

Agentes inteligentes en ambientes dinámicos

Daniel Trevisani María Laura Pino Germán Braun Mario Moya
Pablo Kogan Sandra Roger Laura Cecchi Gerardo Parra

email: {daniel.cipo,maria.laura.pino,germanbraun,moya.mario}@gmail.com
{pablo.kogan,giuvago,lcecchi,gerardopar}@gmail.com

Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial

Departamento de Teoría de la Computación

Facultad de Informática

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Buenos Aires 1400 - (8300)Neuquén - Argentina

Resumen

El objetivo general de este Proyecto de Investigación es el estudio y desarrollo de técnicas de Inteligencia Artificial para dotar de inteligencia y conocimiento a agentes inmersos en mundos virtuales, interactivos y dinámicos.

El énfasis es puesto tanto en formalismos de planificación y razonamiento rebatible para la creación y control de agentes inteligentes, como en el impacto que tienen las tecnologías del lenguaje humano (TLH) en la inclusión social. En estos escenarios, el razonamiento, la toma de decisiones, la planificación de acciones y el aprendizaje ocurren bajo restricciones de tiempo críticas y en intensa interacción con el usuario.

Palabras Clave: AGENTES INTELIGENTES, PROGRAMACIÓN EN LÓGICA, REVISIÓN DE CREENCIAS, PLANEAMIENTO, SISTEMAS ARGUMENTATIVOS, LENGUAJE NATURAL, MINERÍA DE OPINIÓN, SIMPLIFICACIÓN DE TEXTO, INTERFACE, ACCESIBILIDAD.

Contexto

Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del proyecto de investigación *Agentes inteligentes en ambientes dinámicos*. El proyecto de investigación tiene prevista una duración de cuatro años, desde enero del 2013 hasta diciembre de 2016.

1. Introducción

En las últimas décadas, el concepto de agente ha revolucionado el área de Inteligencia Artificial (de ahora en más IA) y se ha convertido en un pilar dominante en las Ciencias de la Computación. Actualmente, la investigación en IA concentra sus esfuerzos principalmente en el análisis, diseño y construcción de agentes autónomos que actúan en forma racional.

En la actualidad, son cada vez más las aplicaciones cotidianas que son soportadas por la IA, a través de agentes inteligentes: filtros de email, búsqueda en la web, juegos, e-commerce (comercio electrónico), control de tráfico, entre otras. Es casi imposible pensar

la computación actual sin los agentes, pero esto nos enfrenta a nuevos desafíos.

En todo ambiente relevante, el dinamismo del entorno provoca, usualmente, que los agentes deban adaptarse a nuevas situaciones y resolver problemas impredecibles para poder alcanzar los objetivos finales. Por otra parte, el agente tiene restricciones de tiempo para adecuarse a los cambios constantes en el entorno de acción.

Por esta razón, se requiere el estudio de diferentes técnicas para modelar agentes inteligentes, a fin de determinar cuáles se adaptan de manera más adecuada a ambientes dinámicos, donde el tiempo de respuesta es crítico.

Estos agentes interactúan con otros, posiblemente humanos, formando un sistema multiagentes. Es fundamental en estos casos, el uso de las Tecnologías del Lenguaje Humano evitando que los sistemas desarrollados aumenten el riesgo de exclusión social.

Los párrafos anteriores brindan el contexto a partir del cual, resulta clara la importancia estratégica de desarrollar conocimiento y recursos humanos en esta área de las Ciencias de la Computación. Los sistemas inteligentes, como tecnología, han representado y representan una de las aplicaciones más importantes desde el punto de vista económico representando inversiones de millones de dólares para un mercado de un orden de magnitud mayor.

A lo largo de este proyecto se estudiarán cuestiones fundacionales de la teoría y la construcción de aplicaciones en Agentes Inteligentes inmersos en ambientes dinámicos. Se buscará como meta el desarrollo de conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial, estudiando técnicas de representación del conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación y tecnologías del lenguaje natural aplicadas a dicho agentes.

Existen diversos dominios sobre los que podemos aplicar y evaluar los resultados teóricos alcanzados a partir de nuestra investigación. Se prevé la generación de prototipos de

sistemas inteligentes que puedan ser testeados particularmente en un dominio dinámico e interactivo y cuya implementación involucre a agentes inteligentes como el fútbol con robots y los videojuegos, como así también en el análisis de TLH en el ámbito de la inclusión social, como facilitadora del acceso a la información y a la educación.

2. Líneas de investigación y resultados esperados

El proyecto de investigación *Agentes inteligentes en ambientes dinámicos* tiene varios objetivos generales. Por un lado, el de desarrollar conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial. Además, se estudian técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación[15, 20] y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

2.1. Tecnologías del lenguajes humano

Dentro de la línea de investigación relacionada a las tecnologías del lenguaje humano la temática de desarrollo está basada, primordialmente, en la inclusión social. Uno de los objetivos de esta investigación es la creación de herramientas inteligentes que puedan acortar la brecha entre la tecnología y la sociedad. Para ello se han determinado tres sublíneas.

Simplificación de texto: El objetivo de esta línea es el desarrollo de tecnologías para facilitar el acceso a la información para todas aquellas en el que la inteligibilidad del texto es de gran importancia.

La forma en la que están estructuradas las sentencias, sean éstas por su longitud y complejidad, ocasionan un gran problema tanto a nivel de comprensión como a nivel de entendimientos del texto en sí mismo. Como se menciona en [8]: “Si la complejidad del texto

puede hacerse más simple, las oraciones resultarán más fáciles de procesar tanto para las personas como para los programas”.

Como trabajo futuro, se analizarán los estudios y herramientas disponibles según las diferentes personas destinatarias con el fin de lograr el desarrollo de las tecnologías necesarias para el idioma español.

Interfases accesibles en Lenguaje Natural para consultas a bases de datos:

Una Interface en Lenguaje Natural para consultar Bases de Datos (A Natural Language Interface to Query Databases (NLIDB)) es un sistema que permite a los usuarios acceder a la información almacenada en las bases de datos por medio de requerimientos expresados en algún lenguaje natural [1, 18] tal como español, inglés, etc. Existen muchas teorías interesantes, enfoques sobre cómo deberían construirse para mejorar su precisión, cómo hacerlos más flexibles en términos de las expresiones que acepta, etc.

Minería de opinión: Millones de mensajes aparecen diariamente en los sitios más populares de *microblogging*, comentarios de noticias en diarios web, blogs, etc. Los autores de estos mensajes escriben acerca de sus vidas, comparten sus opiniones sobre una variedad de temas y discuten sobre éstos. Toda esta información que los usuarios generan en las publicaciones acerca de los productos que utilizan, visión política o religiosa, se vuelve un recurso de gran valor para el análisis de opiniones y sentimientos de la opinión pública.

El estudio de estos temas mediante un seguimiento continuo junto con la determinación sobre los acontecimientos o hechos causales de variaciones en la opinión pública son cruciales a la hora de tomar una decisión. Tanto a nivel de consumidor como de proveedor esta información tiene un gran valor estratégico, que les brinda una tendencia y/o comparativa del valor mundial a través del tiempo.

El objetivo de esta línea es lograr una

herramienta web accesible. De esta manera, el usuario puede proponer una temática para analizar el comportamiento de la opinión pública sobre dicho tema. Actualmente, se está trabajando en producir resultados que sirvan de base de comparación a futuros análisis y mejoras. En este sentido, se pretende analizar diferentes fuentes de búsqueda, algoritmos de clasificación, herramientas lingüísticas, etc. para un mejor desempeño del sistema.

2.2. Complejidad Descriptiva del sistema DeLP

La Complejidad Descriptiva[16, 11] caracteriza a las clases de complejidad por la categoría de la lógica que se requiere para expresar los lenguajes que pertenecen a la clase. Así, podemos clasificar los problemas, en términos de la complejidad de los lenguajes formales que permiten expresarlos.

La Programación en Lógica Rebatible (Defeasible Logic Programming), de ahora en más DeLP, es una herramienta basada en argumentación para representar conocimiento tentativo y razonar con él [13].

Esta línea de investigación estudia a la DeLP como una estructura lógica finita, con el objeto de determinar su poder expresivo y compararlo con otros sistemas, continuando el trabajo realizado en [6, 3, 4, 5, 7] donde se definió una semántica basada en juegos para DeLP y se comenzó con el análisis de la complejidad temporal y descriptiva. Algunos de los resultados obtenidos en esta línea son:

- Definición de las complejidades de dato, de programa y combinada para DeLP.
- El problema de decisión: “dado un árbol dialéctico \mathcal{T} , determinar si la raíz está etiquetada con U” es PSPACE-completo y AP-completo.
- Introducción de DeLP como un lenguaje de consulta rebatible para bases de datos ordenadas finitas, basado en sistemas argumentativos.

- Se analizaron aquellas consultas que requieren de un operador de clausura transitiva y se mostró que el conjunto de las consultas $FO(TC)$, que coinciden con las consultas de complejidad computacional NL , son expresables en el lenguaje de consulta rebatible.

A través de la Complejidad Descriptiva relacionamos las clases de complejidad con el poder expresivo necesario para caracterizar el problema. Si bien la complejidad descriptiva del lenguaje, no coincide necesariamente con la complejidad del cómputo de una consulta, esta relación ayuda a determinar y circunscribir el poder expresivo del lenguaje. Por esta razón, es que entre nuestras tareas en progreso se encuentran analizar si las fórmulas de primer orden extendidas con el menor punto fijo y las fórmulas de segundo orden extendidas con el operador de clausura transitiva son expresables en el lenguaje de consulta rebatible. Asimismo, se pretende relacionar estos resultados con las complejidades de dato y combinada, concepto introducido en [4].

2.3. Planificación

Uno de los objetivos de esta línea de investigación es el intento de dotar a un agente inteligente tanto de capacidades reactivas como deliberativas. Las capacidades deliberativas se logran a partir de la implementación de un planificador novedoso, denominado *planificador continuo* [17], una de las alternativas para planificación en ambientes reales planteadas en [19]. En esta aproximación, se presenta un agente que persiste indefinidamente en un entorno, posiblemente cambiante y dinámico. Tal agente no se detiene al alcanzar un meta determinada. Por el contrario, continúa actuando en una serie de fases que se repiten e incluyen la formulación de metas, planificar y actuar.

Se ha concretado la implementación de un traductor de un subconjunto relevante del lenguaje PDDL para la descripción de los dominios y de las acciones, de manera tal que puedan ser manipuladas por el framework de

planificación continua[2]. El uso de técnicas de planificación de IA para mejorar los procesos de *E-learning*[14] ofrecen una posibilidad concreta de aplicación del módulo desarrollado.

Otro punto de interés dentro de esta línea es el estudio, análisis e implementación de estrategias de tratamiento de metas[9, 10, 12]. El objetivo puntual es el diseño de un módulo destinado al manejo de metas que pueda ser anexado al planificador continuo existente. La incorporación de este módulo enriquecerá al planificador, pues contribuirá a enfrentar de mejor manera las características dinámicas del ambiente en el que actúa.

3. Formación de Recursos Humanos

Durante la ejecución del proyecto se espera lograr la culminación de dos tesis doctorales, la iniciación de, al menos, dos tesis de postgrado y la finalización de seis tesis de grado dirigidas y/o co-dirigidas por los integrantes del proyecto. Ya se han iniciado, en el contexto del grupo y dirigidas por algunos de sus miembros, dos tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Finalmente, se espera la consolidación como investigadores de los miembros más recientes del grupo de investigación.

Referencias

- [1] S. Abiteboul, V. Hull, and R. Viannu. *Foundations of Database Systems*. Addison Wesley, 1995.
- [2] G. Braun, M. Moya, and G. Parra. Sistemas multiagentes en ambientes dinámicos: Planificación continua mediante pddl. In *Actas del XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, pages 163–167, Rosario, Santa Fe, Argentina, 2011. Universidad Nacional de Rosario.
- [3] L. A. Cecchi, P. R. Fillottrani, and G. R. Simari. An Analysis of the

- Computational Complexity of DeLP through Game Semantics. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1170–1181, Argentina, Octubre 2005. Universidad Nacional de Entre Ríos.
- [4] L. A. Cecchi, P. R. Fillottrani, and G. R. Simari. On the complexity of DeLP through game semantics. In J. Dix and A. Hunter, editors, *XI International Workshops on Nonmonotonic Reasoning*, pages 386–394, Clausthal University, 2006.
- [5] L. A. Cecchi and G. Simari. *DeLP marking procedure for dialectical trees is PSPACE-complete*. EDULP - Editorial de la Universidad de La Plata, 2012.
- [6] L. A. Cecchi and G. R. Simari. Sobre la relación entre la Semántica GS y el Razonamiento Rebatible. In *X CACiC - Universidad Nacional de La Matanza*, pages 1883–1894, San Justo - Pcia. de Buenos Aires, 2004.
- [7] L. A. Cecchi and G. R. Simari. DeLP como lenguaje de consulta: un enfoque preliminar al poder expresivo. In *XVIII Congreso Argentino en Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional del Sur, Argentina, Octubre 2012.
- [8] R. Chandrasekar, C. Doran, and B. Srinivas. Motivations and methods for text simplification. In *In Proceedings of the Sixteenth International Conference on Computational Linguistics (COLING '96)*, pages 1041–1044, 1996.
- [9] M. T. Cox and C. Zhang. Mixed Initiate Goal Manipulation. *AI Magazine*, 28(2), 2007.
- [10] C. da Costa Pereira and A. G. B. Tetamanzi. Goal generation with relevant and trusted beliefs. In *Proceedings of the 7th Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 2008.
- [11] H.-D. Ebbinghaus and J. Flum. *Finite Model Theory*. Springer-Verlag, 1995.
- [12] R. Feldmann, G. Brewka, and S. Wenzel. Planning with Prioritized Goals. In *Proceedings of the 10th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, 2006.
- [13] A. J. García and G. R. Simari. Defeasible Logic Programming: An Argumentative Approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1):95–138, 2004.
- [14] A. Garrido, L. Morales, and I. Serina. Using AI Planning to Enhance E-Learning Processes. In *Proceedings of the XXII ICAPS*, 2012.
- [15] M. Ghallab, D. Nau, and P. Traverso. *Automated Planning. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [16] N. Immerman, editor. *Descriptive Complexity*. Springer-Verlag, New York, 1999.
- [17] M. Moya and C. Vaucheret. Agentes deliberativos basados en planificación continua. In *X Workshop Agentes y Sistemas Inteligentes (WASI)*, Martiarena esquina Italia - S.S. de Jujuy, Octubre 2009. Universidad Nacional de Jujuy - Facultad de Ingeniería.
- [18] N. Nihalani, S. Silakari, and M. Motwani. Natural language interface for database: A brief review. In *International Journal of Computer Science Issues*, vol. 8, no. 2, pages 600–608, 2011.
- [19] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice Hall, New Jersey, third edition, 2009.
- [20] J. Zhang, X. Nguyen, and R. Kowalczyk. Graph-based Multi-agent Replanning Algorithm. In *Proceedings of the Sixth Intl. Joint Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 2007.