

# Interoperabilidad entre Lenguajes de Modelado Conceptual en *crowd*

Christian Gimenez<sup>1</sup>

Germán Braun<sup>1,2,3</sup>  
Pablo Fillottrani<sup>2,4</sup>

Laura Cecchi<sup>1</sup>

email: {christian.gimenez, german.braun, lcecchi}@fi.uncoma.edu.ar,  
prf@cs.uns.edu.ar

<sup>1</sup>*Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial*  
Departamento de Teoría de la Computación - Facultad de Informática  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

<sup>2</sup>*Laboratorio de I&D en Ingeniería de Software y Sistemas de Información*  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

<sup>3</sup>*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

<sup>4</sup>*Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC)*

## Resumen

Esta línea de investigación se desarrolla en forma colaborativa entre docentes-investigadores de la Universidad Nacional del Comahue y de la Universidad Nacional del Sur, en el marco de proyectos de investigación financiados por las universidades antes mencionadas.

El objetivo general del trabajo de investigación es desarrollar una nueva versión de la herramienta *Web crowd*, que permita la interoperabilidad de los lenguajes de modelado conceptual UML, EER y ORM, a partir de un metamodelo de unificación. Se pretende trabajar también en el soporte gráfico para sendos lenguajes, favoreciendo la comunicación entre usuarios mediante el uso de lenguajes comunes entre ellos. Como trabajo futuro, planeamos extender la codificación actual de la herramienta, basada en Lógicas Descriptivas, para una validación intra- e inter-lenguajes.

**Palabras Clave:** Ingeniería de Software basada en Conocimiento, Lógicas Descriptivas, Ontologías, Interoperabilidad de Lenguajes de Modelado Conceptual.

## Contexto

Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el marco del proyecto de investigación *Agentes Inteligentes y Web Semántica (04/F014)*, por la Universidad Nacional del Sur a través del proyecto de investigación *Integración de Información y Servicios en la Web (24/N027)*, por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), en el contexto de una beca interna doctoral, y por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), a través de una beca estímulo a las vocaciones científicas. Los proyectos de investigación tienen una duración de cuatro años y la beca doctoral una duración de 5 años, finalizando esta última en abril de 2019. La beca CIN tiene una duración de un año.

## 1. Introducción

*crowd*, es una herramienta cliente-servidor creada en respuesta a la complejidad inheren-

te al modelado conceptual y ontológico. En los trabajos [1, 2], se presentó la arquitectura Web de *crowd* y un prototipo implementado que permite, en primer instancia, determinar la consistencia de un modelo gráfico representando una ontología. El *front-end* permite al usuario modelar de forma gráfica usando diagramas de clases UML, mientras que el *back-end* trabaja del lado del servidor con un razonador capaz de inferir posibles restricciones implícitas a los modelos. Los módulos en el servidor traducen el modelo inicial en un modelo lógico basado en Lógicas Descriptivas (DL) [3], como propone [4]. La comunicación entre el cliente y el servidor es a través del protocolo OWLlink [5].

Si bien, UML [6] es un lenguaje de modelado muy utilizado en la actualidad, existen otros de amplio uso, como EER [7] para bases de datos y ORM [8] para aquellos expertos en dominios e interacción entre el análisis de requerimientos y datos. Así, cada modelador podría utilizar el lenguaje que considere familiar o más adecuado para sus modelos. Por esta razón, en los sistemas de software complejos, la interoperabilidad de los lenguajes de modelado conceptual se ha vuelto una necesidad, dado que los modeladores podrían requerir vincular entidades entre modelos representados en diferentes lenguajes de modelado conceptual y comunicarse con otros *skateholders* mediante lenguajes comunes.

En el ámbito de este trabajo, proponemos extender la arquitectura de *crowd* para soportar el metamodelo de unificación de lenguajes UML, EER y ORM, presentado en [9, 10, 11], creado como una representación lógica intermedia que permitirá el mapeo de un lenguaje gráfico a otro bajo la interpretación definida en [9]. Ésta representación es ampliamente diferente a la que actualmente posee *crowd* puesto que debe ser compatible con los diferentes lenguajes que soportaremos a futuro, y por ello debe considerar la compatibilidad entre varios lenguajes de modelado conceptual y la determinación de la satisfacibilidad de los diagramas. Además, se hace necesaria una modificación de la interfaz gráfica para proveer al usuario de las herramientas para visualizar y editar los otros lenguajes gráficos, como así también de las opciones para la interoperabilidad entre ellos.

Por otra parte, se prevé desarrollar una traducción a DL de los diagramas UML basada en la de ICOM [12], ampliando la expresividad y la capacidad de representar conocimiento implícito en forma gráfica y la interacción con los sistemas de razonamiento.

La robustez de la arquitectura desarrollada para *crowd* permite su adaptación y extensión a fin de contemplar nuevas y varias traducciones e, incluso, para incrementar el conjunto de servicios de razonamientos, ampliando la posibilidad de experimentación con diversas traducciones con un esfuerzo reducido gracias al soporte base del sistema.

La estructura del presente trabajo es la siguiente. En la sección 2 presentamos los objetivos de los proyectos de investigación en los que se enmarca este trabajo y describimos la línea de investigación actual. En la sección 3 indicamos algunos resultados obtenidos y trabajos futuros. Finalmente, comentamos aspectos referentes a la formación de recursos humanos en esta temática.

## 2. Línea de Investigación y Desarrollo

El proyecto de investigación *Agentes Inteligentes y Web Semántica*, UNCo, tiene varios objetivos generales. Uno de ellos es el de *generar conocimiento especializado en el área de agentes inteligentes y en lo referente a la representación y el uso del conocimiento en sistemas computacionales basados en la web, es decir lo que se ha llamado la Web Semántica*. En este sentido, se estudian técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, metodologías de modelado conceptual y mecanismos para la interoperabilidad de aplicaciones, tanto a nivel de procesos como de datos. Fundamentalmente, se busca aplicar estos conceptos como soporte para comunidades de desarrollo de ontologías.

Por otro lado, en el proyecto de investigación *Integración de Información y Servicios en la Web* se propone investigar y desarrollar metodologías y herramientas que favorezcan la interoperabilidad semántica de información y de ser-

vicios en la Web, fundamentados en los últimos avances en el área de lenguajes de representación del conocimiento, ontologías y modelado conceptual.

Ambos proyectos confluyen en la línea de investigación de este trabajo, en la que se explora entre otros, sobre temas afines a la representación del conocimiento, las Lógicas Descriptivas [13], las Ontologías, la Ingeniería de Software basada en Conocimiento y la Ingeniería de Conocimiento. Particularmente, se ha escogido experimentar sobre metodologías que integren razonamiento con un *front-end* gráfico para dar soporte a la ingeniería de ontologías.

En esta línea de investigación se propone, como principal objetivo, continuar con el desarrollo de nuestra herramienta Web denominada *crowd*, la cual contribuye con el modelador en el diseño y la visualización de ontologías durante su evolución, actualmente por medio del lenguaje UML, asistidos por técnicas de razonamiento automáticas. La extensión de la arquitectura consistirá en permitir que los modeladores puedan utilizar diferentes lenguajes de modelado conceptual en forma conjunta y simultánea.

*crowd* proporcionará soporte de visualización y edición en el lenguaje que le resulte más adecuado al modelador y permitirá la interoperabilidad entre los lenguajes, sea UML [6], ORM [8] o EER [7].

Si bien, la bibliografía relevada presenta herramientas gráficas para modelado conceptual usando los diferentes lenguajes ya mencionados, no se han encontrado implementaciones tales como la propuesta en este trabajo.

### 3. Resultados Obtenidos y Trabajo Futuro

El desarrollo de *crowd* provee de soporte a las primitivas gráficas de los diagramas de clases UML, con una interfaz Web que permite al usuario visualizar y modelar en forma gráfica, sin recurrir a elementos textuales. Para ello fue necesario el relevamiento de una serie de bibliotecas gráficas realizadas en JavaScript, optando

por JointJS<sup>1</sup> debido a su conjunto de funcionalidades y a la utilización de Backbone<sup>2</sup>.

Actualmente, del lado del servidor el prototipo soporta un módulo traductor para OWL 2 y OWLlink basado en las primitivas dadas en [14] y [5] respectivamente, y además, posee en funcionamiento un módulo generador de consultas. La salida de dicho traductor es enviada al razonador con el fin de verificar la satisfactibilidad de la base de conocimiento generada y, como consecuencia, la consistencia del diagrama de clases representado. El razonador utilizado es Racer [15] debido a que también implementa una interfaz DIG [16], permitiendo compatibilidad con las versiones previas del protocolo OWLlink.

Con respecto a la implementación del meta-modelo, se está trabajando sobre el mapeo de las entidades estructurales estáticas, clasificadas en [9, 17]. Por otro lado, para brindar soporte gráfico al metamodelado conceptual, nos encontramos ampliando la biblioteca JointJS mediante un plugin para ORM e incorporando el ya disponible ERD plugin<sup>3</sup> para modelos entidad-relación. Además, se implementarán las funcionalidades necesarias desde el *front-end* de *crowd* para la interacción y visualización de los lenguajes.

Finalmente, como trabajo futuro a este desarrollo [18, 2], se espera la implementación de otros algoritmos de codificación basada en DL, de los lenguajes de modelado, como los definidos en [19, 20].

## 4. Formación de Recursos Humanos

Uno de los autores de este trabajo está inscripto en el Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional del Sur (beca interna doctoral CONICET).

En la Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Informática, se otorgaron Becas

<sup>1</sup><http://www.jointjs.com/>

<sup>2</sup><http://backbonejs.org>

<sup>3</sup>Plugin ERD para JoinJS disponible en <http://resources.jointjs.com/demos/erd>.

CIN para estimular la vocación científica. Una de esas becas fue otorgada a uno de los autores de este trabajo, que está desarrollando su tesis de grado de la Licenciatura en Ciencias de la Computación en esta temática.

## Referencias

- [1] Christian Gimenez, Germán Braun, Laura Cecchi, and Pablo Fillottrani. Una Arquitectura Cliente-Servidor para Modelado Conceptual Asistido por Razonamiento Automático. In *XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2016.
- [2] Christian Gimenez, Germán Braun, Laura Cecchi, and Laura Fillottrani. crowd: A Tool for Conceptual Modelling assisted by Automated Reasoning - Preliminary Report. In *the 2nd Simposio Argentino de Ontologías y sus Aplicaciones SAOA '16 JAIIO '16 - to appear*, 2016.
- [3] Franz Baader, Diego Calvanese, Deborah L. McGuinness, Daniele Nardi, and Peter F. Patel-Schneider, editors. *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2003.
- [4] Daniela Berardi, Diego Calvanese, and Giuseppe De Giacomo. Reasoning on UML class diagrams. *Artif. Intell.*, 168(1-2):70–118, 2005.
- [5] Thorsten Liebig, Marko Luther, Olaf Noppens, and Michael Wessel. OwlLink. *Semantic Web*, 2(1):23–32, 2011.
- [6] Grady Booch, James Rumbaugh, and Ivar Jacobson. *Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley Professional, 2005.
- [7] Martin Gogolla. *Extended Entity-Relationship Model: Fundamentals and Pragmatics*. Springer-Verlag, 1994.
- [8] Terry Halpin and Tony Morgan. *Information Modeling and Relational Databases*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2 edition, 2008.
- [9] C. Maria Keet and Pablo Rubén Fillottrani. An ontology-driven unifying metamodel of UML Class Diagrams, EER, and ORM2. *Data & Knowledge Engineering*, 2015.
- [10] Pablo Rubén Fillottrani and C. Maria Keet. Conceptual model interoperability: A metamodel-driven approach. In *Rules on the Web. From Theory to Applications - 8th International Symposium, RuleML 2014, Co-located with the 21st European Conference on Artificial Intelligence, ECAI 2014, Prague, Czech Republic, August 18-20, 2014. Proceedings*, 2014.
- [11] C. Maria Keet and Pablo Rubén Fillottrani. Toward an ontology-driven unifying metamodel for UML class diagrams, EER, and ORM2. In *Conceptual Modeling - 32th International Conference, ER 2013, Hong-Kong, China, November 11-13, 2013. Proceedings*, 2013.
- [12] P. Fillottrani, E. Franconi, and S. Tessaris. The new ICOM Ontology Editor. In *Description Logics*, CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, 2006.
- [13] Diego Calvanese, Maurizio Lenzerini, and Daniele Nardi. Description logics for conceptual data modeling. In *Logics for Databases and Information Systems*, pages 229–263. Kluwer, 1998.
- [14] W3C OWL Working Group. *OWL 2 Web Ontology Language: Document Overview*. W3C Recommendation, 27 October 2009. Available at <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>.
- [15] V. Haarslev and R. Möller. Racer system description. In R. Goré, A. Leitsch, and T. Nipkow, editors, *International Joint*

*Conference on Automated Reasoning, IJ-CAR'2001, June 18-23, Siena, Italy*, pages 701–705. Springer-Verlag, 2001.

- [16] S. Bechhofer, R. Moller, and P. Crowther. The DIG Description Logic Interface. In *In Proc. of International Workshop on Description Logics (DL2003)*, 2003.
- [17] Pablo R. Fillottrani and C. Maria Keet. KF metamodel formalization. *CoRR*, abs/1412.6545, 2014.
- [18] Germán Braun, Christian Gimenez, Laura Cecchi, and Pablo Fillottrani. Towards a Visualisation Process for Ontology-Based Conceptual Modelling. 2016.
- [19] Enrico Franconi, Alessandro Mosca, and Dmitry Solomakhin. ORM2: formalisation and encoding in OWL2. In *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2012 Workshops, Confederated International Workshops: OTM Academy, Industry Case Studies Program, EI2N, INBAST, META4eS, OnToContent, ORM, SeDeS, SINCOM, and SOMOCO 2012*, 2012.
- [20] Diego Calvanese, Maurizio Lenzerini, and Daniele Nardi. Unifying class-based representation formalisms. *J. Artif. Intell. Res. (JAIR)*, 11, 1999.