

LABORATORIO DOCENTE DE ROBOTS MÓVILES, COOPERANTES Y AUTÓNOMOS

J.LL. DE LA ROSA, J.A. RAMÓN, Y A. FIGUERAS
Área de Ingeniería de Sistemas y Automática
Departament d'Electrònica, Informàtica i Automàtica (DEIA)
Universitat de Girona, Spain
{pepluis, jar, figueras}@eia.udg.es

1. Introducción

Presentamos un laboratorio docente singular en el mundo al aprovechar en buena parte una plataforma de investigación concebida en 1996 en el ámbito *RoboCup* y *FIRA*. En consecuencia proponemos un laboratorio de robots móviles, cooperantes y autónomos, que a la vez es un laboratorio de sistemas integrados. El objetivo es proponer trabajos prácticos con "muchos" robots, lo que creará entusiasmo en los estudiantes de Ingeniería, principalmente de electrónica, automática y informática.

En el artículo se hace un repaso de las experiencias llevadas a cabo utilizando microrobots los años 1997-2000. Por un lado se incide en la construcción de diferentes tipos de pequeños robots y por otro la utilización de robots ya construidos para emular el juego del fútbol y al mismo tiempo trabajar sobre cooperación de múltiples robots, sistemas agentes, supervisión de sistemas y controladores. Todo ello evaluado en una competición al final del curso en que los estudiantes compiten con los robots que han diseñado o programado durante el curso.

2. Propuesta de trabajos prácticos

Como se ha mencionado en la introducción, este laboratorio se articula alrededor de dos ideas básicas: diseño y construcción de robots autónomos y utilización de robots ya construidos, para emular el juego de fútbol complementado con un sistema experto y un simulador, estos últimos se utilizan en las prácticas de una asignatura introductoria a la inteligencia artificial

2.1 Diseño y construcción de microrobots autónomos

En el curso, taller de robótica móvil, los estudiantes diseñan, construyen y programan su propio robot autónomo, con la finalidad de participar en una competición entre ellos al final del semestre, estas pruebas son de tres tipos: luchadores de sumo, rastreadores y minotauro. En este curso se intenta que los equipos, formados por tres estudiantes, sean

multidisciplinarios, hay que tener en cuenta que el acceso a esta asignatura está abierto a estudiantes de cualquier disciplina.

Algunas características distinguen estos cursos de otros:

- La evaluación del curso se realiza mediante una competición
- La competición y la construcción de pequeños robots, permite a los estudiantes: Trabajar con un sistema integrado y abordar un problema real, con lo cual surgen problemas que no son obvios a priori pero que aparecen; como el ruido en sensores, es decir, inexactitud en las medidas o entradas espurias no esperadas
- Resolver problemas en grupo, además del trabajo colectivo permite el contacto con otras disciplinas.
- Resolver el problema desde una vertiente más crítica, pudiendo experimentar diferentes soluciones, adoptando la que se cree más eficiente y por lo tanto participando activamente en su formación. Asimismo tomar conciencia de que en general, los recursos (tiempo, materiales y dinero) de que se dispone para solucionar un problema son limitados

En general podemos afirmar que en estos sistemas, es esencial integrar (y tomar soluciones de compromiso) entre el diseño y la implementación mecánica, electrónica y control.

Montaje del robot

Debido a las limitaciones temporales del curso a los estudiantes se les proporcionan una serie de módulos electrónicos ya montados:

- Placa microprocesada construida alrededor de un microcontrolador 80C552 que incorpora 32Kb de memoria con posibilidad de seleccionar RAM/ROM. Regulador de alimentación conmutado para aumentar el rendimiento. Esta placa está lista para admitir el volcado del programa vía serie y puede programarse en C.
- Placa *driver* de potencia construida alrededor de un L298 un doble puente en H, permite a través de la salida PWM del μC variar la velocidad de los motores.
- Motores DC de 12 V con diferentes relaciones de reducción.
- Baterías Ni-Cd de 12 V - 1200 mA/h

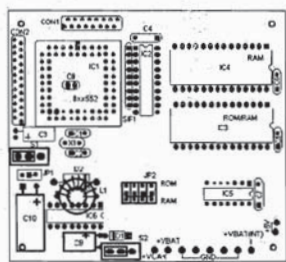
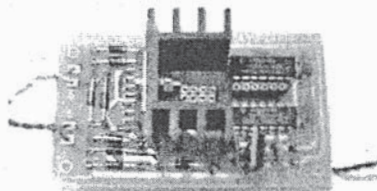


Figura 1. Disposición de los elementos sobre la placa μP



Los sensores y la electrónica para el tratamiento de las señales provenientes de los mismos es trabajo que realiza el alumno igual que la estructura mecánica.

En las figuras siguientes podemos observar el aspecto final de los diferentes robots, situados en el entorno de la competición que se desarrolló al final del curso para la evaluación de los diferentes trabajos.



Figura 3. Imágenes de la competición

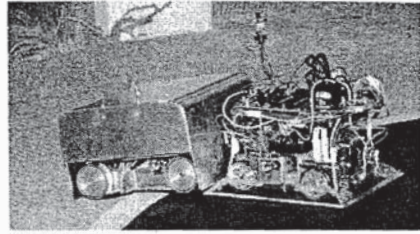


Figura 4. Robots luchadores de Sumo

2.2 Descripción del sistema de microrobots futbolistas

La plataforma de microrobots futbolistas se utiliza como base en las prácticas de la asignatura de inteligencia artificial.

El sistema está formado por una cámara situada a unos 2 m. de altura, la imagen de la cámara es procesada por un ordenador, después de este procesado se dispone de las posiciones de todos los microrobots. A partir de las posiciones el ordenador determina las ordenes a transmitir a cada microrobot. Las ordenes se transmiten a los robots vía radio de manera que estos son completamente autónomos, pueden funcionar sin la intervención humana. El sistema está dividido en dos niveles. Un nivel superior o *Host* que realiza funciones de planificación y supervisión y un nivel inferior, en este caso el microrobot, la función del cual es ejecutar de forma correcta las instrucciones enviadas por el *Host*.

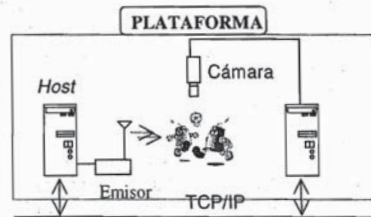


Figura 5. Plataforma de microrobots futbolistas

Descripción de un microrobot

En la figura 2 se ve el aspecto de un microrobot, la arquitectura de la placa microprocesada de control se describe en el artículo [Ramon 98]. Los robots son de dimensiones reducidas, la velocidad máxima a la que se pueden desplazar es de 80 cm/s. El microrobot dispone de una parte de sensorización local: 2 sensores fotoeléctricos y encoders sobre los ejes de los motores.

Funcionamiento del microrobot.- El ordenador principal o *Host* envía las posiciones por las que ha de pasar el robot, el cálculo de estas posiciones se realiza cada segundo, aunque cada 100 ms los robots reciben las posiciones respectivas, el robot las utiliza juntamente con la lectura de los encoders, para realizar un control local de posición.

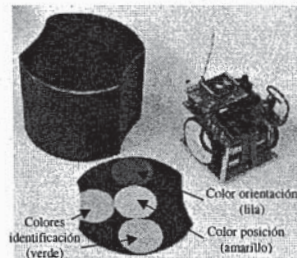


Figura 6. Aspecto de los microrobots utilizados para emular el juego de fútbol

Antes de trabajar sobre la plataforma real se utiliza el simulador JavaSoccer y el sistema experto JESS. El JavaSoccer y el JESS son bastante sencillos en concepto y por lo tanto tienen muy buena asimilación por los estudiantes, y permiten con facilidad trabajar con

múltiples aspectos del que tendría que ser la aplicación de la IA: representación del nacimiento, análisis, recopilación y codificación del conocimiento, y integración de la decisión experta dentro de un sistema (en este caso el *JavaSoccer*). Se proponen los siguientes trabajos prácticos:

1. Introducción a los sistemas expertos: Forward y Backward chaining: Introducción de los sistemas expertos usando *JESS* y Java. Aplicación del *JESS* al *JavaSoccer*. Decisión de un robot futbolista
2. Utilidad de la lógica difusa: Propagación de certezas en *JESS*. Decisión robusta de un robot futbolista
3. Planificación: Planificación de las tareas de un robot futbolista usando *JESS*
4. Case Based Reasoning Práctica: *JavaKate*
5. Embedded AI Uso de *sockets* para la decisión de los robots futbolistas reales y competición con los robots futbolistas reales

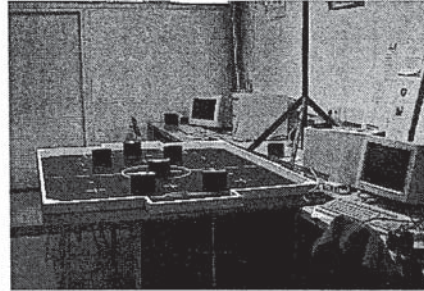


Figura 6. Aspecto de la plataforma de robots futbolistas

De esta manera partimos del desarrollo de bases de conocimiento de sistemas expertos, lógica difusa y planificadores, pasando por desarrollos, prototipado y pruebas en entornos Java, y finalmente acabamos en *embedded AI* y sistemas integrados con la aplicación de dichas técnicas de IA a un grupo de robots futbolistas reales.

3. Trabajo Futuro

En el futuro esperamos una utilización de 150h anuales en las asignaturas de "Inteligencia Artificial: Técnicas y Métodos" del 2n ciclo de Informática, y "Control Avanzado" del 2n ciclo de Ingeniería Industrial y microprocesadores de Ingeniería Técnica en Electrónica. Para ello trabajaremos para mejorar los aspectos de robustez y disponibilidad del laboratorio que nos garantice su explotación con dicha carga docente.

Referencias

Sobre la plataforma y las asignaturas relacionadas: <http://rogiteam.udg.es>

[Ramon 98] Ramon J.A., Figueras A., Oller A., y de la Rosa J. Ll. "Plataforma docente de robots móviles, cooperantes y autónomos". Congreso TAEE (Tecnologías Aplicadas a la enseñanza de la electrónica), pp. 47-51. Septiembre 1998, Madrid.

[de la Rosa 99] de la Rosa J. Ll. I Montaner M., "Docència de tècniques d'IA mitjançant JavaSoccer". Actes del 2n Congrés Català d'Intel·ligència Artificial i Butlletí de l'ACIA, num 18-19, pp: 99-108, octubre 1999.

[Randall 99] Randall D. Beer, Hillel J. Chiel and Richard F. Drushel "Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering" Communications of ACM Vol 42, Num.6