

Tiny-Ant. Un Robot Rastreador Basado en Microcontroladores PIC

Francisco Bas Esparza, Humberto Martínez Barberá, Miguel Ángel Zamora Izquierdo, Juan Pedro Cánovas Quiñonero, Diago Alonso Cáceres

Dep. de Ingeniería de la Información y las Comunicaciones
Universidad de Murcia
30100 Murcia

franbas12@hotmail.com, humberto@um.es, mzamora@um.es, juanpe@dif.um.es, dalonso@um.es

Resumen

Tiny-Ant es un robot de bajo coste diseñado para seguir líneas a alta velocidad. Se trata por tanto de un robot rastreador, que utilizando su siete sensores de infrarrojos es capaz de seguir líneas negras. En una primera versión se utilizaban tres microcontroladores, uno de la casa Dallas semiconductor y dos de la casa Microchip, unidos por una red CAN. En esta segunda versión se ha tratado de simplificar al máximo el sistema con el fin de aumentar la velocidad de respuesta del controlador, y por tanto aumentar la velocidad de reacción del vehículo. Ahora el control del sistema está íntegramente en un microcontrolador de la casa Microchip.

1. Introducción

En la anterior edición de ALCABOT (ALCABOT2001), la universidad de Murcia presentó un único robot el concurso, en la categoría de robots rastreadores. El denominado Tiny-Ant

La primera versión de Tiny-Ant disponía de tres placas microcontroladoras, una de ellas basada en el microcontrolador de 16 bits DS80C390 del fabricante Dallas Semiconductor, las otras basadas en el microcontrolador de 8 bits PIC16F877 de la casa Microchip [1]. El primer microcontrolador forma parte de una tarjeta microcontroladora denominada TINI [2] (Tiny InterNetwork Interface), de ahí el nombre original del robot móvil.

Las tarjetas microcontroladoras estaban conexionadas a través de un bus CAN. La arquitectura estaba distribuida de tal forma que uno de los microcontroladores PIC se encargaba de la adquisición de las medidas de los sensores, la tarjeta TINI se encargaba de la ejecución del controlador, y por último la tercera placa basada en otro microcontrolador PIC se encargaba de la actuación sobre los motores.

La idea de esta arquitectura hardware proviene de robots de mayor complejidad, que realizan tareas más complejas. Esta primera versión resultó excesivamente cara y compleja para

la realización de una tarea más simple como puede ser la de seguir una línea.

En la presente edición del concurso se presenta una versión simplificada de la misma plataforma. En esta ocasión se ha reducido la complejidad de la arquitectura hardware a un solo microcontrolador PIC16F877. En este caso el microcontrolador se encarga de leer los sensores de infrarrojos, implementar un controlador de orientación del vehículo, y actuar sobre los motores del mismo.

En las sucesivas secciones se va a detallar las características técnicas del robot Tiny-Ant.

2. Plataforma mecánica

En la figura 1 se puede ver una imagen de la plataforma de Tiny-Ant. Se trata de un robot de 19x25 cm de base, con cuatro ruedas de 9.6 cm de diámetro.

El robot está provisto de cuatro servomotores, uno por rueda. La configuración del robot es diferencial, siendo simultáneo el movimiento de las dos ruedas de cada lado.

Para aumentar la velocidad de vehículo, el módulo de la dirección será siempre el valor máximo, quedando solo a expensas del controlador la dirección del vector velocidad.

Por último, la estructura del robot está formada por dos placas de aluminio, unidas por separadores del mismo material. Sobre cada una de las placas se sitúan la placa microcontroladora, circuitos de alimentación y placa de calibración de los sensores de infrarrojos.

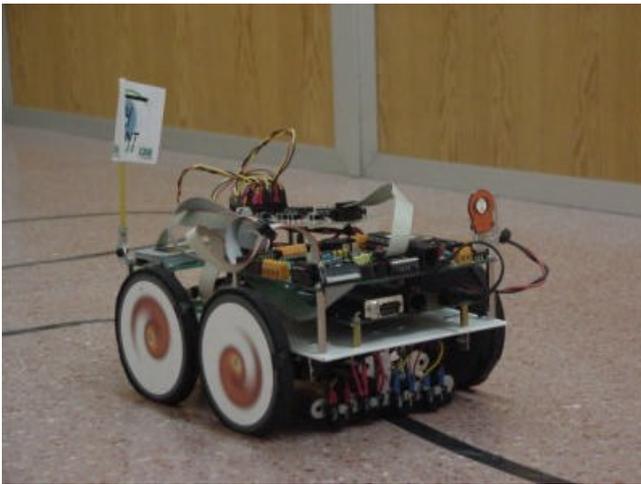


Fig. 1. Imagen de Tiny-Ant

3. Arquitectura Hardware

El micro-robot Tiny-Ant, en su segunda versión está provisto de dos placas de circuito impreso. La primera de ellas corresponde a la placa del microcontrolador, la segunda corresponde a la calibración de los sensores de infrarrojos.

El sistema sensorial está formado por siete sensores de infrarrojos, que detectan el color. Estos dispositivos están formados por un diodo LED emisor de rayos infrarrojos y un fototransistor que conduce cuando se excita su base con la energía infrarroja emitida por el LED (figura 2).

Para que se produzca reflexión de la energía infrarroja emitida, el sensor se tiene que colocar a una distancia de 4.5 mm de la superficie de reflexión.

Estos sensores cambian la tensión de salida en función del color de la superficie de reflexión, y por tanto sirven para detectar la línea negra sobre fondo blanco.

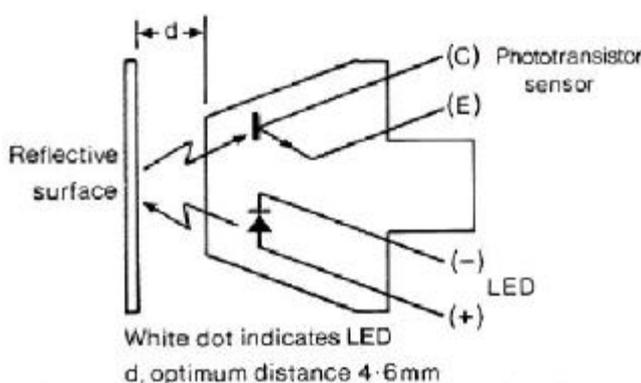


Fig. 2. Imagen de Tiny-Ant

En el caso del Tiny-Ant, el umbral para diferenciar el color se hace externamente al microcontrolador, introduciéndose al mismo solamente el valor digital de blanco o negro. La calibración de cada sensor se hace a través de potenciómetro, situado en una tarjeta accesible para hacerse en momentos previos al concurso.

Los sensores de infrarrojos están situados en fila en la parte delantera del micro-robot (figura 1), de tal forma que siempre se tiene una referencia de blanco y negro en la línea de avance del robot.

El sistema de motores está formado por cuatro servomotores Futaba, a los que se le ha eliminado el controlador de posición y los topes de posición.

El control de los motores se hace a través de una señal de PWM. Dicha señal es suministrada por el microcontrolador PIC16F877 a través de su puerto CCP1 configurado con salida en modulación PWM. La adaptación a los motores se hace a través de puentes en H mediante el integrado L293.

Sensores	Actuadores	Procesador
7 Infrarrojos RS 307-913	4 servomotores Futaba	PIC16F877

Tabla 1. Sistema sensorial de Tiny-Ant

La placa del microcontrolador PIC está provisto del circuito de programación ICD-ICSP (In Circuit Debugger – In Circuit Serial Programming) de Microchip, con el fin de que el cambio del software sea rápido y pueda hacerse en cualquier momento si alterar el micro-robot.

Esta misma placa está provista de un LCD de cuatro líneas con el fin de poder depurar el software, así como calibrar los sensores si fuese necesario.

Por último, la alimentación de robot es a través de un paquete de baterías de NiCd de 8.4 voltios y 2400 mAh. Dicho paquete se articula en la plataforma de forma que su cambio en la competición sea inmediato en caso de necesitarse.

4. Software y estrategias de control

El microcontrolador PIC es el encargado de la ejecución de las estrategias de control del robot rastreador. En definitiva se trata de hacer un recorrido lo más rápidamente posible teniendo como única referencia del circuito una línea de color negro.

Como hemos dicho en la sección anterior, los sensores de infrarrojos colocados en fila permiten saber cual es la posición de la línea negra a seguir entre los ejes de las ruedas del robot, una vez detectada inicialmente.

La lectura y binarización de las medidas de los sensores, permite tener en todo momento una referencia de la situación de la línea negra respecto al centro del robot. Un controlador PI se encarga del control de la dirección del vehículo.

Al mismo tiempo, la segunda cuestión es la de la detección de las bifurcaciones en el caso de los cruces que existen en el circuito. Debido a la posibilidad de barrido simultáneo de la zona de las líneas, mediante procesamiento simple de la señal, es posible detectar la existencia de la doble línea en

los tramos de los cruces y por tanto indicar hacia que lado debe dirigirse el robot en el cruce.

Por último la programación del controlador en el PIC se ha realizado en lenguaje C, utilizando aritmética en coma fijo.

7. Conclusiones

La realización de microrobots como el detallado en este documento permite introducirse en los robots móviles de una forma sencilla y a bajo coste.

Se ha podido ver como con una arquitectura muy simple y un número reducido de sensores se puede construir un microrobot capaz de seguir líneas.

8. Agradecimientos

Para la realización de este trabajo se ha contado con la financiación del proyecto CICYT TIC2001-0245-C02-01

Referencias

- [1] Microchip Technology Inc, *PIC16F877 Handbook*, 1999.
- [2] D. Loomis, *The TINI Specification and Developer's Guide*. Addison-Wesley, first edition, June 2001.