

Desarrollo de Agentes Inteligentes Basados en Argumentación para Robótica Móvil

Andrea Cohen **Mariano Tucac** † **Sebastian Gottifredi** †
Alejandro J. Garcia † **Guillermo R. Simari**

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,
† Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
e-mail: {ac, mt, sg, ajg, grs}@cs.uns.edu.ar

Contexto

Esta línea de investigación se realizará dentro del ámbito del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, y está asociada a los siguientes proyectos de investigación:

“Programación en lógica distribuida con primitivas de sincronización, comunicación y ejecución en paralelo de agentes, para desarrollo de sistemas multi-agente en ambientes dinámicos” Código: PIP 5050. Director: Alejandro Javier García. Financiamiento: CONICET (Proyecto de Investigación Plurianual).

“Representación de conocimiento, argumentación y apoyo a la toma de decisiones: Herramientas inteligentes para la web semántica” (código 24/N023). Inicio 01/01/2007 Finalización: 31/12/2009. Acreditado en el Programa de Incentivos. Director: Simari, Guillermo Ricardo.

Resumen

El objetivo principal de esta línea de investigación es el estudio de métodos de representación de conocimiento para agentes de software inteligentes deliberativos. En particular, este trabajo se enfocará en la implementación de una arquitectura de agentes BDI basada en mecanismos argumentativos. Por lo tanto, los componentes mentales de estos agentes se especificarán mediante Programación en Lógica Rebatible. El propósito de esta arquitectura es el desarrollo de agentes con capacidades de razonamiento de alto nivel, para controlar robots móviles que juegan al fútbol.

Palabras clave: Argumentación, Sistemas Multi-Agente, Robótica Móvil

1. Introducción

Un agente es una entidad computacional autónoma que obtiene percepciones de su entorno a través de sensores y actúa en dicho entorno utilizando efectores. Decir que es autónoma implica que tiene algún tipo de control sobre su propio comportamiento y que puede actuar sin la intervención de otros agentes o humanos. Actualmente los agentes tienen un campo de aplicación muy amplio,

y existe una gran variedad de tipos de agentes con distintos dominios de aplicación. En particular, los agentes inteligentes están reconocidos en la literatura por su importancia en la resolución de problemas complejos [20]. Este tipo de agentes suelen estar caracterizados a través de componentes mentales como creencias, deseos, compromisos o intenciones.

En la mayoría de los casos los agentes no existen por sí solos, sino que participan de un Sistema Multi-Agente (SMA) o Multi-Robot (SMR). En cualquiera de estos casos, varios agentes interactúan para conseguir algún objetivo o realizar alguna tarea común [19]. En estos sistemas cada agente tiene información incompleta y capacidades limitadas, el control del sistema es distribuido, los datos están descentralizados y la computación es asincrónica. Además los agentes se desenvuelven en un entorno dinámico, el cual no puede predecirse y se ve afectado por las acciones llevadas a cabo por los agentes y por humanos. Otro aspecto relevante de estos sistemas es que, por lo general, la interacción entre los agentes para fines colaborativos, es efectuada mediante mecanismos de comunicación.

Cada agente inteligente generalmente necesita contar con una base de conocimiento para almacenar la información referida al entorno y a sus componentes mentales. El conocimiento allí almacenado debe ser actualizado periódicamente. Asimismo, debe respetar ciertas restricciones de integridad para garantizar el correcto razonamiento del agente. En un entorno multi-agente el conocimiento puede estar distribuido, fragmentado, y/o replicado. Existen en la literatura numerosos formalismos de representación de conocimiento y razonamiento. En particular, en nuestro laboratorio (LIDIA) se han desarrollado técnicas que permiten representar conocimiento tentativo y posiblemente contradictorio, y métodos basados en argumentación para razonar acerca de él. Puntualmente, se cuenta con un formalismo de Programación en Lógica Rebatible [8] que permitiría implementar agentes inteligentes deliberativos para aplicaciones concretas.

Dentro del conjunto de posibles aplicaciones, el fútbol de robots representa una alternativa interesante para poner en práctica teorías desarrolladas para agentes inteligentes [13]. Este dominio incluye agentes con características autónomas, cooperativas y competitivas, los cuales pueden razonar, aprender y revisar sus conocimientos.

En la actualidad, aún es necesario contar con herramientas declarativas para la implementación de agentes inteligentes [6, 9, 10, 11, 3]. Estas herramientas deben proporcionar mecanismos que permitan especificar los agentes a través de sus componentes mentales. Además, deben proveer formalismos sofisticados de alto nivel para representación de conocimiento y razonamiento.

El objetivo de esta línea de investigación es desarrollar agentes inteligentes que controlan robots que juegan al fútbol. Estos pueden interactuar con otros agentes en forma colaborativa, y de esta manera llevar a cabo tareas en forma cooperativa. Dada la complejidad de este dominio de aplicación, es necesario que los agentes consideren diversos factores al momento de decidir sus acciones. Por ello, es importante contar con un mecanismo que permita especificar de manera declarativa estas decisiones. Además, tanto las creencias como las decisiones potenciales podrían ser conflictivas. En consecuencia, en este trabajo se buscará una aproximación argumentativa para implementar este tipo de agentes.

2. Líneas de Investigación y Desarrollo

Esta línea de investigación busca combinar resultados teóricos obtenidos en las áreas de arquitecturas de agentes y mecanismos de representación de conocimiento. El objetivo es aplicarlos en el desarrollo de agentes para controlar robots que juegan al fútbol. En particular, se empleará una arquitectura de agentes basada en las teorías Belief-Desire-Intentions (BDI). Como mecanismo de representación de conocimiento de dichos agentes se utilizará Defeasible Logic Programming (DeLP), una herramienta de argumentación rebatible concreta.

2.1. Agentes Inteligentes

Las teorías BDI proporcionan arquitecturas para el desarrollo de agentes inteligentes [4, 16]. En la actualidad, el formalismo BDI es uno de los más promisorios [14]. Este framework combina dos aspectos importantes del área de agentes inteligentes: contempla teoría de agentes, y representa una arquitectura práctica de agentes. Es decir, además de ser una reconocida alternativa de teoría de razonamiento para agentes basados en lógica, representa una arquitectura lógica para la construcción de agentes capaces de razonar acerca de su entorno y deliberar acerca de sus acciones. Un agente BDI posee componentes mentales para representar Creencias (Beliefs), Deseos (Desires) e Intenciones (Intentions). Estos componentes son empleados para determinar el estado mental del agente. Por lo tanto, un agente BDI está compuesto por un conjunto de creencias que contiene información acerca del entorno en cual se desenvuelve, un conjunto de deseos que representan las motivaciones u objetivos que el agente utilizará para actuar proactivamente, y un conjunto de intenciones que contiene todas las posibles acciones que el agente puede realizar para llevar a cabo sus deseos.

2.2. Sistemas Argumentativos

Dentro de la teoría de representación de conocimiento, los formalismos argumentativos son reconocidos por la construcción y comparación de argumentos para razonar con información inconsistente [5]. En este tipo de formalismos, una conclusión es aceptada o rechazada según el análisis de los argumentos a su favor y en su contra. Varios trabajos en la literatura reconocen la importancia del uso de argumentación como un mecanismo de razonamiento en los sistemas de agentes inteligentes [2],[15],[1],[17]. En particular, esta línea está vinculada con un sistema argumentativo concreto, Defeasible Logic Programming (DeLP) [8]. DeLP es un formalismo que combina los resultados de programación en lógica y argumentación rebatible. Utilizando DeLP el desarrollador de agentes podrá representar información tentativa de forma declarativa por medio de reglas “débiles”. Dado que es posible utilizar negación estricta en la cabeza de estas reglas, será posible representar información contradictoria. En este formalismo se identifican aquellos elementos en contradicción y se lleva a cabo un proceso argumentativo de dialéctica para decidir cuál de estos elementos prevalecerá.

3. Resultados Obtenidos/Esperados

Anteriormente, en esta línea de investigación se ha desarrollado una arquitectura de agentes para controlar robots que juegan al fútbol [12, 18]. Esta arquitectura fue construida en base a un sistema de capas. Este sistema provee el nivel de abstracción necesario para que en los niveles superiores el agente pueda efectuar razonamiento cognitivo. El diseño por capas permite la abstracción y modularización de los diferentes aspectos de un dominio de aplicación complejo, tal como lo es el fútbol de robots. En particular, el último nivel de abstracción fue implementado mediante una arquitectura BDI. El mecanismo de representación de conocimiento y razonamiento está basado en el modelo de programación en lógica. La programación en lógica representa una herramienta flexible para implementar agentes, brindando un diseño declarativo y posibilitando un rápido desarrollo de los mismos utilizando sistemas de razonamiento. Este diseño declarativo permite especificar las estrategias de los agentes de forma tal que pueda seleccionarse una de ellas de forma elegante, para luego ser ejecutada.

También se ha desarrollado DeLP-Server [7] como parte de esta línea de investigación. Esto se debe a las ventajas de DeLP y a la necesidad de una herramienta declarativa flexible de razonamiento en sistemas multi-agente. Un DeLP-Server es una implementación concreta de DeLP que brinda servicios de razonamiento argumentativo en sistemas multi-agente. Cada servidor es un programa stand-alone que puede interactuar con múltiples agentes. Estos servidores pueden almacenar pro-

gramas DeLP conocidos como públicos (o comunes). Un agente cliente puede enviar consultas a algún servidor y recibir la respuesta correspondiente. Para cada respuesta recibirá explicaciones, las cuales consisten en el análisis argumentativo de la respuesta. Un DeLP-Server puede ser consultado por varios agentes, y un agente en particular puede consultar varios servers. Las respuestas enviadas por los DeLP-Servers siguen el formato de DeLP clásico [8]: “yes” si la información consultada está garantizada, “no” si el complemento de la información consultada está garantizado, o “undecided” en cualquier otro caso.

En la actualidad, esta línea de investigación tiene como principal objetivo el desarrollo de una implementación concreta de sistemas multi-agente basados en razonamiento argumentativo para controlar robots móviles. Se partirá de la arquitectura presentada en [12, 18] y se buscará integrar DeLP-Servers a los componentes mentales de cada agente. Esto es, cada componente mental Creencias, Deseos, Intenciones estará conectado a un servidor específico que le proveerá soporte de razonamiento argumentativo. El objetivo de tal integración, es brindar a los agentes que controlan los robots una herramienta más sofisticada de razonamiento y representación de conocimiento. Se deberán considerar mecanismos formales para actualizar los diferentes componentes mentales y establecer claramente el vínculo entre ellos. Además, se intentará añadir formalismos de comunicación a la arquitectura. El propósito es que tales formalismos se encuentren directamente vinculados con los componentes mentales, aprovechando las ventajas provistas por los DeLP-Servers. Esta implementación se llevará a cabo en el dominio de fútbol de robots presentado en [12, 18].

Referencias

- [1] Leila Amgoud, Caroline Devred, and Marie-Christine Lagasquie. A constrained argumentation system for practical reasoning. In *In 7th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agents Systems, AAMAS, 2008*.
- [2] Trevor J. M. Bench-Capon and Paul E. Dunne. Argumentation in artificial intelligence. *Artif. Intell.*, 171(10-15):619–641, 2007.
- [3] Rafael Bordini, Lars Braubach, Mehdi Dastani, Amal El Fallah Seghrouchni, Jorge Gomez-Sanz, Joao Leite, Gregory O’Hare, Alexander Pokahr, and Alessandro Ricci. A survey of programming languages and platforms for multi-agent systems. In *Informatica 30*, pages 33–44, 2006.
- [4] M. Bratman, D. Israel, and M. Pollack. Plans and resource-bounded practical reasoning. In *Philosophy and AI: Essays at the Interface*.
- [5] Phan Minh Dung. On the acceptability of arguments and its fundamental role in nonmonotonic reasoning, logic programming and n-person games. *Artif. Intell.*, 77(2):321–358, 1995.
- [6] Michael Fisher, Rafael Bordini, Benjamin Hirsch, and Paolo Torroni. Computational logics and agents: A road map of current technologies and future trends. *Computational Intelligence*, 23(1):61–91, February 2007.
- [7] A. García, N. Rotstein, M. Tucac, and G. Simari. An argumentative reasoning service for deliberative agents. In *KSEM 2007*.
- [8] A. Garcia and G. Simari. Defeasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1-2):95–138, 2004.

- [9] S. Gottifredi and A. Garcia. Análisis de lenguajes de implementación de agente. In *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2006)*, 2006.
- [10] Sebastian Gottifredi and Alejandro J. Garcia. Análisis lenguajes de especificación de agente en robótica móvil. In *9vo. Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2007)*, pages 27–31, 2007.
- [11] Sebastian Gottifredi, Alejandro J. Garcia, and Guillermo R. Simari. Agent programming using defeasible argumentation for knowledge representation and reasoning. In *13vo. Congreso Argentino de Ciencias de las Computación (CACIC 2007)*, pages 1464–1475, 2007.
- [12] Sebastian Gottifredi, Mariano Tucát, Daniel Corbatta, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. A BDI Architecture for High Level Robot Deliberation. In *Proceedings of XIV Argentine Congress of Computer Science*, La Rioja, Argentina, 2008. Universidad Nacional de Chilecito.
- [13] Kwun Han and Manuela Veloso. Automated robot behavior recognition applied to robotic soccer. *Robotics Research: the Ninth International Symposium*, pages 199–204. Springer-Verlag, London, 2000. Also in the Proceedings of IJCAI-99 Workshop on Team Behaviors and Plan Recognition.
- [14] V. Mascardi, D. Demergasso, and D. Ancona. Languages for programming BDI-style agents: an overview. In F. Corradini, F. De Paoli, E. Merelli, and A. Omicini, editors, *Proceedings of WOA 2005: Dagli Oggetti agli Agenti. 6th AI*IA/TABOO Joint Workshop “From Objects to Agents”*, pages 9–15. Pitagora Editrice Bologna, 2005.
- [15] Iyad Rahwan and Leila Amgoud. An argumentation based approach for practical reasoning. In *AAMAS*, 2006.
- [16] A. S. Rao and M. P. Georgeff. Modeling rational agents within a BDI-architecture. In James Allen, Richard Fikes, and Erik Sandewall, editors, *Proceedings of the 2nd International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR’91)*, pages 473–484. Morgan Kaufmann publishers Inc.: San Mateo, CA, USA, 1991.
- [17] N. D. Rotstein, A. J. Garcia, and G. R. Simari. Reasoning from desires to intentions: A dialectical framework. In *AAAI*, 2007.
- [18] Mariano Tucát, Sebastian Gottifredi, Federico Vidaurreta, Alejandro J. García, and Guillermo R. Simari. A Layered Architecture using Schematic Plans for Controlling Mobile Robots. In *Proceedings of XIV Argentine Congress of Computer Science*, La Rioja, Argentina, 2008. Universidad Nacional de Chilecito.
- [19] Michael Wooldridge. Intelligent agents. In Gerhard Weiss, editor, *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, chapter 1, pages 27–78. The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 1999.
- [20] Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, 10(2):115–152, 1995.