

Sensores y actuadores para robots móviles: Sensor de distancia y motor de corriente continua

Marcel Tresànchez Ribes

Ingeniería Técnica Informática de Sistemas

Trabajo dirigido por: Jordi Palacín Roca y José Antonio Salse Larraz

Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial. Jaume II, 69, 25001 Lleida

e_mail: palacin@diei.udl.es, mtresanchez@hotmail.com

Resumen

En este trabajo se va a realizar el estudio y caracterización de un sensor de distancia por infrarrojos y de un motor de corriente continua. Ambos transductores forman parte del diseño de un robot móvil; con el sensor de distancia se va a implementar un sensor giratorio que permita realizar una exploración del entorno del robot mientras que la caracterización del motor permitirá mejorar su control de trayectoria. Para ello se ha realizado la calibración del sensor distancias mediante un polinomio de sexto grado y se ha deducido la función de transferencia de primer orden del motor.

1. Introducción

La robótica móvil presenta dos problemas principales: el control de trayectoria, para garantizar que el robot llegue a su destino, y la obtención de información de su entorno, no solo para evitar colisiones sino también para intentar reconocer su posición (cerca de una pared, una puerta, etc.).

En la primera parte de este trabajo se realiza el estudio y calibración de un sensor de medida de distancias para, posteriormente, crear un sistema de exploración rotativo capaz de obtener información del entorno del robot.

En la segunda parte del trabajo se realiza la modelización de la función de transferencia velocidad-tensión del motor mediante el ajuste por mínimos cuadrados no lineales de su respuesta a un escalón de tensión. La validez del modelo se ha comprobado comparando los resultados de simulación con los datos experimentales obtenidos en un bucle de realimentación con un controlador integral.

2. Sistema de exploración del entorno

El sistema de exploración del entorno está formado por un sensor Sharp GP2D12 [1] (fig. 1) encargado de realizar la medida de distancias y por un servomotor encargado de situar el sensor en el ángulo apropiado para la realización de la medida.



Fig. 1. Sensor Sharp GP2D12.

2.1. Calibración del sensor de distancia

Para la realización de la calibración se ha utilizado una placa de adquisición de datos formada por un microcontrolador PIC16F877 [2] en el que se ha programado una entrada analógica para poder leer la salida del sensor y luego ser mostrada en una pantalla LCD.

El sensor Sharp GP2D12 realiza la medida de distancia mediante triangulación a partir de un haz de luz infrarroja. El sensor tiene un rango de medida de 80 cm, generando una señal analógica entre 2 i 4 V, proporcional a la distancia medida. La figura 2 muestra la curva característica del sensor que ha sido calibrada y ajustada con un polinomio de grado 6.

$$\text{Dist} = 875 + 0,9adc - 99,14 \cdot 10^{-3}adc^2 + 7801 \cdot 10^{-6}adc^3 - 2,67 \cdot 10^{-6}adc^4 + 4,32 \cdot 10^{-9}adc^5 - 2,68 \cdot 10^{-12}adc^6, \quad (1)$$

donde adc es el valor del conversor utilizado, con una resolución de 10 bits en un rango de 0 a 5V.

Para distancias más pequeñas de 10 cm el sensor repite valores, por eso se descarta poder encontrar un objeto en esas distancias. A partir de 70 cm el error medio generado se incrementa considerablemente. El error máximo esperado en un rango entre 10 e 70 cm es de 25 mm.

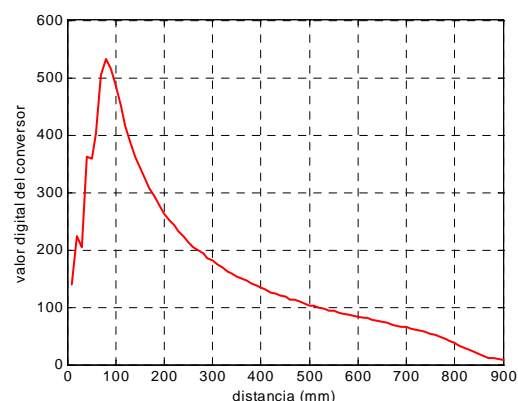


Fig. 2. Curva característica del Sharp GP2D12.

2.2. Implementación del sistema d'exploración

Para realizar una exploración, se ha programado el PIC16F877 para situar el servo en diferentes ángulos. En la figura 3 se muestra el resultado en el proceso exploración para un caso particular.

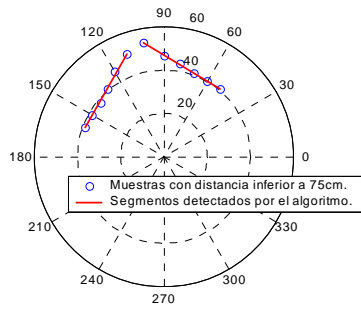


Fig. 3. Ejemplo de exploración: imagen real y medición del sensor. La línea indica que el robot ha detectado rectas correspondientes a paredes.

3. Modelización del motor

La mayoría de los robots móviles disponen de dos ruedas motrices acopladas a sendos motores de corriente continua. El motor utilizado BS138F.12.36 [3] dispone de un encoder magnético de 3 pulsos por vuelta y una reductora con ratio 36:1. El control de los motores se realiza mediante una placa de desarrollo del microcontrolador PIC18F8720 [2]. La figura 4 muestra el prototipo del robot móvil a controlar.



Fig. 4. Prototipo del robot móvil.

Para poder identificar la función de transferencia del motor (2) se ha realizado el ajuste mediante mínimos cuadrados no lineales de los datos experimentales de arranque del motor utilizando la función *lsqnonlin* de Matlab [4]. Se han obtenido valores de amplitud y constante de tiempo para diversas excitaciones y se ha tomado como modelo definitivo el promedio de los resultados.

$$H(s) = \frac{V_e(s)}{\omega(s)} = \frac{2.0062}{0.0569s + 1} \quad (2)$$

3.1. Control del motor

La función de transferencia se ha incluido en un bucle de control y se ha simulado su funcionamiento en Simulink [4]. Tras experimentar con diversas estrategias se ha optado finalmente por un controlador integral ya que garantiza un arranque suave de los motores (fig. 5).

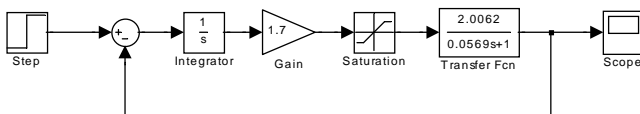


Fig. 5. Controlador integral en tiempo continuo.

La figura 6 compara el comportamiento simulado y real del controlador propuesto frente a un arranque del motor en

forma de escalón con una amplitud equivalente a 1250 rpm. Puede observarse una gran similitud entre los datos experimentales y de simulación.

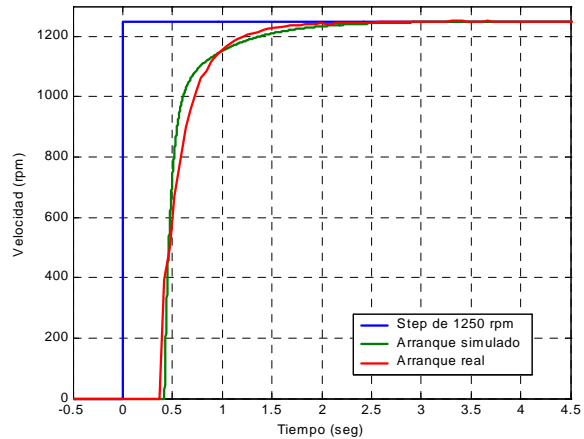


Fig. 6. Arranque simulado y real del motor.

4. Conclusiones

En el sensor de distancia se ha observado que a partir de 70 cm el sensor genera un error considerable, por lo que se ha optado por reducir el rango de medida. También se ha observado una dependencia de la medida del sensor respecto al material en que este compuesto el objeto reflector. Finalmente se ha podido calibrar el comportamiento del sensor utilizando un polinomio de sexto grado, con un error máximo de 25 mm en todo el rango de medida. Se ha verificado experimentalmente que los datos aportados por el sistema de exploración permiten detectar si el objeto situado en las proximidades tiene una cara plana.

En el motor se ha observado que el encoder utilizado generaba una señal no simétrica, lo que ha obligado a un preprocesado de dicha señal antes de obtener la velocidad de giro. Se ha diseñado y probado un procedimiento experimental para la obtención de la función de transferencia de un motor DC con una gran coincidencia entre los datos reales y los obtenidos mediante simulación. Se ha demostrado que con un sistema de control integral es suficiente para controlar la velocidad del motor.

Referencias

- [1] Sensor Sharp GP2D12. <http://sharp-world.com/products/device/>
- [2] Página web de Microchip. <http://www.microchip.com/>
- [3] Hoja de características del motor DC BS138F.12.36. http://www.adinco.nl/html/iron_core_dc.html
- [4] Página web de Matlab y Simulink. <http://www.mathworks.com/>