

PLATAFORMA DOCENTE DE ROBOTS MÓVILES, COOPERANTES Y AUTÓNOMOS

Ramón J.A, Figueras A, Oller A. y de la Rosa J.Ll.

Grupo de Ingeniería de Sistemas y Automática, eXiT Group. Institut
d'Informàtica Aplicada (IliA). Associated European Laboratory - Intelligent
Systems and Applied Control (LEA-SICA)
Universidad de Girona, Escola Politècnica Superior. Avd. Lluís Santaló s/n
17003 - Girona. Spain

Tel. 0034972418478, Fax. 0034972418098
e-mail: {jar, figueras, oller, peplluis}@eia.udg.es

RESUMEN

*Los autores presentan una plataforma de experimentación utilizando pequeños robots** totalmente autonomos, diseñados para que se comporten como sistemas dinámicos, los experimentos que se pueden llevar a cabo son variados desde cooperación de múltiples robots, sistemas agentes, supervisión, procesado de la imagen, sistemas en tiempo real y diferentes aspectos tecnológicos de diseño de robots: microcontroladores, sensores y actuadores. A efectos docentes se utiliza dicha plataforma para emular el juego del fútbol. También se muestra la posibilidad de llevar a cabo la teleoperación vía Internet de los robots.*

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema está formado, ver figura 1, 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

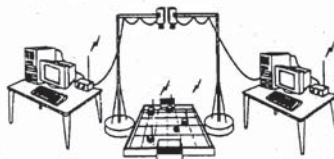


Fig 1. Sistema global

** Este trabajo está financiado parcialmente por el proyecto TAP97-1493-E. Desarrollo de una segunda generación de equipo microrobótico. Consolidación de la competitividad internacional del programa CICYT del gobierno español

inferior, en este caso el microrobot, la función del cual es ejecutar de forma correcta las instrucciones enviadas por el *Host*.

2. DESCRIPCIÓN DE UN MICROROBOT

En la figura 2 se ve el aspecto de un microrobot**, la arquitectura de la placa microprocesada de control se da en la figura 3. Los robots son de dimensiones reducidas, un cubo de 7.5 cm de lado, la velocidad máxima a la que se pueden desplazar es de 80 cm/s. El microrobot dispone de una parte de sensorización local: 1 sensor fotoeléctrico y encoders sobre los ejes de los motores.

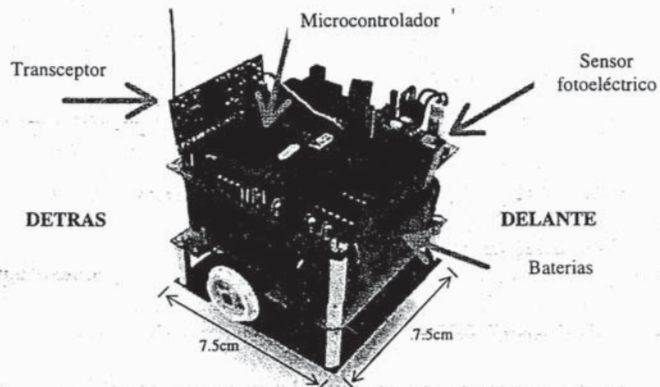


Fig 2. Aspecto global del microrobot

2.1 Arquitectura placa microprocesada

La placa microprocesada está constituida por el microcontrolador 80C552 de Philips junto con diferentes interfaces necesarias para las señales externas que tiene que gestionar.

Las características de la placa y las señales gestionadas son:

- Microcontrolador 80C552 o 87C552 de 8 bits
- Memoria EPROM de 32 Kbytes o memoria RAM de 32 Kbytes para la ubicación del programa por comunicación serie.
- Memoria RAM interna de 256 Bytes.
- Dos salidas PWM para el control de los dos motores.
- Driver de potencia L293 para la alimentación de los motores, formado por dos puentes en H de transistores.
- Transceptor de radio a 433/418 MHz para comunicación Half Duplex.
- Entrada A/D para el control de carga de las baterías.
- Dos sensores fotoeléctricos gestionados por interrupción.

- Dos entradas digitales de los encoders de los motores.

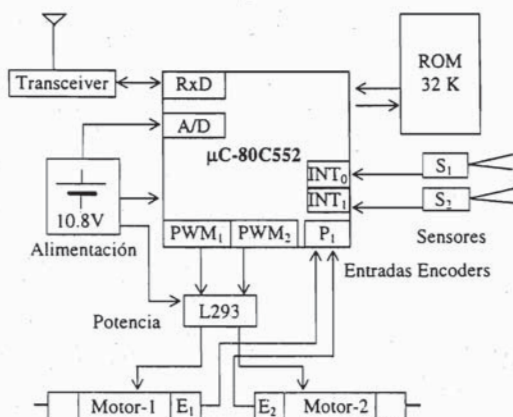


Fig 3. Arquitectura de la placa microprocesada

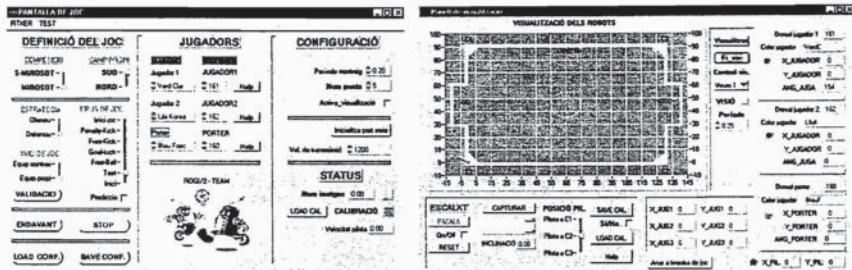
2.2 Funcionamiento del microrobot

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.

3. ENTORNO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

Para llevar a cabo el control y la supervisión del sistema se ha desarrollado un entorno utilizando para ello LabWindows/CVI, el aspecto de este entorno se da en la figura 4.

Desde la pantalla de la figura 4.a, se realiza el control del juego (iniciar, parar, identificar robots, alarmas, etc ...), la pantalla 4.b permite obtener una visualización de los microrobots y una indicación numérica de la posición y la orientación de cada uno de los robots sobre un gráfico que reproduce a escala el campo en el que se mueven los robots. Habitualmente se trabaja con tres robots, por lo que el entorno está preparado para realizar la visualización de tres robots propios más otros tres contrarios. Este entorno permite también realizar una calibración del campo respecto al sistema de visión. Otra pantalla similar a la 4.b permite marcar una trayectoria, generar las consignas necesarias y capturar la trayectoria ejecutada por el robot para poder comparar resultados o abrir el fichero desde el interior de programas de simulación como Matlab-Simulink.



(a) (b)

Fig. 4 Aspecto del entorno de control y supervisión

4. TRABAJOS PRÁCTICOS

Esta plataforma ha servido de base para una asignatura de libre elección impartida por el Departamento de Electrónica, Informática y Automática. La asignatura, *Fútbol y afición a la ciencia*, pretende dar a conocer las tecnologías necesarias para desarrollar un microrobot autónomo e introducir al alumno en el trabajo multidisciplinar. En esta asignatura se han impartido conocimientos referidos a los dos niveles.

A nivel robot

- Control local: el robot debe ejecutar de forma correcta las consignas enviadas por el *Host*, para ello debe disponer de un control local, para hacer este control se pueden adoptar diferentes estrategias, ej. control PID.
- Arquitecturas microprocesadas: utilización de diferentes arquitecturas para la construcción de la placa de control; arquitecturas PIC, microcontroladores o microprocesadores.
- Sensores: Infrarrojos, ultrasonidos, fotoeléctricos, encoders de diferentes construcciones.
- Actuadores: Motores de DC y motores paso a paso. En cada caso se ha estudiado los interfaces de potencia son necesarios para accionar los diferentes motores

A nivel *Host*

- Estrategias de control
- Cooperación de robots
- Monitorización de sistemas dinámicos

5. TRABAJO FUTURO

Actualmente se esta trabajando en la puesta en funcionamiento de algunos *benchmarks*, de manera que puedan ser ejecutados a través de *Internet* o vía *TCP/IP*, está opción ya es posible, de manera que en un laboratorio se dispone de un *Host* servidor, que permite al usuario ejecutar los

experimentos preprogramados con sus parámetros y ver el resultado de los mismos. De esta manera un usuario remoto puede llevar a cabo diferentes experimentos sin necesidad de estar físicamente en el laboratorio donde esta situada la plataforma, ver figura 5.

Desde el punto de vista docente el próximo curso esta previsto impartir dos asignaturas de libre elección sobre esta plataforma, la segunda sería una continuación de la primera, de manera que en

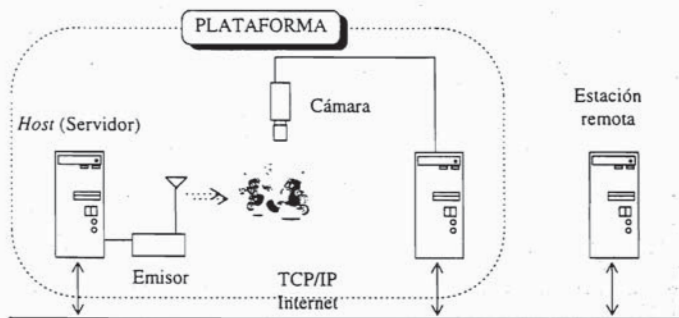


Fig. 5 Teleoperación via Internet

la primera el alumno aprende el funcionamiento de un solo robot y en la segunda deberá trabajar con múltiples robots con el objetivo de preparar una competición de fútbol microrrobótico.

6. CONCLUSIONES

Como se ha visto se trata de una plataforma en la que se puede experimentar con sistemas que disponen de una dinámica donde los experimentos que se pueden llevar a cabo son múltiples, además de permitir teleoperación.

El coste de la plataforma es relativamente bajo si se compara con otros sistemas multi-robot.

Resulta atractiva para los estudiantes, lo cual siempre facilita la tarea docente a quien tiene que impartir los conocimientos teóricos y prácticos necesarios.

7. REFERENCIAS

Para obtener más información se pueden consultar las direcciones que se dan a continuación.

Sobre la asignatura, *Fútbol y afición a la ciencia*: <http://www.rogiteam.udg.es/ale>

Sobre la plataforma: <http://rogiteam.udg.es>