

JISBD  
2006  
500e

Editors:  
José C. Riquelme, Pere Botella

# Ingeniería del Software y Bases de Datos

Editors:  
José C. Riquelme, Pere Botella



**FIB**



**INTERSYSTEMS**



**Microsoft**



Ingeniería del Software



## **Ingeniería del Software y Bases de Datos**

Actas de las  
XI Jornadas de Ingeniería  
del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

Editores:

José C. Riquelme  
Pere Botella

Publicado por



# Ingeniería del Software y Bases de Datos

Sitges, 3 al 6 de Octubre de 2006

## Comité Ejecutivo JISBD 2006

### Presidente del Comité Organizador

*Pere Botella (Universitat Politècnica Catalunya)*

### Presidente del Comité De Programa

*José C. Riquelme (Universidad de Sevilla)*

### Secretario Comisión Permanente

*Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)*

### Coordinador de Tutoriales

*Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)*

### Coordinador de Talleres

*Antonio Ruiz (Universidad de Sevilla)*

## Ingeniería del Software y Bases de Datos

Primera edición, Septiembre 2006

© Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE)  
Gran Capitán s/n, 08034 Barcelona, España  
[www.cimne.upc.es](http://www.cimne.upc.es)

Impreso por: Artes Gráficas Torres S.A., Morales 17, 08029 Barcelona, España

Depósito legal: B-42461-2006

ISBN: 84-95999-99-4

## Comité de Programa JISBD 2006

Jesús Aguilar (U. Sevilla)  
José F. Aldana (U. Málaga)  
Bárbara Álvarez (U. P. Cartagena)  
María J. Aramburu (U. Jaume I)  
Joao Araujo (U. Nova De Lisboa)  
Orlando Belo (U. Do Minho)  
Rafael Berlanga (U. Jaume I)  
Pere Botella (U. P. Catalunya)  
Nieves Brisaboa (U. Coruña)  
Coral Calero (U. Castilla-La Mancha)  
Carlos Canal (U. Málaga)  
José M. Caverio (U. Rey Juan Carlos)  
Matilde Celma (U. P. Valencia)  
Rafael Corchuelo (U. Sevilla)  
Dolors Costal (U. P. Catalunya)  
Yania Crespo (U. Valladolid)  
Carlos Delgado (U. Carlos III)  
Oscar Díaz (U. País Vasco)  
Javier Dolado (U. País Vasco)  
Joao Falcão e Cunha (U. Porto)  
Xavier Franch (U. P. Catalunya)  
Pablo de la Fuente (U. Valladolid)  
Lidia Fuentes (U. Málaga)  
Mario J. Gaspar da Silva (U. Lisboa)  
Marecla Genero (U. Castilla-La Mancha)  
Juan Gómez (U. Alicante)  
Alfredo Gofí (U. País Vasco)  
Jon Iturriz (U. País Vasco)  
Elena Jurado (U. Extremadura)  
Natalia Juristo (U. P. Madrid)  
Antonia Lopes (U. Lisboa)

## Comité Organizador (U. P. Catalunya)

Alberto Abelló  
Claudia Ayala  
Xavier Burgués  
Jordi Conesa  
Dolors Costal  
Cristina Gómez  
Gemma Grau

Adolfo Lozano (U. Extremadura)  
Henrique Madeira (U. Coimbra)  
Esperanza Marcos (U. Rey Juan Carlos)  
Eduardo Mena (U. Zaragoza)  
Ana Moreira (U. Nova De Lisboa)  
Ana M. Moreno (U. P. Madrid)  
Juan J. Moreno (U. P. Madrid)  
Juan M. Murillo (U. Extremadura)  
Oscar Pastor (U. P. Valencia)  
Ernesto Pimentel (U. Málaga)  
Ángeles Places (U. Coruña)  
Antonio Polo (U. Extremadura)  
Carme Quer (U. P. Catalunya)  
Celia Ramos (U. Algarve)  
Isidro Ramos (U. P. Valencia)  
Isabel Ramos (U. Sevilla)  
Antonio Rito (U. Técnica De Lisboa)  
María J. Rodríguez (U. Granada)  
Francisco Ruiz (Castilla-La Mancha)  
Fernando Sánchez (U. Extremadura)  
Juan Sánchez (U. P. Valencia)  
Sofia Sousa Brito (I. P. Beja)  
Ernest Teniente (U. P. Catalunya)  
Miguel Toro (U. Sevilla)  
Ambrosio Toval (U. Murcia)  
Juan C. Trujillo (U. Alicante)  
Javier Tuya (U. Oviedo)  
Toni Urpi (U. P. Catalunya)  
Antonio Vallecillo (U. Málaga)  
Belén Vela (U. Rey Juan Carlos)

## Revisores Adicionales

Alberto Abelló  
Álvaro E. Prieto  
Amparo Navasa  
Ángel Herranz  
Antônia Mas  
Antonio Cesar Gómez  
Antonio Ruiz  
Arantza Illarramendi  
Artur Boronat  
Cesar J. Acuña  
Clara Benac Earle  
Cristina Vicente Chicote  
Daniel Gomes  
Daniel Jiménez  
Dante Currizo  
Domingo S. Rodríguez-Bacna  
Dulce Domingos  
Eduardo Pérez-Ureta  
Encarna Sosa  
Esperança Amengual  
Fernando Molina  
Fran J. Ruiz-Bertol  
Francisco Gutiérrez  
Francisco J. Lucas  
Francisco J. García-Peñalvo  
Francisco L. Gutiérrez  
Herbert Kuchen  
Isabel Nunes  
Ismael Navas  
Ismael Sanz  
Javier Cámara  
Javier Cubo  
Javier Gutierrez  
Jennifer Pérez  
Jesús Arias  
Joaquín Nicolás  
Jordi Cabot  
Jorge Martínez-Gil  
José Luis Garrido  
José Magno Lopes  
José María Conejero  
José Norberto Mazón  
José Ramón Ríos  
Juan Ángel Pastor

Juan Carlos Preciado  
Juan Manuel Vara  
Julia González  
Lars-Åke Fredlund  
Manuel Serrano  
Marcirio Silveira Chaves  
Mari Carmen Otero  
María del Mar Roldán  
María Esperanza Manso  
María Isabel Sánchez Segura  
María Teresa Gómez  
María Visitación Hurtado  
Marta Tabares  
Martin Solari  
Miguel Ángel Laguna  
Miguel A. Martínez-Aguilar  
Miguel A. Martínez-Prieto  
Miguel A. Pérez Toledano  
Miguel A. Rodríguez Luaces  
Miguel Rodríguez Penabad  
M<sup>a</sup> Ángeles Moraga  
Norberto Díaz-Díaz  
Nuria Medina  
Oscar Dieste  
Paloma Cáceres  
Pascal Poizat  
Patricia Paderewski  
Patricio Letelier  
Pedro J. Muñoz  
Pedro Sánchez-Palma  
Pedro Valderas  
Pepe Carsí  
Rafael Ceballos  
Raquel Trillo  
Raúl Giráldez  
Roberto Rodríguez-Echeverría  
Santiago Melia  
Sergio Ilarri Artigas  
Toñi Reina  
Toufik Taibi  
Valeria de Castro  
Vicente Luque  
Vicente Pelechano  
Xavier Ferré

## Sistema Automático de Revisión (Quercus Software Engineering Group)

Pablo Amaya  
Daniel García

Universidad de Extremadura  
Universidad de Extremadura

### Entidades Patrocinadoras



Facultat d'Informàtica de Barcelona



## Prólogo

La undécima edición de las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se celebró en Sitges (Barcelona) entre el 3 y el 6 de Octubre de 2006. Desde aquellas primeras ediciones del año 1996 en Sevilla y La Coruña, donde las Jornadas de Ingeniería del Software y las de Bases de Datos se celebraron por separado hasta la presente edición se ha recorrido un largo camino. La unificación de las dos líneas en un solo encuentro, primero con estructuras separadas y desde hace dos ediciones con un Comité de Programa único, ha servido para consolidar a la comunidad JISBD como una de las más dinámicas en las tecnologías informáticas, como se demostró en el número de inscritos de la última edición celebrada en el seno del Primer Congreso Español de Informática (CEDI).

Como viene ocurriendo desde la edición del 2001, las JISBD han acogido la celebración, en paralelo y compartiendo algunos actos, de PROLE, las VI Jornadas de Programación y Lenguajes. Ambos eventos son organizados bajo los auspicios de SISTEDES (Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software), sociedad constituida en Granada durante la celebración de CEDI en Septiembre del 2005. Desde la edición de 2006, todas las personas inscritas en JISBD o PROLE serán miembros de SISTEDES hasta la celebración de las siguientes jornadas.

En los diez años transcurridos, las JISBD han servido de foro de encuentro para motivar y servir de acicate al esfuerzo investigador de los participantes. Este impulso ha incrementado de manera muy importante la presencia en foros internacionales de trabajos de investigación de grupos españoles y portugueses. Así se puede consultar en el *ISI Web of Science* que el número de trabajos con las palabras claves "Software Engineering" provenientes de España o Portugal en el año 1996 fue de 3, de 15 en el 2002 y de más de 30 en el 2005. Con palabras claves referidas a Bases de Datos los resultados de crecimiento que se obtienen son similares. Es muy posible que versiones previas de esos trabajos fueron presentadas y, a su vez enriquecidas, en ediciones anteriores de las JISBD. Parece justo pensar que sin la existencia de estas Jornadas no se hubiera conseguido este significativo avance en la presencia internacional de sus participantes.

El presente libro de actas contiene los trabajos seleccionados por el Comité de Programa para la edición de este año 2006. Se recibieron un total de 123 trabajos con la siguiente distribución geográfica: 25 de Latinoamérica, 6 de Portugal, 90 de España, 1 de Francia y 1 de India. El Comité de Programa realizó una ardua tarea de revisión, mediante la cual cada trabajo fue revisado por tres o cuatro expertos, abriéndose posteriormente un debate para los trabajos que presentaban disparidad de criterios. El número final de trabajos seleccionados para publicarse completos fue de 41, considerándose además como interesantes 14 trabajos para su prescutación como artículos cortos de 6 páginas.

Como es habitual de ediciones anteriores fueron dos las conferencias impartidas durante esta edición. La lección inaugural de título *Software Architecture: Past, Present, and Future* fue dictada por el profesor David Garlan de la prestigiosa *Carnegie Mellon University*. El profesor

Garlan es considerado uno de los fundadores del campo de la Arquitectura Software y, en particular, es experto en representación formal y análisis de diseño de arquitecturas. La segunda conferencia titulada *Model Independent Schema and Data Translation* fue pronunciada por el profesor Paolo Atzeni de la *Università Roma Tre*. El profesor Atzeni trabaja en tópicos relacionados con Bases de Datos, ha sido presidente de la *EDBT Association* y actualmente es secretario de la *VLDB Endowment*. Asimismo las dos conferencias de PROLE impartidas por los profesores Eelco Visser y Krzysztof Apt, han sido incluidas en el programa de JISBD.

También como en ediciones anteriores y con una importante participación e interés se desarrollaron los talleres asociados durante el primer día de las Jornadas. Un total de ocho talleres con la presentación y debate de nuevas propuestas en líneas de trabajo diversas como software orientado a aspectos, pruebas del software, sistemas hipermedias, bases de datos o servicios web. Los talleres de JISBD representan la vanguardia de la investigación y semillero de ideas, convirtiéndose en un foro de encuentro imprescindible dentro de las Jornadas. Asimismo, se ha ofrecido un interesante tutorial sobre Líneas de Producto Software por parte de los profesores Oscar Díaz y Salvador Trujillo.

La celebración de las JISBD con tan alto número de participantes obliga a una importante labor desinteresada por parte de muchas personas. En primer lugar a los investigadores que han considerado que las JISBD eran un foro adecuado para presentar sus trabajos y a los distintos organizadores y participantes de los talleres. A los miembros del comité ejecutivo y del comité organizador que han coordinado los talleres y tutoriales, así como los detalles de la organización y celebración del encuentro. A los miembros del grupo Quercus por su, cada año mejor, sistema de revisión de trabajos. También queremos dar las gracias al personal del CIMNE, en especial a Paola Pizzi, por su eficaz soporte en la organización del evento. Finalmente, no hay palabras para agradecer y reconocer el trabajo realizado por el Comité de Programa y los revisores adicionales. Se han realizado 380 revisiones y más de 20 discusiones o debates sobre artículos con discrepancias. Gran parte del éxito de estas Jornadas se debe al tiempo que estos investigadores le han dedicado a esta tarea.

La próxima edición de las JISBD en el 2007 volverá a celebrarse en común con el CEDI en Zaragoza. Les deseamos a sus responsables un nuevo éxito de convocatoria que refleje el buen momento que goza la comunidad investigadora ibero-americana en Ingeniería del Software y Bases de Datos.

Silges, Octubre de 2006  
 José C. Riquelme, Pere Botella (Editores)

## INDICE

### CONFERENCIAS INVITADAS

<b>Model Independent Schema and Data Translation</b>	19
<i>P. Atzeni</i> .....	
<b>Software Architecture: Past, Present and Future</b>	20
<i>D. Garlan</i> .....	

### INGENIERÍA DE PROCESOS

<b>Usabilidad en Entornos MDA: Propuesta y Estudio Empírico</b>	23
<i>S. Abrahao, E. Insfran y J. Vanderdonck</i> .....	
<b>Diagrama Gantt Extendido: Una Representación Gráfica de los Recursos Humanos</b>	34
<i>F. J. Ruiz-Bertol y J. Dolado</i> .....	
<b>De Modelos de Proceso a Modelos Navegacionales</b>	44
<i>C. Solís, J. H. Canós, M. Llavador y M. C. Penadés</i> .....	

### MODELADO DE DATOS I

<b>Indexación de Datos SRTM de Elevación Terrestre. Algoritmos de Carga Masiva en el Árbol Q*</b>	57
<i>F. Rodríguez y M. Barrena</i> .....	
<b>A Methodology for Vertical Integration over Biomedical Knowledge</b>	67
<i>E. Jiménez-Ruiz, R. Berlanga, I. Sanz y R. Danger</i> .....	
<b>Modelado Multidimensional de Almacenes de Datos con MDA</b>	77
<i>J. N. Mazón, J. Pardillo, S. Meliá y J. Trujillo</i> .....	

### MANTENIMIENTO SOFTWARE

<b>Contención de Consultas con Valores Nulos usando el Método CQC</b>	89
<i>G. Rull, C. Farré y T. Urpi</i> .....	
<b>Diseño Sistemático de Pruebas para Consultas XPath utilizando Técnicas de Partición</b>	99
<i>C. de la Riva, J. García-Fanjul y J. Tuya</i> .....	

<b>Testeo de Software con Dos Técnicas Metaheurísticas</b> <i>E. Alba, F. Chicano y S. Janson</i> .....	109
<b>Modelos y Algoritmos para la Generación de Objetivos de Prueba</b> <i>J. J. Gutiérrez, M. J. Escalona, M. Mejias y J. Torres</i> .....	119

### MODELADO DE DATOS II

<b>Intensive Crossovers: Improving Quality in a Genetic Query Optimizer</b> <i>V. Muntés-Mulero, J. Aguilar-Saborit, C. Zuzarte y J-L. Larriba-Pey</i> .....	131
<b>A Calculus and Algebra for Querying Directed Acyclic Graphs</b> <i>S. Santini y A. Gupta</i> .....	141
<b>Especificación Declarativa del Reforzamiento de Restricciones de Asociaciones en Esquemas Conceptuales</b> <i>P. Nieto, A. Santiago, D. Costal y C. Gómez</i> .....	151
<b>Extending ATSQL to Support Temporally Dependent Information</b> <i>C. Martín, M.H. Böhlen y C. López</i> .....	161

### CALIDAD

<b>Experience Measuring Maintainability in Software Product Lines</b> <i>G. Aldekoa, S. Trujillo, G. Sagardui y O. Díaz</i> .....	173
<b>Herramienta de Soporte a la Valoración Rápida de Procesos Software</b> <i>F. Pino, F. García y M. Piattini</i> .....	183
<b>Modelado y Simulación de la Evaluación Heurística de Usabilidad</b> <i>N. Hurtado, M. Ruiz y J. Torres</i> .....	193

### GENERACIÓN AUTOMÁTICA

<b>MCGen: Un Entorno para la Generación Automática de Compiladores de Modelos Específicos de Dominio</b> <i>M. Llavador, J. H. Canós, P. Letelier y C. Solís</i> .....	205
<b>Definición de Operaciones Complejas con un Lenguaje Específico de Dominio en Gestión de Modelos</b> <i>A. Gómez, A. Boronai, L. Hoyos, J. Á. Carsi y I. Ramos</i> .....	215
<b>Transformación de Modelos para el Desarrollo de Bases de Datos Objeto-Relacionales</b> <i>J. M. Vara, B. Vela, J. M. Cavero y E. Marcos</i> .....	225

### MINERÍA DE DATOS

<b>Evaluating Maintenance Cost Computing Algorithms for Multi-Node OLAP Systems</b> <i>J. Loureiro y O. Belo</i> .....	241
<b>Hybrid Evolutionary Data Analysis Technique for Environmental Modeling</b> <i>J. Acosta, A. Nebot y J. M. Fuertes</i> .....	251
<b>RESOP: Un Método para la Reducción de Bases de Datos</b> <i>I. Nepomuceno, J. A. Nepomuceno y R. Ruiz</i> .....	261

### ARQUITECTURAS SOFTWARE I

<b>A Conceptual Framework for Automated Service Trading</b> <i>P. Fernández, M. Resinas y R. Corchuelo</i> .....	273
<b>A Semantic Formalization of UML-RT Models with CSP+T Processes Applicable to Real-Time Systems Verification</b> <i>M.I. Capel, L.E. Mendoza, K. Benghazi y J.A. Holgado</i> .....	283
<b>Asignación Sistemática de Responsabilidades en una Arquitectura de Tres Capas</b> <i>X. Franch, J. Pradel y J. Raya</i> .....	293

### INGENIERÍA DE REQUISITOS I

<b>Una Aproximación basada en Patrones para el Modelado Conceptual de Sistemas Cooperativos</b> <i>J. L. Isla Montes, F. L. Gutiérrez Vela y P. Paderewski Rodríguez</i> .....	305
<b>Aplicación Práctica de un Proceso de Ingeniería de Requisitos de Seguridad</b> <i>D. Mellado, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i> .....	315
<b>Disentangling Crosscutting in AOSD: Formalization based on a Crosscutting Pattern</b> <i>J.M. Conejero, K. van den Berg y J. Hernández</i> .....	325

### INGENIERÍA DE REQUISITOS II

<b>Validación de Modelos usando Escenarios y Prototipado Automático</b> <i>A. Roche, P. Letelier, E. Navarro y M. Llavador</i> .....	337
<b>Hacia la Definición de un Perfil de UML 2.0 para Modelar Requisitos de Seguridad en Procesos de Negocio</b> <i>A. Rodríguez, E. Fernández-Medina y M. Piattini</i> .....	347
<b>Propuesta de un Procedimiento de Selección de Técnicas de Educación de Requisitos</b> <i>D. Carrizo y O. Diez</i> .....	357
<b>A Survey on the Automated Analyses of Feature Models</b> <i>D. Benavides, A. Ruiz-Cortés, P. Trinidad y S. Segura</i> .....	367

## ARQUITECTURAS SOFTWARE II

<b>Replicación Distribuida en Arquitecturas Software orientadas a Aspectos Utilizando Ambientes</b>	379
<i>N. Ali, J. Perez, C. Costa, I. Ramos y J. A. Cursi</i>	
<b>Modularizing Framework Hot Spots using Aspects</b>	389
<i>A. Santos, A. Lopes y K. Koskimies</i>	
<b>Organizational Architectural Styles Specification</b>	400
<i>C. Silva, J. Araújo, A. Moreira, J. Castro, F. Alencar y R. Ramos</i>	
<b>Diseñando Patrones de Coordinación: de Solución Única a Patrón de Coordinación Candidato</b>	411
<i>P. L. Pérez-Serrano y M. Sánchez-Alonso</i>	

## MISCELÁNEA SOFTWARE

<b>La Incertidumbre como Herramienta en la Ingeniería de Software</b>	423
<i>N. Medinilla y I. Gutiérrez</i>	
<b>Un Perfil UML para la Definición de un Lenguaje Gráfico de Transformaciones basado en QVT</b>	433
<i>S. Meliá, J. Gómez, J. L. Serrano y J. N. Mazón</i>	
<b>Generación de Aplicaciones Web basadas en Procesos de Negocio mediante Transformación de Modelos</b>	443
<i>V. Torres, V. Pelechano y P. Giner</i>	
<b>Modelado de la Agregación de Portlets por medio de Statecharts</b>	453
<i>O. Díaz, A. Irastorza, M. Azanza y F. Villoria</i>	

## TRABAJOS CORTOS

<b>Diseño de Modelos de Minería de Clasificación en Almacenes de Datos</b>	465
<i>J. Zubcoff y J. Trujillo</i>	
<b>Ampliación de la Sintaxis y la Semántica de SQL para el Tratamiento de Datos Tipo Restricción</b>	471
<i>M. T. Gómez-López y R. M. Gasca</i>	
<b>A Hypermedia Role-based Access Control Meta-Model</b>	477
<i>D. Sanz, P. Diaz y I. Aedo</i>	
<b>Integrando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Herramienta MDA</b>	483
<i>O. Avila-García, A. Estévez García, E. V. Sánchez Rebull y J. L. Roda García</i>	
<b>Investigando los Beneficios de Pair Designing: Un Estudio Empírico con Profesionales</b>	489
<i>F. García, C. Visaggio, G. Canfora y M. Piattini</i>	
<b>Experiencias en Integración de Métodos Cualitativos y Cuantitativos</b>	495
<i>M. Lázaro, E. Marcos y S. Vegas</i>	

<b>Engineering Automated Negotiations</b>	502
<i>M. Resinas, P. Fernandez y R. Corchuelo</i>	
<b>ROS: Servicio de Optimización Remota</b>	508
<i>E. Alba, J. G. Nieto y F. Chicano</i>	
<b>Evolución de Sistemas orientados a Aspectos utilizando Patrones de Interacción</b>	514
<i>M. A. Pérez Toledano, A. Navasa Martínez, J. M. Murillo Rodríguez y C. Canal Velasco</i>	
<b>Diseño de Primitivas de Reflexión Estructural Eficientes Integradas en SSCLI</b>	520
<i>J. M. Redondo López, F. Ortin Soler y J. M. Cueva Lovelle</i>	
<b>Towards a Methodology for Distributed Requirements Elicitation</b>	526
<i>G. Aranda, V. Vizcaino, A. Cechich y M. Piattini</i>	
<b>A Generic Core MOF Metamodel for AORE</b>	532
<i>P. Sánchez, J. Magno, A. Moreira, L. Fuentes y J. Araújo</i>	
<b>Caracterización de Refactorizaciones para la Implementación en Herramientas</b>	538
<i>C. López, R. Marticorena y Y. Crespo</i>	



código requiere por lo general que el modelo esté suficientemente avanzado, lo cual limita su validación temprana. Por otra parte el contar con un marco formal para la animación nos ofrece ventajas en cuanto a la generación automática del prototipo y el asegurar que su ejecución es consistente respecto de la semántica del modelo.

La herramienta desarrollada, en su estado actual, incluye la siguiente funcionalidad: a) generación automática de prototipos, b) almacenamiento, carga, edición e importación (desde otros modelos) de escenarios c) validación exploratoria y validación automática (ejecución automática de escenarios). Nuestro objetivo a corto plazo es ofrecer nuestra herramienta a la comunidad. Estamos trabajando en otros casos de estudio más complejos y completos para hacer más robusta nuestra herramienta y validar en mayor medida nuestro enfoque.

Existe una iniciativa, orientada a proveer ejecutabilidad a los modelos UML, que ha sido incluida en la especificación UML con el nombre de *Action Semantics* ([www.umlactionsemantics.org](http://www.umlactionsemantics.org)). Estamos estudiando la relación entre el modelo de ejecución de *OASIS* y la propuesta de *Action Semantics* para establecer las posibles correspondencias. Inicialmente, el modelo de ejecución de *OASIS* es bastante más abstracto y no está orientado a la ejecución en un lenguaje de implementación, lo cual es uno de los objetivos principales de *Action Semantics*.

#### REFERENCIAS

- [1] Gibson P. *Formal object oriented requirements: simulation, validation and verification*. European Simulation Multi-conference, Warsaw, Poland, June 1999.
- [2] Letelier P., Ramos I., Sánchez P. and Pastor O. *OASIS 3.0: Object oriented Conceptual Modeling using a Formal Approach*. Servicio Publicaciones UPV, SPUPV-98.4011, 1998.
- [3] Letelier P., Sánchez P. and Ramos I. *Prototyping a requirements specification through an automatically generated concurrent logic program*. First Int. Workshop on Practical Aspects of Declarative Languages, New Mexico, USA, LNCS 1551, pp. 31-45, 1999.
- [4] Letelier P., Sánchez P. *Validation of UML classes through animation*. Proceedings of the International Workshop on Conceptual Modeling Quality (IWCMQ'02), in conjunction with ER 2002, pp. 61-73, Tampere, Finland, Octubre 2002.
- [5] Meyer J.-J.Ch. A different approach to deontic logic: Deontic logic viewed as a variant of dynamic logic. In *Notre Dame Journal of Formal Logic*, vol.29, pp. 109-136, 1988.
- [6] Rolland C., Ben Achour C., Cauvet C., Ralyté J., Sutcliffe A., Maiden N.A.M., Jarke M., Haumer P., Pohl K., Dubois E. and Heymans P. *A Proposal for a Scenario Classification Framework*. Requirements Engineering J., Vol. 3, No. 1, pp.23-47, Springer Verlag, 1998.
- [7] Sánchez P., Letelier P. and Ramos I. *Validation of Conceptual Models by Animation in a Scenario-based Approach*. Proceedings of OOPSLA 2000 Workshop: Scenario-based round-trip engineering, Tarja Systä (Ed.), Report 20, pp. 32-37, Minneapolis. Minncsota USA, 2000. [www.cs.uta.fi/~cstasy/oopsla2000/schedu-1e.html](http://www.cs.uta.fi/~cstasy/oopsla2000/schedu-1e.html).
- [8] Siddiqi J., Morrey N.A.M., Roast C.R. and Ozcan M.B. *Towards quality requirements via animated formal specifications*. Annals of Software Engineering, n.3, 1997.

## HACIA LA DEFINICIÓN DE UN PERFIL DE UML 2.0 PARA MODELAR REQUISITOS DE SEGURIDAD EN PROCESOS DE NEGOCIO

Alfonso Rodríguez<sup>1</sup>, Eduardo Fernández-Medina<sup>2</sup> y Mario Piattini<sup>2</sup>

1: Universidad del Bío Bío, Departamento de Auditoría e Informática,  
 Casilla 447, Chillán, Chile  
 e-mail: [alfonso@ubiobio.cl](mailto:alfonso@ubiobio.cl), [web://www.ubiobio.cl](http://www.ubiobio.cl)

2: Grupo de investigación ALARCOS, Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información,  
 Grupo Mixto de Investigación y Desarrollo de Software UCLM-Soluziona  
 Universidad de Castilla-La Mancha, Paseo de la Universidad, 4 - 13071 Ciudad Real, España  
 e-mail: {Eduardo.FdezMedina, Mario.Piattini}@uclm.es, [web:http://www.uclm.es](http://www.uclm.es)

**Palabras clave:** Procesos de Negocio, Seguridad, Diagramas de Actividad, UML 2.0

**Resumen.** La seguridad es un aspecto crucial para el desempeño de los negocios. Sin embargo, ha sido considerada después de la definición de los procesos de negocio. Por su parte, el modelado de procesos de negocio es fundamental para dirigir y mejorar la forma en que los negocios deben ser conducidos. Además constituyen un buen punto de partida para que los desarrolladores obtengan desde allí los requisitos necesarios para el diseño y construcción del software. Los requisitos de seguridad se pueden expresar en el mismo nivel de abstracción en que se especifican los procesos de negocio. Este trabajo contiene la descripción de un perfil para los diagramas de actividad de UML 2.0 mediante el cual es posible incorporar requisitos de seguridad en el modelado de procesos de negocio. Hemos aplicado nuestra propuesta en un ejemplo de un proceso de negocio típico para la admisión de pacientes en una institución de salud.

### 1. INTRODUCCIÓN

La seguridad se ha convertido en un aspecto central para el desempeño de las organizaciones actuales, toda vez que el objeto protegido es la misión de la mismas, considerando para ello dimensiones de seguridad tales como disponibilidad, integridad, confidencialidad y autenticidad. Por su parte, el enfoque de gestión orientado hacia los procesos de negocio ha resultado ser una buena respuesta para los actuales escenarios, cambiantes y complejos, en que las organizaciones desempeñan su función. Ambas materias constituyen un requisito básico para alcanzar la misión y los objetivos organizacionales en una economía global fuertemente interconectada.

Los procesos de negocio, que han sido definidos como un conjunto de procedimientos o actividades que llevan a cabo, colectivamente, los objetivos o políticas del negocio [1], se han constituido en el elemento fundamental de paradigmas tan importantes como la Reingeniería

de Procesos de Negocios (BPR) y la Gestión de Procesos de Negocio (BPM).

Por su parte, la introducción del comercio electrónico, con el consecuente uso intensivo de comunicaciones y tecnologías de información, propicia escenarios en que las empresas junto con ampliar sus negocios, también aumentan su vulnerabilidad. La consecuencia más inmediata es que, dado el creciente número de ataques sobre los sistemas, es altamente probable que tarde o temprano algún intruso tenga éxito [2]. Esta violación de la seguridad causa pérdidas en las organizaciones, por lo que es necesario proteger sus computadores y sus sistemas de la mejor forma posible. Esto no significa seguridad absoluta, sino un razonable alto nivel de seguridad en relación a las limitaciones que se tienen [3].

Aunque se reconoce la importancia de la seguridad, ésta ha sido a menudo descuidada en el modelado de procesos de negocio, ya que usualmente se concentran en el modelado del proceso propiamente dicho [4]. Esto se debe a que el experto en el dominio del proceso de negocios no es un especialista en seguridad [5]. Tampoco los ingenieros de requisitos están entrenados del todo en seguridad y los pocos que han sido entrenados, sólo tienen una idea general de los mecanismos de la arquitectura de seguridad, tales como claves de acceso y encriptación, en lugar de los requisitos reales de seguridad [6].

En nuestro trabajo proponemos un perfil de UML 2.0 a través del cual es posible incorporar los requisitos de seguridad considerando la perspectiva de analista de negocios. El uso de UML como lenguaje de modelado garantiza la creación de modelos MOF (Meta Object Facility) subordinados y la aplicación del enfoque de MDA (Model Driven Architecture), para poder obtener modelos de ejecución que contengan las especificaciones de seguridad.

Este artículo se encuentra organizado de la siguiente manera; en la Sección 2 se presenta la forma en que se ha especificado la seguridad en el modelado de procesos de negocio, en la Sección 3 se muestran los aspectos más importantes de los diagramas de actividad y perfiles de UML 2.0. En la sección 4 se presenta BPsec, el perfil de UML 2.0 que proponemos para especificar seguridad en procesos de negocio. En la Sección 5 se muestra con un ejemplo la aplicación de nuestra propuesta. Finalmente en la Sección 6 se presentan las conclusiones.

## 2. SEGURIDAD EN PROCESOS DE NEGOCIO

A pesar de la importancia que supone la seguridad para los procesos de negocio, hemos podido detectar dos problemas. El primero tiene relación con el modelado propiamente dicho, que ha resultado inadecuado, ya que generalmente quienes especifican requisitos de seguridad son ingenieros de requisitos que han tendido, accidentalmente, a reemplazarlos por restricciones específicas de arquitectura [6]. Y en segundo lugar, lo que ha resultado ser lo más común, la seguridad ha sido integrada en forma tardía, a menudo durante la implementación real del proceso de manera ad-hoc [4], durante la fase de administración del sistema [7] o simplemente considerada como un servicio externo que será suministrado por un tercero [8]. Esto se explica, en parte, porque, a pesar de ser la seguridad un aspecto transversal que afecta tempranamente a los componentes de una aplicación, no es bien entendida y además hay carencia de herramientas que soporten la ingeniería de seguridad [7].

En la revisión de los trabajos relacionados hemos podido comprobar que en los que tratan la

seguridad directamente relacionada con procesos de negocio [4, 5, 9, 10] y en los que relacionan la seguridad con sistemas de información [7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]; las especificaciones de seguridad por parte de los analistas del negocio están ausentes. Además, y a pesar de que en varios de ellos se utiliza UML para las especificaciones de seguridad, en ninguno de ellos se usan los diagramas de actividad disponibles en la versión 2.0 de UML.

En cuanto a los requisitos, si bien los requisitos funcionales de seguridad tienden a variar entre aplicaciones de diverso tipo, no se puede decir lo mismo de los requisitos de seguridad, ya que cualquier aplicación en un alto nivel de abstracción se tendrá la misma clase de valoración y potencialmente vulnerabilidad de sus activos [18]. Consecuentemente, los requisitos de seguridad que pueden ser especificados en un proceso de negocio son del mismo tipo para todas las organizaciones, debido a que en este nivel no se está pensando en la implementación.

El beneficio de representar tempranamente requisitos, en este caso de seguridad, repercute favorablemente en la calidad del proceso de negocio, ya que le otorga mayor expresividad y mejora la calidad del software pues considera características que, de otro modo, tendrían que ser incorporadas en forma tardía, por lo que se ahorra en costes de mantenimiento y en el coste total del proyecto.

## 3. DIAGRAMAS DE ACTIVIDAD Y PERFILES EN UML 2.0

Uno de los cambios más importantes en la nueva versión de UML se ha producido en los diagramas de actividad [19]. En las versiones previas a UML 2.0, en relación al modelado de actividades, se había restringido la expresividad sólo a la utilización de la orientación a objetos como enfoque para el modelado. Esta deficiencia de las versiones de UML 1.x ha sido considerada en la nueva versión de manera que es posible soportar el modelado de flujos a través de una amplia variedad de dominios [20]. Las actividades han sido rediseñadas para usar una semántica como la de las redes de Petri en vez de la semántica de las máquinas de estado. Entre otros beneficios esto amplía el número de flujos que pueden ser modelados, especialmente los que tienen flujos paralelos [21].

Los diagramas de actividad son los elementos de UML 2.0 usados para representar procesos de negocio y flujos de trabajos [22]. En una actividad se especifica la coordinación de ejecución de una secuencia de unidades subordinadas cuyos elementos individuales son acciones. Las acciones pueden ser ocurrencias de funciones primitivas, invocaciones a comportamiento, acciones de comunicación o manipulación de objetos [21].

La notación gráfica de una actividad, aunque opcional ya que puede ser reemplazada por una notación textual [21], es una combinación de nodos y conectores que permiten formar un flujo completo. Se consideran específicamente nodos de acción, control y objetos. Estos nodos son conectados por flujos de control y de objeto [20].

Por su parte, las extensiones en UML 2.0 se hacen utilizando perfiles. Este mecanismo permite extender los metamodelos existentes para adaptarlos con diferentes propósitos, de modo que, el metamodelo se puede ajustar a diferentes plataformas (por ejemplo: J2EE) o

a distintos dominios (por ejemplo: procesos de negocio). Un Perfil está compuesto por (i) estereotipos que corresponden a un elemento del modelo definido mediante su nombre y la clase base a la que pertenece, (ii) restricciones; que se aplican al estereotipo con el objeto de indicar limitaciones y (iii) valores etiquetados que son meta-atributos adicionales que se asignan al estereotipo y son especificados como el par nombre-valor. Las extensiones de diagramas de actividad de UML 2.0, relacionadas con la representación de procesos de negocio, se encuentran ausentes en la literatura. Sólo se encontraron trabajos que extienden UML 2.0 para representar: características adicionales de los procesos de negocio [23], relaciones con almacenes de datos [24] o ciertas restricciones de recursos cuando se lleva a cabo una actividad [22]. En todos estos trabajos se extiende UML con perfiles agregando estereotipos al metamodelo.

**4. PERFIL DE DIAGRAMAS DE ACTIVIDAD DE UML 2.0 PARA ESPECIFICAR SEGURIDAD EN PROCESOS DE NEGOCIO**

Para la presentación de la propuesta que permite incorporar requisitos de seguridad en el modelado de procesos de negocio usando diagramas de actividad se han creado dos paquetes que forman parte del perfil BPsec (Procesos de Negocio Seguros). Dicho perfil requiere de determinados tipos de datos para complementar la especificación de los estereotipos que contiene. Los tipos de datos definidos en el paquete Types BPsec se detallan a continuación:

- *SecReqType*: Es un tipo de requisito de seguridad. Se caracteriza con NR para no repudio, AD para detección de ataques y amenazas, I para integridad, P para privacidad o AC para control de acceso.
- *PerOperations*: Es una enumeración de los posibles permisos que pueden ser otorgados sobre los objetos de un diagrama de actividad.
- *ProtectDegree*: Representa un nivel de criticidad. Puede tomar los valores (h) alto, (m) medio o (l) bajo.
- *PrivacyType*: Tiene que ver con (a) anonimato y (c) confidencialidad
- *AuditingValues*: Representa los eventos relacionados con la especificación de requisitos de seguridad. El registro de estos eventos será usado posteriormente para llevar a cabo la auditoría de seguridad.

Los nuevos tipos de datos (estereotipos) han sido derivados de la clase Enumeration. Se utilizan para la especificación de las restricciones y valores etiquetados asociados a cada requisito de seguridad. En la Figura 1 se muestra el metamodelo del perfil BPsec y los elementos que componen el paquete TypesBPsec.

La clase «SecureActivity» ha sido heredada de Activity por lo que mantiene todas las relaciones de ésta con los elementos del diagrama de actividad definido en el metamodelo de UML 2.0. «SecureActivity» debe estar asociada a la clase «SecurityRequirement» que ha sido definida para contener los requisitos de seguridad que pueden ser especificados en el diagrama de actividad. Por ello la clase «SecureActivity» no tiene sentido sin una especificación de alguno de los requisitos de seguridad que han sido definidos.

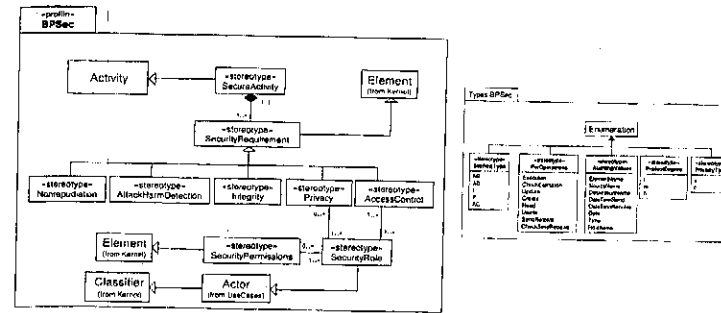


Figura 1: Metamodelo del perfil BPsec

Los requisitos de seguridad sólo pueden ser representados en algunos de los elementos del Diagrama de Actividad de UML 2.0, ya que determinadas combinaciones pueden resultar inapropiadas. La relación de los nuevos estereotipos con los elementos del diagrama de actividad se muestra en la Tabla 1.

Estereotipos de BPsec	Elementos del diagrama de actividad de UML 2.0					
	Activity	Activity Partition	Interrupible Activity Region	Action	Data StoreNode	Object Flow
Nonrepudiation						
AttackHarmDetection	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Integrity					✓	✓
Privacy		✓	✓			
AccessControl	✓	✓	✓			
SecurityPermissions	✓					
SecurityRole				✓	✓	✓

Tabla 1: Estereotipos de BPsec y los elementos del diagrama de actividad

A continuación se presenta una especificación detallada de los estereotipos de BPsec (ver Tabla 2). Para ello se usa una tabla en la que se muestran los atributos: nombre, clase base, descripción, notación (opcional), restricciones y valores etiquetados (opcional).

Nombre:	SecureActivity	
Clase Base:	Activity	
Descripción:	Una actividad segura contiene especificaciones relacionadas con requisitos de seguridad, identificación de roles y permisos.	
Restricciones:	Debe estar asociada a lo menos con un requisito de seguridad <code>context SecureActivity Inv: self.SecurityRequirement-&gt;size()=1</code>	
Nombre:	SecurityRequirement	
Clase Base:	Element (from Kernel)	Notación
Descripción:	Es una clase abstracta que contiene las especificaciones de los requisitos de seguridad en que cada requisito debe ser especificado como una de sus subclases	
Restricciones:	Debe estar asociada lo menos con una actividad segura <code>context SecureActivity Inv: self.SecurityRequirement-&gt;size()&gt;=1</code>	
Val. Etiquetados:	SecurityRequirementType: SecReqType	

Nombre	Nonrepudiation	Notación
Clase Base	SecurityRequirement	
Descripción	Establece el grado en que se evita la negación de cualquier aspecto de la interacción (mensaje, transacción, transmisión de datos). Un requisito de auditoría puede ser especificado por medio de comentarios.	
Restricciones	Válido sólo para los elementos del diagrama de actividad especificados en la Tabla 1	
Val. Etiquetados	AvNr: AuditingValues <b>context</b> Nonrepudiation inv: self.AvNr="ElementName" or self.AvNr="SourceName" or self.AvNr="DestinationName" or self.AvNr="DateTimeSend" or self.AvNr="DateTimeReceive"	
Nombre	AttackHarmDetection	Notación
Clase Base	SecurityRequirement	
Descripción	Es el grado en que es detectada, registrada y notificada una tentativa de ataque o un ataque exitoso (o el daño resultante). Un requisito de auditoría puede ser especificado por medio de comentarios.	
Restricciones	Válido sólo para los elementos del diagrama de actividad especificados en la Tabla 1	
Val. Etiquetados	AvAD: AuditingValues <b>context</b> AttackHarmDetection inv: self.AvAD="ElementName" or self.AvAD="Date" or self.AvAD="Time"	
Nombre	Integrity	Notación
Clase Base	SecurityRequirement	
Descripción	Corresponde al grado en que los componentes son protegidos de corrupción intencional y no autorizada. La especificación de integridad se debe complementar con el grado en que se desea proteger los activos (alto, medio o bajo). Un requisito de auditoría puede ser especificado por medio de comentarios.	
Restricciones	Válido sólo para los elementos del diagrama de actividad especificados en la Tabla 1 El grado de protección debe especificarse agregando una letra minúscula de acuerdo con el valor etiquetado PDI PDI: ProtectDegree	
Val. Etiquetados	AvI: AuditingValues <b>context</b> Integrity inv: self.AvI="ElementName" or self.AvI="Date" or self.AvI="Time"	
Nombre	Privacy	Notación
Clase Base	SecurityRequirement	
Descripción	Es el grado en que se impide a las partes no autorizadas obtener información sensible. Un requisito de auditoría puede ser especificado por medio de comentarios.	
Restricciones	Válido sólo para los elementos del diagrama de actividad especificados en la Tabla 1 Un requisito de privacidad debe tener asociado una especificación de rol <b>context</b> Privacy inv: self.SecurityRole -> size() = 1 El tipo de privacidad debe ser especificado agregando una letra minúscula de acuerdo con el valor etiquetado Pv. Si no se especifica un tipo de privacidad se asume que se requiere anonimato y privacidad <b>context</b> Privacy inv: self.SecurityRole -> size() = 1	
Val. Etiquetados	Pv: PrivacyType AvPv: AuditingValues <b>context</b> Privacy inv: self.AvPv="RoleName" or self.AvPv="Date" or self.AvPv="Time"	
Nombre	AccessControl	Notación
Clase Base	SecurityRequirement	
Descripción	Establece la necesidad de definir y/o intensificar los mecanismos de control de acceso para restringir el acceso a un determinado componente de un diagrama de actividad. Un requisito de auditoría puede ser especificado por medio de comentarios.	
Restricciones	Válido sólo para los elementos del diagrama de actividad especificados en la Tabla 1 Este requisito es válido solo si se especifica a lo menos un rol seguro <b>context</b> AccessControl inv: self.SecurityRole -> size() >= 1	
Val. Etiquetados	AvAC: AuditingValues <b>context</b> AccessControl inv: self.AvAC="RoleName" or self.AvAC="Date" or self.AvAC="Time"	
Nombre	SecurityRole	
Clase Base	Actor (from UseCases)	
Descripción	Contiene la especificación de determinado rol. Los roles deben ser obtenidos a partir de las especificaciones de control de acceso y/o privacidad.	
Restricciones	Un rol puede ser obtenida desde una Activity, ActivityPartition y/o InterruptibleActivityRegion Debe estar asociada con una especificación de control de acceso y puede estar asociado con especificaciones de privacidad y permisos. <b>context</b> SecurityRole inv: self.AccessControl -> size() >= 1 <b>context</b> SecurityRole inv: self.Privacy -> size() = 0 <b>context</b> SecurityRole inv: self.SecurityPermission -> size() >= 0	

Nombre	SecurityPermission
Clase Base	Element (from Kernel)
Descripción	Contiene las especificaciones de permisos. Una especificación de permiso debe contener los detalles acerca de los objetos y las posibles operaciones que se pueden realizar sobre ellos.
Restricciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe estar asociada con una especificación de rol <b>context</b> SecurityPermission inv: self.SecurityRole -&gt; size() &gt;= 1</li> <li>Debe estar asociada con Actions, DataStoreNode or ObjectFlow <b>context</b> SecurityPermissions inv: self.Actions.size+self.DataStoreNode.size+self.ObjectFlow.size=1</li> <li>Debe estar asociada a un par Objeto-Operación <b>context</b> SecurityPermissions inv: <ul style="list-style-type: none"> <li>if self.Actions-&gt;size()=1 then self.SecPerOperations="Execution" or self.SecPerOperations="Checkexecution"</li> <li>endif</li> <li>if self.Datastorenode-&gt;size()=1 then self.SecPerOperations="Update" or self.SecPerOperations="Create" or self.SecPerOperations="Read" or self.SecPerOperations="Delete"</li> <li>endif</li> <li>if self.Objectflow-&gt;size()=1 then self.SecPerOperations="Sendreceive" or self.SecPerOperations="Checksendreceive"</li> <li>endif</li> </ul> </li> </ul>
Val. Etiquetados	SecurityPermissionOperation: SecPerOperations

Tabla 2: Descripción detallada de los estereotipos de BPsec

Los estereotipos que componen BPsec permiten a los analistas de negocios incorporar requisitos de seguridad a la descripción del proceso de negocio. Los analistas de seguridad podrán, con los elementos descritos en BPsec, refinar las especificaciones de seguridad o agregar nuevas.

## 5. EJEMPLO ILUSTRATIVO

Las especificaciones de seguridad sobre el ejemplo ilustrativo pueden verse en la Figura 2. El analista de negocios ha especificado «Privacy» (confidencialidad) para la partición «Paciente», esto apunta a prevenir la obtención, por parte de terceras personas, de información sensible respecto de los pacientes.

«Nonrepudiation» ha sido especificado sobre el flujo de control que va desde la acción «Llenar solicitud de admisión» hacia las acciones «Capturar información de seguros» y «Verificar información clínica» con el objeto de impedir la negación de la recepción del documento «Solicitud de admisión». «AccessControl» fue definido en la región que comprende las secciones «Admisión» y «Contabilidad» por lo que es posible obtener un rol del tipo «SecurityRole» a partir de esta especificación.

La especificación de «AccessControl» ha sido complementada con especificaciones de auditoría de seguridad por lo que será necesario registrar el nombre del rol, la fecha y la hora de todos los accesos que se realicen sobre la región.

El requisito de «Integrity» (alto) se especificó para el almacén de datos «Ficha Clínica». Finalmente, el analista de negocio ha especificado «AttackHarmDetection» sobre el almacén de datos «Evaluación médica» con requisitos de auditoría. Esto quiere decir que se debe registrar el nombre del elemento (en este caso almacén de datos), fecha y hora en que suceden los eventos relacionados con intentos de ataque o daños.

La especificación de control de acceso en la región da origen a la especificación de

permisos considerando un par Objeto-Operación, de manera que resulte natural el uso de esta información para la especificación de políticas de control de acceso basadas en roles (RBAC). En el ejemplo es posible identificar el rol Admisión/Contabilidad derivado de las particiones "Admisión" y "Contabilidad". Las acciones identificadas son "Capturar información de seguros" con permiso de *Execution*, "Llenar información de costos" con permiso de *CheckExecution*, "Verificar información clínica" con permiso de *Execution* y "Crear nueva ficha clínica" con permiso de *Execution*. Además el almacén "Datos contables" con permiso de *Update*.

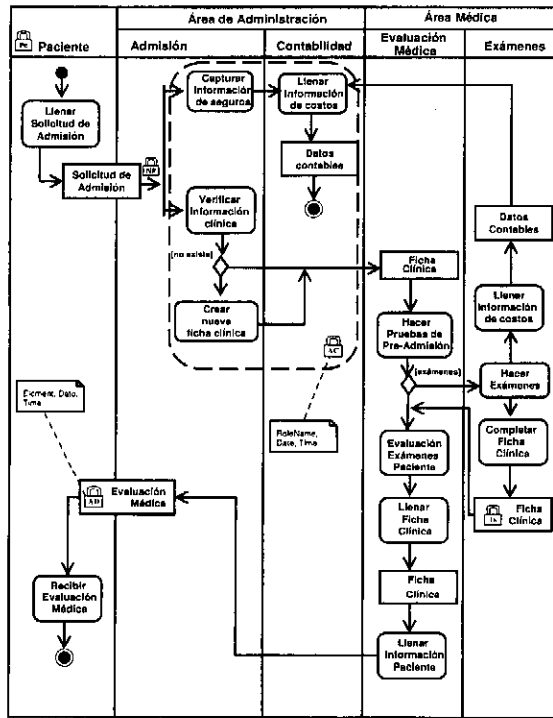


Figura 2: Atención de pacientes con seguridad (Diagramas de Actividad de UML 2.0)

## 6. CONCLUSIONES

La mejora que ha experimentado la última versión de UML en relación a los diagramas de actividad permite considerar requisitos de seguridad en tempranas etapas del desarrollo de sistemas. En este trabajo hemos presentado un perfil con el cual es posible especificar requisitos de seguridad en los diagramas de actividad. Esto permite ampliar la expresividad de los diagramas de actividad permitiendo además hacer una descripción del modelo del negocio más completa. Los pasos siguientes de esta investigación deben orientarse a la aplicación del enfoque MDA, de manera que sea posible pasar a modelos más concretos (por ejemplo, modelos de ejecución) que incluyan los requisitos de seguridad. Para ello, el trabajo futuro debe estar encaminado a enriquecer la especificación de la extensión de UML 2.0 complementándola con Reglas de Buena Formación y especificaciones de restricciones usando OCL (Object Constraints Language).

## 7. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es parte de los proyectos DIMENSIONS (PBC-05-012-1) y MISTICO (PBC06-0082), ambos parcialmente financiados por el FEDER y por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, España y COMPETISOFT concedido por CYTED.

## REFERENCIAS

- [1] WfMC, *Workflow Management Coalition: Terminology & Glossary*, (1999) 65 p.
- [2] G. Quirchmayr, *Survivability and Business Continuity Management*, ACSW Frontiers 2004 Workshops, Dunedin, New Zealand, (2004), pp. 3-6.
- [3] A. Zuccato, *Holistic security requirement engineering for electronic commerce*, *Computers & Security*, Vol. 23 (1), (2004), pp. 63-76.
- [4] M. Backes, B. Pfizmann, y M. Waider, *Security in Business Process Engineering*, International Conference on Business Process Management (BPM), Eindhoven, The Netherlands., (2003), pp. 168-183.
- [5] G. Herrmann y G. Pernul, *Viewing Business Process Security from Different Perspectives*, 11th International Bled Electronic Commerce Conference, Slovenia., (1998), pp. 89-103.
- [6] D. Firesmith, *Engineering Security Requirements*, *Journal of Object Technology*, Vol. 2 (1), January-February, (2003), pp. 53-68.
- [7] T. Lodderstedt, D. Basin, y J. Doser, *SecureUML: A UML-Based Modeling Language for Model-Driven Security*, The Unified Modeling Language, 5th International Conference., Dresden, Germany., (2002), pp. 426-441.
- [8] A. Maña, D. Ray, F. Sánchez, y M. I. Yagüe, *Integrando la Ingeniería de Seguridad en un Proceso de Ingeniería Software*, VIII Reunión Española de Criptología y Seguridad de la Información, RECSI, Leganés, Madrid, España, (2004), pp. 383-392.
- [9] A. W. Röhm, G. Pernul, y G. Herrmann, *Modelling Secure and Fair Electronic*



- Commerce, 14th. Annual Computer Security Applications Conference, Scottsdale, Arizona, (1998), pp. 155-164.
- [10] J. L. Vivas, J. A. Montenegro, y J. Lopez, *Towards a Business Process-Driven Framework for security Engineering with the UML*, Information Security: 6th International Conference, ISC, Bristol, U.K., (2003), pp. 381-395.
- [11] H. Abie, D. B. Aredo, T. Kristoffersen, S. Mazaher, y T. Raguin, *Integrating a Security Requirement Language with UML*, 7th International Conference, The UML: Modelling Languages and Applications, Lisbon, Portugal., (2004), pp. 350-364.
- [12] C. Artelsmair y R. Wagner, *Towards a Security Engineering Process*, The 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Orlando, Florida, USA, (2003), pp. 22-27.
- [13] D. Basin, J. Doser, y T. Lodderstedt, *Model driven security for process-oriented systems*, SACMAT 2003, 8th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies, Villa Gallia, Como, Italy, (2003).
- [14] J. Jürjens, *Secure Systems Development with UML*, (2004) 309 p.
- [15] H. Mouratidis, P. Giorgini, y G. A. Manson, *When security meets software engineering: a case of modelling secure information systems*, *Information Systems*, Vol. 30 (8), (2005), pp. 609-629.
- [16] M. T. Siponen, *Analysis of modern IS security development approaches: towards the next generation of social and adaptable ISS methods*, *Information and Organization*, Vol. 15, (2005), pp. 339-375.
- [17] M. Zulkernine y S. I. Ahamed, *Software Security Engineering: Toward Unifying Software Engineering and Security Engineering*, in *Enterprise Information Systems Assurance and Systems Security: Managerial and Technical Issues*, Idea Group, Ed.: M. Warkentin & R. Vaughn, (2006), pp. 215-232.
- [18] D. Firesmith, *Specifying Reusable Security Requirements*, *Journal of Object Technology*, Vol. 3 (1), January-February., (2004), pp. 61-75.
- [19] H. Störte, *Semantics and Verification of Data Flow in UML 2.0 Activities*, *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, Vol. 127 (4), (2005), pp. 35-52.
- [20] C. Bock, *UML 2 Activity and Action Models*, *Journal of Object Technology*, Vol. 2 (4), July-August, (2003), pp. 43-53.
- [21] Object Management Group, *Unified Modeling Language: Superstructure: version 2.0*, formal/05-07-04, 2005.
- [22] A. Kalnins, J. Barzdins, y E. Celms, *UML Business Modeling Profile*, Thirteenth International Conference on Information Systems Development, Advances in Theory, Practice and Education, Vilnius, Lithuania, (2004), pp. 182-194.
- [23] B. List y B. Korherr, *A UML 2 Profile for Business Process Modelling*, 1st International Workshop on Best Practices of UML (BP-UML 2005) at ER-2005, Klagenfurt, Austria, (2005).
- [24] V. Stefanov, B. List, y B. Korherr, *Extending UML 2 Activity Diagrams with Business Intelligence Objects*, 7th International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK2005), Copenhagen, Denmark, (2005).

## PROPUESTA DE UN PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE EDUCIÓN DE REQUISITOS

Dante Carrizo<sup>1</sup> y Oscar Dieste<sup>2</sup>

1: Departamento Sistemas Informáticos y Computación  
 Facultad de Informática  
 Universidad Complutense de Madrid  
 C/ Prof. José García Santesmases s/n, 28040, Madrid, España  
 Email: dcarrizo@fdi.ucm.es

2: Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software  
 Facultad de Informática  
 Universidad Politécnica de Madrid  
 Avda. Montepríncipe s/n, 28040, Boadilla del Monte, 28660, España  
 Email: odieste@fdi.ucm.es

**Palabras clave:** Ingeniería de Requisitos, Técnicas de Educación, Atributos Contextuales.

**Resumen.** *La Ingeniería de Requisitos puede hacer uso de una gran cantidad de técnicas para educir las necesidades de los usuarios. No obstante, actualmente apenas existen guías y criterios prácticos para realizar la selección de técnicas más adecuadas en un proyecto de desarrollo particular. En este artículo se presenta un marco que ayude a ingenieros de requisitos a enfrentarse al proceso de educación en un determinado Contexto Situacional. Este marco requiere de la determinación de: los Factores Contextuales (atributos que influyen en la decisión), la Adecuación de las técnicas, y la Función de Evaluación (procedimiento de selección de técnicas).*

### 1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de requisitos es el proceso sistemático de desarrollar requisitos a través de un proceso iterativo y cooperativo de adquisición de información acerca del dominio del problema, documentando las observaciones resultantes en una variedad de formatos de representación, y chequeando la precisión del entendimiento ganado [1]. La correcta realización de la actividad de requisitos es vital para la calidad del producto final [2] [3]. No obstante, una somera revisión de las investigaciones en Ingeniería de Requisitos permite entrever que la mayoría de los trabajos realizados hacen referencia a métodos o técnicas de modelado y especificación de requisitos [4], descuidando en consecuencia todo lo referido al modo en que se deben obtener esos requisitos.

Para la obtención de requisitos, se han definido un buen número de técnicas de educación [5] pero, en contrapartida, no existen criterios claros acerca de cuándo aplicar dichas técnicas en la práctica [6] [7]. Más específicamente, la dificultad reside no en cómo utilizar las técnicas de educación, sino cuándo o en qué circunstancias dichas técnicas son