de estilo CSS 2.0, se trabajó con la herramienta Jigsaw creada por la W3C [Ref.11].

Inicialmente, los desarrolladores Web habían expresado en forma clara su preocupación y disconformidad por tener que trabajar con herramientas nuevas en tan poco tiempo, temiendo tener problemas de instalación, utilización o de no poder comprender la información que generan las mismas, aumentando así la complejidad de todo el proceso de Accesibilidad. Esta sensación se revirtió rápidamente al trabajar con las herramientas seleccionadas, por la simpleza y la valiosa asistencia que las mismas ofrecen.

### 3.4. Análisis de los errores de accesibilidad detectados por el validador

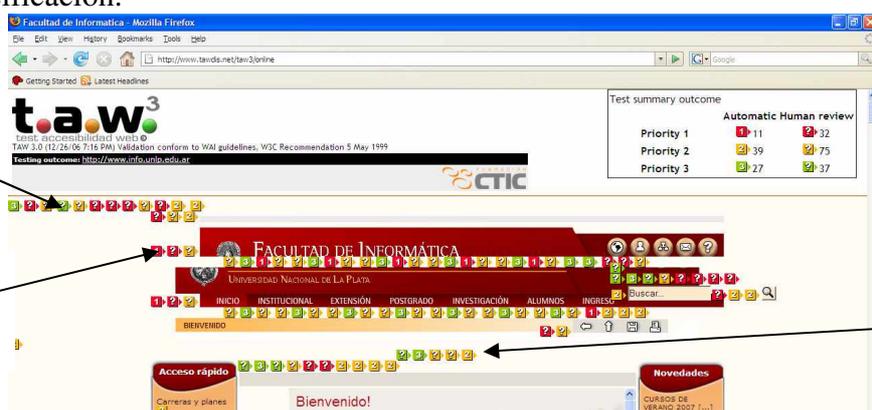
El sitio de Informática, en su primera prueba de accesibilidad realizada frente al validador TAW, arrojó la siguiente tasa de problemas, identificados por la herramienta como *automáticos* (etiqueta HTML que provoca un fallo en la accesibilidad):

- 15% de errores de Prioridad 1 (11 en total)
- 50% de errores de Prioridad 2 (39 en total)
- 35% de errores de Prioridad 3 (27 en total)

Respecto a los problemas manuales, *Human Review* (los debe verificar la persona evaluadora), los más destacados fueron que los textos alternativos proporcionados sean los adecuados y el sitio se visualice en forma correcta sin hojas de estilos. De todas maneras estas revisiones manuales no afectan a la clasificación.

Falta de información relevante en el encabezado HTML

Falta de textos alternativos en las imágenes



En las hojas de estilo, utilizar medidas relativas en lugar de absolutas.

Ejemplos de Errores

Entre los errores más cometidos en todas las páginas del sitio podemos mencionar:

- No utilizar el &acute; para los acentos y códigos para las ñ
- Falta de textos alternativos para imágenes, íconos e hipervínculos.
- Falta de información de resumen en las tablas.
- Falta de uso de directivas básicas de HTML, como <H1> <H2> <H3>, que prácticamente en la versión original no se utilizaban.
- Uso de valores absolutos para ubicar imágenes, particularmente las barras de menús de los extremos.
- Falta de títulos en los frames utilizados
- Falta de información importante en el HEADER de HTML, por ejemplo el idioma utilizado, la versión HTML y la codificación ISO utilizada en el documento.
- Uso de formatos no estándares estipulados por la W3C, por ejemplo el formato .doc como único formato de un documento.
- La tecla TAB no estaba implementada en forma correcta.

El sector con mayor dificultad para adaptar fue la página inicial. Entre otros problemas podemos mencionar:

- El uso de íconos e imágenes que enriquecen la visualización no garantizan que se desplieguen de la misma manera en todos los navegadores y con diferentes tamaños de pantalla.
- La correcta visualización de las páginas configurando el navegador para navegar sin imágenes. En forma similar sin hojas de estilos.
- La configuración del acceso por teclado para las opciones de menú. Los navegadores implementan el acceskey de diferente manera, por ejemplo en Firefox para acceder a un link es necesario presionar en forma conjunta las teclas Alt + Shift + tecla resaltada.
- Respetar la combinación de colores estipulada por la Facultad. Esta combinación no siempre respetan las normas.
- Las páginas dinámicas que utilizan muchas tablas, como Novedades o Planes de Estudio.

### 3.5. Implementando la Accesibilidad en el sitio

A fin de reducir la tasa de errores se trabajó con tres mecanismos de solución: modificación del código, realización de páginas alternativas con contenido redundante pero en formato textual, y alteración de la visualización del sitio original.

Con respecto a la modificación del código, el 75% de los errores fueron solucionados de esta manera. Se comenzó agregando texto alternativo a todos los íconos e imágenes utilizados. También se corrigió el encabezado del documento HTML para incluir la información faltante.

Con respecto a la realización de páginas alternativas con contenido redundante, se crearon para las páginas dinámicas de Novedades y Cátedras, en formato puramente textual. Estas páginas hacen uso de varios recursos visuales como de tablas que se construyen a partir de información almacenada en una base de datos. La siguiente pantalla muestra la página de Cátedras en sus dos versiones, la visual y textual.



Con respecto a la modificación de la visualización, se trabajó parcialmente. Se retocaron colores de fondo y letras, y hubo reubicaciones de componentes. Pero los cambios más importantes que era necesario efectuar en la pantalla inicial, donde se usan valores absolutos e imágenes en los paneles funcionales no se pudieron concretar. Fue bastante conflictivo por las reticencias por parte de las

autoridades, quienes solicitaron no retocar la visualización del sitio. Debido a esto, no se pudo alcanzar la certificación AA.

#### 4. Conclusiones

Dentro de un proyecto de accesibilidad en la Web, promovido desde la Facultad de Informática de la UNLP, se propuso hacer accesible el mismo sitio de la Facultad, aplicando las normativas de diseño universal y calidad de uso.

El proceso de accesibilidad produjo grandes satisfacciones, la tarea de por si laboriosa de adaptación finalizó en un producto que respeta estándares internacionales a fin de lograr la inclusión digital. Se logró alcanzar la clasificación A de Accesibilidad, el de calidad de uso de XHTML 1.0 y el de las hojas de estilo CSS 2.0. La tasa de errores bajó notablemente, de inicialmente 11 de errores de tipo 1 (15%) se disminuyó a 0, de 39 errores de tipo 2 (50%) se disminuyó a 7 y de 27 errores de tipo 3 (35%) se logró disminuirlo a 5.

El sitio funciona correctamente sin el uso del ratón, mediante las teclas TAB, ALT y <Enter>, deshabilitando las imágenes y las plantillas de estilos.

Se intentó aportar en este artículo algo más que la transformación misma de un sitio no accesible a un sitio que ya lo es, es el hecho de promover emprendimientos concretos de aplicación de la accesibilidad, y de manifestar la importancia de que las entidades educativas apliquen en sus sitios Web, un diseño universal, para que toda persona pueda acceder al conocimiento y a la información que se imparte en los mismos, sin discriminaciones.

#### 5. Referencias

[Ref.1] Haddad, W & Draxler, A “Technologies for education. Potentials, parameters and projects”, UNESCO & Knowledge Enterprise. (2002).

[Ref.2]<http://www.info.unlp.edu.ar>

[Ref.3] <http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=extension>

[Ref.4] <http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=postgrado>

[Ref.5] <http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=biblioteca>

[Ref.6]<http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=lidi>,

<http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=lifia>

y

<http://www.info.unlp.edu.ar/index.php?mostrar=linti>

[Ref.7] <http://www.w3.org/TR/1999/WAI-WEBCONTENT-19990505>

[Ref.8] <http://www.w3.org/WAI/ER/existingtools.html>

[Ref.9] <http://www.tawdis.net/taw3/cms/es>

[Ref.10] <http://validator.w3.org/>

[Ref.11] <http://jigsaw.w3.org/>

## **Implementación de un laboratorio virtual de redes por intermedio de software de simulación.**

Roa Pablo F.<sup>1</sup>, Loyarte, Horacio<sup>2</sup>  
Departamento de Informatica.  
Facultad de Ingenieria y Ciencias Hidricas.  
Universidad Nacional del Litoral.  
[proa@fich.unl.edu.ar](mailto:proa@fich.unl.edu.ar)<sup>1</sup> [hloyarte@fich.unl.edu.ar](mailto:hloyarte@fich.unl.edu.ar)<sup>2</sup>

### **Resumen.**

La enseñanza de temas informáticos como los de redes y conectividad, involucra un gasto en material de alto costo en tecnología y hardware para las instituciones académicas, siendo especialmente onerosos aquellos equipos que poseen administración remota. A ésta problemática económica, se adiciona la de la nutrida cantidad de alumnos que cursan las materias de Redes Teleinformáticas, complicando la realización de Trabajos Prácticos en el manejo de dichos equipos dada la escasez numérica de los mismos para un aprendizaje óptimo.

Afortunadamente, estos equipos se pueden simular fielmente (reemplazando sus características principales) mediante la ejecución de software corriendo en computadoras del tipo PC, que contengan varias placas de red.

Los laboratorios virtuales permiten un rápido desarrollo y una mayor adaptabilidad sin la necesidad de adquirir un hardware costoso, como consecuencia podemos desarrollar una serie muy amplia de Trabajos de Laboratorio simulando Bridges, Switchs, Routers, Firewalls, servidores de aplicación, VPNs; evaluando diversas topologías y simulando distintas problemáticas que se pueden presentar en ambientes reales.

En este trabajo presentamos diversas opciones de software y hardware que permiten una amplia gama de implementaciones donde el alumno interactúe con sistemas reales y virtuales, cada uno de ellos complementarios entre sí.

### **Introducción.**

La Facultad de Ingeniería y ciencias Hídricas posee cuatro laboratorios destinados a la carrera de Ingeniería en Informática, los cuales son utilizados para el desarrollo de trabajos prácticos en las materias Redes y Comunicaciones I y II. Estos laboratorios al ser compartidos con otras materias deben proveer soporte a distintos sistemas operativos y aplicaciones. El desarrollo de prácticos para la materia de Redes debe contemplar las posibilidades que brindan estos laboratorios, pero el docente no tiene la disposición de cualquiera de ellos sino el asignado por la Secretaria Académica, debido a la simultaneidad de cursado con otras materias, en este sentido, se acota a la disposición de solamente a un laboratorio.

Otro problema que se presenta, es el alto costo de los equipos involucrados en una red, principalmente si pensamos en equipamiento que se puede administrar para obtener diferentes configuraciones de la red y de esta manera analizar distintas situaciones reales.

Según lo antedicho podríamos resumir las siguientes problemáticas:

- El docente debe plantear los Trabajos Prácticos de Laboratorio adecuándose a las características del laboratorio.
- La cantidad de alumnos frecuentemente es elevada.

- Los equipos de hardware son costosos, usualmente se puede contar con uno o dos dispositivos por cada 30 alumnos (o mas).
- Los tiempos de aprendizaje en la administración de los equipos, es alta, lo que impide realizar demasiados grupos que accedan al hardware.

### **¿Simuladores o programas de administración reales?**

En un laboratorio virtual podemos implementar simuladores de equipos de red que producen procesos similares a un equipo real. Estos programas poseen la virtud de producir un “primer acercamiento” entre alumno – equipo. Realmente sirven como entrenamiento de base donde se pueden afirmar conocimientos teóricos. Estos programas poseen el inconveniente de solo abarcar las configuraciones básicas y no siempre abordan los temas específicos que se requieren desarrollar.

El problema real solo se lo puede acceder en profundidad con software de administración que permite al alumno, conocer todas las aristas de la configuración, tipos de accesos, pérdida de conexión, vulnerabilidades, bugs de firmware, etc.

Los programas de administración de equipos permiten diagnosticar e investigar situaciones problemáticas, con el fin de predecir situaciones. Estas situaciones se presentan con equipos específicos (marcas, modelos, y hasta en ciertas situaciones con unidades específicas).

### **Software empleados:**

a) Uno de los programas de mayor utilidad en las prácticas es el denominado Mikrotik. Este programa desarrollado en Linux, posee una versatilidad muy grande: puede funcionar como bridge, con características de STP, ser servidor y cliente de conexiones PPP, Access Point cliente y bridge de wireless. Puede administrar colas de priorización, brindar servicios de DHCP, NTP, DNS, proxie, SNMP. Las posibilidades de construir reglas de filtrado son numerosas, de manera tal que permite funcionar como un potente firewall. Puede armar túneles de VPN de diversos tipos IPSec, L2TP, PPTP. Posee 3 protocolos de enrutamiento: RIP, BGP y OSPF. Se puede emplear con mínimos requerimientos de hardware (procesador tipo Pentium I y 64 Mbytes de memoria RAM). La administración puede ser bajo telnet, SSH, Web o en su defecto bajo un programa propietario bajo entorno Windows. (se lo puede utilizar bajo Wine en un entorno Linux).

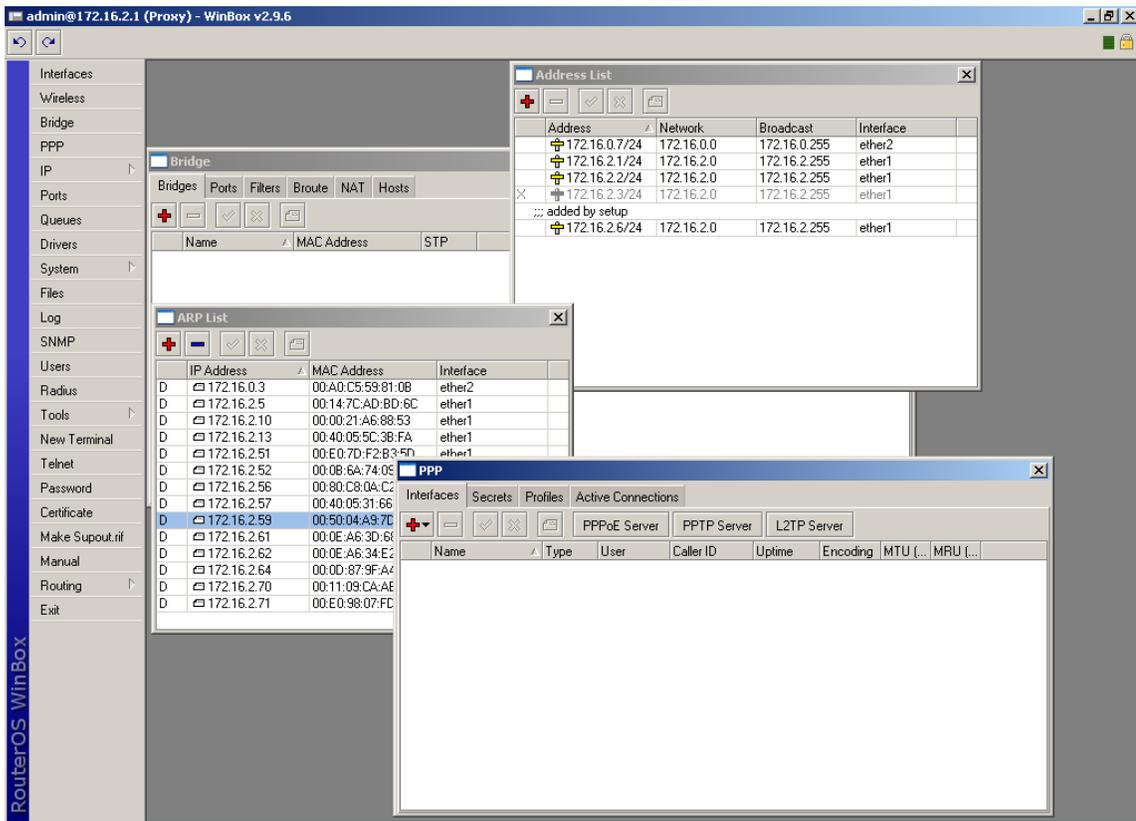


Figura 1.

Si bien este software es licenciado, posee una versión de uso gratuito que restringe algunas características a un número limitado de funciones.

b) Otro tipo de implementación empleada por la cátedra, consisten en colocar en una Intranet a los equipos de hardware del laboratorio, de tal manera que sean accesibles por los alumnos desde la biblioteca u otros laboratorios, con posibilidad también de ser accesible desde Internet. Mediante este método se soluciona el problema de la relación alumno – equipo dado que los alumnos acceden en distintos horarios. Los equipos disponibles en el laboratorio de redes, consisten en:

Cantidad disponible	Tipo de equipo	Marca y modelo
3	Switch	3Com SuperStack 1100
1	Switch	3Com SuperStack 3300
3	Router	3Com Netbuilder SI437
1	Router	Cisco 2514
1	MODEM – Router Zyxel	Zyxel 650
1	Access Point - Router	Dlink

Tabla 1.

Los accesos se realizan por medio de las aplicaciones: Telnet, Web y SNMP.

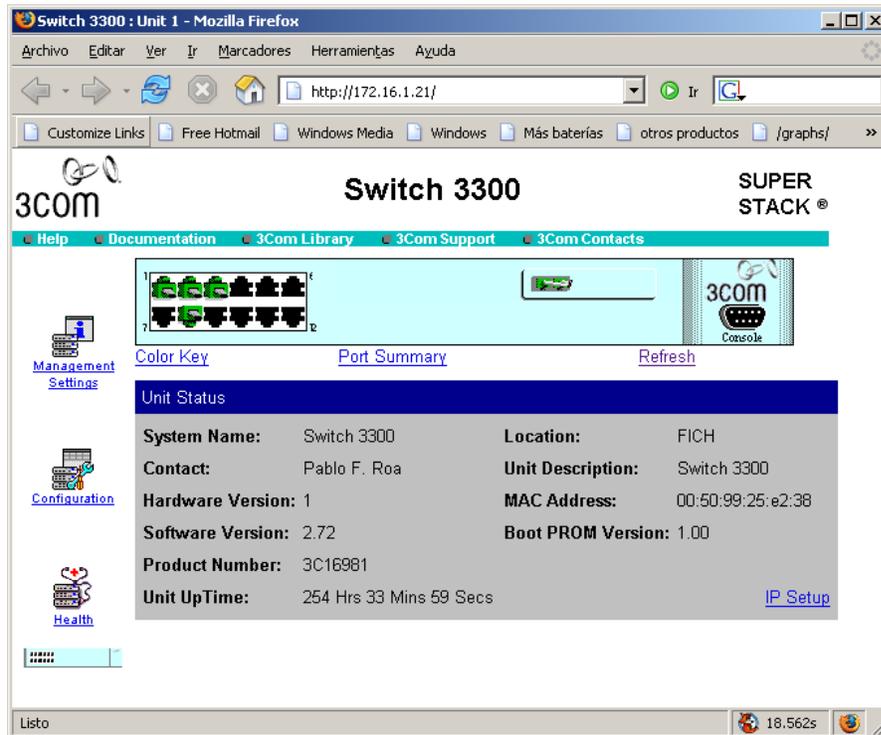


Figura 2

Estos equipos tienen algunas restricciones en cuanto al acceso y control del mismo, siendo otorgados los permisos en forma temporal y con restricciones por usuario, por intermedio de una plataforma Web que valida el acceso a cada equipo. En dicha plataforma se presenta opcionalmente un applet de Java de SSH client, para aquellos alumnos que no poseen SSH.

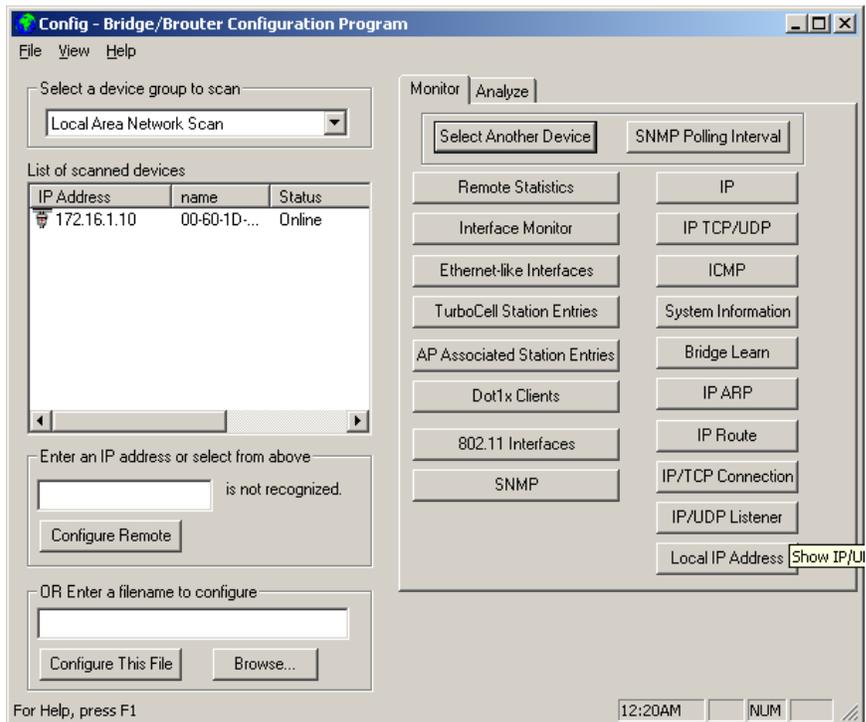


Figura 3

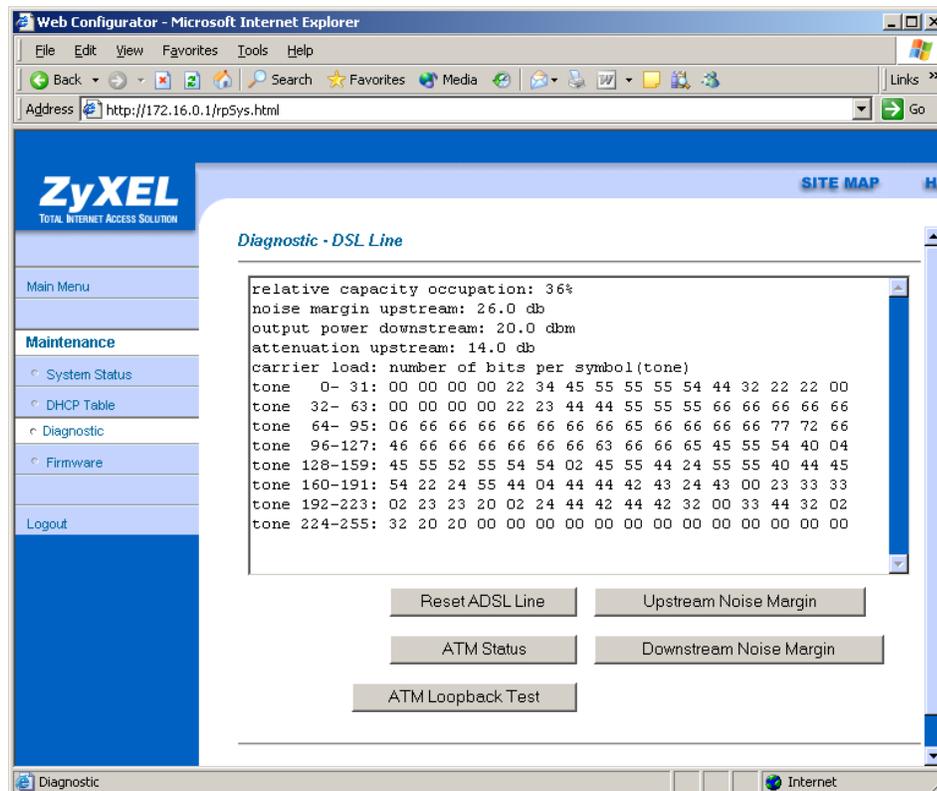


Figura 4

Las figuras muestran diversos entornos de equipos de red disponibles en el Laboratorio accesibles desde la Red de la Facultad y también desde Internet.

c) Software de emulación.

Existen también distintos paquetes de software que simulan con cierta fidelidad el comportamiento de equipos de hardware, donde podemos mencionar:

- Router Sim 3.11
- Boson Router Sim 5.27

d) Equipos de demostración en la WEB

Numerosos fabricantes de hardware proveen interfaces WEB de administración, siendo accesibles desde Internet, con el fin de que los usuarios puedan observar los parámetros de configuración y capacidades de administración.

- Software Opmanager. Diagnostico y monitorización de redes.
  - <http://demo.opmanager.com/DemoLogin.do>
- Software de administración de un Router – Access Point
  - [http://www.aprouter.com.br/new2006/index2\\_ing.php](http://www.aprouter.com.br/new2006/index2_ing.php)

**Conclusión:**

El docente debe ser capaz de integrar y coordinar la práctica con diversas herramientas, valiéndose de simuladores en aquellos casos introductorios como así también en simulación de equipos que no se poseen. En cambio se recomienda poder acceder mediante esquemas de horarios (previa habilitación y autenticación) a equipos reales.

# Integración de herramientas para la administración de OA

*Marcela Chiarani, Irma Pianucci, Berta Garcia,  
Hugo Viano, Guillermo Leguizamón*

## **Proyecto: Herramientas Informáticas Avanzadas para Gestión de Contenido de Carreras de grado en Informática**

Departamento de Informática - Universidad Nacional de San Luis  
Av. Ejército de los Andes 950 - (5700) San Luis  
Tel/Fax: 054-02652-420822 Interno 256  
e-mail: {mcchi, pianucci, bgarcia, hviano, legui}@unsl.edu.ar

### **1. Resumen**

El principal objetivo de este proyecto es realizar investigación y desarrollo de Tecnología Informática aplicada en Educación, poniendo especial énfasis en la Educación basada en WEB, y particularmente, en la gestión y reusabilidad de contenidos para carreras de informática. Esto propicia un marco de colaboración para el desarrollo de las actividades académicas, mediante el diseño y desarrollo de objetos y unidades de aprendizaje, que serán almacenadas en un repositorio construido con la finalidad de compartirlo con docentes de carreras informáticas afines.

Este proyecto de investigación se desarrolla dentro del Departamento de Informática, perteneciente a la Facultad de Cs. Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis.

### **2. Introducción**

La disponibilidad en Internet, tanto de recursos como de medios didácticos que pueden ser utilizados por el docente, abre un abanico de oportunidades al proceso de enseñanza aprendizaje.

Debido a las diferencias que se observan en la elaboración de contenidos de enseñanza en cuanto a diseño, desarrollo y distribución, diferentes grupos de investigación están trabajando en la elaboración de recursos de aprendizaje estandarizados. El esfuerzo que significa la elaboración de material educativo, nos lleva a pensar en la posibilidad de reutilizarlo en próximos cursos, descomponerlo para producir nuevos materiales y compartirlo con otros docentes.

Actualmente, en las Universidades Argentinas con carreras informáticas afines (nucleadas en la REDUNCI) aparecen problemáticas comunes, como es el caso de la enseñanza de programación en los primeros años. La solución se concreta mediante esfuerzos aislados. La creación de un marco de colaboración para el desarrollo de materiales didácticos que posibiliten optimizar la generación y reutilización de recursos, permitiría aunar esfuerzos en pos de un beneficio común.

Dentro del proyecto N° 430301, promocionado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNSL, nuestro grupo busca investigar herramientas de software de código abierto que permitan desarrollar material educativo para formar una red de conocimientos específicos para carreras de grado en informática.

### **3. Líneas de investigación y desarrollo**

Dentro del proyecto existen grupos que abordan diferentes temáticas, comparten

experiencias e interactúan entre sí para poder construir un ambiente de e-learning exitoso.

Dichas temáticas son las siguientes:

- a) Objetos y Unidades de aprendizaje: Diseño y desarrollo de objetos y unidades de aprendizaje aplicables en el campo de las Ciencias de la Computación.
- b) Repositorios de código abierto: Implementación y puesta a punto de un repositorio de código abierto que permita almacenar objetos y unidades desarrolladas dentro del proyecto, y brinde la posibilidad de enriquecer y compartir la diversidad de conocimientos.
- c) Plataformas de código abierto: Instalación y puesta en marcha de dos plataformas de código abierto (Ilias y Moodle) en servidores LINUX destinados a tal fin. Configuración y modificación de código fuente para lograr mejoras o cambios necesarios.
- d) Experiencias piloto: pruebas de los desarrollos realizados usando las herramientas seleccionadas, sobre las plataformas instaladas. Estas experiencias se llevan a cabo en el dictado de materias de los Profesorados en Computación y Tecnología.

## 4. Resultados obtenidos / esperados

### 4.1 De Objeto de aprendizaje

Para permitir la reutilización de contenido en diferentes plataformas y contextos, es necesario que dicho contenido se encuentre expresado en un formato normalizado. Es por esto que cobra vital importancia el uso de estándares. Como consecuencia de ello surge el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA) : *“Entidades digitales distribuibles a través de internet, con posibilidades de acceso simultáneo, utilizables por los diseñadores para construir pequeñas piezas de componentes instruccionales reutilizables en diferentes contextos.*

*Estas piezas pueden ser auto contenidas e incluir en su estructura otros objetos o soportar objetivos instruccionales individuales.”* [1]

Utilizando el estándar LOM (*Learning Object Metadata*), propuesto por IMS [2] es posible añadir a los recursos la descripción normalizada de los OA que contiene (meta-etiquetado). Esto facilita la reutilización, y justifica, de alguna manera, los esfuerzos invertidos en la construcción de OA, adoptando la especificación SCORM de ADL [3].

ADL SCORM provee funcionalidades que permiten la comunicación con plataformas que soporten dicho estándar. Si bien SCORM cumple las expectativas desde lo técnico, no resulta suficiente desde un punto de vista pedagógico. En este sentido, el Learning Design de IMS (LD) [4], [5] y [6] aporta un modelo para el diseño de material educativo que incorpora, además de los aspectos técnicos de la estandarización, aspectos relacionados con el diseño de recursos de aprendizaje. El modelo posibilita la creación de Unidades de Aprendizaje (UA) utilizando herramientas de código abierto, tales como RELOAD o LAMS, entre otras.

Teniendo en cuenta el principio de reutilización y la posibilidad de almacenar y compartir recursos educativos, se han desarrollado UA compuestas por OA, importados con éxito en las plataformas ILIAS y Moodle.

Entre los trabajos realizados se encuentran:

- Estudio del modelo IMS LD.
- Estudio de las herramientas de código abierto para el diseño de OA y UA.
- Desarrollo de OA SCORM utilizando RELOAD.
- Testing de los OA desarrollados en la plataforma ILIAS 3.5.5.
- Diseño conceptual de la UA (IMS LD): “Mapas Conceptuales” y OA que la componen.
- Desarrollo de los OA que componen la UA: “Mapas Conceptuales” utilizando RELOAD.
- Desarrollo de la UA “Mapas Conceptuales” utilizando RELOAD.
- Implementación de la UA en las plataformas ILIAS y Moodle.

En la actualidad nos encontramos en la etapa de análisis previo al diseño de la UA “Búsquedas de Información en la WEB” a ser utilizado en las materias de los profesorado en Computación y Tecnología.

## 4.2 Repositorios de Objetos

Entendemos que los Repositorios surgen por la necesidad de agrupar y compartir objetos que proceden de distintas fuentes. El número de comunidades virtuales que han surgido (tanto en el ámbito académico como en el comercial), en torno al desarrollo de repositorios y OA demuestran un gran interés en la materia.

Dentro del ámbito académico, hay una mayor aceptación con respecto al uso de software de código abierto. Son ejemplos claros de ello, plataformas como: Moodle e Ilias. Particularmente, en lo que a repositorios de código abierto se refiere, no existe un desarrollo que se adapte por completo a nuestros requerimientos.

Podemos distinguir dos tipos de repositorios [7], [8] y [9]:

1. Los que contienen tanto los objetos de aprendizaje como sus metadatos, y se encuentran dentro del mismo sistema e incluso dentro de un mismo servidor.
2. Los que contienen sólo los metadatos y se accede al objeto a través de una referencia a su ubicación física que se encuentra en otro sistema, en este caso el repositorio contiene sólo los descriptores.

Del análisis de los repositorios de código abierto realizado en la primer etapa del proyecto, se desprende que la mayoría permite almacenar OA. Sin embargo, no se ha detectado la existencia de repositorios que permitan almacenar UA. Nuestra propuesta está orientada a incorporar las funcionalidades que permitan gestionar, no sólo OA sino también UA.

Como parte de la evaluación de repositorios existentes realizada, se seleccionó Door [10], software de código abierto que puede ser adaptando a nuestras necesidades.

Entre los trabajos realizados se encuentran:

- Modificación del código para permitir la incorporación de Unidades de aprendizaje.
- Modificación de la interfase del usuario para carga de metadatos.

- Incorporación de la registración de usuario experto (que incorpora objetos).

## 6. A modo de conclusión

Teniendo en cuenta el grado de avance alcanzado por el grupo hasta el momento, se espera lograr la interacción entre el repositorio y la plataforma Ilias, utilizando OA y UA, desarrollados para nuestras materias o para aquellas que así lo requieran.

De esta manera, nuestro grupo de investigación espera generar espacios de colaboración entre docentes-investigadores de la REDUNCI .

## 7. Referencias y Bibliografía

[1] García B., et al. “*Aplicación de un Estándar de contenidos de aprendizaje en plataformas virtuales de código abierto*”. CACIC 2004, La Matanza - 2004

[2] IMS Global Consortium - Learning Design Specification.

Última visita: 15/03/07 Sitio web: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>

[3] ADL- Advanced Distributed Learning

Última visita: 15/03/07 Sitio web: <http://www.adlnet.org>

[4] R. Koper, Tattersall D., Collin, “*Learning Design. A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*”. Germany: Springer Verlag 2005.

[5] D. Burgos, Berbegal N., Griffiths D., Tattersall C., Kopper R. IMS Learning Design: “*How Specifications could change the current e-learning landscape e-learning World*”, issue 2, March-April 2005.. ISSN: 1811-069X. Moscow. Russia: State University of Economics, Statistics and Informatics – MESI.

[6] R. Koper Representing the Learning Design of Units of Learning. *Educational Technologies and Society*. 2004.

[7] Chiarani M., Pianucci I., Leguizamón G. “*Repositorio de objeto de aprendizaje: propuesta de diseño*” CACIC 2006, San Luis - 2006

[8] Alvarez G. Luis A., Gallardo G. Mónica del C.: “*Diseño de un Repositorio de Objetos de Apoyo al Aprendizaje Colaborativo*”. CISCI 2004. Orlando - USA. 21 y 25 de julio

de 2004. [http://www.inf.uach.cl/lalvarez/publicaciones/CISCI\\_2004.pdf](http://www.inf.uach.cl/lalvarez/publicaciones/CISCI_2004.pdf)

[9] Proyecto APROA “*Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje*” <http://www.aproa.cl> [Fecha de consulta: 10-03-2006]

[10] DOOR. (DOOR Digital Open Object Repository)

[http://door.elearninglab.org/website/index\\_ita.php](http://door.elearninglab.org/website/index_ita.php)

[11] Biblioteca de Babel [http://wiki.javeriana.edu.co/index.php/Biblioteca\\_de\\_babel](http://wiki.javeriana.edu.co/index.php/Biblioteca_de_babel)

[12] Wiley, D. A.. “*Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*” in D. A. Wiley, ed., *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. (2000). <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

[13] Proyecto ALFA, Programa de Cooperación Académica entre la Unión Europea y América Latina, subprograma A. <http://cita2.euitt.upm.es/>

[14] García B., Pianucci I., Viano H., Chiarani M. “*Herramientas informáticas avanzadas para gestión de contenido de carreras de grado en Informática*”. OD@06, Oviedo España- 2006

[15] Institute of Electrical and Electronics Engineers <http://standards.ieee.org>

- [16] Learning Resource Meta-Data Specification: Versión 1.2.4 IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsproject.org/metadata/index.html>
- [17] Iriarte Navarro, Leonel et al. - “*Generación de una biblioteca de objetos de aprendizaje (LO) a partir de contenidos preexistentes*” en revista electrónica Red - Revista de Educación a Distancia - Febrero de 2005.  
<http://www.um.es/ead/red/M2/http://www.um.es/ead/red/M2/>
- [18] Portal de Archivos Abiertos de América Latina.  
<http://lanic.utexas.edu/project/laoap/requisitos.html>
- [19] Leguizamón G., Lucero Ma., Viano H., García B., “*Generación de contenidos de aprendizaje estandarizados para plataformas de e-learning*” - CACIC 2005 – Concordia, 2005
- [20] MOREA (Múltiples Objetos Reutilizables para el desarrollo de experiencias de Enseñanza y Aprendizaje) <http://www.usc.es/morea>
- [21] Biblioteca Digital en Red de Tesis (NDLTD; Networked Digital Library of Thesis and Dissertations) <http://www.ndltd.org/>
- [22] The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting  
<http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm>
- [23] Chan Ma. E., Martínez J., Morales R., Sánchez V., “*Prototipo de patrimonio público de recursos educativos basados en una red institucional y un repositorio distribuido de objetos de aprendizaje*”. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet (Cudi 2004) Colima, México.  
[http://www.cudi.edu.mx/primavera\\_2004/presentaciones/MaElena\\_Chan.pdf](http://www.cudi.edu.mx/primavera_2004/presentaciones/MaElena_Chan.pdf)
- [24] Sánchez Arias, Víctor Germán. “*Diseño del patrimonio de recursos educativos basados en una red de acervos abiertos y distribuidos de objetos de aprendizaje*” en Taller sobre tecnología de Objetos de Aprendizaje (TOA) - 4o. Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación (ENC' 03)  
<http://www.comunidades.ipn.mx/Portal/Languages/Espa%C3%B1ol/UploadFiles/Documents/52victor%20lania.pdf>
- [26] M.A. Sicilia, “*Reusability and reuse of learning objects: Myths, realities and possibilities*” en RED. Revista de Educación a Distancia: [www.um.es/ead/red/M2/99](http://www.um.es/ead/red/M2/99)

## **La problemática del alumno ingresante a una carrera de informática: Una propuesta correctiva**

Patricia Uviña<sup>1</sup> - Gabriela Oriana<sup>2</sup> - Lidia Sloboda<sup>3</sup> - Liliana Dimópulos<sup>4</sup> - Carolina Quiliñán<sup>5</sup> - Néstor Llauco<sup>6</sup>

Departamento de Informática - Facultad de Ingeniería (Sede C. Rivadavia)  
U.N.P.S.J.B. - Tel/Fax (0297)4550836.

### **Resumen:**

Nadie duda de la difusión que tiene hoy en día la informática, y cómo ha aumentado en estos últimos años el número de usuarios de computadoras, ya sea hogareña, en centros de comunicación o en las escuelas. Pero en este mismo escenario, los ingresantes a la carrera de informática desconocen las características esenciales de esta Ciencia, y hasta podemos afirmar que muchos de ellos carecen de las aptitudes y actitudes necesarias para desarrollarse en dicha especialidad.

Es por ello que deseamos constatar esta realidad, a partir de la información que podamos obtener de los archivos de alumnos de la Facultad, de las escuelas de origen de nuestros alumnos y de su rendimiento académico en el primer año. Por otro lado, y una vez que obtengamos esos datos, una de nuestras metas es asistir a los colegios de Comodoro Rivadavia y de Rada Tilly que nos proporcionan ingresantes. Nuestra tarea allí será desarrollar alguna actividad que ayude al alumno a descubrir su perfil, el que podrá ser acorde o no estudiar una carrera en Informática. Esta actividad será diseñada por esta unidad ejecutora, la que oportunamente solicitará el apoyo de un especialista en Ciencia de la Educación o en Psicopedagogía.

### **Palabras claves:**

problemática ingresante – herramientas enseñanza\_ aprendizaje – deserción área informática

### **Motivaciones para la elección del tema:**

- a) Motivaciones relacionadas con la importancia del tema para las ciencias y especialidades en que se encuadra:

El nivel de deserción de las carreras de Informática es muy alto y se aprecia en los ingresantes a éstas un desconocimiento de las aptitudes necesarias para desarrollar software, ya sea de base o de aplicación.

- b) Motivaciones en relación a la incidencia socioeconómica del Proyecto:

Al ser tan numerosas las materias de primer año, requieren un plantel de cátedra significativo. Esto demanda un esfuerzo presupuestario que contrasta con la producción de los alumnos.

- c) Motivaciones en relación a su interés para la región:

Luego de la evaluación de los resultados de la primera etapa del proyecto, tenemos previsto desarrollar actividades en las escuelas de Comodoro Rivadavia y Rada Tilly, a fin de orientar a los aspirantes a carreras de informática a partir de sus aptitudes.

---

1 Lic. en Informática. Investigador Cat. IV. Prof. Asociado DSE. [uvina\\_patricia@ing.unp.edu.ar](mailto:uvina_patricia@ing.unp.edu.ar)

2 Lic. en Informática. Investigador Cat. V. JTP DE. [orianag@arnet.com.ar](mailto:orianag@arnet.com.ar)

3 Lic. en Informática. JTP DSE. [tonylidia@infovia.com.ar](mailto:tonylidia@infovia.com.ar)

4 Lic. en Informática. Aux. Primera DS. [lidimo@infovia.com.ar](mailto:lidimo@infovia.com.ar)

5 Lic. en Informática. Aux. Primera DS. [carolinaq@infotec-cr.com.ar](mailto:carolinaq@infotec-cr.com.ar)

6 Lic. en Informática. Aux. Primera DE. [nestorllauco@ing.unp.edu.ar](mailto:nestorllauco@ing.unp.edu.ar)

d) Motivaciones en relación a la formación de recursos humanos:

El conocimiento de las fuentes de alumnos a nuestra carrera y de su evolución podrá ayudarnos a recrear los métodos de enseñanza aprendizaje.

e) Otras motivaciones :

En cada evento informático a nivel local, regional o nacional se plantea esta problemática, y no tenemos conocimiento de que se haya hecho llegar información al nivel medio de nuestra provincia, desde la Institución Universitaria, a fin de realizar tareas de intervención.

### **Objetivos del Proyecto**

- Mejorar la orientación de los aspirantes a cursar cualquier carrera de Informática.
- Propender a la calidad en la formación de los alumnos de la Licenciatura en Informática.
- Optimizar el rendimiento de los alumnos en las materias de Primer año.

### **Actividades:**

- Informe a la Dirección de Educación Media, solicitando la firma de un Convenio de Cooperación respecto de la problemática planteada.
- Relevamiento de información de los ingresantes a la Facultad, a partir del año 1995
- Procesamiento de la información para obtener datos como: Nómina Escuelas (de las que egresan nuestros ingresantes), cantidad de alumnos (por cada escuela proveedora y por año de ingreso), y luego el historial de cada alumno (por cada escuela proveedora).
- Análisis cualitativo de la información procesada.
- Diseño y construcción de la actividad a desarrollar en cada escuela de nivel medio. Difusión de la actividad instalando un componente en la página de la Facultad, para que puedan aplicarlo las escuelas de otras localidades, de las que vienen nuestros alumnos.
- Desarrollo de la actividad en cada escuela. En primer lugar, en aquellas de C. Rivadavia y Rada Tilly que suministran alumnos a nuestra Facultad, y una vez superada esta etapa, en las restantes. La actividad arroja resultados.
- Evaluación de resultados (Aún los que surjan de la Web).
- Diseño de actividad de intervención, la que deberá permitir al alumno decidir si su perfil es apto para una carrera en Informática.
- Devolución a las escuelas.

### **Antecedentes del grupo de trabajo en el tema**

El grupo como tal es la primera vez que se conforma para abordar esta temática. Algunos de sus integrantes han participado en Ateneos de Profesores, como representantes de la Universidad, en los que se discutió acerca de este problema, así como integran sendos proyectos de Investigación, en los que se desarrollaron herramientas para la mejora del proceso de Enseñanza Aprendizaje.

### **Posibilidades de transferencia**

Se presentarán las conclusiones a la Dirección de Educación Media del Gobierno de la Provincia de Chubut, y a partir de allí a las escuelas involucradas. Por otro lado, y habida cuenta de que es una realidad de todas las Universidades con carrera de

Informática, presentaremos nuestros resultados en el CACIC (Congreso Argentino de Ciencias de la Computación), y en las Jornadas de Informática Educativa que se celebren cada año, y en los que iremos presentando la evolución de nuestra hipótesis.

### **Bibliografía**

- [1] Beltrán, J Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje 1993 Síntesis, Madrid
- [2] Bolles, R.C. Teoría de la motivación 1978 Trillas, México
- [3] Bueno, J.A.; Castanedo, C Psicología de la Educación Aplicada 1998 Síntesis, Madrid
- [4] Calloni, Alicia E.W. Sistemas de calificación y regímenes de promoción 1998 D'Aversa, Buenos Aires
- [5] Coll, C; Solé, I. Aprendizaje significativo y ayuda pedagógica 1989 Cuadernos de pedagogía, 168
- [6] Escaño, J; Gil, M¿Cómo se aprende y cómo se enseña? El constructivismo en el aula 1992 Horsori, Barcelona
- [7] Gargallo, L. Estrategias de aprendizaje. Propuestas para la intervención educativa. Teorías de la educación 1995 Revista interuniversitaria, 7
- [8] González Torres, M.C. La motivación académica 1997 Eunsa, Pamplona
- [9] González Torres, M.C. La motivación académica. Sus determinantes y pautas de intervención 1999 Eunsa, Pamplona
- [10] McClellan, D.C. Estudio de la motivación humana 1989 Narcea, Madrid
- [11] Montico, S. Una estrategia pedagógica 1994 I Jornadas sobre alternativas en el aula universitaria, Rosario
- [12] Montoya Heras, L Comprender el espacio educativo 1997 Aljibe, Bs As
- [13] Nuñez, J.C.; González-Pumariega, S. Motivación y aprendizaje escolar 1996 Actas Congreso nacional s/motivación e instrucción
- [14] Revé, J.M. Motivación y emoción 1996 Mc Graw Hill Madrid
- [15] Valenzuela González, J.R. Motivación en la educación a distancia 1999 Actas III Jornadas de Informática Educativa. Bs As.``
- [16] Oyola, C. Fracaso escolar 1997 Ed. Aique Bs As
- [17] Aguilar García Fracaso Escolar y desventaja sociocultural 1998 Narcea, Madrid

# Línea de investigación en STI con tecnología de agentes

Patricia Calvo, Zulma Cataldi, Fernando J. Lage  
pat\_calvo@yahoo.com; liema@fi.uba.ar, flage@fi.uba.ar

*LIEMA. Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. Universidad de Bs. As. Paseo Colón 850 4º Piso. C1063ACV. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ARGENTINA.*

## Resumen

*Desde 2004, el grupo de investigación del Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires, ha venido realizando investigaciones tendientes a mejorar la enseñanza de la ingeniería y en particular de la Informática como una línea de trabajo propia que por otra parte, se consolida a través de desarrollos informáticos que han sido transferidos a la comunidad educativa. En este contexto surge el proyecto (VAPRBA 432T) en el cual se inscribe la presente comunicación, como una línea de trabajo que busca consolidar los esfuerzos tendientes a la mejora de la educación superior desde el ingreso del estudiante a la universidad como así también durante el tiempo que demande su carrera universitaria. La preocupación se centra en el alto número de estudiantes por cada docente en los cursos iniciales de Programación Básica y en la búsqueda de opciones alternativas para facilitar los aprendizajes a fin de que el estudiante pueda obtener la retroalimentación necesaria para superar los requerimientos para permanecer en le nuevo ámbito educativo. En tal sentido, se han estudiado diferente tipos de aproximaciones a la solución, siendo una de ellas, la que se presenta a continuación a partir del paradigma de agentes inteligentes.*

**Palabras clave:** *sistemas tutores inteligentes, agentes*

## 1. Introducción

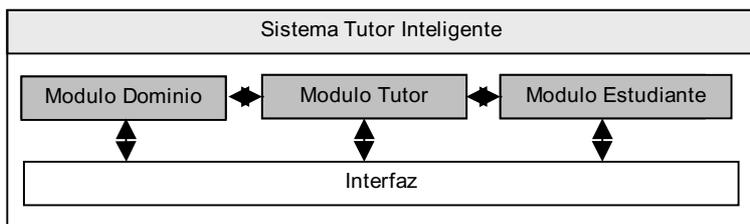
Russell y Norvig [1] señalan que: *un agente es un sistema capaz de percibir a través de sensores la informaciones que proviene del ambiente donde está insertado y reaccionar a través de efectores, por lo que se lo puede definir como una entidad de software que exhibe un comportamiento autónomo, situado en un ambiente en el cual es capaz de realizar acciones para alcanzar sus propios objetivos y a partir del cual percibe los cambios.* Wooldridge y Jennings [2] expresan que: *“Un agente es un sistema computacional que está situado en un ambiente y que es capaz de acciones autónomas en este medio para alcanzar sus objetivos de diseño”.*

*Un agente es inteligente cuando es capaz de actuar con autonomía y flexibilidad, basadas en cualidades de reactividad, proactividad y habilidad social. Otras cualidades incrementan la inteligencia del agente: las actitudes mentales y el aprendizaje.*

En esta investigación, se busca una metodología que propicie el diseño de los STIM (Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes) integrando entidades o agentes inteligentes que, para interactuar con el medio ambiente, son capaces de *percibir, razonar y actuar*. Los sensores de cada agente recolectan información, que se convierte en conocimiento para alcanzar su objetivo razonando y actuando para modificar el propio entorno. Este enfoque inspirado en la sociología hace referencia también a conceptos como *“comunicación”, “cooperación”, “coordinación” y “competencia”*.

Se trata pues, de obtener las bases teóricas conceptuales y metodológicas para la construcción de los STI donde la *importancia de un tutor inteligente* radica en que la captura de la experticia de los especialistas (docentes expertos en el dominio), contribuirá a la formación de los estudiantes novatos, adecuando la mejor estrategia didáctica para cada uno de ellos.

Un grupo de agentes cooperando a través del enfoque sociológico, aporta una buena opción, aunque con prevenciones dado que en dominios complejos los sistemas multiagentes necesitan grandes cantidades de información para prever todas las situaciones posibles. Se propone diseñar las componentes de un STI con un marco teórico pedagógico basado en la Teoría Uno [3], mediante la integración de los conceptos planteados por la Teoría Uno al diseño computacional [4,5].

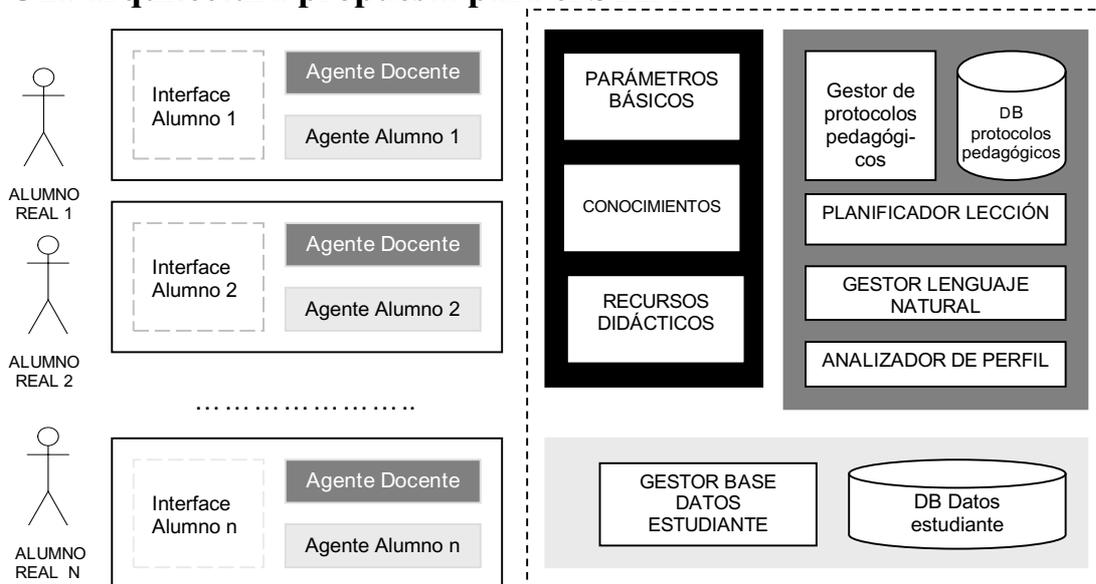


**Figura 1:** Arquitectura básica de Carbonell [6].

Siguiendo la idea de Carbonell [6], los STI, responden a una arquitectura trimodular sin solapamientos de funcionalidades y con interfaces bien definidas, a fin de obtener módulos independientes del dominio e intercambiables (ver Figura 1).

En comunicaciones previas, se han definido los requerimientos básicos de los *Módulos: Tutor* [7,8], *Estudiante* [9] y *el Módulo Dominio*, que ya ha sido estudiado en numerosas publicaciones [10, 11]. El *Modulo Tutor* del STI integra el conocimiento acerca del método de enseñanza, las técnicas didácticas y del dominio a ser enseñado. Define y aplica una estrategia pedagógica de enseñanza, contiene los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Selecciona los problemas, monitorea el desempeño y provee asistencia.

## 2. Una arquitectura propuesta para el STIM



**Figura 2:** Posible arquitectura de STI con agentes.  
(Referencias: ■ módulo dominio, ■ módulo Tutor, ■ módulo Estudiante)

En la Figura 2 se observa una arquitectura posible para el subsistema alumno–docente. Se ha considerado un agente alumno por cada alumno real en el sistema, que lo modelará. También se genera un agente docente, encargado de tutorizar a ese alumno particular, y un módulo individual de interface. Los agentes docentes y alumnos son conscientes de la aparición de nuevos agentes.

## 3. Ventajas del enfoque elegido

El esquema planteado favorece el desarrollo de las competencias profesionales y fomenta las competencias sociales, respondiendo a los enfoques pedagógicos que sustentan el intercambio con los pares [15]. Se estimula la realización de actividades innovadoras, la creación de grupos de estudio, los trabajos en colaboración. Según la *Teoría del Ambiente de Aprendizaje* (Learning Environment Theory), de Engeström [16] y Wenger [17], los seres humanos necesitan construir sus identidades para motivarse a participar en actividades sociales de manera continua. En consecuencia, cada acción es significativa en términos de cómo la persona se reconoce a si misma y

es reconocida por otros de acuerdo al concepto de compromiso o “*engagement*” de Wenger [17]. La arquitectura planteada para el STI apunta a reforzar los roles y los valores cooperativos que refuerzan la identidad del alumno. Bloom [18] considera que la estrategia usada por el sistema debería replicar un ambiente y las interacciones propias del trabajo “*one-to-one*”, dado que es el ambiente ideal para el aprendizaje y Sleeman y Brown [19] apoyan la idea que un STI debe llevar a cabo un proceso similar a aquel en el cual un alumno y un docente interactúan entre sí (“*one-to-one*”).

Chi, Siler *et al.* [20] investigaron acerca de las características de las tutorías más eficaces y el uso de la retroalimentación tutorial. Sostienen que la eficacia se sustenta en las *habilidades pedagógicas del tutor*, la generación activa de los alumnos o el esfuerzo conjunto entre el tutor y los estudiantes. Desde este punto de vista, la retroalimentación es una forma de andamiaje colaborativo [15], que puede orientar la estrategia tutorial, para que el alumno construya su aprendizaje.

#### **4. Las características de los agentes del STIM**

Un agente es *reactivo* si no incluye un modelo simbólico del mundo ni usa razonamiento simbólico complejo de ningún tipo y pueden construirse usando sistemas de producción, como propone Nilsson [21], definiendo conjuntos de reglas de producción y de producciones que indiquen la acción a realizar cuando se verifican determinadas condiciones. Los agentes son *deliberativos* si usan un modelo del mundo, explícitamente representado y funcionan siguiendo el paradigma de los sistemas clásicos de planificación en IA (Inteligencia Artificial), basados en el ciclo *percepción-planificación-acción*. Según Rao y Georgeff [22], un agente deliberativo lleva a cabo un ciclo infinito que sensa sus creencias, determina que deseos se pueden alcanzar, transformándose en intenciones, y establece planes de acción para la lograrlos. Así se modificará nuevamente el entorno percibido por el agente. Un agente es *híbrido* si dispone de componentes deliberativos para llevar a cabo razonamientos complejos, desarrollar planes y decidir, y simultáneamente tiene componentes reactivos para reaccionar inmediatamente ante ciertos sucesos. Se adopta para este trabajo que: *tanto los Agentes Docente como los Agentes Alumno son híbridos.*

Los agentes que trabajan de forma independiente con sus propios objetivos constituyen sistemas independientes. Un SMA es comunicativo si usa protocolos y procedimientos de cooperación. *El STI planteado es un sistema cooperativo y comunicativo.*

Dadas las características del sistema, *el diseño puede imponer para cada agente un protocolo de interacción y una estrategia*, los cuales se construyen en función de los resultados sociales, dado que los agentes deben utilizar las estrategias impuestas.

#### **5. Grado de avance**

##### **5.1. Aspectos funcionales y roles del módulo tutor**

El módulo tutor es responsable de determinar las submetas que resultan de desglosar los objetivos propuestos para cada alumno (etapas intermedias del proceso de adquisición de conocimientos). Mejora su rendimiento desde la interrelación con el alumno real. Los agentes docentes del módulo tutor presentan los contenidos de modo acorde a las necesidades de cada alumno.

Así se establece una trayectoria particular en el área de conocimiento para cada alumno real. Cada agente docente, en ejecución en las respectivas máquinas cliente, sugiere un plan personalizado a la medida del alumno real, utilizando el conjunto de objetivos y submetas predeterminado para ese alumno. La instancia evaluativa individual se realiza bajo la responsabilidad del agente docente, y sus resultados son registrados, pasando a incrementar los datos almacenados del alumno. Si la evaluación es satisfactoria, el alumno puede afrontar la siguiente etapa de su aprendizaje; si no lo es, el módulo tutor determina las fallas y modifica la estrategia frente al alumno.

Durante el *diseño* y la *documentación* se usó la notación UML estándar. Los *Diagramas de Casos de Uso* se utilizaron para reflejar los aspectos funcionales del sistema con independencia de la

implementación elegida(Figura 3). Los *diagramas de actividades* permitieron visualizar de manera práctica el aspecto dinámico y modelar el flujo de control (Figura 4)

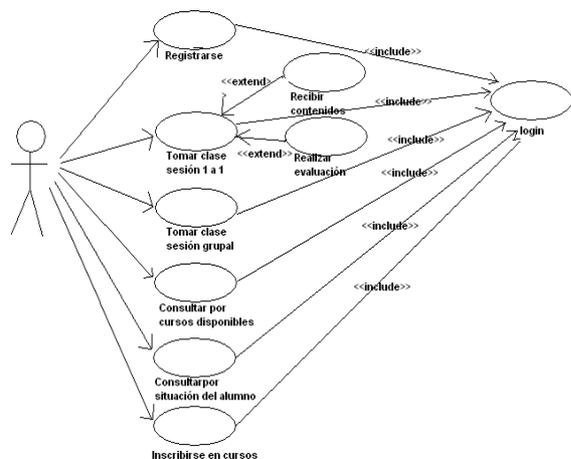


Figura 3. Diagrama de Casos de uso.

Se consideraron los *Casos de Uso Registrar Alumno, Logear Alumno, Consultar Información sobre cursos, Consultar Información sobre status del alumno* (calificaciones, trabajos pendientes, evaluaciones pendientes, temas satisfactoriamente adquiridos), *Inscribirse en curso, Tomar clase en sesión 1 a 1, Tomar clase en sesión grupal* (Tabla 1).

Caso de Uso	Propósito	Descripción	Excepciones	Registrar Alumno	Tomar clase sesión 1 a 1	Consultar Cursos disponibles	Consultar por situación del alumno	Inscribirse en Cursos
Login Alumno	Validar a un alumno ya registrado para el uso del STI. Este caso de uso es iniciado por el Alumno. Valida al usuario mediante un <i>login</i> y <i>password</i> a ser validado	Por <i>login</i> inválido se pide al usuario repetir la operación ( tres intentos y sale del sistema)		Registrar al alumno	Llevar a cabo una sesión de aprendizaje uno a uno con el STI	Informar al alumno acerca de los cursos que puede realizar	Informar al alumno acerca de su status	Registrar al alumno en el curso que haya elegido
				Se solicita al usuario nombre y password. Con validación correcta, quedará registrado.(si no, se le solicitará nuevamente)	Se presenta menú de opciones,( Recibir Contenidos - Realizar Evaluación). (La Evaluación se realiza si recibió previamente los contenidos)	Se presenta al usuario listado de cursos que puede realizar, o mensaje indicando que los ha realizado todos.	Se despliega la información de los cursos que ha realizado y que esté realizando, indicando el grado de logro de los objetivos	El usuario selecciona un curso (y sólo uno) de la lista que se le presenta.
				Si la <i>password</i> no es válida, se solicita al usuario volver a registrarse.(tres intentos y sale del sistema).	Si el alumno no seleccionó previamente un curso, se solicitará que lo haga.( tres intentos y sale del sistema).			

Tabla 1. Ejemplos de caso de uso

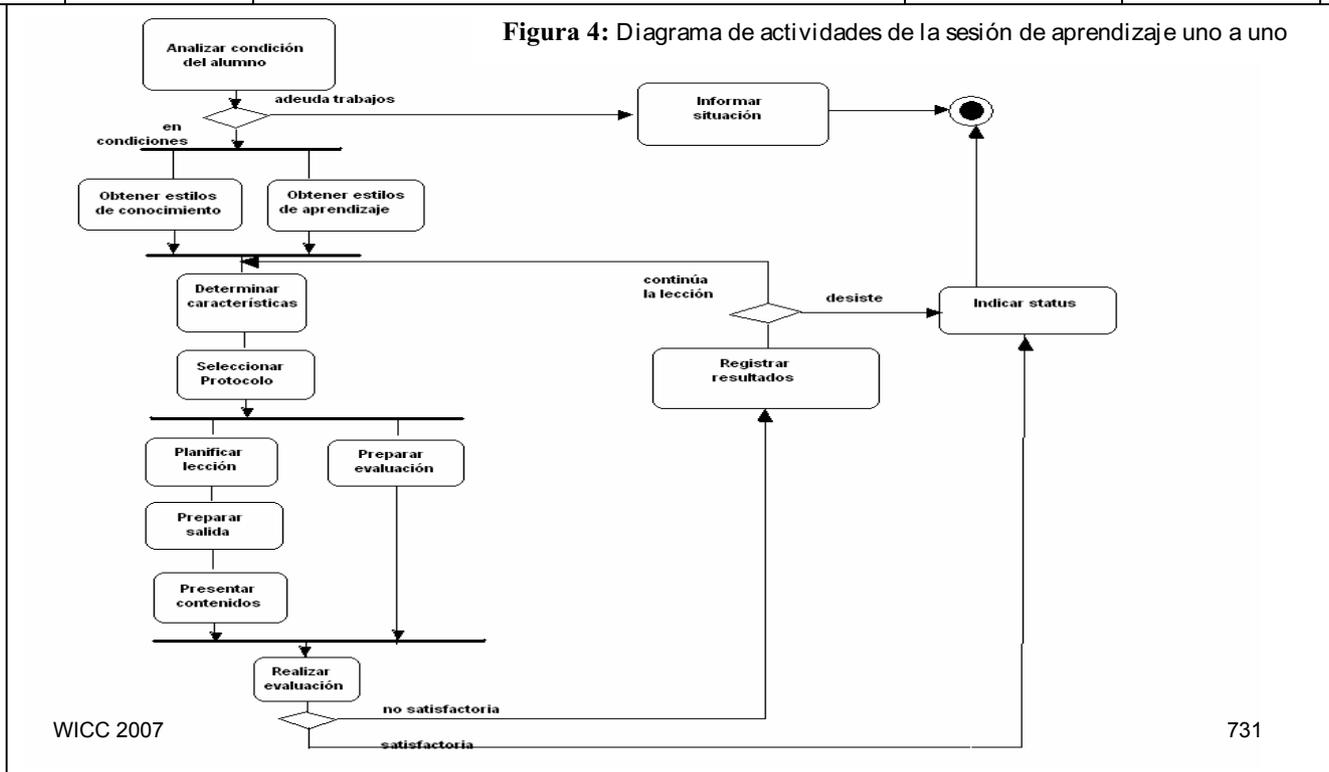


Figura 4: Diagrama de actividades de la sesión de aprendizaje uno a uno

## 6. Conclusiones

Se ha estudiado el problema desde los sistemas inteligentes y las ciencias de la educación de forma tal de obtener una base teórica sobre la cual desarrollar un tutor inteligente. Se ha tenido en cuenta las teorías de aprendizaje, de enseñanza y las plataformas para el desarrollo de los sistemas multiagentes. A partir del marco teórico y de los paradigmas de desarrollo de sistemas multiagentes, se ha propuesto una arquitectura básica y se plantea la selección del tutorizado. Determinado el marco teórico, se seleccionarán las herramientas metodológicas y el ambiente de desarrollo más adecuado, a fin de: a) Diseñar un módulo de agentes para llevar a cabo la tarea de generación de estrategias de enseñanza en el *módulo del tutor*, que permita la adición de nuevos protocolos de enseñanza que se adapten a las necesidades de cada del alumno y b) Diseñar un agente (*modelo de estudiante*) que permita obtener los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes de acuerdo sus preferencias.

## Referencias

- [1]. Russell, S. J. y Norvig P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd Edition). Prentice Hall.
- [2]. Wooldridge, M. J. y N. R. Jennings (1995). *Agent Theories, Architectures and Languages: A survey*. In M. J. Wooldridge and N. R. Jennings (Eds.), *Intelligent Agents*, Vol. 890 of LNAI. pp. 1–39. Springer-Verlag.
- [3]. Perkins, D. (1995) *La escuela inteligente*. Gedisa.
- [4]. Calvo, P., Cataldi, Z; Salgueiro, F.; Costa, G.; Méndez, P., Rendón Zander, J. y Lage, F. 2006. *Sistemas Tutores Inteligentes basados en agentes*. Anales del VIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Págs. 671-675. ISBN13: 978-950-9474-34-5, 1 y 2 de junio.
- [5]. Cataldi, Z.; Salgueiro, F. y Lage, F. 2006. *Sistemas tutores multiagentes con modelado del estudiante y del tutor*. Revista Edutec. ISSN: 1135-9250. Núm. 20. Enero. Pág.1-22.
- [6]. Carbonell, J. R. (1970). *AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction*. IEEE transaction on Man and Machine System. V 11 n.4, p 190-202.
- [7]. Salgueiro, F. A. (2005) Tesis de Grado en Ingeniería Informática: *Sistemas inteligentes para modelado del tutor*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- [8]. Salgueiro, F. A., Costa, G., Cataldi, Z., García-Martínez, R. y Lage, F. J. (2005). *Sistemas inteligentes para el modelado del tutor*. Proc. GCETE'2005 CD, Global Congress on Engineering and Technology Education. Brasil. marzo 13-15.
- [9]. Costa, G.; Salgueiro, F. A., Cataldi, Z., García-Martínez, R. y Lage, F. J. 2005. *Sistemas inteligentes para el modelado del estudiante* Proc. GCETE'2005 CD, Global Congress on Engineering and Technology Education. Brasil. marzo 13-15.
- [10]. Pagés, C., Martínez, J.; Gutierrez, O., Díez T.(2005). *Sistema Inteligente de Tutorización Avanzada (SITA). Un caso de aplicación: GEKA*. Publicado en RED. Revista de Educación a Distancia Publicación en línea. Murcia (España). Año IV. Número monográfico II.
- [11]. Anderson, J.R.; Corbett, A.T.; Koedinger, K.R.; Pelletier, R. (1995). Cognitive tutors: Lessons learned. *Journal of the Learning Sciences*. 4(2), 167-207.
- [12]. Genesereth, M. and Nilsson, N. (1987) *Logical Foundations of Artificial Intelligence*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- [13]. Nilsson, N. (1998) *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers.
- [14]. Iglesias, C.A., Garijo, M., González, J.C., (1998) *Metodologías orientadas a agentes* Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Numero 6, Volumen 2, Otoño.
- [15]. Vygotsky, L. (1978) *Mind in society. The Development of Higher Psychological Process*. Cambridge. N. A. Harvard University Press.
- [16]. Engström, Y. (1999) *Perspectives on activity theory*. London; New York: Cambridge University Press,
- [17]. Wenger, E. (2001) *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós, 2001.
- [18]. Bloom, B. S. (1984) *The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring*. *Educational Researcher*, 13, 4-16.
- [19]. Sleeman, D. H., & Brown, J. S(1982) *Intelligent tutoring systems*. New York: Academic Press.
- [20]. Chi, M. T. H., Siler, S., Jeong, H., Yamauchi, T., y Hausmann, R. (2001) *Learning from human tutoring*. *Cognitive Science* 25, 471–533.
- [21]. Nilsson, N.J. (1991) *Logic and Artificial Intelligence*. *Artificial Intelligence* 47: 31-56.
- [22]. Rao, A. S., y Georgeff, M. P. (1995) *BDI Agents: From Theory to Practice*, In *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems (ICMAS 1995)*, São Francisco, MIT Press, pp. 312-319.

## **Métricas: Pautas para un adecuado sistema de evaluación de la calidad en e-learning.**

Adriana Claudia Fantini

Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Tel: 02965- 423084 int.110

Fax: 02965-423084 int.113

[afantini@economicasunp.edu.ar](mailto:afantini@economicasunp.edu.ar)

**Palabras clave:** métricas, indicadores, evaluación, calidad, e-learning

### **Resumen**

Una de las demandas que debe satisfacer el Sistema de gestión de e-learning de una Institución que procure una oferta educativa de calidad, es la de contar con una planificación cuidadosa, que oriente al proyecto hacia el éxito; donde no se deje ningún cariz librado al azar. Dicha planificación no puede considerarse completa sin la presencia de un subsistema de evaluación que oriente el proyecto hacia la mejora continua.

La metodología de evaluación deberá propugnar la indagación de: si se han identificado claramente el contexto y la problemática, los objetivos y el conjunto de acciones, así como los actores involucrados, los recursos y la planificación.

Previo a la definición del modelo de evaluación del programa, se establecen las definiciones de “evaluación” y “calidad” adoptada a fin de proporcionar un marco de referencia a las decisiones posteriores. En cuanto a la definición del modelo de evaluación en si mismo, se planificaron los cuatro momentos de evaluación: La evaluación del programa, del proceso de implantación, de los resultados de la aplicación y La institucionalización de la evaluación del programa.

Como estrategia para la evaluación del proceso de implantación del Programa, se propone la triangulación de datos cuati y cualitativos, constituyendo un aporte para reflexionar acerca de las prácticas de los tutores y los participantes. Una de las acciones principales de los docentes-tutores de un curso de e-learning se centra en la motivación, el seguimiento y asistencia académica de los participantes así como el tratamiento de situaciones conflictivas. Aspectos que no se perciben a través de los indicadores cuantitativos, y más aún, pueden llegar a tergiversar los resultados por ellos expuestos. Por ello en este trabajo se expone la ventaja de abordar la evaluación desde ambos enfoques metodológicos (cuantitativo y cualitativo) y en su combinación a través de la triangulación.

### **Introducción**

En todo diseño de intervención educativa se debe reconocer la presencia continua de la evaluación, desde el momento en que se identifican las necesidades, se formulan los objetivos, se desarrolla el proceso de realización y se analizan los resultados que han sido alcanzados. Por este motivo, se puede decir que la evaluación de programas se configura como un componente intrínseco a los procesos sociales y educativos. Una cuestión previa a la elección del modelo de evaluación es la clarificación sobre cuál es el propósito de la evaluación y qué se quiere evaluar, lo que algunos han englobado en la llamada evaluación de necesidades, entendiendo estas como las discrepancias existentes entre la situación corriente y la deseada. Entendiendo a la evaluación, no como un fin, sino como un proceso que debe estar orientado al futuro, que permita obtener información relevante, fiable, adecuada y recogida en el tiempo oportuno, su objetivo será poder emitir juicios de valor que lleven a la toma de decisiones tendientes a la mejora del Programa.

## **Marco Teórico**

Con el fin de exponer los supuestos de los que se parte para llevar adelante el desarrollo de una metodología para implementar el proceso de evaluación de Programa, se comienza con la definición de ambos términos: evaluación y calidad.

La definición de “evaluación”, que proporciona marco de referencia, es la de Pérez Juste (2002) que concibe a la evaluación como “el proceso sistemático de recogida de información rigurosa –valiosa, válida y fiable-, orientado a valorar la calidad y los logros de un programa, como base para la posterior toma de decisiones de mejora tanto del programa como del personal implicado”.

En el análisis la definición de evaluación adoptada, se destaca la referencia al término sistemático, lo que implica una definición precisa de información recogida, que asegura su validez y fiabilidad. La información debe ser recogida por procedimientos de observación, cuestionarios y entrevistas estandarizados que permitan que la recolección de información sea sistematizada. También se hace referencia a la necesidad de valorar la calidad y logros del Programa, lo que significa algo más allá que una mera descripción de lo que ocurre en la labor educativa. El juicio de valor debe referirse al valor del Programa, ello supone saber si el programa ayuda a conseguir las metas educativas y sociales para las que se ha elaborado y su alcance en dicho logro. El juicio de valor además debe proporcionar elementos a las Autoridades para las decisiones de acciones políticas en la Institución. Por último, se destaca la referencia las acciones futuras, orientadas a la decisión, que dirige hacia la mejora de las políticas y prácticas educativas, característica si la cual la evaluación no es completa.

Por “calidad” se entiende la satisfacción del cliente, es decir, que el producto/servicio cubre las necesidades del cliente. Trasladado a la educación, se puede decir que la oferta educativa satisface las expectativas de formación del destinatario.

En cuanto a la elección del modelo de evaluación, teniendo en cuenta los principales modelos evaluativos: Los orientados a la eficacia –de comprobación de los logros alcanzados-. Los orientados a los procesos –de las razones del éxito o del fracaso, que tienden a identificar los medios para alcanzar el logro de los objetivos-. Modelos complejos –como la propuesta evaluativa CIPP (Contexto, Input, Proceso, Producto) de Stufflebeam, que considera tres ejes importantes: los objetivos, el método y la toma de decisiones-. Se siguieron las propuestas del Dr. Pérez Juste, quién propone un modelo de éste último tipo, en el que presta especial atención al momento inicial del programa –lo que denomina el programa en sí mismo- y al posterior desarrollo de los procesos; que sintetiza en cuatro etapas o momentos: La evaluación del programa, la evaluación del proceso de implantación del programa, la evaluación de los resultados de la aplicación del programa, la institucionalización de la evaluación del programa.

La metodología de evaluación deberá permitir indagar: si se han identificado claramente el contexto y la problemática, los objetivos y el conjunto de acciones, así como los actores involucrados, los recursos y la planificación.

## **El sistema de evaluación adoptado**

El Plan de evaluación comienza con la evaluación del programa en sí mismo, cuya finalidad es determinar las condiciones óptimas para ponerlo en funcionamiento, que requiere establecer: la calidad técnica, su viabilidad práctica y su evaluabilidad. En función de ello, se lleva a cabo un análisis integral de las actividades en relación con los recursos, a través de un estudio de factibilidad técnica, operativa y económica con respecto a la implementación del mismo.

Con la finalidad de obtener mejoras para futuras ediciones del programa, se propone la evaluación del proceso de implementación y de los resultados, que conforman en segundo y tercer momento de la evaluación. Cuando se evalúa el proceso de implantación del programa, se acumula información sobre el desarrollo del programa, los resultados intermedios y los efectos no planeados.

La evaluación de la implementación del Programa se aborda en forma constante y continua. Para evaluar “qué” está funcionando del programa, una vez puesto en marcha. Tradicionalmente este análisis se lleva a cabo en forma cuantitativa. No obstante, se optó por enriquecer la propuesta incorporando el aporte de las metodologías cualitativas, a través del estudio de la calidad de las participaciones registradas en la plataforma virtual. Además de los datos relevados durante el desarrollo del programa, al finalizar cada edición del mismo, se administran cuestionarios a los participantes, indagando: la conformidad/disconformidad de los participantes (responsables, docentes y destinatarios). A los destinatarios se les requiere califiquen el desempeño de la coordinación, los docentes, los materiales y la bibliografía recomendada, la facilidad/dificultad de acceso a la plataforma virtual, etc., para determinar las posibles causas que llevan a que determinados objetivos del programa no se alcancen de la manera prevista.

En el tercer momento, de evaluación de los resultados de la aplicación del programa, se analizan los resultados obtenidos en relación con los objetivos y los efectos no planeados, tanto los positivos como los negativos, con el fin de comprobar la eficacia. Este momento se centra en los logros alcanzados por el programa, es decir, el producto, la constatación de la consecución de las metas fijadas por el programa y el proceder a su valoración con el fin de tomar decisiones trascendentales sobre la continuidad o cambios a introducir para su mejora. Con el objetivo de contribuir a la evaluación del producto, se contrasta el cumplimiento de las metas en cuanto a la cantidad de destinatarios que completan su formación, también se considerará quienes, al culminar su formación, se integran activamente a los requerimientos laborales de la región.

Se identifica como el cuarto momento de la evaluación, la institucionalización de la evaluación del programa, a través de ciclos sucesivos de evaluación-mejora, en este momento se logra la plena integración del programa y de su evaluación.

### **Qué información y cuando se recolecta**

La especificación de las concepciones de evaluación y las funciones que ésta cumplirá permite determinar qué tipo de información debe ser recolectada, los instrumentos de recogida de datos e información así como su posterior análisis. Para que la evaluación del programa alcance a la calidad de las metas del mismo, al contexto en el que se desarrolla, a su planificación y al proceso de realización, así como a sus resultados, el modelo de evaluación incluye la valoración de las metas en coherencia con las necesidades, el diseño en su contexto, los procesos de realización y los logros.

Para valorar la conceptualización del programa se analizaron sus objetivos, su articulación con el Proyecto educativo institucional, la claridad de su presentación y concordancia con las necesidades del contexto en el que se desarrolla, para ello se definieron indicadores de Claridad, Difusión, Consenso, Relación con las necesidades del contexto, Adaptación a las actividades de la institución. En cuanto a la estructura del Programa: Existencia de un Plan organizado y sistematizado para el logro de los objetivos, Viabilidad (existencia de un estudio tecnológico – económico), Evaluabilidad (existencia de un sistema de evaluación bien definido y posible de ser llevado a la práctica). En relación a los medios: Suficiencia, Adecuación, Eficacia. Para cada indicador se estableció una categoría para valorizar los resultados.

El segundo momento de la evaluación, se orienta a la puesta en marcha del programa, es decir en su desarrollo, incluyendo en esta etapa la evaluación procesal o formativa, lo que conduce a la facilitación en la toma de decisiones por parte del personal implicado. En primer término se constata la efectividad de la convocatoria, verificando que la difusión del programa llegara a todos los posibles destinatarios. Se define el indicador cuantitativo: Cantidad de solicitudes recibidas / Cantidad de potenciales interesados. Para la evaluación del desarrollo se llevan registros de la puesta en funcionamiento de las actividades previstas, en cuanto a: el interés despertado en la comunidad destinataria y la permanencia de los inscriptos en el programa; para ello se definen los indicadores cuantitativos: Cantidad de participantes que iniciaron el programa / Cantidad de solicitudes recibidas. Cantidad de Participantes que completaron 1 módulo / Cantidad de

participantes que iniciaron el programa. Cantidad de Participantes que completaron 2 módulos / Cantidad de participantes que iniciaron el programa, etc., hasta Cantidad de Participantes que finalizaron el programa / Cantidad de participantes que iniciaron el programa. Para hacer un seguimiento de la temporalización real de las actividades y sus respectivos reajustes –identificando posibles causas- se lleva un registro del inicio y finalización reales de los módulos, el cumplimiento y/o incumplimiento de las fechas pautadas para las evaluaciones, recopilando observaciones pertinentes que permitieran registrar las causas de las discrepancias si las hubiera. Para el seguimiento del desempeño de los docentes/tutores en cuanto a tiempo y forma de respuesta, guías y acciones correctivas, motivación de los participantes, etc., se implementa la figura de coordinador supervisor de tutores, con acceso a las comunicaciones docente-tutor/alumno y se lleva un registro de tales acciones. Los docentes, llevan un registro de la participación de los destinatarios, a través de bitácoras en las que se incluyen datos sobre la evolución de los mismos: se utilizan indicadores cuantitativos y cualitativos de seguimiento, centrados en la contabilización y análisis de las participaciones en las actividades de formación previstas para cada módulo, registrando la cantidad de participaciones en los foros, listas de distribución y sesiones de chat a los que fueran convocados. Para analizar la calidad de las participaciones, los tutores llevan un registro permanente de los eventos corrientes y también de los imprevistos, cumplimiento en las entregas y evaluaciones requeridas. Se conservan copia de todos los mensajes enviados a las listas y foros de discusión, se graban las reuniones en sala chat y se evalúan en cuanto a pertinencia y relevancia los aportes de los participantes.

El tercer momento de la evaluación, se centra en los logros alcanzados por el programa, es decir, el producto, la constatación de la consecución de las metas fijadas por el programa y el proceder a su valoración con el fin de tomar decisiones trascendentales sobre la continuidad o cambios a introducir para su mejora. Para recoger información acerca de la consecución de las metas fijadas por el programa, además de los datos cuantitativos con respecto a las cantidades de participantes que completan el programa, se establecen indicadores donde se tiene en cuenta la satisfacción de los destinatarios: Cumplimiento de expectativas (En cuanto al desarrollo de los contenidos y Cumplimiento de cronograma), Desempeño del tutor (En cuanto al tiempo y calidad de respuestas a las inquietudes, Motivación, Seguimiento y asistencia académica, Tratamiento de situaciones conflictivas), Materiales (Calidad, Pertinencia), Evaluaciones (Cumplimiento de fechas y plazos del cronograma, Pertinencia, Dificultad).

Para la evaluación del producto (los participantes que culminan el programa), se requiere un seguimiento de ellos, registrando la proporción incorporada a la actividad laboral e indagando en el contexto social la aceptación de los egresados del sistema de Educación a Distancia de la Facultad.

### **Los instrumentos para la recolección de información**

Para llevar a cabo la primera etapa de la evaluación -el análisis crítico del contenido del documento que refleja el programa- se instrumentaron variadas herramientas para la recolección de información entre los integrantes de la comunidad educativa en la que se iba a desarrollar el programa: a las Autoridades se les administraron entrevistas estructuradas y a los destinatarios se les solicitó completaran una ficha en la que se incluían además de datos personales y antecedentes académicos, preguntas acerca de cursos relacionados con la formación que hubieran tomado en los últimos años. En una primera fase, las autoridades proporcionaron información útil para la definición del contexto en relación con el Proyecto Educativo Institucional, los destinatarios del Programa aportaron su visión de las necesidades formativas, las cuales fueron recogidas por el Programa luego de haberlas contrastado con la percepción de las autoridades, lo que ha llevado a lo expuesto en el documento final de la propuesta del Programa a Distancia de la Facultad.

Posteriormente, una vez definidos los objetivos del Programa, con las Autoridades, se realizó una revisión para determinar la consistencia con los objetivos del Proyecto Institucional de en el que se enmarca el Programa de Educación a Distancia, constatando la consistencia de las

políticas y objetivos expresadas en ambos documentos. Se contrastaron las actividades y la planificación económica previstas con el presupuesto y personal asignado. Se revisó la propuesta de evaluación del programa, poniendo especial atención en la determinación de indicadores y su posibilidad de obtención. Asignando así valores a cada uno de los indicadores antes mencionados.

Por último, se redactó un anteproyecto del documento y se lo sometió a evaluación por parte de especialistas, solicitando además a la Coordinadora de Educación a Distancia de la Facultad de Ciencias Económicas, la revisión crítica de la propuesta. Cumplida esta primera fase, se presentó el documento definitivo, al Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB para su acreditación, siendo aprobado por Resolución N° 063/03. La Comisión asesora de Enseñanza del Consejo Académico estudió la concordancia de los materiales didácticos con los contenidos de cada módulo, la validez de las actividades planteadas, su viabilidad en función de los recursos disponibles y los objetivos de aprendizaje, la adecuación de las instancias de evaluación para la acreditación con las exigencias de la institución y la concordancia del cronograma de cada módulo con la temporalización general del programa, asignando valores a los indicadores respectivos y concluyendo en un informe favorable para su tratamiento y posterior aprobación en la sesión plenaria de Consejo Académico. En relación a los recursos (de personal docente y administrativo, equipamiento y presupuesto), se revisó si los disponibles al momento de la puesta en marcha eran acordes con los comprometidos. Detectándose una discrepancia en relación con el equipamiento, debida a demoras en la implementación de la plataforma informática requerida. Esta discordancia derivó en el atraso del cronograma general en el término de un mes, impidiendo la repetición del Programa dentro del mismo ciclo lectivo, tal como estaba previsto. Este atraso incidió además en la aplicación del criterio de selección de los participantes para esta primera edición, aunque se estima que no afectará a posteriores ediciones del programa.

Para la evaluación del desarrollo del Programa se utilizan registro de cronogramas reales de inicio y finalización de los módulos, registro de fechas reales de evaluación y entregas de trabajos por parte de los participantes, bitácoras de los tutores, y copia de todas las actividades y comunicaciones desarrolladas en la plataforma virtual (listas de distribución, correo de tutores, foros de discusión, sesiones de chat). Para la evaluación del producto, se elaboran encuestas a los participantes y sus empleadores. Para la organización y análisis de los datos se construyen matrices, que se entregan a los encargados de la recogida de datos, para lograr uniformidad de criterio y tratamiento en el relevamiento de la información, así como de su almacenamiento para utilización posterior.

La evaluación del Programa de Educación a Distancia de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB, se encuentra actualmente iniciando el segundo momento, evaluación de la implementación. La Facultad se encuentra en el período de lanzamiento de la Oferta de Educación a Distancia, a través de cursos piloto. Finalmente, La coordinación de Educación a Distancia, elevará un informe a la Secretaría Académica de la Facultad en el que consten, la contrastación entre los objetivos y metas propuestos y los alcanzados, los recursos requeridos y de los que realmente se dispuso, así como los indicadores relevados en la etapa de evaluación de implementación y de impacto, las conclusiones y propuestas a futuro para las próximas ediciones del Programa, además de toda la información que ésta requiera, para que actúe como Evaluador Institucional Externo al Programa.

## **Conclusiones**

La finalidad de la evaluación es comprobar si lo que se está evaluando cumple con los criterios para los que se ha creado, si estos criterios son de calidad y con qué recursos cuenta y cómo los utiliza para conseguir sus metas. La evaluación debe identificar en la fase de planificación los diferentes grupos implicados en el programa a evaluar y sus necesidades de información.

La información evaluativa debe ser útil para la toma de decisiones políticas y administrativas relacionadas con la mejora de la calidad, pero sólo cumplirán este precepto si son válidas, fidedignas y oportunas.

En el modelo de evaluación del Programa de Formación de Tutores para EaD de la FCE cumple con estas premisas, dado que recoge a lo largo de sus cuatro momentos de evaluación información fidedigna, imparcial y que será utilizada para la mejora continua de la calidad del Programa.

### **Referencias Bibliográficas**

Fantini A., "Programa de Formación a Distancia, para capacitar docentes y auxiliares de docencia de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNPSJB de la Argentina, para desempeñarse como Tutores de EAD". Tesis de Master EAAD de la UNED de España. Madrid. 2003.

LeCompte M., "Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas". RELIEVE, vol.1, n.1. En: <http://www.uv.es/RELIEVE/v1/RELIEVEv1n0.htm> . 1995.

Mediano Martinez, "Evaluación de Programas". En: La investigación en EAAD. Módulo X. UD70. UNED. 2002

Perez J., "Modelos Evaluativos". En: La investigación en EAAD. Evaluación Institucional y de Programa. UNED. 2002

Stufflebeam ET al., "Evaluación sistemática. Guía teórica y práctica". Paidós. (1987).

Documentos del Centro Virtual para el Desarrollo de Estándares de Calidad para Educación Superior a Distancia en América Latina y el Caribe" en [www.utpl.edu.ar](http://www.utpl.edu.ar), (2005)

## **Modalidad de Educación a Distancia en la Universidad Nacional del Comahue**

Lic. Ana C. Alonso de Armiño

Lic. Carina Fracchia

**{Alonso,cfracchi}@uncoma.edu.ar**  
**Universidad Nacional del Comahue**  
**Departamento de Ciencias de la Computación**  
**Buenos Aires 1400 Neuquén. Argentina(8300)**

### ***Resumen***

En el marco del proyecto de investigación “Software para Aprendizaje y Trabajo Colaborativos” del Departamento de Ciencias de la Computación, se está trabajando desde el año 2002 en la temática educación a distancia.

Se comenzó definiendo criterios para construir una plataforma de educación a distancia y luego se logró implementar hace 3 años un prototipo de software para tal fin denominado PEDCO.

La experiencia lograda a través del uso esta plataforma permitió definir nuevos lineamientos que nos posibilitarán diseñar modelos de soporte al aprendizaje colaborativo en esta modalidad.

En esta nueva etapa nos concentraremos en la búsqueda de criterios que nos permitan elaborar material educativo de calidad y evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje logrado.

## 1. Introducción

La dispersión geográfica de los asentamientos que integran la Universidad Nacional del Comahue en las provincias de Río Negro y Neuquén determinó la realización de variados esfuerzos para asistir a distancia a las carreras de Licenciatura en Ciencias de la Computación, Analista en Computación y Profesorado en Informática.

Hace unos años atrás se puso en marcha un primer prototipo de plataforma a partir de una instancia de Moodle [2], a la cual denominamos PEDCO [1]. A partir de la experiencia adquirida en el uso de la misma se comenzó a definir un modelo de colaboración que posibilitará dar soporte al desarrollo de experiencias educativas capaces de implementar múltiples estrategias didácticas e instancias de ejecución de las mismas, enmarcadas en el enfoque didáctico definido por proyectos educativos colaborativos soportados por computadora.

Se han introducido nuevos elementos al modelo presencial, que utilizan el potencial de la comunicación y que alientan a los actores principales, los estudiantes, no sólo a adquirir conocimiento sino también a desarrollar habilidades del pensamiento. Pero esto también requiere que se investigue y definan criterios que permitan la confección de material educativo y que posibiliten un mejor trabajo en esta nueva modalidad.

A su vez es necesario definir criterios y parámetros que nos permitan evaluar la calidad lograda en la educación a distancia.

Hacemos hincapié en el uso de software libre y código abierto, para posibilitar que las experiencias lleguen a un número mayor de sujetos e instituciones educativas.

## 2. Perspectiva teórica de la Educación a Distancia

La educación a distancia es una modalidad que facilitará el acceso a la educación superior de ciertos grupos sociales que actualmente ven dificultada esta posibilidad. Se toman como premisa los conceptos aprendizaje colaborativo, abordaje por proyecto y construcción colectiva para establecer un marco metodológico de referencia promoviendo la construcción de aprendizajes en un ámbito multidisciplinar.

La implantación exitosa de la modalidad de educación a distancia en un esquema colaborativo, requiere del desarrollo de soluciones sobre varios campos problemáticos:

- técnico: desarrollo de herramientas integradas en plataformas y definición de medios de comunicación.
- metodológico-didáctico: definición de estrategias que planifican y organizan la interacción.
- organizacional: integración de equipos multidisciplinarios y la forma en que estos participan de las estrategias didácticas particulares.
- político-institucional: describen en conjunto el marco de referencia para la implantación de experiencias educativas colaborativas a distancia.

## 3. Aspectos centrales de la Educación a Distancia

La investigación se centrará en tres líneas, que detallaremos a continuación:

- *Criterios para la confección de material educativo*
- *Evaluación de la calidad del proceso enseñanza aprendizaje*
- *Criterios para la evaluación de los aprendizajes logrados*

### ***Criterios para la Confección de material educativo***

Se deben especificar criterios fundamentados para seleccionar y producir materiales que brinden oportunidades para generar buenas prácticas de enseñanza contemplando dos dimensiones de trabajo: *Organización del contenido y Forma de presentación del contenido*.

Estudios realizados muestran que las tasas de abandono de alumnos en cursos a distancia son altas cuando no se utilizan contenidos adecuadamente mediados. Por esta razón debemos investigar y analizar *Estrategias para los Modelos didácticos en la Educación a Distancia* que nos conduzcan a la definición de criterios. Tales criterios deben posibilitar el diseño e implementación de material educativo de calidad. Si bien por lo general se utiliza hipermedia en la confección de material educativo ya que permite que los alumnos interactúen con los contenidos de la disciplina, todo dependerá del diseño pedagógico/didáctico que se elija para el curso y de las características del grupo meta al que nos dirigimos.

### ***Evaluación de la calidad del proceso enseñanza aprendizaje***

Algunos criterios que son usados para evaluar la calidad de la Educación a Distancia son:

#### ***1) Resultados académicos***

Es necesario identificar los objetivos del proyecto que se implementará a distancia para contrastarlos con el grado de alcance de los mismos en la práctica real. El número de alumnos que han comenzado y finalizado exitosamente un curso, supuestamente han alcanzado en gran medida esos objetivos.

#### ***2) Satisfacción de los estudiantes***

La opinión de los estudiantes es un factor importante a la hora de evaluar la calidad de la Educación impartida. Dado que nos encontramos en un entorno desolado, el estudiante no tiene trato directo con el tutor y los otros estudiantes. Los medios tecnológicos son el soporte que nos permiten implementar la interacción necesaria para que el estudiante se sienta acompañado y contenido. El entorno virtual utilizado debe ser fácil de usar, debe guiarlo para resolver las dificultades encontradas en cuanto a su uso, y actuar como herramienta tanto para la comunicación como para la realización de tareas.

#### ***3) Excelencia del sistema***

El reconocimiento social y trayectoria son importantes para asegurar una base de calidad en la actividad de formación. Los materiales deben ser evaluados para asegurar que sean usables y entendibles, deben acompañar el proceso de enseñanza aprendizaje conducido por los docentes, y servir de ayuda a los estudiantes en la comprensión de los temas.

#### ***4) Efectividad del proceso***

Para evaluar la efectividad del proceso, enseñanza-aprendizaje hay que considerar el contexto y realizar una planificación adecuada.

El seguimiento de los alumnos es un ítem muy importante a la hora de evaluar la calidad, así como también el seguimiento de las tareas realizadas por el tutor.

#### ***5) Impacto social***

Es necesario considerar el enfoque cuantitativo y a la vez el cualitativo a la hora de evaluar el impacto social alcanzado. También es importante evaluar el grado en que se han alcanzado los objetivos planteados

Se pretende evaluar el alcance obtenido en relación con la cantidad de personas que han podido capacitarse gracias a esta modalidad. El desenvolvimiento en el campo laboral de las personas capacitadas será el precursor del reconocimiento social.

### ***Criterios para la evaluación de los aprendizajes logrados***

Se deberán diseñar e implementar herramientas que permitan registrar la interacción del alumno con los profesores, compañeros y material de estudio para tener un seguimiento completo de la evolución y adquisición de los conocimientos.

Se deberán elaborar estrategias para evaluar el alcance de los objetivos planteados para el proyecto de educación a distancia.

Las capacidades adquiridas y el desenvolvimiento en el campo laboral integran los posibles indicadores que nos permitirán llevar a cabo este análisis.

#### **4. Referencias**

[1] C. Fracchia, A. Alonso de Armiño. **PEDCO** (*Plataforma de Educación a Distancia Universidad Nacional del Comahue*). Workshop de Tecnología Informática aplicada en Educación (WTIE). Congreso Argentino de Cs. de la Computación. Universidad Nacional de La Matanza , San Justo - Buenos Aires. Octubre 2004.

[2] Moodle <http://moodle.org>

## MULTIPARADIGMA EN LA ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACION

Yanina Paola Pérez – [ppercast@hotmail.com](mailto:ppercast@hotmail.com)  
Lidia Marina López – [llopez@uncoma.edu.ar](mailto:llopez@uncoma.edu.ar)  
Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad Nacional del Comahue  
Buenos Aires 1400 – Neuquén – tel. 0299-4430312

### Abstract

La Programación Multiparadigma es una práctica que emerge como resultado de la co-existencia de los paradigmas orientado a objetos, procedural, declarativo y funcional buscando mejorar la producción en el desarrollo de proyectos. En años recientes, las instituciones académicas han ido implementando la programación orientada a objetos como el primer paradigma en la enseñanza de la programación en los planes de estudios de las carreras de grado de informática. Este trabajo apunta a presentar la necesidad de analizar los paradigmas con los que se encara la enseñanza de la programación y a la posibilidad de incorporar un lenguaje de programación multiparadigma en su lugar.

### Introducción

Los sistemas informáticos desempeñan un papel esencial en la Sociedad de la Información. A medida que la sociedad se implica más en tales sistemas y crece su dependencia hacia ellos, existe un avance en los distintos lenguajes de programación para satisfacer las demandas actuales. Por todo esto se hace presente la necesidad de que los estudiantes de computación incorporen durante su cursado una visión general de los paradigmas de programación que le permita aprovechar los beneficios de cada uno y superar sus dificultades. El fin de ampliar el espectro de enseñanza, es preparar a los futuros profesionales a tener una visión general que les permita ir incorporando nuevos paradigmas ofreciendo mayor competencia y calidad de programas.

El análisis que se inicia a partir de este trabajo, será independiente de un lenguaje de programación específico, lo cual permite que los temas se traten en forma imparcial.

La programación puede ser definida en dos partes esenciales: la tecnología y su fundamento científico. La tecnología consiste en las herramientas, técnicas prácticas y estándares que permiten *hacer* un programa. El fundamento científico consiste en la parte teórica permitiendo *entender* la programación. Enseñar programación correctamente implica enseñar ambas partes: tecnología (herramientas actuales) y ciencia (conceptos fundamentales). Conocer las herramientas prepara al estudiante para el presente, y conocer los conceptos lo prepara para la evolución futura.

### Paradigmas de Programación

Existen distintas escuelas de pensamiento, sobre diferentes formas de ver la programación llamadas *paradigmas*. Cada escuela tiene su ciencia.

Un paradigma de programación provee (y determina) la visión y métodos que un programador utiliza en la construcción de un programa o subprograma. Diferentes paradigmas resultan en diferentes estilos de programación y en diferentes formas de pensar la solución de los problemas. Por ejemplo, en *programación orientada a objetos* (POO), los programadores pueden pensar en un programa como una colección de objetos interactuando, mientras que en la programación funcional, un programa puede ser pensado como una secuencia de evoluciones de funciones sin estado.

Un paradigma representa las directivas en la creación de abstracciones, y es un principio por el cual un problema puede ser comprendido y descompuesto en componentes manejables. Un paradigma fija las reglas y propiedades, pero también ofrece herramientas para el desarrollo de aplicaciones.

Diferentes paradigmas de computación se han desarrollado a través de los años. Los primeros lenguajes de programación (código máquina, ensamblador y de alto nivel) se basaron sobre el paradigma imperativo, que consistía en una secuencia de comandos/sentencias con los que se operan los datos almacenados en memoria. Uno de los aspectos más remarcables de la programación imperativa es el mecanismo de *side effect* realizado en la sentencia de asignación. Esta sentencia cambia el estado del programa alterando el contenido de las posiciones de memoria. Debido al gran y continuo uso de este paradigma es que se lo considera un tema vital en la enseñanza de la programación.

Con el paradigma imperativo, los programas de gran escala se tornaban difíciles de comprender. Con el tiempo se sumó un paradigma organizacional que se agrega al paradigma imperativo para facilitar la construcción de programas. El primero fue el paradigma procedural, en el cual el programa se divide en conjuntos de bloques de código ejecutable, llamados “procedimientos”. Esta forma de abstracción permite al programador usar la aproximación “divide y conquistarás” para diseñar el flujo de control de los programas.

Una abstracción organizacional más nueva fue introducida a la programación imperativa con el paradigma orientado a objetos. En programación orientada a objetos, los datos y operaciones están encapsulados en entidades llamadas “objetos”. Esencialmente un objeto consiste de datos y métodos, en terminología orientada a objetos formal, los objetos reciben mensajes de requerimientos desde los métodos (funciones) para realizar una computación.

La programación orientada a objetos también referencia a la aproximación basada en la comunicación cliente-servidor.

Un paradigma basado en la teoría de funciones recursiva de computación, es el paradigma de programación funcional. La principal característica de este paradigma es la evolución de expresiones. La programación funcional afirma que cualquier cómputo se puede expresar en términos de una secuencia de evaluación de expresiones.

Otros paradigmas de programación, como programación lógica y los sistemas basados en reglas no son tan usados en la industria.

En los últimos años, algunos autores optan y sugieren la programación orientada a objetos como primer paradigma para enseñar en los planes de estudio de las carreras de computación.

A continuación se presenta el rol crítico de utilizar más de un paradigma de programación en la enseñanza de la programación.

### **Programación multiparadigma**

En los primeros cursos de los planes de estudio de las carreras de computación se enseña el primer lenguaje de programación, los métodos de la abstracción, y distintos paradigmas de manera separada. Las técnicas y las prácticas adquiridas para cada paradigma se aplican sobre problemas sin establecer cuál enfoque sería el más adecuado. Generalmente el problema vuelve a presentarse más adelante, si el problema requiere un acercamiento diferente. Esta situación puede obstaculizar la tarea de los programadores produciendo programas fuera del marco de calidad y tiempo previstos. Una solución posible es preparar a los futuros profesionales para identificar la naturaleza del problema que busca solucionarse y elegir conscientemente las mejores herramientas y técnicas, esto es, enseñar cómo las diferentes clases de problemas se podrían resolver usando el/los

paradigma/s apropiado/s. Como los problemas complejos tienen generalmente una naturaleza multidimensional, en la mayoría de los casos requieren una aproximación multiparadigma.

Los estudiantes de computación deberían ver más de un paradigma de programación durante su primer año de aprendizaje de programación, pues necesitan ver una variedad de opciones que pueden ser usadas en el diseño de sus programas. Hay que enfatizar que no todos los problemas encuadran fácilmente en un único paradigma. Es cierto que los problemas son más fáciles de pensar y de resolver en un modelo en comparación con otros modelos, pero algunos problemas pueden requerir usar múltiples modelos.

La programación orientada a objetos domina ampliamente en el área industrial de la computación, logrando un diseño e implementación que satisface la funcionalidad básica y con calidad aceptable, sin embargo, existen conceptos que este paradigma no maneja debido a que atraviesan todo el sistema, o varias partes de él. Algunos de estos conceptos son: sincronización, manejo de memoria, distribución, chequeo de errores, seguridad, entre otros.

Las técnicas de implementación actuales tienden a implementar los requerimientos usando metodologías de una sola dimensión, forzando los requerimientos a ser expresados en esa única dimensión. Esta dimensión resulta adecuada para la funcionalidad básica y no para el resto de los requerimientos, los cuales quedan diseminados a lo largo de la dimensión dominante. Es decir, que mientras el espacio de requerimientos es de  $n$ -dimensiones, el espacio de la implementación es de una sola dimensión. Dicha diferencia resulta en un mapeo deficiente de los requerimientos a sus respectivas implementaciones.

Existen lenguajes que soportan multiparadigmas que contienen los conceptos de los mayores paradigmas de programación, incluyendo lógico, funcional, imperativo, orientado a objetos, por restricciones, distribuido y concurrente. Existen alternativas se puede enseñar programación multiparadigma sin un lenguaje que lo soporte formalmente. Una alternativa es emular las características usando un lenguaje que esencialmente soporta un único paradigma. Otra posibilidad es usar lenguajes separados, cada paradigma tiene una forma de procesamiento (datos, protocolos de llamadas a procedimientos e infraestructura interoperativa).

### **Enseñando a programar**

Los planes de estudios tienen una carga horaria determinada que no hace posible incluir la enseñanza completa de todos los paradigmas de programación. Los nuevos paradigmas pueden coexistir fácilmente con los viejos. Por ejemplo, la programación orientada a aspectos tiene la misma estructura base que la programación orientada a objetos. El aspecto disminuye la repetición de código dentro de las clases y mejora la modularidad de un programa. La programación procedural también reúne principios del estilo orientado a objetos, tiene varias construcciones básicas como tipos de datos abstractos y clases. La programación funcional también presenta similitudes con la programación orientada a objetos, provee tipos de dato abstracto, clases, encapsulamiento, subtipos y estructuras básicas. Existen otros conceptos comunes en dos paradigmas, como estructuras de datos y funciones genéricas o polimorfismo parametrizable.

Es importante tratar de distribuir la mayor cantidad de paradigmas a lo largo de los distintos cursos de la curricula de computación de manera que el alumno incorpore y relacione las características que cada paradigma provee, brindando los recursos necesarios para su posterior adaptación a nuevos paradigmas.

Es conveniente tratar de no descartar en su totalidad algunos paradigmas ya que un paradigma no sustituye a otro, y excluir alguno podría ser en deterioro de la calidad de los futuros profesionales en programación o ingeniería de software. Por ejemplo, en los primeros cursos de análisis de algoritmos, todas las técnicas son importantes: divide y vencerás, voraces, programación dinámica,

etc., enfatizando la divide y vencerás, en forma similar ocurre con los paradigmas, durante el transcurso de la carrera se puede enfatizar en programación orientada a objetos pero no es adecuado que éste sustituya la enseñanza de otros paradigmas, ya que tendrían una visión parcial del espectro de posibilidades al momento de resolver un problema en programación.

Una de las cuestiones más críticas es en qué momento de la curricula se incluye cada paradigma de programación. Como la programación imperativa es necesaria en casi todos los cursos, es obvio que se deberá enseñar en los cursos introductorios de programación. A partir del segundo curso de programación sería apropiado comenzar con conceptos introductorios de programación orientada a objetos.

La educación de alto nivel debería acentuar la enseñanza teórica y práctica de los nuevos paradigmas y sus herramientas y entornos de programación que soportan el lenguaje. Los estudiantes pueden profundizar su base de conocimiento adquiriendo nuevos estilos y paradigmas de programación, ya que tendrán disponible el uso de nuevas herramientas y tecnologías en sus trabajos futuros. Es muy importante tener en cuenta que un nuevo paradigma nunca deja de lado las experiencias de programación ganadas previamente. La programación estructural sobrepasó las nociones de los primeros lenguajes imperativos. El paradigma orientado a objetos no cancela la implementación estructural en la implementación de sus métodos. El alternar paradigmas incorpora todas las herramientas, métodos y experiencias ya existentes en una unidad estructural superior.

### **Conclusión y trabajo futuro**

Se ha presentado una breve descripción de los distintos paradigmas que se incluyen en los planes de estudios de las carreras de computación. El principal punto que se desea resaltar es que cuando los estudiantes completan los cursos de programación (y aquellos otros cursos que involucren la programación en dictado) deberían tener una cantidad pre-determinada de conocimiento de los paradigmas de programación utilizados durante el cursado de la carrera, que les permitirá determinar cuál sería el adecuado, para lo que se apunta a establecer el alcance que abarca la enseñanza de los distintos paradigmas y el impacto que produciría el uso de un lenguaje multi-paradigma en los primeros cursos de programación.

Desde una perspectiva pedagógica se buscará establecer una lista de problemas adecuados para una paradigma particular y, de la misma manera una lista de problemas que pueden encararse a través de distintos paradigmas.

Existen lenguajes multi-paradigmas que pueden ser usados a nivel académico que aumentan las características fundamentales de cada paradigma.

Se ha seleccionado el lenguaje Oz (<http://www.mozart-oz.org/>) como lenguaje multi-paradigma para implementar algunos temas de las asignaturas de programación y poder analizar el impacto.

### **Bibliografía**

Van Roy Peter, Haridi Seif – “Concepts, Techniques, and Models of Computer Programming” - MIT Press, 2004

Laxmi P Gewali and John T Minor – “Multi-Paradigm Approach for Teaching Programming” Proceedings of the 2006 International Conference on Frontiers in Education: Computer Science & Computer Engineering, FECS 2006, Las Vegas, Nevada, USA, June 26-29, 2006.

Zoltán Porkoláb, Viktória Zsók - "Teaching Multiparadigm Programming Based on Object-Oriented Programming" - 10th Workshop on Pedagogies and Tools for the Teaching and Learning of Object-Oriented Concepts, TLOOC Workshop, ECOOP 2006, Nantes

# O Sítio de Pico: Software Educativo para Crianças com Paralisia Cerebral

Elisabete Cunha   Pedro R. Henriques   Sandra Lopes

Universidade do Minho - Departamento de Informática

Braga - Portugal

betacunha@iol.pt, {prh,sandralopes}@di.uminho.pt

Mario M. Berón

Universidad Nacional de San Luis - Departamento de Informática

San Luis - Argentina

mberon@unsl.edu.ar

## Resumen

En este artículo se presenta el *Sítio do Pico* un software educativo cuyo objetivo es apoyar el aprendizaje de niños con parálisis cerebral. Para lograr este fin el sistema muestra, en un ambiente Web, diferentes actividades tales como: presentación de historias, operaciones matemáticas, composición de frases, etc. que tienen como finalidad facilitar el aprendizaje en distintas áreas. La información necesaria para realizar estas actividades está almacenada en una base de datos. Dicha base de datos puede ser accedida por el docente para incorporar, actualizar o eliminar sus contenidos curriculares. Esta característica permite que el Sítio do Pico pueda ser adaptado a cada situación de enseñanza-aprendizaje específica.

**Palabras Claves:** Software Educativo, Programación Web.

## 1. Introducción

La Parálisis Cerebral (PC) se caracteriza por una perturbación del control de la postura y movimiento como consecuencia de una lesión cerebral. Dicho problema ataca al cerebro en el período de desarrollo provocado muchas veces por la falta de oxigenación de las células cerebrales. La PC [4][6][7] no es una enfermedad y no es progresiva. Las partes del cerebro que controlan los movimientos musculares son particularmente vulnerables a la lesión en los bebés prematuros en los muy pequeños. La PC afecta a uno o dos de cada cien bebés, pero es más frecuente en los bebés prematuros y, especialmente, en los de poco peso.

La persona con PC puede tener inteligencia normal o por encima de lo normal, pero también puede tener un atraso intelectual. Esto no sólo se debe a las lesiones cerebrales, sino también por la falta de experiencia resultante de sus deficiencias. Las deformaciones de la cara y la deficiencia en el habla, debido al descontrol de los movimientos, puede aparentar un atraso mental que en la realidad no existe.

No hay medicamentos ni operaciones que puedan curar una PC, pero hay diversas e innovadoras posibilidades de mejorar y minimizar sus efectos. Estos progresos no son súbitos

sino demorados, avanzando progresivamente y en dependencia directa de los recursos tecnológicos, como el uso de la informática en la educación y de los recursos terapéuticos colocados a disposición de la comunidad.

Así surge el *Sítio do Pico* (SP) [2][3][5] que es un software educativo, con el objetivo de ayudar a los niños con PC a desarrollar habilidades para leer, escribir y hablar. Para eso, en el SP se introdujo un Sistema Alternativo y Aumentativo de Comunicación (SAAC)[4][6][7], que se centra en crear facilidades de aprendizaje para estos niños especiales. En este caso son enseñados símbolos de un alfabeto especial, basado en imágenes, denominado Símbolos Pictográficos para la Comunicación (SPC). El SP es así un apoyo para la enseñanza de la comunicación alternativa basada en el alfabeto SPC.

Es importante resaltar la técnica de barrimiento, que es el *método de selección* que se usa en este contexto. Esto se debe a que los niños con incapacidades motoras están imposibilitados de utilizar un método de selección directa que requiere de la manipulación del ratón o el teclado. Cuando el marco que recorre los botones lentamente (según la técnica de barrimiento), alcanza la opción pretendida, el usuario ejerce presión sobre un ratón especial con un botón, construido para ese efecto, y marca así su selección.

El SP [1] funciona como mediador en la realización de actividades educativas, que permiten la formación de estos niños en áreas distintas del conocimiento. El programa desarrollado se distingue de los habituales porque no es un sistema estático, por el contrario permite al educador adaptar, optimizar y acrecentar nuevas situaciones de aprendizaje. El SP fue desarrollado a pedido de la Asociación Portuguesa de Parálisis Cerebral (APPC) de la ciudad de Guimarães, que tiene a su cuidado a niños con PC, pero está disponible para cualquier otra institución de características similares que lo solicite, siendo su instalación simple.

El SP fue iniciado en el año 2004 por alumnos finalistas de la licenciatura del Departamento de Informática, y está siendo desarrollado progresivamente por otros alumnos. Actualmente el SP fue enriquecido con un *Contador de Historias* donde también se utiliza la técnica de barrimiento para seleccionar la historia. Una vez seleccionada la historia (mediante un clic del ratón) este módulo procede a relatar la misma automáticamente utilizando efectos multimediales.

## 2. Funcionalidades del Sítio do Pico

En esta sección describimos las funcionalidades del SP. Las mismas son clasificadas en tres categorías:

**Juegos:** presenta problemas matemáticos simples para enseñar las operaciones de sumar, restar y contar la cantidad de veces que se replica un objeto específico. Como así también juegos de frases. Estos últimos consisten en la presentación de una imagen que representa alguna realidad y un conjunto de imágenes del alfabeto SPC. En este caso se le pide al niño completar una frase utilizando las imágenes del alfabeto, para describir la acción que se observa en la imagen.

**Historias:** están constituidas por un *Constructor de Historias* y un *Contador de Historias*. El primero tiene como objetivo que el niño pueda ordenar un conjunto de tres imágenes, con el propósito de describir una historia correctamente. El segundo forma parte de los nuevos avances en el desarrollo de este proyecto y será descrito en las secciones siguientes.

**Estudiar:** consta de cuatro opciones: *Estudio del alfabeto*, *Estudio de animales*, *Estudio de los instrumentos musicales* y *Contar números*. El primero posibilita el estudio de los símbolos del alfabeto tradicional. Esta tarea se desarrolla por medio de la presentación de



Figura 1: Página de Entrada del Contador de Historias

imágenes cuyo nombre usan al símbolo del alfabeto de estudio. El segundo está destinado al reconocimiento de animales y sus nombres por medio del uso de símbolos del alfabeto SPC como imágenes. El tercero presenta una visión equivalente al segundo pero en el contexto de los instrumentos musicales. Finalmente, la opción contar esta destinada a asociar cantidades con números.

### 3. El Contador de Historias

El *Contador de Historias* consta de dos aspectos principales:

**La Interfaz con el Usuario:** presenta una página de entrada donde se tiene la posibilidad de escoger una de las tres historias disponibles. Cada imagen de acceso a las historias funciona como un botón cuando es seleccionada por un marco rojo que indica el elemento corriente (técnica de barrimiento). También se puede escoger salir (*sair* en portugués) cuando el marco selecciona la pequeña imagen del alfabeto SPC (observe la Figura 1). Cuando se hace clic con el ratón, en el momento en que el marco se posiciona sobre una de las imágenes referentes a las historias, se tiene acceso a la historia seleccionada, la cual se reproduce como una secuencia de transparencias. Cada transparencia esta constituida por una imagen que representa un estado de la historia. Además poseen grupos de imágenes del alfabeto SPC dentro de *balões* (objeto que contiene un conjunto de figuras como se puede observar en el lado izquierdo y derecho de la Figura 2), donde se explica las acciones de la imagen. La razón de haber construido el Contador de Historias de esta forma, fue para simplificar el uso del sitio a los niños con este tipo de deficiencia. Por otra parte un grupo con tres figuras fijas (tambien del alfabeto SPC) funcionan como botones. Una de ellas permite ver y oír la historia, la otra solamente posibilita observar la historia. En este caso posibilita que el usuario desarrolle las habilidades para aprender el alfabeto SPC (estudio de SAAC). La última opción da la oportunidad de salir de la historia actual y regresar a la página de entrada. Un ejemplo de esas transparencias se puede observar en la Figura 2.

**Administración interna de las componentes principales del sistema:** consta de programas que permiten la administración de la base de datos del SP. Esta base de datos puede ser accedida por el docente para eliminar, alterar o incrementar el contenido de la misma. La información que se almacena en la base de datos consiste de: alfabetos disponibles, categorías de organizaciones de símbolos, símbolos del alfabeto utilizado, cuentos de his-



Figura 2: Una transparencia de la historia

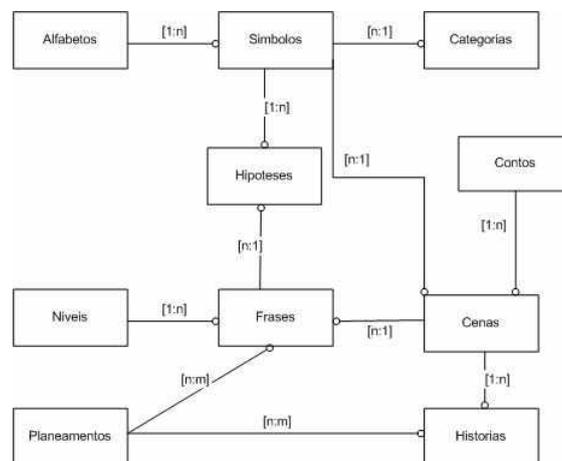


Figura 3: Modelo Relacional de la Base de Datos

torias, entre otras. El modelo relacional actual de la base de datos se puede observar en la Figura 3. El lector interesado en una descripción más detallada puede leer [2][3].

## 4. Herramientas Utilizadas

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del SP fueron las siguientes:

1. Flash: se utilizó para construir animaciones y se uso su lenguaje ActionScript para recibir la información de la base de datos.
2. MySQL: fue el motor de base de datos utilizado para almacenar la información del SP debido a su simplicidad y amplio uso.
3. PHP: fue el lenguaje utilizado para transportar la información entre la base de datos y la aplicación desarrollada en Flash.
4. Servidor Apache: se utilizó por su popularidad y la disponibilidad de software libre en la Web.

Todas estas herramientas permiten que el SP sea utilizado en ambiente Web con simplicidad. Además se construyó un programa instalador (setup) del sistema que distribuye los archivos del mismo en los directorios correspondientes y crea un acceso directo a él. Esto permite que el usuario (docente) pueda instalar con facilidad el SP.

## 5. Conclusión

En este artículo se presentó el *Sítio do Pico* (SP) un software educativo destinado a la enseñanza de niños con parálisis cerebral. Con especial énfasis se mostraron los últimos avances realizados en el que se incluye el *Contador de Historias*. Este contador es un módulo del SP encargado de proyectar cuentos usando multimedia (imágenes y sonidos) de forma automática y secuencial. Esta característica tiene como objetivo de facilitar el uso de la herramienta por parte de los niños.

Luego de haber analizado las funcionalidades del Contador de Historias concluimos que esta estrategia de apoyo al aprendizaje son útiles para ser utilizadas en niños ciegos. Esto se debe a que todas las historias disponibles poseen un componente auditivo. En cuanto a la implementación del Contador de Historias podemos decir que fue de complejidad media debido a que se contaba con los recursos (software, documentación y máquinas) necesarios.

El SP es un trabajo atrayente que implicó, además de aprender nuevos lenguajes de programación, la interrelación con profesionales de otras áreas.

El SP esta siendo usado en APPC de la ciudad de Guimarães. Esto posibilita analizar su desempeño, ventajas y problemas. Por otra parte, pensamos diseñar estrategias que permitan seleccionar más fácilmente las historias para el caso de niños ciegos.

## Referencias

- [1] Anabela Silva, Elisabete Cunha, Pedro R. Henriques, Sandra Lopes. O Sitio do Pico: Um Espaço de aprendizagem para crianças com paralisia cerebral. *Interacção* 2006.
- [2] Anabela Silva. Desenvolvimento de Software Educativo para crianças com paralisia cerebral: Conceção e desenvolvimento de novos jogos didácticos. Relatório de estágio, LMCC, Universidade do Minho. Braga. Julio 2006.
- [3] Elisabete Cunha et al. Desenvolvimento de Software Educativo para crianças com paralisia cerebral: Implementação de um Contador de Historias . Relatório de estágio, LMCC, Universidade do Minho. Braga. Noviembre 2006.
- [4] F. Sequeira. Linguagem e Comunicação. *Comunicare. Revista de Comunicação*. 1993.
- [5] Marlene Amorim. Desenvolvimento de Software Educativo para crianças com paralisia cerebral: Implementação do Varrimento. Relatório de estágio, LMCC, Universidade do Minho. Braga. Outubro 2005.
- [6] Miryam B. Pelosi. As Contribuições da Comunicação alternativa no processo de inclusão escolar de uma criança com disfunção neuromotora. <http://www.comunicacaoalternativa.com.br/adca/apostilla>. Setembro 2006.
- [7] M. Ribeiro et al. A comunicação na deficiência mental profunda. Braga: Edições APPCDM. 1996

# OLPC en Argentina, análisis de realidades y potencialidades

Lic. Francisco Javier Díaz, [jdiaz@unlp.edu.ar](mailto:jdiaz@unlp.edu.ar)  
Lic. Ivana Harari, [iharari@info.unlp.edu.ar](mailto:iharari@info.unlp.edu.ar)  
CC Viviana Harari, [vharari@info.unlp.edu.ar](mailto:vharari@info.unlp.edu.ar)  
Lic. Paola Amadeo, [pamadeo@info.unlp.edu.ar](mailto:pamadeo@info.unlp.edu.ar)  
Lic. Claudia Mariana Banchoff Tzancoff, [cbanchoff@info.unlp.edu.ar](mailto:cbanchoff@info.unlp.edu.ar)

Laboratorio de Nuevas Tecnologías Informáticas - LINTI  
Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata

## Resumen

La Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata mantiene una línea de trabajo consolidada en el área de Software Libre y Educación. Se viene trabajando desde hace varios años en la difusión y capacitación, haciendo principal hincapié en el sector docente de los distintos niveles: desde el nivel inicial al nivel medio.

El proyecto OLPC surge como una iniciativa para integrar las potencialidades de una computadora (en este caso una computadora portátil) a las actividades que realizan los alumnos cotidianamente en las aulas y en sus hogares.

Dentro de este marco, la Facultad comenzó a trabajar en este proyecto y se plantearon varias líneas de investigación que van, desde la implementación de una distribución de GNU/Linux alternativa a la planteada por el grupo de investigación y desarrollo del proyecto OLPC, a la implementación de distintas evaluaciones, desde el punto de vista de la interfaz de usuario y de la factibilidad de uso en las aulas.

El objetivo principal de este artículo es difundir las distintas líneas de trabajo del proyecto OLPC dentro de la Facultad de Informática.

## Introducción

El proyecto OLPC nace en el año 2005, en el Media Lab de MIT[1] (Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachussets, EEUU), donde se planteó desarrollar una computadora portátil que se pudiese adquirir a muy bajo costo y que permitiese cambiar la forma en la que se educa. Una de sus características más importantes es que las computadoras deben ejecutar únicamente software libre. Es así que nace la organización sin fines de lucro denominada “One Laptop per Child (OLPC - Una Laptop por Chico)”[2] que es independiente del MIT.

El proyecto OLPC contempla la distribución de los equipos por fuera del circuito mercantil. Los gobiernos interesados en participar, podrán comprar las computadoras y luego distribuirlas en forma gratuita a los alumnos de las escuelas.

Este proyecto está principalmente enfocado a las zonas rurales de los países en vías de desarrollo[3]. La idea básica es acercar a cada chico una computadora para que la pueda utilizar ya sea en el aula como en su hogar. Se trata de que cada chico se “apropie” de “su” computadora y la utilice ya sea en el aula como en su casa, de igual manera que lo haría con un libro de textos, por ejemplo.

Cada OLPC posee una placa de red inalámbrica que le permite conectarse entre sí integrando una

red mesh[4][10]. Si bien en los prototipos con los cuales se ha trabajado no se han podido configurar adecuadamente para lograr esta opción de comunicación<sup>1</sup>, el hecho de implementar una red mesh permite aliviar los requerimientos de infraestructura de red y así pensar en un esquema de trabajo colaborativo basado en la conectividad de estos equipos.

El equipo de desarrollo de las OLPC, ha adoptado un escritorio de trabajo especialmente diseñado denominado Sugar[5]. Este desarrollo presenta una nueva metáfora de escritorio en donde se plantea una nueva manera de utilizar una computadora[6].

### ***El proyecto OLPC en la Argentina***

La Argentina es uno de los primeros países en adherir al proyecto OLPC[7], y hasta el momento, el único de habla hispana (aunque hay otros países evaluando su adopción).

Se ha destinado fondos para su evaluación por parte de especialistas en tecnología y educadores. La última etapa de este proceso contempla una serie de pruebas piloto, la última de las cuales se realizará en las escuelas con los mismos alumnos.

El Ministerio de Educación de la Nación, a través de Educ.ar[8][16] ha organizado y coordinado diferentes actividades con distintos equipos de trabajo de manera tal de poder evaluar adecuadamente el proyecto y su implementación en nuestro país.

Es a través de Educ.ar que se han podido conseguir los primeros prototipos para comenzar a trabajar.

### ***El proyecto OLPC en la UNLP***

El proyecto OLPC en la UNLP está siendo llevado a cabo dentro del Laboratorio de Investigación de Nuevas Tecnologías en Infomática, LINTI[9]. El LINTI funciona dentro de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata y es uno de los tres laboratorios de investigación con que cuenta esta Unidad Académica.

Después de varias gestiones, en julio de 2006 se pudo acceder a los primeros prototipos de OLPC. Se trató de 2 plaquetas (ver Figura 1) cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 1.

<i>Características</i>	<i>Detalle</i>
Procesador	AMD Geode de 366 Mhz
Memoria RAM	128Mb
Memoria Flash	512Mb
Display	--
Puertos USB	3
Conectividad	Wireless 802.11b/g compatible
Sistema Operativo	--

Tabla 1: Características del primer prototipo de OLPC.

---

1 Se supone que las versiones definitivas las implementarán adecuadamente.



Figura 1: Imagen del primer prototipo de OLPC

A partir de este logro, dentro del Programa de Investigación que se mantiene en el LINTI sobre “Software Libre”[9], se abrió una nueva línea de investigación para realizar una serie de pruebas e investigar su potencialidad de uso en la realidad educativa de nuestro país, considerando todas las alternativas posibles de implementación.

Como se mencionó anteriormente, una de las características más destacadas del proyecto OLPC es que las computadoras se distribuirán con software libre. En particular, el grupo de desarrollo de este proyecto propone la utilización de un sistema operativo Fedora Core con un escritorio especialmente escrito para estas computadoras denominado Sugar.

Con estos primeros prototipos, se realizaron varias pruebas y testeos donde la mayor dificultad encontrada residió en la poca memoria RAM que proveían estos equipos. Aún así, se pudo configurar el display adecuadamente y se pudo ejecutar tanto la distribución propuesta (Fedora Core), como una versión del sistema operativo Debian con un escritorio liviano XFCE[11]<sup>2</sup>

En febrero de este año, se consiguieron dos prototipos completos (ver Figura 2) con la apariencia de la portátil que se distribuiría entre los alumnos. Las características técnicas de este modelo pueden verse en la Tabla 2.

<i>Características</i>	<i>Detalle</i>
Procesador	AMD Geode de 366 Mhz
Memoria RAM	240 M
Memoria Flash	512Mb
Display	pantalla LCD de 7.5 pulgadas
Conectividad	Wireless 802.11b/g compatible
Puertos USB	3
Sistema Operativo	Linux Fedora Core

Tabla 2: Características del segundo prototipo de OLPC

<sup>2</sup> Estas fueron los primeros pasos para llegar a una versión de “Lihuen liviano”



Figura 2: Imagen del segundo prototipo de OLPC

Con la adquisición de estos prototipos, se plantearon varias líneas de trabajo que abarcan desde el desarrollo de software, a la evaluación de los mismos en entornos reales.

Una primer línea de investigación se refiere al desarrollo de la distribución local basada en Lihuen GNU/Linux[12].

Otra línea de trabajo se refiere a la evaluación heurística de la interfaz de usuario propuesta. La evaluación heurística[15] es uno de los métodos principales de inspección y se lleva a cabo por expertos en HCI. El objetivo es evaluar la calidad de uso de un producto desde le punto de vista del diseño de la interfaz.

Por último, se formó un grupo de trabajo que se focaliza en el estudio de factibilidad áulica de las OLPC, teniendo en cuenta las actividades que realizan los docentes con sus alumnos y el rol de la PC en la clase. Se prevee la realización de test de usabilidad con diferentes usuarios y contextos. La comunidad de usuarios estará formada por alumnos y docentes del nivel primario y medio, en escuelas con diferentes contextos culturales y socio-económicos.

## **Desarrollo de software local**

Una de las cuestiones destacables del proyecto OLPC se refiere a que el software instalado en las computadoras debe ser software libre. Por este motivo, y dado que en el LINTI se está trabajando con Lihuen GNU/Linux, se planteó una línea de trabajo que consiste en la adaptación de este sistema operativo a los equipos OLPC, de manera tal de poder plantear una alternativa para el software de base propuesto.

Lihuen GNU/Linux es una distribución de Linux pensada para un uso administrativo. En el LINTI se trabaja en su implementación desde el año 2005. Si bien los requerimientos de Lihuen GNU/Linux hacen imposible su implementación directa en la OLPC<sup>3</sup>, desde un primer momento en su desarrollo se planteó la necesidad de contar con una versión de “escritorio liviano”, principalmente porque una de las ideas y foco del proyecto es llevar Lihuen a las escuelas y, como es sabido, en la mayoría de los establecimientos educativos los recursos escasean y los existentes no son de última generación. Con la llegada de los prototipos de OLPC, esta línea se reforzó y se está trabajando en el desarrollo de un “Lihuen liviano”.

Esta línea de trabajo está siendo coordinada por Matías Zabaljauregui, junto con Joaquín Bogado y Gastón Samelat, todos ellos integrantes también del grupo de desarrollo de Lihuen GNU/Linux.

De esta manera, se podrá contar con una versión de software que pueda brindar un escritorio de trabajo similar al que presentan la mayoría de los sistemas operativos actuales compitiendo así con el escritorio Sugar.

---

3 Los requerimientos mínimos de instalación son un procesador de 800Mz de base con 192Mb de memoria RAM.

La Figura 3 muestra una imagen de la OLPC con la distribución local.



Figura 3: Lihuen en la OLPC

Aunque aún no se ha llegado a una versión estable, las primeras evaluaciones son más que satisfactorias.

## **Evaluación heurística de la interfaz de usuario**

Una evaluación heurística es un estudio que es llevado a cabo por profesionales expertos en la temática y problemática de HCI, denominados en este contexto, inspectores. Los usuarios, o comunidad a la que esté dirigido el producto, en este caso los niños, no participan en este tipo de evaluaciones. La evaluación heurística es uno de los métodos principales de inspección, mediante el cual, los inspectores analizan el producto basándose en principios fundamentales del buen diseño.

El escritorio propuesto, Sugar (ver Figura 4), se caracteriza por emplear un diseño completamente icónico para representar los conceptos y objetos, y también, se distingue por sus características colaborativas. Su interfaz de usuario se aleja de la provista por la mayoría de los sistemas operativos, empleando un nuevo sistema de metáforas, con conceptos propios como vecindad, diario, marco, objetos y actividades.

Una interfaz icónica se encuadra dentro de las interfaces visuales, pero aunque es una clase especial de las mismas, se distingue por proporcionar una representación visual de los objetos muy significativa y elocuente, además de proveer un comportamiento fiel, respecto al objeto representado. Las entidades u objetos, como la manipulación de los mismos, deben estar regidos mediante un diseño cuidadoso, bien estudiado y que sea comprensible dentro de la realidad del usuario, más aún si se trata de niños.

El proceso de evaluación con el que se está trabajando sobre las OLPC, se basa en los principios de calidad de uso que a continuación se detallan:

- Simplicidad y fácil utilización
- Representatividad y expresividad de los conceptos impartidos en la OLPC
- Usabilidad y Performance
- Confiabilidad y Consistencia en las OLPC
- El feedback en las OLPC
- Flexibilidad
- Cuestiones de Adaptación

- La Asistencia
- Accesibilidad
- La colaboración



Figura 4: Sugar en la OLPC

Esta línea de trabajo está siendo coordinada por Ivana Harari, junto con Paola Amadeo, ambas expertas en el área HCI e integrantes del LINTI.

## **Actividades en las aulas**

Otra de las actividades propuestas se focaliza en el estudio de factibilidad áulica de las OLPC. Durante el año 2006, se trabajó con varias escuelas en el uso de Software Libre en las aulas[13]. Se analizaron las diferentes actividades que usualmente los docentes llevan a cabo con sus alumnos y se plantearon actividades alternativas para cada situación.

Con esta experiencia como base, se pensó en la realización de un estudio de usabilidad en el cual se plantearán distintas situaciones con diferentes poblaciones de usuarios.

Estas evaluaciones se realizarán con computadoras que ejecuten Sugar y en computadoras que ejecuten Lihuen. De esta manera, se podrá contar con datos concretos de usos en ambas plataformas y así poder recomendar la plataforma y aplicaciones más adecuadas.

En este caso, las personas responsables de esta línea de trabajo son Viviana Harari y Claudia Banchoff, junto con Sofía Martín y Fernando López, todos ellos integrantes del LINTI y del proyecto Lihuen.

## **Conclusiones**

El proyecto OLPC intenta introducir un cambio radical en la manera de plantear las actividades a los alumnos, tanto las que se deban realizar en clase como en el hogar. Se trata de que los niños se “apropien” de las computadoras y puedan acercar la tecnología también a sus hogares.

Este proyecto es sumamente actual y requiere una gran responsabilidad a la hora de la elección del software de base y de las aplicaciones contenidas en él, como también de las actividades pensadas para su uso.

Este artículo presenta las distintas líneas de investigación llevadas a cabo en el LINTI, en donde se espera continuar con este análisis y concluir con una propuesta definitiva tanto de software como de usos educativos de la OLPC.

Los avances de esta investigación se irán publicando en la wiki del proyecto[14].

## **Referencias**

- [1] <http://www.media.mit.edu>
- [2] <http://laptop.org>
- [3] <http://wiki.laptop.org>
- [4] [http://wiki.laptop.org/go/Mesh\\_NetworkDetails](http://wiki.laptop.org/go/Mesh_NetworkDetails)
- [5] <http://wiki.laptop.org/go/Sugar>
- [6] [http://wiki.laptop.org/go/OLPC\\_Human\\_interface\\_Guidelines](http://wiki.laptop.org/go/OLPC_Human_interface_Guidelines)
- [7] <http://wiki.laptop.org/go/Countries>
- [8] <http://www.weblog.educ.ar/olpc>
- [9] <http://linti.unlp.edu.ar>
- [10] [http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_network)
- [11] <http://www.xfce.org>
- [12] <http://lihuen.info.unlp.edu.ar>
- [13] <http://www.cafeconf.org/modules/myconference/viewspeech.php?sid=13&cid=1>
- [14] <http://lihuen.info.unlp.edu.ar/tiki-index.php?page=ProyectoOLPC>
- [15] [http://www.useit.com/papers/heuristic/inspection\\_summary.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/inspection_summary.html). mmary of Usability Inspection Methods by Jakob Nielsen.
- [16] [http://wiki.laptop.org/go/OLPC\\_Argentina/Plan\\_educ.ar](http://wiki.laptop.org/go/OLPC_Argentina/Plan_educ.ar)

# Programación y Algoritmos: Análisis y Evaluación de Cursos Introductorios

Sandra Casas y Verónica Vanoli

*Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Académica Río Gallegos  
Lisandro de la Torre 1070. CP 9400. Río Gallegos, Santa Cruz, Argentina  
Tel/Fax: +54-2966-442313/17.  
E-mail: {lis, vvanoli}@uarg.unpa.edu.ar*

## **Resumen**

*La identificación de los obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación y sus algoritmos permite orientar las nuevas propuestas académicas y didácticas, para que la planificación y gestión de los recursos y materiales sea de mayor utilidad para el alumno. El estudio y análisis de las problemáticas del proceso se constituye en el punto de partida. En este trabajo se presentan los resultados de los primeros estudios realizados en la carrera Analista de Sistemas, de la Unidad Académica Río Gallegos (UARG), de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA).*

## **1. Introducción**

A lo largo de la historia de educación en ciencias de la computación o informática, la estructura de los cursos introductorios ha sido un tema de intenso debate. Una de las cuestiones más discutidas es el papel de la programación en la fase introductoria del plan de estudios. Lo cierto es que prácticamente desde los comienzos de la disciplina [1] [2] los cursos introductorios de informática se han enfocado principalmente en el desarrollo de las capacidades de la programación. A pesar de las falencias observadas, los beneficios y necesidades parecen ser mayores [3]. Esto principalmente se debe a que se consideran pre-requisito fundamental para cursos de nivel intermedio y nivel avanzado. De esta forma el alumno inicial en primera instancia debe adquirir este tipo de conocimiento y capacidades.

La Programación es el arte y la técnica de construir y formular algoritmos de una forma sistemática [4]. Este concepto involucra un “don” y un “procedimiento”, tal vez por estas

características aprender a desarrollar algoritmos y programas aunque se considere una capacidad básica no es una tarea simple, trivial y fácil para el alumno. Un extenso trabajo dirigido a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje referente a la programación de algoritmos da cuenta de lo complejo que puede resultar abordar este tipo de conocimientos y habilidades, principalmente en el alumno novato que se inicia sin ningún tipo de conocimientos previos relacionados. Por estos motivos, docentes e investigadores buscan nuevas estrategias didácticas y pedagógicas, herramientas y recursos que contribuyan a que este proceso sea más exitoso [5] [6] [7] [8] [9] [10].

Asimismo, los fenómenos de deserción y desgranamiento que se producen en los primeros años de las carreras de informática provocan necesariamente una mirada analítica, reflexiva y superadora. La búsqueda de propuestas de cambios y mejoras es un objetivo, pero debe surgir de una clara identificación de los principales problemas y dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por eso, en primera instancia se debe identificar, analizar y estudiar los factores que plantean obstáculos en el proceso. En particular, se trata de una serie de elementos a analizar: la complejidad de los contenidos conceptuales, la dificultad de aplicar dichos contenidos en la práctica, la efectividad y utilidad de los recursos y materiales empleados, además de las estrategias didácticas que se ponen en juego. A partir de esta información, puede reestructurarse el proceso completo o simplemente hacer cambios parciales. En este sentido, en este trabajo se presentan los resultados y análisis de los primeros estudios realizados en la carrera Analista de Sistemas, de la UARG - UNPA.

## 2. Estudio: Aspectos de la evaluación

El estudio se realizó a través de un cuestionario utilizado previamente por [11], aunque se introdujeron algunas variantes para hacerlo más específico al contexto particular de estudio. Lo interesante del mismo es que permite evaluar aspectos independientes al paradigma y al lenguaje de programación aplicado.

El cuestionario se compone de cuatro secciones. La primera sección recolecta información general del alumno. La segunda sección está dirigida a identificar los obstáculos en el aprendizaje, relacionados a los contenidos conceptuales y las capacidades y habilidades que deben ser adquiridos. A continuación se presentan las consignas e ítems correspondientes al estudio de la segunda sección:

¿Qué tarea le resultó difícil mientras aprendía programación?

- (A) Usar entorno de desarrollo.
- (B) Aprender la sintaxis del lenguaje.
- (C) Diseñar un programa para resolver una tarea.
- (D) Entender estructuras de programación.
- (E) Dividir la funcionalidad en subprogramas.
- (F) Realizar la traza o prueba de escritorio manualmente.
- (G) Encontrar sus propios errores.
- (H) Corregir sus propios errores.

¿Qué concepto de programación ha sido más difícil de aprender?

- (A) Selección.
- (B) Iteración.
- (C) Arreglos – Vectores.
- (D) Arreglos – Matrices.
- (E) Arreglos – Ordenamientos.
- (F) Arreglos – Búsquedas.
- (G) Modularidad – Funciones / Funciones y Procedimientos.
- (H) Modularidad – Unidades / Clases.
- (I) Parámetros.
- (J) Recursividad.
- (K) Punteros – Referencias.
- (L) Pilas – Colas.
- (M) Listas.
- (N) Ficheros.
- (O) Usar librerías / APIs.

Cada ítem fue evaluado por la dificultad de aprendizaje mediante cinco opciones: muy fácil, fácil, medio, difícil y muy difícil.

La tercera sección tiene el propósito de evaluar aspectos relacionados a los materiales y a las situaciones de aprendizaje. Aquí la evaluación del alumno implica elegir entre las opciones: nada, poco, medio y mucho. Las consignas e ítems en que se estructura la tercera sección son las siguientes:

¿Cuándo cree que aprende programación?

- (A) Cuando lee libros de programación.
- (B) Cuando lee el apunte.
- (C) En la clase de teoría.
- (D) En la clase de práctica.
- (E) Cuando estudia/practica solo.
- (F) Cuando estudia/practica en grupo.
- (G) Cuando practica en papel.
- (H) Cuando practica en la computadora.

¿Qué material es de ayuda para aprender programación?

- (A) Libros de programación.
- (B) Apunte de cátedra.
- (C) Ejercicios de ejemplo.
- (E) Trabajos prácticos.
- (F) Internet.

La última sección está destinada a que el alumno exprese sugerencias y/o críticas que aporten información al estudio no contemplada.

La experiencia se realizó con alumnos que regularizaron los dos cursos iniciales de programación (asignatura “Programación I” del primer año y asignatura “Programación II” del segundo año). En el estudio participaron alumnos de distintos años de cursado, característica que permite detectar problemáticas más generales y estructurales. Para el cuestionario participaron un total de 51 alumnos, de los cuales el 43% eran de sexo femenino y el 57% de sexo masculino.

## 3. Análisis de Resultados

En la Figura 1 se observa que las tareas para aprender programación tienen para el alumno en general una dificultad de fácil a media. Las tres tareas más difíciles: (F) “Realizar la traza o prueba de escritorio manualmente”, (G)

“Encontrar sus propios errores” y (H) “Corregir sus propios errores”, están estrechamente relacionadas, siendo G y H consecuencia de F.

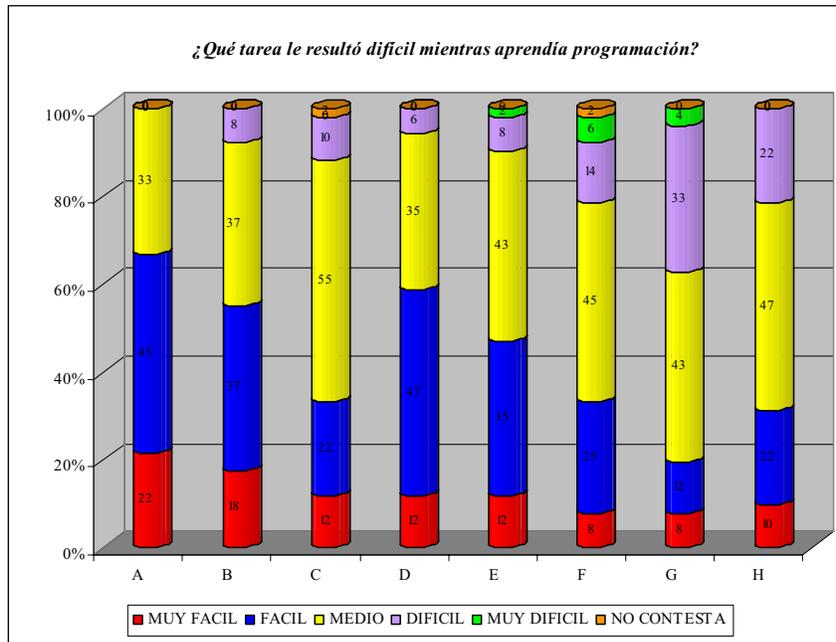


Figura 1: Dificultad de las tareas.

En la Figura 2 se observan que el contenido conceptual más difícil es Recursividad (J), donde el 43% de los alumnos marcó como un concepto difícil y el 24% como muy difícil. Punteros – referencias (K), listas (M) y Ficheros (N), serían los otros conceptos menos accesibles. Es notable que más del 80% de los alumnos ha considerado que los conceptos Selección (A), Iteración (B) y Vectores (C) son de muy fácil a fácil.

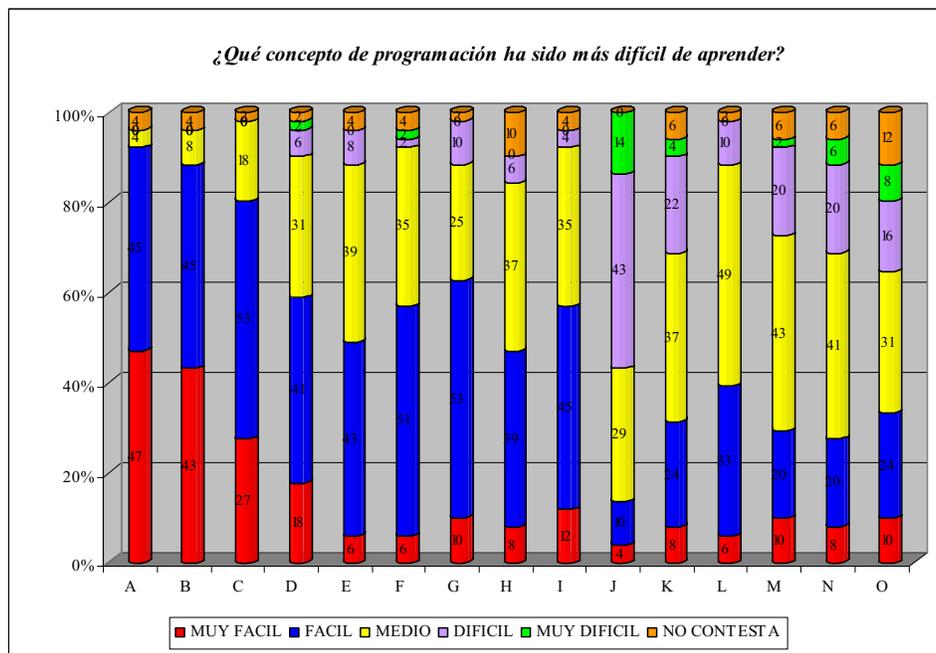


Figura 2: Dificultad de los contenidos conceptuales.

En la Figura 3 se observa que los alumnos consideran que aunque la lectura de libros y apuntes de cátedra resultan útiles para aprender, resultan mas eficaces los encuentros en las clases ya sea de teoría como de práctica. Con esto queda de manifiesto que el alumno es

renuente a la lectura, aún más si el texto del material es en inglés. Por otro lado, el estudio individual le resulta más productivo que en grupo. Las prácticas en computadora tienen mucho más valor que las prácticas en papel (la diferencia es notable en las respuestas).

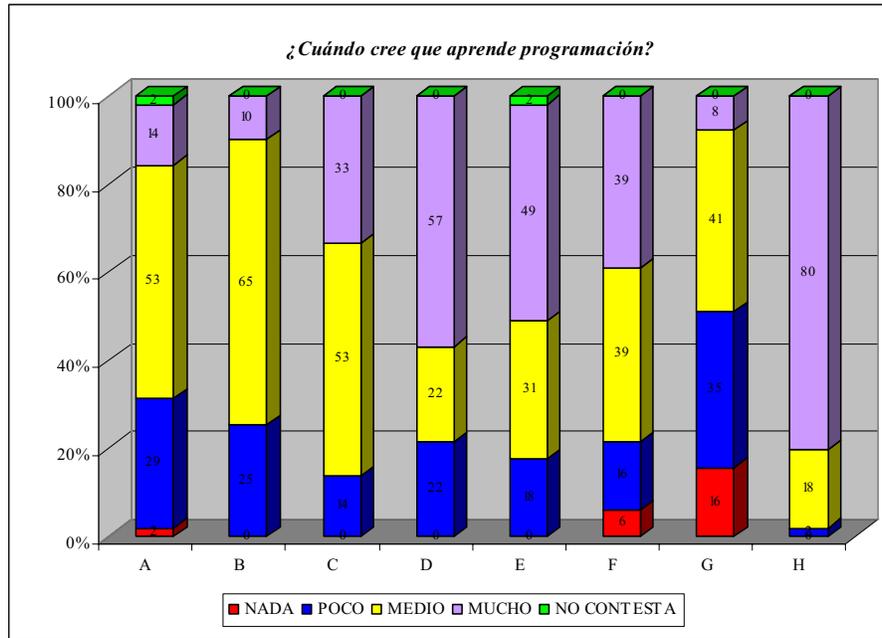


Figura 3: Evaluación de las situaciones de aprendizaje.

En la Figura 4 se observa que los ejercicios de ejemplo y los trabajos prácticos son de mayor ayuda para los alumnos que el material teórico

(libros y apuntes), lo que se corresponde con los resultados obtenidos en la consigna anterior.

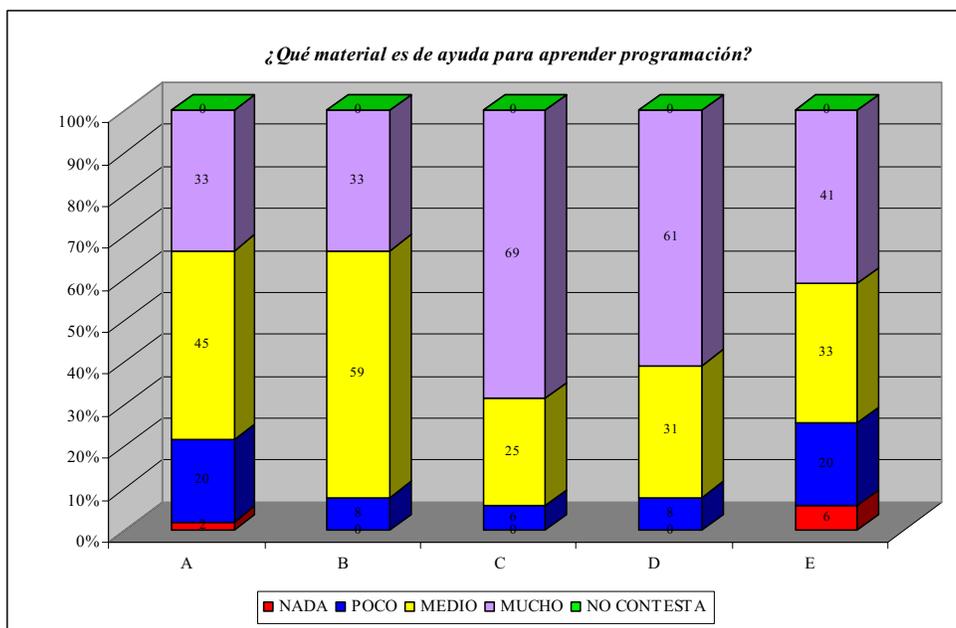


Figura 4: Evaluación de recursos y materiales.

#### 4. Estudios Relacionados

El Plan de Actividades de Apoyo Académico al Ciclo Básico, dependiente del Programa de Acceso y Permanencia de la Unidad Académica, en el año 2005 realizó diversos estudios a los alumnos ingresantes de todas las carreras. Del procesamiento y análisis de los datos obtenidos de las actividades de diagnóstico inicial y diagnóstico psicopedagógico, el informe concluye: “Del análisis de las pruebas psicopedagógicas suministradas a los alumnos ingresantes a la carrera de Analista de Sistemas, podemos señalar que más de la mitad de los mismos demostraron un nivel intelectual que responde a la media o superior a ella (Resultados del Test Domino D-48: 48% Término medio, 9% término medio-alto, 34% Término medio-bajo, 9% término bajo). Respecto a la capacidad combinatoria y por ende, del razonamiento hipotético deductivo es alcanzado por un 25% de los sujetos, pero un número importante se encuentra aún en el periodo de transición (Resultados del Test Diagnóstico-Operatorio: 29% Pensamiento Formal, 14% Pensamiento Concreto y 57% Pensamiento en Transición) en vías de adquirir las mismas. En este sentido, y teniendo en cuenta la carrera elegida, se estima que las capacidades propias del pensamiento formal son necesarias al momento de cursar asignaturas del área de las Matemáticas, por lo cual este grupo debería encontrar, o ser ayudado a encontrar, las estrategias necesarias que estimulen las capacidades para acceder a la etapa de pensamiento mencionada. Se plantea *ser ayudado*, ya que un número considerable de alumnos no reconoce poseer algún déficit en su formación que pueda ser obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje emprendido”.

#### 5. Conclusiones y Acciones futuras

Los resultados obtenidos han servido para reestructurar las asignaturas en cuanto a la organización y distribución de los contenidos, como a su disposición en el plan de estudios. En cuanto a las observaciones más puntuales, una serie de estrategias y actividades se proponen para aplicar en forma interna: (i) Intensificar las prácticas de traza y de esta forma mejorar la búsqueda y corrección de errores propios. (ii)

Disponer más tiempo en la planificación, para trabajar los contenidos más difíciles: Recursividad, Punteros, Listas y Ficheros. (iii) Proponer actividades prácticas grupales en computadora, al estilo programación por parejas.

#### 6. Referencias

- [1] ACM Curriculum Committee on Computer Science. Curriculum '68: Recommendations for the undergraduate program in computer science. Communications of the ACM, 11(3):151-197, March 1968.
- [2] ACM Curriculum Committee on Computer Science. Curriculum '78: Recommendations for the undergraduate program in computer science. Communications of the ACM, 22(3):147-166, March 1979.
- [3] Computing Curricula 2001. Computer Science. Final Report (December 15, 2001). IEEE & ACM.
- [4] Wirth N. “Algoritmos e Estruturas de Dados”. LTC Informática-Programação, 1989.
- [5] Azeredo P. A. “Uma proposta de Plano Pedagógico para a Matéria de Programação”. Anais do II Curso: Qualidade de Cursos de Graduação da Área de Computação e Informática (WEI). Editora Universitária Champagnat. 2000.
- [6] Soares T. C. A. P., Cordeiro E. S., Stefani Í. G. A., Tirelo F. “Uma Proposta Metodológica para o Aprendizado de Algoritmos em Grafos Via Animação Não-Intrusiva de Algoritmos”. III Workshop de Educação em Computação e Informática do Estado de Minas Gerais 2004. Brasil.
- [7] Cortes E., Vanoli V., Casas S. “BigBang: un recurso didáctico-pedagógico en el aprendizaje de la implementación de algoritmos en pseudocódigo”. VIII WICC. Universidad de Morón. Buenos Aires. Junio 2006. ISBN 978-950-9474-35-2.
- [8] Azul A. A., Mendes A. J. EDDL: “Um Programa Didático sobre Estruturas de Dados Dinâmicas Lineares”. 3º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo – 1998. Évora, Portugal.
- [9] Black, P. E. “Dictionary of Algorithms and Data Structures”. NIST 2005.
- [10] Garcia, I. C., Rezende, P. J., Calheiros, Astral F. C. “Um Ambiente para Ensino de Estruturas de Dados através de Animações de Algoritmos”. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) nº 01. 1997.
- [11] Lahtinen E., Ala-Mutka K., Jarvinen H. “A Study of the Difficulties of Novice Programmers”. ITiCSE 2005, Portugal.

# Proyectos Interinstitucionales en Ambiente Colaborativo

Laura Sánchez  
lsanchez@uncoma.edu.ar

Jorge Rodríguez  
jrodrig@uncoma.edu.ar

Departamento de Ciencias de la Computación  
Facultad de Economía y Administración  
Universidad Nacional del Comahue  
(8300) Buenos Aires 1.400 – Neuquén – Argentina  
(54) (0299) 4490300 int. 433

## Resumen

En el Proyecto de Investigación E065 – Software para Aprendizaje y Trabajo Colaborativos, se desarrolla una línea de investigación sobre la inserción de la Informática en la escuela media [1] que trata la generación de Proyectos Educativos Colaborativos Soportados por Computadora (PECSCs) [2], los modelos teóricos y las herramientas de computación y comunicación que los sustentan.

En este trabajo se presentan los avances y resultados obtenidos durante 2006, formación de recursos humanos y nuevos ejes de trabajo para 2007.

## Introducción

La generación de PECSCs tiene como marco didáctico el aprendizaje colaborativo basado en proyectos y la construcción colectiva.

Definimos al aprendizaje colaborativo como la interacción entre grupos pequeños de estudiantes, trabajando conjuntamente en actividades con estructuración diseñada intencionalmente, donde los integrantes del grupo participan activamente con contribuciones equilibradas y esfuerzos coordinados para lograr aprendizajes significativos, colectivos e individuales [3], [4].

## Implementación de los proyectos

Para la implantación de un PECSC se identifican grupos de docentes interesados en el desarrollo de experiencias educativas dentro de este enfoque y posibles campos de conocimiento transversales al currículo escolar.

Se diseñan la estrategia y el plan de trabajo del proyecto elegido, entre los docentes participantes y colaboradores externos que aportan solidez multidisciplinar y estructuran el desarrollo del proyecto dentro de una línea teórica.

Se seleccionan las herramientas de computación y comunicación que posibilitan tanto la colaboración como el desarrollo del proyecto en los niveles de diseño y de ejecución.

En la ejecución del PECSC los alumnos participan en forma activa de cada fase de desarrollo: definición del objeto de estudio, diseño de la experiencia, trabajo de campo,

organización y procesamiento de la información, presentación de los datos y análisis e interpretación de la información.

Los resultados obtenidos son socializados más allá del espacio áulico y escolar. Se abre así la posibilidad de que colaboradores externos aporten puntos de vista específicos. El grupo se posiciona como autor, logrando la trascendencia de sus producciones y completando el aprendizaje.

Los resultados de las experiencias educativas, especialmente los que están en el campo de las construcciones teóricas, son socializados en espacios académicos y científicos donde se potencia la transferencia horizontal entre docentes reflexivos para se reconozcan como principales autora de las construcciones teóricas de referencia para el área.

### PECSCs en ejecución

- Una mirada desde la Estadística sobre el fracaso escolar

Por tercer año consecutivo, alumnos de diferentes escuelas desarrollan un proyecto de investigación de tipo estadístico que aborda la temática de fracaso escolar.

Participan de este proyecto: dos docentes del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional del Comahue, docentes de los Departamentos de Informática y otros departamentos de las escuelas participantes, 364 alumnos.

Se estudian 3.000 casos con indagación y obtención de resultados sobre 12.000 personas.

- Las noticias de hoy en boca de los adolescentes

En su segundo año de ejecución, los alumnos aportan artículos de su autoría a un periódico on-line construyendo colectivamente un espacio alternativo de expresión. La Universidad Nacional del Comahue apoya el proceso de redacción aportando un colaborador externo y soportando el periódico en un servidor de nuestro proyecto de investigación.

Participan de este proyecto: un docente de la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Nacional del Comahue, docentes de los Departamentos de Informática y otros departamentos de las escuelas participantes y alumnos de cuatro instituciones del nivel medio.

Hasta el momento se registraron como autores 83 alumnos, 10 docentes participan en calidad de colaboradores de redacción y 10 artículos están en línea actualmente.

- Ciudad Virtual

En su tercer año de ejecución, alumnos del nivel medio organizados en pequeños grupos participan de un proyecto que a partir de la simulación de una ciudad administrativa busca fortalecer la construcción de conocimientos en espacio curricular administrativo

contable. Cada grupo asume el rol de un componente de la ciudad virtual (bancos, empresas, entes del estado) e interactúa con los demás grupos constituyendo una ciudad virtual. El proceso de constitución de cada ente y la interacción es soportada por TICs y provista por la Universidad Nacional del Comahue.

Componen el modelo siete tipos de entidades, participaron 64 alumnos y docentes de los Departamentos de Informática y Contable de las escuelas participantes.

- Laboratorio escolar de robótica remoto

En su segundo año de ejecución, este proyecto se desarrolla en dos líneas de acción: la concreción de experiencias de robótica educativa en una escuela y la investigación y desarrollo de un laboratorio remoto de robótica educativa. En este año se apunta a la articulación de estas líneas con intención de poner este tipo de experiencias en el campo de lo posible para un número mayor de comunidades educativas.

Participan de este proyecto el grupo de investigadores de nuestro proyecto, docentes de informática de una escuela media y 55 alumnos.

- Cine en la escuela

En su primer año de ejecución, se está realizando la formalización del proyecto y la búsqueda de colaboradores externos.

Participarán de este proyecto 6 docentes del nivel medio, 200 alumnos.

## Conclusiones y trabajo futuro

Los proyectos presentados se posicionan como instancias de aplicación del enfoque didáctico definido. El mismo se ubica como marco referencia para el desarrollo de estas construcciones didácticas pero a la vez las mismas aportan elementos que permiten profundizar las construcciones teóricas sobre las que se fundamenta este marco de referencia.

En este contexto los docentes del nivel medio en diálogo con investigadores se constituyen en coautores de una base teórica de referencia para el área, conceptualmente sólida, fuertemente vinculada con la práctica y construida colectivamente.

Durante 2007 se especificará una plataforma de colaboración que soporte integralmente el desarrollo de este tipo de proyectos en colaboración con tesis de la carrera de Licenciatura en Ciencias de la Computación.

## Referencias

[1] Sánchez, J. Rodríguez – *Espacios Colaborativos para Repensar la Inserción de la Informática en la Escuela Media* – JEITICS 2005 – Universidad Nacional del Sur

[2] L. Sánchez, J. Rodríguez – *Proyectos Interinstitucionales en Ambiente Colaborativo*  
WICC 2006 – Universidad de Morón

[3] Johnson, R. T., & Johnson, D. W. - *Action research: Cooperative learning in the science classroom*. Science and Children – 1986

[4] Elizabeth Barkley, K. Patricia Cross, Claire Howell Major - *Collaborative Learning Techniques: A Handbook for College Faculty* – Ed. Jossey-Bass; 1 edition - 2004

# Robótica, Informática, Inteligencia Artificial y Educación

Arnaldo Héctor Odorico, Fernando Lage, Zulma Cataldi

Laboratorio de Informática Educativa, Facultad de Ingeniería. UBA  
Instituto Superior del Profesorado Técnico. Universidad Tecnológica Nacional.  
aodorico@gmail.com, liema@fi.uba.ar

## RESUMEN

*En un contexto educativo, hay esencialmente dos modos de aprovechar la capacidad de proceso y almacenamiento de una computadora: a) producir sistemas basados en el conocimiento (tales como servicios de Internet WWW, enciclopedias multimedia, etc.) en los que el usuario navegue y recupere textos, imágenes, sonidos...; b) construir un laboratorio simulado donde sea posible aumentar el conocimiento mediante aplicación de procesos similares al método científico: formulando hipótesis sobre un fenómeno y poniendo a prueba estas hipótesis mediante experimentos. Las herramientas construidas de acuerdo con el primer enfoque pueden facilitar el aprendizaje de las ciencias sociales, el segundo enfoque es más apropiado para la enseñanza tecnológica y los contenidos científicos.*

## ABSTRACT

*In an educational context, there are essentially two manners of taking advantage of the capacity of process and storage of a computer: a) to produce systems based on the knowledge (such as Internet service WWW, encyclopedias multimedia, etc.) in that the user navigates and recovers texts, images, sounds ...; b) to construct a simulated laboratory where it is possible to increase the knowledge by means of application of processes similar to the scientific method: formulating hypothesis on a phenomenon and testing these hypotheses by means of experiments. The tools constructed of agreement with the first approach can facilitate the learning of the social sciences, the second approach is more adapted for the technological education and the scientific contents.*

**Palabras clave:** Robótica pedagógica. Robótica, Informática, Inteligencia artificial y educación

## 1. INTRODUCCIÓN

Los individuos seleccionan activamente los aspectos relevantes de su entorno, manipula objetos concretos, y asimilan nuevos conocimientos por medio de la observación de los efectos de estas acciones. En este sentido el individuo construye una representación de la realidad. Es la participación activa del estudiante el aspecto más atractivo de los juegos de simulación por

computadora. No obstante, al mismo tiempo los entornos software de simulación tradicionales atrapan al usuario en un mundo idealizado donde aspectos importantes y difusos del entorno físico son a menudo ignorados. En este trabajo se pretende describir cómo usar una computadora para dar vida a objetos en un mundo físico. En este sentido, todo objeto del entorno es visto como un pequeño sistema inteligente que puede ser estudiado en interacción con el resto del mundo físico y con otros sistemas inteligentes. Desde este punto de vista, la computadora puede ser vista como un puente entre las estructuras formales puramente abstractas (programas informáticos) y los aspectos claves no deterministas del mundo físico real. La robótica, en sentido general abarca una amplia gama de dispositivos con muy diversas cualidades físicas y funcionales asociada a la particular estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación para el que sea concebido. Todos estos factores están íntimamente relacionados, de forma que la configuración y el comportamiento de un robot condicionan su adecuación para un campo de aplicación específico. La robótica se apoya en gran medida en los progresos de la electrónica y la informática, así como en nuevas disciplinas como el reconocimiento de formas y la inteligencia artificial. (IA).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Robótica Industrial

Durante el siglo XXI, y gracias al considerable avance tecnológico, han ido progresivamente apareciendo diversos tipos de sistemas artificiales de apariencia antropomórfica, conocidos con el nombre de robots. Existen muchas clases de robots, pudiendo ser diferenciados de acuerdo a su arquitectura interna, tamaño, materiales con los que están hechos, la forma en que estos materiales se han unido, los actuadores que utilizan (p.e. motores y transmisores), los tipos de sistemas sensoriales que poseen, sus sistemas de locomoción, los microprocesadores que tengan a bordo. Si bien hasta la fecha los robots han permitido una automatización elevada de tareas simples y repetitivas en procesos industriales y otras áreas, la construcción de robots que exhiban un cierto grado de inteligencia humana es todavía un problema abierto. "Un robot considerado inteligente deberá ser una máquina autónoma capaz de extraer selectivamente información de su entorno y utilizar el conocimiento sobre el mundo

que le rodea para moverse de forma segura, útil e intencionada” .Sin embargo, los elevados grados de autonomía e intencionalidad necesarios en un comportamiento inteligente han resultado especialmente difíciles de ser sintetizados artificialmente a pesar del optimismo inicial que exhibieron los fundadores de la Inteligencia Artificial (IA). En la robótica existen tres funciones básicas ampliamente aceptadas: percepción, planificación y actuación. A la primera categoría pertenecen las funciones que proporcionan la información básica del exterior a través de los sensores del robot. Todas las funciones que a partir de los sensores o del conocimiento almacenado producen directrices o tareas que debe acometer, pertenecen a la planificación. Por último, las funciones de actuación están formadas por todas aquellas que ejercen el control de los actuadores del robot. El robot industrial se diseña en función de diversos movimientos que debe poder ejecutar; es decir, lo que importa son sus grados de libertad, su campo de trabajo, su comportamiento estático y dinámico. La capacidad del robot industrial para reconfigurar su ciclo de trabajo, unida a la versatilidad y variedad de sus elementos terminales (pinzas, garras, herramientas, etc.), le permite adaptarse fácilmente a la evolución o cambio de los procesos de producción, facilitando su reconversión. Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas. La gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas:

- Configuración polar
- Configuración cilíndrica
- Configuración de coordenadas cartesianas
- Configuración de brazo articulado

La configuración polar utiliza coordenadas polares para especificar cualquier posición en términos de una rotación sobre su base, un ángulo de elevación y una extensión lineal del brazo. La configuración cilíndrica sustituye un movimiento lineal por uno rotacional sobre su base, con lo que se obtiene un medio de trabajo en forma de cilindro. La configuración de coordenadas cartesianas posee tres movimientos lineales, y su nombre proviene de las coordenadas cartesianas, las cuales son más adecuadas para describir la posición y movimiento del brazo. Los robots cartesianos a veces reciben el nombre de XYZ, donde las letras representan a los tres ejes del movimiento. La configuración de brazo articulado utiliza únicamente articulaciones rotacionales para conseguir cualquier posición y es por esto que es el más versátil.

## 2.2. Futuro de la robótica

A pesar de que existen muchos robots que efectúan trabajos industriales, aquellos son incapaces de desarrollar la mayoría de operaciones que la industria

requiere. Al no disponer de unas capacidades sensoriales bien desarrolladas, el robot es incapaz de realizar tareas que dependen del resultado de otra anterior. En un futuro próximo, la robótica puede experimentar un avance espectacular con las cámaras de televisión, más pequeñas y menos caras, y con las computadoras potentes y más asequibles. Los sensores se diseñarán de modo que puedan medir el espacio tridimensional que rodea al robot, así como reconocer y medir la posición y la orientación de los objetos y sus relaciones con el espacio. Se dispondrá de un sistema de proceso sensorial capaz de analizar e interpretar los datos generados por los sensores, así como de compararlos con un modelo para detectar los errores que se puedan producir. Finalmente, habrá un sistema de control que podrá aceptar comandos de alto nivel y convertirlos en órdenes, que serán ejecutadas por el robot para realizar tareas enormemente sofisticadas. Si los elementos del robot son cada vez más potentes, también tendrán que serlo los programas que los controlen a través de la computadora. Si los programas son más complejos, la computadora deberá ser más potente y cumplir los requisitos mínimos para dar una respuesta rápida a la información que le llegue a través de los sensores del robot.

## 2.3. Inteligencia artificial

Sus orígenes se remontan miles de años atrás, son muchos los inventores y genios que han ido contribuyendo a crear estas máquinas, Leonardo Da Vinci, Blas Pascal, Charles Babbage, Alan Turing. La inteligencia artificial estudia como lograr que las máquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos. La definición es efímera porque hace referencia al estado actual de la informática. No incluye áreas que potencialmente tienen un gran impacto tales como aquellos problemas que no pueden ser resueltos adecuadamente ni por los seres humanos ni por las máquinas. Al principio se hizo hincapié en las tareas formales como juegos y demostración de teoremas, la geometría fue otro punto de interés. Sin embargo la IA pronto se centró en problemas que aparecen a diario denominados de sentido común (commonsense reasoning). Uno de los más rápidos y sólidos resultados que surgieron en las tres primeras décadas (1950 – 1980) de las investigaciones de la IA fue que la Inteligencia necesita conocimiento. Para compensar este logro imprescindible el conocimiento posee algunas propiedades poco deseables como:

- Es voluminoso
- Es difícil caracterizarlo con exactitud
- Cambia constantemente
- Se distingue de los datos en que se organiza de tal forma que se corresponde con la forma en que va a ser usado.

Con los puntos anteriores se concluye que una técnica de IA es un método que utiliza conocimiento representado de tal forma que:

- El conocimiento represente las generalizaciones
- Debe ser comprendido por las personas que lo proporcionan.
- Puede modificarse fácilmente para corregir errores y reflejar los cambios en el mundo y en nuestra visión del mundo.
- Puede usarse en gran cantidad de situaciones aún cuando no sea totalmente preciso o completo.
- Puede usarse para ayudar a superar su propio volumen, ayudando a acotar el rango de posibilidades que normalmente deben ser consideradas.

Los problemas al irse resolviendo tienen entre las características de su solución:

- Complejidad
- El uso de generalizaciones
- La claridad de su conocimiento
- La facilidad de su extensión

## 2.4. Investigación y desarrollo en áreas de la IA:

Las aplicaciones tecnológicas en las que los métodos de IA usados han demostrado con éxito que pueden resolver complicados problemas de forma masiva, se han desarrollado en sistemas que:

- Permiten al usuario preguntar a una base de datos en cualquier lenguaje que sea, mejor que un lenguaje de programación.
- Reconocen objetos de una escena por medio de aparatos de visión.
- Generar palabras reconocibles como humanas desde textos computarizados.
- Reconocen e interpretan un pequeño vocabulario de palabras humanas.
- Resuelven problemas en una variedad de campos usando conocimientos expertos codificados.

## 2.5. Orientaciones didácticas

La Educación Tecnológica pretende que los alumnos logren una comprensión del mundo artificial y una capacidad para desenvolverse efectivamente dentro del mismo, en un nivel que podría denominarse alfabetización tecnológica. La alfabetización tecnológica de los estudiantes supone:

- la capacidad para apreciar el desarrollo tecnológico y su relación con la sociedad y el ambiente;

- la capacidad para reflexionar sobre los actos tecnológicos propios y ajenos en el marco de su impacto social y ambiental;
- la capacidad de ejecutar actos tecnológicos con calidad, respeto ambiental, creatividad, efectividad y ética.

Los alumnos, a través del aprendizaje en tecnología, tienen la oportunidad de:

- Usar una variedad de medios para distinguir y enunciar problemas y, resolver problemas prácticos en un contexto social;
- Adquirir y usar durante su trabajo tres tipos de habilidades interrelacionadas: el cómo hacer, la comprensión de procesos y la adquisición de conocimientos;
- Arriesgarse a tomar opciones, desarrollar múltiples soluciones a problemas, probar y mejorar, prevenir, trabajar en grupo en forma colaborativa, responsabilizarse por los resultados y administrar los recursos en forma efectiva y eficiente.

Desde la perspectiva de la vida cotidiana, una tecnología específica corresponde a un sistema dinámico en que la persona coordina creativamente prácticas de trabajo, herramientas, máquinas y conocimientos para satisfacer necesidades o aspiraciones.

## 2.6. Orientación tecnológica

Desde una perspectiva tecnológica se relaciona con la capacidad de creación e intervención en las diferentes aplicaciones. Respecto a una tecnología particular los hombres y mujeres pueden relacionarse con ella desde diferentes perspectivas, a saber:

- Como **usuarios**, cuya relación se caracteriza por la utilización responsable de los objetos y servicios,
- Como **técnicos**, cuya relación está orientada a la producción de objetos y servicios
- Como **innovadores**, como diseñadores de nuevas aplicaciones; esto es, nuevas formas de interacción, nuevos productos o servicios.

Estas caracterizaciones no son excluyentes. Una persona puede ser a la vez un usuario, un técnico y un innovador. Estos roles sólo ilustran las diferentes posibilidades de relación con una tecnología. Sin embargo, participar de éstos requiere conocimientos y habilidades distintas. Acercándose a la tecnología desde los tres roles mencionados, los alumnos habrán logrado comprender que:

- **desde la perspectiva de uso**, el programa se orienta a una adecuada utilización de objetos y servicios y de las nuevas capacidades de acción que éstos hacen posible.

- **desde la perspectiva técnica**, se orienta al desarrollo de capacidades necesarias para intervenir en la funcionalidad de los procesos de producción y de los productos.
- **desde la perspectiva innovadora**, se orienta a la creación de nuevas funcionalidades y diseños.

El manejo de información y comunicaciones, debe llevar al estudiante a comprender que este hecho se encuentra directamente relacionado con la globalización y tiene implicaciones locales asociado al acceso a información, comunicación y nuevas formas comerciales.

## 2.7. Función educativa del software

El software más adecuado en el área de la robótica sería aquel que permite experimentar con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizar en los mismos, posee objetivos curriculares bien definidos, y dentro de los límites permitidos conseguir una iniciativa variada por parte del alumno (de carácter exploratorio), pero guiada por el docente. De ello se deriva la importancia que debe darse a esta herramienta en la enseñanza y en la preparación de los futuros profesionales. Simular un brazo robótico con un programa especializado, después de hacer los desarrollos teórico-matemáticos, permite determinar las trayectorias y la viabilidad del diseño. La acción del educador debe conducir a desarrollar en el alumno un método de trabajo adecuado con las herramientas de simulación, es necesario generar un núcleo de conocimientos teóricos básicos que le permitan continuar aprendiendo de forma guiada y por sí mismo cuando la complejidad vaya en aumento. Además, al ser un aprendizaje personalizado, interactivo y creativo, el alumno tendrá la ventaja de poder seguir su ritmo personal de aprehensión. La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en computadoras en la operación y control de la producción. Ejemplos de esta tecnología son: líneas de transferencia, máquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación (aplicados a los procesos industriales), máquinas-herramienta con control numérico y robots. Estas operaciones incluyen la carga y descarga de máquina, la soldadura por puntos, la pintura por pulverización, etc. Este trabajo pretende aportar información que pueda resultar de interés para profundizar el conocimiento sobre la robótica industrial. Este enfoque muestra que es posible lograr: a) Una enseñanza que contemple los aspectos no sólo informativos, sino también los formativos y que se ajuste más adecuadamente a los perfiles profesionales demandados por la sociedad. b) Una mayor motivación y satisfacción en el aprendizaje por parte de los alumnos. c) Una reformulación de los objetivos educativos,

transformando más adecuadamente los contenidos científicos, fomentando a su vez, una mayor reflexión y elaboración de los contenidos tratados. Desde el punto de vista tecnológico constituye un banco para el estudio de problemas de aplicación directa en la industria con fuerte incidencia en el sector nacional para procesos de desarrollo y automatización. A continuación se citan algunas de las características que el programa diseñado debe permitir realizar en la fase de simulación: a) Modelizar rápidamente nuevas células de fabricación para procesos automatizados basados en robots y evaluar su eficacia (Figura 1), b) Poner de manifiesto, mediante simulación gráfica, el diseño a implementar (Figura 2), c) Detectar colisiones del robot antes de que se produzcan en la instalación real, evitando así desperfectos ocasionados por una inadecuada ubicación del robot y/o una errónea programación, d) Calibrar el robot y su espacio de trabajo (Figura 3)<sup>1</sup>. El software de simulación puede ser utilizado para el diseño de cualquier proceso automatizado.



Figura 1: Células de fabricación para procesos automatizados basados en robots

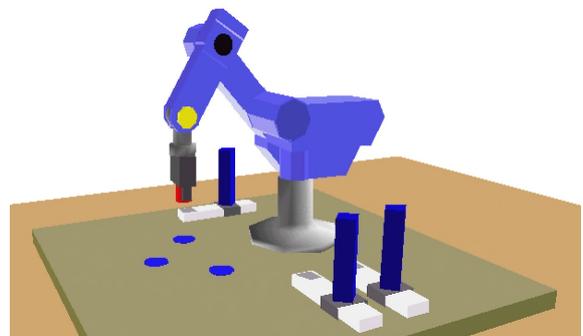


Figura 2: Morfología del robot a utilizar

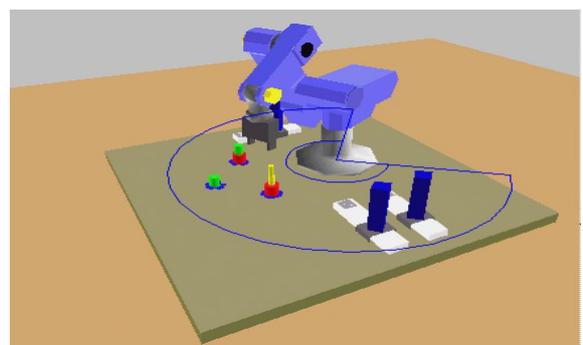


Figura 3: Determinación del espacio de trabajo

<sup>1</sup> Referencia de las Figuras 1, 2 y 3: Empresa Soluciones Tecnológicas Integradas [www.sti-sl.es](http://www.sti-sl.es)

## 2.8. Una clase haciendo uso del programa

Los alumnos al llegar a la unidad temática planificada, tienen adquiridos los conocimientos previos con respecto al espacio curricular (Robótica). Por lo tanto es indispensable tener en cuenta estos saberes previos para lograr un aprendizaje significativo, mediante estrategias específicas de enseñanza que vinculen los resultados obtenidos haciendo uso del software correspondiente y descrito en Odorico A. et al (2006) con esos conocimientos, de modo que se relacionen armónicamente y fluyan de manera dinámica a través de cada etapa de aprendizaje. Se debe tener en cuenta que tanto la enseñanza como los aprendizajes estratégicos incluyen el desarrollo de un menú de estrategias cognitivas y metacognitivas sobre las cuales basarse para adquirir y producir información, resolver problemas y monitorear el proceso de aprendizaje. Así como el alumno estratégico piensa cuidadosamente en la selección de una estrategia de aprendizaje adecuada al contenido y a la tarea, el docente estratégico concibe las estrategias del proceso de enseñanza – aprendizaje como medios para aprender en contextos particulares. (Castro, 1999). El docente estratégico tiene una agenda doble, no sólo se ocupa del producto del aprendizaje sino también del proceso de aprendizaje. La atención a este proceso es lo que fomentará la autorregulación de parte del alumno. Las estrategias cognitivas y metacognitivas que el alumno usa en este proceso y los medios para encarar estas estrategias hace articular vertical y horizontalmente con los contenidos a enseñar en el plan de estudios. (Cabona et.al.,2003). Este Espacio Curricular se fundamenta en aptitudes básicas propias para el desempeño en el mundo del trabajo. Entre ellas se destacan: a) Capacidad crítica y de diagnóstico, b) Capacidad creativa e investigadora, c) Capacidad para el trabajo en equipo, d) Capacidad y actitud positiva ante la innovación y adelanto tecnológico, e) Actitud científica en la toma de decisiones y la resolución de problemas, f) Comprensión de criterios de adaptación a nuevos sistemas de organización del trabajo, g) Valoración positiva de la formación permanente para elevar las posibilidades de reconversión y readaptación profesional. Para ello se debe: a) Plantear una metodología constructivista en donde, desde los conocimientos previos, el alumno que cumple un papel activo pueda acceder a los contenidos considerando su significancia, b) Aprender haciendo, mediante los procesos característicos de la profesión, c) La estrategia interactiva con el medio (docente, compañeros, contexto externo) permitirán un progresivo y adecuado acceso a los nuevos saberes.

## 3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Cabero (2001) atribuye a los medios informáticos un efecto inicial de alta motivación por parte de los usuarios, por lo que habría que superar esta instancia para que el “efecto novedad” desaparezca y el medio comience a ser usado en forma constante. Es luego de este período en el que se debe medir su significatividad. Por otra parte, la elaboración de los materiales educativos informáticos no sólo requiere de un preciso conocimiento de los contenidos, sino también de los modos más efectivos de presentación de los mismos, a fin de motivar al usuario a su recorrido. Independientemente del enfoque industrial, un software constituye una ayuda de inestimable valor en la labor educativa de los centros universitarios y profesionales puesto que permitirá a los alumnos crear robots, manejar modelos comerciales y programar los conjuntos mediante lenguajes normalizados en entornos reales, evitando los costos, los espacios y las limitaciones que supone trabajar con un modelo físico concreto que, generalmente, sólo puede realizar una tarea determinada y ser programado con un lenguaje único. En la actualidad, la simulación se ha convertido en una herramienta de uso obligatorio tanto para profesionales dedicados al diseño de sistemas como investigadores. En el área de la robótica permite experimentar con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizando en los mismos. De ello se deriva la importancia que debe darse a esta herramienta en la enseñanza y en la preparación de los futuros profesionales, donde el alumno puede utilizarla como una herramienta más para reforzar los conocimientos que va adquiriendo en las distintas disciplinas. La acción del educador debe desarrollar en el alumno una metodología de trabajo adecuada con las herramientas de simulación, es necesario generar un núcleo básico de conocimientos teóricos básicos que le permitan continuar aprendiendo de forma guiada y por sí mismo cuando la complejidad vaya en aumento (método de andamiaje). Es necesario además generar una actitud crítica ante los resultados de la simulación. Este nuevo método de utilización de sistemas informáticos y su aplicación produce un refuerzo, así como una mayor y mejor asimilación y utilización de lo aprendido. Además, al ser un aprendizaje personalizado, el alumno puede preguntar y explorar sin inhibición alguna, con rapidez y sencillez, y con la ventaja de poder seguir su ritmo personal de aprendizaje con pocas distracciones y en donde el alumno experimente su aprendizaje con unas prácticas diseñadas especialmente para ello. Éstas prácticas deben mostrar al alumno toda la información que necesite de los procesos simulados para el análisis de esos datos, tanto de forma gráfica como numérica, permitiendo la posibilidad de modificar los elementos de estudio para adquirir un mayor conjunto de valores que le ayuden en la comprensión de la realidad. Lamentablemente es una herramienta que no se encuentra completamente aplicada, por lo que, viendo las ventajas que su utilización aporta al aprendizaje del alumno, se debe seguir investigando y aportando nuevos desarrollos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Cabero, J. (2001): Tecnología Educativa. Síntesis. Madrid.
- Cabero, J. (2001): Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Síntesis. Madrid.
- Castro, M. (1999). “*Simulación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*”. Disponible en: [www.mundoelectrónico.com/sumaris/1999/sum\\_me\\_301.html](http://www.mundoelectrónico.com/sumaris/1999/sum_me_301.html). Consultado para verificar su existencia el 19 de Junio de 2006 a la 22:20 hs.
- Cataldi Z. (2001). “*Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*”. Tesis para el Magíster en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires.
- Gros, B. (2000). Diseños y programas educativos. Ariel. Barcelona.
- Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Editorial Stella. La Crujía Ediciones. Bs. As.
- Odorico, A. (2005a). *Marco teórico para una robótica pedagógica*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Año 1, Volumen 1, Número 3. Universidad de Buenos Aires.
- Odorico, A. (2005b). *La robótica desde una perspectiva pedagógica*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Año 2, Volumen 2, Número 5. Universidad de Buenos Aires.
- Odorico, A. et al. (2005). *La robótica: Una visión pedagógica para una tecnología actual*. CACIC 2005: Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 20 de octubre de 2005. Entre Ríos.
- Odorico, A. et al. (2006). *La robótica: Aspecto clave de la producción moderna vista desde una perspectiva pedagógica*. WICC 2006: Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 1º de Octubre de 2006. Buenos Aires.
- Sánchez Colorado, M. (2003). *Implementación de Estrategias de Robótica Pedagógica en las Instituciones Educativas*. Disponible en: <http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php>. Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 20.45 hs.

# TICs y Educación

Perla Señas – Norma Moroni – Mercedes Vitturini –

Sergio Martig – Laura Benedetti – Carolina Fernández Coria – Ana Maguitman

Laboratorio De Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)  
Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional del Sur  
(8000) Bahía Blanca. Argentina  
0291-4595101  
psenas@cs.uns.edu.ar

## RESUMEN

El LIDInE se creó capitalizando el trabajo realizado por el grupo InE en temas de Informática Educativa desde el año 1989. Se trabaja actualmente en dos proyectos: uno de carácter nacional, referido al aprendizaje basado en la Web y subsidiado por la Universidad Nacional del Sur, y otro internacional, subvencionado por la Unión Europea que apunta a la formación docente de calidad y mediada por TICs. Las investigaciones se basan en modelos constructivistas y están fundamentalmente orientadas al desarrollo de capacidades intelectuales. Se trata de un grupo interdisciplinario constituido por investigadores de Ciencias de la Computación, de Ciencias de la Educación y de Idiomas Extranjeros. El trabajo apunta a las áreas propias de la Informática Educativa: estudio de la influencia de la tecnología computacional en los procesos de enseñanza y aprendizaje, desarrollo de tecnología computacional orientada a la educación y la conformada por los temas propios de la Didáctica de la Computación. Las investigaciones actuales están orientadas a procesos educativos con distinto grado de presencialidad (total, nula o parcial).

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza – Web Semántica – Objetos de Aprendizaje – Formación de calidad – Educación basada en la Web.

## 1. ENSEÑANZA BASADA EN LA WEB

Se trata de un proyecto trianual que comenzó a ejecutarse en el año 2005 y cuyo objetivo apunta a satisfacer las actuales expectativas sobre los sistemas de aprendizaje basados en la Web (SABW). Las investigaciones se orientan a temas relacionados con la Web Semántica, los Objetos de Aprendizaje, los Almacenes para alojarlos y las Web Quest. Las arquitecturas basadas en ontologías y orientadas a conceptos son una opción prometedora para el desarrollo de tales sistemas. Una organización con base en lo conceptual tiene gran potencial para organizar, procesar, y visualizar los dominios de conocimiento en los SABW.

### 1.1 Objetivos

Este proyecto continúa con las investigaciones realizadas en el marco del proyecto “Agentes Pedagógicos para Sistemas de Aprendizaje Interactivos” que se desarrolló entre los años 2000 y 2004. La orientación actual es hacia las aplicaciones basadas en la Web y se apunta a dos objetivos generales:

- Encontrar esquemas para la representación de conocimiento en Agentes Pedagógicos que sean lo suficientemente flexibles como para ser usados por los expertos de materia, hallar formas precisas para su especificación de tal forma de posibilitar el razonamiento automático y representaciones gráficas adecuadas para su visualización.

- Desarrollar SABW, siguiendo los lineamientos de la Web Semántica, que sean aptos para abordar una política de formación continua para profesionales y el dictado de cursos con diferentes grados de presencialidad.

### **1.2 Interés e importancia del tema**

Una de las actividades más recientes en los desarrollos orientados a la Web es la Web Semántica cuya finalidad es dotar de significado a todas las clases de información sobre la red. Un subconjunto importante de esa información lo representan los Objetos de Aprendizaje, que son recursos digitales que se pueden reutilizar en diferentes contextos para lograr un objetivo de aprendizaje particular. Algunos de los elementos propuestos para la Web Semántica son: XML, RDF, PICS, las ontologías y los agentes. Para los SABW, los Agentes Pedagógicos son una propuesta muy interesante. Son agentes autónomos que apoyan el aprendizaje humano integrando junto con estudiantes, ambientes de aprendizaje interactivos, tienen capacidad para mantener un espectro amplio de interacciones instruccionales efectivas con los alumnos que componen el entorno de aprendizaje. Forman parte de sistemas donde colaboran agentes humanos y de software, integrando acción con instrucción. Son capaces de aprender, de proveer a los estudiantes retroalimentación continua durante su trabajo en el entorno, tienen capacidad de presentarse dando la sensación de estar vivos y de inducir en los aprendices los mismos tipos de respuestas afectivas que generan otro tipo de entes vivos.

### **1.3. Originalidad y Finalidades Específicas de la Propuesta**

Con el aumento de la educación basada en la Web, existe un incremento proporcional en las expectativas y los requisitos hacia los SABW. Una meta a alcanzar en las investigaciones actuales es el desarrollo de sistemas con mayor grado de adaptación e inteligencia, con soporte individual para los estudiantes, para que puedan lograr una mejor recuperación, evaluación, comprensión, y retención de la información y con soporte eficaz para lograr resolver los problemas y realizar las tareas que se les proponen. Las arquitecturas basadas en ontologías y orientadas a conceptos se constituyen como una opción prometedora en el desarrollo de tales sistemas. Encontrar nuevas organizaciones con base en lo conceptual, con potencial para organizar, procesar, y visualizar los dominios de conocimiento en los SABW sigue representando un desafío aún en la actualidad; las tareas de visualización y navegación basadas en conceptos permiten que el sistema ayude a los estudiantes a orientarse dentro del dominio formando su propia comprensión y asociación conceptual. La importancia de lo conceptual y del uso de ontologías en ambientes de aprendizaje está recibiendo una considerable atención. El aspecto común de las propuestas es utilizar una representación explícita de un sistema de conceptos del dominio, acordado y bien fundado, para avanzar en la interoperabilidad y el conocimiento compartido. En esta propuesta se centra la atención en considerar a los Mapas Conceptuales Hipermediales (MCH) como soporte organizacional de SABW. En tal sentido en este proyecto se trabaja sobre los siguientes tópicos:

- Uso de estructuras conceptuales en los SABW para apoyar la organización y el procesamiento del conocimiento (adquisición, sistematización y razonamiento), la recuperación de la información, las actividades de navegación y exploración, la resolución de problemas, el aprendizaje colaborativo, la autoría de courseware, las interacciones usuario-grupo, entre otras.
- Aspectos del diseño y de la implementación de SABW con base conceptual: sus arquitecturas y metodologías, los lenguajes de especificación, la avizualización de estructuras conceptuales, el uso compartido y el reuso de estructuras conceptuales, las herramientas de autoría y la evaluación de SABW con base conceptual.

El aprendizaje y la enseñanza basados en la Web introducen nuevas variaciones en los modelos o supuestos de la educación formal. El aprender a aprender, las comunidades de aprendizaje, la formación continua, el aprendizaje autónomo, la promoción de un auténtico interés en el alumno, y el aprendizaje solidario han adquirido relevancia notoria. A ello se agrega la cognición e

información situada, así como la inteligencia distribuida, procesos que permiten que solidariamente se aborde la identificación de problemas y la planeación y ejecución colectiva de las opciones más productivas de solución a los mismos. Todo ello presiona para la definición de un nuevo paradigma educativo en el que las Ciencias de la Computación y las Ciencias de la Educación tienen mucho que aportar. Permanentemente se buscan superaciones tecnológicas para poder diseñar y fundamentalmente mantener ambientes de aprendizaje personalizados, con contenidos y materiales apropiados para las aspiraciones y necesidades de cada uno. Para que ello sea posible quedan aún muchos problemas por resolver, entre otros los relacionados con la evaluación, con el seguimiento de los aprendices, con la relación número de estudiantes vs. número de tutores, con la organización conceptual de los contenidos y con su contextualización en la red. En tal sentido con este proyecto se pretenden lograr aportes relacionados con la Web Semántica y con el diseño de Agentes Pedagógicos, en lo referente a la organización del conocimiento desde lo conceptual.

En el mundo son muchas las universidades que disponen de alguna forma de ABW, ya sea como campus virtual o formación on-line, lo que hace posible no sólo el apoyo de la clase presencial con el aula virtual, sino también el dictado de cursos enteros y la expedición de títulos de grado y de postgrado a través de este sistema. Para que la Universidad Argentina pueda competir seriamente en el marco de este modelo, entendemos que todo aporte como el presentado en este proyecto es de valor. En la UNS, en particular estas investigaciones pueden ser un aporte de interés para tareas relacionadas con la formación continua o con la articulación que se realiza entre diferentes niveles.

#### **1.4. Avance del proyecto**

Se han realizado aportes sobre:

- Objetos de Aprendizaje para la EBW
- Objetos de Aprendizaje Evaluativos.
- Filtros de Corrección Automática para procesos e-learning.
- Objetos de Aprendizaje para la Visualización de Programas.
- Herramientas para la navegación y consulta de Objetos de Aprendizaje basados en MCH.
- Descripción semántica de Objetos de Aprendizaje.
- Potenciación de la reusabilidad de los Objetos de Aprendizaje mediante el uso de MCH y razonamiento basado en casos.

## **2. MASTER INTERUNIVERSITARIO EN FORMACIÓN DE UN PROFESORADO DE CALIDAD PARA LA DOCENCIA PREUNIVERSITARIA (MIFORCAL)**

Es un proyecto que se encuadra en el Subprograma de Cooperación para la formación Científica y Técnica de la Unión Europea y América Latina, se inscribe en el campo científico de las Ciencias Sociales (Pedagogía) y se relaciona directamente con el uso de las TICs en educación, recurso imprescindible para la concepción del proyecto. En él intervienen once universidades de siete países diferentes y se realiza con la dirección del Dr. Humberto Margiotta de la Universidad de Venecia. El LIDIInE de la UNS participa con el aporte de TICs .

### **2.1 Relevancia del proyecto**

Este proyecto aborda diferentes aspectos de formación de investigadores y postgrado que resultan, cada uno de ellos por separado, de gran actualidad y de enorme interés y relevancia para el desarrollo del sistema educativo tanto universitario como secundario, así como para el fomento de las relaciones y la cooperación internacional. Los elementos más importantes son:

- E-learning: Se trata de un tipo de formación para diferentes grados de presencialidad que incorpora la comunicación en tiempo real, el audio y el vídeo, permitiendo el desarrollo asíncrono de los aprendizajes y la transmisión de resultados de investigación.

– Formación del profesorado: independientemente de los sistemas de formación y reclutamiento de cada país, es necesario insistir en la necesidad de formar a una clase de formadores, de modo que se cumplan, al menos, estos tres criterios: la formación de y en la calidad, la formación del docente como comunicador y la formación del docente para una educación global y en valores. El docente ha de poseer capacidades que le permitan el ejercicio de su labor en un contexto cambiante, logrando adaptarse a realidades y sistemas distintos, sin perder la máxima de la calidad.

## 2.2 Objetivos

Se trata de un proyecto cooperativo que persigue:

- Determinar el perfil adecuado para la formación de docentes de calidad.
- Crear una estructura de master interuniversitario e internacional, que responda a criterios de calidad formando docentes adaptables a diferentes realidades, ambientes y sistemas educativos.
- Fomentar el uso eficiente de nuevas tecnologías, como el e-learning, instrumento que ofrece grandes ventajas de interactividad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, favorece la comunicación global y la cooperación internacional.
- Dotar al futuro docente de recursos tecnológicos, didácticos, psicológicos y comunicativos que contribuyan a la excelencia de enseñanza y aprendizaje.
- Promover reformas universitarias e institucionales para incluir en sus estudios el conjunto de enseñanzas del master como forma de capacitación para la docencia de calidad.
- Aplicar las potencialidades de una plataforma diseñada para la investigación científica, interdisciplinaria e interinstitucional, contribuyendo a la mejora de la calidad, facilitando el proceso de intercambio de información y promoviendo hábitos de investigación a distancia y en equipo.

## 2.3 Avance del proyecto

“El elemento diferencial de MIFORCAL consiste en la aplicación de una metodología que apuesta por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC’s) y un diseño curricular que responde a las diversas realidades educativas, sociológicas y culturales de los diferentes países integrantes, manteniendo sin embargo una estructura común y exportable.

Los tres años del Proyecto se realizan en dos fases:

- La primera (octubre 2.004 – octubre 2.005) consiste en la formación de Investigadores para el diseño del programa formativo del Máster, que incluye tanto la preparación metodológica como la capacitación tecnológica para la elaboración del proyecto formativo on-line que se desarrollará durante la segunda fase.

- La segunda (octubre 2.005 – octubre 2.007) es la fase destinada a la realización del Master propiamente dicho, de duración bianual y 120 créditos ECTS (European Credit Transfer System”

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Abbey, Beverly (Editor) Instructional and Cognitive Impacts of Web-Based Education. 2000.
- [2] Angros, R., Scholer, A., Rickel, J. and W.L. Johnson. Teaching Animated Agents in Virtual Worlds. In AAAI Spring Symposium on Smart Graphics, Stanford, March 2000.
- [3] ARIADNE Foundation for the European Knowledge Pool. <http://www.ariadneuu.org>.
- [4] Association for Educational Communications and Technology. 2000.
- [5] Berners-Lee T., Miller E., The Semantic Web lifts off, ERCIM News No. 51. [http://www.ercim.org/publication/Ercim\\_News/enw51/berners-lee.html](http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw51/berners-lee.html).
- [6] Bransford J., Brown A. y Cocking R. (Ed) (2000). How people learn. USA:
- [7] CAREO. Campus Alberta Repository of Educational Objects. <http://www.careo.org/>.
- [8] Committee on Developments in the Science of Learning - Commission on Behavioral and Social Sciences and Education - National Research Council. <http://books.nap.edu/html/howpeople1>
- [9] DARP Agent Markup Language (DAML). <http://www.daml.org>.

- [10] DublinCore Metadata Initiative <http://dublincore.org>
- [11] EOE Foundation. Educational Objects Economy: Building Communities that Build Knowledge, Consultado en (<http://www.eoe.org>).
- [12] Extensible Markup Language (XML). <http://www.w3.org/XML/>).
- [13] Herrington, J., Standen, P. Moving from an Instructivist to a Constructivist Multimedia Learning IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) <http://ltsc.ieee.org/>
- [14] IMS Global Learning Consortium Inc. Overview of Specifications. <http://www.imsglobal.org/overview.cfm>.
- [15] Johnson, W., Shaw, E. and Ganesan, R. Pedagogical agents on the Web. ITS'98 Conference on Intelligent Tutoring Systems Workshop on Pedagogical Agents and Workshop on Intelligent Tutoring Systems on the Web. 1998.
- [16] Lester, J. Mixed Initiative Problem Solving with Animated Pedagogical Agents. AI-ED97. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education - Workshop V : Pedagogical Agents. Japan. 1997.
- [17] Lester, J., Converse, S., Stone, B., Kahler, S., and Barlow, T. Animated pedagogical agents and problem-solving effectiveness: A large-scale empirical evaluation. Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education. IOS Press, Amsterdam. 1997.
- [18] LOM Standard. Draft Standard for Learning Object Metadata, IEEE P1484.12/D4.0. [http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM\\_Wd4.doc](http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_Wd4.doc).
- [19] Malet, A. y Señas P. Los Mapas Conceptuales Hipermediales y la construcción de conocimiento. V Conferencia Internacional de Ciencias de la Educación. Cuba. 1999.
- [20] Margiotta, H. y otros. Proyecto  $\alpha$ fa (América Latina-Formación Académica): Master Interuniversitario en Formación de un Profesorado de Calidad para la Docencia Preuniversitaria (MIFORCAL) en el marco del Programa de Cooperación Académica entre la Unión Europea y América Latina. Aprobado por la Unión Europea. 2004.
- [21] Martig, S. Y Señas, P. Herramientas para la construcción de conocimiento en ambientes de aprendizaje abiertos: Construcción y Visualización del Grafo Integrador de un MCH. VI CACIC. Argentina. 2000.
- [22] Murch, R. Johnson, T. Intelligent Software Agents. prentice Hall PTR. 1999.
- [23] Nilsson, M., Pálmer, M. and Naeve, A., Semantic Web Metadata for e-Learning. Some Ontology Inference Language (OIL). Consultado en octubre-2004 en: (<http://www.ontoknowledge.org/oil/>).
- [24] Orman. Editors. Peer-to-Peer Harnessing the Power of Disruptive Technologies. <http://www.oreilly.com/catalog/peertopeer>
- [25] Resource Description Framework (RDF). <http://www.w3.org/RDF/>.
- [26] Sanz, C., Zangara, A., Gonzalez, A., Ibañez, E., De Giusti, A. WebLIDI: Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje en la WEB. CACIC-03. Argentina 2003. IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata
- [27] SCORM Sharable Content Object Reference Model. Consultado en (<http://www.adlnet.org/>)
- [28] Señas, P y Moroni, N. Learning Object semantic description for enhancing Reusability. Journal of Computer Science and Technology. Vol5. 2005.
- [29] Señas, P. Tesis de Magíster: MCH como herramienta para la Representación de Conocimiento en Agentes Inteligentes. Universidad Nacional del Sur. 2000.
- [30] Sowa, J. Knowledge Representation : Logical, Philosophical, and Computational Foundations Brooks Cole. 2000.
- [31] Tarouco, L., Grando, A. and Pedroso Konrath, M. Projeto e produção de objetos educacionais usando conceitos de alfabetização visual. CACIC-04. Argentina. 2004.
- [32] Wiley, D. A., Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor and a taxonomy. In D. Wiley (Ed.), The Instructional Use of Learning Objects. Bloomington: Association for Educational Communications and Technology. 2000.

**Un sistema de información para la gestión de las tesinas del  
Ciclo de Reconversión de Títulos con el Nivel Terciario y Universitario de Pre-Grado  
para la Licenciatura en Ciencias de la Información,**

Sonia I. Mariño

Facultad de Humanidades. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia  
Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura -  
Universidad Nacional del Nordeste. 9 de Julio 1449. 3400. Corrientes  
simarinio@yahoo.com

### **RESUMEN**

El trabajo presenta una propuesta de un sistema de información diseñado para asistir a la gestión de las tesinas elaboradas en el marco de la carrera de articulación con el nivel superior No Universitario destinado a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Información en la Facultad de Humanidades (UNNE).

Según lo expuesto, el trabajo se compone de cuatro secciones. En la primera se describe sintéticamente el ámbito de aplicación, en la segunda se presenta la metodología adoptada. En tercer lugar se resumen las funcionalidades del sistema. Por último se mencionan las conclusiones parciales y las futuras líneas de acción previstas con el propósito de adaptarlo a la gestión de los trabajos finales de carreras de grado y/o de otras ofertas académicas de reconversión de títulos vigentes en Unidades Académicas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Esta era centrada en el conocimiento y caracterizada por el explosivo crecimiento, tanto del ritmo de generación de los mismos como de la demanda por adquirirlos, determina que las instituciones de Educación Superior se vean fuertemente afectadas. La necesidad de adaptarse a las actuales condiciones las ha llevado a la búsqueda de nuevos procesos de enseñanza y de aprendizaje que permitan dar una respuesta más satisfactoria a la demanda social [1].

En la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste (FACENA), se implementan una diversidad de carreras a términos denominadas articulaciones o xx ciclos de reconversión de títulos.

Estas carreras proponen la realización de cursos de actualización y perfeccionamiento cuyo cursado y aprobación permite a los egresados de Institutos Terciarios no Universitarios y egresados de Universidades con títulos menos de cuatro años de duración acceder a títulos universitarios. Entre ellas se mencionan el Ciclo de Reconversión de Títulos con el Nivel Terciario y Universitario de Pre-Grado para la Licenciatura en Ciencias de la Información, Carreras de complementación docente para profesionales. Profesorados en Ciencias Jurídicas y Ciencias Económicas, Ciclo de Licenciatura en Educación Inicial, Licenciatura en E.G.B. - Primero y Segundo Ciclos, Licenciatura en Geografía, Licenciatura en Historia, Licenciatura en Lenguas Extranjeras, Licenciatura en Letras.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) tienen un protagonismo cada vez mayor en el accionar actual. Un área por excelencia sensible a su utilización es la educativa; ya que estas tecnologías han planteado nuevos paradigmas, pero en general se reconocen algunos que corresponden de forma esencial a la Universidad. Estos involucran no sólo el proceso de enseñanza-aprendizaje sino toda la amplia actividad con que la misma se vincula con el medio y con la sociedad en su conjunto.

Como se menciona en [6] para el Ciclo de Reconversión de Títulos con el Nivel Terciario y Universitario de Pre-Grado para la Licenciatura en Ciencias de la Información, su dictado abarcó el período comprendido entre febrero 2004 y diciembre 2005. Se cumplimentó con el dictado del Plan de Estudios de dieciséis materias, dictadas por Profesores del Departamento de Ciencias de la Información, en la Facultad de Humanidades de la UNNE, y dependiendo de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Información. En esta primera cohorte se inscribieron bibliotecarios provenientes de las provincias de Formosa, Corrientes, Chaco y Santa Fé. En el transcurso del año 2006, 121 alumnos elaboraron sus tesinas presentándolas en el mes de diciembre del mismo año. Actualmente, los trabajos de investigación o de gestión están siendo evaluados por los jurados designados por la Comisión de tesina según lo establece la normativa contenida en la Resolución 1051/05-D.

En este trabajo se describe un sistema de información orientado a apoyar la gestión de tesinas generadas en el ámbito de la carrera de articulación para la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Información.

## 2. METODOLOGÍA

El diseño, desarrollo e implementación de un sistema de información comprende un conjunto de etapas y sus correspondientes fases. Se mencionan las adoptadas en el presente trabajo atendiendo a lo expuesto en [5].

**2.1. Estado del arte.** Se evidenció la carencia de sistemas de información para la gestión de tesinas en el ámbito de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Información, detectándose un nicho de posibles acciones de transferencia y/o investigación aplicada.

### 2.2. Análisis de Requerimientos

Es la etapa crucial en el desarrollo de un proyecto de software. Se especificaron las funciones y el comportamiento de las opciones. Se especificó la interacción con otros elementos del sistema y se estableció el esquema de diseño a cumplimentar. El análisis de requerimientos permite refinar la asignación de software y representar el dominio de la información tratada por el sistema. En una primera etapa, el sistema estará destinado a los docentes y alumnos de la mencionada carrera. En el análisis de los requerimientos se consideraron los siguientes aspectos: i) Reconocimiento del problema. ii) Evaluación y síntesis. iii) Especificación. iv) Revisión.

**2.3. Estudio de factibilidad.** Se estimaron los recursos necesarios y escenarios posibles. Esta etapa tiene por objetivo establecer claramente los límites del sistema de información. Se evaluaron factores fundamentales como: hardware, motores de bases de datos, lenguajes de desarrollo.

**2.4. Diseño del sistema.** Esta etapa contempla actividades relacionadas con definiciones de: i) Diseño de los Datos: Transforma el modelo de dominio de la información, creado durante el análisis, en las estructuras de datos necesarios para implementar el sistema. ii) el Diseño Arquitectónico: Define la relación entre cada uno de los elementos estructurales del programa. iii) Diseño de la interfaz [4]. Describe como se comunica el software consigo mismo, con los sistemas que operan junto con él y con los operadores y usuarios que lo emplean. Asimismo, en [3] se menciona que es fundamental mantener una cierta homogeneidad en la interfaz de cada curso, a fin de que los usuarios encuentren un ambiente amigable, para que de este modo no se sientan desconcertados ante soluciones muy dispares. iv) Diseño de Procedimientos. Esta fase consiste en transformar elementos estructurales de la arquitectura del programa. v) Diseño del Software, Es un proceso y un modelado a la vez. El proceso de diseño es un conjunto de pasos repetitivos que permite diseñar y describir todos los aspectos del sistema. A lo largo del diseño se evalúa la calidad del desarrollo del proyecto con un conjunto de revisiones técnicas. vi) Diseño de la Salida. Esta fase consiste en especificar los resultados e informes generados por el sistema. Para la mayoría de los usuarios la salida es la única razón para el desarrollo del mismo y la base para evaluar su utilidad.

**2.5. Estructura de la base de datos.** El sistema de información utiliza una base de datos [4]

aplicable a cumplimentar distintas finalidades. La implementación descrita en el trabajo, administra las siguientes tablas: i) Alumnos: registra los datos personales del alumno. ii) Carrera: registra los nombres de las carreras para las cuales se puede implementar la aplicación. iii) Área y subárea. Registra las posibles áreas del conocimiento en la cual está comprendido el trabajo. iv) Tutores: registra los datos personales del tutor, co-tutor. v) Jurados: registra los datos personales de los docentes designados como jurados para evaluar la tesina del alumno. vi) Trabajo: registra los datos referentes a la tesina, como por ejemplo: título, palabras clave, año, fecha presentación, calificación.

**2.6. Desarrollo.** Siguiendo lo expuesto en [2], se siguieron estrategias de diseño y convenciones de estilo con el propósito de lograr interfaces coherentes y de aislar a los usuarios de aspectos técnicos. En el desarrollo del sistema se cumplieron los requerimientos elicitados. Se logró una solución modular estructurada y conceptualmente clara.

**2.6. Verificación.** Esta etapa permite garantizar en gran parte la calidad del producto. Se planificaron validaciones internas y externas. Las validaciones internas, tienen como propósito verificar si las opciones cumplen los requerimientos especificados. Las validaciones externas, a implementarse a la brevedad, y previstas a realizarse con los potenciales usuarios (administrativos, alumnos, docentes y público en general) permitirán obtener la retroalimentación necesaria para ajustar el sistema a los requerimientos.

**2.7. Implementación.** Esta etapa se refiere al empleo del sistema considerando los distintos niveles o perfiles de usuario: administradores, docentes y usuarios en general.

**2.8. Actualización y mantenimiento del sistema de información.** La actualización y/o mantenimiento del sistema de gestión propuesto se fundamenta, considerando: i) Modificaciones en función a nuevos requerimientos o cambios en la administración de la información. ii) Modificaciones debido a fallas detectadas por el uso cotidiano.

**2.9. Fuente de información.** Se emplearon como fuente de información archivos de datos generados en el ámbito de la carrera y proporcionados por la coordinadora de la articulación.

### 3. SÍNTESIS DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema de gestión descrito contribuye a contar con herramientas de consultas académico-administrativo y que aportan ventajas a las actividades. Puede ser valorado como instrumento facilitador de la administración de las ofertas académicas como las descritas en el presente trabajo. Se espera que su efectiva utilización permita desarrollar trabajos y aprendizajes colaborativos, en el sentido que alumnos de la mencionada carrera al consultar los trabajos previamente realizados y aceptados cuenten con una idea de los desarrollos y/o productos que pueden realizar en las tesinas. Por otra parte permitirá a los docentes del departamento determinar posibles líneas de trabajo y, aun inclusive, trabajos que podrán desarrollarse y/o aplicarse en otros ámbitos o dominios del conocimiento en donde actúan las ciencias de la información.

Se definieron interfaces adecuadas atendiendo a los distintos perfiles de usuarios. En todos los casos se requiere la introducción del nombre de usuario y la contraseña que lo identifica, validados estos datos, se accede a la interfaz asignada para la gestión.

El diseño es flexible y modularizado, motivo por el cual es adaptable a los requerimientos que sean solicitados. Es decir, se prevén incorporaciones o modificaciones necesarias que conduzcan a optimizar el funcionamiento del sistema, tendiente a construir un aporte significativo en tecnología informática aplicada a la educación, fortaleciendo las capacidades y recursos disponibles para los gestores de la información.

Los usuarios pertenecientes al perfil administrador disponen de opciones referentes a la incorporación y modificación de los datos. Los docentes, alumnos y público en general, hasta el momento, cuentan con opciones para consultar y generar informes atendiendo a diversos criterios.

En la figura 1 se ilustran los datos relevados para cada tesina.

Facultad de Humanidades > Licenciatura en Ciencias de la Información  
Alumnos Tutor Areas del Conocimiento Tesinas Utilidades Salir

**Autor** Acosta, Dora Genoveva

**Año** 2006 **ST** **Nro Inventario**

**Título** La Federación Correntina de Bibliotecas Populares (FE.CO.BI.P.), su evolución en Internet  
Ingrese descriptor de Oferta académica

**Observaciones**

**Palabras claves** gestion del conocimiento, tecnologías de la informacion y comunicacion,

**Area conocimiento**

**Sub-área**

**Tutor** Adelaida del Carmen Gómez Geneiro

**Co-tutor**

**Resolucion N°** **Fecha Aprobacion** **Nota**

**Jurado 1** Sonia Itatí Mariño

**Observaciones Jurado 1**

**Jurado 2** Amaury Orlando Miranda

**Observaciones Jurado 2**

**Jurado 3** Adelaida del Carmen Gómez Geneiro

**Observaciones Jurado 3**

Figura 1. Interfaz de administración de datos de tesinas

#### 4. CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE TRABAJO

Con el objeto de maximizar el empleo de las tecnologías de la información en el ámbito educativo se consideró relevante la presentación del sistema elaborado, ya que aún existe una tendencia a emplear gestores de textos o planillas de calculo para el registro de información.

En este trabajo se presentó una herramienta para facilitar la gestión de la información referente a las tesinas generadas en el ámbito de la carrera de articulación con el nivel superior no universitario Licenciatura en Ciencias de la Información.

Como líneas futuras de trabajo, se continuará avanzando con el proyecto mediante la implementación del software en el tratamiento de los datos generados en el ámbito de la carrera de grado Licenciatura en Ciencias de la Información y a *posteriori* evaluar su aplicabilidad en el tratamiento de la información generada por otras carreras a término de similares características a la aplicada en el presente trabajo.

Asimismo, se debe aclarar que la concreción e implementación del sistema de información descrito precedentemente requiere de un trabajo multidisciplinario, incorporando especialistas en la disciplina de su aplicación, por ejemplo en Ciencias de la información, de modo a que las opciones de consultas y/o informes previstas inicialmente puedan incorporarse otras de uso fundamental.

Por otra parte, se pretende que el empleo de sistema de información constituyan una base para el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento aplicando técnicas de la inteligencia artificial.

## REFERENCIAS

- [1] Depetris, B. Feierherd, G., Carlomago, L., Gel, M. 2005. "Educación mediada por las TICs". VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- [2] Gutierrez Rodríguez, A. Bernal Bermudez, J., Bobadilla Sancho, J., Tejedor Cerbel, J., Sanchez Sanchez, J. L. 2005. E-BLISS. Entorno Web para la utilización del lenguaje BLISS. IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE). XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- [3] Leguizamon, G.; Lucero. M.; Viano, H.; García, B. E. 2005. "Generación de contenidos de aprendizaje estandarizados para plataformas de e-learning". IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WTIAE). XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- [4] Marquès, P. Diseño y evaluación de programas educativos. En: <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>.
- [5] Pressman, R. 1990. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, Editorial McGraw Hill. Segunda edición.
- [6] Sitio web de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Nordeste. En: <http://hum.unne.edu.ar>

## Agradecimientos

Se agradece a la Profesora Haydee Ogara y a la Srta. Carolina Bobadilla, por los datos brindados para la validación del sistema de información descripto.