



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO  
Urb. Montalbán - La Vega - Apartado 29068  
Teléfono: 4074407 Fax: 4074416  
Caracas, 1021 - Venezuela

**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Informática**

# EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE COOPERACIÓN ENTRE ROBOTS BAJO EL PARADIGMA REACTIVO

## 1. Marco teórico

La interacción entre agentes de software es uno de los temas de actualidad en el área de robótica. La NASA es uno de los centros de investigación más interesados en la cooperación de robot debido a sus implicaciones en la exploración espacial. Ya existen prototipos, sobre todo para la exploración a Marte, de múltiples robots que interactúan en busca de un objetivo común permitiendo redundancia (por ejemplo, si un robot se daña durante las operaciones o el propio aterrizaje, otros robots pueden sustituirlo). Otra ventaja importante son las reducciones en los costos dado que un conjunto de robots económicos puede tener, a la larga, un mejor desempeño que un robot costoso.

Para cooperar los robots deben poseer sofisticados sensores para desenvolverse en un ambiente cambiante y tomar decisiones en tiempo real. Además se debe definir si el control será centralizado, completamente distribuido o un híbrido. También debe considerarse como se comunicarán entre ellos y cuáles serán las variables que permitirán determinar el avance de todo el grupo de robots cooperantes.

Otro aspecto fundamental en los robots es la autonomía la cual permite realizar tareas sobre un ambiente desconocido, sin contar con la ayuda de un humano. Para ello la autonomía usa técnicas que les permiten desbordar su contexto inicial y aprender actitudes que utilizarán para su desenvolvimiento posterior. Aunque es bien conocido que la autonomía puede ser contraproducente en el trabajo colaborativo (conflicto entre intereses individuales y grupales), estos aspectos serán concienzudamente estudiados. Además el nivel de coexistencia (grado de conocimiento de los otros) es vital para compaginar los intereses comunes con los individuales.

Por último, el paradigma reactivo es un enfoque para desarrollar aplicaciones robóticas inspirada en leyes fundamentales de la biología, como lo son los mecanismos de estímulo/respuesta. Asociado a estas leyes básicas, están los principios de castigo y recompensa, para incitar al aprendizaje y la adaptación de los robots al medio ambiente.

Este proyecto pretende mezclar todas estas ideas para ofrecer un modelo distribuido eficaz de múltiples robots, que desarrollen una tarea, cooperando entre ellos.

Este nuevo proyecto constituye una continuación del introducido hace un año: *Mecanismos de Automatización en Robótica Autónoma y Telepresencia* el cual finaliza con un artículo publicado:

- *D. Bejarano, K. Martínez y W. Pereira, Aplicación Distribuida para Control a Distancia de un Robot, VI Jornada Nacional de Computación Paralela y Distribuida, 3-4-5 Diciembre 2003*

... y los Trabajos Especiales de Grado concluidos:

- Sistema Autónomo de Desplazamiento en Robots con Reconocimiento de Patrones Geométricos Regulares, Brs. D. Dos Santos y R. Peñalver, Ingeniería Informática, UCAB, Nov/03, ***Mención Publicación***.
- Sistema Autónomo de Inteligencia Artificial para Orientar Intersección de Objetivo Móvil de Comportamiento Evasivo Aplicado a Robótica, Brs. C. Leiva y G. Puma, Ingeniería Informática, UCAB, Nov/03.

El primero de ellos por ser mención publicación, aparecerá en la revista *Tekhne* N.7 (publicación periódica de la Facultad de Ingeniería). El segundo está en proceso de redacción para ser enviado a la *8<sup>th</sup> World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics* a celebrarse el próximo año en USA.

## 2. Objetivos

El objetivo general es el estudio e implantación de una arquitectura distribuida para un modelo de múltiples robots interactuando en búsqueda de un objetivo común. Para ello se desarrollarán librerías para aplicaciones cliente/servidor que manejen la comunicación, los sensores y permitan controlar el avance del grupo de robots.

En este proyecto se suponen aspectos ya conocidos del primer proyecto como diseños de robots eficientes, particularidades de la navegación robótica, lenguajes adecuados para la programación del software, uso de los sonares, etc.

Las tareas específicas son:

- Estudio de técnicas de inteligencia artificial distribuida
- Configuración de la cámara y sonares

- Diseñar una arquitectura distribuida para los diversos robots (homogénea y/o heterogénea)
- Probar los modelos físicos de robots que mejor se adaptan a la arquitectura distribuida
- Diseñar el experimento
- Evaluar el desempeño del prototipo
- Redactar informe para presentar los resultados

Actualmente está inscrito un Trabajo Especial de Grado (TEG) que está dando los primeros pasos en esta área:

- Modelo de Cooperación entre Agentes Autónomos, Brs. D. Valero y J. Da Silva, Ingeniería Informática, UCAB.

### 3. Recursos y relevancia para la institución

En este proyecto se usarán al menos 4 robots armables *legomindstorm*, los cuales utilizan piezas estilo lego que pueden manejar sensores y actúan usando los efectores (motores). El Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica (GIAR) dispone de tres robots operativos y estamos solicitando la adquisición de dos nuevos robots para la realización del proyecto. Además contamos con una cámara y estamos solicitando la adquisición de una nueva cámara, junto con una tarjeta de video, para la visualización de imágenes en tiempo real sobre el computador (GIAR cuenta con un PC y una SUN Ultra Sparc). Por último requerimos más sensores (sonares y rotación) para coordinar las actividades entre los robots y permitir la comunicación entre ellos.

Además la Escuela de Ingeniería Informática ofrece la electiva “Inteligencia Artificial y Robótica” para los estudiantes quienes se beneficiarían de los materiales adquiridos. En consecuencia, como efecto colateral del proyecto, se formará personal capaz de enfrentar los retos que implican la automatización, tanto desde el punto de vista tecnológico como humano.

### 4. Resultados y perspectivas

Se espera construir una arquitectura distribuida, con robots homogéneos y/o heterogéneos, dependiendo de si tienen o no el mismo tipo de sensores y efectores. La comunicación, dado que estamos usando cámara, será con control centralizado donde un computador lleva a cabo todo el procesamiento de las imágenes, transmitiendo después los resultados a cada robot. Para la navegación no se requiere demasiada precisión pues lo

importante no es conocer el ambiente sino identificar a los otros robots y poder interactuar con ellos.

Como se mencionó en el primer proyecto, un objetivo a largo plazo, es la instalación de una línea de producción industrial, considerando todos los aspectos que involucra la robótica, como son la informática, la electrónica y la mecánica. El área que engloba estos tres aspectos es conocida como MECATRÓNICA. Cada año se ofrece un curso de Mecatrónica (con beca de FONACYT) en México, en el mes de septiembre, por lo que esperamos ser beneficiados para poder participar en el 2004.

Para lograr el desarrollo de esa línea de producción, ya se ha conversado con profesores de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones e Industrial , para desarrollar un proyecto conjunto del montaje de una línea de producción hecha completamente en la UCAB, con robots, sensores y efectores adecuados a objetivos específicos de nuestro entorno empresarial.