

Autómata Modular Libra Obstáculos “Minotauro”

Rincón Barragán José De Jesús, Tovar Arriaga Saúl, Aceves Marco Antonio, Gorrostieta Hurtado Efrén, Ubaldo Giovanni Villaseñor y Ramos Arreguín Carlos Alberto

Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Informática.
Campus Juriquilla, Avenida de las Ciencias s/n, Juriquilla Querétaro Qro. CP. 76230
jedsay@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo describe el diseño y construcción de un robot modular bajo la plataforma Arduino que utiliza algoritmos de inteligencia artificial, en la toma de decisiones, basándose en la lectura de los diferentes sensores de proximidad acoplados en el mismo para así librar obstáculos y encontrar la salida de laberintos.

Este estudio se enfoca en el estudio del algoritmo conocido como “Regla de la mano derecha” para la toma de decisiones y se estudia su eficacia en para salir de laberintos.

Palabras clave: Regla de la mano derecha, plataforma Arduino, Autómata móvil, robot con tracción diferencial

1. Introducción

Los robots hace años dejaron de ser un mito de la ciencia ficción. Esta disciplina sirve para facilitar grandes aspectos de nuestra vida. Hoy en día su presencia crece cada vez más en las diferentes ramas de la industria e investigación. Existen dos divisiones principales en la forma de operar dichos robots, la primera y más utilizada en la industria es la teleoperación, donde se necesita de un operador humano para realizar las tareas y en la que este estudio se enfocara. El segundo son los Autómatas, los cuales realizan sus tareas previamente programadas y son capaces de cambiar o alterar su manera de actuar de acuerdo a las diferentes lecturas adquiridas de su medio a través de los diferentes sensores que estos emplean.

Otra clasificación importante en los robots son los conocidos como fijos o empotrados, los cuales realizan sus tareas o funciones en el lugar donde estos fueron instalados o colocados. Este tipo de robots son

principalmente usados en el área de la industria de ensamblaje. La otra clasificación es la de robots móviles, estos se caracterizan por poder adaptarse al medio que los rodea y de esta forma cumplir con su objetivo o tarea programada. En esta clase podremos ver los que se desplazan a través de ejes o rieles (los cuales sus movimiento o alcances están limitados a su riel, utilizados en la industria), los que se desplazan con orugas (considerados para todo terreno), patas (principalmente su estructura está basada en insectos), ruedas (utiliza las ruedas para desplazarse, en esta variedad se encuentra el autómata), los que flotan y usan hélices para desplazarse, los sub acuáticos y los que pueden volar como son los cautricopteros. Los robot móviles para poder adaptarse al medio que les rodea requieren de sensores, existe una gran variedad de sensores con diferentes características por lo que son seleccionados para las tareas que se desea que este realice, con las diferentes lecturas adquiridas por medio de estos dispositivos la inteligencia artificial programada u teleoperado puede tomar decisiones para continuar con su objetivo.

La característica de autonomía en el robot, debe ser analizada a conciencia, para ver en qué medio queremos que se desempeñe. Si por alguna circunstancia el autómata es colocado en un medio para el que no fue programado ni diseñado es muy probable que no pueda realizar su tarea. Es por ello que el análisis, tanto para el diseño como para la programación, pueda llevar muchas horas hombre, donde los analistas tratarán de prever todas las posibles variables del medio donde se desenvolverá el robot autómata.

La regla o ley de la mano derecha [4] es un método para denominar direcciones vectoriales, y tiene como base los planos cartesianos. Se emplea prácticamente en dos maneras; la primera principalmente es para direcciones y movimientos vectoriales lineales, y la segunda para movimientos y direcciones rotacionales. Muchas máquinas y

procesos industriales observan este orden para ejes, vectores y movimientos axiales, incluyendo la robótica, pues sus doce movimientos fundamentales se adhieren a esta regla.

2. Módulos Sensores y Funciones.

2.1 Tracción Diferencial Holonómico.

Se eligió como forma de desplazamiento un sistema de tracción diferencial el cual es muy adecuado para una mayor movilidad en ambientes cambiantes o con muchos obstáculos. En este tipo de tracción, se debe controlar con mucha precisión la velocidad de los dos motores para, por ejemplo, poder ir en línea recta, girar hacia los costados con a radios diferentes y girar sobre su propio eje (conocido como movimiento holonómico). El control de velocidad de las llantas se realiza por medio de un PWM (*Pulse Width Modulator*) cuya señal es generada por una plataforma Arduino UNO [6] y transmitida a una tarjeta controladora de potencia (*Motor Shield*, Adafruit) el cual posee cuatro puentes "H" integrado en un chip L293D con el cual se pueden controlar motores de corriente directa. La librería "AFMotor.h", en la programación del *Arduino*, nos permite manejar de forma sencilla la dirección y velocidad de cada uno de los motores. Para regular la velocidad de cada motor usamos los encoder de cada rueda junto con par de ruedas de 42x19mm (Pololu Corporation). Los dos encoder están espaciados para proporcionar formas de onda de aproximadamente 90 grados fuera de fase, lo que permite que se determine el sentido de giro y proporcionar cuatro conteos por diente para una resolución de 48 conteos por rotación de la rueda. Esto nos ayuda para poder calcular la velocidad de desplazamiento (Fig. 1):

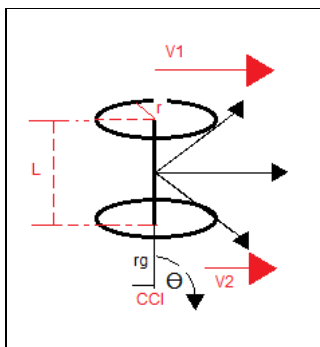


Fig.1 Conducción diferencial
 Donde tenemos que:

- L es la distancia entre los centros de las dos ruedas.
- CCI Centro de Curva Instantáneo
- rg es la distancia desde el punto medio entre las ruedas y el CCI
- v1 y v2 son las velocidades de la rueda derecha e izquierda, respectivamente
- En cada instante, rg v1 y v2 pueden ser distintos

Las fórmulas aplicadas son:

$$V1 = \Theta(rg + L/2) \quad (1)$$

$$V2 = \Theta(rg - L/2) \quad (2)$$

Cuando $V1 = V2$ el robot se desplaza en línea recta. (3)

Cuando $V1$ es diferente de $V2$ el robot gira a la derecha, tan abierto o cerrado como la diferencia entre ellas es decir entre mayor diferencia mayor cerrado la curva y viceversa. (4)

Cuando $V1 = -V2$ ó $|V1| = V2$ el robot gira sobre su propio eje (movimiento holonómico). (5)

Para las coordenadas usamos fórmulas para el desplazamiento en función del tiempo

$$x(t) = \int_0^t [v_r(t) + v_l(t)] \cos[\theta(t)] dt \quad (6)$$

$$y(t) = \int_0^t [v_r(t) + v_l(t)] \sin[\theta(t)] dt \quad (7)$$

$$\theta(t) = \int_0^t [v_r(t) - v_l(t)] dt \quad (8)$$

Elementos del sistema de transmisión diferencial (Fig.2) (Fig3)



Fig.2 Encoder con motoreductor y llanta Pololu

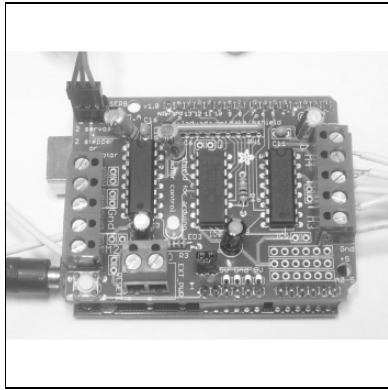


Fig.3 Modulo para el control de motores para Arduino de Adafruit.

2.2 Sistema de adquisición de datos del entorno.

El algoritmo de inteligencia artificial conocido como Regla de la Mano Derecha o también conocido como Seguidor de Paredes, se requiere la lectura constante de los sensores de distancia para poder continuar el avance del robot.

[5] Los sensores que se utilizaron para calcular la distancia son de dos tipos, ultrasónicos e infrarrojos.

Los sensores ultrasónicos pueden usarse para detectar objetos sin contacto y medir la distancia tiene hasta este. Trabajan enviando pulsos de ultrasonidos cíclicamente. Cuando estos son reflejados por un objeto u obstáculo el eco resultante se recibe y se convierte en una señal eléctrica. La detección del eco recibido depende de su intensidad, que depende de la distancia entre el objeto y el detector.

Los sensores infrarrojos sirven también para detectar objetos así como también calcular su distancia. Esto se logra mediante la transmisión de un haz de luz infrarroja. Midiendo el tiempo en que tarde en ser reflejada se puede calcular la distancia del objeto. Este tipo de sensor posee un punto débil, el cual es que da mediciones diferentes de acuerdo a la luminosidad del ambiente. Debido a esto, hay que calibrando de acuerdo al medio donde se desempeñara (el cual deberá ser muy constante). En este proyecto, el ajuste se puede realizar por medio de programación.

2.3 Inteligencia artificial regla de la mano derecha.

El algoritmo de la mano derecha es uno de los más simples para la solución de laberintos. La mayoría de

los seres humano lo aplican sin estar consciente de ello. La idea original para la aplicación del mismo es imaginarse que uno se encuentra en un laberinto del cual deseamos salir, comenzamos a caminar de frente hasta topár con un obstáculo (pared) o encuentras un pasillo a mano derecha, en ese instante se gira 90° a mano derecha y se repiten los dos últimos pasos hasta salir del laberinto. Es fácil ver que este algoritmo siempre funciona si el laberinto tiene una entrada y una salida en el borde. (Fig.4)

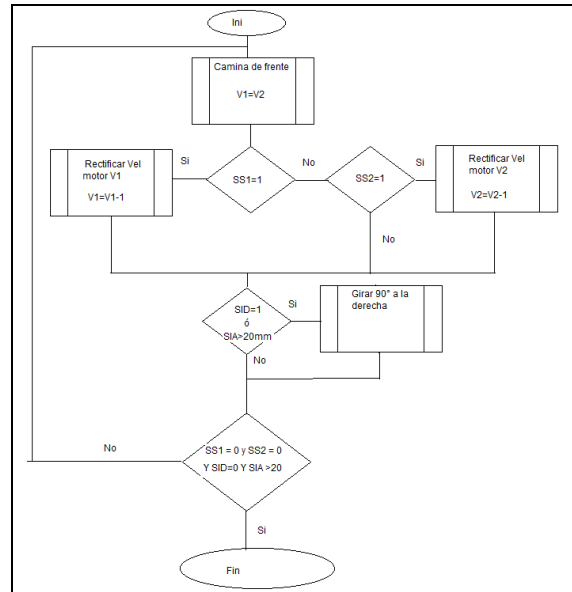


Fig.4 Algoritmo

Los sensores ultrasónicos SS nos sirven para evitar que el autómata se posicione muy pegado a las paredes laterales. El sensor digital infrarrojo SID nos informa si obstáculo se encuentra enfrente para no colisionar con él y gira a mano derecha.

El caso de que el sensor analógico infrarrojo SIA detecte pasillo a la derecha gira 90° para tomar el pasillo y explorar.

Si los sensores cumplen con la condición del ciclo nos da entender que ya salió del laberinto y termino el autómata con su función. (Fig. 5) (Fig. 6) (Fig. 7).

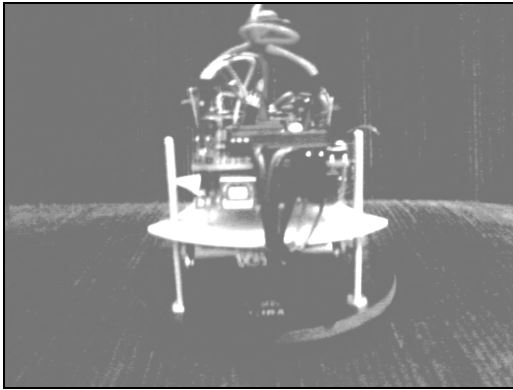


Fig.5 Vista trasera del autómeta

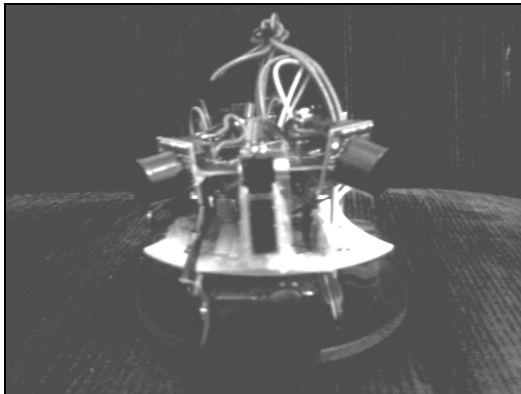


Fig.6 Vista frontal Sensores sónicos apuntando en Angulo y sensor infrarrojo digital apuntando al frente

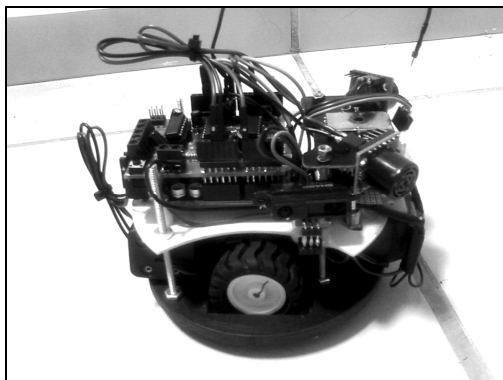


Fig.7 Disposición del sensor infrarrojo analógico

3. Análisis de resultados

Las pruebas fueron realizadas sobre una superficie liza antiderrapante, para evitar que las ruedas de tracción resbalen.

El sensor infrarrojo analógico causaba lecturas erróneas debido a la intensidad de la luz solar, por ende la mayoría de las pruebas fueron realizadas en un ambiente controlado para controlar la intensidad de luz en el área de pruebas.

El rango mínimo al cual pueden medir los sensores ultrasónicos es de 20 cm, lo cual obliga a realizar un laberinto con caminos bastantes amplios.

El alto consumo de energía acaba constantemente las baterías, por lo cual se implementó una fuente de alimentación de dos baterías 9 voltios en paralelo para evitar cambiar constantemente el módulo de 4 pilas de 1.5 V.

4. Conclusiones

El robot fue relativamente sencillo de construir debido a sus características modulares.

Una desventaja del presente algoritmo es que es probable que el autómeta no pueda salir del laberinto. Este caso se puede presentar cuando la salida se encuentre más allá a una bifurcación en la cual se pueda girar tanto a la derecha como a la izquierda y la salida se encuentre precisamente a la izquierda.

Como trabajo futuro se piensa implementar un algoritmo de inteligencia artificial el cual será capaz de salir del laberinto aun contemplando que se dé el caso antes descrito. Además, el autómeta será puesto a prueba en un laberinto con mayor nivel de complejidad. También como trabajo futuro, se piensa utilizar varios robots comunicados por radiofrecuencia los cuales serán capaces de salir del laberinto de manera cooperativa.

Referencias

- [1] McComb G "The robot builder's bonanza", TAB Books, United States of America, 1987
- [2] McRoberts M. "Beginning Arduino", Technology in action, United States of A, edición, 2010.
- [3] Ozer J., Blemings H "Practical Arduino", Technology in action, United States of A, edición, 2009
- [4] Halliday, D. "Física Volumen 1", Compañía editorial continental, México, Décima segunda impresión.
- [5] HR Everett (1995), Sensors for mobile robots, theory and application, A K Peters, Ltd., ISBN 1-56881-048-2
- [6] www.arduino.cc (última revisión: 24 de Agosto del 2011).