

## Reuso de Software Orientado a Dominios

Agustina Buccella, Juan Luzuriaga, Alejandra Cechich,  
Rodolfo Martínez, Rafaela Mazalu, Marcos Cruz,  
Matias Pol'la, Maximiliano Arias y Adriana Martin

GIISCO Research Group

Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad Nacional del Comahue

Neuquen, Argentina

agustina.buccella@fai.uncoma.edu.ar, luzurj@yahoo.com.ar

Maria del Socorro Doldan y Enrique Morsan

Instituto de Biología Marina y Pesquera "Almirante Storni"

Universidad Nacional del Comahue

Ministerio de Producción de Rio Negro

San Antonio Oeste, Argentina

{msdoldan, qmorsan}@gmail.com

### 1 Resumen

Tomando como base los trabajos realizados en investigaciones anteriores, la línea de investigación actual de nuestro proyecto se enfoca en el estudio y uso de un conjunto de metodologías para mejorar el reuso de software y así reducir el tiempo, esfuerzo, costo y complejidad en el desarrollo de los productos. En particular se desea lograr un reuso efectivo orientado a dominios mediante la utilización del paradigma de *Ingeniería de Líneas de Productos de Software* (ILPS), el cual contempla la definición de partes comunes de un conjunto de productos dentro de un dominio específico y al mismo tiempo provee un mecanismo para modelar la variabilidad dentro de los mismos. De esta manera, se crea un conjunto de sistemas que comparten características comunes y ciertas partes variables. Este paradigma es la

base de nuestro proyecto en el cual se desarrollan nuevas técnicas y herramientas orientadas a mejorar el reuso en dos dominios específicos: el dominio geográfico y el de gobierno electrónico.

### 2 Contexto

La línea presentada se inserta en el contexto de los siguientes proyectos y acuerdos de cooperación:

- *Programa: Desarrollo de Software Basado en Reuso.* En proceso de acreditación por la Universidad Nacional del Comahue. Directora: Dra. Alejandra Cechich.

– *Proyecto: Reuso Orientado a Dominios.* En proceso de acreditación

por la Universidad Nacional del Comahue. Directora: Dra. Agustina Buccella, Codirector: Mg. Juan Manuel Luzuriaga.

- *PAE-PICT-2312: Métodos y Herramientas para Sistemas masivamente Distribuidos* Investigaciones conjuntas con ISISTAN-UNICEN
- *Acuerdo de Cooperación* entre el Laboratorio de Investigación en Ecología Bentónica y el Laboratorio de Parasitología e Histopatología de Moluscos del Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni.

### 3 Introducción

La ingeniería de software orientada a reuso intenta mejorar los tiempos de desarrollo, la puesta en el mercado y los costos maximizando al mismo tiempo la calidad del producto resultante. En particular, el reuso orientado a dominios se refiere a la captura del conocimiento específico de un dominio mediante la construcción de artefactos de software. Dichos artefactos serán luego útiles para la construcción de un conjunto de programas o productos aplicables a diferentes organizaciones dentro del mismo dominio. De esta manera, la ingeniería de dominios se basa en la identificación y/o desarrollo de elementos de software reusables. Dentro de ésta área existen un conjunto de metodologías que ayudan a la identificación de dichos elementos y a la construcción de aplicaciones basadas en los mismos. Una de ellas es la Ingeniería de Líneas de Productos de Software [11] ya que permite la definición de las partes comunes de varios productos dentro de un dominio específico y al mismo tiempo permite insertar cierta variabilidad para adaptarse a las necesidades particulares de esos productos. Una de las definiciones más aceptadas en la literatura es la realizada en [11] en donde las líneas de productos se definen como *un conjunto de sistemas que comparten características comunes y*

*satisfacen necesidades específicas de un segmento del mercado.* Las principales características involucradas en esta disciplina son: la *variabilidad* en donde los sistemas individuales se deben considerar como variaciones de una parte común, *basada en arquitectura* en donde el software debe ser desarrollado considerando las similitudes entre sistemas individuales, y la *aproximación de dos ciclos de vida* en donde se deben considerar las dos ingenierías en el proceso de desarrollo - *la ingeniería de dominio*, en la cual se provee la definición de aspectos reusables con un rango de variabilidad y similitudes; y *la ingeniería de aplicación*, en la que se derivan las aplicaciones de la línea de productos a partir de la plataforma definida en la ingeniería del dominio.

Una Arquitectura de Línea de Productos de Software incorpora componentes reusables, definidos dentro de un dominio en particular, de modo que al desarrollar un nuevo producto, en lugar de hacerlo desde el principio, se instancian los componentes necesarios dentro de la arquitectura de LPS ya definida.

Existen diversos dominios en los cuales se pueden aplicar las LPS. Uno de ellos son los Sistemas de Información Geográficos ya que contienen un conjunto de requerimientos y herramientas especiales que permiten su uso en diferentes áreas. En la literatura existen varias definiciones para este concepto, cada una considerando la funcionalidad del sistema desde diferentes perspectivas [2, 4, 12]. De todas ellas, se puede concluir en la definición dada en [5], la cual introduce a *un GIS como un sistema basado en computadora diseñado para modelar, capturar, almacenar, manipular, consultar, recuperar, analizar y visualizar información eficientemente y donde parte de la misma es de naturaleza geográfica.*

Con esta definición se ve claramente que los GIS son más que herramientas para producir mapas. Mientras que en la cartografía tradicional el mapa es la base de datos, en un GIS el mapa solo es una proyección de una vista particular de una base de datos geográfica en un momento

dado. De esta manera el usuario de un GIS posee un número ilimitado de alternativas de análisis y de alternativas para realizar mapas desde puntos de vista diferentes de acuerdo a diferentes aspectos de la información [2].

Sin embargo, crear una línea de productos software que incluya a todo el dominio geográfico sería impráctico ya que habría que dejar demasiados aspectos abiertos a instanciar por cada producto. Esto equivaldría a desarrollar la funcionalidad casi desde cero perdiendo los beneficios del reuso de una línea de productos de software. Por lo tanto, es necesario acotar el dominio geográfico en el que se está trabajando y luego identificar un conjunto de requerimientos comunes con su variabilidad; la cual surgirá de las particularidades de los sistemas geográficos y del dominio específico en el cual se basa la información. En particular para el dominio de ecología marina, existen servicios geográficos comunes a cualquier organización que realiza sus investigaciones en ese dominio. Por ejemplo, un servicio que permita comparar características geográficas en distintos intervalos de tiempo, o generar estadísticas a partir de la información sobre la distribución poblacional de distintas especies. Al identificar estos servicios geográficos, una LPS permite implementarlos una única vez como componentes reusables facilitando el desarrollo de nuevos productos a partir de la línea. El desarrollo de componentes reusables permite ahorrar tiempo y recursos mientras que a la vez brinda flexibilidad para adaptarse a los diferentes requerimientos pertenecientes a diferentes organizaciones (instanciando la variabilidad ya definida en la LPS). Así, implementar estos servicios una única vez facilita además el desarrollo de un GIS que será utilizado en sus variantes por diferentes organizaciones que comparten servicios dentro de un dominio en particular.

Otro dominio interesante para ser analizado es

el dominio de gobierno electrónico ya que posee aspectos con respecto a la interoperabilidad que todavía no han sido profundizados en la literatura y para los cuales el reuso es una herramienta válida [3]. Es sabido que la interoperabilidad es uno de los problemas que hoy enfrentan los estados, específicamente al querer compartir e intercambiar información para sus procesos de negocios. La interoperabilidad dentro del estado es hoy en día un nudo operacional si se quiere mejorar la eficiencia incidiendo directamente en tareas asociadas a una mejor atención al ciudadano. En algunos países se están implementando plataformas de interoperabilidad únicas dentro del estado, como es el caso de Chile, denominada Plataforma de Servicios Electrónicos del Estado (PISEE<sup>1</sup>). Así, se desprende la necesidad de una Ingeniería de Dominios cuidadosamente orientada a soportar reuso de servicios en pos de una interoperabilidad efectiva<sup>2</sup>.

#### 4 Líneas de investigación y desarrollo

Dentro del dominio de ecología marina, se han realizado avances con respecto a la identificación de un conjunto de servicios geográficos comunes. Para esto se ha estado trabajando con dos organizaciones dedicadas al estudio de este dominio: el Instituto de Marina y Pesquera Biología "Almirante Storni" (IBMPAS) y el Centro Nacional Patagónico (CENPAT-CONICET). El trabajo con dichas organizaciones ha permitido conocer a fondo el conjunto de actividades y objetivos que poseen. Así, se obtuvo un conjunto de servicios adaptados al dominio y basados en los estándares geográficos definidos por el Open Geospatial Consortium<sup>3</sup> (OGC) y la Inter-

<sup>1</sup>[http://wikigob.cl/mediawiki/index.php?title=Plataforma\\_Integrada\\_de\\_Servicios\\_Electr%C3%B3nicos\\_del\\_Estado](http://wikigob.cl/mediawiki/index.php?title=Plataforma_Integrada_de_Servicios_Electr%C3%B3nicos_del_Estado)

<sup>2</sup>Interoperability Solutions for European Public Administrations - <http://ec.europa.eu/isa/>

<sup>3</sup><http://www.opengeospatial.org/>

national Organization for Standardization<sup>4</sup> (ISO). En particular, el estándar de Arquitectura de Servicios<sup>5</sup> (definido en OpenGIS Service Architecture) y la norma ISO/DIS 19119<sup>6</sup> definen una taxonomía de servicios geográficos en la que cada servicio de un sistema debería clasificarse en una o más categorías (en función de si se trata de un servicio simple o agregado). También se estudiaron y analizaron varias metodologías para el diseño de arquitecturas de LPS ampliamente referenciadas en la literatura. Se identificaron los distintos procesos propuestos, y a partir de ellos, se creó una nueva metodología aprovechando los beneficios de cada uno. La metodología propuesta resultó de la incorporación de algunas actividades específicas de los métodos y de la combinación de algunas actividades. Finalmente, se diseñó una Arquitectura de Referencia en base a un estilo arquitectónico en capas, principalmente para maximizar los requerimientos de flexibilidad y capacidad de evolución. La arquitectura diseñada consta de tres capas principales: modelo geográfico, procesamiento geográfico e interface de usuario. Dentro de cada capa, se definieron los componentes reusables que forman parte de la plataforma, donde cada componente se encarga de implementar un conjunto de servicios. También se implementaron parcialmente algunos de los componentes que conforman la plataforma, reusando partes de diferentes herramientas GIS existentes de código abierto y adaptando su código fuente. Estos trabajos han sido publicados en [8, 9, 10]. En trabajos futuros, dentro del dominio de ecología marina, se continuarán desarrollando nuevos servicios reusables y específicos de manera de validar el reuso efectivo en cada producto siendo desarrollado para cada organización. A su vez, se propondrán nuevas técnicas para la administración de la variabilidad que permitan asistir

<sup>4</sup><http://www.iso.org>

<sup>5</sup>The OpenGIS Abstract Specification: Service Architecture, 2002.

<sup>6</sup>Geographic information. Services International Standard 19119, ISO/IEC, 2005.

al proceso de creación de nuevos productos dentro de la SPL y a la definición de componentes que ayuden al descubrimiento inteligente de patrones para un mejor análisis y uso de la información almacenada.

Al mismo tiempo, se ha explorado la problemática de gobierno electrónico en los subdominios de las notificaciones, gestión de recursos y construcción de sitios accesibles. Para ello, hemos propuesto procesos normalizados basados en modelos de mejora y en estándares para incorporación de firma digital. También hemos diseñado un método para incluir accesibilidad web en etapas tempranas del diseño y una herramienta de soporte que utiliza estándares (pautas WCAG 1.0/2.01). Este último trabajo ha requerido la traducción de recomendaciones escritas en lenguaje natural a una especificación estructural de datos que pueda ser utilizada desde una perspectiva arquitectónica. Estos trabajos han sido publicados en [6, 7]. Dentro de este dominio se continuará con el desarrollo de técnicas para la mejora de la madurez de gobierno electrónico incluyendo sus prácticas más características, por ejemplo, la interoperabilidad basada en dominios.

## 5 Resultados y Objetivos

El objetivo principal de la línea de investigación es *Desarrollar técnicas y herramientas que mejoren el desarrollo de software basado en reuso a nivel de dominios, considerando los dominios específicos de los sistemas de información geográficos y las aplicaciones para gobierno electrónico*. Dentro de los primeros avances, se ha publicado un artículo [1] enfocado en la instanciación y validación de la LPS creada para dos organizaciones que trabajan en este dominio, el IBMPAS y el CENPAT-CONICET.

## 6 Formación de Recursos Humanos

El proyecto reúne aproximadamente a 10 investigadores, entre los que se cuentan docentes

y alumnos de UNComa, y asesores externos. El proyecto cuenta actualmente con 3 doctores, y un magister. Varios de los docentes-investigadores de GIISCo-UNComa han terminado o se encuentran próximos a terminar carreras de postgrado. A su vez, algunos alumnos estan finalizando tesis de grado para continuar sus estudios de progrado sobre las mismas líneas investigadas. Un alumno de estos ya posee una beca del Conicet Tipo I aceptada. Por último, se cuenta con dos alumnos dentro del programa de Becas TICS.

## References

- [1] A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, M. Polía, S. Doldan, and E. Morsan. Towards systematic software reuse of gis: Insights from a case study. *Computers & Geosciences*, To Appear, 2013.
- [2] P. Burrough and R. McDonnell. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, 1998.
- [3] Giorgos Laskaridis, Konstantinos Markellos, Penelope Markellou, Angeliki Panayiotaki, Evangellos Sakkopoulos, and Athanasios Tsakalidis. E-government and interoperability issues. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 7(9):28–38, 2007.
- [4] R. Laurini and D. Thompson. *Fundamentals of spatial informations systems*. The APIC Series N 37, Academic Press, 1992.
- [5] M.A. Rodríguez Luaces. *A Generic Architecture for Geographic Information Systems*. PhD thesis, Univerdade da Coruña, 2004.
- [6] J. Luzuriaga, R. Martinez, and A. Cechich. Design and implementation of an electronic signature solution in the justice area. In *Proceedings International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*, pages 299–304, USA, 2009. ACM (Association for Computing Machinery).
- [7] A. Martin, G. Rossi, A. Cechich, and S. Gordillo. Engineering accessible web applications: An aspect-oriented approach. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 13(1):419–440, 2010.
- [8] P. Pernich. *Diseño e Implementación de una Arquitectura de Línea de Productos para Servicios SIG* Bachelor's thesis, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue, Neuquen, Argentina, May 2011.
- [9] P. Pernich, A. Buccella, A. Cechich, S. Doldan, E. Morsan, M. Arias, and M. Polía. Developing a subdomain-oriented software product line. In *Proceedings of the CACIC'11: 17th Congreso Argentino en Ciencias de la Computación*, La Plata, Argentina, 2011.
- [10] P. Pernich, A. Buccella, A. Cechich, S. Doldan, E. Morsan, M. Arias, and M. Polía. Product-line instantiation guided by subdomain characterization: A case study. *Journal of Computer Science and Technology, Special Issue 12(3)*. ISSN:1666-6038, 12(3):116–122, 2012.
- [11] Klaus Pohl, Günter Böckle, and Frank J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2005.
- [12] P. Rigaux, M. Scholl, and A. Voisard. *Spatial Databases With Application To GIS*. Academic Press, 2001.