

Líneas de Productos de Software: Hacia la Creación de Técnicas y Métodos para Mejorar el Reuso

Agustina Buccella, Juan Luzuriaga, Alejandra Cechich, Matias Pol'la, Maximiliano Arias, Marcos Cruz Rodolfo Martinez, Rafaela Mazalu
 GIISCO Research Group
 Departamento de Ciencias de la Computación
 Universidad Nacional del Comahue Neuquen,
 Argentina agustina.buccella@fi.uncoma.edu.ar

Resumen

El estudio de nuevas técnicas y métodos para fomentar el desarrollo de software basado en reuso ha tomado gran importancia en los últimos años dentro del área de la ingeniería de software, dando lugar a numerosos paradigmas, como el desarrollo orientado a servicios, desarrollo basado en componentes, desarrollo de Líneas de Productos de Software (LPS), entre otros. A diferencia de un desarrollo que realiza algún tipo de reutilización, todos estos paradigmas se basan en planear el reuso, de modo que los desarrollos futuros puedan hacer un uso efectivo de diferentes artefactos de software previamente desarrollados. En particular, la Ingeniería de Líneas de Productos de Software (ILPS) aplica un reuso orientado a dominios como mecanismo para lograr una estructura común de servicios (llamada similitudes), en la cual se basan todos los productos a ser desarrollados. A su vez, agrega una estructura variable (llamada variabilidad) que permite brindar mayor flexibilidad logrando crear productos con bases similares pero adaptados a las necesidades específicas de los diferentes usuarios u organizaciones pertenecientes a esos dominios.

En nuestro proyecto, nos basamos en la

creación y aplicación de nuevas técnicas y recursos para lograr una mejora dentro de un proceso integral de desarrollo de LPSs. En particular nos enfocamos en la definición de técnicas que diseñan y aplican artefactos de software dentro de una jerarquía de dominios que comparten generalidades y particularidades en forma de servicios comunes y variables. A su vez, nos proponemos sentar las bases para el desarrollo de un ambiente inteligente que permita crear LPSs dentro de la misma jerarquía mediante la selección y composición de componentes reusables.

Palabras Clave: Líneas de Productos de Software - Artefactos de Software - Dominios - Reuso

Contexto

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

- *Programa: Desarrollo de Software Basado en Reuso - Parte II (04/F009)*. En proceso de acreditación, para el periodo 2017-2020. Directora: Dra. Alejandra Cechich.
 - *SubProyecto: Reuso Orientado a Dominios - Parte II*. Incluido dentro del Programa. Directora: Dra. Agustina Buccella, Co-director: Mg. Juan Manuel Luzuriaga.
- *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.

- *Proyecto de Extensión Universitaria* (RESOL-2016-2555-E-APN-SECPU#ME) entre integrantes docentes del proyecto de Reuso Orientado a Dominios - Parte II e integrantes del Museo Ciencias Naturales - Secretaría de Extensión Universitaria. Director: Juan Porfiri.

Introducción

En un desarrollo basado en Líneas de Productos de Software (LPS) [6, 11, 14] se aplican diferentes mecanismos de acuerdo a dos fases bien diferenciadas: la *ingeniería de dominio* y la *ingeniería de aplicación*. En la primera fase, el análisis de dominio esta dirigido a identificar, capturar y organizar toda la información fuente recopilada de los sistemas existentes, los expertos del dominio, libros de texto, etc. Como resultado, se obtiene una plataforma de software con un conjunto de componentes reusables y configurables que proveen un entorno en común. A su vez, dicha plataforma posee un conjunto de variabilidades que permiten justamente adaptarla a las necesidades particulares de las aplicaciones a ser creadas [12, 17]. En la segunda fase, la *ingeniería de aplicación*, se instancia dicha plataforma, mediante la configuración de la variabilidad definida. Finalmente, la ultima actividad de esta fase devuelve un producto de software en particular. Como se puede observar a partir de estas dos fases, el éxito del desarrollo de una LPS depende de la identificación, uso y administración de los artefactos reusables. Por lo tanto, la aplicación de técnicas específicas para la sistematización del reuso

es crucial aquí. Sin embargo, lograr un reuso efectivo no es una tarea sencilla requiriendo esfuerzos especiales, los cuales muchas veces son particulares a determinados dominios. De esta manera, los dominios o contextos en la cual la LPS es desarrollada resulta fundamental a la hora de realizar componentes orientados al reuso.

En general existen dominios con diferentes granularidades, es decir, que involucran mayor o menor nivel de detalle en la cantidad de servicios incluidos. Algunos dominios de granularidad alta se consideran generales ya que abarcan un conjunto muy amplio de aspectos comunes a tener en cuenta. Sin embargo, crear una LPS sobre estos dominios es una tarea muy compleja ya que habría que contemplar demasiadas variabilidades o particularidades, lo que atentaría contra las ventajas establecidas en estos desarrollos. De esta manera, surge la necesidad de dividirlos en una serie de subdominios o ramas mas específicas, cada uno de ellos centrado en sus propias particularidades [7].

En particular en este proyecto estamos interesados en dos subdominios del dominio geográfico, el de *ecología marina* y el de *paleontología*. Particularidades de esos dominios son:

- *Dominio Ecología Marina*: aquí se estudian las relaciones de todos los organismos que viven en el hábitat de la vida marina y la interacción de estos con su ambiente, considerando los factores bióticos y abióticos del entorno. Los primeros involucran aquellos factores inertes (sin vida) tales como la temperatura, productos químicos, la salinidad, la luz, etc. Los factores bióticos incluyen tanto la flora como la fauna (organismos vivos) que sobreviven en un ecosistema así como las

relaciones entre los diversos organismos. Los estudios en el ámbito de la ecología marina abarcan el examen de los microorganismos unicelulares, el entorno donde las especies sobreviven, el impacto de la actividad humana y los efectos globales de la contaminación. De esta manera, el conjunto de actividades que se deben realizar abarca todos los estudios y análisis necesarios para arribar a conclusiones acerca de la vida y la conservación de los organismos. Para realizar estos estudios, en general se recopila la información necesaria a través de censos o campanas sobre las especies que viven en el mar. Dentro del dominio de ecología marina hemos realizado varios esfuerzos para la estandarización de los servicios provistos, cuyos trabajos pueden verse en [8, 10].

- *Dominio de Paleontología*: este dominio estudia todas las formas de vida preteritas de nuestro planeta como por ejemplo animales invertebrados (esponjas, corales, braquiópodos, moluscos, artrópodos, equinodermos, etc.), animales vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos), plantas, hongos, bacterias, etc. Los estudios de los individuos fósiles pueden ser múltiples, desde análisis anatómicos, filogenéticos, tafonomicos, estratigráficos, paleoambientales, paleobiogeograficos, etc. Por otro lado, también se hacen dibujos de los individuos o se toman numerosas imágenes fotográficas para acompañar las publicaciones científicas o didácticas. Todos

estos estudios permiten obtener una variada información de las formas de vida que habitaron nuestro planeta hace miles o millones de años atrás. Los organismos colectados producto de salidas de campo y excavaciones son depositados en las colecciones de los museos correspondientes. Allí pasan a ser catalogados y a formar parte del inventario de la institución que los tiene bajo su resguardo. Aquí, existen varios esfuerzos de estandarización, entre los que podemos citar a la norma ISO 21127:2014¹, LIDO² y CIDOC³ los cuales definen y clasifican servicios y protocolos requeridos para gestión de colecciones.

Al mismo tiempo, hay que considerar que este enfoque de LPS basado en niveles de dominio debe poseer una forma sencilla de construcción en base al reuso de componentes de dominio previamente desarrollados. De esta manera, es necesario contar con un conjunto de reglas y patrones de uso definidos que permita el reuso dentro del dominio geográfico considerando la jerarquía de dominios preestablecida. Propuestas dirigidas hacia este tema definen entornos inteligentes de ensamblaje de componentes que soportan la creación de nuevas plataformas LPSs en base a reglas de composición. Algunas herramientas dirigidas a soportar estos entornos son DOPLER⁴ o S.P.L.O.T⁵. Sin embargo, estos entornos deben ser adaptados a las realidades del dominio geográfico y del reuso dentro del mismo.

¹ Information and documentation – A reference ontology for the interchange of cultural heritage information

² LIDO - Lightweight Information Describing Objects Ver-sion 1.0 - <http://network.icom.museum/cidoc/working-groups/lido/what-is-lido/>

³ CIDOC Conceptual Reference Model Version 6.0 - <http://www.cidoc-crm.org>

⁴ <http://ase.jku.at/dopler/>

⁵ <http://www.splot-research.org/extensions/fundp/fundp.html>

Líneas de investigación y desarrollo

En los últimos años se han realizado varios avances en el modelado de LPS para el dominio geográfico general y en el subdominio de ecología marina en particular. Dentro de estos avances hemos definido la base para la división o jerarquía de dominios en subdominios más manejables [7,8] que mejoraron la complejidad inherente del dominio geográfico general. Para esto, se ha trabajado dentro del subdominio de ecología marina, en el cual hemos desarrollado una taxonomía de servicios [8] basada en los estándares geográficos definidos por el OGC⁶ y la ISO⁷. Al mismo tiempo hemos definido una metodología de desarrollo [7,9], la cual se basa en la construcción de artefactos de software para cada una de las actividades, comenzando con la taxonomía previamente mencionada. Son justamente estos artefactos los que guían a las actividades de manera de mejorar el desarrollo de sistemas en el dominio geográfico y en sus subdominios incluidos. En la Figura 1 se muestran las actividades junto con los artefactos de software generados y utilizados en cada uno [9].

Dichas actividades son parte de la ingeniería de dominio de un desarrollo de LPS. En la primera actividad se asiste a los ingenieros de software en la búsqueda de los servicios de la taxonomía más adecuados para cumplir con los requerimientos del dominio (formulados por los usuarios expertos). Trabajos realizados en la misma han sido publicados en [2, 4, 5]. Luego, en la segunda actividad [13], se diseñan las funcionalidades, en artefactos denominados hojas de datos funcionales. Las mismas son creadas utilizando la lista de servicios

sugeridos (provenientes de la actividad anterior) y la arquitectura de referencia (previamente diseñada por los ingenieros de software y desarrolladores). A su vez, también se deben validar estas hojas de datos (con sus modelos de variabilidad) en cuanto a inconsistencia o incompatibilidades en el diseño [16]. La tercera actividad, derivación *de componentes*, crea una estructura inicial de componentes basados en las funcionalidades que fueron traducidas a archivos XML [1, 15]. Dicha traducción es semi-automática involucrando tecnologías existentes y permitiendo llegar a una implementación en código como parte de la última actividad [3].

Actualmente, nos encontramos trabajando en dos tareas específicas. La primera, la cual está incluida dentro de la primera actividad de la Figura 1, intenta, mediante técnicas de lenguaje natural y recuperación de información, proporcionar los medios para poder elegir y evaluar variantes dentro de la construcción de LPSs, intentando reducir el esfuerzo que conlleva incorporar nuevas estrategias. A su vez, estamos avanzando dentro de la segunda actividad, en aspectos de validación y verificación de las funcionalidades y de las variabilidades incluidas. Dichos avances se enfocan en el análisis automático de modelos de variabilidad.

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, favoreciendo el desarrollo de un*

⁶ <http://www.opengeospatial.org/>

⁷ <http://www.iso211.org/>

ambiente inteligente que permita crear LPSs según taxonomías de servicios.

En base a los trabajos previos realizados, se propone continuar la formalización de los servicios específicos dentro de un nuevo subdominio del dominio geográfico (el subdominio paleontológico), de manera de definir la forma en que los componentes son diseñados e implementados para poder ser reusados en otros subdominios. El ambiente inteligente deberá permitir crear nuevas LPS en base a la combinación de componentes reusables y específicos dentro de cada subdominio.

Formación de Recursos Humanos

El proyecto reúne aproximadamente a 13 investigadores, entre los que se cuentan docentes y alumnos de UNComa, y colaboradores. A su vez, el proyecto cuenta actualmente con un doctor y un magíster. Varios de los docentes-investigadores de GIISCo-UNComa han terminado o se encuentran próximos a terminar carreras de postgrado. Uno de ellos se encuentra finalizando el último año de la Beca CONICET Tipo II y otros poseen una beca CONICET Tipo I. A su vez, este año se incorporan 3 alumnos como becarios EVC-CIN.

Referencias

- [1] M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Towards semi-automatic component derivation from an spl variability model. In *CONAIIISI 2015: 3er Congreso Nacional de Ingeniería Informatica/Sistemas de Informacion*, BsAs, Argentina, 2015.
- [2] M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Búsqueda de funcionalidades basada en expansión de consultas para lps. In *Proceedings of the CACIC'16: XXII Congreso Argentino de Ciencias de la Computacion*, San Luis, Argentina, 2016.
- [3] M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Smooth transition from abstract to concrete spl components: a client-server implementation for the geographic domain. In *Proceedings of the IEEE ARGENCON'16: El Congreso Bienal de la Seccion Argentina de IEEE*, Buenos Aires, Argentina, 2016. GRSS: IEEE Geoscience and Remote Sen-sing Society.
- [4] M. Arias, A. de Renzis, A. Buccella, A. Cechich, and A. Flores. Búsqueda de servicios para asistir en el desarrollo de una línea de productos de software. In *16 Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'15) en el marco de las 44 Jornadas Argentinas de Informatica (JAIIO)*, Rosario, Argentina, 2015.
- [5] M. Arias, A. Renzis, A. Buccella, A. Flores, and Cechich. Minería basada en clasificación de componentes reusables sobre líneas de productos de software. *IEEE Latin America Transactions*, 14(2), 2016.

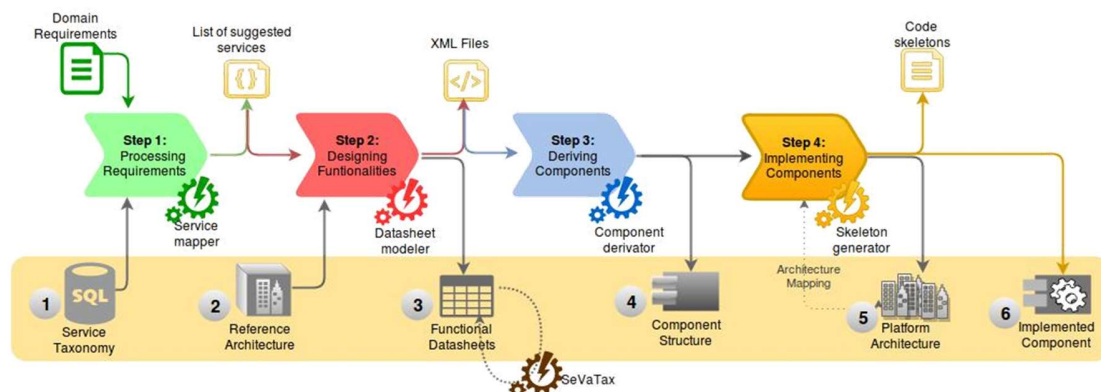


Figura 1. Actividades y artefactos de software involucrados en la ingeniería de dominio de una LPS

- [6] J. Bosch. *Design and use of software architectures: adopting and evolving a product-line approach*. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, USA, 2000.
- [7] A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, M. Pol'la, Doldan, and E. Morsan. Towards systematic software reuse of gis: Insights from a case study. *Computers & Geosciences*, 54(0):9- 20, 2013.
- [8] A. Buccella, A. Cechich, M. Pol'la, M. Arias, Doldan, and E. Morsan. Marine ecology service reuse through taxonomy-oriented SPL development. *Computers & Geosciences*, 73(0):108 – 121, 2014.
- [9] A. Buccella, M. Pol'la, M. Arias, and A. Cechich. Taxonomy-based annotations for software product line development. In *17 Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'16) en el marco de las 45 Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO)*, Buenos Aires, Argentina, 2016.
- [10] A. Buccella, M. Pol'la, A. Cechich, and A. Arias. A variability representation approach based on domain service taxonomies and their dependencies. In *International Conference of the Chilean Society of Computer Science (SCCC'14)*, Talca, Chile, 2014. IEEE Computer Society Press Boston.
- [11] P. C. Clements and L. Northrop. *Software Product Lines : Practices and Patterns*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 2001.
- [12] M. Galster, D. Weyns, D. Tofan, B. Michalik, and P. Avgeriou. Variability in software systems - a systematic literature review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 40(3):282–306, 2014.
- [13] M. Mancuso, A. Buccella, A. Cechich, M. Arias, and M. Pol'la. Datasheet modeler: Una herramienta de soporte para el desarrollo de funcionalidades en líneas de productos de software. In *XXI Congreso Argentino en Ciencias de la Computacion*, Junin, Argentina, 2015.
- [14] K. Pohl, G. Bockle, and F. J. van der Linden. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 2005.
- [15] M. Pol'la, M. Arias, A. Buccella, and A. Cechich. Un sistema de anotaciones para la especificacion de componentes de una línea de productos de software. *Revista Tecnología y Ciencia de la Universidad Tecnológica Nacional*, 6(1):116–122, 2015.
- [16] M. Pol'la, A. Buccella, A. Arias, and A. Cechich. Sevatax: Service taxonomy selection & validation process for spl development. In *XXXIV International Conference of the Chilean Society of Computer Science (SCCC'15)*, Santiago, Chile, 2000. IEEE
- [17] M. Sinnema and S. Deelstra. Classifying variability modeling techniques. *Information and Software Technology*, 49:717–739, 2007.