

# Una Arquitectura Cliente-Servidor para Modelado Conceptual Asistido por Razonamiento Automático

Christian Gimenez<sup>1</sup>      Germán Braun<sup>1,2,3</sup>      Laura Cecchi<sup>1</sup>  
Pablo Fillottrani<sup>2,4</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 herramienta Web que permita la integración del soporte gráfico y el razonamiento automático en un ambiente de modelado conceptual. Se pretende trabajar en un arquitectura cliente-servidor y en la definición de un entorno gráfico con primitivas basadas en UML. De esta forma se podrán visualizar todas las deducciones relevantes modificando la apariencia del diagrama gráfico original y, dejando al usuario, la decisión de preservar o descartar dichos cambios.

**Palabras Clave:** Innovación en Sistemas de Software, Ingeniería de Software basada en Conocimiento, Lógicas Descriptivas, Ontologías.

## Contexto

Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el marco del proyecto de investigación *Agentes Inteligentes en Ambientes Dinámicos (04/F006)*, 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

Existe un incremento en la complejidad de los sistemas de información derivado de

nuevos conceptos, como por ejemplo, la Web Semántica [1], Big Data [2], e-government [3], etc. La calidad de estos sistemas está ampliamente determinada por el nivel conceptual, por lo tanto, el diseño de ontologías es clave para la posterior implementación y mantenimiento de dichos sistemas. En este contexto, los enfoques basados en lógicas para la representación de información y la adopción de técnicas de razonamiento automático deben asistir a los desarrolladores a obtener modelos conceptuales consistentes. Esta ingeniería ontológica necesita de metodologías y herramientas gráficas para la creación, edición y actualización de modelos que permitan establecer criterios de calidad claros y medibles.

Varias herramientas, entre las que podemos nombrar a NeOn toolkit [4], TopBrain Composer [5], Kaon [6] y Protégé [7], han sido desarrolladas para tratar con estos criterios. Sin embargo, aunque todas ellas permiten la edición y visualización de ontologías, la integración entre la parte visual y el razonamiento automático es muy débil. Por ejemplo, Protégé, ofrece un amplio conjunto de estructuras para modelado pero las inferencias obtenidas de razonadores OWL [8] externos están sólo limitadas a relaciones ISA en plug-ins gráficos.

En esta dirección, surge ICOM [9] como una nueva herramienta para diseñar y vincular múltiples modelos, facilitando su evolución en el tiempo. A diferencia de las herramientas previamente relevadas, la característica principal de ICOM es la combinación del diseño gráfico de ontologías con el soporte para razonamiento. ICOM fue desarrollada por la Free University of Bozen-Bolzano, y su objetivo principal fue demostrar la efectividad de los diagramas de clases para expresar ontologías y obtener nuevas conclusiones a partir de ellos. Si bien el lenguaje de modelado de ICOM permite expresar la mayoría de las características de EER [10] y UML [11], su comunicación con los razonadores es a través del protocolo DIG [12], que actualmente está siendo discontinuado por algunas herramientas. Por otra parte, el

soporte gráfico actual limita la visualización de características y restricciones al modelo.

En el ámbito de este trabajo, proponemos desarrollar una herramienta Web que permita la visualización de un modelo conceptual ampliando el soporte gráfico fuertemente integrado con el razonamiento automático y utilizando, como forma de comunicación, al protocolo OWLlink [13]. OWLlink es una evolución de DIG para el lenguaje OWL 2 [14]. La herramienta Web propuesta será utilizada, en el marco de nuestra investigación, como soporte para el desarrollo de nuevas y más expresivas metodologías asistidas por razonamiento, orientadas a cubrir algunas de las necesidades de la ingeniería ontológica identificadas anteriormente [15, 16].

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 en Ambientes Dinámicos* tiene varios objetivos generales. Uno de ellos es el de *desarrollar conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial*. En este sentido, se estudian técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, métodos de planificación y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

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 servicios 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 [17], 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 desarrollar una herramienta Web cuya interfaz gráfica permita al usuario el diseño y la visualización de ontologías durante su evolución, asistido por técnicas de razonamiento automáticas. En este sentido, se ampliarán las características y restricciones que el usuario puede representar gráficamente, para lo que se analizarán técnicas de visualización y navegación [18], librerías gráficas y los lenguajes de modelado conceptual más utilizados en la actualidad, como EER, UML y ORM [19].

Para el diseño se propone una arquitectura cliente-servidor basada en tecnologías Web. Dicha arquitectura incluye una interfaz de usuario para la cual se definirán nuevas primitivas gráficas de modelado y se relevarán librerías disponibles para implementarlas. También, incluye un módulo de traducción a OWLlink cuyo objetivo es la representación de los modelos conceptuales en una lógica descriptiva, para su posterior procesamiento a cargo del razonador. Finalmente, se implementará un módulo generador de consultas para evaluar las propiedades de dichos modelos.

La arquitectura presentada anteriormente permite definir un proceso de verificación de los modelos conceptuales creados por el usuario. Cuando el razonamiento es invocado, la traducción OWLlink de los modelos es enviada al razonador junto con un conjunto de consultas generadas por el módulo pertinen-

te. A continuación, el sistema mostrará al usuario todas las deducciones relevantes modificando la apariencia del diagrama gráfico original y, dejando a éste, la decisión de preservar o descartar dichos cambios.

### 3. Resultados Obtenidos y Trabajo Futuro

Inicialmente, se diseñó una primer versión de la arquitectura cliente - servidor, que incluye entre otro los módulos de generación de consultas, librerías gráficas y un traductor para OWLlink. En este momento, la investigación se ha enfocado en el diseño del módulo gráfico.

Con el fin de que el desarrollo de la herramienta sea más ágil se ha relevado una serie de librerías gráficas, entre ellas Raphael<sup>1</sup>, jsPlumb<sup>2</sup> y JointJS<sup>3</sup>. De este análisis, se determinó que la más adecuada era JointJS debido al nivel de complejidad en sus funcionalidades tanto para el desarrollador como para el usuario, su relación con Backbone<sup>4</sup> y la posibilidad de crear y/o agregar plug-ins entre los cuales ya existen disponibles los que proveen las primitivas para EER y UML.

Asimismo, se ha creado un conjunto preliminar de primitivas gráficas basadas en los lenguajes de representación conceptual, como por ejemplo UML, a fin de hacer el uso de la herramienta más amigable.

Actualmente, se está trabajando en el módulo traductor para OWLlink y a futuro se trabajará sobre el generador de consultas a fin de concretar un primer prototipo de la herramienta.

Se espera poder validar el prototipo por medio de técnicas basadas en opinión, las que nos permitirá registrar las opiniones de los usuarios acerca de la navegabilidad de la herramienta y de la facilidad de aprendizaje y visualización de primitivas gráficas.

<sup>1</sup><http://raphaeljs.com/>

<sup>2</sup><https://jsplumbtoolkit.com/>

<sup>3</sup><http://www.jointjs.com/>

<sup>4</sup><http://backbonejs.org>

## 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 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] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila. The semantic web. *Scientific American*, May 2001.
- [2] Paul C. Zikopoulos, Chris Eaton, Drik deRoos, Thomas Deutsch, and George Lapis. *Understanding Big Data - Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data*. 2012.
- [3] Chandra Misra. 1 defining e-government: A citizen-centric criteria-based approach, 2006.
- [4] P. Hasse, H. Lewen, R. Studer, and M. Erdmann. The NeOn Ontology Engineering Toolkit. 2008.
- [5] TopQuadrant. TopQuadrant — Products — TopBraid Composer, 2011.
- [6] B. Motik and R. Studer. KAON2—A Scalable Reasoning Tool for the Semantic Web. In *Proceedings of the 2nd ESWC'05*, 2005.
- [7] H. Knublauch, R. Fergerson, N. Noy, and M. Musen. The Protégé OWL plugin: An open development environment for semantic web applications. 2004.
- [8] 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/>.
- [9] P. Fillottrani, E. Franconi, and S. Tessaris. The ICOM 3.0 intelligent conceptual modelling tool and methodology. *Semantic Web*, 2012.
- [10] Martin Gogolla. *Extended Entity-Relationship Model: Fundamentals and Pragmatics*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA, 1994.
- [11] Grady Booch, James Rumbaugh, and Ivar Jacobson. *Unified Modeling Language User Guide*. Addison-Wesley Professional, 2005.
- [12] S. Bechhofer, R. Moller, and P. Crowther. The DIG Description Logic Interface. In *In Proc. of International Workshop on Description Logics (DL2003)*, 2003.
- [13] Thorsten Liebig, Marko Luther, Olaf Noppens, and Michael Wessel. OwlLink. *Semantic Web*, 2(1):23–32, 2011.
- [14] Markus Krötzsch. Owl 2 profiles: An introduction to lightweight ontology languages. In *Reasoning Web*, pages 112–183, 2012.
- [15] Germán Braun, Laura Cecchi, and Pablo Fillottrani. Integrating Graphical Support with Reasoning in a Methodology for Ontology Evolution. In *Proc. of the 9th Int. Workshop on Modular Ontologies WoMO 15 IJCAI 15*, CEUR Workshop Proceedings, 2015.
- [16] Germán Braun and Laura Cecchi. Extension Rules for Ontology Evolution within a Conceptual Modelling Tool. In *Proc. of the 1st Simposio Argentino de Ontologías y sus Aplicaciones SAOA 15 JAIIO 15*, CEUR Workshop Proceedings, 2015.

- [17] 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.
- [18] Colin Ware. *Information Visualization: Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2004.
- [19] Terry Halpin and Tony Morgan. *Information Modeling and Relational Databases*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 2 edition, 2008.