

# Equipo de Fútbol de Robots UTNfrba

**Maximiliano L. Muzzio\***

**Leandro M. Di Matteo\*\***

**Andrea C. Mangone \*\*\***

*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires  
Grupo de Inteligencia Artificial  
Medrano 951, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

[sdrego@intramed.net](mailto:sdrego@intramed.net) \*

[Leandro.DiMatteo@ieee.org](mailto:Leandro.DiMatteo@ieee.org) \*\*

[Andrea.Mangone@ieee.org](mailto:Andrea.Mangone@ieee.org) \*\*\*

**Resumen:** En este trabajo se describe el funcionamiento del equipo de fútbol de robots UTNfrba. El equipo consta de cinco jugadores y un director técnico virtual, cada uno de ellos es un agente independiente y se comunican entre sí a través de una plataforma en tiempo real, contando la misma con un sistema de mensajería, semáforos, etc. Cada jugador hace uso de diversas habilidades y herramientas, como control de trayectoria, planificación de rutas, predicción de los movimientos del entorno, etc. El director técnico virtual se encarga de dirigir el equipo, indica la realización de tácticas y controla el correcto armado de la formación del equipo a través de un motor de lógica difusa.

**Palabras Clave:** Fútbol de robots, robótica cooperativa, cafr, fira, sistemas multiagente, lógica difusa.

**Abstract:** In this work it is described the features of the UTNfrba robot soccer team. The team have five players and one virtual coach, each one of them is an independent agent and they communicate themselves through a real time platform, that has a message system, semaphores, etc. Each player has different abilities and tools, as trajectory control, route planning, prediction of environment movements, etc. The virtual coach aim is to manage the team tactical strategies and controls the adequate team positioning through a fuzzy logic engine.

**Keywords:** Robot soccer, cooperative robotics, cafr, fira, multiagent systems, fuzzy logic.

## RESEÑA

[Castelo et. al., 2002] El fútbol de robots provee un campo de testeo para sistemas de múltiples robots autónomos que, a través de una tarea común como el juego de fútbol, estimula la investigación de problemas que involucran robots moviéndose rápidamente y cooperando entre sí para cumplir objetivos específicos en entornos dinámicos y bajo situaciones adversas.

En la actualidad existen diversas competencias de fútbol con robots. El interés teórico detrás de estas experiencias es el uso del fútbol como un prototipo de sistema complejo y adaptativo que permita el desarrollo de técnicas para la construcción de robots capaces de llevar a cabo tareas más útiles. La formación de un equipo capaz de competir en alguno de los certámenes de fútbol de robots presupone integrar desarrollos sobre distintos comportamientos tales como rastreo

de agentes y de la pelota, movilización hacia un objetivo determinado, habilidad para llevar la pelota a través de un recorrido, evitar obstáculos móviles, patear la pelota al arco, realizar un pase a otro compañero, ubicarse dentro del campo de juego, evaluar su posición con respecto a sus compañeros y oponentes, interceptar la pelota en movimiento, compartir una estrategia de equipo y reaccionar ante estímulos externos. También supone trabajar sobre áreas como robótica para diseñar robots capaces de aprender y realizar estos comportamientos, procesamiento de imágenes para poder brindar a los robots un estado actual del escenario, procesamiento en tiempo real para poder responder a los estímulos recibidos, y lenguajes de comunicación entre los robots. [Castelo et. al., 2002].

## **I. INTRODUCCIÓN**

El grupo humano está compuesto por un equipo multidisciplinario formado por ingenieros y estudiantes de ingeniería de distintas carreras sponsorizados por la UTN Facultad Regional Buenos Aires.

El ser un grupo heterogéneo desde el punto de vista de la formación profesional permitió plantear soluciones a los problemas que fueron surgiendo desde perspectivas distintas y de esta forma encontrar la mejor solución para cada uno.

El equipo consta de cinco jugadores robots y un director técnico virtual. Cada jugador hace uso de diferentes habilidades y herramientas para desempeñarse en el campo de juego.

Dado que el fútbol de robots se desarrolla en un ambiente altamente dinámico es necesario predecir con antelación la ocurrencia de determinados eventos, es por ello que utilizamos distintos sistemas de predicción.

Durante el partido ocurren diferentes situaciones, como faltas por ejemplo, que llevan a determinadas jugadas con pelota detenida, lo cual implica que se deben realizar diversas estrategias de control para cada caso.

La función del director técnico virtual es la de manejar el equipo. Éste asigna roles (arquero, defensor o delantero) para cada jugador según su posición en el campo de juego. Además lleva el control de una adecuada formación dependiendo del estado del partido, ayudado por un motor de lógica difusa.

A continuación se explica en detalle el funcionamiento de cada subsistema del equipo de fútbol de robots.

Para alcanzar un mayor nivel de entendimiento de lo aquí expuesto es importante conocer el reglamento de juego, el cual puede obtenerse de los web sites mencionados en las referencias.

## **II. HABILIDADES Y HERRAMIENTAS**

Las habilidades y herramientas descritas a continuación le brindan una correcta motricidad a los robots.

### **a. Control diferencial de motores**

El sistema de tracción está compuesto por dos ruedas a las cuales se les puede fijar la velocidad en forma independiente.

Para calcular la velocidad de las ruedas se pasa del sistema diferencial a uno de tracción y timón y luego se vuelve al sistema diferencial.

Para esto se calcula la velocidad de avance deseada, la cual será la misma para cada rueda (VD) y luego se le suma la velocidad diferencial (VG) que nos dará el giro del robot. El resultado de esta “suma” se aplica a las ruedas.

El control de velocidad de las ruedas tiene dos modos de funcionamiento: el funcionamiento con posicionamiento y sin posicionamiento.

Con posicionamiento:

En este modo lo que se busca es que el robot quede en punto determinado con un ángulo de rotación determinado en el mínimo tiempo.

Para que el desplazamiento del robot sea lo más rápido posible se intentó aprovechar al máximo la capacidad de “frenado” que tiene el robot poniendo en contra marcha sus ruedas y de esta forma compensar la inercia del mismo.

Para el control de velocidad de traslación se evaluó mediante pruebas la capacidad máxima de frenado que posee el robot haciendo girar sus ruedas al 100% de su velocidad durante un tiempo determinado en el cual el robot alcanza su velocidad de traslación máxima. En ese momento se pusieron ambas ruedas en contramarcha y se midió la distancia que recorrió hasta que comenzara a desplazarse en sentido contrario. De esta forma, se obtuvo la velocidad máxima a la que podía desplazarse el robot en función de la distancia al punto objetivo para que al aplicar los frenos se detenga sobre éste.

Finalmente, la velocidad que se le entrega a cada rueda será la necesaria para que el robot alcance la velocidad máxima permitida. Si por algún motivo la velocidad de traslación del robot supera la velocidad máxima, se aplica el frenado de manera proporcional al exceso de velocidad que tenga.

Para la velocidad de rotación el principio aplicado es el mismo, la única diferencia es que las velocidades evaluadas son angulares.

Sin posicionamiento:

Este modo se utiliza básicamente para empujar la pelota, la diferencia con el modo anterior es que la velocidad de traslación es siempre del 100% y el ajuste de ángulo es sólo para corregir la trayectoria del desplazamiento.

Para ganar más velocidad en el desplazamiento del robot se modificó el algoritmo para que el robot pueda desplazarse “marcha atrás” y de esta forma el ángulo máximo que gira es de  $90^\circ$ .

## **b. Planificador de rutas**

Es un algoritmo que le permite al robot desplazarse desde su actual posición hasta una posición destino sorteando los obstáculos presentes en el entorno, en este caso los robots. Esto ayuda a alcanzar la posición deseada sin chocarse contra otros robots ni quedar trabado con ellos, tratando de evitar cometer faltas.

Además, permite llegar a la coordenada objetivo con un determinado ángulo de entrada.

El funcionamiento de este algoritmo está descrito en detalle en “Route planning for vehicle autonomous navigation, based on geometrical regions. Part I: Single approach point” [Di Matteo et. al. , 2004].

## **c. Control de trayectoria**

Esta función le permite al robot ir desde su posición actual hasta la posición destino a través de una trayectoria prefijada, donde la misma se representa por una

línea imaginaria que pasa por el punto destino y su pendiente o ángulo es un parámetro de entrada. Por lo general se trata que los delanteros envistan la pelota en una dirección que apunte al centro del arco contrario, y para los defensores, que esta dirección sea 45 grados hacia fuera, con el objetivo de rechazar la pelota.

Cuando el robot no se encuentra sobre la trayectoria fijada, se pretende que éste alcance la trayectoria en forma suave y exponencial, Fig. 1.

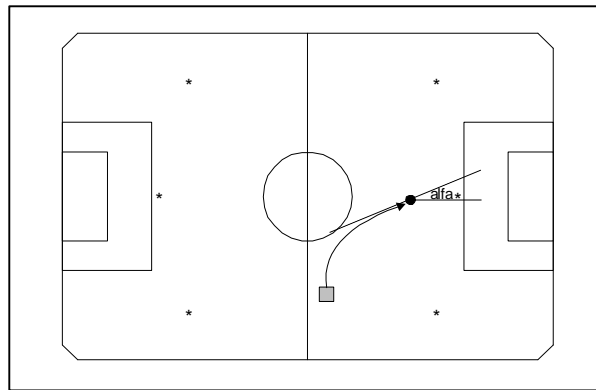


Figura 1. Acercamiento del robot a la pelota empleando el Control de Trayectoria.

#### d. Corrección del entorno

Es una herramienta que tiene dos objetivos:

- invierte las coordenadas del entorno cuando nuestro equipo juega del lado derecho del campo de juego (campo de juego horizontal) y mantiene las mismas cuando juega del lado izquierdo. Esto nos permite realizar todos los algoritmos pensando en jugar desde el lado izquierdo y simplifica la depuración. La inversión de coordenadas se realiza en forma dinámica y se determina según la posición del arquero en el saque inicial.

- además genera un nuevo set de “game state” corrigiendo el que entrega el simulador [Silveira et. al., 2003].

### III. SISTEMAS DE PREDICCIÓN

Estos sistemas ayudan a la navegación de los robots, optimizando trayectorias y puntos de encuentro con la pelota, previendo choques entre robots. Estos sistemas se describen a continuación.

#### a. Predicción de la pelota 1.

La predicción de la posición siguiente de la pelota se obtiene sumando el delta de desplazamiento en x y en y entre el ciclo anterior y el actual a la posición actual de la pelota.

Es decir:

$$\Delta x = x_n - x_{n-1}$$

$$\Delta y = y_n - y_{n-1}$$

$$x_{n+1} = x_n + \Delta x$$

$$y_{n+1} = y_n + \Delta y$$

### b. Predicción de la pelota 2.

Esta predicción se utiliza para la rutina del arquero y lo que busca es encontrar la coordenada y en la que la pelota deberá ser interceptada por el arquero para que éste anticipe su desplazamiento.

La obtención de esta coordenada es similar a la explicada en el punto anterior. La diferencia es que el  $\Delta y$  se suma varias veces.

La cantidad de veces que se suma el  $\Delta y$  es variable para que el arquero quede descolocado ante un cambio de trayectoria, depende de por ejemplo el sentido de desplazamiento de la pelota, la distancia de la misma al arco, el tiempo que va a tardar en llegar al arco, etc.

### c. Predicción de intersección de la pelota

Esta rutina consiste básicamente obtener el punto de intersección entre pelota y el jugador, las variables que se utilizan para ello son la trayectoria de la pelota y su velocidad y la velocidad de desplazamiento del jugador.

Para ello lo que se hace es buscar la intersección entre un punto que se desplaza por una recta a una velocidad dada (desplazamiento de la pelota) y un círculo cuyo radio crece con otra velocidad (desplazamiento del jugador) en un mismo tiempo.

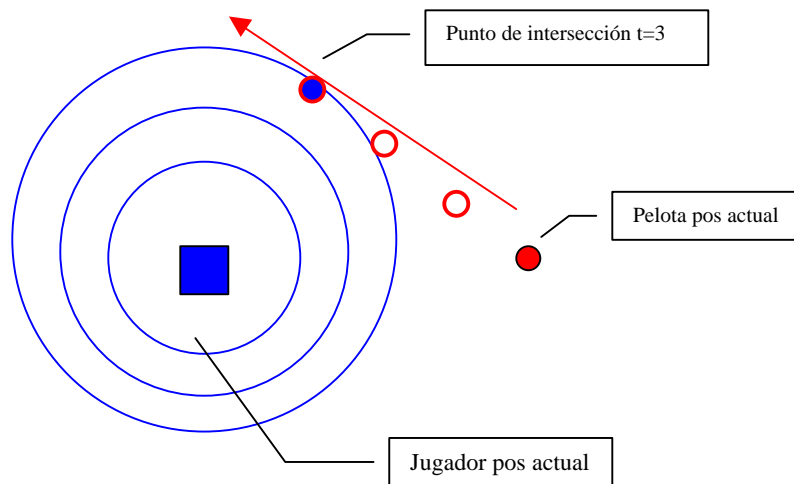


Figura 2. Esquema de cálculo de la intersección con la pelota

Se utilizan las siguientes ecuaciones paramétricas

$$r : \begin{cases} x = a \cdot t + x_0 \\ y = b \cdot t + y_0 \end{cases} \quad (1)$$

$$Robot : \{(x - x_r)^2 + (y - y_r)^2 = (|v_{Robot}| \cdot t)^2 \quad (2)$$

#### d. Predicción del entorno

Se realiza una predicción lineal de las próximas posiciones de los robots. A esto hay que agregar que cuanto mas lejos está el obstáculo se predice con mayor antelación.

#### e. Límites del terreno de juego

La rutina de límites no sólo contempla los límites del terreno de juego sino que también limita el ingreso de los jugadores a las áreas o los hace salir dependiendo de la cantidad que ya hay dentro de las mismas y de la cercanía del jugador a la pelota, es decir, si el jugador defensor que está más cerca de la pelota debe entrar por ejemplo al área grande y en ésta ya hay dos jugadores defensores y el arquero, se le ordena al jugador más lejano a la pelota que salga.

### IV. JUGADAS CON PELOTA PARADA

Para las jugadas que contemplan situaciones con pelota parada, establecimos las siguientes estrategias:

#### a. Saque de arco

El arquero sale jugando con la pelota y es relevado por un compañero.

#### b. Pique

El jugador más cercano a la pelota se dirige directamente a ella, y tres jugadores más se posicionan cerca del área de juego, formando una línea en diagonal donde el jugador del medio se encuentra en la misma línea vertical que el jugador principal.

Notar que en las figuras donde se muestran estrategias de juego, los cuadrados grises representan los robots de nuestro equipo y los cuadros grises oscuros y rayados representan los robots del equipo contrario, y el punto más notorio representa a la pelota.

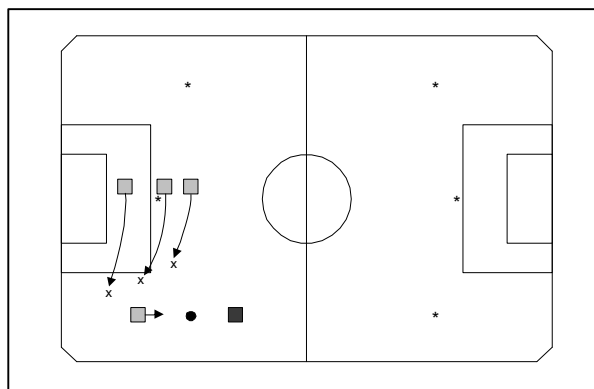


Figura 3. Reacción de los jugadores ante un pique

### c. Tiro libre

En contra:

Los jugadores se posicionan como se muestra en la Fig. 4 y cuando se ejecuta el comienzo de la jugada, los dos jugadores más cercanos se aproximan delante de la pelota, y los dos jugadores más alejados retroceden en línea horizontal acercándose a la línea de fondo.

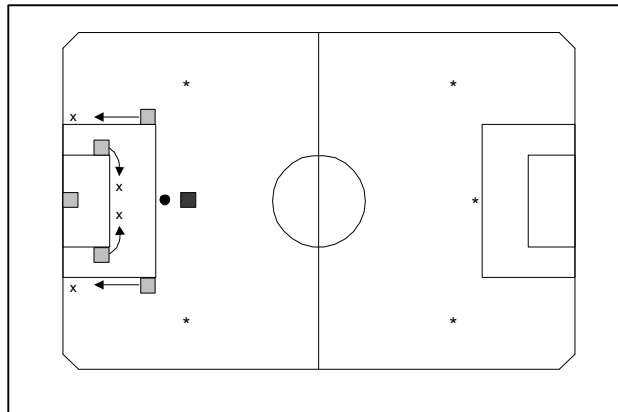


Figura 4. Reacción de los jugadores ante un tiro libre en contra

A favor:

Los jugadores se posicionan como se muestra en la Fig. 5 y una vez que comienza la jugada, los tres jugadores posicionados detrás del jugador que ejecuta el tiro libre se aproximan a él.

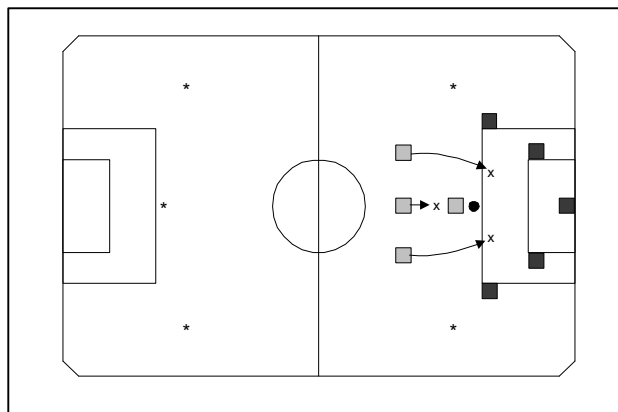
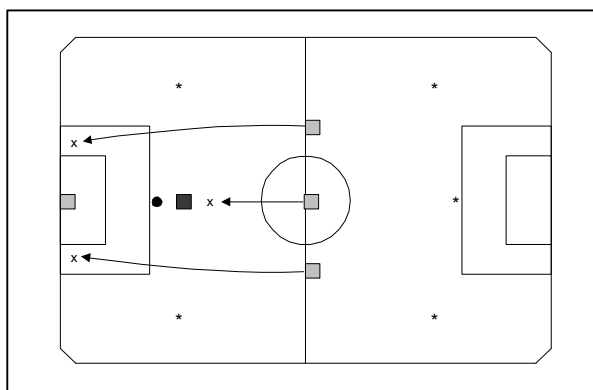


Figura 5. Reacción de los jugadores ante un tiro libre a favor

### d. Penal

En contra:

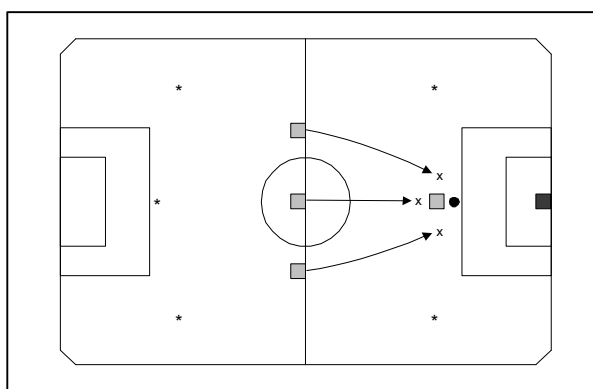
Para el caso de un penal a favor del equipo contrario, los jugadores se posicionan según Fig. 6 y una vez que comienza la jugada, avanzan hacia las posiciones marcadas en la figura mencionada.



**Figura 6. Reacción de los jugadores ante un penal en contra**

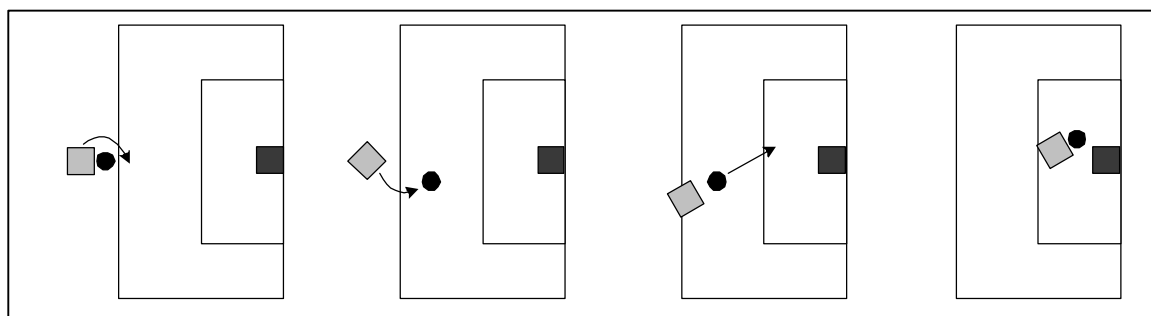
A favor:

Para ejecutar un penal, los jugadores se posicionan según Fig. 7 y una vez que comienza la jugada, el jugador que se encuentra frente a la pelota, avanza hacia el arco mientras que los tres jugadores que se encuentran detrás de él, se acercan al mismo.



**Figura 7. Reacción de los jugadores ante un penal a favor**

El jugador pateador realiza la siguiente secuencia de desplazamiento:



**Figura 8. Reacción de los jugadores al ejecutar un penal o tiro libre.**



### e. Saque del medio

Se posiciona un jugador detrás de la pelota apuntando hacia nuestro campo de juego y al comenzar la jugada arrastra la pelota hacia el jugador más cercano.

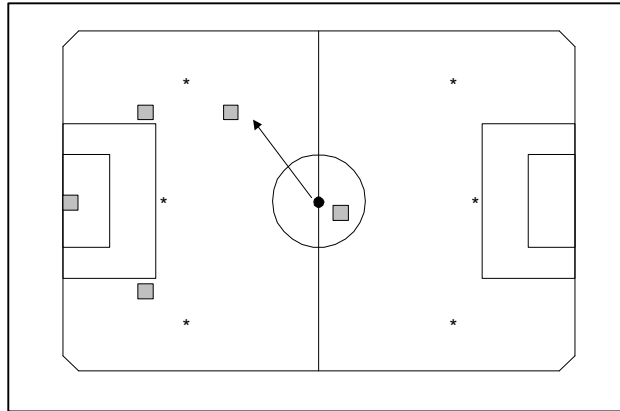


Figura 9. Reacción de los jugadores al sacar del medio

## V. PLATAFORMA EN TIEMPO REAL Y SISTEMA DE MENSAJERÍA

Se desarrolló una plataforma diseñada para trabajar con “threads” donde los robots y rutinas auxiliares son tareas independientes que corren en forma paralela y se comunican entre sí por medio de mensajes, semáforos, etc. Actualmente la ejecución de las rutinas es secuencial, la funcionalidad multitarea será incorporada más adelante.

Se puede disponer de funciones como “inicializarSistemaDeMensajería”, “EnviarMensaje”, “LeerBuzónDeMensajes”, etc. La topología de comunicación puede observarse en la Fig. 10.

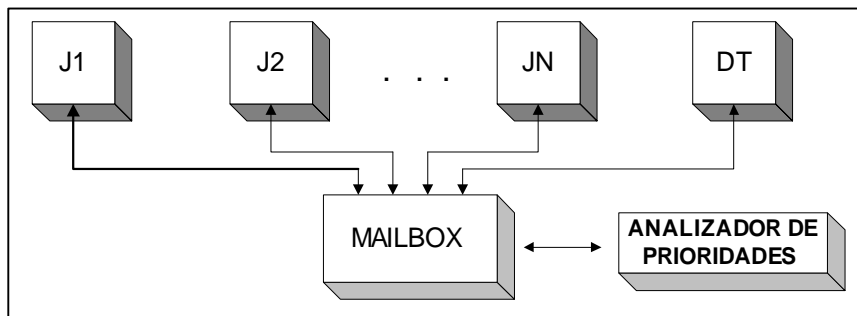


Figura 10. Representación esquemática del sistema de mensajería

## VI. ROLES

### a. Arquero

El objetivo principal del arquero es evitar que la pelota ingrese al arco. Para esto, evalúa la situación y toma distintas actitudes, como por ejemplo:

- ir al “y” de intersección pero manteniendo el “x” actual
- ir a la pelota

- salir jugando
- girar en el lugar
- alejarse de la pelota e ingresar al arco para tratar de sacarla (en el caso de que la pelota lo haya superado).

Como algunas situaciones pueden generar varias respuestas, éstas están priorizadas de manera tal que sólo se obtiene una respuesta por parte del arquero.

#### **b. Defensor**

El jugador cuando tiene asignado el rol de defensor toma distintas actitudes de acuerdo a la cercanía que tiene a la pelota con respecto a los demás jugadores, la posición de la misma en el campo de juego y con respecto a él.

Estas actitudes se pueden dividir en dos grandes grupos:

Actitudes de defensa activas:

En las que el jugador va directamente a la pelota o con planificador

Actitudes de defensa pasiva:

En las que el jugador no va a la pelota sino que lo que hace es cubrir posiciones estratégicas como por ejemplo posicionarse en la línea que une la pelota con el centro del arco para interceptarla en el caso de que ésta tome una trayectoria que pudiera terminar en gol.

#### **c. Delantero**

Al igual que el defensor, su comportamiento se determinará por la cercanía del mismo a la pelota con respecto a los demás integrantes del equipo.

También en este caso podemos dividir las actitudes en dos grupos:

Activas:

En las que el jugador empuja la pelota o la “golpea” tratando de introducirla en el arco contrario.

Pasivas:

En las que el jugador acompaña al que lleva la pelota o se ubica en puntos estratégicos para aumentar la efectividad del ataque.

## **VII. DIRECTOR TÉCNICO VIRTUAL**

Se encarga de manejar el funcionamiento global del equipo y generar un trabajo cooperativo entre robots.

Para ello se cuenta con una asignación dinámica de los roles y un conjunto de directivas para mantener la formación de juego. Además, dispara órdenes a los jugadores para lograr trabajos cooperativos.

#### **a. Asignación dinámica de roles**

Hemos dividido el campo de juego en tres partes, Fig. 11.

La asignación dinámica de roles sigue la siguiente lógica:

- primero se inicializan a todos los jugadores como defensores.
- luego se asigna a los dos jugadores más adelantados el rol de delantero.
- posteriormente se aplican reglas imperativas, donde si el jugador se encuentra en la zona A es defensor, sin importar lo indicado anteriormente.

- paralelamente si el jugador se encuentra en la zona C, se le asigna el rol de delantero.

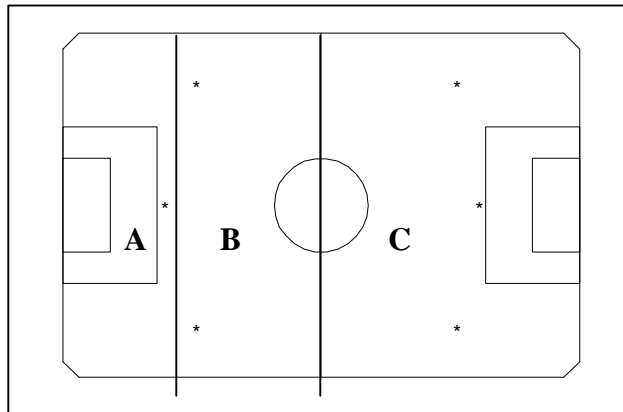


Figura 11. Zonas utilizadas para la asignación dinámica de roles

### b. Control de la formación

Se dispone de cinco formaciones de juego, Fig. 12 a 16. Además, cada formación posee tres formas de posicionarse en el campo de juego, atrasada, media o adelantada, conformando entonces un total de 15 posibles modos de posicionamiento.

La formación a utilizar en cada instante la determina el director técnico ayudado por el motor de lógica difusa, el cual se explica más adelante.

Para mantener la formación, cuando hay jugadores alejados de un determinado radio de jugada que no están cumpliendo ninguna función, el director técnico virtual les envía comandos para que cubran las posiciones libres.

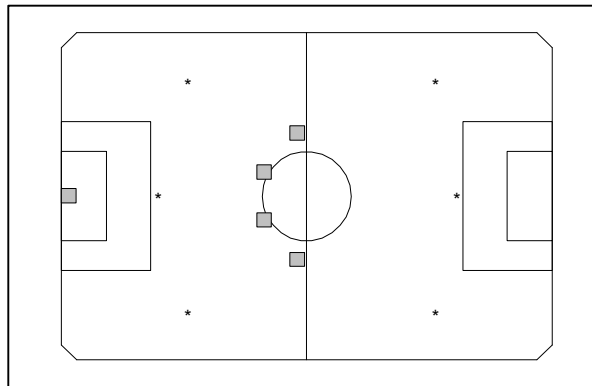
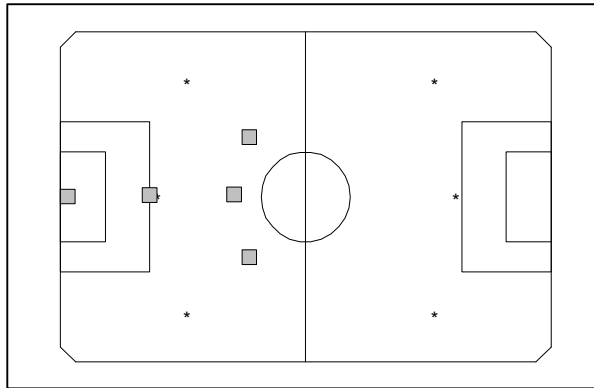
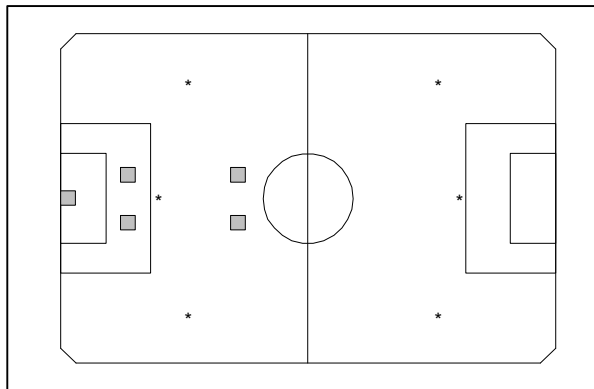


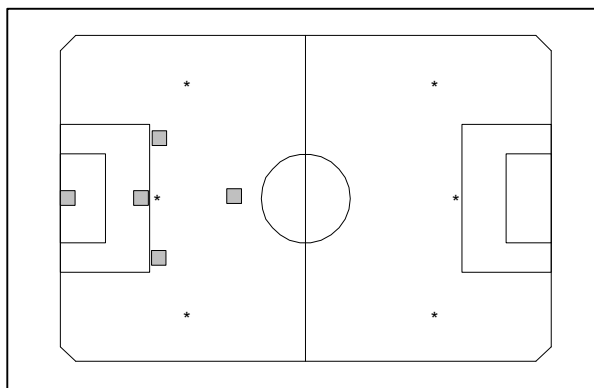
Figura 12. Formación 0x4



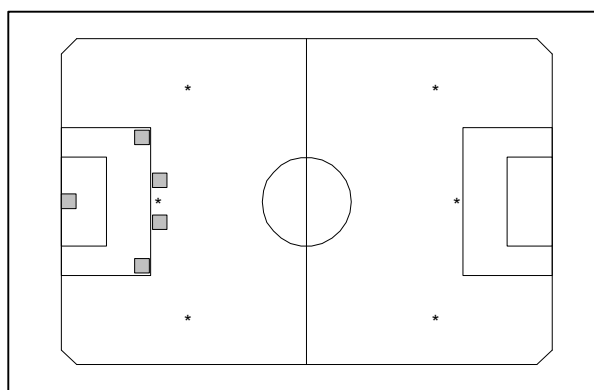
**Figura 13. Formación 1x3**



**Figura 14. Formación 2x2**



**Figura 15. Formación 3x1**



**Figura 16. Formación 4x0**

### **c. Disparo de órdenes a los jugadores**

Existen distintos comandos que viajan a través del sistema de mensajería, que pueden ir desde el director técnico a los jugadores y viceversa o entre jugadores. En la actualidad poseemos los siguientes comandos:

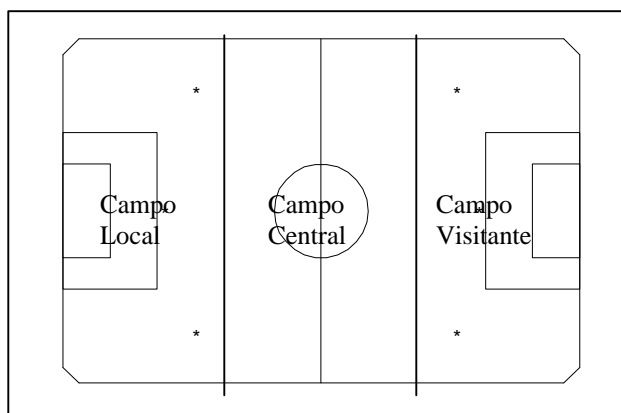
- Ir a determinada posición
- Ir a la jugada
- Ayudar a quien está trabado con la pelota
- Ir a esperar un posible centro
- Cambio de arquero
- Mensajes relacionados a las jugadas con pelota detenida

## **VIII. ESTADÍSTICAS DE JUEGO**

El módulo de estadísticas calcula porcentajes de ocupación de campo según la posición de la pelota, dividiendo el campo en tres zonas (Fig. 17).

También calcula el tiempo de juego total en segundos y el resultado del partido.

Para conocer el resultado del partido, se observa la posición en “x” de la pelota, para saber si entró o no a alguno de los arcos. Luego, esta situación se valida siempre y cuando posteriormente se realice un saque desde el medio.



**Figura 17. Zonas del campo de juego tomadas para el cálculo de ocupación de campo**

## IX. MOTOR DE LÓGICA DIFUSA PARA CONTROL DE FORMACIÓN

El módulo de lógica difusa le permite al director técnico tomar la decisión sobre la formación conveniente a utilizar. La lógica difusa es un sistema basado en reglas heurísticas. En nuestro caso, el resultado de estas reglas se basan en la experiencia humana.

Un algoritmo de lógica difusa se basa principalmente en tres módulos: módulo de fuzzificación, módulo de análisis de reglas y módulo de desfuzzificación.

Para el módulo de fuzzificación se necesita una serie de conjuntos de entrada a evaluar. Como conjunto de entrada utilizamos el tiempo de juego, la diferencia de goles del partido y el porcentaje de ocupación de campo en el último minuto de juego (Fig. 18, 19 y 20).

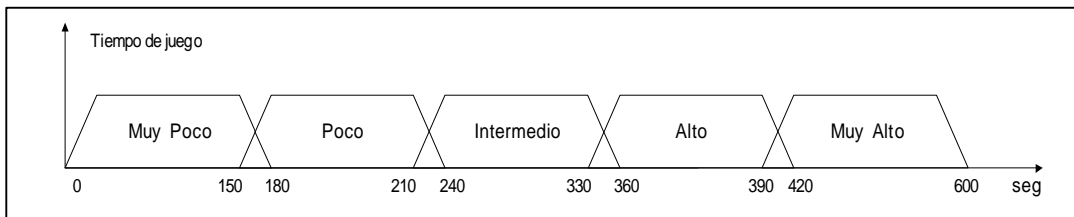


Figura 18. Lógica difusa. Conjunto de entrada "Tiempo de juego"

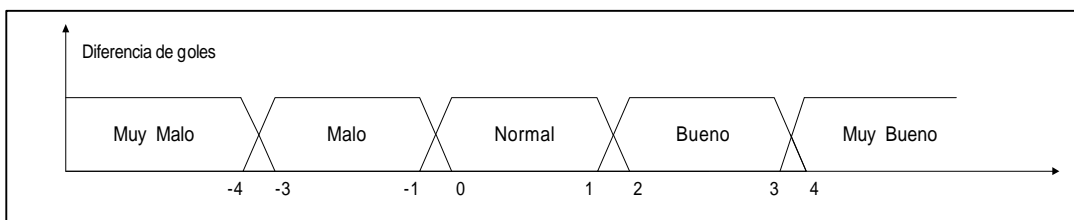


Figura 19. Lógica difusa. Conjunto de entrada "Diferencia de goles"

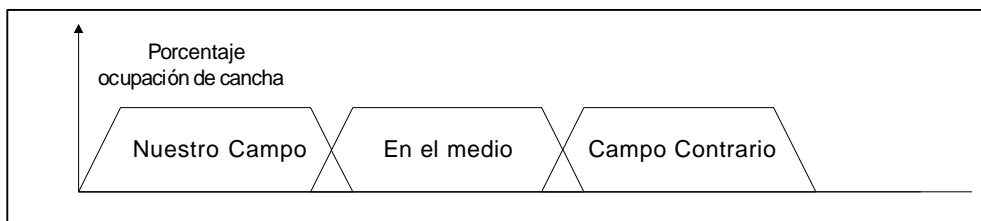


Figura 20. Lógica difusa. Conjunto de entrada "Porcentaje de ocupación de cancha"

El módulo de análisis de reglas consta de un set de 75 reglas basadas en la experiencia de un ser humano. Los sets de 75 reglas pueden ampliarse indefinidamente para volcar al director técnico la experiencia de varias personas a la vez.

Estas reglas pueden ser:

Si (Diferencia de Goles = MuyMalo) Y (Tiempo = MuyPoco) Y (Porcentaje Ocupación = NuestroCampo) ENTONCES Formación = 3x1; Posición = Adelantado;

Si (Diferencia de Goles = Malo) Y (Tiempo = MuyPoco) Y (Porcentaje Ocupación = NuestroCampo) ENTONCES Formación = 2x2; Posición = Adelantado;

Como los conjuntos de entrada poseen zonas de intersección, pueden darse una o varias reglas a la vez. Por lo tanto, se pueden activar varios conjuntos de salida a la vez (Fig. 20 y 21). El resultado final para evaluar la formación y posición lo hacemos calculando el centro de masa entre los resultados de las distintas reglas disparadas, lo que se conoce como proceso de desfuzzificación.

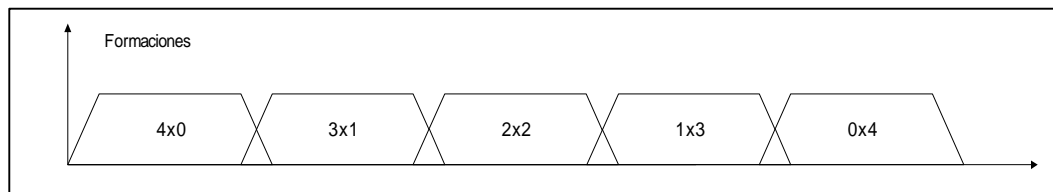


Figura 20. Lógica difusa. Conjunto de salida "Formaciones"

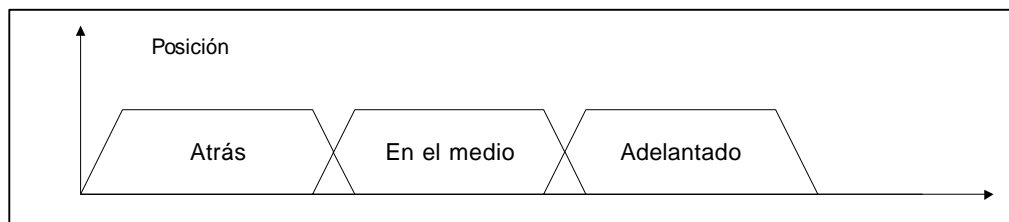


Figura 21. Lógica difusa. Conjunto de salida "Posicionamiento"

## X. FUTUROS DESARROLLOS

A las actuales características del equipo se le adicionarán en forma paulatina los siguientes módulos:

- Jugadas preparadas ordenadas por el director técnico virtual y luego coordinadas en forma cooperativa entre los jugadores empleando el sistema de tiempo real y de mensajería.
- Red neuronal para poder interpretar la posibilidad de realizar diversas jugadas preparadas.
- Se adicionará al control motriz, correcciones por lógica difusa optimizada con algoritmos genéticos.
- Se analizará la implementación de técnicas alternativas para la planificación de rutas, como por ejemplo, potenciales de campo.

## XI. APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA EMPLEADA EN FÚTBOL DE ROBOTS

Si bien el fútbol de robots atrae a las masas debido a su atractivo y su relación con uno de los deportes más reconocido en el mundo, no es sólo un juego. Esta actividad, incentivada por los diversos torneos y workshops, genera una tecnología con aplicaciones tangibles en el campo de la robótica y tecnologías vehiculares.

De aquí se desprenden nuevos modelos de control para accionamiento de motores de corriente continua, también impulsa el diseño de técnicas innovadoras para la navegación autónoma de vehículos no tripulados, tanto en ambientes estructurados o dinámicos. En el caso de ambientes altamente dinámicos, se aplican diversas técnicas de predicción del entorno, como predictores de Kalman por ejemplo, y se fomenta la generación de nuevas técnicas de predicción basadas en heurística.

Además de los importantes aportes mencionados, falta resaltar el más importante, el cual es un tema donde actualmente se centra la atención en el ámbito mundial, “la robótica cooperativa”. En los sistemas cooperativos de robots, no sólo se deben comandar los robots en forma aislada, sino que por el contrario, se debe coordinar el accionar de múltiples robots con un objetivo común. De allí resultan aplicaciones como el control de formaciones de vehículos no tripulados, almacenes inteligentes los cuales son muy útiles en la industria, transporte de cargas de gran dimensión, etc.

## **XII. AGRADECIMIENTOS**

Contamos con la especial colaboración y el apoyo del director del Grupo de Investigación de Inteligencia Artificial de UTN FRBA, Ing. Claudio Verrastro, agradecemos profundamente sus importantes opiniones, aportes y revisiones del proyecto.

Agradecemos también al Grupo de Inteligencia Artificial de UTN FRBA por brindar sus computadoras para el testeado de equipos.

## **XIII. CONCLUSIONES**

Esta fue nuestra primera experiencia en el desarrollo de equipos de fútbol de robots, si bien cada uno de los integrantes del equipo se desenvuelve en tareas de robótica y/o desarrollo de software, esta actividad nos permitió implementar técnicas de control para sistemas de robots en tiempo real.

## **REFERENCIAS**

[Alberino et. al., 2003] Alberino S., Folino P. and Verrastro C. “*Variante en el algoritmo PID para evitar el uso de un generador de trayectoria trapezoidal*” X RPIC Proceedings, San Nicolás, Bs. As., 659-663 (2003).

[Castelo et. al., 2002] Castelo, Claudia; Fassi, Hector; Scarpettini Flavio. “*Fútbol de Robots: Revisión del Estado del Arte y Desarrollo del Equipo UBASot de Simulación*”. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Bs. As. 2002.

[Claro et. al., 2003] Claro, Martín; Gazolli, Andrés, Potenza, Aníbal; Viscuso, Germán; Ierache, Jorge. “*El equipo MoraSot*”. Campeonato Argentino de Fútbol de Robots CAFR2003, Bs. As., Argentina, 2003.



[Di Matteo et. al., 2004] Di Matteo, Leandro; Mangone, Andrea; Muzzio, Maximiliano; Verrastro, Claudio. “*Route Planning for vehicle autonomous navigation, based on geometrical regions. Part I: Single approach point*”. VII Congreso Latinoamericano de Robótica. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 2004.

[Fernández et. al., 2003] Fernández, Julio; Greszenswit, Fernando; González, Sergio; Milanese, Ezequiel; Tleye, Sebastián. “*Equipo Simul-ARLT: El fútbol de robots como Entorno Educativo*”. Campeonato Argentino de Fútbol de Robots CAFR2003, Bs. As., Argentina, 2003.

[Fernández León et. al., 2003] Fernández León J.A. y H. N. Acosta, “*The INCAsoT Simulated Robot Soccer Team*”. Campeonato Argentino de Fútbol de Robots CAFR2003, Bs. As., Argentina, 2003.

[Han et. al., 2002] Han, Kuk-Hyun; Lee, Kang-Hee; Moon, Con-Kyoung, Lee, Hoon-Bong; Kim, Joung-Hwan. “*Robot Soccer System of SOTY 5 for Middle League MiroSot*”. Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST). Korea. FIRA Robot Congress 2002.

[Khatib,1985] Khatib, O. “*Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots*” Proceedings IEEE-ICRA, St. Louis MO, 500-505 (1985).

[Latombe , 1991] Latombe, J. C. “*Robot Motion Planning*”, Kluwer Academic Pub. Boston (1991)

[Matsubara et. al.,1996] Matsubara, Hitoshi; Noda, Itsuki; Hiraki, Kazuo. “*Learning of Cooperative actions in multi-agent systems: a case study of pass play in soccer*”. Electrotechnical Laboratory. AAI-96 Spring Symposium on Adaptation, Coevolution and Learning in multiagent systems.

[Pereiro et. al., 2003] Pereiro F. y Verrastro C. “*Sistema de Comando y Navegación para Robot Móvil con Arquitectura Distribuida*” X RPIC Proceedings, San Nicolás, Bs. As., 565-569 (2003).

[Silveira et. al., 2003] Silveira, Rodrigo; Aguirre, Facundo; Silveira, Javier; Zabala, Gonzalo. “*Equipo Schönthal del CAFR 2003*”. Campeonato Argentino de Fútbol de Robots CAFR2003, Bs. As., Argentina, 2003.

[Veloso et. al., 1998] Veloso, Manuela; Bowling Michel; Achim, sorin; Han, Kwun; Stone Peter. “*The CMUnited-98 Champion Small-Robot Team*”. Carnegie Mellon University, Pittsburg, PA 15213. 1998.

En Web:

[www.cafr.com.ar](http://www.cafr.com.ar)

[www.fira.net](http://www.fira.net)

[www.dc.uba.ar/people/cafr2003](http://www.dc.uba.ar/people/cafr2003)