

Micro-robot TESEO

Jose Antonio Morales Rodríguez

ja021175@terra.es (Tlf. 91.697.53.48)

Miguel Magán Corrochano

miguellmmc@terra.es (Tlf. 91.433.68.39)

Escuela Politécnica - Universidad de Alcalá

Resumen

Teseo es un robot diseñado expresamente para participar en la prueba del laberinto del concurso de Alcabot'2001.

Se pretende que introduciéndole por una entrada del laberinto sea capaz de salir de él por la salida que se encuentra en el lado opuesto.

Los autores son estudiantes de la Universidad de Alcalá, encontrándose José Antonio Morales en 5º de Ingeniería Electrónica, y Miguel Magna en 2º curso de Ingeniería Técnica en Telecomunicaciones, especialidad en Telemática.

1. Introducción

El robot se ha diseñado según una estructura de triciclo [1], gracias a la cual conseguiremos girar sobre nuestro propio eje sin trasladarnos de posición, gracias a 2 motores independientes a cada lado, cosa importante en las bifurcaciones del laberinto, ya que así podremos movernos por el centro de los carriles, sin peligro de acercarnos a una pared y quedarnos atascados en ella cuando giremos.

Nuestro principal objetivo es que Teseo sea lo más preciso posible, para poder tener un control y posición exacto dentro del laberinto, y así poder guiarle según el mapa en su memoria hasta la salida.



2. Plataforma mecánica usada

La estructura de Teseo se encuentra principalmente hecha de CD's, además de algunas escuadras, madera y PVC. Elegimos CD's por su ligereza, y porque se trabaja fácilmente con ellos.

Los motores se encuentran unidos por un pequeño taco de madera, lo que aumenta su fijación, y por otro lado por varillas.

La plataforma principal son 2 CD's (para aumentar la robustez para los golpes), atornillados al taco que une los motores. De estos CD's salen 4 varillas verticales, en las cuales se irán insertando las distintas placas que lo componen , de forma vertical, como una torre.

Los motores son servos de radiocontrol trucados para convertirlos en motores de continua. Se eligieron por sus buenas prestaciones (robustez, par,...), pero el gran inconveniente que tienen es que son demasiado lentos.

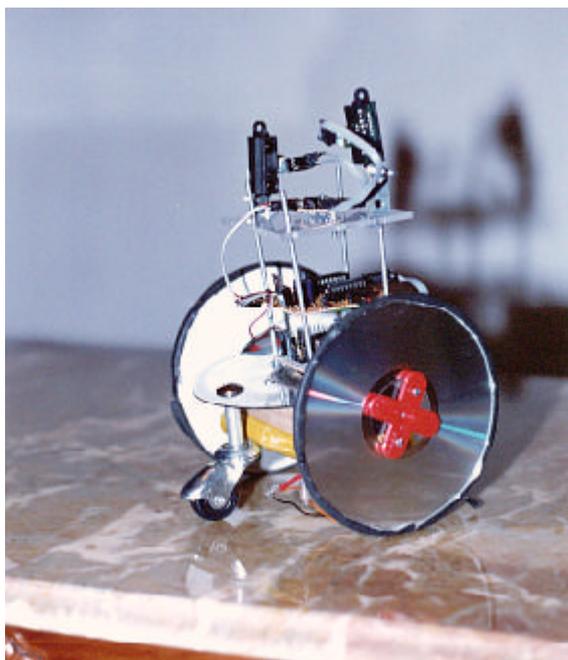
Para evitar esta lentitud, hemos optado por poner como ruedas también CD's, recubiertos de una goma, para aumentar su agarre. Así conseguimos una buena velocidad lineal, al ser de un radio grande.

La placa de potencia es la situada más baja, asegurando que llegue, sin ser demasiado largo el cable de alimentación.

Encima de ella y ha suficiente distancia para evitar problemas con su disipación se encuentra la placa del micro.

Luego la de comunicación del micro con el PC, y la placa que se encuentra en lo más alto de la torre es la de los sensores, ya que estos no deben "ver" nada en su camino (excepto las paredes del laberinto, por supuesto), y si estuvieran más abajo tendríamos problemas en cuanto a ver las ruedas.

La batería se encuentra situada debajo de los motores, para asegurar que todo el peso está abajo (es lo que más pesa del robot), y en simetría con el eje de los motores, para asegurar la estabilidad y equilibrio. Está unida a los motores mediante gomas elásticas, para poderla quitar y poner rápidamente si fuera necesario.



3. Arquitectura hardware

Teseo está formado por cuatro placas, todas ellas cableadas. Explicadas en el orden de colocación en la torre, de abajo a arriba:

- La primera es la placa de potencia, formada por un puente en H (C.I. L293D) para alimentar los motores y un CMOS 4050 para acondicionar las señales del micro a las del puente. Esta placa tendrá la alimentación a 9V. Proveniente de la batería, y de ella saldrán varios conectores de alimentación a 5 V., mediante el regulador 7805, que alimentarán a las restantes placas.
- La siguiente placa es la del microcontrolador. Utilizamos un 68HC11 de la marca Motorola, ya que es un microcontrolador que nos proporciona capacidad para varios puertos, comparadores, ADC's y temporizadores en un mismo encapsulado.
- La placa por encima de ésta es la de comunicación entre el 68HC11 y el PC, gracias a la cual podemos programarle directamente. Tiene un Max232 para adaptar las señales de la comunicación serie (TTL <-> RS232), y es el propio micro el que nos permite esta comunicación.
- La última placa está formada por un soporte de PVC, al cual están atornillados los sensores mediante unas escuadras, para dejarlos éstos en posición vertical, y una pequeña placa sobre ésta con conectores, para conectar ahí los cables provenientes de los sensores y que salen hacia el micro, asegurando así la conexión de los sensores, haciéndola más fiable.

Los sensores que vamos a utilizar son de infrarrojos, de la marca SHARP, modelo GP2D12, que nos dan un valor analógico según la distancia a la que nos encontremos de ellos. Gracias a ello,

vamos a poder seguir las paredes, y saber cuando hay bifurcaciones en el laberinto.



4. Software y estrategias de control

El control del robot se va a realizar mediante un PID, utilizando sólo la característica P, por ser la más sencilla de implementar en el ensamblador del HC11.

Esta rutina, va a tomar los valores que nos dan los sensores laterales de distancia (GP212), van a calcular el error, y en base a él, actuarán sobre los motores (mediante PWM) para corregir la situación del robot respecto a las paredes laterales, con lo que conseguiremos nuestro objetivo de caminar justo por la mitad del carril, para poder hacer los giros con seguridad de no darnos contra una pared.

Puesto que hemos observado que uno de los sensores funciona peor que el otro, vamos a hacer que nuestro robot siga la pared de la derecha, si la hay, si no, seguirá la de la izquierda, y si ésta tampoco estuviera (debemos estar en una bifurcación con dos salidas laterales) que camine en línea recta, haciendo por programa y no mediante las medidas de los sensores, que el error sea 0.

Para saber cuando pasamos de una "celda" a otra (celda es la distancia de 40*40 cm) vamos a activar unos temporizadores, que se irán incrementando en la interrupción de tiempo real (RTI) del 68HC11, que la hemos configurado para que se active cada 4,1 ms. Así, sabiendo que nuestro robot anda a una velocidad media de 30 cm/s, podemos averiguar cuanto tiempo hace falta para que recorra los 40 cm/s, dividirlo entre 4,1 ms y darle ese valor al contador.

Para los giros a derecha e izquierda vamos a utilizar el mecanismo similar, ahora calcularemos cuanto tiempo se tarda en girar y lo mismo que antes, le meteremos el valor al contador para que el robot gire durante ese tiempo.

¿Cómo Teseo sabe cuando hay que girar o avanzar?

Gracias a que ya se conoce de antemano el laberinto, se han introducido en la memoria del HC11 todos los posibles "camino", es decir, avanza - avanza -gira derecha-avanza..., de cada uno de los posibles recorridos (pues no sabemos donde van a estar la entrada y la salida), implementados en 4 bits. Los dos primeros bits son las

lecturas de los sensores (veo pared = 1 , no veo pared =0), y los otros dos la acción a realizar (00 = avanza, 01 = gira derecha , 10 = gira izquierda) .

Para saber si el camino es el correcto, primero leemos los sensores, y comparamos con la medida que tenemos en memoria para ver si coincide.

Si ésta coincide es que vamos por el camino correcto, y seguimos con el siguiente paso en memoria (comparamos y si correcto actuamos).

Si no coincide, es que deberíamos ir por otro camino, deshacemos el camino andado (invertimos las ordenes, y vamos desde la que nos hemos quedado a la primera) , cogemos otro posible camino de memoria y volvemos a empezar a comparar y actuar.

Se ha planificado esto, porque en principio y aunque a día de hoy no se conoce el laberinto definitivo, en el dado como ejemplo no coinciden demasiado los diferentes caminos con las diferentes entradas, y así, cuando Teseo haya conseguido dar 4 o 5 pasos podemos estar seguros que ya hemos elegido el camino correcto.

5. Características físicas y eléctricas más relevantes

Teseo es capaz de girar sobre sí mismo 90° , gracias a sus motores independientes, característica relevante para en las bifurcaciones no tener problemas con las paredes. Además, tiene unas dimensiones reducidas, lo que nos permite mantenerlo con seguridad dentro del laberinto sin que se quede atascado con nada.

Sus dimensiones son de 15 cm de ancho, que es la medida más importante a determinar para no tener problemas, 20 de largo, y 18 de alto, lo que nos permite que colocando aquí los sensores todavía nos quede un amplio margen de seguridad (7 cm) ,puesto que las paredes del laberinto miden 25 cm de alto.

Medidas (cm)	15*20*18
Peso máximo (gr)	400
Voltaje (placa potencia) (V)	9
Voltaje (otras placas) (V)	5
Consumo medio (mA)	350

Tabla 1. Características relevantes.

Las medidas que han dado los sensores de distancia, ya convertidas a hexadecimal por el ADC del HC11 son:

Distancia (cm.)	Sensor Derecho	Sensor Izquierdo
50	1F	26
40	3C	2C
30	38	39
25	45	43
20	55	52
15	6A	66

10	80	78
----	----	----

Tabla 2. Medidas de los sensores.

6. Agradecimientos

Se quiere agradecer a la Asociación de Electrónica E.U.I.T. de Telecomunicación de U.P.M. su apoyo logístico y sus ideas para la construcción de Teseo. En especial a Manuel Sánchez , a Jesús Donate y a todos los integrantes del G.R. AETEL , por su ayuda prestada en todo momento.

También a todos los familiares, que nos comprenden y ayudan en el duro trabajo de construir un robot.

Finalmente, la ayuda de Laila Oudda Santos fue imprescindible para la elaboración de las fotografías y del poster.

Referencias

- [1] J. Borenstein, H.R. Everett, and L. Feng. *Where am I? Sensors and Methods for Mobile Robots Positioning. University of Michigan. Disponible en internet.*
- [2] CNY70. *Hoja de características de Temic Semiconductors. Disponible en internet.*
- [3] José M^a Angulo. *Microbótica. Ed Paraninfo.*
- [4] Francisco Javier Rodríguez y otros. *El microcontrolador MC68HC11 y herramientas de desarrollo. Publicaciones UAH.*
- [5] P. Spasov. *Microcontroller technology. The 68HC11. Prentice Hall international. 2nd Edition.*
- [6] MC68HC11. *Reference manual. Motorola. Disponible en internet.*
- [7] K. Ogata. *Discrete-time control systems. Prentice Hall international. 2nd Edition.*
- [8] Microbotica S.L. *Microcontrolador MC68HC11: Fundamentos, recursos y programación.*
- [9] S. Romero. *Monitor para familia de microcontroladores MC68HC11. Versión II.*