

MODELANDO ONTOLOGÍAS CON PATRONES EN UN AMBIENTE GRÁFICO WEB DE INGENIERÍA ONTOLÓGICA

Tomás L. Quiñonez¹ Christian N. Gimenez¹ Laura A. Cecchi¹ Pablo R. Fillottrani^{2,3}

email: tomas.quinonez@est.fi.uncoma.edu.ar,
{christian.gimenez,lcecchi}@fi.uncoma.edu.ar, prf@cs.uns.edu.ar

Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial,
Departamento de Teoría de la Computación - Facultad de Informática
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Laboratorio de I&D en Ingeniería de Software y Sistemas de Información, Departamento
de Ciencias e Ingeniería de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC)

RESUMEN

La presente investigación se desarrolla mediante el trabajo colaborativo 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.

El objetivo general de esta línea de investigación y desarrollo es el diseño e implementación de una metodología que permita recomendar a los usuarios Patrones de Diseño Ontológico para la ontología modelada. Como paso intermedio y a partir de un relevamiento, se construye un catálogo de patrones aceptados por la comunidad. Luego, para los distintos patrones dentro del catálogo, se realiza una comparación de sus componentes con los componentes de la ontología modelada por el usuario, permitiendo la identificación de los mismos en dicha ontología, a través de servicios de razonamiento. El resultado de esta implementación será integrado a crowd, la cual es una herramienta para el modelado visual ontológico, que utiliza lenguajes de modelado conceptual y que es desarrollada por nuestros grupos de investigación.

Palabras Clave: Ingeniería de Software basada en Conocimiento, Patrones de Diseño Ontológico, Ontologías, Lógicas Descriptivas.

CONTEXTO

Este trabajo está parcialmente financiado

por la Universidad Nacional del Comahue, en el marco del proyecto de investigación *Tecnologías semánticas para el desarrollo de agentes inteligentes (04/F020)*, y con una Becas de Investigación en la categoría Graduado de Perfeccionamiento, por la Universidad Nacional del Sur a través del proyecto de investigación *Tecnologías semánticas para acceso e integración de datos (24/N049)* y por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) con una Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas para Estudiantes 2020. Los proyectos de investigación tienen una duración de cuatro años, la beca de perfeccionamiento una duración de 2 años, finalizando en diciembre de 2022, y la beca CIN una duración de 1 año, finalizando esta última en agosto de 2022.

1. INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Ontológica estudia los métodos y metodologías que guían a los modeladores en el diseño, desarrollo, implementación, mantenimiento, uso y publicación de ontologías [10, 15]. Si bien existen diversos enfoques para definir el concepto de ontología [5], en este trabajo utilizaremos el enfoque dado en [9], el cual define una ontología como equivalente a una base de conocimiento en Lógica Descriptiva [1]. Esto agrega una dimensión más a la complejidad del desarrollo, debido a que requiere de un íntimo conocimiento de estos

formalismos.

Actualmente, existen varias herramientas de Ingeniería Ontológicas para el desarrollo de ontologías. Sin embargo, estas herramientas presentan dos falencias claramente identificadas. Si bien las visualizaciones proveen un adecuado nivel de abstracción para ontologías, ningún método de visualización ha sido ampliamente aceptado [3]. Asimismo, recientes revisiones de la literatura sugieren que los ambientes actualmente disponibles presentan un débil soporte para la Ingeniería Ontológica, debido a la fragmentación de las metodologías en diversas herramientas [16].

Una posible forma de asistir al modelador y contribuir en la solución a alguno de estos problemas es el uso de patrones. Los patrones ontológicos pueden ser vistos como pequeñas ontologías bien definidas y aceptadas por la comunidad, usadas como modelos *templates*, para ser incorporados a la ontología en desarrollo. En este sentido, el uso de Patrones de Diseño Ontológico (ODP) [7], junto con paradigmas de modelado gráfico que soporten lenguajes estándar, permitirá que los modeladores reduzcan significativamente el esfuerzo y el costo de desarrollo y mantenimiento de sus ontologías, reusando soluciones formalizadas.

Sin embargo, los enfoques para la Ingeniería Ontológica basados en patrones requieren, por un lado, de la existencia de un conjunto de patrones adecuados y aceptados en la comunidad para ser reusados. Y por el otro, de metodología apropiadas que soporten la elicitación de estos patrones y su aplicación en la construcción de nuevos modelos. Por otra parte, un modelador que desea construir, mantener o validar una ontología a través del reuso de patrones, posee poca asistencia en las herramientas de desarrollo, respecto del uso de estructuras lógicas, que generalmente son poco amigables, haciendo así que las ontologías sean difíciles de comprender.

En este trabajo, se propone diseñar una

metodología para el modelado de ontologías basado en patrones, que sugiera ODP a partir del modelo en desarrollo. Estos patrones se obtendrán de un listado ampliamente aceptado por la comunidad de expertos en el tema¹.

Asimismo, se propone desarrollar una herramienta que implemente dicha metodología, capaz de recomendar patrones que puedan ser aplicados en una ontología. Dicha herramienta consistirá principalmente de una *API REST* la cual podrá ser utilizada, entre otras, por *crowd*, una herramienta visual Web de soporte a la Ingeniería Ontológica, permitiendo la utilización de las funcionalidades de dicha API. Se espera que los modeladores puedan utilizar *crowd* para diseñar sus ontologías, a partir del reuso, extensión e integración de uno o varios patrones, acelerando el proceso de desarrollo y mejorando la calidad de sus ontologías al hacerlas más modulares y reusables.

Este trabajo está estructurado como sigue. En la siguiente sección, se describe la línea de investigación actual. En la Sección 3, se indican algunos resultados obtenidos y trabajos futuros. Finalmente, en la última sección se comentan aspectos referentes a la formación de recursos humanos en esta temática.

2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En el proyecto de investigación *Tecnologías Semánticas para el desarrollo de Agentes Inteligentes*, UNCo, se investigan técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, metodologías de modelado ontológico y mecanismos para la interoperabilidad tanto a nivel de proceso como de datos. El empleo efectivo de los conceptos y conocimientos adquiridos da soporte a comunidades en el desarrollo de ontologías.

Por otro lado, en el proyecto de investigación *Tecnologías semánticas para acceso e integración de datos*, UNS, se desarrollan metodologías y herramientas que asisten la interoperabilidad semántica de información y de servicios en la Web,

¹Listado de patrones en ontologydesignpatterns.org

privilegiando los últimos avances en el área de lenguajes de representación del conocimiento, ontologías y modelado conceptual.

Ambos proyectos comparten el perfil de investigación de este trabajo, en el que se estudian entre otros, sobre temas afines a las Ontologías, las Lógicas Descriptivas y la Ingeniería de Software basada en Conocimiento. En el presente trabajo de investigación, se hace foco a las tareas de Ingeniería Ontológica, donde el modelador se enfrenta a diversos desafíos a resolver respecto del diseño, mantenimiento y validación de ontologías. Muchos de estos desafíos son recurrentes en el modelado, aun en diferentes dominios, y donde el reuso de soluciones es una forma de atacar estas dificultades.

Una posible técnica de reuso de estas soluciones es a través de Patrones de Diseño Ontológico (ODP) [7]. Los patrones brindan una ayuda al usuario durante la etapa de diseño, al reutilizarlos como guías para determinar si la ontología que está diseñando, está siendo correctamente desarrollada. De esta manera, los ODP son importantes ya que promueven el reuso de soluciones a problemas recurrentes de modelado.

En [13], se presentan un conjunto de patrones agrupados por algunas características de los ODP, como por ejemplo patrones que representan estructuras de datos, sin enfocarse en los dominios. Esto hace que la búsqueda de un patrón en particular sea complicada, aún para desarrolladores expertos en algún dominio. Por otra parte, la mayoría de los patrones se encuentran caracterizados en el lenguaje OWL, lo que hace complejo su uso para usuarios que desconocen dicho lenguaje formal.

En la literatura, existen pocas herramientas desarrolladas para el modelado basado en patrones que además provean soporte gráfico. CoModIDE [12] permite la composición de ontologías basada en una biblioteca de ODP. Sin embargo, utiliza un lenguaje gráfico *ad-hoc* basado en grafos para el modelado, lo que implica familiarizarse con este nuevo lenguaje. ODPReco [17] es una herramienta en desarrollo

de recomendación de patrones, pero no provee soporte gráfico. Asimismo, existen herramientas visuales que soportan lenguajes de modelado conceptual [11, 4], aunque tampoco proveen metodologías para el uso de patrones.

Por consiguiente, las tareas de Ingeniería Ontológica en conjunción con la integración de metodologías y buenas prácticas en el uso de patrones (por ejemplo, que pueda ser seleccionado en forma amigable de un catálogo) en ambientes gráficos de modelado ontológico, es una arista no explorada en profundidad [14, 8]. En consecuencia, se propone acercar ambas dimensiones e implementar en una herramienta Web, una metodología modular para la Ingeniería Ontológica basada en patrones, que utilice lenguajes de modelado conceptual estándar.

Así, esta línea de investigación tiene como objetivo el desarrollo de una metodología para el modelado de ontologías basado en patrones. Dicha metodología recibe como entrada una ontología y sugiere ODP teniendo en cuenta dicho modelo. Para la identificación de los patrones se hará uso de servicio de razonamiento sobre razonadores preexistentes, como Racer y Konclude. Como objetivo intermedio, se plantea la clasificación y construcción de un catálogo digital de ODP para integrar a la metodología propuesta. Finalmente, se implementará un prototipo de dicha metodología que luego se integrará a la herramienta visual Web de Ingeniería Ontológica *crowd* [2].

crowd es una herramienta Web de modelado ontológico, desarrollada por miembros de nuestro grupo de investigación. Su objetivo es proveer una interfaz visual para las tareas asociadas a la Ingeniería Ontológica, utilizando múltiples lenguajes gráficos de modelado, tales como UML, EER y ORM 2 [6]. Además, es capaz de validar la consistencia de los modelos, gracias a que posee razonamiento automático integrado. Actualmente, *crowd* no provee soporte metodológico para el desarrollo de ontología

basado en ODP. La incorporación de dicha metodología a la herramienta es de gran interés, ya que provee una ayuda extra al usuario en el desarrollo de las ontologías, para resolver problemas de diseño recurrentes en diferentes dominios.

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y TRABAJO FUTURO

Inicialmente, se realizó un relevamiento sobre los distintos tipos de Patrones de Diseño Ontológico que existen, para poder determinar cuál es el que mejor se adaptaría al trabajo a desarrollar. Los tipos analizados fueron los siguientes: Estructurales, de Correspondencia, de Contenido, de Razonamiento, de Presentación, y Léxico-Sintácticos [11]. Bajo este análisis, se destacaron los Patrones de Contenido debido a la naturaleza de los mismos.

Los Patrones de Contenido son pequeñas ontologías bien definidas y utilizadas como componentes de modelado durante el proceso de Ingeniería Ontológica. Estos patrones proveen soluciones bien probadas a problemas de modelado recurrentes bajo un dominio en particular. Por lo tanto, resulta útil que un usuario que desea desarrollar una ontología, pueda hacer uso de estos patrones y componerlos, de forma tal que la ontología final deseada sea una composición de los mismos. Debido a esto, en esta línea de investigación se decidió trabajar con este tipo de patrones. A partir de esto, se realizó un análisis y selección sobre distintos Patrones de Contenido propuestos por la comunidad de expertos². Estos patrones serán integrados a la metodología y recomendados a los usuarios en caso de existir elementos de dichos patrones en la ontología modelada por él. Para esto, se diseñó un criterio de selección de patrones para poder ser utilizados en este trabajo.

Respecto del desarrollo de la metodología para el diseño de ontologías basado en patrones se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones. Un catálogo de Patrones de

Contenido seleccionados en formato *OWL* estarán disponibles. De esta forma, se puede realizar una comparación entre los axiomas de los patrones y los axiomas de la ontología del usuario. La metodología toma como entrada la ontología del usuario en formato *OWL*. Luego, se realizan consultas a un razonador sobre dicha ontología. Una clase de consulta que se realiza es sobre los nombres de clases, relaciones y tipos de datos. Así, se realiza una comparación sobre dichos nombres, con los ya presentes en los patrones. Otra clase de consulta es sobre los tipos de axiomas presentes en la ontología. Con esto, se determina si los distintos tipos de axiomas presentes en los patrones ocurren dentro de la ontología. Para estas dos consultas se hace uso de una estructura de datos auxiliar, que contiene una serie de sinónimos para los nombres de los elementos de todos los patrones presentes en la herramienta. Finalmente, la metodología retorna al usuario una lista con todos los patrones detectados total o parcialmente en la ontología de entrada.

Como trabajo futuro, se pretende realizar la implementación de la metodología en una herramienta como una *API REST*. Esta decisión fue tomada teniendo en cuenta que, la funcionalidad de la misma no debería depender de una aplicación o software preexistente. De esta forma, la herramienta queda como un elemento externo a herramientas de Ingeniería Ontológicas, facilitando la integración de la misma a sistemas enfocados en el diseño de ontologías, como por ejemplo *crowd*.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

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.

Por otra parte, otro de los autores de este trabajo es becario de investigación en la

²Listado disponible en

<http://ontologydesignpatterns.org/wiki/Category:ProposedContentOP>

categoría Graduado de Perfeccionamiento otorgada por la Universidad Nacional del Comahue y está desarrollando su tesis de Magíster en Ciencias de la Computación, posgrado que dicta la Facultad de Informática de la UNCo.

5. REFERENCIAS

- [1] F. Baader, I. Horrocks, C. Lutz, y U. Sattler. *An Introduction to Description Logic*. Cambridge University Press, 2017.
- [2] Germán Alejandro Braun, Christian Gimenez, Laura Andrea Cecchi, y Pablo R. Fillottrani. crowd: A Visual Tool for Involving Stakeholders into Ontology Engineering Tasks. *KI - Künstliche Intelligenz*, 2020.
- [3] M. Dudáš, S. Lohmann, V. Svátek, y D. Pavlov. Ontology visualization methods and tools: a survey of the state of the art. *The Knowledge Engineering Review*, 33, 2018.
- [4] Pablo Fillottrani, Enrico Franconi, y Sergio Tessaris. The ICOM 3.0 Intelligent Conceptual Modelling Tool and Methodology. *Semantic Web Journal*, 2012.
- [5] Nicola Guarino, Daniel Oberle, y Steffen Staab. What is an ontology? In Steffen Staab y Rudi Studer, editors, *Handbook on ontologies*, pages 1–17. Springer, 2009.
- [6] Terry Halpin y Tony Morgan. *Information modeling and relational databases*. Morgan Kaufmann, 2010.
- [7] Pascal Hitzler, Aldo Gangemi, y Krzysztof Janowicz. *Ontology engineering with ontology design patterns: foundations and applications*, volume 25. IOS Press, 2016.
- [8] Pascal Hitzler y Cogan Shimizu. Modular ontologies as a bridge between human conceptualization and data. In *International Conference on Conceptual Structures*, pages 3–6. Springer, 2018.
- [9] Ian Horrocks, Oliver Kutz, y Ulrike Sattler. The Even More Irresistible SROIQ. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, pages 57–67. AAAI Press, 2006.
- [10] C.M. Keet. *An Introduction to Ontology Engineering*. University of Cape Town, 2018.
- [11] Renars Liepinš, Mikus Grasmanis, y Uldis Bojars. OWLGrEd ontology visualizer. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Developers*, volume 1268, pages 37–42. CEUR-WS. org, 2014.
- [12] Cogan Shimizu y Karl Hammar. CoModIDE–The Comprehensive Modular Ontology Engineering IDE. In *ISWC 2019 Satellite Tracks*, volume 2456, pages 249–252. CEUR-WS, 2019.
- [13] Cogan Shimizu, Quinn Hirt, y Pascal Hitzler. Modl: A modular ontology design library. *Preprint arXiv:1904.05405*, 2019.
- [14] Steffen Staab y Rudi Studer. *Handbook on ontologies*. Springer Science & Business Media, 2010.
- [15] York Sure, Steffen Staab, y Rudi Studer. Ontology engineering methodology. In Steffen Staab y Rudi Studer, editors, *Handbook on ontologies*, pages 135–152. Springer, 2009.
- [16] M. Vigo, S. Bail, C. Jay, y R. Stevens. Overcoming the Pitfalls of Ontology Authoring: Strategies yImplications for Tool Design. *International Journal of Human Computer Studies*, 2014.
- [17] Maleeha Arif Yasvi y Raghava Mutharaju. ODPReco-A Tool to Recommend Ontology Design Patterns. In *WOP@ ISWC*, pages 71–75, 2019.