

Componentes de Dominio para Sistemas de Información Ambiental
Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Moyano Ezequiel, Rosanigo Beatriz, Parson Ariel,
Villarreal Martín

urciuolo@tdfuego.com, iturraspe@tdfuego.com, brosanigo@infovia.com.ar, a-parson@infovia.com.ar, ezemoyano@infovia.com.ar, martinvillarreal@hotmail.com

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco – Sede Ushuaia, Darwin y Canga, (9410)
Ushuaia. TE/FAX: 430892. e-mail:

Resumen

Los sistemas de información ambiental (SIA) se caracterizan por su complejidad. Rozan una gran cantidad de subdominios diversos del conocimiento, que son generalmente heterogéneos, tanto técnica como semánticamente. Las particularidades que poseen estos tipos de sistemas, promueven que para construir componentes verdaderamente reusables en el dominio, se necesiten definir técnicas apropiadas para el análisis y representación de un dominio de tal complejidad. 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, razón por la cual en esta línea de investigación se analizan distintos aspectos de la aplicación de este enfoque en los sistemas del dominio de aplicaciones ambientales.

El Proyecto “Desarrollo de software basado en componentes para sistemas de información ambiental” aprobado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, se lleva adelante desde el año 2005 en la Sede Ushuaia, con el objeto de estudiar técnicas apropiadas para el desarrollo de componentes en un dominio caracterizado por la complejidad. El énfasis durante la presente etapa está centrado en el estudio y la obtención de Componentes del Dominio de aplicaciones ambientales.

Introducción

La complejidad es una característica esencial de diversos dominios de aplicaciones de software que ha motivado el estudio y desarrollo de diversos métodos y técnicas para su manejo y tratamiento (Urciuolo, 2004). La creciente necesidad de realizar sistemas complejos en cortos periodos de tiempo, a la vez que con menores esfuerzos tanto humanos como económicos, generó la idea de reutilizar diferentes componentes desarrollados con anterioridad, favoreciendo así el avance del Desarrollo de Software Basado en Componentes (Bertoa et al, 2002). De esta forma el desarrollo de software basado en componentes se ha convertido actualmente en uno de los mecanismos más efectivos para la construcción de grandes sistemas y aplicaciones de software, sobre todo de aquellos de gran complejidad (Brown, 2000).

Los sistemas de información ambiental (SIA) se caracterizan por su complejidad. Estos sistemas se relacionan con el manejo de los datos correspondientes a los distintos componentes interactuantes del ambiente: el suelo, el agua, el aire y las especies existentes (Günther, 1998). Su desarrollo involucra el análisis de diferentes dominios de conocimiento y el estudio de metodologías que faciliten la integración y distribución de la información. SIA son utilizados normalmente por organizaciones estatales responsables de la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente, siendo en la actualidad reconocidos como básicos y fundamentales para la toma de decisión ambiental.

Es importante resaltar que los SIA implican más que simplemente el acceso y recuperación de datos. Es necesario realizar el procesamiento de la información, aplicando algoritmos de análisis y modelación a los datos existentes para llegar a adquirir el conocimiento deseado. Esta tarea de análisis abarca la necesidad de acceso a los datos, preprocesamiento de la información espacio-temporal recibida de distintas fuentes, aplicación de complejos algoritmos, distribución de la información resultante, etc. Tradicionalmente se forzaba la separación del modelo de datos y las facilidades de procesamiento brindadas por estos sistemas tales como: paquetes estadísticos, modelos de simulación, etc. En la actualidad, a los fines de brindar soluciones apropiadas a los

problemas expuestos, se requiere de enfoques flexibles que permitan encapsular los datos y procesos relacionados en unidades que provean un grado de modularidad e independencia apropiada para el dominio. Las particularidades que poseen estos tipos de sistemas, promueven que para construir componentes verdaderamente reusables en el dominio, se necesiten definir técnicas apropiadas para analizar y representar un dominio de tal complejidad.

El desarrollo de software basado en componentes constituye un paradigma que permite el desarrollo de sistemas complejos, ya que brindan soporte para la integración de partes de sistemas mayores facilitando una estructura de ensamblado adecuada.

Por *Desarrollo basado en componentes (DBC)* se entiende la construcción de familias de productos de software a partir de un kit de partes, con énfasis en la estandarización de las interfaces entre las mismas (Szyperski, 1998). En contraste con la integración tradicional de sistemas, los componentes se diseñan desde un comienzo para ensamblarse en una variedad de configuraciones.

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 (Bass et al, 1999). 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 (Heineman, 2001).

Considerando lo expuesto, en el proyecto se planteó la realización del análisis y diseño arquitectural de Sistemas del dominio de aplicaciones ambientales utilizando un Proceso de desarrollo basado en componentes, con el fin de obtener componentes reusables y sus interacciones, los cuales a través de una plataforma conveniente de integración, puedan ser ensamblados para distintos tipos de aplicaciones del dominio. Se enfatiza el desarrollo de componentes a nivel conceptual. Se propone el estudio de distintos procesos de Desarrollo, a los fines de definir el más apropiado para este tipo de sistemas. Se utiliza el lenguaje UML para la especificación de componentes (Apperley, 2003), ya que si bien el mismo no constituye un lenguaje formal de especificación de componentes, resulta conveniente para el nivel conceptual y la generalidad del modelo que se quiere alcanzar. Si bien se utilizan casos de estudio correspondientes a los dominios de Manejo de Aguas y Clima, se propone una arquitectura que permitirá su utilización por otros dominios de conocimiento relativos a la gestión ambiental, facilitando la interrelación de los diversos componentes de estos sistemas.

La necesidad e inquietud por este Proyecto surgió durante el desarrollo del Proyecto “Modelo de Diseño para aplicaciones del Dominio de la Hidrología en el contexto de los Sistemas de Información Ambiental” (Fac. de Ingeniería UNPSJB, aval Secretaría de Ciencia y Técnica) que contó con la participación de casi todo el grupo de trabajo. Si bien a través de dicho proyecto se lograron como resultado microarquitecturas flexibles de diseño OO para problemas característicos de aplicaciones del dominio (Urciuolo et al, 2003, 2004), se vio claramente la necesidad de avanzar hacia el desarrollo de unidades independientes tales como los componentes que brindaran mayor flexibilidad y reuso para la construcción de sistemas del dominio de aplicaciones ambientales, así como la definición de una arquitectura basada en componentes para los mismos.

Temas de investigación y desarrollo

En el proyecto se propone en primer lugar, la realización de un análisis del dominio de aplicaciones ambientales, con especial énfasis en los sistemas propuestos como casos de estudio: Manejo de aguas y Clima, a los fines de definir en forma preliminar las principales características, entidades y funcionalidades comunes al mismo. Se trabaja con expertos del dominio, para obtener el conocimiento necesario y la validación continua de resultados. Se identifican y especifican componentes a nivel conceptual que brinden a través de interfaces claramente especificadas los servicios básicos y fundamentales correspondientes a los requerimientos referenciales expuestos para sistemas del dominio. Finalmente, se definirá una arquitectura de componentes para SIA, a través del análisis de la organización apropiada de los mismos para responder a los requerimientos

centrales definidos. Este modelo permitirá ser utilizado para la implementación de diferentes aplicaciones correspondientes a procesos característicos del dominio.

El grupo de investigación es multidisciplinario, por cuanto, si bien se consideran fundamentales las actividades relativas al análisis y diseño de sistemas, es necesario el aporte de expertos del dominio, a los fines obtener conocimiento del mismo. Es reconocido además en la actualidad, el avance de campos de estudio como los sistemas de información ambiental, en los cuales una de las premisas básicas de trabajo, es el aporte de las distintas disciplinas relacionadas.

Objetivo general

Desarrollar una arquitectura de software basada en componentes para Sistemas del dominio de aplicaciones ambientales, que facilite la integración de los diversos subdominios de conocimiento abarcados por estos sistemas.

Objetivos específicos:

- Analizar y definir un Proceso de Desarrollo basado en componentes apto para aplicaciones de los Dominios de conocimiento relativos a SIA.
- Definir funcionalidades comunes a distintos dominios de conocimiento en el contexto de los SIA, partiendo del análisis de los casos de estudio: calidad de aguas y clima.
- Identificar componentes conceptuales reusables correspondientes a las aplicaciones centrales del dominio.
- Definir y especificar componentes de dominio a nivel conceptual y sus interfaces, que faciliten la integración de los distintos dominios de conocimiento de SIA
- Definir un modelo de arquitectura general para el dominio basada en el ensamblado de los componentes especificados.
- Avanzar en el logro de uniformidad, consistencia y estándares de desarrollo en el análisis y diseño de los Sistemas de Información Ambiental (SIA), estudiando la factibilidad de extensión y adaptabilidad de la metodología de trabajo utilizada, a otros dominios de conocimiento correspondientes a estos Sistemas.
- Consolidar un grupo de investigación en el campo de técnicas avanzadas de computación aplicadas a los Sistemas de información ambiental.
- Transferir los resultados a organismos que, en la región, trabajan en la esfera del medio ambiente.

Para el logro de los objetivos del Proyecto, se utiliza la siguiente metodología:

1. Análisis y comparación de Procesos de Desarrollo de Software Basado en Componentes.

Se realizó el estudio de distintos procesos de desarrollo basados en componentes, en especial de los que utilizan técnicas de modelado UML con extensiones específicas para componentes como Catalysis (D'Souza, 1999), UML Components (Cheesmann et al, 2001), RUP (Booch et al, 1999) a los fines de definir adaptaciones y/o extensiones apropiadas de los mismos para Sistemas de Información Ambiental.

En función de los estudios y comparación de procesos realizados (Wallnau, 2000):

- Se definió el Proceso de Desarrollo UML Components como el más apropiado para la modelación de Sistemas ambientales.
- Se definió una nueva versión de este proceso de Desarrollo, adaptada a su aplicación en sistemas complejos, que incorpora técnicas de análisis de dominio, basadas en objetos y características (no contemplado en la versión original del mismo).

2. Análisis de los dominios específicos: Manejo de Aguas y Clima.

Se definieron las funcionalidades comunes de estas aplicaciones en forma conjunta con expertos del dominio, analizando el comportamiento de los diversos objetos del dominio identificados en trabajos anteriores.

Aguas: Se refinó y completó un Modelo de Dominio para aplicaciones de Manejo de Aguas, planteado en anteriores proyectos de Investigación y trabajos publicados por el grupo (Urciuolo et al, 2003, 2004). Para ello, los expertos del dominio integrantes del grupo de investigación realizaron el estudio de problemas ambientales vinculados al Manejo de este recurso (humedales como turberas, glaciares, etc.), cuyas conclusiones fueron presentadas a Congresos específicos en la materia por parte de dichos expertos. Se realizó un extenso análisis del dominio, sus componentes ambientales principales, los principales problemas a resolver en estas aplicaciones y el software existente.

Clima: Se trabajó en el estudio del Subdominio de aplicaciones de monitoreo ambiental, realizando el análisis del dominio y analizando extensiones de UML apropiadas para el mismo que permitieron posteriormente obtener un Perfil UML 2.0. Para ello se realizó el estudio de la versión 2.0 de UML, con énfasis en las nuevas posibilidades para el desarrollo de perfiles que se brindan y se definió un perfil que permite utilizar extensiones específicas de UML para el modelado de estos sistemas.

Se definió un Modelo de Dominio basado en características para las aplicaciones climáticas, a través del Trabajo de Tesis de grado de un integrante del grupo del Proyecto, quien utilizó estos sistemas como caso de estudio del trabajo de tesis.

Se estudiaron y aplicaron distintas técnicas de análisis de dominio, basadas en objetos y basadas en características, con el fin de realizar comparaciones y utilizar combinaciones de las mismas en el marco del Proceso de Desarrollo definido.

En síntesis, en el marco de los estudios realizados:

- Se completó y refinó un Modelo del Dominio basado en objetos existente para aplicaciones de manejo de aguas.
- Se definió un Modelo del dominio basado en objetos y en características para sistemas climáticos.
- Se definió un Perfil UML 2.0 para Sistemas de monitoreo ambiental.

3. Definición de Requerimientos y Arquitectura referencial para sistemas del dominio

Se definió el estilo arquitectural apropiado para la integración de componentes de estas aplicaciones, sobre la base de estilos de arquitecturas ya propuestos en trabajos publicados sobre el tema con anterioridad por el grupo del proyecto.

Los requerimientos de estas aplicaciones se identificaron en forma conjunta con los expertos del dominio, analizando las principales fuentes de conocimiento indicadas por los mismos en la Dirección de Recursos Hídricos de Tierra del Fuego.

Durante la etapa de Análisis de Requerimientos además, se definieron las funcionalidades centrales de estas aplicaciones, utilizando la técnica de Casos de Uso propuesta por el Proceso de Desarrollo UML Components, especificando aquellos que se consideran generales por proveer funcionalidades comunes a otros dominios de conocimiento de estos sistemas..

5. Definición de arquitectura de componentes para aplicaciones del dominio.

Se identificaron interfaces y componentes de dominio necesarios para brindar los servicios identificados en los subdominios analizados, especificando los mismos, así como la arquitectura inicial. En la etapa actual se determina cómo los componentes trabajarán juntos para proveer la funcionalidad deseada.

Una vez especificados los componentes, se procederá a analizar la organización estructural de los mismos, definiendo un modelo de arquitectura de nivel conceptual para el dominio, sobre la base de arquitecturas existentes definidas en anteriores proyectos que serán refinadas y adaptadas a los nuevos requerimientos analizados.

6. Estudio de factibilidad de utilización del modelo en otros dominios de conocimiento

Se trabajará específicamente analizando la utilidad de los componentes y arquitectura definidos, en otros subdominios del Dominio de aplicaciones ambientales y en la solución de problemas de integración de componentes que interactúan entre tales subdominios.

Formación de Recursos Humanos

En el marco de esta línea de investigación se han concluido dos tesis de grado de Licenciatura en Informática y se está formulando la propuesta para una nueva tesis de grado sobre Sistemas de Información Hídrica. Asimismo ha sido aprobada una propuesta de tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas (UNLP) sobre Componentes de Dominio para aplicaciones ambientales.

Conclusiones y trabajos futuros

Se ha avanzado en el estudio de una arquitectura de software basada en componentes apropiada para el dominio de aplicaciones ambientales, sobre la base del estudio y comparación de procesos de desarrollo basados en componentes que permitan obtener componentes y arquitecturas de integración que representen las interacciones existentes en el dominio físico.

Se definió una adaptación del Proceso de Desarrollo UML Components para Sistemas complejos, que incorpora la ejecución de una etapa de análisis de dominio, mediante técnicas apropiadas para modelar sistemas complejos. Se ha definido un Perfil UML 2.0 para avanzar hacia un lenguaje de modelado específico para aplicaciones del dominio basado en adecuadas extensiones de UML.

Si bien ya han sido evaluadas algunas posibles arquitecturas para los requerimientos definidos, se continúa trabajando en la definición de una arquitectura de componentes conceptual adecuada para la integración de unidades interactuantes de diferentes subdominios relacionados.

Bibliografía

- Heineman & Council. *Component Based Software Engineering: Putting the Pieces Together*. Addison Wesley, 2001.
- Bertoa M., Troya J. y Vallecillo A. Aspectos de Calidad en el Desarrollo de Software Basado en Componentes. 2002
- Brown A., *Large Scale Component-based development*. Prentice Hall, 2000.
- Günther O., *Environmental Information Systems*. Springer-Verlag, Berlín, Germany, 1998
- Szyperski C. *Component Software. Beyond Object-Oriented Programming*. Addison-Wesley, 1998.
- Bass L., Kazman R. *Architecture-Based Development*. Technical Report CMU-SEI-99-TR-007, 1999.
- Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo, Villarreal Martín. "Microarquitecturas de Diseño OO para Sistemas de Modelación Hidrológica". La Plata, Octubre de 2003. Publicado en *Proceedings del Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2003 – CACIC 03* (12 páginas).
- Urciuolo Adriana, Iturraspe Rodolfo. 2002. "Conceptual Patterns for Water Resources Information Systems". Publicado en *Journal of Computer Science and Technology* Vol. 3 - No. 1 - April 2003 - ISSN: 1666-6038, Pages 20-26.
- Apperley, Hofman, Latchem *Service- and Component-based Development: Using the Select Perspective and UML* Addison Wesley, 2003
- Urciuolo, A., Iturraspe, R. and Parson, A., 2004. Conceptual microarchitectures for hydrologic simulation models. En: *CLEI Electronic Journal*, ISSN 0717-5000. Vol 7, 1, paper 6, 18pp, Jun 2004. Cecilia Bastarrica ed. <http://www.clei.cl>
- Tanaka S., Nishimura R., Olguín C., 2002 *The Use of the Catalysis Approach in the Construction of a Framework in a N-tier Architecture*. CLEI 2002
- D'Souza Desmond, 1999, *Objects, Components, and Frameworks with UML. The Catalysis Approach*. Addison-Wesley. <http://www.iconcomp.com>
- Cheesman J., Daniels J., *UML Components*. Addison Wesley, 2001
- Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (1999). *The Unified Process Software Development*. Addison-Wesley Publications.
- Wallnau K. (2000) *Software Development Methodology Comparison (UML Components and Catalysis Approach)* CMU 17-652 Methods of Software Development