

# Aspectos Cognitivos en el Desarrollo de un Equipo de Fútbol con Robots

Laura A. Cecchi      Gerardo A. Parra      Claudio A. Vaucheret  
lcecchi@uncoma.edu.ar    gparra@uncoma.edu.ar    cvaucher@uncoma.edu.ar

Depto. de Cs. de la Computación  
Facultad de Economía y Administración  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE  
Buenos Aires 1400 - 8300 Neuquén - Argentina  
TEL/FAX (54) (299) 4490312/313

PALABRAS CLAVES: Sistemas Multiagentes. Agentes Inteligentes. Robótica. Programación en Lógica. Planeamiento.

## Resumen

El proyecto de investigación “Representación de Conocimiento y Razonamiento para Sistemas Multiagentes” tiene por objeto estudiar a los agentes como entidad cognitiva haciendo hincapié en técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, particularmente Planificación, Dinámica de Creencias, Argumentación y Programación en Lógica. Asimismo, se analizan mecanismos de cooperación, coordinación y negociación entre agentes autónomos. El fútbol con robots provee un marco desafiante en el que aplicar y evaluar los resultados alcanzados en nuestra investigación.

El propósito de este artículo es describir el plan de trabajo para el estudio de los agentes como entidad cognitiva y describir los principales aspectos a considerar en el diseño de cada uno de los miembros del equipo de fútbol: mecanismo de decisión, división de roles y selección de acciones primitivas para generar jugadas tácticas. Por otra parte, se detallarán algunas facultades de los miembros del equipo, que se deberán desarrollar al diseñar estrategias de juego.

## 1. Introducción

El fútbol con robots pretende, de una forma amena, estimular la investigación en áreas como la Inteligencia Artificial, la robótica y la visión entre otras. En la implementación de un equipo se requiere desarrollar a cada uno de los jugadores, agentes autónomos, diferenciándolos por su desempeño dentro del campo de juego, como así también articular estrategias de trabajo en equipo.

El proyecto de investigación “Representación de Conocimiento y Razonamiento para Sistemas Multiagentes”, del Departamento de Ciencias de la Computación, Fa.E.A., tiene por objeto estudiar a los agentes como entidad cognitiva haciendo hincapié en técnicas de representación de conocimiento y razonamiento, particularmente Planificación, Dinámica de Creencias, Argumentación y Programación en Lógica. Asimismo, se analizan mecanismos de cooperación, coordinación y negociación entre agentes autónomos. El fútbol con robots provee un marco desafiante en el que aplicar y evaluar los resultados alcanzados en nuestra investigación.

El propósito de este trabajo es presentar la línea de investigación que desarrollará un equipo de fútbol con robots en el marco del mencionado proyecto. En la siguiente sección, se describirá el plan de actividades propuesto para el estudio de los agentes como entidad cognitiva. En la sección 3, se detallarán los principales aspectos cognitivos a considerar en el diseño de cada uno de los miembros del equipo, mecanismo de decisión, división de roles y selección de acciones primitivas para generar jugadas tácticas. Finalmente, en la sección 4, se presentarán las conclusiones.

## 2. De la Percepción a la Acción

En esta primer etapa de estudio hemos concentrado nuestra atención en los aspectos cognitivos de los agentes. Sin embargo, ya que las decisiones de diseño dependerán fuertemente de la arquitectura del robot real, hemos planificado como primer actividad la circunscripción del ambiente y de los detalles físicos sobre el que testaremos nuestros desarrollos.

El equipo de robots que utilizaremos fue construido con LegoMindstorms[1] bajo las condiciones de la E-League[2]. En esta liga el equipo se compone de como máximo 4 robots, uno de los cuales puede ser el arquero. Cada robot debe ajustarse a un cilindro de 220mm de diámetro. El sistema de visión es global[3], por lo que cada equipo es provisto con información sobre la velocidad y la posición en la cancha de todos los agentes y de la pelota.

Con el objeto de desarrollar la capa cognitiva se ha planificado el estudio de:

- Razonamiento con componentes reactivo y componentes deliberativos.
- Deliberación a través de la construcción de planes.
- Representación simbólica del conocimiento del agente.
- Clasificación de los jugadores de acuerdo a los roles que cumplen dentro del campo de juego.
- Selección de las acciones atómicas o primitivas y a partir de éstas construcción, en un proceso bottom-up, de comportamientos elementales, complejos y finalmente jugadas.

A continuación, presentamos los aspectos más relevantes a tener en cuenta en el desarrollo de la capa cognitiva.

## 3. Capa Cognitiva

### 3.1. Mecanismos de decisión

El fútbol es un juego rápido por lo que no requiere una deliberación muy prolongada. Por esta razón, algunos equipos implementan una arquitectura híbrida [5] con componentes reactivos y deliberativos. Es nuestro interés que el agente tome decisiones basadas en un razonamiento lógico en un tiempo razonable.

La parte deliberativa que es el principal componente de esta capa será implementada a través de un plan de acciones. El dinamismo del entorno provoca que algunos de los planes deban ser modificados para poder alcanzar las metas finales. Esta actividad de replaneamiento puede considerarse, una revisión del mismo. Ciertas partes pueden ser conservadas, pero otras

deben ser removidas y reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global.

Uno de los dispositivos de planning más interesantes es Graphplan[6, 7, 12]. Graphplan es un algoritmo simple y elegante que produce planes extremadamente eficientes. En muchos casos, órdenes de magnitud más eficiente que sistemas previos. El funcionamiento de Graphplan alterna entre dos fases: la construcción del grafo de planning y la extracción de la solución. La primera fase construye, a través de sucesivas etapas, un grafo de planning hacia adelante en el tiempo hasta que se logra una condición necesaria (pero que puede ser insuficiente) para la existencia de un plan. Luego, la fase de extracción de solución realiza un recorrido hacia atrás sobre el grafo, buscando un plan que resuelva el problema. Si no es hallada una solución, el ciclo se repite llevando a cabo una nueva etapa en la construcción del grafo de planning.

El uso de Graphplan en esta capa tiene por objetivo, no solo proveer un plan de acción a cada agente, sino también permitir llevar a cabo estrategias de trabajo en equipo.

La representación del conocimiento será realizada a través de la Programación en Lógica. En particular utilizaremos el Ciao Prolog [4] por sus ventajas desde el punto de vista declarativo, de representación y de vinculación con una variedad de lenguajes de programación, entre otras.

### 3.2. Acción Primitiva a Jugada

Las acciones primitivas o atómicas dependen fuertemente de la arquitectura del robot. En este primer estudio hemos consideraremos como primitivas:

**Mover:** desplazar al agente en el campo de juego

**Girar:** cambiar la orientación sin desplazarse de su posición actual

**Atrapar:** retener un objeto cerca del robot

A partir de las acciones primitivas podremos definir comportamientos elementales, luego comportamientos complejos y finalmente las jugadas[8]. Por ejemplo, la jugada *driblar un contrario* requiere de los comportamientos complejos: *llevar pelota* y *evitar obstáculos*. Estos últimos pueden a su vez ser caracterizados por comportamientos elementales como *patear*, *rastrear objeto* y *navegar*, los que finalmente se traducen en *mover*, *girar* y *atrapar*.

### 3.3. División de Roles

El concepto del rol está íntimamente relacionado a los sistemas multiagentes, ya que asignan responsabilidades y tareas específicas a sus miembros, en pos de un objetivo común. En el fútbol existen roles bien definidos[11, 10, 9], que marcan comportamientos independientes. Según la actitud hacia el juego y la región de la cancha en la que se desempeña, podemos clasificar a los jugadores en: arquero, defensor, mediocampista y delantero.

Cada rol será implementado a través de comportamientos dentro del campo de juego que se reflejará finalmente a través de jugadas. Dado que el equipo en formación no supera los cuatro jugadores, no se implementará el rol del mediocampista.

Teniendo en cuenta los roles respectivos y las jugadas definidas sobre las acciones primitivas se desarrollará el concepto de estrategias. Esto determinará la actitud del equipo: juego ofensivo o defensivo. En el primero, se privilegian los pases hacia el arco contrario y más jugadores con el rol de delanteros. Por el contrario, en el segundo caso, se mantendrá una defensa sólida con el objeto de evitar goles del adversario.

Se tiene previsto al definir las estrategias permitir roles dinámicos dentro del campo de juego, ie. los jugadores pueden cambiar su rol en forma automática según se necesiten más delanteros o defensores o si la posición dentro del campo de juego en la que se encuentra el agente requiere del cambio para aprovechar mejor la situación.

## 4. Conclusiones

El fútbol con robots provee un desafío interesante en el que aplicar y evaluar nuevas ideas de investigación y desarrollo como planificación, representación del conocimiento, dinámica de creencias, argumentación y programación en lógica. En este artículo, hemos descrito una propuesta de trabajo para el estudio de los agentes como entidad cognitiva. Se han descrito los principales aspectos cognitivos a considerar en el diseño de cada uno de los miembros del equipo, mecanismo de decisión, división de roles y selección de acciones primitivas para generar jugadas tácticas. Asimismo, se han considerado algunas facultades de los miembros del equipo, que se deberán desarrollar al diseñar estrategias de juego.

## 5. Agradecimientos

Agradecemos al Grupo de Robótica Cognitiva del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA), del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, de la U.N.S., por la buena predisposición para discutir y analizar ideas y por los recursos ofrecidos para iniciar este proyecto.

Asimismo, queremos agradecer al Director del Departamento antes mencionado, Dr. Guillermo Simari, por hacer que este desarrollo se convierta en realidad.

Los autores de este trabajo queremos agradecer al Ing. Rodolfo del Castillo y al Lic. Eduardo Grosclaude, quienes forman parte de este grupo y contribuyen estudiando los aspectos de software de base y el hardware.

## Referencias

- [1] <http://www.legomindstorms.com>.
- [2] <http://agents.cs.columbia.edu/eleague>.
- [3] <http://sourceforge.net/projects/robocup-video>.
- [4] <http://clip.dia.fi.upm.es/Software/Ciao/>.
- [5] Miguel Arroz, Vasco Pires, and Luis Custnódio. Logic based distributed decision system for a multi-robot team. In *Actas del Encuentro Científico 3er. Festival Nacional de Robótica - ROBOTICA 2003*, Lisboa, 2003.
- [6] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. In *Proceedings of the XIV International Joint Conference of AI*, pages 1636–1642, 1995.
- [7] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. *J. Artificial Intelligence*, (90):281–300, 1997.

- [8] C. Castelo, H. Fassi, and Scarpettini. Fútbol de robots: Revisión del estado del arte y desarrollo del equipo ubasot de simulación. Technical report, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Diciembre 2002.
- [9] J. D´Alessandro, D. Escobar, G. López, L.and Pereira, S. Spengler, and J. Ierache. El equipo fútbol robots gallitosot. In *III Workshop Campeonato Argentino de Fútbol de Robots 2004*, Tandil, 2004. Facultad de Ciencias Exactas - U.N.C.P.B.A.
- [10] Luis Custódio Pedro Lima. Artificial Intelligence and Systems Theory Applied to Cooperative Robots. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, Sep. 2004.
- [11] T. Weigel, J.-S. Gutmann, M. Dietl, A. Kleiner, and B.Ñebel. CS-Freiburg: Coordinating Robots for Successful Soccer Playing . *IEEE Transactions on Robotics and Automation* , 18(5):685–699, October 2002.
- [12] Daniel S. Weld. Recent Advances in AI Planning. *AI Magazine*, 1999.