

# Presentación del Robot Teófilo en el Laberinto de ALCABOT'2002

Tomás Martínez Marín, Alfredo López-Palafox Velasco, Fernando Juan Berenguer Císcar

tomas@disc.ua.es , alfredo.lopez-palafox@tel.uem.es , fjuan.berenguer@tel.uem.es

## Resumen

Con motivo de la presente edición de ALCABOT, concurso al que el grupo IDM (Ingeniería del Martillo) se presenta por primera vez, hemos preparado el robot Teófilo. Este robot participará en la prueba del laberinto con el objetivo principal de conseguir salir de éste. No pretendemos en esta primera presentación obtener un recorrido y ejecución óptimos en tiempo con vistas a ganar la competición.

Los miembros del grupo IDM estamos actualmente trabajando como profesores en la Universidad de Alicante y la Universidad Europea – CEES. El campo de la robótica se encuentra dentro de nuestra dedicación investigadora y/o docente.

## 1. Introducción

El robot Teófilo es un robot móvil multisensorial cuya funcionalidad principal es la capacidad de movimiento entre obstáculos sin colisiones. La implementación de un algoritmo basado en reglas para la resolución del problema del laberinto es una primera prueba de aplicación del sistema. Teófilo es ya un prototipo de sistema útil en la docencia de asignaturas relacionadas con los sistemas digitales, el control y la robótica, del que podremos realizar múltiples copias y nuevas versiones.

Para esta primera prueba hemos diseñado un algoritmo con el que esperamos que el robot consiga salir del laberinto. Un tratamiento más a fondo del problema, con vistas a la detección de la posición del robot dentro del laberinto, y la generación de caminos óptimos para salir, requiere técnicas que no se han implementado por el momento (falta de tiempo disponible), pero que esperamos utilizar en la siguiente edición de ALCABOT.

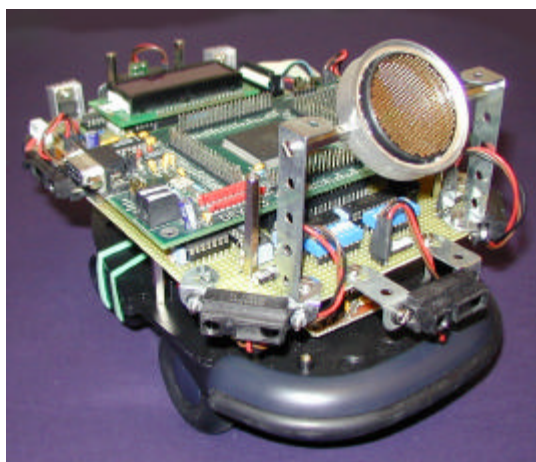


Fig. 1. Robot Móvil Teófilo.

## 2. Plataforma mecánica usada

La estructura mecánica del robot esta basada en un robot comercial, el robot Cyborg. Este robot se comercializa en nuestro país a través del Grupo RBA , que proporciona los componentes mediante fascículos. Únicamente los componentes que acompañan los cinco primeros fascículos han sido necesarios para tener una base mecánica apropiada, dotada de motores y reductoras.

Los componentes electrónicos, tales como sensores, etapas de potencia y tarjeta controladora, han sido adquiridos a otros suministradores o desarrollados por los miembros de IDM. Para el montaje de las placas y sensores sobre la base del robot, se han utilizado separadores metálicos y algunas piezas de Mecano.

La configuración de las ruedas en esta estructura es de dos ruedas motrices independientes y una rueda libre o loca. La principal ventaja de esta configuración está en la posibilidad de realizar giros sin desplazar la posición del centro del robot.

## 3. Arquitectura hardware

Para el diseño del robot Teófilo se ha aprovechado una tarjeta de evaluación de un microcontrolador MC68F333 [1], que incluye sólo el microcontrolador y la circuitería necesaria para comunicar éste con un PC. Para la conexión de la tarjeta del microcontrolador al robot, se ha diseñado una tarjeta de prototipo, en la que se incluye el resto de la arquitectura. En la segunda tarjeta se encuentran los siguientes elementos: matriz gráfica de 122x32 puntos; memoria usada para el almacenamiento de programas y datos (1MB), circuito monitor encargado de controlar el estado del microcontrolador; reloj de tiempo real que se puede usar para la generación de números pseudo aleatorios, 16 microinterruptores necesarios para la configuración inicial del microcontrolador; y finalmente toda la electrónica necesaria para la comunicación con los sensores.

Tipo	Cantidad	Aplicación.	Fabricante
Ultrasonidos	1	Distancia a obstáculos	Polaroid
Infrarrojos	6	Distancia a obstáculos	SHARP
Encoder	2	Giro de ruedas	IDM

Tabla 1. Sensores en Teófilo

#### 4. Software y estrategias de control

El software que rige el comportamiento del sistema ha sido programado en lenguaje C, creando un conjunto de librerías que permite su reutilización en otras tarjetas que no forman parte de Teófilo. Las funciones propias de la configuración sensorial y de actuación del robot se implementan en un módulo teofilo.c. Las funciones necesarias para resolver el problema del laberinto se encuentran en el módulo principal del programa. Separamos de esta forma el código según sea específico de la tarjeta microcontroladora, del sistema (Teófilo en este caso) o de la aplicación a realizar por el sistema.

Para definir el comportamiento del robot, hemos seleccionado un conjunto de acciones. La información captada por los sensores y un conjunto de reglas determinará que acción ejecutar en cada momento. Los mismos sensores y una ley de control para cada acción guiarán la ejecución de estas acciones.

Las acciones posibles implementadas en el robot son las siguientes:

**Parada:** El robot no se desplaza. Generalmente será la acción inicial y final en las aplicaciones.

**Avanzar sin información de paredes:** se aplica cuando no hay una pared próxima al robot que sirva de referencia a su movimiento.

**Seguir pared a la derecha:** El robot avanza manteniendo la distancia con una pared situada a su derecha.

**Seguir pared a la izquierda:** El robot avanza manteniendo la distancia con una pared situada a su izquierda.

**Avanzar entre paredes:** El robot avanza manteniendo la misma distancia con las paredes que se encuentran a ambos lados.

**Giro:** El robot gira hasta que no detecta una pared próxima a su sensor frontal. Una variable auxiliar determina el sentido del giro (izquierda o derecha). Este giro se utiliza en las esquinas del laberinto.

**Giro de ángulo dado:** El robot gira sobre si mismo un ángulo determinado. Este giro se utiliza en los cruces en que deba girar el robot.

La principal diferencia entre la acción giro y la acción de giro de ángulo dado, es que la primera no precisa de encoder para detectar el final de la acción.

Como hemos mencionado, la selección de la acción a ejecutar en cada momento se realiza en función de un conjunto de reglas.

Para algunas celdas del laberinto, la acción a ejecutar es única. Estos casos serían los siguientes:

El robot se encuentra entre paredes laterales → avanza entre paredes.

El robot llega a una esquina → realiza un giro en el sentido que le permita después seguir avanzando.

El robot llega a un pasillo sin salida → realiza un giro de 180°.

En los cruces del laberinto el robot puede realizar distintas posibles acciones, y el conjunto de reglas que se pueden llegar a definir en función de la información de los sensores es muy amplio. El algoritmo implementado, denominado “el paseante” por su poca optimización del resultado, utiliza un pequeño conjunto de reglas en los cruces que permiten al robot salir del laberinto.

#### Algoritmo “El paseante”

El siguiente algoritmo no es óptimo en longitud de trayectoria y tiempo, pero si permite salir al robot del laberinto con la aplicación de un pequeño conjunto de reglas en los cruces (estas reglas no serían útiles para otro laberinto). Aumentar el conjunto de reglas reduciría la longitud de los caminos en ciertas situaciones.

En la siguiente figura se muestran los cruces del laberinto y las direcciones de avance o giro del robot. El tipo de cruce se define en función de la distancia a las paredes en las cuatro direcciones y con una limitación sensorial de 80cm. Se puede hacer una diferenciación mayor (hemos llegado a clasificar desde la letra A a la R suponiendo el uso del sensor de ultrasonidos) pero esto obviamente implica utilizar un mayor conjunto de reglas.

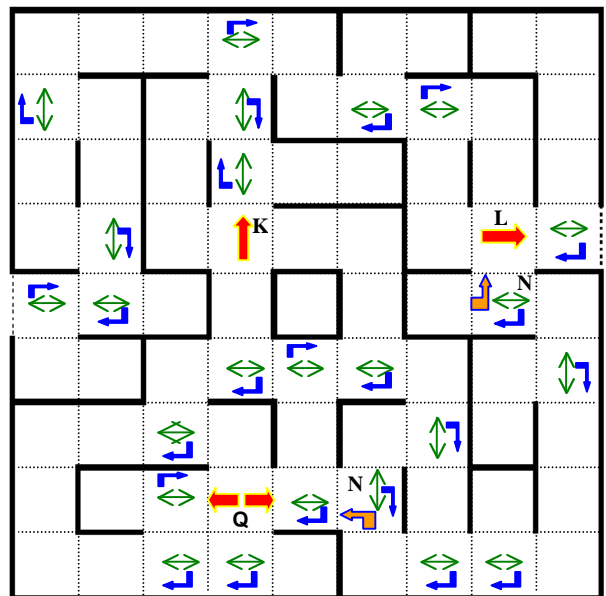


Fig. 2. Cruces en el laberinto ALCABOT 2002.

Las reglas y tipo de celdas cruce en que se aplican son las siguientes:

#### Celda K:

- La celda es única.
- Un sensor detectará una pared entre 40 y 60cm.
- **Regla:** La dirección de salida será hacia la derecha de la dirección en que mida menor distancia.

#### Celda L:

- La celda es única.
- Dos sensores consecutivos detectarán paredes entre 40 y 60cm.

- *Regla:* La dirección de salida será tal que uno de estos sensores quede detrás y el otro a la derecha del robot.

#### **Celda Q:**

- La celda es única.
- Dos sensores enfrentados detectarán paredes entre 40 y 60cm. Con esta información sabremos la dirección del robot pero no su sentido.
- *Regla:* Si los sensores mencionados son los laterales, el robot seguirá de frente. Si son el frontal y el trasero, el robot girará a la izquierda.

#### **Celda N:**

- Existen dos celdas de este tipo.
- *Regla:* Si el robot tiene la pared a su derecha, el robot girará a la izquierda. En otro caso, se aplican las reglas por defecto en el resto de cruces.

#### **Resto de celdas cruce:**

- Estas celdas también se pueden agrupar en función de las medidas de los sensores, y por tanto generar nuevas reglas. Para esta primera prueba-aplicación del robot las consideramos todas semejantes.
- *Regla:* Si la pared no esta al frente, sigue sin girar (flechas color verde de doble sentido en la figura). Si debe girar, el giro es hacia la derecha (flechas en azul en la figura).

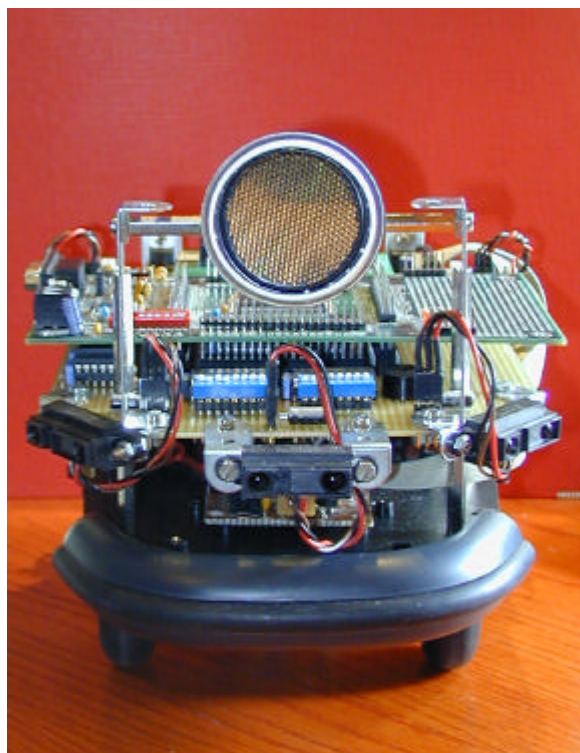
Si el lector prueba distintas celdas y sentidos de salida observará casos en que el camino parece casi errático, circunstancia que esperamos cree cierta expectación y tensión durante el desarrollo de la prueba. La filosofía del algoritmo “El Paseante” podría resumirse como “*No hay que llegar primero, sino que hay que saber llegar*” [1].

### **5. Características físicas y eléctricas**

A continuación exponemos en la siguiente tabla algunos parámetros físicos y eléctricos de Teófilo. Los valores son aproximados.

Parámetro	Valor aproximado
Longitud	24 cm
Ancho	18 cm
Altura	18 cm
Peso	1,25 Kg
Alimentación	7,2 V

*Tabla 2. Parámetros principales de Teófilo*



*Fig. 3. Robot Móvil Teófilo. Vista frontal.*

### **6. Conclusiones**

Consideramos que este tipo de eventos como el concurso “Alcabot” sirven para fomentar la innovación y el desarrollo de la robótica, a la vez que motivan a los actuales estudiantes en áreas relacionadas con la ingeniería a profundizar en sus conocimientos y a ser más creativos.

Un microrobot móvil es una plataforma perfecta para observar cómo problemas aparentemente sencillos, pueden llegar a ser muy complejos en su resolución práctica.

Si bien la solución teórica aquí presentada, es simple, su implementación práctica resulta compleja y debido a las dimensiones del robot y la pobre información suministrada por los sensores, la probabilidad de fallo en la resolución práctica del problema es elevada.

Para poder controlar de forma efectiva un robot móvil el elemento clave son los sistemas sensoriales, su número, disposición, y calidad de la información que suministran, tanto los interoceptivos, como los exteroceptivos.

### **Referencias**

- [1] “MC68F333 users manual”, *Motorola, Inc., 1993.*
- [2] “El Rey”, *Mexican Traditional Song.*