

APROXIMACIONES EN INGENIERÍA WEB PARA EL ANÁLISIS DE REQUISITOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

APPROXIMATIONS IN WEB ENGINEERING FOR THE ANALYSIS OF REQUIREMENTS: A SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE

Irene Garrigos, José N. Mazón

Grupo de Investigación Lucentia, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos DLSI, Universidad de Alicante,
España

E-mail: i.garrigos@alu.ua.es

(Enviado Abril 10, 2014; Aceptado Mayo 22, 2014)

Resumen

La tecnología aplicada al desarrollo de software en ingeniería Web (WE) enfrenta continuos cambios, lo cual implica un esfuerzo extra por parte de los analistas, desarrolladores y diseñadores en el diseño y mantenimiento de las aplicaciones Web. En este contexto, definir los requisitos (funcionales y no-funcionales) que el sistema debe cumplir para satisfacer las necesidades de los usuarios es una tarea compleja. En este artículo se presenta una revisión sistemática de la literatura con el fin de obtener: (i) el estado del arte actual sobre aproximaciones sistemáticas para el modelado, análisis y especificación de requisitos en ingeniería Web y (ii) una base conceptual para proponer áreas de investigación.

Palabras Clave: *Análisis de Requisitos, Ingeniería Web, Revisión Sistemática.*

Abstract

The technology applied to the development of software in Web engineering (WE) faces continuous changes, which implies an extra effort on the part of analysts, developers and designers in the design and maintenance of Web applications. In this context, defining the requirements (functional and non-functional) that the system must meet to meet the needs of users is a complex task. This article presents a systematic review of the literature in order to obtain: (i) the current state of the art on systematic approaches for the modeling, analysis and specification of requirements in Web engineering and (ii) a conceptual basis for proposing areas research.

Keywords: *Analysis of Requirements, Web Engineering, Systematic Review.*

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los factores de éxito más importantes en el desarrollo de software es la elicitación, gestión y análisis de requisitos. Esto es especialmente cierto en ingeniería Web una característica en particular: su audiencia heterogénea. Esto puede causar que los sitios sean difíciles de comprender por los visitantes y complejos para mantener por los diseñadores [1]. La ingeniería Web (WE) es una rama de la ingeniería de software (SE) que define técnicas, procesos y modelos para el ambiente Web. Como sub-disciplina se refiere a la etapa en el desarrollo de la aplicación en la cual los requisitos de los *stakeholders* son recolectados y procesados. Ingeniería de requisitos (RE), es la fase en que los requisitos pueden ser formulados como propiedades del problema que los *stakeholders* quieren resolver por medio de su aplicación, sea en fase de desarrollo o como propiedades deseadas de la aplicación.

En este sentido, un problema asociado con la RE es que deben de ser consumados por completo. Para lograrlo, es necesario que usuarios y *stakeholders* puedan observar que se han completado las transformaciones de los requisitos en el producto de trabajo final y distinguir cual de ellos pertenece a cierto requisito en particular, esto ayudará a determinar cuáles de ellos serán impactados debido a la modificación de un producto de trabajo o viceversa. En este contexto, la RE necesita asegurar una trazabilidad entre los requisitos (RT), ésta se define como la habilidad para describir y seguir la vida de un requisito en ambos sentidos, hacia sus orígenes o hacia su implementación, a través de las especificaciones generadas durante el proceso de desarrollo [2]. Trazabilidad hacia delante se refiere a seguir el requisito hasta su implementación final. Trazabilidad hacia atrás se refiere a seguir el producto de trabajo hasta su requisito fuente (el requisito asociado que lo originó).

Es importante destacar que las aplicaciones Web tienen ciertas características (incluyendo la audiencia heterogénea) que las hacen diferentes de los sistemas de software tradicionales, entre ellas podemos mencionar: la gran cantidad de información que ofrecen (contenido), el acceso a los diferentes escenarios donde ofrecen esa información (navegación) y como proveer dicha información al usuario o grupos de usuarios (funcionalidad) del sitio Web. Estas características únicas imponen nuevas metodologías en ingeniería Web para lidiar con los nuevos requisitos y obliga a los desarrolladores a adoptarlas.

Recientemente, MDD (*Model Driven Development*) se ha convertido en una alternativa para resolver los problemas asociados con SE y WE. Fue presentado por el OMG (*Object Management Group*) para definir modelos que representen el sistema a desarrollar. Dentro de MDD, fue establecido MDA (*Model Driven Architecture*) como arquitectura para el desarrollo de aplicaciones, la idea principal de MDA es que si el desarrollo del software es guiado por modelos que representen el producto final a desarrollar se podrán obtener beneficios en aspectos como funcionalidad, interoperabilidad y mantenimiento.

El objetivo principal de este trabajo es hacer una revisión y síntesis sobre el estado del arte actual referente a la especificación de requisitos en ingeniería Web. Para ello, se estudiaron métodos y técnicas que plantean la especificación de requisitos en WE con algún tipo de soporte para generar varios modelos conceptuales del sitio Web a partir de los requisitos.

En concreto, algunas conclusiones pueden ser obtenidas sobre i) cuales aproximaciones han sido utilizadas para especificar los requisitos en WE, por ejemplo MDA [3] y ii) si ofrecen soporte para trazabilidad, recomendada por CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), específicamente en el nivel 2, dentro de el Área de Proceso para la Administración de Requisitos se recomienda mantener una “trazabilidad bidireccional (entre los requisitos y los productos de trabajo)” [4].

La estructura de este artículo es la siguiente: la Sección II describe el método implementado en la conducción de la revisión sistemática así como el resultado de las búsquedas. En la Sección III se describen los resultados que ha producido esta revisión. Finalmente, en la Sección IV y V son presentadas nuestras conclusiones y trabajo futuro.

2 METODOLOGÍA

Una revisión sistemática es una forma de identificar, evaluar e interpretar toda la investigación disponible referente a una interrogante de investigación, tema o fenómeno de interés. Las revisiones sistemáticas son estudios secundarios [5] que se caracterizan por ser formalmente planeados y metódicamente ejecutados. En este apartado se describe paso a paso la metodología utilizada para el desarrollo de esta revisión sistemática, se

divide en tres etapas: [6] planificar la revisión, conducir la revisión y reportar la revisión. El protocolo de la revisión sistemática es presentado a continuación de acuerdo a las tres etapas mencionadas.

2.1 Planificar la revisión

Esta fase inicia con la identificación de la necesidad de una revisión sistemática, continúa con el desarrollo de los protocolos de búsqueda y de revisión, posteriormente, finaliza con una revisión sobre dichos protocolos.

a) Identificar la necesidad de una revisión sistemática

El interés para realizar una revisión sistemática inicia con la necesidad de resumir la información existente sobre los procesos formales para el modelado, análisis, especificación y trazabilidad de requisitos en WE. El propósito es establecer conclusiones más generales revelando las ventajas y desventajas de cada aproximación para establecer un punto de partida para futura investigación. Para ello consideramos las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué metodologías existen para ingeniería Web que contemplen el análisis de requisitos?
2. ¿Cuáles son las técnicas que proponen para el análisis de requisitos?
3. ¿Qué herramientas han sido aplicadas al análisis de requisitos en ingeniería Web?
4. ¿Cuáles son las carencias detectados hasta ahora en las metodologías Web en lo referente al análisis de requisitos?
5. ¿Qué metodologías para ingeniería Web soportan la trazabilidad de requisitos?
6. ¿Cuáles son las técnicas que aplican para la trazabilidad de requisitos?
7. ¿Qué herramientas han sido aplicadas al análisis de requisitos en ingeniería Web con soporte integrado para la trazabilidad?
8. ¿Cuáles son las carencias detectados hasta ahora en las metodologías Web en lo referente a la trazabilidad de requisitos?

b) Desarrollo de un protocolo de búsqueda

En esta fase, los recursos digitales para la búsqueda y los pasos a seguir este proceso han sido definidos, estos pasos están descritos en [5] y son: (i) utilizar los motores de búsqueda utilizando cadenas derivadas de las preguntas de investigación, (ii) revisar los resultados de la búsqueda y (iii) consultar con expertos los resultados obtenidos.

Los recursos utilizados para la conducción de esta revisión fueron: revistas electrónicas de acceso restringido (*ACM, IEEE, Science Direct*), bibliotecas digitales sobre literatura científica (*DBLP Computer Science Bibliography*), World Wide Web (*Google Scholar*).

Después de haber definido las preguntas de investigación, los pasos a seguir y las fuentes a consultar,

el siguiente paso fue la definición de la cadena a utilizar en las fuentes de búsqueda. Inicialmente se había especificado la cadena: ("*Conceptual Modeling*" OR "*Models*") AND ("*MDA*" OR "*Model Driven*" OR "*Model-Driven*" OR "*Model Driven Architecture*") AND ("*Web Requirements*" OR "*Requirements Engineering*" OR "*Traceability*" OR "*Requirements Traceability*") AND ("*Web*"), la cual obtuvo resultados demasiado imprecisos en algunas fuentes como *IEEE* y *ACM*, por lo tanto, se optó por separarla en sub-cadenas, una para cada fuente de búsqueda. De esta forma se logró que la búsqueda fuera precisa y completa.

c) *Desarrollo de un protocolo de revisión*

El protocolo de revisión especifica los métodos a utilizar para dirigir la revisión sistemática. En esta fase, se definieron una serie de criterios para inclusión y exclusión de artículos así como una estrategia para la extracción y síntesis de datos. Por cuestiones relacionadas con el espacio para la escritura de este artículo, no son descritos los criterios y la estrategia para la síntesis de los datos.

La fase de revisión del protocolo finalizó con la revisión de las etapas definidas en los pasos anteriores hasta la fase de definición de protocolo de búsqueda. A continuación es presentada la búsqueda y selección de estudios primarios.

2.2 Conducir la revisión

La revisión sistemática inicia a partir de este punto una vez definido el protocolo de búsqueda.

d) *Búsqueda y selección de estudios primarios*

La búsqueda de estudios primarios ha sido realizada sobre las fuentes de información citadas anteriormente utilizando el protocolo definido en el apartado A de la Sección 2.1.

El criterio utilizado la búsqueda inicial fue la lectura del título y resumen de cada artículo, inicialmente se obtuvieron 2813 artículos. Al final, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión se consideraron 13.

A continuación, son presentados los estudios primarios resultantes de la ejecución del protocolo de búsqueda.

- Metamodeling The Requirements Of Web Systems [7]
- Model Transformations From Requirements To Web System Design [8]
- Requirements Engineering For Web Applications-A Comparative Study [9-10]
- Introducing Requirements Traceability Support In Model-Driven Development Of Web Applications [10]
- Extending UML For Modeling Web Applications [11]
- From Requirements To Implementations: A Model-Driven Approach For Web Development [12]

- Integrating Usability Requirements That Can Be Evaluated In Design Time Into Model Driven Engineering Of Web Information Systems [13]
- From Task-Oriented To Goal-Oriented Web Requirements Analysis [14]
- Transformation Techniques In The Model-Driven Development Process Of UWE [15]
- NDT. A Model-Driven Approach For Web Requirements [16]
- A Requirement Analysis Approach For Using I* In Web Engineering [1]
- Web Modeling Language (Webml): A Modeling Language For Designing Web Sites [17-18]
- WSDM: A User Centered Design Method For Web Sites [18]

e) *Extracción y síntesis de los datos*

El objetivo de esta fase es el diseño de una platilla de extracción de datos para registrar la información obtenida de los estudios primarios. La estructura se definió utilizando las preguntas de investigación, por cuestiones de espacio no es mostrada la platilla utilizada, en cambio son mencionados los apartados que la conforman: *Título, Revista/Congreso, Fecha, Autor principal, Técnicas para RA, Carencias detectadas en RA, Soporte en herramienta para RA, Soporte para trazabilidad, Carencias detectadas en trazabilidad y Soporte en herramienta para trazabilidad.*

En esta fase, se realizaron la evaluación de la calidad y la extracción de datos en diferentes momentos, en esta última se llevó a cabo utilizando los artículos relevantes encontrados en la fase de selección de los estudios primarios aplicando de nuevo los criterios de inclusión y exclusión. Una vez concluidas ambas fases, la síntesis de los datos fue realizada. La síntesis de los datos trata de la recolección y el resumen de los resultados de los estudios primarios, la cual puede ser descriptiva (no cuantitativa) [5]. En esta revisión, la fase de síntesis de los datos fue llevada a cabo respondiendo las preguntas de investigación (Sección 1, apartado A).

Los resultados extraídos de los estudios primarios son presentados en la siguiente sección.

3 RESULTADOS

Esta es la última fase de la revisión sistemática, aquí se presentan los resultados extraídas de los estudios primarios.

Después de realizar la síntesis de los datos, se realizó un análisis con las preguntas de investigación y los estudios primarios. Como resultado, las siguientes aproximaciones son presentadas.

UWE (UML-based Web Engineering). UWE cubre todo el ciclo de vida de las aplicaciones Web. Esta aproximación se enfoca principalmente en el desarrollo de aplicaciones adaptativas. Como técnicas para la captura de requisitos propone entrevistas, cuestionarios y *checklist* [9]. En lo referente a la especificación de

requisitos, inicialmente utilizaba diagramas de casos de uso con descripciones textuales, actualmente esta fase es llevada a cabo por medio de *UML-Profiles* [7]. UWE soporta las transformaciones modelo-a-modelo mediante el lenguaje QVT (*Query/View/Transform*), a pesar de ello no provee soporte para trazabilidad. Con respecto al soporte en herramienta, dispone de un *plugin* llamado *MagicUWE* para ser utilizado con la herramienta CASE (*Computer Aided Software Engineering*) de licencia comercial *MagicDraw*¹ [19]. Recientemente, en [20] el autor propone un conjunto de *plugins* para *Eclipse* llamado *UWE4JSF* para la generación automática de aplicaciones Web en JSF (*JavaServer Faces*) derivadas a partir de modelos UWE.

NDT (*Navigational Development Techniques*). En análisis de requisitos NDT aplica diagramas de casos de uso y un conjunto de plantillas textuales [16]. La trazabilidad es soportada por medio de un conjunto de matrices de trazabilidad, estas consisten en mantener una relación entre un requisito y el artefacto que lo satisface [21]. Cuando una aplicación Web compleja es desarrollada con esta aproximación es difícil de mantener debido a la utilización de plantillas textuales para la especificación de requisitos; en palabras del autor de la aproximación: las plantillas no son fáciles de completar debido a que requieren entrevistas intensivas [7]. NDT cuenta con soporte en herramienta para la fase de análisis de requisitos y trazabilidad por medio de *NDT-Suite tool* (*NDT-Profile*, *NDT-Driver*, *NDT-Quality*) en combinación con *Enterprise Architect* mediante a el uso de perfiles (<http://www.sparxsystems.com>).

En [7], los autores de NDT y UWE han desarrollado un *UML-Profile* para requisitos en Web llamado *WebRE*. En combinación, ambas aproximaciones pueden ser derivados los modelos conceptuales desde la especificación de requisitos. El principal inconveniente de este enfoque es la falta de soporte en herramienta para las transformaciones modelo-a-modelo.

WebML (*Web Modeling Language*). Es un método para el diseño de sitios Web que permite un modelado de alto nivel [17]. La fase de análisis de requisitos no esta descrita en detalle, no obstante en [22] el autor propone el uso de UML (diagramas de casos de uso y de actividad). WebML no cuenta con soporte para la trazabilidad de requisitos.

WSDM: *Web Site Design Method*. En las fases iniciales de esta aproximación (*Mission Statement* y *User Modeling*) es en donde se realiza todo lo relacionado con el manejo de los requisitos por medio de técnicas como los mapas conceptuales (roles ó actividades) y el diccionario de datos (definición de requisitos funcionales y de seguridad) [18]. La forma en que WSDM considera los requisitos puede causar errores de precisión al momento de ser especificados debido a que se realiza de manera textual. La carencia de transformaciones entre los modelos y de soporte para trazabilidad así como la falta

de una herramienta que brinde soporte para la especificación de requisitos son las limitantes de esta aproximación.

OOWS: *An Object-Oriented Approach for Web Solutions Modeling*. OOWS soporta la fase de requisitos por medio de una serie de estrategias que implementan FRT (*Function Refinement Tree*), casos de uso y una serie de diagramas de tareas, especificación de tareas y descripción de datos. El análisis de tareas es una técnica que en la mayoría de los casos donde es aplicada consume mucho tiempo, es compleja y depende en gran medida a la experiencia del analista para su correcta implementación. Además, de acuerdo con [14], las necesidades del usuario no están necesariamente bien definidas dentro de su propia mente para ser definidas como tareas. En este sentido, desde el punto de vista del diseñador, las metas del usuario son *ill-defined* (no existe un buen criterio que satisfacer), por ejemplo, no son fácilmente reducibles a tareas específicas que puedan ser transformadas a características de interfaz fácilmente. Esta aproximación cuenta con soporte para trazabilidad [10], este soporte es logrado por medio de una serie de reglas de transformación definidas utilizando la teoría de grafos. En lo que respecta a soporte en herramienta, OOWS cuenta con un ambiente llamado *OOWS-Suite* [23], integrado con la herramienta de licencia comercial *OlivaNova* para proveer soporte en la fase de requisitos. El soporte en herramienta para trazabilidad es logrado mediante el uso de dos herramientas más, la primera es la herramienta de código libre AGG (*Attributed Graph Grammar System*) y la segunda es una herramienta desarrollada por los autores para generar reportes llamada *TaskTracer*.

A-OOH (*Adaptive Object Oriented Hypermedia*). Es una extensión del método de modelado OOH (*Object Oriented Hypermedia*) dirigido al usuario. Las técnicas utilizadas en esta aproximación para la especificación de requisitos son el *framework i** y *UML-Profiles*. El modelo de requisitos es especificado por el diseñador utilizando modelos *i**, específicamente los modelos SR (*Strategic Relationship*) y SD (*Strategic Dependency*). Después, modelos conceptuales que representan la aplicación Web son generados por medio de transformaciones QVT, de esta forma son consideradas las metas y necesidades de los *stakeholders* que satisfarán las expectativas de los usuarios reduciendo errores que quizás puedan aparecer en la implementación final. La trazabilidad entre los modelos generados por esta aproximación puede ser derivada a partir de las reglas utilizadas en las transformaciones. La fase de especificación de requisitos en A-OOH ha sido implementada por completo en la plataforma de desarrollo *Eclipse* por medio de *plugins* [1].

A continuación es presentado un breve análisis acerca de las aproximaciones descritas anteriormente.

La Tabla 1 muestra una tendencia hacia la aplicación de *UML-Profiles* como técnica utilizada en las aproximaciones estudiadas en esta revisión y la persistencia de otra, los casos de uso. Por otra parte, si

¹ <http://www.magicdraw.com>

bien la trazabilidad es un factor de éxito muy importante mayoría de las aproximaciones estudiadas carecen de soporte para la trazabilidad (excepto NDT y OOWS). Esta deficiencia debe de ser resuelta debido a la importancia que tiene la trazabilidad para poder evaluar el impacto de cambios potenciales en futuras etapas del proceso de desarrollo.

A excepción de WSDM, cada aproximación cuenta con herramienta de soporte. En la fase de requisitos, solo NDT, UWE, OOWS y A-OOH disponen de herramienta de soporte. En términos de trazabilidad, las dos aplicaciones que la implementan (NDT y OOWS) disponen de soporte en herramienta (más de una).

En este contexto, las aproximaciones examinadas no consideran las expectativas reales del usuario del sitio Web y a los *stakeholders* desde etapas tempranas del análisis de requisitos. A-OOH es la excepción, pues considera estas expectativas por medio del *framework* i* donde los requisitos son modelados basados en las metas y objetivos del usuario, de esta manera evita la especificación de requisitos de forma textual (con el esfuerzo que implica realizarlo de esa forma) y la especificación de requisitos basada en tareas (la cual depende en la mayoría de los casos de la experiencia del analista).

Los autores de las aproximaciones WSDM, NDT, UWE y WebML a través de su sitio Web ofrecen ejemplos, artículos publicados y la descarga de sus respectivas herramientas, excepto WSDM puesto que al ser herramienta de licencia comercial solo ofrece la descarga de artículos publicados en congresos. En el caso particular de UWE y WebML es importante mencionar que disponen en su sitio Web ejemplos guiados paso a paso para estudiar y practicar el desarrollo de una aplicación Web utilizando sus respectivas herramientas, es por esto por lo que son mayormente utilizadas en proyectos escolares de nivel medio superior.

SE, un problema común en MDD para Web es que la

Finalmente, MDD es aplicado correctamente en distintos métodos para WE. Sin embargo, ninguna aproximación dispone de una metodología enfocada por completo en el análisis de requisitos. En resumen, la situación actual de las aproximaciones para WE presentan las siguientes carencias: (i) falta de soporte para la trazabilidad, (ii) la fase de RA no considera las metas y necesidades reales del usuario; y (iii) por último, carencia en herramientas de soporte.

4 CONCLUSIONES

En este trabajo son presentados los resultados obtenidos después de realizar una revisión sistemática. El objetivo fue efectuar una revisión general acompañada de una síntesis del estado del arte actual referente al modelado de requisitos en ingeniería Web. Para ello, un total de 2813 artículos publicados fueron extraídos de las fuentes científicas más importantes en el ámbito de ingeniería de software. De conformidad con el proceso de revisión sistemática adoptado, 43 artículos fueron analizados en profundidad.

Los resultados de esta revisión sistemática muestran que los métodos para ingeniería Web no fueron diseñados para conducir el diseño a través del análisis de requisitos, por lo tanto son necesarios nuevos ajustes debido a: (i) la mayoría de aproximaciones para ingeniería Web no proveen un método sistemático para construir modelos de diseño mediante la especificación de requisitos considerando las metas y necesidades del usuario; (ii) los métodos de modelado Web no permiten una trazabilidad bidireccional entre los modelos, la consideran de poca importancia, no es incluida en su totalidad o sus técnicas son pobremente aplicadas en el campo de la ingeniería Web.

Tabla 1 Resumen sobre las aproximaciones estudiadas.

Aproximación	Técnicas aplicadas	Soporte trazabilidad	Herramientas		Trazabilidad
			Soporte	Análisis de requisitos	
NDT	Casos de uso, plantillas textuales	Sí	<i>NDT-Tool</i>	<i>NDT-Tool</i>	<i>NDT-Suite</i>
WebML	Casos de uso, diagramas de actividad	No	<i>WebRatio</i>	No	No
WSDM	Mapas conceptuales, diccionario de datos	No	No	No	No
UWE	Casos de uso, <i>UML-Profiles</i>	No	<i>ArgoUWE</i>	<i>MagicUWE</i> , <i>ArgoUWE</i>	No
OOWS	Casos de uso, diagrama de tareas, FRT	Sí	<i>OlivaNova</i>	<i>OlivaNova</i> , <i>OOWS-Suite</i>	<i>AGG</i> <i>TaskTracer</i>
A-OOH	Casos de uso, i*, <i>UML-Profiles</i>	No	<i>VisualWade</i>	<i>Plugin para Eclipse</i>	No

Las diferentes tecnologías donde este tipo de funcionalidades pueden ser aplicadas ocasionó la motivación para desarrollar una solución a nivel de modelado conceptual. Nuestro trabajo futuro consistirá en demostrar la viabilidad de la aplicación de las tecnologías mencionadas anteriormente para proponer una aproximación de diseño guiado por el análisis y trazabilidad de los requisitos en WE con soporte en una herramienta de código abierto. El gran beneficio de esta aproximación es que estará fundamentada en MDA y A-OOH, de esta forma acortará el tiempo de desarrollo de aplicaciones Web y permitirá detectar problemas en etapas tempranas del desarrollo, por consiguiente, asegurará que el producto final satisfará las necesidades y metas de los usuarios del sitio Web.

5 AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es apoyado por los siguientes proyectos: ESPIA (TIN2007-67078) del Ministerio de Educación y Ciencia de España y QUASIMODO (PAC08-0157-0668) del Ministerio Regional de Educación y Ciencia de Castilla-La Mancha. José Alfonso Aguilar Calderón es subvencionado por el Programa de Formación de Recursos Humanos en Áreas Estratégicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Jose Norbeto Mazón es subvencionado por el Programa de Formación del Profesorado Universitario (FPU) España AP2005-1360.

6 REFERENCIAS

- [1] Garrigós, I.; Mazón, J.N.; Trujillo, J. A Requirement Analysis Approach for Using i* in Web Engineering. Proceedings of the 9th International Conference on Web Engineering. Springer-Verlag, San Sebastian, Spain, 2009, pp. 151-165.
- [2] Gotel, O.C.Z.; Finkelstein, C.W. An analysis of the requirements traceability problem. in Requirements Engineering. Proceedings of the 1st International Conference, 1994.
- [3] Melia, S.; Cachero, C.; Gomez, J. Using MDA in web software architectures. Proceedings of the 2nd International Workshop on Generative Techniques in the Context of MDA. Anaheim, California, USA, 2003.
- [4] Nicolás, J.; Toval, A. On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review. Information and Software Technologies, 51, 9 (2009), pp. 1291-1307.
- [5] Kitchenham, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele University and National ICT Australia Ltd, 2004: p. 1-28.
- [6] Lisboa, L.B. A systematic review of domain analysis tools. Information and Software Technology, 2009. In Press, Corrected Proof.
- [7] Escalona, M. J.; Koch, N. Metamodeling the Requirements of Web Systems. Lecture Notes in Business Information Processing, 1 (2007), pp. 267-282.
- [8] Koch, N.; Zhang, G.; Escalona, M. J. Model transformations from requirements to web system design. Proceedings of the 6th international conference on Web engineering. ACM, Palo Alto, California, USA, 2006, pp. 281-288.
- [9] Escalona, M.; Koch, N. Requirements engineering for Web Applications: a comparative study. Journal of Web Engineering, 2 (2004), pp. 193-212.
- [10] Valderas, P.; Pelechano, V. Introducing requirements traceability support in model-driven development of web applications. Information and Software Technologies, 51, 4 (2009), pp. 749-768.
- [11] Baresi, L.; Garzotto, F.; Paolini, P. Extending UML for Modeling Web Applications. Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-34), vol 3. IEEE Computer Society, 2001, pp. 3055.
- [12] Montero, S.; Díaz, P.; Aedo, I. From requirements to implementations: a model-driven approach for web development. European Journal of Information Systems. 16, 4 (2007), pp. 407-419.
- [13] Molina, F.; Toval, A. Integrating usability requirements that can be evaluated in design time into Model Driven Engineering of Web Information Systems. Advances in Engineering Software, 40, 12 (2009) pp. 1306-1317.
- [14] Bolchini, D.; Mylopoulos, J. From task-oriented to goal-oriented Web requirements analysis. Proceedings of the Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE), 2003.
- [15] Koch, N. Transformation techniques in the model-driven development process of UWE. Proceedings of the 6th international conference on Web engineering. ACM, Palo Alto, California, USA, 2006, pp. 3.
- [16] Escalona, M.J.; Aragon, G. A Model-Driven Approach for Web Requirements. IEEE Transactions on Software Engineering, 34, 3 (2008) pp. 377-390.
- [17] Ceri, S.; Fraternali, P.; Bongio, A. Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing Web sites. Computer Networks, 33, 1-6 (2000), pp. 137-157.
- [18] De Troyer, O.M.F.; Leune, C. J. WSDM: a user centered design method for Web sites. Computer Networks and ISDN Systems, 30 (1998), pp. 85-94.
- [19] Busch, M.; Koch, N. MagicUWE: A CASE Tool Plugin for Modeling Web Applications, Proceedings of the 9th International Conference on Web Engineering. Springer, San Sebastian, Spain, 2009, pp. 505-508.
- [20] Kroiss, C.; Koch, N.; Knapp, A. UWE4JSF: A Model-Driven Generation Approach for Web Applications. Proceedings of the 9th International Conference on Web Engineering. Springer-Verlag, San Sebastian, Spain, 2009, pp. 493-496.
- [21] Escalona, M.; Mejías, M; Torres, J. Developing systems with NDT & NDT-Tool. Proceedings of the 13th Information System Development. Lithuania, 2004.
- [22] WebML. WebML: The Web Modeling Language. 2009. URL: <http://www.webml.org>. (01.07.2009).
- [23] Valverde, F.; Valderas, P.; Fons, J. OOWS Suite: Un Entorno de desarrollo para Aplicaciones Web basado en MDA. in Eleventh International Database Engineering & Applications Symposium. Banff, Canada, 2007.
- [24] Almeida, J. P.; van Eck, P.A.T.; Iacob, M. E. Requirements traceability and transformation conformance in model-driven development. Proceedings of the 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC). IEEE Computer Society Press, Hong Kong, 2006, pp. 355-366.