

Patrocinadores



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



GOBIERNO DE ARAGON
Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad

Entidades Organizadoras

- Adaspain.
- Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUU).
- Asociación de Técnicos Informáticos (ATI).
- Asociación Española para la Inteligencia Artificial (AEPiA).
- Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO).
- Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE).
- Ayuntamiento de Zaragoza.
- Capítulo Español de la IEEE Computational Intelligence Society.
- Comité Español de Automática (CEA).
- Conferencia de Decanos y Directores de Informática (CODDI) de las Universidades Españolas.
- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.
- European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT).
- Federación de Asociaciones de Ingenieros en Informática (AI2).
- W3C España (World Wide Web Consortium).
- Programa Nacional de Tecnologías Informáticas - Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Red Española de Metaheurísticas.
- Red Española de Minería de Datos y Aprendizaje.
- Sección Española de la European Association for Computer Graphics (EUROGRAPHICS).
- Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores (SARTECO).
- Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo del Software (SISTEDES).
- Universidad de Zaragoza.

CEDI 2007 XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos | JISBD'07 |

CEDI 2007

II CONGRESO ESPAÑOL DE INFORMÁTICA ZARAGOZA SPAINI

AUDITORIO PALACIO DE CONGRESOS
11 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2007

XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

| JISBD'07 |



EDITOR

Xavier Franch

ISBN: 978-84-9732-595-0

Patrocinadores



Entidades Organizadoras

- Adaspain.
- Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUU).
- Asociación de Técnicos Informáticos (ATI).
- Asociación Española para la Inteligencia Artificial (AEPiA).
- Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO).
- Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE).
- Ayuntamiento de Zaragoza.
- Capítulo Español de la IEEE Computational Intelligence Society.
- Comité Español de Automática (CEA).
- Conferencia de Decanos y Directores de Informática (CODDI) de las Universidades Españolas.
- Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.
- European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT).
- Federación de Asociaciones de Ingenieros en Informática (AI2).
- W3C España (World Wide Web Consortium).
- Programa Nacional de Tecnologías Informáticas - Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Red Española de Metaheurísticas.
- Red Española de Minería de Datos y Aprendizaje.
- Sección Española de la European Association for Computer Graphics (EUROGRAPHICS).
- Sociedad de Arquitectura y Tecnología de Computadores (SARTECO).
- Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo del Software (SISTEDS).
- Universidad de Zaragoza.

ISBN: 978-84-9732-595-0

CEDI 2007 XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos | JISBD'07 |

CEDI 2007

II CONGRESO ESPAÑOL
DE INFORMÁTICA
ZARAGOZA SPAINI

AUDITORIO PALACIO DE CONGRESOS
11 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 2007

XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

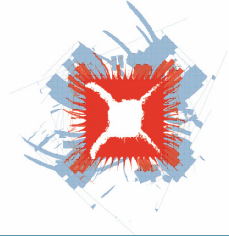
| JISBD'07 |



EDITOR

Xavier Franch

CEDI 2007
II CONGRESO ESPAÑOL
DE INFORMÁTICA
Nuevos retos
científicos y tecnológicos
en Ingeniería Informática
ZARAGOZA SPAIN
DEL 11 AL 14 DE SEPTIEMBRE



ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS

EDITOR

Xavier Franch

PATROCINA

INTERSYSTEMS

COLABORA

THOMSON
—★—™



ACTAS DE LAS XII JORNADAS DE INGENIERÍA DEL SOFTWARE Y BASES DE DATOS (JISBD'07)

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier otro medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Derechos reservados ©2007 respecto a la primera edición en español, por LOS AUTORES
Derechos reservados ©2007 International Thomson Editores Spain, S.A.

Magallanes, 25; 28015 Madrid, ESPAÑA
Teléfono 91 4463350
Fax: 91 4456218
clientes@parainfo.es

ISBN: 978-84-9732-595-0
Depósito legal: M-

Maquetación: Los Editores
Coordinación del proyecto: @LIBROTEX
Portada: Estudio Dixi
Impresión y encuadernación: FER Fotocomposición, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA-PRINTED IN SPAIN

Comité Ejecutivo

Presidente del Comité de Programa

Xavier Franch (Universitat Politècnica de Catalunya)

Secretario de la Comisión Permanente

Mario Piattini (Universidad de Castilla-La Mancha)

Coordinadora de Tutoriales

Ana M. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)

Coordinador de Talleres

Vicente Pelechano (Universidad Politécnica de Valencia)

Coordinador de Demostraciones

Antonio Vallecillo (Universidad de Málaga)

Coordinador de la Sesión de Divulgación de Trabajos Relevantes ya Publicados

Oscar Díaz (Universidad del País Vasco)

Composición y Maquetación de Actas

Jordi Marco (Universitat Politècnica de Catalunya)

Organización y Relaciones con CEDI 2007

Fran J. Ruiz (Universidad de Zaragoza)

M. Elena Gómez (Universidad de Zaragoza)

Javier Tuya (Universidad de Oviedo)

Comité Organizador

Presidente del CEDI

Alberto Prieto (Universidad de Granada)

Presidente del Comité Científico

Juan J. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid)

Presidente del Comité Organizador CEDI 2007

Victor Viñals (Universidad de Zaragoza)

Coordinador de Actividades Plenarias CEDI 2007

José Duato (Universidad Politécnica de Valencia)

Secretario del CEDI 2007

José A. Castellanos (Universidad de Zaragoza)

José A. Bañares (Universidad de Zaragoza)

Comité de Programa

Alberto Abelló, Univ. Polit. Catalunya	Jon Iturrioz, Univ. País Vasco
Silvia Abrahão, Univ. Polit. Valencia	Natalia Juristo, Univ. Polit. Madrid
Jesus Aguilar, Univ. Sevilla	Patricio Letelier, Univ. Polit. Valencia
José Aldana, Univ. Málaga	Antonia Lopes, Univ. Lisboa
Bárbara Álvarez, Univ. Polit. Cartagena	Adolfo Lozano, Univ. Extremadura
María J. Aramburu, Univ. Jaume I	Esperanza Marcos, Univ. Rey Juan Carlos
João Araújo, Univ. Nova de Lisboa	Eduardo Mena, Univ. Zaragoza
Orlando Belo, Univ. do Minho	Ana Moreira, Univ. Nova de Lisboa
Rafael Berlanga, Univ. Jaume I	Juan J. Moreno, Univ. Polit. Madrid
Pere Botella, Univ. Polit. Catalunya	Juan M. Murillo, Univ. Extremadura
Nieves Brisaboa, Univ. Coruña	Oscar Pastor, Univ. Polit. Valencia
Isabel S. Brito, Inst. Polit. Beja	Antonio Polo, Univ. Extremadura
Coral Calero, Univ. Castilla-La Mancha	Carme Quer, Univ. Polit. Catalunya
Carlos Canal, Univ. Málaga	Celia Ramos, Univ. Algarve
José M. Cavero, Univ. Rey Juan Carlos	Isidro Ramos, Univ. Polit. Valencia
Matilde Celma, Univ. Polit. Valencia	José Riquelme, Univ. Sevilla
Rafael Corchuelo, Univ. Sevilla	Antonio Rito, Univ. Técnica de Lisboa
Dolors Costal, Univ. Polit. Catalunya	Antonio Ruíz, Univ. Sevilla
Yania Crespo, Univ. Valladolid	Francisco Ruíz, Univ. Castilla-La Mancha
Oscar Dieste, Univ. Polit. Madrid	José Samos, Univ. Granada
Javier Dolado, Univ. País Vasco	Fernando Sánchez, Univ. Extremadura
João Falcão e Cunha, Univ. Porto	Juan Sánchez, Univ. Polit. Valencia
Pablo de la Fuente, Univ. Valladolid	Ernest Teniente, Univ. Polit. Catalunya
Lidia Fuentes, Univ. Málaga	Miguel Toro, Univ. Sevilla
Mario Gaspar da Silva, Univ. Lisboa	Ambrosio Toval, Univ. Murcia
Marcela Genero, Univ. Castilla-La Mancha	Juan C. Trujillo, Univ. Alicante
Cristina Gómez, Univ. Polit. Catalunya	Javier Tuya, Univ. Oviedo
Jaime Gómez, Univ. Alicante	Belén Vela, Univ. Rey Juan Carlos
Alfredo Goñi, Univ. País Vasco	Cristina Vicente, Univ. Polit. Cartagena
Juan Hernández, Univ. Extremadura	

Comité Asesor para la Selección de Trabajos de Prestigio

Oscar Díaz (Presidente), Univ. País Vasco	Neil A.M. Maiden, City Univ. London
Alan Davis, Univ. of Colorado	Timos Sellis, Nat. Technical Univ. Athens

Revisores Adicionales

César J. Acuña
Amaia Aguirregoitia
Diego Alonso
David Benavides
Jordi Cabot
Paloma Cáceres
Javier Cámara
Dante Carrizo
Pedro J. Clemente
Jose M. Conejero
Javier Cubo
Norberto Díaz
Amador Durán
Sergio España
Mauricio Espinoza
Ismael Etxeberria
Antonio Fariña
Raul Fernandez
L. Fredlund
Antonielly Garcia
Antonio Cesar Gómez
Ángel Herranz
Sergio Ilarri
Miguel Ángel Laguna
Maria Lencastre
Marta López
Francisco Javier Lucas
María Esperanza Manso
Julio Mariño
José Manuel Marqués
Francisco Martínez
Jorge Martínez

Miguel Ángel Martínez
Fernando Molina
Ana M. Moreno
Elena Navarro
Ismael Navas
Isabel Nepomuceno
Juan A. Nepomuceno
Joaquín Nicolás
Guadalupe Ortiz
Juan Angel Pastor
Joaquin Peña
Jenifer Pérez
Juan Manuel Pérez
Beatriz Pontes
Álvaro Prieto
Antonia M. Reina
Domingo Savio Rodríguez
Roberto Rodríguez
Oscar Romero
Fran J. Ruiz
Angeles Saavedra
Gwen Salaün
Pedro Sánchez
André L. Santos
Diego Seco
Jesús Serrano
Encarna Sosa
Toufik Taibi
Raquel Trillo
José Antonio Troyano
Juan Manuel Vara

Sistema Automático de Revisión

Quercus Software Engineering Group

Jose Javier Berrocal Universidad de Extremadura

Conferencia auspiciada por



Prólogo

Respondiendo a su cita anual, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) se han celebrado en Zaragoza, entre el 11 y el 14 de septiembre de 2007. Las Jornadas representan un punto de encuentro de la comunidad investigadora en ingeniería del software y en bases de datos. En sus inicios se celebraron dos eventos diferenciados, las Jornadas de Ingeniería del Software y las Jornadas sobre Investigación y Docencia en Bases de Datos. Posteriormente, en 1999, ambos eventos se unificaron en uno solo, reflejando la interrelación existente entre estas disciplinas. En esta duodécima edición, las Jornadas han constituido, una vez más, un punto de encuentro en el que profesionales y académicos de España, Portugal y Latinoamérica, de ambos campos, han podido compartir experiencias y resultados entre distintos grupos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Actualmente, JISBD es un evento auspiciado por Sociedad de Ingeniería del Software y Tecnologías de Desarrollo de Software (SISTEDES, <http://www.sistedes.org>). Entre los fines de dicha organización destacan el de promover la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología entre los distintos agentes involucrados en el avance las tecnologías del Software y el de fomentar actividades con otras asociaciones nacionales e internacionales con fines similares, consiguiendo así proporcionar una mayor visibilidad a la investigación de sus asociados.

Al igual que en 2005, las XII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos se han realizado en el marco del II Congreso Español de Informática (CEDI 2007). Esto ha permitido a los participantes de las Jornadas participar en las diversas actividades de CEDI de interés para toda la comunidad de investigación en Informática, tales como conferencias invitadas y mesas redondas. La celebración cada dos años de JISBD en el marco de CEDI encaja con los objetivos citados de dicha organización.

Este volumen recoge los trabajos seleccionados por el Comité de Programa de JISBD'07. Se recibieron un total de 87 contribuciones de 9 países: España, Portugal, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, México y Venezuela. Cada contribución fue revisada por tres miembros del Comité de Programa. Posteriormente, se abrió una fase de discusión en la que se debatieron en mayor profundidad algunos trabajos y eventualmente se pidieron revisiones adicionales para ellos; asimismo, algunos trabajos se aceptaron condicionalmente, pendientes de verificar que la versión definitiva trataba adecuadamente los comentarios de los revisores; gracias al esfuerzo de los autores, todos estos trabajos fueron finalmente aceptados. Como resultado de todo el proceso, se configuró un programa compuesto por 30 artículos. Adicionalmente, se seleccionaron 5 trabajos más para su presentación como artículos cortos. Además, en esta edición de JISBD se recogió la posibilidad de presentar trabajos ya publicados en foros de prestigio reconocido. Se seleccionaron 4 artículos de esta modalidad. Finalmente, destacamos la celebración de una sesión para la presentación de herramientas, cuya convocatoria tuvo una acogida excelente por parte de la comunidad de JISBD, de manera que en dicha sesión se programaron un total de 19 demostraciones de herramientas.

El día previo a la conferencia, se organizaron un total de 7 talleres y un tutorial. Estos eventos están ganando importancia a cada nueva edición de JISBD y en el caso de los talleres, están creando sus propias comunidades con intereses más específicos. Algunos talleres ya están plenamente consolidados y llegan a acumular hasta un total de 8 ediciones. Cabe destacar que a partir de este año, las actas de los talleres se recogen en una publicación única en formato electrónico, con el soporte de SISTEDES, para potenciar la difusión de los trabajos presentados.

En referencia al programa, mencionar la participación de dos conferenciantes invitados de reconocido prestigio, siguiendo la pauta de ediciones anteriores. La primera conferencia impartida por Stephen Mellor, miembro del Object Management Group, y con un largo historial en la formulación de métodos para el análisis orientado a objetos. La segunda conferencia a cargo del profesor

John Mylopoulos, que posee igualmente una dilatada experiencia en diversos ámbitos de la ingeniería del software. La presencia de estos dos investigadores representó un elemento importante en el programa de las Jornadas.

Quisiera destacar un hecho que no por obvio, deja de ser merecedor de mención. La celebración de un evento de las características de JISBD, con una participación cada vez más numerosa y consolidada, y con unas exigencias de calidad que se van incrementando en cada edición, no podría realizarse sin la dedicación totalmente desinteresada de un gran número de personas. Desde el punto de vista científico, el trabajo en equipo desarrollado por los miembros del Comité Ejecutivo, en cuyo seno se han debatido los temas más candentes en la configuración de la oferta científica del congreso; y por supuesto la ardua y puntual labor de revisión efectuada por los miembros del Comité de Programa y los revisores adicionales. Desde el punto de vista organizativo, destacar la gran dedicación de los miembros del Comité Ejecutivo responsables de las tareas de enlace con CEDI, y la labor del Grupo Quercus de Ingeniería del Software de la Universidad de Extremadura, quienes han estado a cargo de todo el sistema de recepción y revisión de artículos. También deseo agradecer el soporte recibido por las entidades patrocinadoras y colaboradoras, y en especial la labor de respaldo de SISTEDES, tanto por lo que se refiere a apoyo logístico como a tareas de difusión, como ya se ha comentado. Y por último, especialmente, a los autores de los trabajos enviados a JISBD'07, en definitiva son ellos los que hacen posible la celebración del evento.

Finalmente, desear que el volumen que ahora tienes en tus manos, y que refleja el estado del arte en la investigación en Ingeniería del Software y Bases de Datos en la comunidad de habla hispana y portuguesa, sea de utilidad para tu trabajo.

Zaragoza, Septiembre 2007
Xavier Franch (editor)

Índice	9
---------------	----------

Índice

CONFERENCIAS INVITADAS

Creativity, Automation and Technology	
<i>Stephen J Mellor</i>	15
Goal-Oriented Requirements Engineering	
<i>John Mylopoulos</i>	17

TUTORIAL

Tutorial: Herramientas Eclipse para Desarrollo de Software Dirigido por Modelos	
<i>Cristina Vicente-Chicote y Diego Alonso</i>	21

TRABAJOS RELEVANTES YA PUBLICADOS

Access Control and Audit Model for the Multidimensional Modeling of Data Warehouses	
<i>Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Rodolfo Villarroel y Mario Piattini</i>	25
A UML profile for multidimensional modeling in data warehouses	
<i>Sergio Luján-Mora, Juan Trujillo e Il-Yeol Song</i>	26
Location-Dependent Queries in Mobile Contexts: Distributed Processing Using Mobile Agents	
<i>Sergio Ilarri, Eduardo Mena y Arantza Illarramendi</i>	27
Integrating techniques and tools for testing automation	
<i>Macario Polo, Sergio Tendero y Mario Piattini</i>	28

DESARROLLO DE SOFTWARE DIRIGIDO POR MODELOS

Utilidad de las transformaciones modelo-modelo en la generación automática de código	
<i>Javier Luis Cánovas Izquierdo, Óscar Sánchez Ramón, Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina</i>	31
Building Ubiquitous Business Process following an MDD approach	
<i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i>	41
A case study on modeling persistence with MDA tools	
<i>Giuliano Luz Pigatti Caliarì y Paulo Sérgio Muniz Silva</i>	51

ALMACENES Y MINERÍA DE DATOS

Ingeniería inversa dirigida por modelos para el diseño de almacenes de datos	
<i>Jose-Norberto Mazón, Enrique Ortega y Juan Trujillo</i>	63
Minería de datos con clustering en espacios multidimensionales mediante modelos conceptuales extendiendo UML	
<i>Jose Zubcoff, Jesús Pardillo y Juan Trujillo</i>	73
Una extensión del metamodelo relacional de CWM para representar Almacenes de Datos Seguros a nivel lógico	
<i>Emilio Soler, Juan Trujillo, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	83

PRUEBAS DEL SOFTWARE

Generación sistemática de pruebas para composiciones de servicios utilizando criterios de suficiencia basados en transiciones	
<i>José García-Fanjul, Javier Tuya y Claudio de la Riva</i>	95
Generación automática de objetivos de prueba a partir de casos de uso mediante partición de categorías y variables operacionales	
<i>Javier J. Gutiérrez, María J. Escalona, Manuel Mejías, Jesús Torres y Arturo Torres-Zenteno</i>	105
370.000 bugs del proyecto Debian pueden ser analizados usando btsextract	
<i>Miguel Pérez Francisco y Pablo Boronat Pérez</i>	115

TECNOLOGÍAS DE BASES DE DATOS

Búsqueda de vecinos en espacios multidimensionales agujereados	
<i>Manuel Barrena, Carlos Pachón y Elena Jurado</i>	125
Indexación dinámica para la recuperación de información basada en búsqueda por similitud	
<i>Nieves R. Brisaboa, Antonio Fariña, Oscar Pedreira y Nora Reyes</i>	134
WCSA: Un autoíndice orientado a palabras para textos en lenguaje natural	
<i>Eduardo Rodríguez, Antonio Fariña, Ángeles S. Places, José R. Paramá y Oscar Pedreira</i>	144

LÍNEAS DE PRODUCTO. ORIENTACIÓN A ASPECTOS

Variabilidad, Trazabilidad y Líneas de Productos: una Propuesta basada en UML y Clases Parciales	
<i>Miguel A. Laguna y Bruno González-Baixauli</i>	157
Verificación de Modelos Arquitectónicos Orientados a Aspectos	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose Ángel Carsí e Isidro Ramos</i>	167
Gestión Integral de Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto Software	
<i>Daniel Mellado, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	177

REQUISITOS. METAMODELADO EN MEDICIÓN

Una metodología para elicitación de requisitos en proyectos GSD <i>Gabriela N. Aranda, Aurora Vizcaíno, Alejandra Cechich, Mario Piattini y Juan Pablo Soto</i>	191
Una Aproximación de Metamodelado para la Evaluación de Calidad en Procesos de Desarrollo Web <i>Cristina Cachero, Emilio Insfran, Silvia Abrahão y Geert Poels</i>	201
Marco de Trabajo basado en MDA para la Medición Genérica del Software <i>Beatriz Mora, Félix García, Francisco Ruiz, Mario Piattini, Artur Boronat, Abel Gómez, José Á. Carsí e Isidro Ramos</i>	211

MODELIZACIÓN CONCEPTUAL DE DATOS

Definición, importancia y especificación en UML de las restricciones de integridad constante y permanente <i>Raquel Pau y Antoni Olivé</i>	223
Modelado de Aplicaciones Web Reactivas al Usuario <i>Irene Garrigós y Jaime Gómez</i>	232
Towards Integration of Access Control in the Hypermedia Development Process <i>Daniel Sanz, Paloma Díaz e Ignacio Aedo</i>	242

ARQUITECTURAS SOFTWARE

Diseño de Sistemas Groupware sobre una Arquitectura centrada en Servicios Cooperativos: Ágora <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente y Carlos E. Cuesta</i>	255
Una Propuesta de Libro Electrónico basada en Composición de Responsabilidades sobre la Estructura Lógica <i>Miguel A. Martínez-Prieto, Pablo de la Fuente, Jesús Vegas y Joaquín Adiego</i>	265
Recuperación y procesado de datos biológicos mediante Ingeniería Dirigida por Modelos <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Claudia Täubner, Jose Á. Carsí, Isidro Ramos y Silke Eckstein</i>	275

MODELOS DE CALIDAD

Evaluando la Calidad de los Datos en Portales Web <i>Angélica Caro, Coral Calero y Mario Piattini</i>	287
Una propuesta de un modelo conceptual de calidad de almacenes de datos <i>Manuel Serrano, Rafael Romero, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo y Mario Piattini</i>	297
Evaluación de los niveles de calidad en las transformaciones de modelos basado en el estudio de factores de éxito <i>Alejandro Gómez, Gustavo Muñoz y Juan Carlos Granja</i>	307

PROCESOS

Técnica de Mejora del Mantenimiento Software Basada en Valor <i>Daniel Cabrero, Javier Garzás y Mario Piattini</i>	317
Modelo para la Implementación de Mejora de Procesos en Pequeñas Organizaciones Software <i>Francisco J. Pino, Juan C. Vidal, Félix Garcia y Mario Piattini</i>	326
Especificación de Procesos de Negocio Seguros a través de una extensión de UML 2.0 <i>Alfonso Rodríguez, Eduardo Fernández-Medina, Mario Piattini y Juan Trujillo</i>	336

ARTÍCULOS CORTOS

Eficacia del método ELVIRA - Relato de un experimento <i>Montse Ereño y Rebeca Cortazar</i>	349
Tracking the Evolution of Feature Oriented Product Lines <i>Salvador Trujillo, Gentzane Aldekoa y Goiuri Sagardui</i>	355
Transformaciones QVT para la obtención de Clases de Análisis a partir de un Modelo de Proceso de Negocio Seguro <i>Alfonso Rodríguez, Ignacio García, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini</i>	361
Definición de un Proceso para la Construcción de Refactorizaciones <i>Raúl Marticorena, Carlos López y Yania Crespo</i>	367
Combinando Modelos de Procesos y Activos Reutilizables en una Transición poco Invasiva hacia las Líneas de Producto de Software <i>Orlando Avila-García, Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull y José Luis Roda García</i>	373

DEMOSTRACIONES

Generation of Business Process based Web Applications <i>Pau Giner, Victoria Torres y Vicente Pelechano</i>	381
PervGT: Herramienta CASE para la Generación Automática de Sistemas Pervasivos <i>Estefanía Serral, Carlos Cetina, Javier Muñoz y Vicente Pelechano</i>	383
UMLtoCSP: Una herramienta para la verificación de modelos UML/OCL mediante Constraint Programming <i>Jordi Cabot, Robert Clarisó, Patricia de la Fuente Y Daniel Riera</i>	385
MDBE: Una Herramienta Automática para el Modelado Multidimensional <i>Oscar Romero y Alberto Abelló</i>	387
MOMENT CASE: Un prototipo de herramienta CASE <i>Abel Gómez, Artur Boronat, Jose Á. Carsí e Isidro Ramos</i>	389
Comprobación eficiente de restricciones de integridad en OCL <i>Jordi Cabot y Ernest Teniente</i>	391
The MOVA Tool: A Rewriting-Based UML Modeling, Measuring, and Validation Tool <i>Manuel Clavel, Marina Egea y Viviane Torres da Silva</i>	393

Demostración de la herramienta AGE (Agile Generative Environment)	
<i>Jesús Sánchez Cuadrado y Jesús García Molina</i>	395
ModelSET: Soporte a Edición y Transformaciones de Modelos	
<i>Antonio Estévez García, E. Victor Sánchez Rebull, Francisco Vargas Ruiz, Orlando Avila-García, Adolfo Sánchez-Barbudo Herrera y José Luis Roda García</i>	397
PRISMA CASE	
<i>Jennifer Pérez, Cristóbal Costa, Jose A. Carsí e Isidro Ramos</i>	399
StateML: modelado gráfico de máquinas de estados y generación de código siguiendo un enfoque MDE	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Bárbara Álvarez</i>	401
V³ Studio: Un entorno gráfico para el diseño de sistemas basados en componentes siguiendo un enfoque dirigido por modelos	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Diego Alonso y Olivier Barais</i>	403
REMM-Studio: Un entorno integrado para dar soporte a un enfoque de Ingeniería de Requisitos Dirigido por Modelos	
<i>Cristina Vicente-Chicote, Begoña Moros y Ambrosio Toval</i>	405
MORPHEUS: support from AO-Requirements to AO-Software Architecture	
<i>Elena Navarro, Patricio Letelier e Isidro Ramos</i>	407
Maudeling: Herramienta de gestión de modelos usando Maude	
<i>José E. Rivera, Francisco Durán, Antonio Vallecillo y J. Raúl Romero</i>	409
WebTE: Generación de aplicaciones Web dirigida por modelos	
<i>Santiago Meliá , Jaime Gómez y Jose Luis Serrano</i>	411
CE4WEB: Una Herramienta CASE Colaborativa para el Modelado de Aplicaciones con UML	
<i>Víctor M.R. Penichet, María D. Lozano, J.A. Gallud y R. Tesoriero</i>	413
MaCMAS CASE Tool Demonstration: MDD-based refinement of Collaboration-Based UML Models	
<i>Joaquín Peña y Antonio Ruiz-Cortés</i>	415
FAMA:hacia el análisis automático de modelos de características	
<i>Pablo Trinidad, David Benavides, Sergio Segura y Antonio Ruiz Cortés</i>	417

Transformaciones QVT para la obtención de Clases de Análisis a partir de un Modelo de Proceso de Negocio Seguro

Alfonso Rodríguez
Departamento de Auditoría e
Informática
Universidad del Bío Bío
Chillán, Chile
alfonso@ubiobio.cl

Ignacio García, Eduardo Fernández-Medina y Mario Piattini
Grupo de investigación ALARCOS
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España
{Ignacio.GRodriguez,Eduardo.FdezMedina,Mario.Piattini}@uclm.es

Resumen

Hoy en día los procesos de negocio son muy importantes para mantener la competitividad de la empresa. Es por ello que éstas ponen cada vez más atención en la forma en que los procesos de negocio pueden ser representados. Actualmente se considera que UML 2.0 y BPMN son estándares de la industria para la representación de procesos de negocio.

No obstante, hay consenso en que la seguridad es crucial para el desempeño de un proceso de negocio, ésta no ha sido considerada en las propuestas de UML y BPMN. En trabajos previos, hemos extendido ambas notaciones para incluir la representación de requisitos de seguridad. De manera que, ahora es posible construir modelos de Procesos de Negocio Seguros.

En este trabajo se describen las reglas de transformación de modelos que permiten obtener un conjunto de Clases de Análisis a partir de la descripción de un Proceso de Negocio Seguro.

1. Introducción

En estos últimos años la competitividad de las empresas está fuertemente vinculada con su capacidad para adaptarse a los cambios que surgen en el mercado. En este contexto los procesos de negocio han resultado ser un valioso recurso que permite mejorar el desempeño de las empresas y mantener su competitividad.

Por su parte, la globalización de la economía y el uso intensivo de tecnologías de información y comunicaciones, ha implicado que las empresas

no sólo amplíen sus negocios sino que también aumenten su vulnerabilidad.

Aunque la importancia de la seguridad en procesos de negocio es ampliamente aceptada, la perspectiva de los expertos del negocio en relación con la seguridad, hasta ahora, había sido escasamente tratada. En [14, 15] hemos introducido la representación de requisitos de seguridad en procesos de negocio extendiendo el Diagrama de Actividad de UML 2.0 [12] (UML 2.0-AD) y el Diagrama de Procesos de Negocio de BPMN [4] (BPMN-BPD). Esta extensión permite expresar un conjunto de requisitos de seguridad, dando origen a un proceso de negocio seguro (SBP, Secure Business Process).

Por otra parte, la ingeniería del software está siendo influenciada por la transformación de modelos, ya que con ello se apunta a resolver problemas de tiempo, costes y calidad asociados a la creación de software. En este contexto MDA (Model-Driven Architecture) [11] proporciona un marco de trabajo en que es posible especificar modelos, en diferentes niveles de abstracción, y pasar desde un modelo a otro por medio de transformaciones. Dichas transformaciones de modelos deben ser expresada de manera clara y precisa usando un lenguaje definido para ese propósito, como por ejemplo, ATL [3] o QVT (Query-View-Transformation) [13].

En este trabajo se describen transformaciones entre modelos usando el lenguaje QVT. En primer lugar se hacen transformaciones entre modelos independientes de computación (CIM, Computation Independent Model) y luego se pasa desde un SBP, considerado como un modelo CIM, hacia un conjunto de Clases de Análisis que

forman parte de un modelo independiente de plataforma (PIM, Platform Independent Model). Tanto el SBP como las clases de análisis pueden ser utilizados como complemento en un proceso de desarrollo de software. Para ello hemos optado por el Proceso Unificado (UP) [8], ya que es un método de construcción de software consolidado y exitoso.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: en la Sección 2 presentaremos los principales aspectos relacionados con el modelado de la seguridad en procesos de negocio, en la Sección 3 describiremos las transformaciones que permiten mapear conceptos del negocio entre BPMN y UML y las transformaciones que permiten obtener clases de análisis a partir de la especificación de un SBP, en la Sección 4 mostraremos un ejemplo ilustrativo y, finalmente, en la Sección 5 presentaremos nuestras conclusiones.

2. Modelado de la Seguridad en Procesos de Negocio

En el modelado de procesos de negocio el objetivo principal es producir una descripción de la realidad que permita entenderla y eventualmente modificarla con el propósito de incorporar mejoras. Por lo tanto, es importante contar con una notación que permita modelar con la mayor claridad posible la esencia del negocio.

En la actualidad, y de acuerdo con el estado de la industria del modelado de procesos de negocio [9], es posible identificar a UML y BPMN entre los principales estándares.

Desde la perspectiva de la ingeniería de software, la descripción de un proceso de negocio es una fuente de requisitos que son necesarios, concisos, libres de perturbaciones propias de la implementación y no ambiguos. De manera que estos requisitos pueden ser transformados en conjunto de diagramas útiles para la construcción del software.

En cuanto a los trabajos relacionados con la especificación de requisitos de seguridad en procesos de negocio [1, 6, 7, 10], ellos coinciden en señalar que es necesario capturar tempranamente requisitos de seguridad y que se deben incluir en un proceso de desarrollo de software. Sin embargo, no hay trabajos que usen UML2.0-AD o BPMN-BPD para especificar procesos de negocio en que incluyan requisitos de seguridad.

En trabajos previos hemos propuesto una extensión para UML2.0-AD y BPMN-BPD, mediante la cual es posible representar requisitos de seguridad en procesos de negocio. La extensión, que hemos llamado BPSec-Profile, está compuesta por un conjunto de estereotipos, restricciones y valores etiquetados que permiten adaptar el metamodelo de UML y BPMN, para incorporar estos nuevos elementos. Con ello es posible especificar un SBP usando cualquiera de estas dos notaciones.

Los requisitos de seguridad que hemos considerado en BPSec-Profile han sido extraídos desde la taxonomía propuesta en [5]. Desde allí seleccionamos un subconjunto de requisitos tomando en cuenta (i) la claridad de la definición, (ii) el potencial significado en el ámbito de los negocios y (iii) la medida en que la definición no esté vinculada con alguna solución específica de seguridad. El subconjunto, no limitado, de requisitos de seguridad está compuesto por: Detección de Ataques y Amenazas, Integridad, Control de Acceso, Privacidad y No repudio.

Para la representación gráfica de un requisito de seguridad hemos asociado un candado, estándar *de facto*, que es individualizado con las iniciales de cada requisito. En la Figura 1a se muestra el icono genérico. Si se desea indicar que un requisito de seguridad además debe tener registro de auditoría se debe usar un candado con una esquina doblada (Figura 1b).

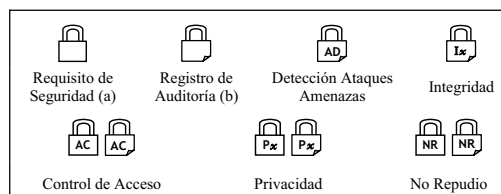


Figura 1. Iconos usados en BPSec-Profile

3. Transformaciones entre modelos

Un esquema general de los elementos que están presentes en nuestra propuesta se muestra en la Figura 2. En la primera columna (izquierda) se muestra los tres tipos de modelos que conforman MDA. En la última columna se muestran los flujos de trabajo de UP. En la parte central está nuestra propuesta y los artefactos que son derivados de su aplicación. Las transformaciones

que proponemos en este trabajo están destacadas en gris oscuro (C2C y C2P-1). En gris más claro se muestra la herramienta, BPsec-Tool, que hemos creado para describir un SBP y obtener automáticamente las Clases de Análisis. Desde el punto de vista tecnológico, BPsec-Tool se implementa la representación de la seguridad extendiendo la funcionalidad Microsoft Visio® y se automatizan las transformaciones con C#.

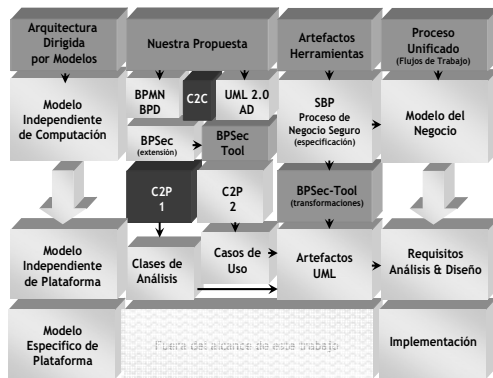


Figura 2. Esquema general de nuestra propuesta

Si se observa la Figura 2 en forma horizontal se puede ver que hay una correspondencia entre los elementos que presentamos en nuestra propuesta con los modelos de MDA y los flujos de trabajo de UP. De manera que un SBP es un modelo CIM que puede ser usado como complemento en el flujo de trabajo “Modelo del Negocio”. Y las Clases de Análisis que forman parte de un modelo PIM pueden ser usadas en los flujos de trabajo “Requisitos” y “Análisis & Diseño”.

En la transformación C2C se especifica el mapeo desde BPMN-BPD hacia UML 2.0-AD. En [17] se hace una comparación de ambas notaciones en que se considera la capacidad técnica que tiene cada una para representar patrones y su legibilidad. No obstante, en este trabajo consideramos la equivalencia de elementos de una y otra notación en función del objeto del proceso de negocio que es representado. Por ejemplo un *Pool* o *Lane* en BPMN-BPD representa un área en que se pueden agrupar un conjunto de actividades que lleva a cabo un determinado actor. El elemento equivalente en UML 2.0-AD es *ActivityPartition*. La equivalencia entre BPMN y UML de los elementos usados en nuestra propuesta se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Elementos equivalentes

BPMN-BPD	UML 2.0-AD
Pool	Activity Partition
Lane	Activity Partition
Group	Interruptible Activity Region
Activity	Action
Data Object	Data Store Node

En la transformación C2P-1, se parte desde una especificación de un SBP para obtener un modelo de Clases de Análisis. En la revisión de la literatura hemos encontrado dos trabajos que abordan de manera directa este tipo de transformaciones. En el primero de ellos [2] se transforman diagramas de actividad en clases de análisis. La transformación no se hace en forma automática y se utiliza una versión previa a UML 2.0. Y en el segundo de trabajo [16], el diseñador de software examina el modelo del BP, descrito con BPMN, extrayendo las clases UML que son refinadas posteriormente. Nuestro trabajo se diferencia de los anteriores porque: (i) el modelo SBP no es intervenido manualmente ni antes ni después de hacer las transformaciones, (ii) las transformaciones son especificadas con el lenguaje QVT, (iii) tanto el SBP como las clases de análisis están vinculadas con UP y (iv) utilizamos una herramienta, BPsec-Tool, que permite especificar de un SBP y automatiza la obtención de las Clases de Análisis.

Para hacer las transformaciones hemos descrito un total de diecinueve reglas QVT, de las cuales cinco describen las transformaciones C2C y catorce permiten describir las transformaciones C2P-1.

En la Tabla 2 mostramos un subconjunto de total de reglas QVT. Por ejemplo, la *relation 9* permite transformar las acciones (*Action*), contenidas en regiones y/o particiones, en operaciones de las clases derivadas desde las regiones o particiones en que se encuentran contenidas. Del mismo modo, la especificación de un requisito de seguridad (*Attack Harm Detection, Access Control, Integrity, Privacy o Non Repudiation*) da origen a una clase de análisis que toma el nombre del requisito de seguridad (ver *top relation R11*). También las especificaciones de registro de auditoría dan origen a otras clases de análisis. Por ejemplo, en *top relation R17*, a partir de una especificación de control de acceso con registro de auditoría, se crean las clases *SecurityPermission*,

SecurityRole y la clase *SP-AuditRegister* que se crea invocando a *relation R19*.

Tabla 2. Reglas QVT para obtener Clases de análisis

```

transformation BPMN-BPD2UML-AD
top relation R1
{
  checkonly domain bpmn_BusinessProcessDiagram p:Pool {name = n}
  enforce domain uml_ActivityDiagram ap:ActivityPartition {name = n}
}
transformation ActivityDiagram2ClassDiagram
top relation R6
{
  checkonly domain uml_ActivityDiagram ap:ActivityPartition {name = n}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = n}
  where { ap.containedNode -> forAll(cn:Action|R4(cn));
         ap.containedNode-> for(ap:ActivityPartition|R5(c,ap)); }
}
top relation R8
{
  checkonly domain uml_ActivityDiagram dsn:DataStoreNode {name = n}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = n}
}
relation R9
{
  checkonly domain uml_ActivityDiagram ac:Action {name = n, inPartition=ap}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = ap.name,
    ownedOperation = OWNEDOPER:Set(Operation)}
  enforce domain uml_ClassDiagram op:Operation {name = n, ownerClass=c}
  where{ OWNEDOPER->including(op); }
}
transformation BP2Sec2ClassDiagram
top relation R11
{
  checkonly domain uml_BP2Sec sr:SecurityRequirement {requirementtype = n}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = n}
}
top relation R17
{
  checkonly domain uml_BP2Sec ar:AuditRegister {requirementtype = n}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = nc}
  where { nc= if (n="AC") then "SecurityPermission" endif;
         R18(c,tmp:Class{name="SecurityRole"});
         R19();
       }
}
relation R19
{
  checkonly domain uml_BP2Sec ar:AuditRegister {requirementtype = n}
  enforce domain uml_ClassDiagram c:Class {name = nc}
  where { nc= if (n="AC") then "SP_AuditRegister" endif;
         R18(c,tmp:Class{name="SecurityPermission"});
       }
}

```

4. Ejemplo

En esta sección mostramos un SBP, el resultado de la aplicación de las reglas de transformación y el modelo de clases de análisis. El proceso de negocio que se describe está relacionado con la admisión de pacientes en una institución médica. Se inicia con una Solicitud de Admisión que es rellenada por un Paciente y termina cuando el paciente ha recibido la Evaluación Médica.

Desde el punto de vista de la seguridad se ha identificado Privacidad (con anonimato) para la partición Paciente, con el propósito de prevenir la obtención y almacenaje de información sensible acerca del paciente. Se ha especificado No Repudio sobre el flujo de datos “Solicitud Admisión” con la intención de evitar la negación de la recepción del documento. Los requisitos de seguridad Control de Acceso con Registro de Auditoría y Privacidad con confidencialidad han sido especificados sobre la región que se encuentra entre las particiones Admisión y Contabilidad. También se ha especificado Integridad (alta) sobre el almacén de datos “Ficha Clínica” con la intención de proteger de manera especial ese documento. Finalmente, se ha especificado Detección de Ataques y Amenazas sobre el almacén de datos “Evaluación Médica” con la idea de registrar todos los eventos relacionados con intentos, fallidos y exitosos, de ataques o daños que se hagan sobre el documento. El proceso de negocio ha sido descrito con UML 2.0-AD y BP2Sec-profile, para los cual hemos usado la herramienta BP2Sec-Tool. En la Figura 3 se muestra el SBP “Admisión de Pacientes”. El resultado de la aplicación de las reglas sobre el proceso de negocio “Admisión de Pacientes” es el siguiente:

- **top relation R6:** Paciente, Área Administración, Admisión, Contabilidad, Área Médica, Evaluación Médica y Exámenes
- **top relation R8:** Solicitud Admisión, Datos Contables, Ficha Clínica, Evaluación médica
- **relation R9:** En *Paciente*: Rellenar solicitud y Recibir Evaluación Médica. En *Área de Admisión*: Capturar Información de Seguros, Verificar Ficha Clínica, Crear Ficha Clínica, Rellenar información de Costos y Almacenar Datos. En *Administración*: Capturar Información de Seguros, Verificar Ficha Clínica y Crear Ficha Clínica. En *Contabilidad*: Rellenar información de Costos y Almacenar Datos. En *AdmisiónContabilidad*: Capturar Información de Seguros, Verificar Ficha Clínica, Crear Ficha Clínica, Rellenar información de Costos y Almacenar Datos. En *Área Médica*: Hacer pruebas de pre-admisión, Evaluación exámenes Paciente, Rellenar Ficha Clínica, Rellenar Informe Paciente, Rellenar Datos Contables, Realizar Exámenes y Rellenar Ficha Clínica. En *Evaluación Médica*: Hacer pruebas de pre-admisión, Evaluación exámenes Paciente, Rellenar Ficha Clínica y Rellenar Informe Paciente. En *Exámenes*: Rellenar Datos Contables, Realizar Exámenes y Rellenar Ficha Clínica.

- **top relation R11:** Privacy, Nonrepudiation, Access Control y Privacy, Integrity y AttackHarmDetection
- **top relation R17:** SecurityRole, G-AuditRegister, SP-AuditRegister
- **relation R19:** SP-AuditRegister

Las clases de análisis derivadas de la aplicación de las reglas se muestran en la Figura 4. Se ha coloreado en gris las clases que están relacionadas con los aspectos de seguridad que han sido especificados en el proceso de negocio.

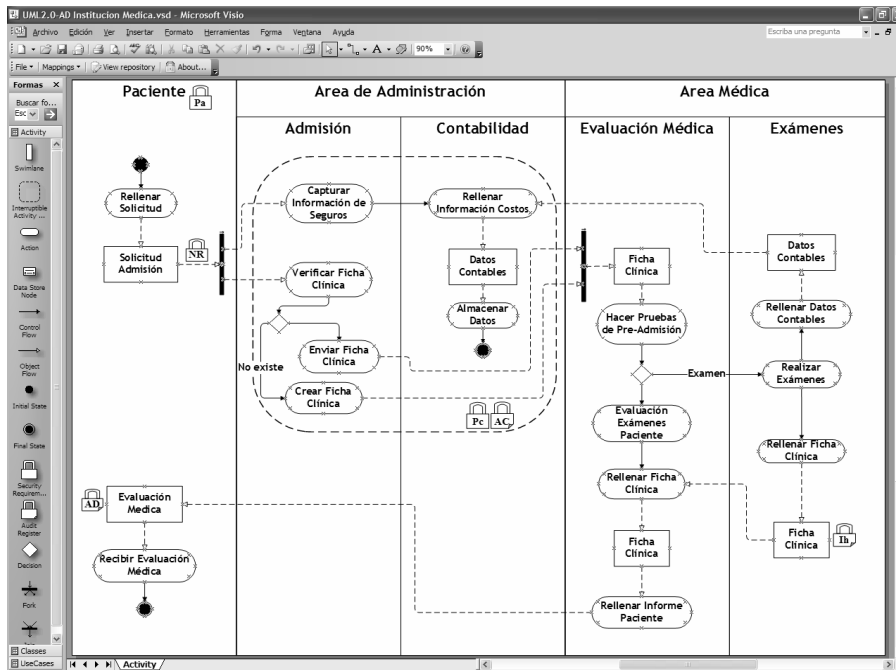


Figura 3. Admisión de Pacientes

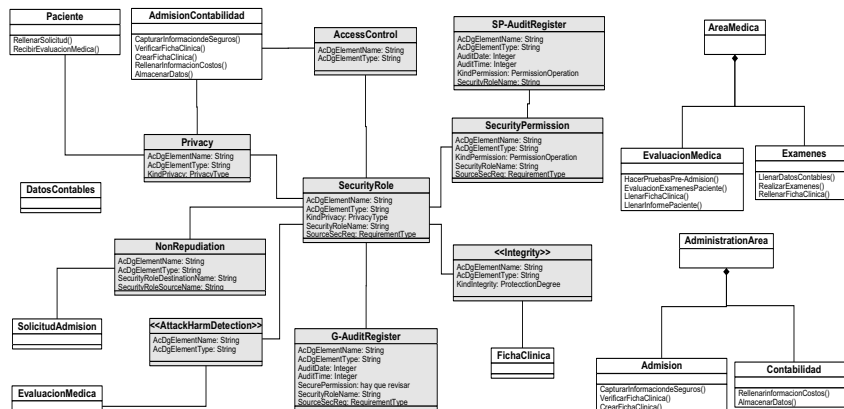


Figura 4. Clases de Análisis obtenidas desde "Admisión de Pacientes"

5. Conclusiones y trabajo futuro

La identificación temprana de los requisitos de un sistema favorece la calidad del mismo y reduce costes y tiempo de desarrollo.

En este trabajo hemos presentado un conjunto de reglas que permiten pasar desde CIM hacia CIM y desde CIM hacia PIM en el ámbito de MDA.

Concretamente, se ha obtenido un modelo de Clases de Análisis a partir del modelo de un SBP. El SBP ha sido construido con UML 2.0-AD y BPSec-Profile. Las transformaciones entre modelos han sido descritas usando el lenguaje QVT.

Tanto el SBP como las clases de análisis obtenidas pueden ser utilizadas en los flujos de trabajo “Modelo del Negocio”, “Requisitos” y “Análisis & Diseño” del proceso unificado.

El trabajo futuro está orientado a enriquecer la especificación de las transformaciones para lograr modelo clases más completos.

Agradecimientos

Esta investigación es parte de los proyectos DIMENSIONS (PBC-05-012-1) y MISTICO (PBC06-0082), ambos parcialmente financiado por el FEDER y por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, España; COMPETISOFT (506AC287) concedido por CYTED y ESFINGE (TIN2006-15175-C05-05/) otorgado por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, España.

Referencias

- [1] Backes, M., Pfitzmann, B., y Waider, M. Security in Business Process Engineering, International Conference on Business Process Management (BPM), Eindhoven, Netherlands., (2003), pp. 168-183.
- [2] Barros, J. P. y Gomes, L. From Activity Diagrams to Class Diagrams, Workshop Dynamic Behaviour in UML Models: Semantic Questions In conjunction with Third International Conference on UML, York, UK, (2000).
- [3] Bézin, J., Breton, E., Dupé, G., y Valduriez, P. The ATL Transformation-based Model Management Framework, IRIN-Université de Nantes, N° 03.08, (2003) 17 p.
- [4] BPMN. Business Process Modeling Notation Specification: OMG Final Adopted Specification, dtc/06-02-01, 2006.
- [5] Firesmith, D. Specifying Reusable Security Requirements, Journal of Object Technology, Vol. 3 (1), January-February., (2004), pp. 61-75.
- [6] Hermann, G. y Pemul, G. Viewing Business Process Security from Different Perspectives, 11th International Bled Electronic Commerce Conference, Slovenia., (1998), pp. 89-103.
- [7] Hermann, P. y Hermann, G. Security requirement analysis of business processes, Electronic Commerce Research, Vol. 6 (3-4), (2006), pp. 305-335.
- [8] Jacobson, I., Booch, G., y Rumbaugh, J. The Unified Software Development Process, (1999) 463 p.
- [9] Lonjon, A. Business Process Modeling and Standardization, BPTrends, In <http://www.bptrends.com/>, (2004).
- [10] Maña, A., Montenegro, J. A., Rudolph, C., y Vivas, J. L. A business process-driven approach to security engineering, 14th. International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA). Prague, Czech Republic., (2003), pp. 477-481.
- [11] Object Management Group. MDA Guide Version 1.0.1, 2003.
- [12] Object Management Group. Unified Modeling Language: Superstructure Version 2.1.1 (formal/2007-02-05), 2007.
- [13] QVT. Meta Object Facility (MOF) 2.0 Query/View/Transformation Specification, (2005) 204 p.
- [14] Rodríguez, A., Fernández-Medina, E., y Piattini, M. Towards a UML 2.0 Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes, 3rd International Conference on Trust, Privacy and Security in Digital Business (TrustBus), Krakow-Poland, (2006), pp. 51-61.
- [15] Rodríguez, A., Fernández-Medina, E., y Piattini, M. A BPMN Extension for the Modeling of Security Requirements in Business Processes, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E90-D (4), (2007), pp. 745-752.
- [16] Rungworawut, W. y Senivongse, T. Using Ontology Search in the Design of Class Diagram from Business Process Model, Enformatika, Transactions on Engineering, Computing and Technology, Vol. 12, (2006), pp. 165-170.
- [17] White, S. A. Process Modeling Notations and Workflow Patterns: BPTrends March, 2004.