

Desarrollo top-down de un sistema defensivo para un equipo de fútbol con robots *

Jael V. Yañez [†]
jyanez@uncoma.edu.ar

Claudio A. Vaucheret [†]
cvaucher@uncoma.edu.ar

Laura A. Cecchi ^{‡†}
lcecchi@delfin.uarg.unpa.edu.ar

[‡]Departamento de Ciencias Exactas y Naturales
Unidad Académica Río Gallegos
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA AUSTRAL
Lisandro de la Torre 1070 - (9400) Río Gallegos - Argentina

[†] Grupo de Investigación en Robótica Inteligente
Departamento de Ciencias de la Computación
Facultad de Economía y Administración
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
Buenos Aires 1400 - (8300) Neuquén - Argentina

Resumen

El propósito de este trabajo es describir una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente, de la Universidad Nacional del Comahue, que tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación del sistema defensivo del equipo de fútbol con robots. Se presentan la arquitectura reactiva y el comportamiento del rol de defensor desarrollados teniendo en cuenta que, inicialmente, el diseño del mismo es independiente del resto de los jugadores y de la arquitectura física.

Asimismo se presentan la arquitectura híbrida a desarrollar y se detalla el comportamiento que acompaña a este nuevo agente.

PALABRAS CLAVES: Agentes Inteligentes. Sistemas Multiagentes. Fútbol con Robots

1 Introducción

En el desarrollo de un equipo de fútbol con robots, el sistema defensivo es fundamental ya que actúa como la primer barrera para el equipo contrario y de su eficiencia depende la minimización

*Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e implementación de Sistemas Multiagentes” (04/E062), el Grupo de Investigación en Robótica Inteligente y por el convenio de trabajo conjunto con la Universidad Politécnica de Madrid.

de la tarea del arquero. Cada defensor tiene como función primordial evitar que su arco corra peligro de gol, realiza su tarea manteniendo la pelota fuera del área penal propia, ya sea interceptando, despejando, pasando, marcando, etc. Cuando una situación se sale de control debe extremar los cuidados ya que su actuación podría derivar en perjuicios para su equipo.

Desde su introducción, el fútbol con robots ha promocionado como metas científicas el desarrollar conocimiento en diversas áreas como Inteligencia Artificial y Robótica, entre otras. En este marco es que se ha creado recientemente en el Departamento de Ciencias de la Computación, de la Universidad Nacional del Comahue, el Grupo de Investigación en Robótica Inteligente (G.I.R.I.). El objetivo del G.I.R.I. es estudiar diferentes sistemas de representación de conocimiento y razonamiento para sistemas multiagentes y evaluarlos a través del fútbol con robots.

El sistema multiagentes será construido de manera incremental. En una primer etapa, los roles estáticos arquero, defensor y delantero serán modelados e implementados en forma aislada. En una segunda etapa se hará interactuar los distintos roles y se determinará a más alto nivel cual será la estrategia de juego a utilizar, en otras palabras, se determinará el comportamiento social de los agentes.

El propósito de este trabajo es presentar una de las líneas de investigación del G.I.R.I. en desarrollo: el sistema defensivo del equipo de fútbol

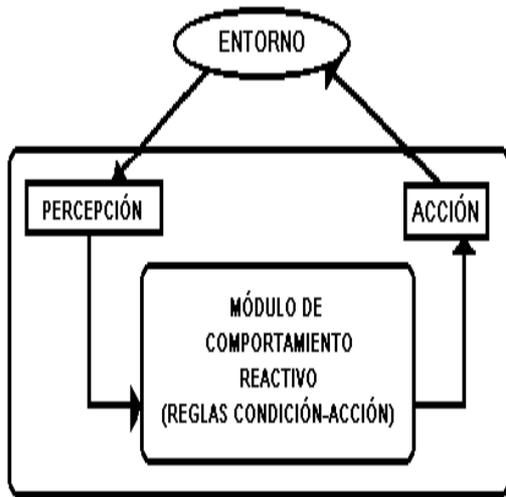


Figura 1: Arquitectura inicial del agente.

con robots.

Para modelar el comportamiento del sistema defensivo (defensores) se consideró que el equipo será un sistema multiagente, es decir, estará formado por un conjunto de agentes que tendrán la capacidad de poder interactuar en un entorno común. Cada rol será modelado e implementado por medio de un agente, teniendo la ventaja de que cada uno tendrá su propio mecanismo de toma de decisiones.

Inicialmente, para modelar el rol de defensor no se tiene conocimiento del comportamiento de los demás roles, por lo que se pretende que el defensor contemple todas las situaciones de juego en las que le corresponde actuar sin entorpecer el accionar de los demás jugadores de su equipo, que reconozca y actúe ante las jugadas con pelota parada y que pueda actuar como único defensor o como integrante de una defensa (más de un defensor).

Este trabajo está organizado como sigue. En la siguiente sección se describe la arquitectura del agente y las razones por las cuales se eligió. En la sección 3 se define el comportamiento del rol defensor, se hace una especialización en subroles y se describe como hace el agente para traducir estos subroles en acciones de bajo nivel. Finalmente en la sección 4 se dan las conclusiones y las propuestas de trabajos futuros.

2 Arquitectura del agente

El defensor desarrollado es un agente básicamente reactivo o reflexo[10]. Un agente reactivo es una entidad de software que exhibe un comportamiento autónomo y reacciona según la evolución del entorno. El proceso del agente es

un ciclo de Percepción-Acción en donde las decisiones son tomadas sin tener en cuenta el pasado ni el futuro. En la Figura 1 se muestra la arquitectura del defensor.

El módulo del comportamiento es implementado con reglas condición-acción, que establecen la conexión entre percepción y acción. Modelamos dichas reglas en distintos niveles de complejidad. En un primer nivel habrán reglas condición-acción para determinar el subrol a ejecutar e implícitamente la táctica de juego. En un segundo nivel habrá otras reglas condición-acción para determinar los comportamientos complejos que se llevarán a cabo. Este proceso top-down finaliza en las acciones primitivas que deberá ejecutar el agente.

Utilizar este tipo de agentes nos permite, en esta primer etapa del desarrollo, independizarnos de la complejidad temporal, teniendo un tiempo de respuesta acorde a las características de ambiente dinámico de un partido de fútbol. Asimismo, esta arquitectura simple permite mejorar el agente en forma incremental con técnicas de aprendizaje, planificación, mantenimiento de estado interno, etc.. Posteriormente, se pretende incorporar al agente un módulo deliberativo de manera que la arquitectura final estará formada por el módulo de comportamiento reactivo, un módulo deliberativo, un módulo de modelado del mundo y un módulo ejecutivo.

El módulo que modela el mundo provee al agente de información sobre los demás objetos en la cancha. Esta información puede ser incompleta, si existen problemas con los sensores del ambiente. Se espera mejorar dicho módulo de forma tal que permita modelar completamente el mundo actual con información del pasado e inclusive anticiparse a sucesos futuros del juego.

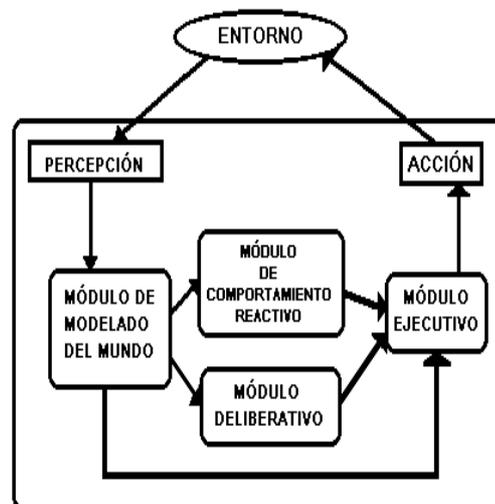


Figura 2: Arquitectura final del agente.

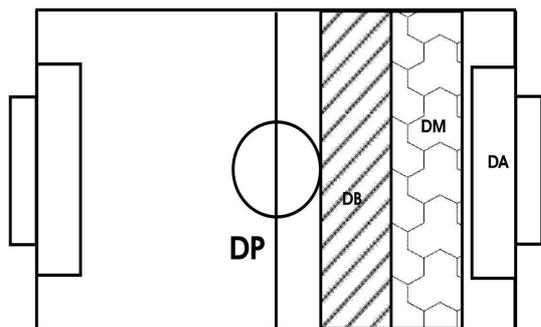


Figura 3: Zonas del campo de juego: Defensa-Pasiva(DP), Defensa-Baja(DB), Defensa-Media (DM) y Defensa-Alta (DA)

El módulo de comportamiento reactivo será capaz de reaccionar, por medio de las reglas condición-acción, en respuesta a los sucesos que requieran una decisión suficientemente rápida como para que el módulo deliberativo pueda tratarlos.

El módulo deliberativo extenderá al agente para que este exhiba una conducta inteligente. Se agregaran procesos para decidir que objetivos perseguir y para decidir como alcanzar esos objetivos.

El módulo de ejecución será el encargado de decidir qué acción tomar de acuerdo al mundo actual y las salidas de los módulos reactivo y deliberativo.

3 Modelando el comportamiento

Los equipos de fútbol identifican los comportamientos de los jugadores (arquero, defensor y delantero) en conjunto, pensando en cómo se podrían complementar sus acciones, colocando luego la mayor parte de la complejidad directamente en la estrategia de equipo [4]. Si bien, este es el objetivo final del grupo de investigación, inicialmente, el comportamiento de nuestro defensor es analizado de manera aislada.

Durante cada ciclo de percepción-acción el defensor puede actuar de varias formas dependiendo precisamente de cuál es la percepción que tiene del entorno en ese momento, es decir, dependiendo de la ubicación de los demás jugadores, de la pelota y de su propia posición, del estado de juego (juego normal o juego con pelota parada), del resultado del partido, del tiempo de juego transcurrido, etc..

Para comenzar el análisis realizamos una división con líneas imaginarias del campo de juego en zonas significativas desde el punto de vista del

defensor. En la Figura 3 se muestra la división en zonas del campo de juego.

El campo de juego se dividirá en cuatro zonas: Defensa-Alta abarcando la superficie formada por el área grande de nuestro arco dónde el peligro de gol por parte de un adversario es máximo, aquí es importante que la defensa marque de cerca a los jugadores rivales y proteja el arco; le sigue la zona de Defensa-Media en dónde la defensa además de marcar puede despejar la pelota para sacarla de nuestro campo de juego, en la zona anterior no es conveniente realizar despejes porque se podrían realizar goles en contra; luego la zona de Defensa-Baja en dónde la defensa además de marcar puede realizar o recibir pases por parte de sus compañeros; la última recibe el nombre de Defensa-Pasiva porque abarca las áreas del medio campo y campo contrario en dónde los defensores no marcan a sus rivales tomando una actitud de defensa pasiva o mínima. Dependiendo del área en donde se encuentre la pelota, marcar a un rival será llevado a cabo a través de diferentes acciones, por ejemplo, observar al rival que lleva la pelota sin perderlo de vista, colocarse en la trayectoria de la pelota para interceptarla, dirigirse hacia la pelota para embestirla, seguir de cerca a un rival sin cometer falta, etc. Además se contempla para cada zona las jugadas con pelota parada que puedan ocurrir en ellas.

El rol defensor se dividirá en subroles o niveles de defensa de acuerdo a las zonas. La asignación de subroles será dinámica y estará determinada por la posición actual del jugador en el campo de juego. Cada subrol tendrá asociado un conjunto de precondiciones que deberán ser cumplidas para que se active. La activación de un subrol implica que el jugador deberá llevar a cabo la táctica de juego asociada al subrol. La táctica de juego será traducida a una serie de comportamientos complejos que también tendrán asociados conjuntos de precondiciones para ser activados. Una vez determinado el comportamiento complejo a realizar, el agente lo traducirá a comportamientos elementales que finalmente derivarán en acciones primitivas a ser realizadas por el jugador.

En la figura 4 se muestra la relación entre los elementos mencionados arriba y en la figura 5 se pueden identificar algunos de ellos.

Analicemos, por ejemplo, el subrol más sencillo: Defender-Reubicar. Para que el subrol Defender-Reubicar se active deben verificarse las siguientes precondiciones básicas: que la pelota se encuentre en la zona Defensa-Pasiva y que ningún rival esté ubicado en una posición X menor a la del defensor (es decir que ningún rival esté entre el defensor y el arco propio). Al ser activado este subrol entra en acción la táctica de juego DR (Defender-Reubicar) que se muestra a continuación:

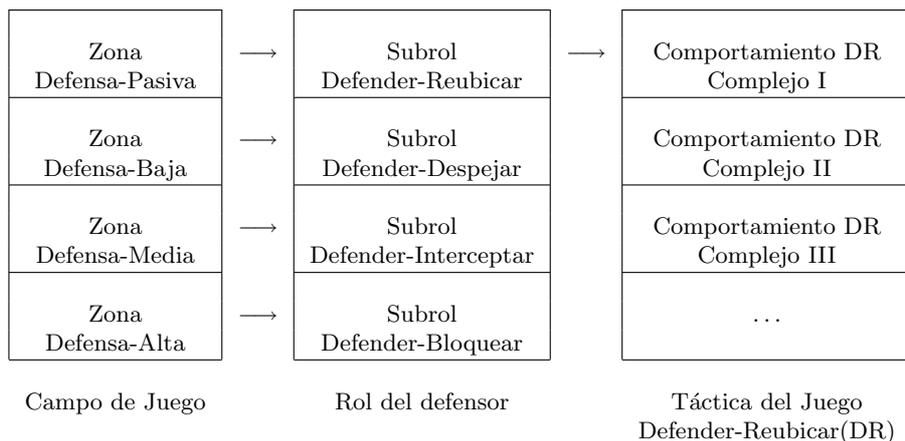


Figura 5: Zonas. Rol del delantero. Tácticas

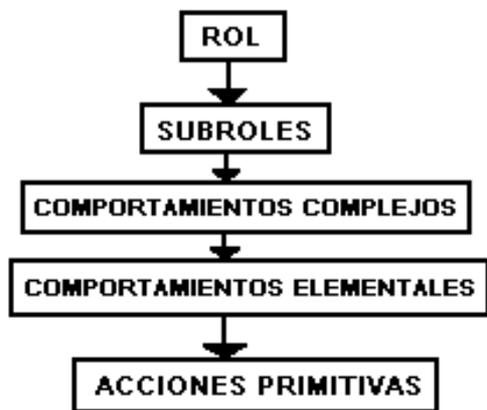


Figura 4: De subroles a primitivas.

Precondiciones	Acciones
-Estado de juego normal -Pelota en poder de un rival -Ningún rival próximo	Actuar ante un despeje efectuado por un rival
-Estado de juego normal -Pelota en poder de un rival -Rival próximo	Actuar ante un pase efectuado por un rival
-Estado de juego normal -Pelota en poder de un compañero	Comportamiento jugada básica
-Juego con pelota parada -Pelota en poder de un rival	Comportamiento jugada especial

Si se cumple el tercer conjunto de precondiciones de la tabla anterior se activará el comportamiento complejo “comportamiento jugada básica”. Este comportamiento complejo se des-

glosará en comportamientos elementales y éstos a su vez en acciones primitivas que harán que el defensor se dirija a una posición por defecto en la zona en que se encuentra y realice una serie de movimientos desde ese lugar.

La definición de lo que se pretende debe ser un “Defensor” para los diferentes equipos es universal, la diferencia radica en cómo es modelado el comportamiento y en las técnicas y herramientas empleadas para su implementación [3, 2, 1]. En este punto es importante destacar el uso de la Programación en Lógica como método de representación del conocimiento y razonamiento del defensor a implementar, por las distintas ventajas que ofrece desde el punto de vista de representación de conocimiento y de interacción con los diversos mecanismos de decisión y de planificación, entre otras. En particular, se implementará al agente en el lenguaje Ciao Prolog [5], que ofrece todas las ventajas de la P.L., como así también diversos mecanismos de interacción con otros lenguajes de programación.

El rol del defensor será probado tanto sobre robots reales Lego Mindstorms [9] como sobre la plataforma simulada Robot Soccer Simulator V1.5[6, 3]. En este sentido, en el G.I.R.I. se ha desarrollado una interfaz con Ciao Prolog [8], que ofrece el nivel de abstracción necesario de manera que los agentes puedan actuar sobre la plataforma simulada y también sobre la plataforma de robots reales.

4 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ha presentado una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente que tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación del sistema defensivo del equipo de fútbol con robots. Se han

descripto los avances en este sentido y la arquitectura y el comportamiento que nos proponemos desarrollar.

Se puede observar que la arquitectura final propuesta es una arquitectura híbrida. Está entre nuestros trabajos futuros hacer un análisis más profundo de las ventajas y desventajas de esta arquitectura contra las que son puramente reactivas y puramente deliberativas. Asimismo, debemos diseñar el módulo ejecutivo para que realice del modo más eficiente la coordinación o interacción entre el módulo reactivo y el módulo deliberativo, los que operarán en paralelo.

Hemos dividido los comportamientos en acciones que nos permitirán más adelante implementar planificación en el módulo deliberativo. En este caso, también será necesario definir los conjuntos de post condiciones asociados a dichas acciones. Es tarea pendiente asimismo, determinar el algoritmo de planificación más apropiado.

Finalmente, será necesario analizar los potenciales problemas de los robots físicos [7] que deberán ser tenidos en cuenta en el equipo simulado de manera que la brecha en el funcionamiento entre los dos equipos sea minimizada.

Referencias

- [1] CAFR. Sitio oficial 2003. <http://www.dc.uba.ar/people/cafr2003>, 2003.
- [2] CAFR. Sitio oficial 2004. <http://www.exa.unicen.edu.ar/cafr2004/>, 2004.
- [3] CAFR. Sitio oficial 2005. <http://www.unimoron.edu.ar/cafr05>, 2005.
- [4] 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.
- [5] CiaoProlog. Sitio oficial. CLIP Lab. <http://clip.dia.fi.upm.es/Software/Ciao/>, 2006.
- [6] Fira. Sitio oficial. <http://www.fira.net>, 2006.
- [7] A. García, G. Simari, and T. Delladio. Designing an agent system for controlling a robotic soccer team. In *Actas del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACiC 2004)*. Universidad Nacional de La Matanza, Octubre 2004.
- [8] Pablo Kogan, Gerardo A. Parra, and Rodolfo Del Castillo. Diseño de agentes experimentando con robots que juegan al fútbol en ambientes reales y simulados. In *Enviado para su evaluación al VIII WICC.*, 2006.
- [9] Lego. Sitio oficial Lego Mindstorms. <http://www.legomindstorms.com>, 2006.
- [10] Stuart Russell and Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Pearson Education, Inc., New Jersey, second edition, 2003.