

# “Interacción de Agentes Robots Autónomos en Ambientes Dinámicos Distribuidos”

J. Ierache<sup>(1)</sup> M. Bruno<sup>(1)</sup>, N. Mazza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza experimental de la Robótica (ISIER)  
Universidad de Morón Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina

<sup>(1)</sup> {jierache, mbruno, nmazza}@unimoron.edu.ar

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo estudia la integración de Agentes Autónomos en escenarios distribuidos, actuando en ambientes dinámicos, donde los Agentes Robots Autónomos interactúen entre sí. Se caracteriza la aplicación de tres tipos agentes robots básicos. Por un lado agentes robots Clásicos, representados por los NXT de Legomindstorms, Bípedos, del tipo de Robosapien V2, Multimedia y Cuadrúpedos, del tipo de Robopet. El escenario de actuación se integra por un sistema de visión global, que facilita la detección y localización de objetos y agentes, brindando de este modo, información global del ambiente. De esta forma, se pretende facilitar a los agentes autónomos robots y humanos, interactuar entre sí en un escenario caracterizado por un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente y la propia información del agente, obtenida de sus sensores.

**Palabras clave:** Robótica, Interacción Robots-Humanos, Visión, Escenarios Dinámicos, Sistemas Distribuidos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un escenario caracterizado por un ambiente dinámico, tanto real como virtual, brinda, facilidades para testear diferentes técnicas de Inteligencia Artificial (AI) con múltiples robots autónomos, estas técnicas son [10], [11], [12]: diseño de agentes autónomos, colaboración multiagente, adquisición de estrategias, razonamiento en tiempo real, aprendizaje, robótica y fusión de sensores, entre otras. Otras de los puntos lo constituye las intenciones, planes y el razonamiento del agente autónomo para alcanzar su meta [4], la navegación de robots sus técnicas y sistemas asociados resultan clave para el desempeño del agente robot autónomo[3].

En este contexto resulta representativo el fútbol como ejemplo de un ambiente complejo y dinámico en el que se pone en juego la cooperación distribuida, el control sobre el ambiente y la comunicación [6].

El fútbol de robots provee un campo de prueba para evaluar el funcionamiento de sistemas multiagente ya que constituye un ámbito dinámico y complejo, en el que se ponen a prueba la cooperación, el control distribuido y la comunicación efectiva [2].

El fútbol es un buen ejemplo como problema a resolver porque posee propiedades del mundo real [5]. Como por ejemplo:

- El ambiente cambia de manera dinámica y en tiempo real.
- Se debe planificar en tiempo real, porque es difícil hacer un plan completo antes de empezar a jugar, ya que el ambiente cambia continuamente.
- Hay cooperación de equipo, lo que es obviamente ventajoso.
- Hay adaptabilidad por parte de los equipos.

En el pasado varios dominios han sido usados para evaluar la performance de los sistemas multiagentes pero han sido pequeños y simples, en cambio el fútbol es un dominio amplio y complejo.

Pero considerando aplicaciones de agentes autónomos interactuando con humanos estos podrían en el marco de la propuesta actuar de árbitros reales.

Desde otro punto de vista el creciente desarrollo de aplicaciones centradas en contexto y las mayores capacidades de procesamiento distribuido favorecen la interacción futura de agentes robots autónomos y humanos en escenarios determinados habita inteligentes[8].

## 2. AGENTES ROBÓTS

Los agentes robots de bajo costo que incluirá el trabajo, se programarán teniendo en cuenta las características de la robótica autónoma es decir:

- No estarán totalmente preprogramados
- Se los proveerá de una arquitectura cognitiva que permita una relación entre las entradas sensoriales y sus acciones sobre el ambiente.
- Deberán tener la capacidad de generar su mapa autónomo de sensorizaciones - acciones para sobrevivir y alcanzar sus objetivos
- El robot debería en su tiempo de vida realizar cada vez mejor sus tareas, aprendiendo por ejemplo de sus errores.

Entre los agentes robots a emplear se destacan a continuación las características principales::

### **Agentes robots Clásicos, NXT:**

Estos agentes deberán interactuar entre sí y con el ambiente que los rodea a través de sus sensores y efectores. El kit de Lego Mindstorms NXT cuenta con:

- Un ladrillo (controlador) NXT, con una mayor capacidad de cómputo, que las versiones anteriores (RCX).
- Tres puertos para motores.
- Tres servomotores, que tienen incorporados sensores de rotación lo que permite:
  - Medir distancias.
  - Lograr controlar los movimientos del robot con precisión
  - Además si se los programa con el bloque move del software NTX, los sensores se sincronizan automáticamente, logrando que el robot se mueva realmente en línea recta. Eliminando el problema de la diferencia entre motores, que había en kits anteriores.
- Cuatro puertos para sensores en donde se pueden conectar:
  - Sensor de Tacto
  - Sensor de Luz
  - Sensor de Sonido
  - Sensor de Ultrasonido
  - Un puerto USB, para la descarga de programas.
- Comunicación Bluetooth inalámbrica.
- Un parlante de alta fidelidad.
- Conexiones RJ11 para sensores y servomotores.



### **Agentes robots bípedos, RS Multimedia:**

En un principio se había optado por Robosapien V2, una versión anterior a RS Multimedia, pero posteriormente se optó por esta versión que extiende las capacidades de Robosapien, incluyendo una serie de características de manejo multimedia, entre las más destacadas se pueden mencionar:

- Pantalla LCD, para ver películas y fotos
- Reproductor MP3
- Cámara integrada, para filmar en formato MP4.
- Micrófonos que permiten grabar sonidos en formato MP3

Además se pueden editar las personalidades preprogramadas del RS Multimedia, y cuenta con un slot SD, en donde se puede insertar una tarjeta SD con música, y personalidades definidas por el usuario.

Por otra parte, Robosapien posee un receptor de IR, mediante el cual recibe los comandos por control remoto.

- Utilizando como base los mapeos de dichos comandos a Hexadecimal, se pueden encontrar en Internet, es posible la programación de Robosapien descargando el código con una torre de IR de Lego Mindstorms, o un dispositivo de mano.
- Para una adecuada integración de este agente se requiere definir e implementar un Framework de programación para RS Multimedia, en donde no solo se le envíen comandos por IR, o se programen movimientos por medio del software 3D que lo acompaña, sino que se pueda enviar una secuencia de código completa, vía IR transparente al Robot y observando en su secuencia de bloques de transmisión las limitaciones de capacidad de RS en relación a los veinte comandos por bloque funcional
- En el futuro, se pretende que mediante la adición de un dispositivo diseñado para tal fin, se puedan enviar las señales a Robosapien por radiofrecuencia.

### Agentes robots cuadrúpedos, Robopet:

- Robopet es la mascota de Robosapien, e interactúa con éste.
- Posee un receptor de IR, mediante el cual recibe los comandos.
- También es posible mapear dichos comandos, para enviarlos con la torre de IR de Legos.

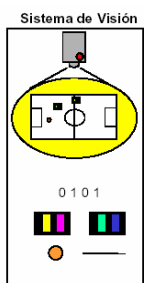


### 3. PROPUESTA DE UN AMBIENTE DINÁMICO CON VISIÓN GLOBAL

La razón por la cual se propone un ambiente dinámico es porque este presenta variaciones no predecibles en forma lineal. Algunas de las características de los ambientes dinámicos son [9]:

- El ambiente cambia de manera dinámica y en tiempo real.
- Se debe planificar en tiempo real, porque es difícil hacer un plan completo antes de empezar a jugar, ya que el ambiente cambia continuamente.
- Hay cooperación de equipo, lo que es obviamente ventajoso.
- Hay adaptabilidad por parte de los equipos.

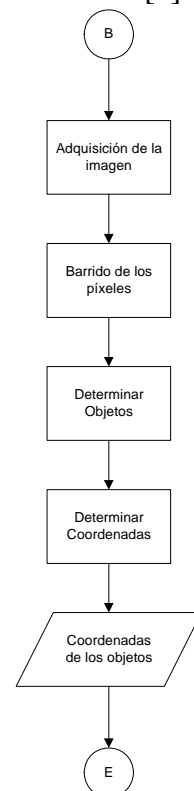
Para la captura de las variaciones en el entorno se está desarrollando un Sistema de visión global, el cual adquiere en tiempo real y de manera continua las imágenes del ambiente de trabajo de los robots, transforma las imágenes de la cámara en formatos que puedan ser procesados digitalmente, identifica, segmenta y posiciona los diferentes objetos presentes en el ambiente de trabajo, y luego transforma los datos obtenidos de las imágenes en información capaz de ser procesadas por el agente.



En el Módulo de Visión Global se realizan las actividades de segmentación y clasificación por coloración de objetos. Actualmente en este proceso se utiliza una técnica de umbral donde a cada color a identificar se le asigna por el usuario valores mínimos y máximos en cada componente RGB, con el fin de poder determinar si las componentes de un píxel dado se encuentra entre los componentes de umbral de un determinado color, si esto ocurre se dice que el píxel es de ese

color. De esta manera es posible identificar los distintos objetos dentro del área de trabajo de los agentes.

Debido a la naturaleza de la luminosidad del ambiente, los objetos dentro del área de trabajo presentan leves variaciones en sus tonalidades a través del tiempo, como por acción de leves cambios del ambiente producidos dentro y fuera de la cancha: Los objetos se mueven y proyectan sombras sobre otros, o dejan de proyectarla. El cerebro humano, en el proceso de producción de la



imagen, hace ajustes extraordinariamente rápidos para permitirnos reconocer, por ejemplo, un objeto de color azul a pesar de que en algunas zonas presente variaciones de luz y sombra [1].

En el módulo de Visión Global se modelará este ajuste haciendo variaciones manuales en los valores de umbral de los distintos colores presentes en el área de trabajo del agente.

La aplicación consta de tres módulos fundamentales para el funcionamiento de la misma. Estos módulos son: adquisición, procesamiento, y salida de datos. En los siguientes párrafos ahondaremos en los aspectos más relevantes de los mismos, lo cual permitirá comprender su funcionamiento con claridad.

En primer lugar, el módulo de adquisición de imágenes se encarga fundamentalmente de capturar las mismas desde el sensor de entrada y realizarle un pre-procesamiento para entregárselo al módulo siguiente. El pre-procesamiento se basa en calibrar el área útil de la imagen para reducir la carga en el módulo siguiente.

El módulo de procesamiento de imágenes se encarga de reconocer los objetos deseados dentro de la misma, basándose en el reconocimiento de colores por umbral. Como ya se ha explicado en párrafos anteriores el modelo de color elegido, RGB, es un modelo aditivo que compone los colores mediante pequeñas porciones de los tres colores básicos que lo conforman (rojo, verde y azul). Cada objeto a reconocer es de un color prefijado, y se reconoce mediante un umbral el cual tiene los valores RGB mínimo y máximo dentro del cual se encuentra el objeto. Además como se trata de un sistema global, la luz hará que se proyecten sombras sobre los objetos, lo cual producirá leves variaciones sobre los valores RGB de la imagen. Una vez procesada la imagen se devuelve la información de los tres objetos a identificar.

Por último, el módulo de salida de datos se encarga de darle formato a la información obtenida del módulo explicado en el párrafo anterior. Una vez realizado el proceso sobre la información se tendrán a la salida las coordenadas de los tres objetos a reconocer.

El funcionamiento básico de los módulos enunciados en los párrafos anteriores puede ser indicado mediante la utilización de un diagrama de flujo en el cual se indique la secuencia de ejecución de los pasos realizados en cada módulo en particular.

La detección de los objetos se realiza asignando un valor mínimo y máximo a cada componente RGB los cuales son contrastados contra los valores obtenidos de la escena en cuestión.

Los valores obtenidos en cada intervalo de tiempo dado, son transmitidos vía UDP a un equipo que funciona como cliente.

#### **4. INTERACCIÓN DE AGENTES ROBOTS EN UN AMBIENTE DINÁMICO**

Se pretende facilitar a los agentes autónomos de distinta naturaleza (robots y humanos), la capacidad de interactuar en escenarios distribuidos, bajo un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente de cada escenario, conformada por los reportes de cada agente, obtenida de sus sensores y el ambiente difundido a partir del sistema de visión global del escenario de operación, orientado a la localización de los agentes en el escenario de trabajo en cuestión.

La estrategia inicial de comunicaciones entre los agentes autónomos y humanos se basa en el empleo de las facilidades de comunicación inalámbrica Bluetooth entre los agentes robots NXT y dispositivos manuales (celulares, palm, etc), en relación a la familia Robosapien esta se integrara a través de IR en la primera etapa con comunicaciones desde el procesador local de ambiente, el que actuara de gateway entre el mundo de comunicaciones IR y el de Comunicación Bluetooth para el escenario local, este gateway en principio facilitara la interacción de agentes en distintos escenarios distribuidos.

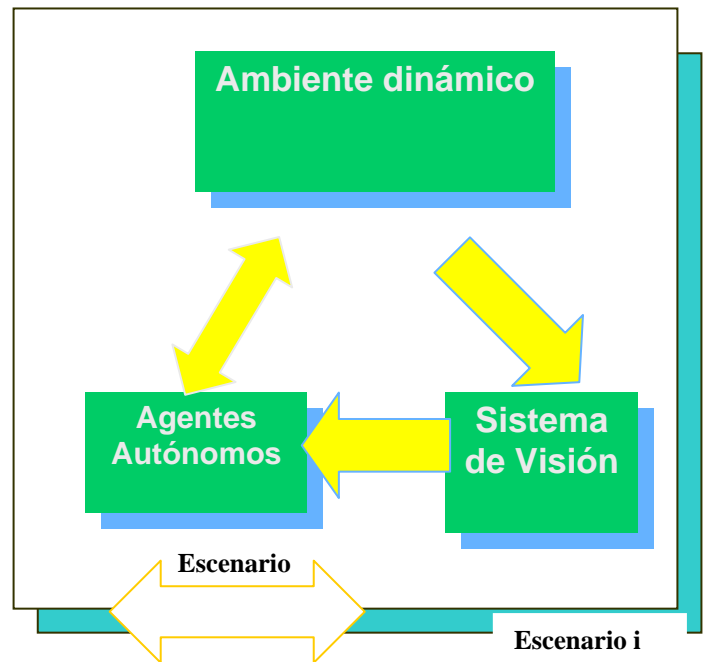
El ambiente dinámico, facilita la evolución en función de las distintas sensorizaciones de cada robots, sus metas y la interacción con agentes humanos. Se presenta un escenario favorable para el desarrollo de aplicaciones centradas en contexto donde la participación de actores robots y humanos resulte de interés en un entorno cooperativo.

A modo de ejemplo, los robots pueden cooperar y competir con sus sensorizaciones las que en su conjunto o independientemente brindan información del contexto de trabajo e interactúan con el agente humano, el que también puede brindar información de contexto, en principio modelos clásicos como el de pizarra serán aplicados para iniciar las experiencias.

Esta integración también actuara de base para el aprendizaje de agentes robots al permitir compartir las teorías de experiencia entre agentes robots.

Conceptualmente se presenta a continuación la conformación de un escenario y sus capacidades:

- **Permitir** la Interacción de agentes en un Escenario conformado por un **Ambiente Dinámico**, donde los Agentes Robots Autónomos interactúen entre sí a fin de facilitar el desarrollo e investigación en robótica autónoma
- **Brindar** información global del ambiente a través de la integración de un **sistema de visión**, que permita la detección y localización de objetos y agentes en el escenario.
- **Facilitar** a los **agentes autónomos** (robots y humanos), interactuar entre sí en un escenario bajo un ambiente dinámico, basándose en la información global del ambiente y la propia información del agente



## 5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de robots de bajo costo, con un amplio empleo por distintas universidades, las posibilidades de programación en distintos lenguajes y las facilidades de sensorización básicas que estos ofrecen, como así también las comunicaciones, nos permiten realizar experiencias en orden a la integración, adecuación de robots y de sus interfases para la actuación en un escenario particular bajo un ambiente dinámico, generando a sí una base inicial para la generación de escenarios útiles en futuras líneas de investigación:

- La Simulación interoperable entre mundos virtuales y reales
- El Procesamiento distribuido del ambiente entre agentes autónomos
- La Integración de agentes robots autónomos en hábitat inteligentes
- La Interacción de agentes robots y humanos centrada en el contexto

## 6. REFERENCIAS

- [1]. Beard R. "Ball prediction for Robot Soccer". Department of Electrical & Computer Engineering, Brigham Young University, Provo. 2003
- [2]. Boer R. y J. Kok. "The Incremental Development of a Synthetic Multi-Agent System: The UvA Trilearn 2001 Robotic Soccer Simulation Team". Faculty of Science, University of Amsterdam. 2002
- [3]. Borenstein J., H. R. Everett y L. Feng. *Navigating Mobile Robots: Systems and Techniques*. 1996
- [4]. Bratman Michael E.. *Intention, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1987.

- [5].Castelo C., H. Farsi y F. Scarpettini. Tesis de Licenciatura “*Fútbol de Robots: Revisión del Estado del Arte y Desarrollo del Equipo UBASot de Simulación*”. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. 2002
- [6].Claro M., A. Gazolli, A. Potenza, German Viscuso y Jorge Ierache. “*El equipo Morasot*”. Facultad de Informática, Universidad de Morón. 2003
- [7].Guestrin C., S. Venkataraman y D. Koller. “*Context specific multiagent coordination and planning with factored MDPs*”.
- [8]. Bruno M, Ierache J “*Ontología para la Interacción de Agentes en un Hábitat inteligente*”. XII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 17 al 21 octubre CACIC 2006, Universidad Nacional de San Luis, ISBN: 950-609-050-5.
- [9].Proceedings of the Eighteenth National Conference on Artificial Intelligence, Edmonton, Canada, July 2002.
- [10].Russell, Stuart; NORVIG, Peter. *Inteligencia artificial. un enfoque moderno*. Prentice Hall, Hispanoamericana, 1996. 979p. ISBN: 968-880-682-X.
- [11].Wooldrige, Michael; JENNINGS, Nick. R. *Agent Theories, Architectures and Languages: a Survey in Eds. Intelligence Agents*. Berlin: Springer-Verlag, 1995. Vol 1, Nro 22
- [12].Wooldrige, Michael. “*An introduction to Multiagent Systems*”. John Wiley & Sons. 2002.