



13th Conference on Software Engineering and Databases

XIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

Gijón (Spain), October 7-10 2008

EDITORS: Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

13th Conference on Software Engineering and Databases

XIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos

Gijón (Spain), October 7-10 2008

EDITORS: Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

Edita:
Ana Moreira
María José Suárez-Cabal
Claudio de la Riva
Javier Tuya

Filmación e impresión:
Gráficas Rigel

Depósito Legal:
AS - 5.236 - 08

ISBN:
978-84-612-5820-8

Volume Editors Details

Ana Moreira

Departamento de Informática
Faculdade de Ciências e tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica, Portugal
E-mail: amm@di.fct.unl.pt
URL: <http://ctp.di.fct.unl.pt/~amm/>

María José Suárez-Cabal

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: cabal@uniovi.es

Claudio de la Riva

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: claudio@uniovi.es
URL: <http://www.di.uniovi.es/~claudio/>

Javier Tuya

Departamento de Informática
Universidad de Oviedo
33204 Gijón, Spain
E-mail: tuya@uniovi.es
URL: <http://www.di.uniovi.es/~tuya/>

Preface

Celebrating 13 Years of JISBD

With the 2008 edition in Gijón (October 7 to 10), the Conference on Software Engineering and Databases (JISBD) celebrates 13 years of existence. Born as a forum where the Spanish community would publish their work, meet to discuss potential research collaborations and evaluate the progress of research projects funded by the Spanish Ministry of Science and Technology, JISBD has long since moved beyond its initial boundaries and crossed several oceans.

Presently, the conference has become an important reference for younger researchers, as well as a forum which the more experienced do not wish to miss. In recent years, JISBD has broadened its radius, accepting papers also in English and Portuguese, in addition to Spanish. This change, not only brought more conference participants, but also significantly increased the number of submissions and, principally, the quality of the submissions accepted.

The JISBD community is now self-sustained and continues to expand. The quality of work accepted is equivalent to that of other relevant international events. In recent years, it has been possible to edit a special volume of IEEE LA with extended versions of the best conference papers and this also is happening with the current edition. This special issue, together with the conference proceedings with ISBN, is a showcase of the quality of the work of JISBD.

One of the highlights of this conference has been the excellence of its keynote speakers. Many of the most admired international researchers and professionals have already been invited to address the JISBD participants.

Within this rich framework for scientific and technological interchange, the conference includes several satellite events. In addition to the presentation of high quality original papers in the main conference, the program includes tutorials, tool demonstrations and workshops for the discussion of innovative ideas and work in progress, as well as a forum to bring to a wider audience research work already published in prestigious journals or conference proceedings (with an acceptance rate below 25% and an impact factor above 0.5).

It is no exaggeration to claim that JISBD has been consolidating its position as a reference event where researchers and professionals of Software Engineering and Databases can get together to discuss results and share ideas. JISBD has become an important forum for collaboration between different strands and research groups, while continuing to offer its participants a well organized event with exceptional hospitality.

About this Edition

The increased global reach of JISBD is evident in the origin of papers received. This year, in addition to the two Iberian and ten Latin-American countries, submissions arrived also from China, France, Germany, India, Iran and Pakistan.

Of a total of 115 abstracts, 112 papers were submitted for review. Most papers were reviewed by three PC members, and several were reviewed by four. The program Committee accepted 30 full papers and selected 12 for presentation as short papers. The acceptance rate for full papers was approximately 25%.

The increasing success of the conference implies greater responsibilities in terms of guaranteeing independent judgement and ensuring compliance with international standards of ethics. For this reason, a greater effort has been made in recent years to avoid double submissions, a task made

more difficult by the fact that the conference accepts submissions in three languages. This year, three good papers were rejected due to double submission, in different languages to different events.

In addition to the accepted papers, the conference includes five workshops, one tutorial, nine tool demos, an industrial panel and also a forum to discuss important relevant work already published elsewhere.

A highlight of the conference is, without doubt, the excellence of the invited keynote speakers. This year is no exception and we are honoured indeed to receive Bashar Nuseibeh and Bran Selic.

Bashar Nuseibeh is an academic and researcher at the Open University in the UK and invited professor in various other universities, including Japan's National Institute of Informatics. Bashar chairs several international committees and is recognized also for industry work, including organizations such as the UK's National Air Traffic Services (NATS), Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs, and NASA.

Bran Selic was, for many years, a distinguished engineer and researcher at IBM, and currently heads a global consultancy based in Canada. He is internationally known for his work in large-scale industrial systems, and for his pioneering work in Model-Driven Development and Real-Time Embedded Systems.

Bashar's keynote is entitled "*The five W's (and one "H") of Security: ... Software Engineering of Secure Systems*" while Bran's is on "*Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges*".

Acknowledgements

A very special word of thanks is due to Bashar and Bran for having accepted my invitation and for sharing all the participants their knowledge, experience and refined wit. I sincerely hope JISBD was also for them a gratifying and unique experience.

Acknowledgements are due to a multitude of collaborators without whom the conference could not have been a success. Firstly, the paper authors for the trust placed in the quality of JISBD as a conference that merited their submissions. Secondly, to the PC members, whose diligent review work ensured that the authors' trust continues to be justified.

For managing the submission and review process, I was fortunate to have the constant help of Juan Hernández and José Javier Berrocal; they were my guardian angels, constantly alert to deadlines and ready to help as necessary. A special thanks for the contribution of my "Executive Program Committee", Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano and Xavier Franch.

Acknowledgement is due to the main conference organizers, especially to Javier Tuya and his co-chair, Claudio de la Riva, for their efficient handling of the numerous tasks that a conference of this size and quality entails. Thanks also to those responsible for the satellite events (in alphabetical order), António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes and María José Suárez-Cabal.

Finally, a special word of thanks to the sponsors of this conference, without whose contribution the event would have been somewhat less charming (not to mention gastronomically less satisfying).

Ana Moreira
Program Committee Chair

Prefácio

Celebrando 13 Anos de JISBD

Com a edição de 2008 em Gijón (7-10 Outubro), a Conferência em Engenharia de Software e Bases de Dados (JISBD) celebra 13 anos de existência. Apesar de ter nascido como um fórum onde a comunidade espanhola publicava os seus trabalhos e se reunia para discutir potenciais colaborações futuras de investigação, e até avaliar o estado de andamento dos projectos de investigação financiados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia espanhola, há muito que extravasou essas fronteiras e cruzou oceanos.

Actualmente o JISBD é um marco importante na investigação dos mais jovens, mas também um fórum que os mais seniores não querem perder. Nos últimos anos a conferência abriu-se para o mundo inteiro, aceitando artigos escritos em Inglês, Espanhol e Português. Esta viragem trouxe não só mais participantes à conferência, mas também um aumento significativo do número de trabalhos submetidos e, principalmente, um aumento na qualidade desses trabalhos.

A comunidade do JISBD é agora auto-sustentada e em contínua expansão. A qualidade dos trabalhos aceites é equiparada à de muitos outros eventos internacionais de relevo. Por este motivo, nos últimos anos, foi-nos possível editar um volume especial no IEEE LA com uma versão estendida dos melhores trabalhos da conferência, o que acontecerá também nesta edição. Este volume, em conjunto com as actas formais da conferência com ISBN, é uma mostra da qualidade do trabalho que aqui se discute.

Uma das características de excelência desta conferência tem sido, desde sempre, o gabarito dos seus palestrantes convidados. É um prazer ver que muitos dos mais admirados investigadores e profissionais internacionais já foram convidados a falar para os participantes do JISBD.

Neste enquadramento fecundo para divulgação científica e tecnológica, a conferência inclui vários eventos satélite. Além dos artigos seleccionados para apresentação na conferência, o programa inclui ainda tutoriais, demonstrações de ferramentas, workshops para discussão de ideias inovadores e trabalhos em andamento, assim como um evento para a disseminação de trabalho de investigação já publicado em revistas e actas de conferências de grande prestígio (onde o índice de aceitação é inferior a 25% e o factor de impacto superior a 0.5).

Assim, não é excessivo afirmar que o JISBD se tem vindo a consolidar como um evento de referência onde investigadores e profissionais em Engenharia de Software e Bases de Dados se encontram para discutir, disseminar e trocar ideias, partilhar experiências e resultados entre diversos sectores e grupos de investigação, num contexto de excelente organização e invulgar hospitalidade.

Sobre esta Edição

A atestar o crescimento e internacionalização do JISBD está a origem dos artigos que nos chegaram. Este ano, a nacionalidade dos autores foi surpreendentemente diversificada, pois para além dois países Ibéricos e de dez países Latino-Americanos, recebemos trabalhos também da Alemanha, China, França, Índia, Irão e Paquistão.

O número total de resumos foi de 115, sendo que destes, 112 artigos foram submetidos para avaliação. Cada artigo foi avaliado por pelo menos três revisores, sendo que vários foram avaliados por quatro. O Comité de Programa aceitou 30 artigos longos e escolheu 12 para apresentação como artigos curtos. Assim, o índice de aceitação de artigos longos foi de cerca de 25%.

Este sucesso acarreta responsabilidades acrescidas em garantir a independência de julgamentos e em fazer cumprir a ética e as normas internacionais. É por este motivo que, nos últimos anos, se

tem feito um esforço muito grande para evitar submissões duplicadas, tarefa nem sempre fácil para os membros do Comitê de Programa, já que a conferência aceita três línguas de escrita. Este ano foram rejeitados três bons artigos avaliados como de submissão duplicada, em duas línguas, para eventos diferentes.

Para além dos artigos seleccionados, a conferência conta também com a organização de cinco *workshops*, um *tutorial*, nove demonstrações de ferramentas, um painel industrial e ainda um fórum onde se discutem trabalhos de relevo já publicados em revistas ou outras conferências.

Mas sem dúvida que os momentos mais altos da conferência são sempre marcados pelo admirável conjunto de palestrantes convidados. Este ano tivemos a sorte de receber Bashar Nuseibeh e de Bran Selic.

Bashar Nuseibeh é um académico e investigador da Open University, na Inglaterra, e professor convidado em várias outras universidades, incluindo o Instituto Japonês de Informática. Bashar preside vários comités internacionais e é admirado também pelo seu trabalho para a indústria, que inclui organizações como o National Air Traffic Services (NATS) do Reino Unido, Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs, e a NASA.

Bran Selic foi durante umas dezenas de anos engenheiro e investigador distinguido da IBM e actualmente preside uma empresa de consultoria internacional sediada no Canadá. É conhecido mundialmente pelos seus trabalhos em sistemas de larga escala industrial e também pelo seu pioneirismo nas áreas de desenvolvimento orientado a modelos e sistemas embutidos de tempo real.

A palestra do Bashar é intitulada “*The five W’s (and one “H”) of Security: ... Software Engineering of Secure Systems*”, enquanto que a do Bran é sobre “*Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges*”.

Agradecimentos

Uma palavra especial de agradecimento ao Bashar e ao Bran por terem aceite o meu convite e por brindarem todos os participantes com a sua experiência, conhecimento e refinado sentido de humor. Espero que o JISBD tenha sido também para eles uma experiência agradável e diferente.

Agradecimentos são justamente devidos ao grande número de colaboradores, sem o contributo dos quais, a conferência não poderia ter tido êxito. Aos autores, claro, por confiarem na qualidade do JISBD e submeterem, por isso, os seus trabalhos. Aos membros do Comitê de Programa cujas revisões asseguram que essa confiança continua a justificar-se.

Para gerir o sistema de submissão, contei com o apoio incondicional do Juan Hernández e do José Javier Berrocal. Eles foram os meus “anjos da guarda”, sempre atentos a todos os prazos e prontos a dar todas as explicações. Um agradecimento particular ao contributo meu “Comitê Executivo de Programa”, Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano e Xavier Franch. Obrigada pelo vosso apoio e sugestões.

Obrigada aos organizadores principais da conferência, em especial ao Javier Tuya, e ao seu vice-presidente, Claudio de la Riva, pela gestão eficaz das inúmeras tarefas que uma conferência desta dimensão exige. Um agradecimento é ainda devido, e por ordem alfabética, aos responsáveis dos eventos satélite, António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes e María José Suárez-Cabal.

Finalmente, um agradecimento aos patrocinadores da conferência, sem o contributo de quem o evento teria tido menos charme (e uma gastronomia muito menos requintada).

Ana Moreira
Presidente do Comitê de Programa

Prefacio

Con esta edición 2008 en Gijón (7 al 10 de Octubre), las Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos (JISBD) celebra 13 años de existencia. JISBD nació como un foro donde la comunidad española publicaba su trabajo, discutía potenciales colaboraciones en investigación y evaluaba el progreso de los proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y en la actualidad ha traspasado fronteras y cruzado varios océanos.

Actualmente, la conferencia es una referencia importante para jóvenes investigadores, así como un foro de cita obligada para investigadores más experimentados. Durante los últimos años, JISBD se ha abierto al mundo, aceptando artículos en Inglés y Portugués, además de Castellano. Este cambio no solamente se ha traducido en más participantes, sino que ha incrementado significativamente el número de artículos enviados, y principalmente, la calidad de los artículos aceptados.

La comunidad JISBD está actualmente auto sustentada y continúa expandiéndose. La calidad de los trabajos aceptados es equivalente al de otros eventos internacionales relevantes. Durante los últimos años, ha sido posible editar un volumen especial de IEEE LA con versiones ampliadas de los mejores trabajos presentados en la conferencia, lo que sucederá también en la presente edición. Este volumen especial, junto con las actas de la conferencia con ISBN, es una muestra de la calidad de los trabajos de JISBD.

Una de las características más sobresalientes de la conferencia ha sido la calidad de los ponentes invitados. Varios investigadores y profesionales de reconocido prestigio internacional han sido invitados a participar como ponentes en JISBD.

Dentro de este marco científico y tecnológico, la conferencia incluye varios eventos relacionados. Además de la presentación de artículos originales de alta calidad en la conferencia principal, el programa incluye tutoriales, demostraciones de herramientas, talleres para la discusión de ideas innovadoras y trabajos en curso, así como la divulgación de trabajos de investigación publicados en revistas y conferencias de prestigio (con un ratio de aceptación por debajo del 25% y un factor de impacto por encima de 0,5).

No es una exageración afirmar que JISBD ha consolidado su posición como un evento de referencia donde investigadores y profesionales de la Ingeniería del Software y las Bases de Datos se reúnen para discutir resultados y compartir ideas. JISBD se ha convertido en un foro importante para la colaboración entre diferentes sectores y grupos de investigación, en un contexto de excelente organización y excepcional hospitalidad.

Sobre la presente edición

El crecimiento e internacionalización de JISBD se hace evidente analizando el origen de los artículos recibidos. En la presente edición, además de los artículos recibidos de los dos países de la Península Ibérica y los diez países Latinoamericanos, se han recibido artículos de China, Francia, Alemania, India, Irán y Pakistán.

De un total de 115 resúmenes previamente recibidos, finalmente se recibieron 112 artículos para su revisión. La mayoría de los artículos fueron revisados por tres miembros del Comité de Programa y varios por cuatro. El Comité de Programa aceptó 30 artículos largos y seleccionó 12 para su presentación como artículos cortos. El ratio de aceptación para los artículos largos fue de aproximadamente el 25%.

El éxito de la conferencia implica grandes responsabilidades en términos de garantizar la independencia de las revisiones y el cumplimiento de los estándares internacionales de ética. Por esta razón, durante los últimos años se ha realizado un mayor esfuerzo en aras de evitar envíos duplicados, una tarea especialmente dificultosa, ya que la conferencia acepta envíos en tres idiomas. En la

presente edición tres artículos fueron rechazados debido al doble envío en diferentes idiomas para diferentes eventos.

Además de los artículos aceptados, la conferencia incluye cinco talleres, un tutorial, nueve demostraciones de herramientas y foro para la discusión y divulgación de trabajos relevantes previamente publicados, así como una mesa redonda de carácter industrial.

Una característica importante de la conferencia es, sin ninguna duda, la excelencia de los ponentes invitados. La presente edición no es una excepción y estamos orgullosos de contar con la presencia de Bashar Nuseibeh y Bran Selic.

Bashar Nuseibeh es académico e investigador en la Open University del Reino Unido y profesor invitado en otras muchas universidades, incluyendo el Instituto Nacional Japonés de Informática. Bashar preside varios comités internacionales y está reconocido igualmente por su trabajo industrial, incluyendo organizaciones tales como el Servicio Nacional de Tráfico Aéreo del Reino Unido (NATS), Texas Instruments, Praxis Critical Systems, Philips Research Labs y la NASA.

Bran Selic fué durante varios años un destacado ingeniero e investigador en IBM y actualmente lidera una consultora internacional con sede en Canadá. Es internacionalmente conocido por su trabajo en sistemas industriales a gran escala y por su trabajo pionero en Desarrollo Dirigido por Modelos y Sistemas Empotrados en Tiempo Real.

La conferencia de Bashar se titula *“The five W’s (and one “H”) of Security: ... Software Engineering of Secure Systems”* y la de Bran *“Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges”*.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial es para Bashar y Bran por haber aceptado mi invitación y por compartir con todos los participantes sus conocimientos, experiencia y refinado sentido del humor.

Agradecimientos también para la multitud de colaboradores sin los cuales el éxito de la conferencia no habría sido posible. En primer lugar, para los autores de los artículos por confiar en la calidad de JISBD y enviar sus trabajos. En segundo lugar, para los miembros del Comité de Programa, cuyas revisiones aseguran la calidad de los trabajos.

Para el proceso de gestión y revisión de los trabajos recibidos, fui afortunada por tener la ayuda constante de Juan Hernández y José Javier Berrocal. Ellos fueron mis ángeles guardianes, alertándome constantemente de las fechas límite y siempre preparados para ayudarme cuando lo necesitaba. Agradecimientos especiales por la contribución de mi “Comité de Programa Ejecutivo”, Antonio Vallecillo, Juan Hernández, Miguel Toro, Vicente Pelechano y Xavier Franch.

Agradecimientos también para los organizadores de la conferencia principal, especialmente al presidente del comité organizador Javier Tuya y su vicepresidente Claudio de la Riva, por su manejo eficiente de las numerosas tareas que una conferencia de este tamaño y calidad conllevan. Agradecimientos también para los responsables de los eventos relacionados (en orden alfabético) António Rito Silva, Antonio Vallecillo, Gustavo Rossi, João Araújo, João Falcão e Cunha, José Berrocal, José Corrales, José García-Fanjul, João Miguel Fernandes, Lidia Fuentes y María José Suárez-Cabal.

Finalmente, palabras especiales de agradecimiento para los patrocinadores de la conferencia, sin cuya contribución el evento habría sido menos encantador (y con una gastronomía menos refinada).

Ana Moreira
Presidenta del Comité de Programa

Conference Committee

Program Committee Chair

Ana Moreira (Univ. Nova de Lisboa, Portugal)

Organizing Chair

Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Organizing Co-Chair

Claudio de la Riva (Univ. Oviedo, Spain)

Permanent Committee Secretary

Mario Piattini (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)

Tutorial Chair

António Rito Silva (Univ. Técnica Lisboa, Portugal)

Workshop Chair

João Araújo (Univ. Nova de Lisboa, Portugal)

Tool Demonstrations Chair

Lidia Fuentes (Univ. Málaga, Spain)

Relevant Papers Dissemination Chairs

Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)

João Falcão Cunha (Univ. Porto, Portugal)

Proceedings Chair

María José Suárez-Cabal (Univ. Oviedo, Spain)

Cyber Chair

Jose Javier Berrocal (Univ. Extremadura, Spain)

Web Chair

José A. Corrales (Univ. Oviedo, Spain)

Publicity Chairs

Gustavo Rossi (Univ. La Plata, Argentina)

José García-Fanjul (Univ. Oviedo, Spain)

João Miguel Fernandes (Univ. Minho, Portugal)

Organizing Committee (Univ. Oviedo, Spain)

Javier Tuya
Claudio de la Riva
José García-Fanjul
Isabel Sevilla
María José Suárez-Cabal
José Ramón de Diego
Raquel Blanco
Eugenia Díaz Fernández
José A. Corrales
Marta Fernández de Arriba

SISTEDES Executive Board

President

Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)

Vice President

Juan José Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)

Secretary

Nieves R. Brisaboa (Univ. Coruña, Spain)

Treasurer

Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Members

Pere Botella (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Ricardo Peña (Univ. Complutense Madrid, Spain)
Coral Calero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Manuel Hermenegildo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Ernesto Pimentel (Univ. Málaga, Spain)
María Ribera Sancho (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Natalia Juristo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Salvador Lucas (Univ. Polit. Valencia, Spain)

Submission and Review Support System (Quercus Software Engineering Group)

Javier Berrocal (Univ. Extremadura, Spain)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)

Secretariat

Fundación Universidad de Oviedo
C/ Principado 3, 4ª Planta
33007 Oviedo, Spain.
Tel: 34-985104927
Fax: 34-985104928

Executive Program Committee

Xavier Franch (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)
Vicente Pelechano (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)
Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)
Javier Tuya (Univ. Oviedo, Spain)

Program Committee

Albert Abelló (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Ana Paula Afonso (Univ. Lisboa, Portugal)
Ademar Aguiar (Univ. Porto, Portugal)
Jesús Aguilar (Univ. Sevilla, Spain)
José Aldana (Univ. Málaga, Spain)
Mauricio Alférez (U. Nova de Lisboa, Portugal)
Bárbara Álvarez (Univ. Polit. Cartagena, Spain)
Raquel Anaya (Univ. EAFIT, Colombia)
María José Aramburu (Univ. Jaume I, Spain)
Hernán Astudillo (U. T. Federico Santa María, Chile)
Orlando Belo (Univ. do Minho, Portugal)
Rafael Berlanga (Univ. Jaume I, Spain)
Paulo Borba (Univ. Federal Pernambuco, Brazil)
Pere Botella (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Rosana Braga (Univ. São Paulo, Brazil)
Nieves Brisaboa (Univ. Coruña, Spain)
Isabel Brito (Inst. Polit. Beja, Portugal)
Fernando Brito e Abreu (U. Nova de Lisboa, Portugal)
Coral Calero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Marcelo Campo (UNICEN, Argentina)
Carlos Canal (Univ. Málaga, Spain)
Valeria de Castro (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)
Matilde Celma (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Christina Chávez (Univ. Bahia, Brazil)
Rafael Corchuelo (Univ. Sevilla, Spain)
Dolors Costal (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Yania Crespo (Univ. Valladolid, Spain)
Carlos Delgado (Univ. Carlos III, Spain)
Oscar Díaz (Univ. País Vasco, Spain)
Javier Dolado (Univ. País Vasco, Spain)
Xavier Franch (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Pablo de la Fuente (Univ. Valladolid, Spain)
Mario Gaspar da Silva (Univ. Lisboa, Portugal)
Alessandro García (Univ. Lancaster, UK)
Marcela Genero (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
Cristina Gómez (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Jaime Gómez (Univ. Alicante, Spain)
Alfredo Goñi (Univ. País Vasco, Spain)
Silvia Gordillo (UNLP, Argentina)
Pedro Guerreiro (Univ. Algarbe, Portugal)
Juan Hernández (Univ. Extremadura, Spain)
Jon Iturrioz (Univ. País Vasco, Spain)
Elena Jurado (Univ. Extremadura, Spain)
Natalia Juristo (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Miguel Katrib (Grupo WEBOO, Cuba)
María Lencastre (Univ. Pernambuco, Brazil)
Antonia Lopes (Univ. Lisboa, Portugal)
Adolfo Lozano (Univ. Extremadura, Spain)
Esperanza Marcos (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)
Henrique Madeira (Univ. Coimbra, Portugal)
Eduardo Mena (Univ. Zaragoza, Spain)
Ana María Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Juan José Moreno (Univ. Polit. Madrid, Spain)
Juan Manuel Murillo (Univ. Extremadura, Spain)
Oscar Pastor (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Vicente Pelechano (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Marcelo Pimenta (Univ. F. Rio Grande do Sul, Brazil)
Ernesto Pimentel (Univ. Málaga, Spain)
Mónica Pinto (Univ. Málaga, Spain)
Ángeles Places (Univ. Coruña, Spain)
Antonio Polo (Univ. Extremadura, Spain)
Claudia Pons (UNICEN, Argentina)
Tom Price (Univ. F. Rio Grande do Sul, Brazil)
Carme Quer (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Celia Ramos (Univ. Algarbe, Portugal)
Isabel Ramos (Univ. Sevilla, Spain)
Isidro Ramos (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Claudio de la Riva (Univ. Oviedo, Spain)
José Riquelme (Univ. Sevilla, Spain)
José Luis Roda (Univ. La Laguna, Spain)
María José Rodríguez Fortis (Univ. Granada, Spain)
José Raúl Romero (Univ. Córdoba, Spain)
Antonio Ruiz (Univ. Sevilla, Spain)
Francisco Ruiz (Univ. Castilla-La Mancha, Spain)
José Samos (Univ. Granada, Spain)
Fernando Sánchez (Univ. Extremadura, Spain)
Juan Sánchez (Univ. Polit. Valencia, Spain)
Carla Silva (Univ. F. Pernambuco, Brazil)
Ernest Teniente (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Miguel Toro (Univ. Sevilla, Spain)
Ambrosio Toval (Univ. Murcia, Spain)
Juan Carlos Trujillo (Univ. Alicante, Spain)
Toni Urpi (Univ. Polit. Catalunya, Spain)
Antonio Vallecillo (Univ. Málaga, Spain)
Belén Vela (Univ. Rey Juan Carlos, Spain)

Referees

Álvaro E. Prieto Ramos
Amador Durán Toro
André L. Santos
Andrea Delgado
Ángel Herranz
Angélica Caro
Anna Grimán Padua
Antonio Jesús Roa Valverde
Antônio Oliveira Filho
Antonio Ruiz-Cortés
Arturo Zambrano
Carlos Bobed
Carlos D. Barranco González
Carlos Enrique Cuesta Quintero
Carlos Neil
Cecilia Delgado Negrete
César J. Acuña
Claudio Sant' Anna
Cristina Vicente Chicote
Daniel Rodríguez
Dante Carrizo
Diana Marcela Sánchez
Diego Alonso Cáceres
Diego Seco Naveiras
Domingo Savio Rodríguez Baena
Eduardo Rodríguez López
Elisa Yumi Nakagawa
Ellen Francine Barbosa
Encarna Sosa Sánchez
Fernando Molina Molina
Fran J. Ruiz Bertol
Francisco Javier Lucas Martínez
Francisco Luís Gutiérrez Vela
Francisco Martínez Álvarez
Ignacio García Rodríguez de Guzmán
Ismael Caballero
Ismael Navas Delgado
Ismael Sanz Blasco
Javier Pérez García
Joaquín Lasheras
Joaquín Nicolás
Jorge Gracia
Jorge Martínez Gil
José María Cavero Barca
Juan Ángel Pastor Franco
Juan M. Vara
Juan Manuel Pérez Martínez
Manuel Ángel Serrano Martín
Manuel Resinas
Márcio de Medeiros Ribeiro
Marcirio Chaves
Marcos López Sanz
Mari Carmen Otero
María Esperanza Manso Martínez
María Luisa Rodríguez Almendros
María Teresa Gómez López
María Visitación Hurtado Torres
Martin Solari
Miguel Ángel Laguna Serrano
Miguel Ángel Martínez
Miguel Rodríguez Luaces
M^a Ángeles Moraga de la Rubia
Nuno Cardoso
Orlando Avila-García
Oscar Dieste
Óscar Pedreira Fernández
Othmane Chniber
Pablo Inostroza
Pablo Trinidad
Paloma Cáceres García de Marina
Pedro Sánchez Palma
Raquel M. Crespo García
Raquel Trillo Lado
Roberto Almeida Bittencourt
Roberto Rodríguez Echeverría
Roberto Ruiz
Rui Lopes
Sascha Ossowski
Sergio Ilarri Artigas
Vicente Luque Centeno

Sponsors



Ayuntamiento de Gijón



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS



INTERSYSTEMS



Table of Contents¹

Keynote Address 1

The five W's (and one "H") of Security: Software Engineering of Secure Systems	1
<i>Bashar Nuseibeh</i>	

Aspects

Analysis of Modularity by an Aspect-Oriented Measurement Process.....	3
<i>José Conejero, Juan Hernández, Elena Jurado, Klaas Berg</i>	

Process Engineering

Automating the Software Process Management.....	15
<i>Javier Berrocal, José Manuel García, Juan Manuel Murillo</i>	

Software Product Lines

Generación Automática de Casos de Prueba en Líneas de Producto	27
<i>Pedro Mateo, Beatriz Lamanha, Macario Usaola</i>	
Gestión de la Variabilidad de los Requisitos de Seguridad en Líneas de Producto	39
<i>Daniel Mellado, Eduardo Fernandez-Medina, Mario Piattini</i>	

¹ The section headings below correspond to the conference program, but do not include all the presentations in each conference session (where short papers and dissemination papers on the same topic also were included). Thus, the sections here all contain fewer papers than the corresponding conference session; the short papers are listed separated in this volume, followed by a chapter with an overview of the dissemination papers.

Information Engineering

Clasificación de Imágenes en el Sistema Qatris Imanager Mediante Regresión Logística Bayesiana	51
<i>Inés Horrillo, Manuel Barrena</i>	
Efficient Retrieval of Ontology Fragments Using an Interval Labeling Écheme ...	63
<i>Victoria Romero, Rafael Llavori</i>	
Un Modelo para el Análisis y Explotación de Información Cognitiva en Repositorios Documentales	75
<i>Miguel A. Martínez-Prieto, Joaquín Adiego, Pablo de la Fuente</i>	
Un Sistema de Consulta sobre Documentos Transformados con LZCS.....	87
<i>Joaquín Adiego, Gonzalo Navarro, Pablo de la Fuente</i>	

Model Engineering

Análisis de Series Temporales Dirigido por Modelos Conceptuales sobre Datos Multidimensionales.....	99
<i>Jose Zubcoff, Jesús Pardillo, Juan Trujillo</i>	
Una Aproximación Dirigida por Modelos para el Desarrollo de Esquemas XML.....	111
<i>Verónica Bollati, Juan Vara, Belén Vela, Esperanza Marcos</i>	
Generación de Metadatos OLAP Dirigida por Modelos sobre Almacenes de Datos	123
<i>Juan Trujillo, Jesús Pardillo, Jose-Norberto Mazón</i>	

Formal Methods

Modelling Mash-up Resources	135
<i>Iván Pérez, Ángel Herranz, Susana Muñoz, Juan Moreno-Navarro</i>	
Optimizando el Funcionamiento del Algoritmo FOIL	147
<i>Pablo Palacios, José Arjona, José Álvarez, Iñaki Fernández de Viana</i>	
Towards the Correctness Verification of Business Processes Modelled with UML.....	159
<i>Luis Mendoza, Manuel Capel, Kawtar Akhlaki</i>	

Maintenance and Testing

Agil_MANTEMA: Una Metodología de Mantenimiento de Software para Pequeñas Organizaciones	171
<i>Francisco Pino, Francisco Ruiz, Jorge Triñanes, Félix García, Mario Piattini</i>	
Priorización del Valor de Artefactos Software Basada en la Frecuencia de Uso..	183
<i>Daniel Cabrero, Javier Garzas, Mario Piattini</i>	
Identificación de Fallos en Módulos Software	195
<i>José Riquelme, Roberto Ruiz, Daniel Rodríguez</i>	

Data Mining, Data Streaming and Datawarehouses

Hacia la Implementación Automática de Almacenes de Datos Seguros en Herramientas OLAP.....	205
<i>Carlos Blanco, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán, Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Mario Piattini</i>	
Una aproximación Basada en Diagramas de Actividades de UML para el Modelado Conceptual de Procesos ETL en Almacenes de Datos.....	217
<i>Lilia Muñoz, Jose-Norberto Mazón, Jesús Pardillo, Juan Trujillo</i>	
MeCADI*: un Marco Orientado a Objetivos para el Modelado de la Calidad en Almacenes de Datos.....	229
<i>Cristina Cachero, Jesús Pardillo, Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo</i>	

Reengineering and Software Modernization

Reverse Engineering of Object-Relational Database Schemas	241
<i>Jordi Cabot, Cristina Gómez, Elena Planas, M. Elena Rodríguez</i>	

Quality, Measurement & Estimation of Products & Processes

Una Metodología Basada en ISO/IEC 15939 para la Elaboración de Planes de Medición de Calidad de Datos.....	253
<i>Eugenio Verbo, Ismael Caballero, Ricardo Pérez, Coral Calero, Mario Piattini</i>	
Metodologías para Definir Programas de Medición en PyMEs: El Marco MIS-PyME.....	265
<i>María Díaz-Ley, Félix García, Mario Piattini</i>	

Visualización de la Usabilidad de Componentes Software.....	275
<i>M^a Ángeles Moraga, Sergio Susín, Virginia Arcos, Coral Calero</i>	
Aportaciones de una Visualización Metafórica al Análisis de Proyectos Software	287
<i>Amaia Aguirregoitia, J.Javier Dolado</i>	
Aplicación de las Técnicas de Modelado y Simulación en la Gestión de la Capacidad de los Servicios TI.....	299
<i>Elena Orta Cuevas, Mercedes Ruiz Carreira, Miguel Toro Bonilla</i>	
Measure Assessment for Heterogeneous XML Collections.....	311
<i>María Pérez Catalán, Ismael Sanz, Rafael Berlanga</i>	

Requirements Engineering

Revisiones Sistemáticas: Recomendaciones para un Proceso Adecuado a la Ingeniería del Software	321
<i>Oscar Dieste, Anna Grimán, Marta López</i>	
Metodologías Ágiles desde la Perspectiva de la Especificación de Requisitos Funcionales y No-Funcionales	333
<i>Pilar Rodríguez, Agustín Yagüe, Pedro Alarcón, Juan Garbajosa</i>	
Metamodelo y Perfil UML para el Modelado Orientado a Metas de Requisitos Medibles.....	345
<i>Fernando Molina, Cristina Cachero, Jesús Pardillo, Ambrosio Toval</i>	

Keynote Address 2

Model-Based Software Engineering: Expected and Unexpected Challenges.....	357
<i>Bran Selic</i>	

Short Papers

AAJ: Un Lenguaje de Descripción Arquitectónica Orientado a Aspectos.....	361
<i>María Boton, Amparo Navasa</i>	
An Ontology for IT Services	367
<i>Jorge Freitas, Anacleto Correia, Fernando Abreu</i>	

Construcción de Modelos Lógicos Multidimensionales Seguros para su Implementación en Herramientas OLAP Mediante MDA y QVT	373
<i>Carlos Blanco, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán, Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Mario Piattini</i>	
Desarrollo de Almacenes de Datos Espacio Temporales Dirigido por Modelos ..	379
<i>Octavio Glorio, Juan Trujillo</i>	
Generating Domain Specific Aspect Code for Navigation from Platform Specific Models in MWACSL.....	385
<i>Antonia M. Reina Quintero, Miguel Toro Bonilla, Jesús Torres Valderrama</i>	
Zentipede: Una Contribución a la Renovación de la Gestión del Proceso Software	391
<i>José Manuel García Alonso, José Javier Berrocal, Juan Manuel Murillo Rodríguez</i>	
Hacia la Definición de un Simulador para la Enseñanza de la Elicitación de Requisitos en el Contexto del Desarrollo Global del Software	417
<i>Miguel Romero, Aurora Vizcaino, Mario Piattini</i>	
Un Marco de Referencia para Comparar ESBs desde la Perspectiva de la Integración de Aplicaciones.....	403
<i>Rafael Corchuelo, Rafael Frantz, Jesús González</i>	
Refactorizaciones en la Migración del Software.....	409
<i>Rául Marticorena, Yania Crespo, Carlos López</i>	
Diseño Evolutivo de Bases de Datos XML	415
<i>Carlos Nilo, Cecilia Reyes, Jose Marti</i>	
Impacto de las Multiplicidades en la Resolución de Problemas de Sumarizabilidad para OLAP	421
<i>Jose-Norberto Mazón, Jens Lechtenbörger, Juan Trujillo</i>	

Workshops, Tutorials, Demos and Dissemination

Workshops.....	427
<i>João Araújo</i>	
Tutorials	429
<i>António Rito Silva</i>	

Tool Demonstrations	431
<i>Lidia Fuentes</i>	
ActiveRulesDBX – Ferramenta para Execução de Regras a partir da Detecção de Eventos Temporais.....	433
<i>Eugênio de O. Simonetto, Jéferson Kasper, Giovanni R. Librelotto</i>	
Deriving AO Software Architectures using the AO-ADL Tool Suite	437
<i>Mónica Pinto, Lidia Fuentes, Luis Fernández, Juan A. Valenzuela</i>	
ESFORA: a tool for the dEfinition of domain SPECific OpeRation languages.....	441
<i>David Musat, Jennifer Pérez, Pedro P. Alarcón, Agustín Yagüe</i>	
FAMA Framework	445
<i>Pablo Trinidad, David Benavides, Antonio Ruiz-Cortés, Sergio Segura</i>	
ProSÉ: A Protégé plugin for Reusing Ontologies, Safe and Économique	449
<i>Ernesto Jiménez-Ruiz, Bernardo Cuenca Grau, Ulrike Sattler Thomas Schneider, Rafael Berlanga</i>	
REMM-Studio+: Extensiones para Modelar Variabilidad y Permitir la Reutilización de Requisitos	453
<i>Begoña Moros, Cristina Vicente-Chicote, Ambrosio Toval</i>	
RUX-Tool: Una herramienta CASE para el modelado y la generación automática de Interfaces de Usuario para RIA	457
<i>Marino Linaje, Juan Carlos Preciado, Fernando Sánchez-Figueroa Rober Morales-Chaparro, David Gordillo, Fernando Sánchez-Herrera</i>	
StateML+: Diseño, Validación y Generación de Código Ada para Máquinas de Estado Jerárquicas	461
<i>Diego Alonso, Cristina Vicente-Chicote, Bárbara Álvarez</i>	
Relevant Papers Dissemination	465
<i>Antonio Vallecillo, João Falcão Cunha</i>	
Feature Oriented Model Driven Development: A Case Study for Portlets.....	467
<i>Salvador Trujillo, Don Batory, Oscar Díaz</i>	
DEX: High-Performance Exploration on Large Graphs for Information Retrieval.....	69
<i>Norbert Martínez-Bazan, Victor Muntés-Mulero, Sergio Gómez-Villamor, Jordi Nin, Mario-A. Sánchez-Martínez, Josep-L. Larriba-Pey</i>	
Determining Criteria for Selecting Software Components: Lessons Learned	471
<i>Juan Pablo Carvallo, Xavier Franch, Carme Quer</i>	

Engineering Rich Internet Application User Interfaces over Legacy Web Models	473
<i>Marino Linaje, Juan Carlos Preciado, Fernando Sánchez-Figueroa</i>	
Guideliness for Eliciting Usability Functionalities	475
<i>Natalia Juristo, Ana María Moreno, Maria-Isabel Sánchez-Segura</i>	
From Wrapping to Knowledge	477
<i>José Luis Arjona, Rafael Corchuelo, David Ruiz, Miguel Toro</i>	
Introducing Structure Management in Automatic Reference Resolution: An XML-based Approach	479
<i>M. Mercedes Martínez-González, Pablo de la Fuente</i>	
Run-time Composition and Adaptation of Mismatching Behavioural Transactions	481
<i>Javier Cámara, Gwen Salaün, Carlos Canal</i>	
Building Domain-Specific Languages for Model-Driven Development	483
<i>Jesús Sánchez Cuadrado, Jesús García Molina</i>	
Reconciling requirement-driven data warehouses with data sources via multidimensional normal forms.....	485
<i>Jose-Norberto Mazón, Juan Trujillo, Jens Lechtenbörger</i>	
Developing Secure Data Warehouses with a UML Extension.....	487
<i>Eduardo Fernández-Medina, Juan Trujillo, Rodolfo Villarroel, Mario Piattini</i>	
Author Index.....	489

Hacia la implementación automática de almacenes de datos seguros en herramientas OLAP

Carlos Blanco¹, Ignacio García-Rodríguez de Guzmán¹, Eduardo Fernández-Medina¹,
Juan Trujillo² y Mario Piattini¹

¹ Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información. Escuela Superior de Informática
Grupo Alarcos – Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información
Universidad de Castilla-La Mancha. Paseo de la Universidad, 4. 13071. Ciudad Real
{Carlos.Blanco, Ignacio.GRodriguez, Eduardo.Fdezmedina, Mario.Piattini}@uclm.es

² Departamento de Lenguajes y Sistemas de Información. Facultad de Informática. Grupo LUCENTIA
Universidad de Alicante. San Vicente s/n. 03690. Alicante
jtrujillo@dlsi.ua.es

Resumen. El establecimiento de medidas de seguridad en Almacenes de Datos (DWs) se ha estado realizando en las últimas etapas del proceso de desarrollo de una forma artesanal, sin embargo en nuestra opinión dichos aspectos deberían considerarse desde etapas tempranas del proceso de desarrollo. Por otro lado, mediante la aplicación del enfoque MDA (Model Driven Architecture) al desarrollo de Almacenes de datos, podemos definir modelos a diferentes niveles de abstracción y establecer transformaciones automáticas entre ellos. Tras definir un enfoque MDA para el desarrollo de Almacenes de Datos seguros de forma que damos soporte a la definición de restricciones de seguridad en todas las etapas del proceso de desarrollo, en este artículo desarrollamos un ejemplo en el que partiendo de un modelo a nivel conceptual obtenemos un modelo lógico multidimensional y finalmente generamos código en una determinada plataforma OLAP (SQL Server Analysis Services), todo ello de forma automática mediante la aplicación de un conjunto de reglas QVT que nos permiten el paso entre los modelos considerando tanto la transformación de aspectos estructurales como de seguridad.

Palabras Clave: Almacenes de Datos, Seguridad, MDA, QVT, OLAP, SQL Server Analysis Services.

1 Introducción

El desarrollo de software dirigido por modelos permite la definición de modelos a diferentes niveles de abstracción. La OMG (Object Management Group) propone como estándar MDA (Model Driven Architecture) [1], que nos permite separar la funcionalidad del sistema y su implementación mediante la definición de varios modelos: independientes de computación CIM (computer-independent models) a nivel de negocio e independientes de la plataforma PIM (platform-independent models) a nivel conceptual, los cuales no incluyen información específica sobre la plataforma ni la tecnología y modelos específicos de la plataforma PSM (platform-specific models) a nivel lógico, los cuales contienen información sobre específica sobre la tecnología utilizada. Además, MDA propone el uso de transformaciones entre modelos como un mecanismo con el cual movernos de un nivel de abstracción a otro, unir y mezclar varios modelos de entrada para producir un modelo de salida y realizar búsquedas de patrones en los modelos. Existen numerosos lenguajes para la transformación entre modelos, sin embargo la OMG propone QVT (Query / Views / Transformations) [2] como un nuevo estándar para modelar transformaciones de forma intuitiva basado en MOF (Meta-Object Facility) [3].

Por otro lado los Almacenes de Datos (DWs) manejan información histórica de las empresas que es utilizada para soportar el proceso de toma de decisiones. Existen numerosas propuestas para el modelado de DWs a diferentes niveles de abstracción: modelos i^* a nivel de negocio, modelos multidimensionales a nivel conceptual o modelos relacionales a nivel lógico. Soportar el desarrollo de DWs mediante un enfoque MDA nos proporciona numerosas ventajas como una mejor separación entre modelos y una traducción automática a otros modelos y a código final.

Los DWs manejan información de vital importancia para la supervivencia de las empresas que debe ser asegurada mediante la especificación y establecimiento de medidas de seguridad [4] no de forma aislada en las últimas etapas del proceso de desarrollo sino como un aspecto presente desde etapas tempranas [5]. Es necesario considerar restricciones de seguridad en los modelos a todos los niveles de abstracción y finalmente que estas restricciones sean tomadas en cuenta por las herramientas OLAP (On-Line Analytical Processing) de modo que no se les permita a los usuarios acceder a información no autorizada mediante el uso de operaciones maliciosas.

Para el desarrollo de Almacenes de Datos (DWs) seguros ha sido propuesta una arquitectura [6] que sigue el enfoque MDA soportando el modelado del DW y la definición de aspectos de seguridad a diferentes niveles de abstracción. Sin embargo en estos trabajos previos se define el paso de modelos conceptuales (PIM) a lógicos (PSM) bajo el punto de vista relacional, y se trata levemente con la implementación final en un sistema de gestión de bases de datos (SGBD). Debido a que la mayoría de los DWs son explotados por herramientas OLAP bajo un enfoque multidimensional, nuestra investigación se centra ahora en la definición de un PSM multidimensional seguro a partir del cual podamos obtener código multidimensional seguro para distintas herramientas OLAP y en la creación de un conjunto de reglas que permitan dichas transformaciones de forma automática desde modelos de mayor nivel de abstracción hasta el código final. En este artículo presentamos mediante un ejemplo nuestra propuesta de metamodelo multidimensional seguro a nivel lógico (PSM) y cómo éste es obtenido de forma automática mediante la aplicación de un conjunto de reglas QVT definidas a tal efecto. Para completar el ejemplo tratamos la transformación de este modelo lógico (PSM) a código multidimensional seguro para una plataforma OLAP específica, Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS).

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: la Sección 2 introduce nuestra arquitectura MDA para desarrollar Almacenes de Datos seguros, centrándose en la descripción de los metamodelos a nivel conceptual (PIM) y lógico (PSM) y presentando las reglas QVT que permitan la transformación automática de PIM a PSM. La Sección 3 introduce nuestro ejemplo sobre el proceso de admisión de un hospital y muestra cómo partiendo de un modelo conceptual, y utilizando las reglas QVT definidas, generamos el correspondiente modelo lógico y partiendo de él código multidimensional seguro en SSAS. Finalmente, la Sección 4 muestra nuestras conclusiones y trabajo futuro.

2 Arquitectura MDA para el desarrollo de Almacenes de Datos seguros

Nuestra arquitectura MDA [6] es una mejora con aspectos de seguridad de una arquitectura MDA para el desarrollo de DWs. Nuestra propuesta está formada por varios modelos que soportan el modelado del DW a diferentes niveles de abstracción (ver Figura 1): a nivel de negocio (CIM) con un profile UML [7] basado en i^* [8] que es un enfoque para ingeniería de requisitos centrado en las características intencionales de los agentes; a nivel conceptual (PIM) con un profile UML [9]; y a nivel lógico (PSM) con una extensión de CWM (Common Warehouse Metamodel) [10] desde el punto de vista relacional. Como hemos comentado anteriormente, en este artículo consideramos una especialización de esta arquitectura centrada en la propuesta de un PSM multidimensional seguro y en la transformación desde PIM a este PSM, y su posterior transformación de PSM a código en una plataforma OLAP específica, SSAS. Dicha especialización aparece resaltada en gris en la Figura 1. A continuación, y debido a las restricciones de espacio, describimos brevemente los

metamodelos origen (PIM) y destino (PSM), así como las reglas QVT creadas para soportar dicha transformación.

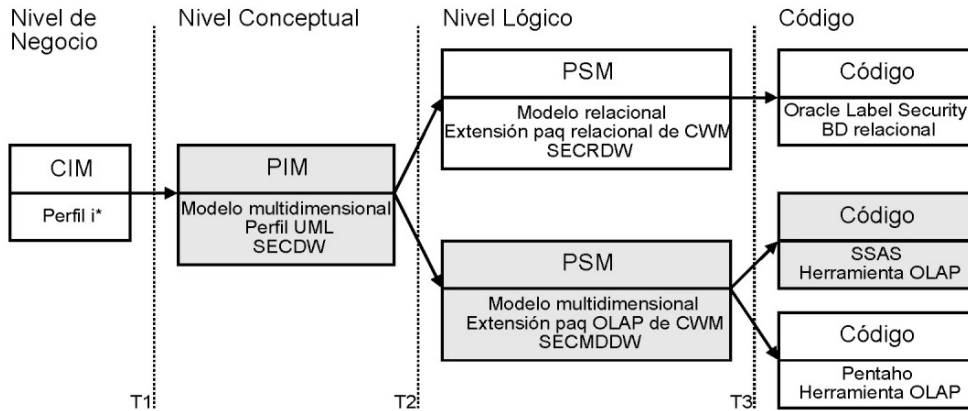


Fig. 1. Arquitectura MDA para desarrollar DWs seguros

Metamodelo conceptual (SECDW). A nivel conceptual ha sido definido mediante un profile UML un metamodelo multidimensional seguro llamado SECDW [9] basado en un profile para el diseño conceptual de DWs que considera aspectos específicos de DWs tales como relaciones muchos-a-muchos, dimensiones degeneradas o clasificaciones múltiples. SECDW extiende este metamodelo con aspectos de seguridad usando un modelo de control de acceso y auditoría (ACA) [11] diseñado específicamente para DWs que nos permite definir clases y propiedades seguras, clasificar los sujetos y objetos de autorización utilizando niveles, compartimentos y roles de seguridad, y establecer reglas de seguridad sobre los elementos multidimensionales del DW mediante el uso de estereotipos y notas definidas en Object Constraints Language (OCL). Se permite la definición de tres tipos de reglas: de asignación de información sensible (SIAR) que especifican políticas de seguridad multinivel para definir información sensible; de autorización (AUR) que permiten o deniegan el acceso a determinados objetos definiendo el sujeto, objeto, acción (por ejemplo operación de lectura) y el signo positivo o negativo de la autorización; y de auditoría (AU) que aseguran que los usuarios autorizados no sobrepasan sus privilegios.

Metamodelo lógico (SECMDDW). Como comentamos anteriormente, en nuestra propuesta de arquitectura MDA para desarrollar DWs seguros tenemos definido un metamodelo lógico (PSM) que es una extensión del paquete relacional de CWM y que representa un paso intermedio hacia la generación de código para sistemas de gestión de bases de datos (SGBD). Debido a que la mayoría de DWs son explotados por herramientas OLAP utilizando un enfoque multidimensional hemos definido un metamodelo lógico llamado SECMDDW [12] basándonos en la extensión del paquete OLAP de CWM, que representa los conceptos estructurales y de seguridad del DW bajo un enfoque multidimensional y a un nivel más cercano a la plataforma final, facilitándonos de este modo la transformación automática hacia distintas herramientas OLAP. SECMDDW está organizado en varios módulos que nos permiten representar la configuración de seguridad del sistema así como los aspectos estructurales y de seguridad definidos para cubos, dimensiones y bases. Un metamodelo para la configuración de seguridad del sistema que nos permite representarla de un modo más cercano a las plataformas finales utilizando una política de control de acceso basada en roles (RBAC). Debido a que a nivel conceptual utilizamos una clasificación de sujetos más rica en base a niveles, compartimentos y roles de seguridad, esta información es representada mediante la creación de nuevos roles. Dicho proceso al igual que la obtención del resto de modelos lógicos ha sido automatizado mediante la creación de un conjunto de reglas QVT que comentamos más adelante. Un metamodelo de cubos y otro de dimensiones que nos permiten

definir aspectos estructurales como clases hecho, medidas asociadas, dimensiones, clases base, atributos y jerarquías, así como restricciones de seguridad mediante el establecimiento de permisos a nivel de cubo, dimensión y atributo.

Transformación de nivel conceptual a lógico. Para soportar la obtención de modelos lógicos (PSM) definidos de acuerdo al metamodelo SECMDDW partiendo de modelos conceptuales (PIM) definidos según SECDW, hemos desarrollado un conjunto de reglas QVT que se basan en la metodología presentada en [13] e implementan dicho conocimiento para permitir la obtención automática de estos modelos. Este conjunto de transformaciones está compuesto por tres reglas principales encargadas de obtener los tres metamodelos PSM definidos: *SECDW2Role*, *SECDW2Cube* y *SECDW2Dimension*.

SECDW2Role trata con la configuración de seguridad del sistema y se encarga de generar todos los roles necesarios para representar bajo una política basada en roles (RBAC) a nivel lógico todos los niveles, compartimentos y roles de seguridad definidos a nivel conceptual. *SECDW2Cube* genera los cubos, medidas y dimensiones asociadas y los permisos de seguridad establecidos sobre los cubos. *SECDW2Dimension* genera aspectos estructurales de dimensiones, atributos y jerarquías, y de seguridad mediante permisos a nivel de dimensión y atributo.

SECDW2Role está compuesta de una regla principal “top relation *Package2RoleFiles* {...}” y las reglas “*SCompartment2Role* {...}”, “*SRole2Role* {...}” y “*SLevel2Role* {...}”. Debido a las restricciones de espacio y a que el código de las reglas es bastante extenso, en la Tabla 1 se muestran las cabeceras del resto de reglas.

Tabla 1. Reglas para la transformación PIM a PSM

SECDW2Cube	SECDW2Dimension
Top relation <i>Package2CubeFiles</i> {...}	Top relation <i>Package2DimensionFiles</i> {...}
Relation <i>SFact2Cube</i> {...}	Relation <i>SDimension2Dimension</i> {...}
Relation <i>CreateMeasureGroups</i> {...}	Relation <i>KeyProperty2KeyAttribute</i> {...}
Relation <i>SProperty2Measure</i> {...}	Relation <i>NonKeyProperty2Attribute</i> {...}
Relation <i>SDimension2Dimension</i> {...}	Relation <i>SBase2Attribute</i> {...}
Relation <i>ProcessSBase</i> {...}	Relation <i>createDimensionSIARForSCompartment</i> {...}
Relation <i>CreateOwnedHierarchies</i> {...}	Relation <i>createDimensionSIARForSRole</i> {...}
Relation <i>SProperty2Property</i> {...}	Relation <i>createDimensionSIARForSLevel</i> {...}
Relation <i>SCompartmentClass2CubePermission</i> {...}	Relation <i>authorizeSCompartment</i> {...}
Relation <i>SRoleClass2CubePermission</i> {...}	Relation <i>authorizeSRole</i> {...}
Relation <i>SLevelClass2CubePermission</i> {...}	Relation <i>authorizeSLevel</i> {...}
Relation <i>SCompartmentAtt2CellPermission</i> {...}	Relation <i>processSecureProperty</i> {...}
Relation <i>SRoleAtt2CellPermission</i> {...}	Relation <i>createPositiveAttributePermission</i> {...}
Relation <i>SLevelAtt2CellPermission</i> {...}	Relation <i>createNegativeAttributePermission</i> {...}

Código multidimensional seguro. Partiendo del modelo lógico presentado podemos obtener código multidimensional seguro para plataformas OLAP. Para este trabajo, y debido a que trata con elementos multidimensionales y nos permite establecer restricciones de seguridad sobre ellos, hemos seleccionado SQL Server Analysis Services (SSAS) como plataforma OLAP de destino. SSAS utiliza varios tipos de ficheros XML para definir la configuración de seguridad, y tanto los aspectos estructurales como de seguridad de los cubos y dimensiones.

Transformación de nivel lógico a código. La transformación desde modelos multidimensionales seguros a nivel lógico definidos de acuerdo con nuestro metamodelo SECMDDW hacia código multidimensional seguro para distintas plataformas OLAP es sencilla ya que aunque cada una presenta sus particularidades la mayoría de los conceptos finales están definidos en nuestro metamodelo de partida. En este artículo aunque nos centramos principalmente en la transformación de PIM a PSM también tratamos con la posterior generación automática de código multidimensional seguro desde el PSM hacia SSAS. Más adelante mostraremos junto al ejemplo propuesto alguna porción del código generado así como capturas de pantalla en SSAS.

3 Aplicando MDA para el desarrollo de Almacenes de Datos seguros

En esta sección presentamos la aplicación de nuestra arquitectura MDA utilizando como ejemplo la automatización del proceso de admisión de un hospital en el que se requiere confidencialidad para el tratamiento de la información involucrada. En primer lugar presentamos el ejemplo a nivel conceptual y veremos cómo mediante la aplicación de las transformaciones definidas obtenemos automáticamente el modelo lógico correspondiente. Para finalizar mostramos la implementación final generada para SSAS partiendo desde dicho modelo lógico.

3.1 Definición del PIM

La Figura 2 muestra el modelo conceptual de nuestro ejemplo, definido de acuerdo al metamodelo SECDW. La clase de hechos “Admision” (estereotipo <<SFact>>) contiene dos dimensiones “Paciente” y “Diagnostico” (estereotipo <<SDimension>>) relacionadas con las clases base “Ciudad” y “GrupoDeDiagnostico” respectivamente (estereotipo <<SBase>>). La configuración de seguridad del hospital usa una clasificación de usuarios y objetos en niveles de seguridad (SL) y roles (SR), y la clase “PerfilDeUsuario” (estereotipo <<UserProfile>>) contiene información sobre todos los usuarios que tendrán acceso a este modelo. Los niveles de seguridad considerados son “alto secreto”, “secreto”, “confidencial” y “no definido”. La clasificación de roles corresponde a un rol principal “EmpleadoDeHospital” que se especializa en dos roles “Sanitario” y “NoSanitario” que a su vez se especializa en “Mantenimiento” y “Administrador”. En este ejemplo, para evitar incluir demasiados detalles, no hemos considerado la definición de compartimentos de seguridad (SC). También hemos definido las siguientes reglas sobre la información sensible: las instancias de la clase hecho “Admision” y la dimensión “Paciente” sólo pueden ser accedidos por los roles “Administrador” y “Sanitario” y nivel de seguridad “Secreto” o superior; la dimensión “Diagnostico” por el rol “Sanitario” y nivel de seguridad “Secreto” o superior; las bases “Ciudad” y “GrupoDeDiagnosis” por niveles de seguridad “Confidencial” o superior y los atributos “Admision.coste” y “Paciente.direccion” por el rol “Administrador”.

3.2 Obtención automática del PSM

Una vez definido el modelo conceptual obtenemos el modelo lógico correspondiente, el cual está definido de acuerdo al metamodelo multidimensional propuesto SECMDW. El proceso se realiza de forma automática mediante la aplicación del conjunto de transformaciones QVT definidas (Tabla 1). A continuación presentamos por cada una de las tres transformaciones principales el modelo lógico resultante así como una tabla en la que se muestra la activación de las reglas y cómo se ha ido generando cada elemento.

En primer lugar la Tabla 2 muestra la aplicación de la transformación *SECDW2Role*, que crea la configuración de roles del sistema. Mediante *SRole2Role* obtenemos por cada rol definido a nivel conceptual un rol a nivel lógico al que se le añade el prefijo “SR”. Del mismo modo *SLevel2Role* genera nuevos roles para representar los niveles de seguridad definidos a nivel conceptual, añadiendo esta vez el prefijo “SL” al nombre del nivel para así formar el nombre del nuevo rol. Al no usar compartimentos de seguridad, la regla *SCompartment2Role* no es lanzada. La Figura 3 muestra el modelo lógico obtenido tras aplicar esta transformación.

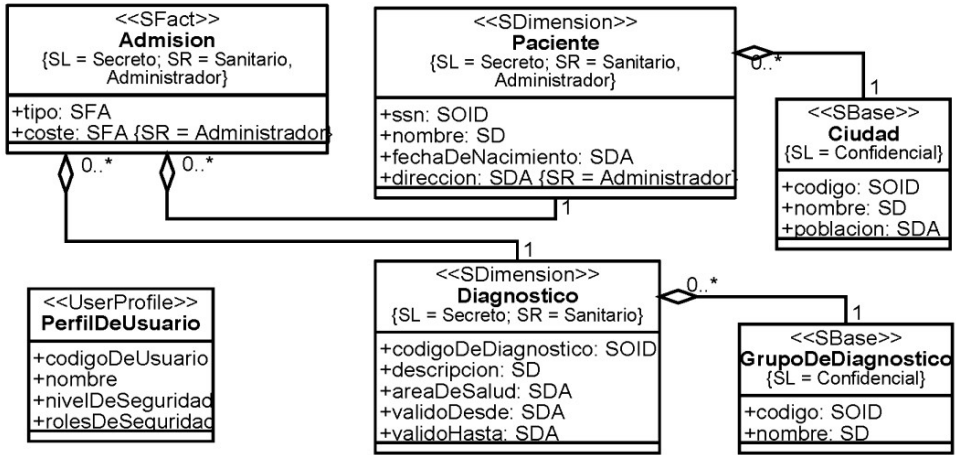


Fig. 2. Modelo conceptual para el hospital

Tabla 2. Aplicación de la transformación SECDW2Role al hospital

Top relation Package2RoleFiles : Hospital
Relation SRole2Role : EmpleadoDeHospital, Sanitario, NoSanitario, Administrador, Mantenimiento
Relation SLevel2Role : Alto Secreto, Secreto, Confidencial, NoDefinido
Relation SCompartment2Role : no es lanzada

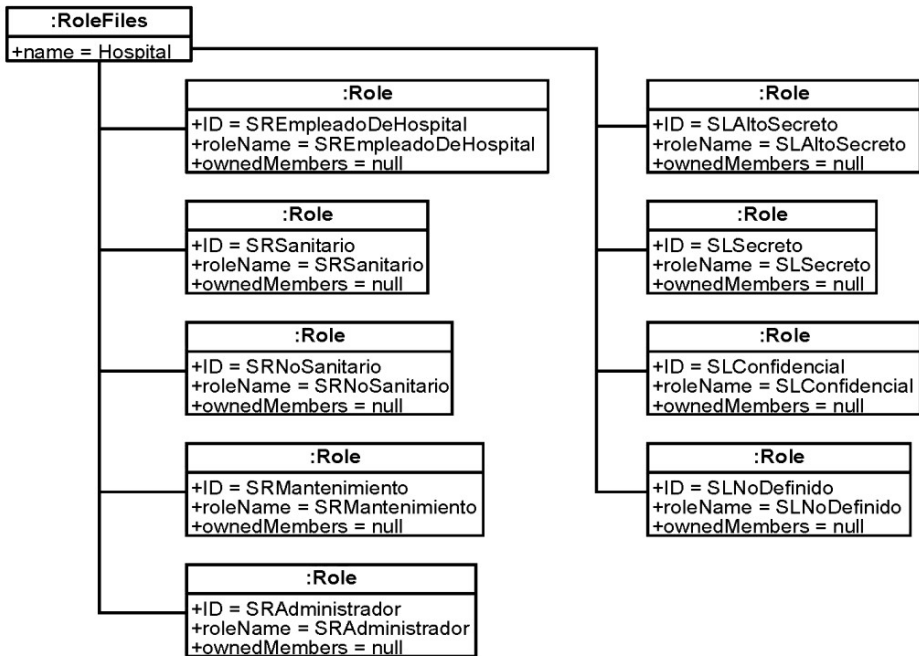


Fig. 3. Modelo lógico para el hospital: configuración de seguridad

A continuación la transformación *SECDW2Cube* obtiene la estructura y los aspectos de seguridad del cubo definido en nuestro hospital. La Tabla 3 muestra el proceso seguido. La regla *SFact2Cube* crea el cubo "Admisión"; después las reglas *CreateMeasuresGroups* y

SProperty2Measure crean sus medidas, y el resto de reglas estructurales crean las dimensiones relacionadas, atributos y jerarquías. Finalmente, las reglas de seguridad analizan las restricciones de seguridad definidas sobre la clase hecho “Admisión” a nivel conceptual y definen permisos a nivel de cubo y de celda para los roles de seguridad involucrados. La Figura 4 muestra el modelo lógico obtenido tras esta transformación.

Tabla 3. Aplicación de la transformación SECDW2Cube al hospital

Top relation Package2RoleFiles : Hospital
Relation SFact2Cube : Admisión
Relation CreateMeasureGroups : Admisión
Relation SProperty2Measure : tipo, coste
Relation SDimension2Dimension : Paciente, Diagnostico
Relation ProcessSBase : Ciudad, GrupoDeDiagnostico
Relation CreateOwnedHierarchies : Ciudad-Paciente, GrupoDeDiagnostico-Diagnostico
Relation SProperty2Attribute : (para Paciente) ssn, nombre, fechaDeNacimiento, direccion (para Diagnostico) codigoDeDiagnostico, descripcion, areaDeSalud, validoDesde, validoHasta (para Ciudad) codigo, nombre, poblacion (para GrupoDeDiagnostico) codigo, nombre
Relation SCompartmentClass2CubePermission : No es lanzada
Relation SRoleClass2CubePermission : (para Admisión) Sanitario, Administrador
Relation SLevelClass2CubePermission : (para Admisión) Secreto
Relation SCompartmentAtt2CellPermission : No es lanzada
Relation SRoleAtt2CellPermission : (para Admisión.direccion) Administrador
Relation SLevelAtt2CellPermission : No es lanzada

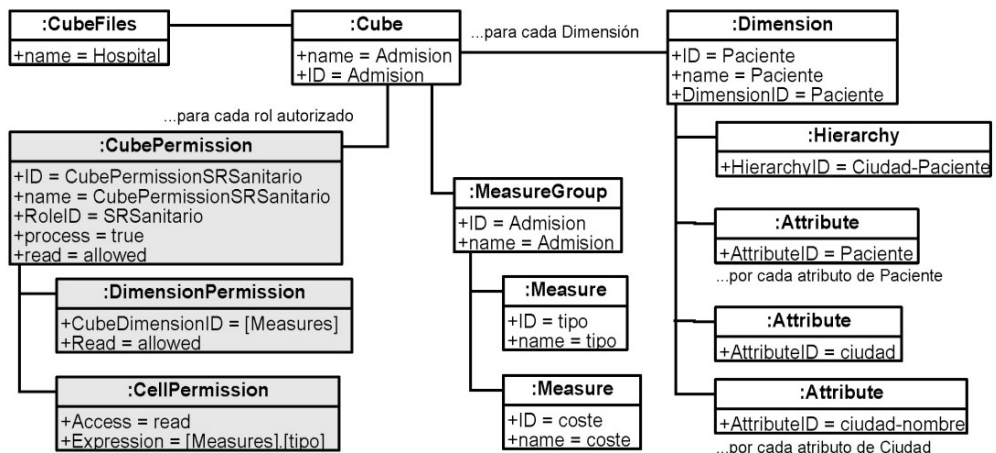


Fig. 4. Modelo lógico para el hospital: cubos

Por último, la transformación *SECDW2Dimension* obtiene la estructura y seguridad de las dimensiones y bases siguiendo el proceso mostrado en la Tabla 4. En primer lugar las reglas estructurales obtienen las dimensiones, jerarquías y atributos para las dimensiones y sus bases relacionadas, de forma que cada base y sus atributos son añadidos como atributos de la clase dimensión con la que está relacionada. A continuación se aplican las reglas de seguridad que se encargan de generar los permisos necesarios a nivel de dimensión y atributo para poder representar las restricciones de seguridad establecidas a nivel conceptual sobre las dimensiones, bases y sus atributos. Las restricciones de seguridad detectadas a nivel de clase generan permisos de dimensión positivos para cada rol autorizado concediéndole acceso a dicha clase y las detectadas a nivel de atributo generan tanto permisos positivos de atributo para conceder acceso a los roles autorizados como permisos negativos para denegar explícitamente el atributo a los roles no autorizados. La Figura 5 muestra el modelo obtenido al aplicar esta transformación.

Tabla 4. Aplicación de la transformación SECDW2Dimension al hospital

Top relation Package2Dimension: Hospital
Relation SDimension2Dimension: Paciente, Diagnostico
Relation KeyProperty2KeyAttribute: (para Paciente) ssn (para Diagnostico) codigoDeDiagnostico
Relation NonKeyProperty2Attribute: (para Paciente) nombre, fechaDeNacimiento, direccion (para Diagnostico) descripcion, areaDeSalud, validoDesde, validoHasta
Relation SBase2Attributes: Ciudad, GrupoDeDiagnostico
Relation createDimensionSIARForSCompartment: No es lanzada
Relation createDimensionSIARForSRole: (para Paciente) Sanitario, Administrador (para Diagnostico) Sanitario
Relation createDimensionSIARForLevel: (para Paciente) Secreto (para Diagnostico) Secreto (para Ciudad) Confidencial (para GrupoDeDiagnostico) Confidencial
Relation authorizeSCompartment: No es lanzada
Relation authorizeSRole: (para Paciente) Sanitario, Administrador y sus descendientes (para Diagnostico) Sanitario y sus descendientes
Relation authorizeSLevel: (para Paciente) Secreto, Alto Secreto (para Diagnostico) Secreto, Alto Secreto (para Ciudad) Confidencial, Secreto, Alto Secreto (para GrupoDeDiagnostico) Confidencial, Secreto, Alto Secreto
Relation processSecureProperty: (para Paciente) direccion
Relation createPositiveAttributePermission: roles permitidos (Administrador y sus descendientes)
Relation createNegativeAttributePermission: roles no permitidos (roles distintos al conjunto de roles permitidos)

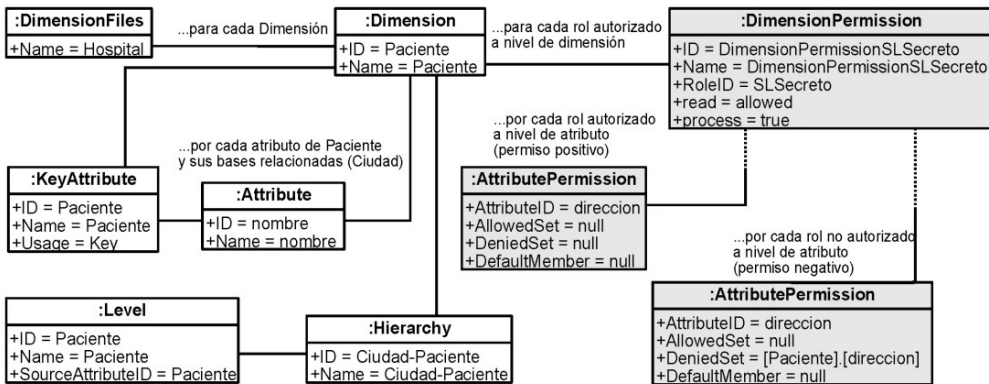


Fig. 5. Modelo lógico para el hospital: dimensiones

3.3 Obtención automática de código

Tras finalizar la etapa anterior obtenemos el correspondiente modelo multidimensional seguro definido a nivel lógico de acuerdo al metamodelo SECDW2Dimension. Partiendo de este modelo podemos realizar transformaciones hacia código multidimensional seguro para diferentes herramientas OLAP de forma sencilla, ya que la mayoría de conceptos de destino necesarios están contemplados en este modelo de partida. En este artículo hemos realizado la transformación hacia la implementación en SSAS, que soporta elementos multidimensionales como cubos, dimensiones, jerarquías y medidas, y la definición de restricciones de seguridad sobre estos elementos multidimensionales mediante el establecimiento de permisos sobre cubos, dimensiones o atributos.

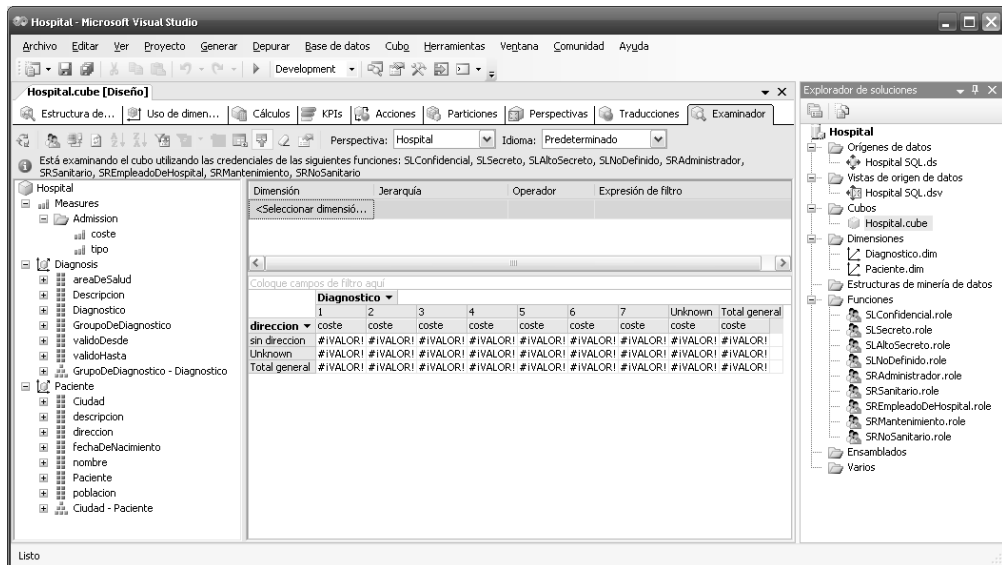
La Tabla 5 muestra una porción del código multidimensional seguro generado para SSAS en la que se define para el rol correspondiente al nivel de seguridad secreto “SLSecreto” un permiso positivo de lectura para la dimensión “Paciente” y un permiso negativo a nivel de atributo que le oculta el atributo “dirección” de dicha dimensión.

Tabla 5. Código multidimensional seguro en SSAS para el hospital

```

<Dimension>
  <ID>Paciente</ID>
  <Name>Paciente</Name>
  <Attributes>...</Attributes>
  <DimensionPermissions>
    <DimensionPermission>
      <ID>DimensionPermissionSLSecreto</ID>
      <Name>DimensionPermissionSLSecreto</Name>
      <RoleID>SLSecreto</RoleID>
      <Process>>true</Process>
      <Read>Allowed</Read>
      <AttributePermissions>
        <AttributePermission>
          <AttributeID>direccion</AttributeID>
          <DeniedSet>[Paciente].[direccion]</DeniedSet>
        </AttributePermission>
      </AttributePermissions>
    </DimensionPermission>
  </DimensionPermissions>
</Dimension>

```

**Fig. 6.** Ejecución del ejemplo en SSAS

La Figura 6 muestra una captura de pantalla de SSAS en la que se muestra el código multidimensional seguro generado cargado en la herramienta. En la captura podemos ver cómo están implementados todos los aspectos estructurales del ejemplo (cubos, medidas, dimensiones, jerarquías y atributos). Del mismo modo se han definido todos los roles necesarios (parte derecha de la imagen) así como todas las restricciones de seguridad necesarias. En la parte central de la captura aparece una consulta de ejemplo en la que se pretende comprobar la regla de seguridad vista en la Tabla 5, en la que se oculta el atributo “dirección” de la dimensión “Paciente” al rol “SLSecreto”. En primer lugar hemos activado todas las funciones de seguridad definidas y hemos entrado al sistema como un usuario perteneciente al rol que representa el nivel de seguridad secreto “SLSecreto”. Solicitamos consultar el coste de admisión mostrando en las filas la dirección del paciente y en las columnas el atributo diagnóstico de la dimensión “Diagnosis”. Como podemos observar, para esta consulta se están ocultando los valores solicitados.

4 Conclusiones

El establecimiento de medidas de seguridad es un aspecto de vital importancia que debe ser considerado desde etapas tempranas en el proceso de diseño del Almacén de Datos (DW). Nuestra arquitectura MDA permite el desarrollo de Almacenes de Datos (DWs) considerando la seguridad a todas las etapas y permitiendo la transformación automática entre modelos de distinto nivel de abstracción y la generación final de código multidimensional seguro. Nuestros trabajos previos se centran en el paso de modelos a nivel conceptual (PIM) a modelos a nivel lógico (PSM) pero bajo un punto de vista relacional, y trataban ligeramente con la implementación final en sistemas de gestión de bases de datos. En este artículo proponemos una especialización de dicha arquitectura presentando un metamodelo lógico (PSM) extensión del paquete OLAP de CWM, llamado SECMDDDW, que trata el DW desde un punto de vista multidimensional más cercano a las herramientas OLAP que son las más utilizadas para la explotación de los DWs. Además, proponemos un conjunto de transformaciones QVT que nos permiten la obtención automática de estos modelos lógicos definidos de acuerdo al metamodelo SECMDDDW partiendo desde modelos conceptuales y transformamos este modelo lógico obtenido a código multidimensional seguro para una plataforma OLAP específica, SSAS.

En este artículo presentamos mediante el ejemplo de un hospital el proceso de obtención automática del modelo lógico multidimensional seguro partiendo de un modelo a nivel conceptual, y finalizamos con la obtención de código para SSAS partiendo de dicho modelo lógico obtenido. En todo este proceso podemos ver cómo se aplican el conjunto de reglas QVT definidas y se transforman tanto los elementos estructurales como las restricciones de seguridad definidas en modelos de mayor nivel de abstracción.

En trabajos futuros mejoraremos nuestra arquitectura MDA para el desarrollo de DWs seguros en varios aspectos. Mejoraremos nuestro modelo de control de acceso y auditoría para soportar nuevas reglas de seguridad que traten aspectos relacionados con operaciones OLAP como navegaciones o inferencias. Completaremos la transformación PIM a PSM multidimensional incluyendo reglas que traten con las reglas de seguridad definidas mediante notas OCL. Consideraremos la transformación automática desde nuestro PSM multidimensional hacia otras plataformas OLAP como Pentaho y Oracle y definiremos transformaciones inversas que nos permitan subir en nuestra arquitectura.

Agradecimientos

Esta investigación es parte del proyecto ESFINGE (TIN2006-15175-C05-05) del Ministerio de Educación y Ciencia y de los proyectos MISTICO (PBC-06-0082) y QUASIMODO (PAC08-0157-0668) de la Consejería de Ciencia y Tecnología de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y el FEDER.

Referencias

1. MDA, O.M.G., *Model Driven Architecture Guide*. 2003.
2. OMG, *MOF QVT final adopted specification*. 2005.
3. MOF, O.M.G., *Meta-Object Facility (MOF) Core Specification v2.0*. 2006.
4. Dhillon, G. y J. Backhouse, *Information system security management in the new millennium*. Communications of the ACM, 2000. **43**(7): p. 125-128.
5. Mouratidis, H. y P. Giorgini, *An Introduction*, in *Integrating Security and Software Engineering: Advances and Future Visions*. 2006, Idea Group Publishing.
6. Fernández-Medina, E., J. Trujillo, y M. Piattini, *Model Driven Multidimensional Modeling of Secure Data Warehouses*. European Journal of Information Systems, 2007. **16**: p. 374-389.

7. Soler, E., V. Stefanov, J.-N. Mazón, J. Trujillo, E. Fernández-Medina, y M. Piattini. *Towards Comprehensive Requirement Analysis for Data Warehouses: Considering Security Requirements*. en *Proceedings of The Third International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES)* 2008. Barcelona, Spain: IEEE Computer Society.
 8. Yu, E. *Towards modelling and reasoning support for early-phase requirements engineering*. en *3rd IEEE International Symposium on Requirements Engineering (RE'97)*. 1997. Washington, DC.
 9. Fernández-Medina, E., J. Trujillo, R. Villarroel, y M. Piattini, *Developing secure data warehouses with a UML extension*. *Information Systems*, 2007. **32**(6): p. 826-856.
 10. CWM, O.M.G., *Common Warehouse Metamodel (CWM)*. 2003.
 11. Fernández-Medina, E., J. Trujillo, R. Villarroel, y M. Piattini, *Access control and audit model for the multidimensional modeling of data warehouses*. *Decision Support Systems*, 2006. **42**(3): p. 1270-1289.
 12. Blanco, C., I. García-Rodríguez de Guzmán, E. Fernández-Medina, J. Trujillo, y M. Piattini. *Construcción de modelos lógicos multidimensionales seguros para su implementación en herramientas OLAP mediante MDA y QVT*. en *JISBD*. 2008.
 13. Blanco, C., E. Fernández-Medina, J. Trujillo, y M. Piattini. *Implementing Multidimensional Security into OLAP Tools*. en *Third International Workshop "Dependability Aspects on Data Warehousing and Mining applications" (DAWAM 2008)* 2008. Barcelona, Spain: IEEE Computer Society.
-

