

# Algoritmos de Layout Automático para una Herramienta Multi-Vistas de Modelado Ontológico

Giuliano Marinelli<sup>1</sup>      Germán Braun<sup>1,2,3</sup>      Laura Cecchi<sup>1</sup>  
Pablo Fillottrani<sup>2,4</sup>

email: giuliano.marinelli@est.fi.uncoma.edu.ar,  
{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

La presente investigación se desarrolla mediante el trabajo de docentes investigadores de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) y de la Universidad Nacional del Sur (UNS), en el contexto de proyectos de investigación financiados por las universidades indicadas.

La complejidad inherente a los modelos conceptuales y a las ontologías requieren mantener la legibilidad de dichos modelos. Para cubrir esta necesidad y, teniendo en cuenta el tamaño de los diagramas en términos de sus primitivas gráficas, algoritmos efectivos y eficientes de *layout* deben ser desarrollados para garantizar la usabilidad de las herramientas.

El objetivo de esta línea de investigación es analizar, diseñar e implementar algoritmos de *layout* en una herramienta gráfica Web. Para esto, se profundizará en técnicas y heurísticas de visualización basadas en la teoría de *Crossing Number* y sus variantes, aplicado a los lenguajes EER, UML y ORM 2.

**Palabras Clave:** Ingeniería de Software basada en Conocimiento, 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)* y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), en el contexto de una beca interna doctoral. 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.

## 1. Introducción

En la actualidad disponemos de herramientas que asisten a los modeladores para la realización de tareas de modelado conceptual y ontológico, las cuales brindan un soporte gráfico de manera que se simplifique la visualiza-

ción del contenido y facilite dicha tarea. Esto brinda al modelador mayor rapidez en los procesos cognitivos que realiza a la hora de modelar, dándole la posibilidad de tomar mejores decisiones de diseño. El modelado implica el desarrollo de diagramas a través de lenguajes estándar como UML [4], ER [8], ORM 2 [16], entre otros, los cuales son, por lo general, soportados por las herramientas relevadas en la literatura [1, 2].

Trabajar con tales herramientas siempre presenta alguna dificultad (o poca facilidad), particularmente, cuando se modelan dominios de aplicación reales, donde la cantidad de elementos gráficos es considerable o cuando se realiza la integración de múltiples modelos. Estos problemas son los relacionados con la visualización o *layout* [9, 10], como la distribución de los elementos gráficos en el espacio del diagrama, o las formas y tamaños de estos elementos.

Herramientas para modelado ontológico tales como Protégé [18], OWLGrEd [7], VOWL [19] e ICOM [11], poseen algoritmos de *layout* automático, pero con ciertas limitaciones en relación al enfoque de nuestra propuesta. En primer lugar, OWLViz, OntoGraf y SOVA son plug-ins de Protégé que utilizan grafos como lenguaje gráfico para ontologías. Por lo tanto, si bien ofrecen algoritmos visuales, están limitados en cuanto a la expresividad gráfica subyacente. ICOM y OWLGrEd están basados en los lenguajes de modelado conceptual ER y UML, respectivamente. Ambos permiten representar ontologías OWL [22] y poseen capacidades de *layout* automático. Sin embargo, solo proveen un conjunto de alineamientos fijos y estáticos. Además, el soporte gráfico de ICOM está actualmente discontinuado. Por último, VOWL también implementa una visualización dinámica pero, al igual que los plug-ins previos, usa grafos como modelos para OWL y no lenguajes de modelado conceptual.

Existen otras dificultades además de la visualización, a la hora de plantear soluciones a problemas de dominio, donde se requiere un análisis semántico de los elementos y las relaciones que lo definen. Esta es una de las principales motivaciones de nuestra herramienta, actualmente en desarrollo, *crowd* [14, 15, 5]. *crowd*

da soporte gráfico al modelador en el diseño de modelos conceptuales y ontologías con razonamiento automático [3] para validarlos, lo que facilita la creación y depuración de modelos basados en un dominio específico. La herramienta también provee soporte gráfico para los lenguajes ER, UML y ORM 2, junto con un metamodelo [12], posibilitando la interoperabilidad entre ellos.

En esta línea de investigación proponemos trabajar sobre una mejora en los algoritmos de visualización de los diagramas, y sobre la resolución de los problemas que esto plantea. En este sentido, utilizaremos la herramienta *crowd* para la implementación de nuevos prototipos y simultáneamente este trabajo permitirá la ampliación de la herramienta.

Las problemáticas principales a abarcar tienen un motivo estético sobre la visualización de diagramas (más específicamente sobre grafos) y a la vez subyacen en problemas de mayor índole. Entre los problemas encontramos el número de cruzamientos entre los arcos que conectan los elementos de un grafo, conocido como *Crossing Number* [13], que consiste en obtener el mínimo número de cruces entre arcos posible mediante la reorganización de los elementos del grafo y el trazado de sus arcos. Tal problema se clasifica como NP-Completo y, por ello, no se concibe una solución eficiente para este. Éste y otros aspectos estéticos, como la distancia óptima entre los elementos de un grafo, que el grafo ocupe demasiado espacio, y la estructura de las líneas que representan los arcos, entre otros, son objetivos de estudio.

*crowd* no dispone de algoritmos de *layout*, por lo que es de importancia el desarrollo y estudio de los mismos, de manera que se pueda complementar la herramienta y cumplir en mayor medida su objetivo, que en sí mismo es asistir a los modeladores en el proceso de desarrollo de modelos conceptuales y ontologías. Para ello se implementarán soluciones prácticas sobre la herramienta para mejorar la visualización de los diagramas en la misma, y por otro lado esto permitirá estudiar y adentrarse en mayor medida en la resolución de problemas NP.

La estructura de este trabajo es la siguiente.

A continuación se presenta la línea de investigación y los proyectos en los que se enmarca. En la sección 3, se describen los resultados que se esperan de este trabajo. Finalmente, se detalla la formación en recursos humanos en la temática de la línea de investigación.

## 2. Líneas 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 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 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.

Concretamente, esta línea de investigación tiene como objetivo principal el desarrollo de algoritmos de *layout* automático junto con la implementación de un prototipo del mismo sobre la arquitectura de *crowd*, con el propósito de

expandir las funcionalidades de la herramienta. Con tal idea, la planificación consta de varias etapas. En un principio se realizará un relevamiento de las tecnologías y/o investigaciones relevantes [21, 17], de manera que se pueda adquirir los conocimientos necesarios para lograr el objetivo, tanto de manera teórica, como es el análisis de problemas subyacentes como *Crossing Number* y *Optimal Linear Arrangement*, entre otros posibles, y por otro lado, el estudio de algoritmos y soluciones buscando integrar una nueva solución adaptada a las necesidades de *crowd*.

*crowd* busca implementar un metamodelo [12] que permita trabajar con múltiples lenguajes (UML, ER y ORM 2 en un principio) y que puedan interoperar. En este sentido, el algoritmo de *layout* a desarrollar se centrará en un diagrama general, es decir, un grafo con elementos uniformes, de manera de aplicar técnicas y optimizaciones de visualización en tal grafo sin considerar las especificidad de cada diagrama en concreto. A continuación, se tratará cada diagrama de manera específica teniendo en cuenta las características propias de los mismos, sus primitivas gráficas y un relevamiento de modelos conceptuales y ontológicos reales. Asimismo, se espera integrar aspectos de visualización con aspectos semánticos propios de los modelos [20].

## 3. Resultados esperados

El objetivo general de este trabajo es el desarrollo de un algoritmo genérico de *layout* automático para la herramienta de soporte a la ingeniería ontológica: *crowd* y así empoderar el proceso de visualización definido para esta herramienta por los autores de este trabajo [6]. Se pretende trabajar en un diseño que permita adaptar las funcionalidades de visualización de las ontologías, considerando los diferentes lenguajes de modelado conceptual, como ER, UML y ORM 2.

Se espera que los expertos o modeladores puedan utilizar la herramienta de acuerdo a sus preferencias de notación con una disposición

apropiada de los elementos visuales de los lenguajes de modelado conceptual, lo que redituará en una mejor legibilidad y un adecuado entendimiento del diagrama, potenciando la comunicación entre los interesados en el conocimiento de los modelos conceptuales y las ontologías.

## 4. Formación de recursos humanos

Sobre la temática de esta línea de investigación, uno de los autores de este trabajo está desarrollando su tesis de grado de la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Por otra parte, otro de los autores de este trabajo está inscripto en el Doctorado en Ciencias de la Computación en la Universidad Nacional del Sur y (beca interna doctoral CONICET).

## Bibliografía

- [1] Martin Auer, Ludwig Meyer, and Stefan Biffl. Explorative uml modeling-comparing the usability of uml tools. In *ICEIS (3)*, pages 466–474, 2007.
- [2] Martin Auer, Thomas Tschurtschenthaler, and Stefan Biffl. *A flyweight uml modelling tool for software development in heterogeneous environments*. IEEE, 2003.
- [3] Franz Baader. *The description logic handbook: Theory, implementation and applications*. Cambridge university press, 2003.
- [4] Grady Booch. *The unified modeling language user guide*. Pearson Education India, 2005.
- [5] Germán Braun, Christian Gimenez, Laura Cecchi, and Pablo Fillottrani. Towards a visualisation process for ontology-based conceptual modelling. In *ONTOBRAS–Brazilian Ontology Research Seminar (ONTOBRAS)*, number 1862.
- [6] Germán Braun, Christian Gimenez, Laura Cecchi, and Pablo Fillottrani. Towards a Visualisation Process for Ontology-Based Conceptual Modelling. In *ONTOBRAS*, 2016.
- [7] K Cerans, J Ovcinnikova, Renars Liepins, and A Sprogis. Advanced owl 2.0 ontology visualization in owlged. In *Databases and Information Systems VII–Selected Papers from the 10th Int. Baltic Conference (DB&IS)*, 2012.
- [8] Peter Pin-Shan Chen. The entity-relationship model—toward a unified view of data. In *Readings in artificial intelligence and databases*, pages 9–36. Elsevier, 1988.
- [9] Holger Eichelberger. On class diagrams, crossings and metrics. In *Dagstuhl Seminar Proceedings*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum für Informatik, 2006.
- [10] Holger Eichelberger and Jurgen Wolff von Gudenberg. Uml class diagrams-state of the art in layout techniques. In *Proceeding of Vissoft 2003, International Workshop on Visualizing Software for Understanding and Analysis*. Citeseer, 2003.
- [11] Pablo R Fillottrani, Enrico Franconi, and Sergio Tessaris. The icom 3.0 intelligent conceptual modelling tool and methodology. *Semantic Web*, 3(3), 2012.
- [12] Pablo Rubén Fillottrani and C Maria Keet. Conceptual model interoperability: a metamodel-driven approach. In *International Workshop on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web*, pages 52–66. Springer, 2014.
- [13] Michael R Garey and David S Johnson. Crossing number is np-complete. *SIAM Journal on Algebraic Discrete Methods*, 4(3), 1983.
- [14] Christian Gimenez, Germán Braun, Laura Cecchi, and Pablo Rubén Fillottrani. crowd: A tool for conceptual modelling assisted by automated reasoning. In *II*

- Simposio Argentino de Ontologías y sus Aplicaciones (SAOA 2016)-JAIIO 45 (Tres de Febrero, 2016)*, 2016.
- [15] Christian Gimenez, Germán Braun, Laura Cecchi, and Pablo Rubén Fillottrani. Interoperabilidad entre lenguajes de modelado conceptual en crowd. In *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires)*, 2017.
- [16] Terry Halpin. Orm 2. In *OTM Confederated International Conferences On the Move to Meaningful Internet Systems*. Springer, 2005.
- [17] Hao Hu, Jun Fang, Zhengcai Lu, Fengfei Zhao, and Zheng Qin. Rank-directed layout of uml class diagrams. In *Proceedings of the First International Workshop on Software Mining*, pages 25–31. ACM, 2012.
- [18] Holger Knublauch, Ray W Ferguson, Natalya F Noy, and Mark A Musen. The protégé owl plugin: An open development environment for semantic web applications. In *International Semantic Web Conference*. Springer, 2004.
- [19] Steffen Lohmann, Stefan Negru, and David Bold. The protégévowl plugin: ontology visualization for everyone. In *European Semantic Web Conference*. Springer, 2014.
- [20] Reyhaneh Raissi. Improving readability of software model with adding visualized extra information to uml diagram. In *Proceedings of the International Conference on Compute and Data Analysis*, pages 28–32. ACM, 2017.
- [21] Dabo Sun and Kenny Wong. On evaluating the layout of uml class diagrams for program comprehension. In *Program Comprehension, 2005. IWPC 2005. Proceedings. 13th International Workshop on*, pages 317–326. IEEE, 2005.
- [22] World Wide Web Consortium (W3C). OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition), 2012. <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, accedido en Junio de 2013.