

# Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos. Reporte Final

Mario Moya      Pablo Kogan      Gerardo Parra      Sandra Roger  
                         Laura Cecchi      Germán Braun

email: {moya.mario,pablo.kogan,gerardopar,giuvago,lcecchi,germanbraun}@gmail.com

*Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial*

Departamento de Teoría de la Computación

Facultad de Informática

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Buenos Aires 1400 - (8300)Neuquén - Argentina

## Resumen

La meta fundamental de este proyecto es el desarrollo de conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial Distribuida, estudiando técnicas de representación del conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

En la línea Planificación, la temática de investigación es el desarrollo de una arquitectura para agentes que soporte tanto *control reactivo* como *deliberativo*, de forma tal que el agente pueda actuar de manera competente y efectiva en un ambiente real. Uno de los objetivos de esta investigación es el intento de dotar a un agente inteligente de ambas capacidades. Esto brindará la posibilidad de elegir cuál sería la mejor forma de actuar frente a un problema determinado. Estas técnicas serán aplicadas a casos concretos en la industria regional y a juegos de diferentes géneros, en particular, a juegos de estrategia de tiempo real y deportes en equipo.

El procesamiento del lenguaje natural

(PLN) es otra de las líneas de investigación. La información textual disponible en la web podría ser categorizada en expresiones de hecho y de opinión. Las expresiones de hechos están relacionadas a entidades, eventos y sus propiedades. Por otro lado, las de opinión son usualmente expresiones subjetivas que describen algún sentimiento sobre las personas, valoraciones o sentimientos hacia las entidades, eventos y sus propiedades. En este sentido, se estudia al PLN centrado en las expresiones de opinión, la cual se denomina *Opinion Mining*.

En forma paralela, se ha investigado la simplificación de texto. El objetivo de esta línea es el desarrollo de tecnologías para facilitar el acceso a la información para todas aquellas en el que la inteligibilidad del texto es de gran importancia.

**Palabras Clave:** AGENTES INTELIGENTES, SISTEMAS MULTIAGENTES, PLANIFICACIÓN CONTINUA, PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL, BUSINESS INTELLIGENCE, OPINION MINING.

## Contexto

Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del proyecto de investigación *Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos: Planificación, Razonamiento y Tecnologías del Lenguaje Natural*. El proyecto de investigación tiene prevista una duración de tres años, ha comenzado en enero del 2010 y finaliza en diciembre de 2012.

## 1. Introducción

Los sistemas distribuidos inteligentes se han estado afianzando, durante estos últimos años, como uno de los campos de aplicación más importantes de las técnicas de Inteligencia Artificial. El avance tecnológico en las comunicaciones ha resultado en la convergencia de dos áreas de investigación muy importantes de las Ciencias de la Computación: la Inteligencia Artificial y los Sistemas Distribuidos.

La Inteligencia Artificial Distribuida (IAD) es un campo de la Inteligencia Artificial dedicado al estudio de las técnicas y métodos necesarios para la coordinación y distribución del conocimiento y las acciones en un entorno con múltiples agentes. Particularmente, la IAD estudia la construcción de sistemas multiagentes (SMA), es decir, sistemas en los que varios agentes inteligentes heterogéneos interactúan utilizando mecanismos de cooperación, coordinación y negociación, con el objeto de lograr sus metas.

En la actualidad, existen diversos dominios en los que el proceso de distribución es clave y fundamental para la solución de los problemas. Esto es logrado a través de múltiples entidades inteligentes capaces de interactuar y trabajar de manera coordinada, con el fin de alcanzar las metas comunes. Algunos ejemplos de estos dominios son el *e-commerce* (comercio electrónico), las búsquedas en la web, los agentes de planificación y los juegos, entre muchos otros.

## 2. Líneas de investigación, resultados obtenidos y esperados

El proyecto de investigación *Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos: Planificación, Razonamiento y Tecnologías del Lenguaje Natural* tiene varios objetivos generales. Por un lado, el de desarrollar conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial Distribuida. Además, se estudian técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación [3, 13] y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

En la línea Planificación, la temática que se está investigando es el desarrollo de una arquitectura para agentes que soporte tanto *control reactivo* como *deliberativo*, de forma tal que el agente pueda actuar de manera competente y efectiva en un ambiente real. Hanks y Firby [4] sugieren tratar de alcanzar un sutil equilibrio de estas dos estrategias: *deliberación* y *reacción*.

Uno de los objetivos de esta investigación es el intento de dotar a un agente inteligente de ambas capacidades. Esto brindará la posibilidad de elegir cuál sería la mejor forma de actuar frente un problema determinado.

Las capacidades deliberativas se logran a partir de la implementación de un planificador novedoso, denominado *planificación continua* [8], una de las alternativas para planificación en ambientes reales planteadas en [10]. En esta aproximación, se presenta un agente que persiste indefinidamente en un entorno, posiblemente cambiante y dinámico. Tal agente no se detiene al alcanzar un meta determinada, sino que sigue ejecutándose en una serie de fases que se repiten e incluyen la formulación de metas, planificar y actuar. Para ganar eficiencia y tiempo de deliberación, la arquitectura provee una *librería de*

*planes* prediseñados por el programador del agente para que sean adaptados o reparados, para aplicarlos a situaciones particulares.

Cada miembro de esta librería consiste de un *cuero* y una *condición de invocación*, indicando bajo qué circunstancias se puede aplicar este plan.

Asimismo, se tiene previsto que el diseño del agente de esta investigación tenga dos modos de operación: *reactivo* o *planificador*. Con estos dos modos, básicamente, se plantea un *subsistema de control* con dos posibles configuraciones. En la primera, el planificador tiene el control por defecto y sólo cuando no pueda resolver una determinada situación, le transmite el control al modo reactivo. En la otra posible configuración, el modo reactivo está a cargo y le pasa el control al modo planificador en situaciones previamente identificadas por el diseñador del agente. Este subsistema se implementa como un conjunto de *reglas de control*. Estas reglas de control permiten determinar cuál de los modos de operación tendrá el control del agente en determinada situación.

Hemos comenzado a aplicar los resultados de nuestra investigación en planificación continua para lograr implementaciones de sistemas multiagentes en aplicaciones concretas de la industria regional. Específicamente, hemos explorado algunas alternativas de aplicación, como el control de malezas en las agroindustrias y la planificación en el control de recursos[7].

Otro caso de uso de las técnicas desarrolladas es el de los juegos. Históricamente, hemos utilizado al fútbol de robots, en su versión simulada y física, como caso de estudio de sistemas multiagentes. En el presente proyecto deseamos probar nuestros resultados en juegos en general[6, 9]; esto es, extender los resultados a juegos de acción, de roles, de estrategia en tiempo real y de deportes en equipo, entre otros. En este sentido, hemos comenzado una línea de trabajo que estudia el comportamiento de NPC (non playable character). Por otra parte, deseamos probar nuestros resultados en sistemas multiagentes a juegos de estrategia de tiempo re-

al como el Starcraft. Esto último presupone nuevos desafíos como tiempos de respuesta y adaptación al ambiente.

En planificación, otro punto de interés es el estudio de los lenguajes de representación. La irrupción de PDDL (*Planning Domain Definition Language*)[5] como standard de lenguaje de representación genera nuevos e importantes desafíos. Estos radican en la necesidad de desarrollar y/o extender herramientas que lo soporten y la ampliación de su expresividad para adecuarlo a los dominios de aplicación destino.

Otro de los objetivos de nuestro grupo de investigación había sido la implementación de un traductor del lenguaje PDDL (o un subconjunto relevante de él) para la descripción de los dominios y de las acciones, de manera tal que puedan ser manipuladas por el framework de *planificación continua*[8]. Hemos realizado avances concretos[1] que, en los próximos meses, quedarán plasmados en el reporte final de tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Dentro de la línea de investigación relacionada a las tecnologías del lenguaje humano destacamos dos sublíneas no excluyentes: la simplificación de texto y la minería de opinión (*Opinion Mining*).

En los últimos tiempos hemos sido testigos del crecimiento exponencial de la información escrita en lenguaje natural (LN). El uso y utilidad de dicha información es crucial no sólo como entrada a procesos de tratamiento del LN sino también para las personas que hacen uso directo de la misma.

La forma en la que están estructuradas las sentencias, sean estas por su longitud y complejidad, ocasionan un gran problema tanto a nivel de comprensión como a nivel de entendimientos del texto en sí mismo. Como se menciona en [2]: “Si la complejidad del texto puede hacerse más simple, las oraciones resultarán más fáciles de procesar tanto para las personas como para los programas”.

Las características claves en el proceso de comprensión de lectura de un texto son: el texto, el lector y las circunstancias en que

se celebre la reunión. El análisis de estudios publicados muestra que la comprensión lectora implica varios factores que se pueden dividir en tres grupos: i) en el texto, ii) para el lector, y iii) en relación con intervención pedagógica. Entre los factores relacionados con el texto se destacan, tradicionalmente, la legibilidad (formato del texto) y la inteligibilidad (uso frecuente de palabras y estructuras sintácticas menos complejas). Es bien sabido que las sentencias largas, con varios niveles de subordinación, cláusulas incrustadas (relativa), las frases en voz pasiva, el uso de no canónico para que los componentes de una frase, y el uso de palabras de baja frecuencia aumentan la complejidad de un texto para lectores con problemas de comprensión, por ejemplo, analfabetos funcionales, la afasia y la dislexia [12].

En la actualidad, también hay una preocupación con la macroestructura del texto más allá de la microestructura. En esta última se observan otros factores, los cuales son vistos como facilitadores en la comprensión de texto, tal como la organización, la cohesión, la coherencia, o conceptos del texto sensibles al lector. Este último presenta características que pueden facilitar la comprensión como aproximación de la anáfora, el uso de marcadores discursivos entre las oraciones o una preferencia por definiciones explícitas[11].

Como proyectos futuros, se analizarán los estudios y herramientas disponibles según las diferentes personas destinatarias con el fin de lograr el desarrollo de las tecnologías necesarias para el idioma español.

### 3. Formación de Recursos Humanos

Durante la ejecución del actual proyecto de investigación, un miembro del grupo ha defendido exitosamente su tesis doctoral en Ciencias de la Computación. Además, un integrante ha defendido su tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación y, en los próximos meses, defenderá su tesis de Licenciatura el integrante alumno incorporado re-

cientemente al grupo.

A partir de las líneas de investigación planteadas en el proyecto, próximamente se dará inicio a, por lo menos, tres nuevas tesis de Licenciatura.

Finalmente, es constante la búsqueda hacia la consolidación como investigadores de los miembros más recientes del grupo.

## Referencias

- [1] G. Braun, M. Moya, and G. Parra. Sistemas multiagentes en ambientes dinámicos: Planificación continua mediante pddl. In *Actas del XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pages 163–167, Rosario, Santa Fe, Argentina, 2011. Universidad Nacional de Rosario.
- [2] R. Chandrasekar, C. Doran, and B. Srinivas. Motivations and methods for text simplification. In *In Proceedings of the Sixteenth International Conference on Computational Linguistics (COLING '96)*, pages 1041–1044, 1996.
- [3] M. Ghallab, D. Nau, and P. Traverso. *Automated Planning. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [4] S. Hanks and R. J. Firby. Issues in architectures for planning and execution. In *Workshop on Innovative Approaches to Planning, Scheduling and Control*, pages 59–70, Scheduling and Control, San Diego, CA, November 1990.
- [5] D. McDermott. PDDL, the Planning Domain Definition Language. Technical report, Yale Center for Computational Vision and Control, 1998.
- [6] I. Milington and J. Funge. *Artificial Intelligence for Games*. Morgan Kaufmann, second edition, 2009.
- [7] M. Moya and G. Parra. Sistemas multiagentes en ambientes dinámicos:

- Aplicaciones innovadoras de agentes inteligentes en la industria. In *Actas del XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pages 210–214, Rosario, Santa Fe, Argentina, 2011. Universidad Nacional de Rosario.
- [8] M. Moya and C. Vaucheret. Agentes deliberativos basados en planificación continua. In *X Workshop Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI)*, Martiarena esquina Italia - S.S. de Jujuy, Octubre 2009. Universidad Nacional de Jujuy - Facultad de Ingeniería.
- [9] A. Nareyek. AI in Computer Games. *ACMQueue- Game Development*, 1(10):58–65, February 2004.
- [10] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice Hall, New Jersey, third edition, 2009.
- [11] C. E. Scarton and S. M. Aluísio. Análise da inteligibilidade de textos via ferramentas de processamento de língua natural: adaptando as métricas do Coh-Metrix para o português. *linguamatica*, 2(1):45–61, Abril 2010.
- [12] A. Siddharthan. Preserving discourse structure when simplifying text. In *In Proceedings of the 2003 European Natural Language Generation Workshop*, pages 103–110, 2003.
- [13] J. Zhang, X. Nguyen, and R. Kowalczyk. Graph-based Multi-agent Replanning Algorithm. In *Proceedings of the Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 2007.