

Micro-Robot Rastreador “Voyager”

David Gómez Otero - Sergi Hernández Juan

david.gomez@upcnet.es - sergi35@casal.upc.es

616 94 09 58 – 93 351 32 69

Universidad Politécnica de Catalunya

Escuela Técnica Superior de Telecomunicaciones de Barcelona (ETSETB)

Resumen

“Voyager” es un robot de la categoría de “rastreadores” diseñado y construido por dos alumnos de Telecomunicaciones de Barcelona (Politécnica de Cataluña).

1. Introducción

Construido sobre una base de fibra de vidrio, “voyager” es un robot activado por dos motores de continua.

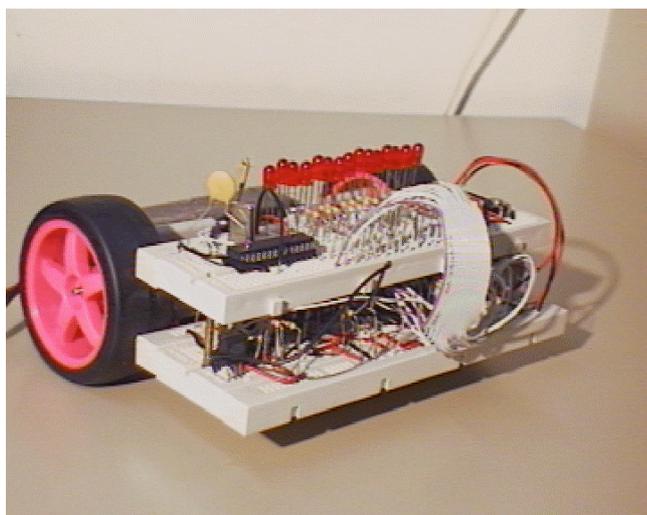


Fig. 1. Fotografía del Robot

El seguimiento de la línea lo realiza mediante el uso de 14 sensores CNY-70 dispuestos en forma circular sobre el eje de giro del robot.

El algoritmo de control está basado en un “Proporcional Derivada”.

2. Plataforma mecánica usada

La base mecánica del robot, consiste en una lámina de circuito impreso de 3mm de grosor. La fibra de vidrio que compone un circuito impreso es resistente a la vez que permite ser modelada sin dificultad. La gran ventaja que supone usar dicha placa es la posibilidad de insolarla como si de un circuito impreso se tratase.

El fotolito usado para el diseño de la base incluye marcas que indican la posición exacta de los motores así como del punto de apoyo, permitiendo una mayor exactitud. Por otro lado hemos dispuesto los sensores sobre la misma base, que

incluye las pistas para la distribución de las señales así como un conector de salida para cable plano. Esto nos permite una mayor fiabilidad puesto que la misma base es la placa de sensores.

El robot es controlado por dos motores de continua. Para la realización del robot hemos usado motores de juguetería (Tamiya Planetary Gear Box Set.). Estos motores tienen la particularidad que permiten una reductora configurable por el usuario, desde 16:1 hasta 400:1. De este modo, la velocidad del motor puede ser ajustada según la velocidad de respuesta del algoritmo. Cabe destacar el económico precio de dichos motores (sobre 4.000pts la unidad).

Las ruedas usadas son ruedas de coche teledirigido de gasolina (Kyosho 260/40ZR18). Dichas ruedas proporcionan un gran agarre. Las ruedas se acoplan al eje del motor mediante una pieza hexagonal, lo que permite una gran fijación al eje.

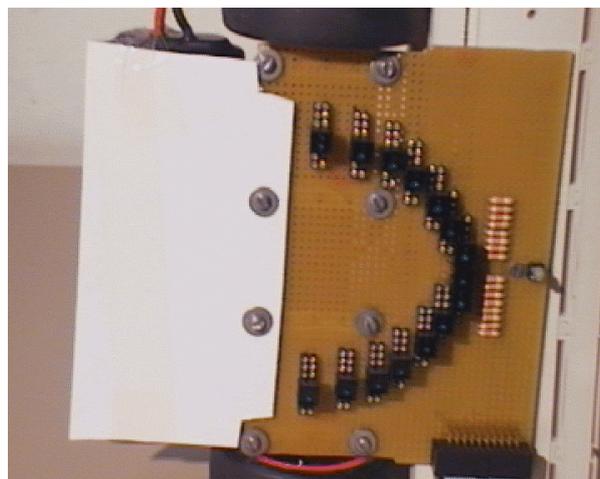


Fig. 2. Disposición de los sensores

Los sensores que detectan la línea negra, están dispuestos en configuración de semi-elipse con un radio menor de 4cm y mayor de 5 cm, de modo que su centro coincide con el eje de giro del robot, esto permite al robot girar sobre sí mismo, actuando los sensores como si de un transportador de ángulos se tratase. La disposición no en línea recta de los sensores nos da información en 2 dimensiones en lugar de 1 dimensión (caso sensores línea recta).

3. Arquitectura hardware

El hardware del robot se encuentra en dos placa de circuito impreso de dimensiones 11x8 cm y 11x14cm. En la placa pequeña está el hardware interface de los sensores. En la placa grande encontramos el hardware de control de los motores y la CPU del sistema.

El robot es controlado por un microcontrolador PIC16F874 de la familia Microchip [1]. Dicho microcontrolador tiene un core a 8 bits y funciona a 20MHz. Cuenta con 4Kbytes de memoria Flash, 192bytes de RAM y 256Bytes de EEPROM, suficientes para nuestra aplicación. La familia de microcontroladores 16F87x cuenta con un sistema de programación y debugado en sistema. Con tal fin, se ha dispuesto un conector externo que permite conectar el robot a una placa externa que, conectada al PC, permite la programación del microcontrolador sin sacarlo.

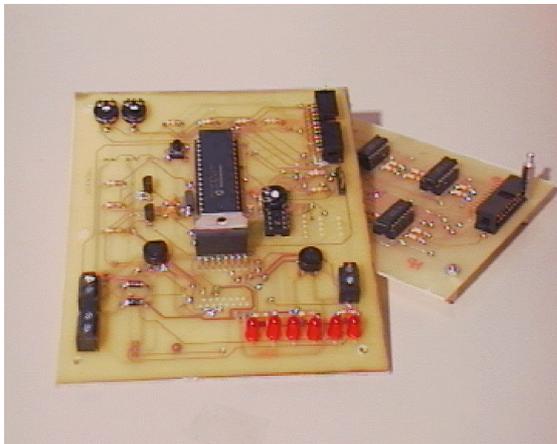


Fig. 3. Fotografía del circuito impreso

Los motores son controlados por dos drivers L298[2] en paralelo. Dicha configuración se debe a la resistencia de conductividad del driver, aproximadamente 1Ω , que presenta un orden de magnitud similar a la impedancia interna del motor, lo que nos hace perder aproximadamente un 40% de la potencia en el driver en lugar del motor. Al disponer dos L298 en paralelo conseguimos dividir por 2 las pérdidas en el driver y logramos reducir las pérdidas hasta 15%. Los drivers cuentan con disipadores.

Los sensores que permiten la detección de la línea negra usados son los CNY-70 [3], que integran emisor y receptor en un mismo encapsulado. Dicho sensor cuenta con un filtro óptico en el receptor, que bloquea la luz ambiental. Esto nos proporciona un sistema de detección robusto y de fácil montaje. Los sensores se han polarizado mediante una resistencia de 220Ω . El receptor está conectado a un amplificador operacional en modo comparador. En la otra pata del comparador se dispone una tensión de valor variable, que nos permite establecer el umbral de decisión entre blanco/negro. La salida del comparador va directamente conectada a un pin de I/O del micro. Este

sencillo circuito es muy robusto y nos proporciona una precisión y ajuste suficiente.

El robot también tiene un sensor de contacto en la parte frontal, que permitirá detener los motores al chocar contra algún obstáculo.

Sensores usados	Aplicación.	Fabricante
Contacto	Detección de obstáculos	----
Infrarrojos	Detección de línea	CNY-70 (vishay)

Tabla 1. Tipo de sensores usados

4. Software y estrategias de control

El sistema de tracción es controlado mediante un PWM (Pulse-Width Modulated) y un bit de dirección por motor. El PWM es generado vía hardware por el microcontrolador, su ciclo de trabajo es configurado por el programa de control.

El bucle principal del programa realiza una inspección del valor de los sensores y realiza correcciones sobre la velocidad de los motores en función de la posición detectada de la Lina negra. Los sensores se han dispuesto con una separación tal que permita haber uno o dos sensores detectando la Lina simultáneamente. Esto nos otorga 14 niveles de detección usando tan sólo 7 sensores.

El control realizado es pues una versión del algoritmo “proporcional y derivado”. Corregimos la velocidad de los motores de forma proporcional a la derivada del error detectado en los sensores. El error es una simple resta entre el valor actual de los sensores y el valor de estos cuando el robot va recto. Con el fin de realizar correcciones suaves cuando la desviación del robot es poca y abruptas cuando la desviación aumenta, usamos la derivada del error. Dado que realizar la derivada en un microcontrolador de 8 bits es muy costoso, se opta por usar una tabla de valores.

Dada la gran velocidad del robot, es posible que la reacción de los motores sea tan lenta que la línea ya haya desaparecido antes de realizar la corrección pertinente. Para mejorar dicho aspecto, se dota al robot de memoria. De este modo el robot se acuerda de todo lo que ha pasado (en cierta ventana temporal) y retoma el camino correcto, aunque ya haya perdido la Lina.

5. Características físicas y eléctricas más relevantes

Troncomobil tiene unas dimensiones de 14x12x9cm y pesa aproximadamente 2kg.

El usar dos motores para controlar el robot, junto a la disposición circular de los sensores, permite a “voyager” seguir cualquier ángulo de giro. La limitación en este caso es la velocidad con la que el robot entra en la curva, de modo que le dé tiempo al robot de reaccionar. Los motores usados permiten a “voyager” una velocidad punta de aproximadamente 50 cm/s.

El robot usa una batería de 7.2V y una potencia de 1200mAh. Consume aproximadamente 1 A.

Dimensiones	14x12x9 cm
Peso	2Kg
Velocidad max	200cm/s
Batería	7.2v, 1200mAh
Consumo	1A

Tabla 1. Características del robot

6. Conclusiones

Alcabot 2001 ha sido un reto para nosotros, pues es la primera ocasión en la que decidimos tomar parte como concursantes en un certamen de robótica. La construcción de “voyager” ha sido un reto para nosotros, dándonos cuenta de la dificultad implícita en la construcción de un robot.

Consideramos la experiencia muy positiva y, sea cual sea el resultado de la competición, estamos contentos al haber terminado la construcción del robot.

7. Agradecimientos

Agradecemos a Vicente Villegas, profesor del departamento de electrónica de la ETSETB de la UPC por su colaboración y ayuda en los momentos más cruciales.

Agradecemos a Manel García, maestro de los laboratorios de electrónica por su ayuda y consejos.

Agradecemos a Alfonso Méndez, por prestarnos su laboratorio de mecánica, dónde pudimos realizar la fabricación de las placas de circuito impreso.

Agradecemos a Monste y a Roger, por su inestimable ayuda, apoyo y consejos de última hora (suerte con el robot de Sumo).

Referencias

- [1] <http://www.microchip.com>
- [2] <http://www.st.com>
- [3] <http://www.vishay.de>