

Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos: Planificación

Mario Moya Pablo Kogan Gerardo Parra Laura Cecchi
Claudio Vaucheret

email: {moya.mario,pablo.kogan,gerardopar,lcecchi,vaucheret}@gmail.com

Grupo de Investigación en Robótica Inteligente
Departamento de Ciencias de la Computación
Facultad de Informática

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
Buenos Aires 1400 - (8300)Neuquén - Argentina

Resumen

La meta fundamental de este proyecto de investigación es el desarrollo de conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial Distribuida, estudiando técnicas de representación del conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

Específicamente, en la línea Planificación, la temática que se está investigando es el desarrollo de una arquitectura para agentes que soporte tanto *control reactivo* como *deliberativo*, de forma tal que el agente pueda actuar de manera competente y efectiva en un ambiente real.

Uno de los objetivos de esta investigación es el intento de dotar a un agente inteligente de ambas capacidades. Esto brindará la posibilidad de elegir cuál sería la mejor forma de actuar frente un problema determinado.

Palabras Clave: AGENTES INTELIGENTES, SISTEMAS MULTIAGENTES, PLANIFICACIÓN, PLANIFICACIÓN CONTINUA.

Contexto

Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del proyecto de investigación *Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos: Planificación, Razonamiento y Tecnologías del Lenguaje Natural*. El proyecto de investigación tiene prevista una duración de tres años, ha comenzado en enero del 2010 y finaliza en diciembre de 2012.

1. Introducción

Los sistemas distribuidos inteligentes se han estado afianzando, durante estos últimos años, como uno de los campos de aplicación más importantes de las técnicas de Inteligencia Artificial. El avance tecnológico en las comunicaciones ha resultado en la convergencia de dos áreas de investigación muy importantes de las Ciencias de la Computación: la Inteligencia Artificial y los Sistemas Distribuidos.

La Inteligencia Artificial Distribuida (IAD) es un campo de la Inteligencia Artificial dedicado al estudio de las técnicas y métodos necesarios para la coordinación y

distribución del conocimiento y las acciones en un entorno con múltiples agentes. Particularmente, la IAD estudia la construcción de sistemas multiagentes (SMA), es decir, sistemas en los que varios agentes inteligentes heterogéneos interactúan utilizando mecanismos de cooperación, coordinación y negociación, con el objeto de lograr sus metas.

En la actualidad, existen diversos dominios en los que el proceso de distribución es clave y fundamental para la solución de los problemas. Esto es logrado a través de múltiples entidades inteligentes capaces de interactuar y trabajar de manera coordinada, con el fin de alcanzar las metas comunes. Algunos ejemplos de estos dominios son el *e-commerce* (comercio electrónico), las búsquedas en la web, los agentes de planificación y los juegos, entre muchos otros.

2. Líneas de Investigación y Desarrollo

El proyecto de investigación *Sistemas Multiagentes en Ambientes Dinámicos: Planificación, Razonamiento y Tecnologías del Lenguaje Natural* tiene varios objetivos generales. Por un lado, el de desarrollar conocimiento especializado en el área de Inteligencia Artificial Distribuida. Además, se estudian técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, junto con métodos de planificación [1, 13] y tecnologías del lenguaje natural aplicadas al desarrollo de sistemas multiagentes.

Específicamente, en la línea Planificación, la temática que se está investigando es el desarrollo de una arquitectura para agentes que soporte tanto *control reactivo* como *deliberativo*, de forma tal que el agente pueda actuar de manera competente y efectiva en un ambiente real. Hanks y Firby [2] sugieren tratar de alcanzar un sutil equilibrio de estas dos estrategias: *deliberación* y *reacción*. La primera implica tomar todas las decisiones factibles en forma tan anticipada en el tiem-

po como sea posible. La segunda estrategia, *reacción*, consiste en demorar las decisiones que se tomen tanto como se pueda, actuando sólo en el último momento posible.

A simple vista, el primer enfoque parece perfectamente razonable. Un agente que puede pensar a futuro será capaz de considerar más opciones y, por lo tanto, con previsión, estar más informado para decidir qué acción tomar. Por otra parte, ya que la información sobre el futuro puede ser poco confiable y, en muchas situaciones del mundo real, difícil o incluso imposible de obtener, parece razonable, también, la alternativa de actuar en el último momento. Es más, sería razonable que ninguna de las dos políticas, pensar bien a futuro o actuar en el último momento, se ejecute con la exclusión de la otra.

Uno de los objetivos de esta investigación es el intento de dotar a un agente inteligente de ambas capacidades. Esto brindará la posibilidad de elegir cuál sería la mejor forma de actuar frente un problema determinado.

Las capacidades deliberativas se logran a partir de la implementación de un planificador novedoso, denominado *planificación continua* [9], una de las alternativas para planificación en ambientes reales planteadas en [10]. 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, sino que sigue ejecutándose en una serie de fases que se repiten e incluyen la formulación de metas, planificar y actuar. Para ganar eficiencia y tiempo de deliberación, la arquitectura provee una *librería de planes* prediseñados por el programador del agente para que sean adaptados o reparados, para aplicarlos a situaciones particulares. Cada miembro de esta librería consiste de un *cuero* y una *condición de invocación*, indicando bajo qué circunstancias se puede aplicar este plan.

Asimismo, se tiene previsto que el diseño del agente de esta investigación tenga dos modos de operación: *reactivo* o *planificador*. Con estos dos modos, básicamente,

se plantea un *subsistema de control* con dos posibles configuraciones. En la primera, el planificador tiene el control por defecto y sólo cuando no pueda resolver una determinada situación, le transmite el control al modo reactivo. En la otra posible configuración, el modo reactivo está a cargo y le pasa el control al modo planificador en situaciones previamente identificadas por el diseñador del agente. Este subsistema se implementa como un conjunto de *reglas de control*. Estas reglas de control permiten determinar cuál de los modos de operación tendrá el control del agente en determinada situación.

Otro de los aspectos que es necesario desarrollar es la generación de metas. Esta capacidad, de acuerdo al diseño del agente, está a cargo del *subsistema de deseos*. Maes [6] argumenta que, sin metas explícitas, no está claro cómo los agentes podrán ser capaces de aprender o mejorar su rendimiento. Por lo tanto, se hace necesario que los agentes inteligentes complejos cuenten con este subsistema de deseos, que puedan gestionar varias metas e incluso que éstas puedan variar en el tiempo. Eventualmente, algunas de estas metas tendrán diferentes prioridades que variarán de acuerdo a las necesidades situacionales del agente.

3. Resultados Obtenidos y Esperados

La arquitectura de control basada en planificación continua se encuentra en estado de desarrollo. Algunos resultados de esta investigación han sido publicados en [9].

El caso de estudio en que se aplicará la arquitectura de control es el fútbol con robots. El control reactivo para este problema se encuentra desarrollado bajo el nombre de *Rakiduum* [4, 7].

Rakiduum que, en idioma mapuche, significa *inteligencia, pensamiento, mente u opinión*, es un equipo de fútbol de robots con licencia GNU (General Public License) que fue ideado como un sistema multiagentes[3,

12]. Las últimas ediciones del Campeonato Argentino de Fútbol con Robots (CAFR) han contado con la participación del equipo *Rakiduum* con resultados más que satisfactorios[5, 4, 8, 11].

Se espera que el *agente Rakiduum* pueda participar en las próximas competencias de fútbol con robots a nivel nacional, ya incorporando capacidades de control deliberativo. Para ello, es necesario profundizar en la investigación de ciertos componentes de la arquitectura aún no maduros.

Uno de estos componentes es el *subsistema de deseos*. Es necesario enriquecer la especificación de los deseos del agente para que tenga la posibilidad de adoptar y elegir entre varias metas. De la misma manera, se planea proveer al agente una *librería de planes* más completa, acorde al caso de estudio planteado, lo cual requiere de un estudio más exhaustivo para identificar situaciones donde se puede aplicar un plan concreto.

4. Formación de Recursos Humanos

El actual proyecto de investigación es una continuación de la línea de investigación abierta en el proyecto anterior: *Técnicas de Inteligencia Computacional para el Diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes*. Durante el transcurso de dicho proyecto se han defendido dos tesis de Master y una tesis doctoral de miembros del grupo de investigación. Además, se han aprobado seis tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación, en temas relacionados con el proyecto de investigación.

Durante la ejecución del actual proyecto de investigación, un miembro del grupo ya ha defendido exitosamente su tesis de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Además, en el transcurso del proyecto se espera lograr la culminación de al menos dos tesis doctorales y la iniciación de una tesis de Magíster en Ciencias de la Computación. Asimismo, se espera el inicio de la consoli-

dación como investigadores de los miembros más recientes del grupo.

Referencias

- [1] M. Ghallab, D. Nau, and P. Traverso. *Automated Planning. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [2] S. Hanks and R. J. Firby. Issues in architectures for planning and execution. In *Workshop on Innovative Approaches to Planning, Scheduling and Control*, pages 59–70, Scheduling and Control, San Diego, CA, November 1990.
- [3] M. Huhns and L. Stephens. Multiagent Systems and Societies of Agents. In G. Weiss, editor, *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, pages 79–120. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- [4] P. Kogan, M. Moya, G. Torres, J. Yañez, L. Cecchi, G. Parra, R. del Castillo, and C. Vaucheret. RAKIDUAM: Un Equipo de Fútbol con Licencia GNU General Public License. In *V Campeonato Argentino de Fútbol con Robots*, 2007.
- [5] P. Kogan, J. Yañez, C. Campagnon, L. Cecchi, G. Parra, C. Vaucheret, and R. D. Castillo. Aspectos de diseño y de implementación del equipo de fútbol con robots RAKIDUAM. In I. U. A., editor, *Proceedings del Campeonato Argentino de Fútbol con Robots (CAFR)*, 2006.
- [6] P. Maes. Situated agents can have goals. In P. Maes, editor, *Designing Autonomous Agents*, pages 49–70. MIT Press, 1990.
- [7] M. Moya, G. Torres, P. Kogan, C. Vaucheret, R. del Castillo, L. Cecchi, and G. Parra. Framework para el desarrollo de equipos de fútbol de robots. In *VI Campeonato Argentino de Fútbol con Robots*, Buenos Aires 1400, Neuquén, Argentina, 2008. Universidad Nacional del Comahue.
- [8] M. Moya, G. Torres, P. Kogan, C. Vaucheret, R. del Castillo, L. Cecchi, and G. Parra. Framework para el desarrollo de Equipos de Fútbol de Robots. Caso de Uso: RAKIDUAM. In *V Workshop de Inteligencia Artificial aplicada a la Robótica Móvil*, pages 58–62, Universidad Nacional del Comahue - Neuquén - Argentina, 2008.
- [9] 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.
- [10] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice Hall, New Jersey, third edition, 2009.
- [11] D. Trevisani, G. Braun, M. Moya, R. del Castillo, L. Cecchi, G. Parra, P. Kogan, C. Vaucheret, and G. Torres. RAKIDUAM: sistema multiagentes para el fútbol de robots. In *VII Campeonato Argentino de Fútbol con Robots*, Cabildo 134, Morón, Buenos Aires, 2009. Facultad de Informática, Ciencia de la Comunicación y Técnicas Especiales de la Universidad de Morón.
- [12] G. Weiss, editor. *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- [13] 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.