



Robot Móvil operado en ambientes interiores dedicado a sistemas de seguridad

S. Ramírez Zavala, N. Barrera Gallegos, I. I. Lázaro Castillo

Mobile Robot in Indoor Environment Dedicated to Security Systems

Recibido: enero 7, 2010

Aceptado: febrero 6, 2010

Palabras clave: administración; producto; DSPs

Abstract:

This paper presents an application of mobile robotics. In this project, we propose the design of a mobile robot used as support in the safe area on a given physical space. The operator can view the area around the robot by remote operation of the camera mounted on the robot. The robot has sensors to know some parameters of the environment in which it moves. The sensor signals are conditioned to be read by a microcontroller which develops intelligent robot control. The robot is based on PIC microcontroller family. This paper describes the construction and operation of the robot and the results obtained.

Keywords: project; design; DSPs

LOS robots móviles se han implementado de diferentes formas como son: con patas, con péndulo invertido, que vuelan, humanoides y con ruedas [1]. Los robots móviles con ruedas pueden estar constituidos por diversos materiales y sensores, estas configuraciones son utilizadas para satisfacer las diversas aplicaciones como extender las actividades realizadas por un manipulador a través de la movilidad por tener características como: tele operación, funcionamiento repetitivo y autonomía e inteligencia, así como, el reconocimiento de lugares y personas, la construcción de mapas, soldar, pintar, etc. [2].

Los robots móviles con ruedas pueden estar constituidos por diversos materiales y sensores

En el caso del área de la seguridad desde la aparición de las cámaras de video, el uso de los robots manipuladores y los robots móviles han sido muy utilizados para desarrollar y apoyar estas tareas de seguridad. La seguridad realizada por personas puede ser ineficaz dado que las personas

que vigilan pueden cansarse al realizar varias rondas durante un tiempo prolongado y esto provocaría que puedan dejar de poner atención en las actividades de seguridad que realizan, es por eso que el uso de un robot que apoye o realice la tarea de seguridad mejorara la seguridad de los espacios físicos, sobre todo donde existan áreas muy grandes ya que los robots hacen su trabajo según un programa o rutina computacional. En el área de seguridad ya existen diversas empresas que ofrecen un sistema de seguridad basado en el uso de robots [2], [3], [4].

Así el objetivo principal de este trabajo, es desarrollar un robot móvil que permita ayudar o realizar las actividades de seguridad de espacios físicos. En la sección dos se describe la estructura general del robot. Los materiales utilizados son descritos en la sección tres. El modo de operación de este robot se presenta en la sección cuatro Al final se mencionan las pruebas y resultados realizados al robot.

En casos seguridad desde la aparición de las cámaras de video, el uso de los robots manipuladores y los robots móviles han sido muy utilizados

ESTRUCTURA GENERAL DEL ROBOT MÓVIL

En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques de las partes generales correspondientes al sistema de control y sensores. En este diagrama se puede destacar la estructura modular del diseño permitiendo que con pequeños cambios el robot pueda aplicarse a otro tipo de actividad.

El programa principal de control se encuentra implementado en un microcontrolador PIC16F877 (microcontrolador A), cuyas funciones principales son recibir y procesar la información provenientes del modulo de radiofrecuencia necesarios para el manejo del móvil, de los sensores de distancia y compas que detectan la información del ambiente, enviar los comandos de movimiento al microcontrolador B que es encargo de estos controlar estos comandos y enviar las señales al módulo de movimiento de la cámara formado por dos motores de pasos y microcontroladores PIC16F84 [4], [5], permitiendo moverla en forma esférica. La cámara

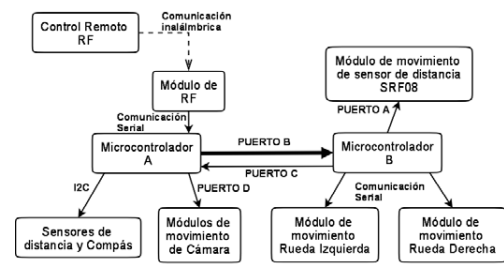


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema.

transmite la señal por radiofrecuencia a un monitor donde el operador encargado de seguridad monitorea el entorno del robot y la seguridad del espacio físico. Se cuenta con dos sensores ultrasónicos, uno mide la distancia a la que se encuentran los objetos y otro mide los desniveles del terreno en que se mueve el robot. Un sensor de compás que realiza la función de una brújula electrónica con respecto al campo magnético terrestre, proporcionando la dirección del robot. En cada módulo de movimiento se tiene un motor de corriente directa (CD) y un microcontrolador PIC18F4431 (especial para controlar motores con sensores) programado con la rutina de control de la velocidad y posición de cada motor. Los motores cuentan con sensores que permiten medir su velocidad y posición. La etapa de potencia de los motores se realiza con circuitos integrados de tipo Puentes-H (LMD18200) diseñado para aplicaciones de control de movimiento en motores de CD. La etapa de potencia y la de control de los motores se encuentran aisladas por medio del optoacoplador H11L1 [6]. El robot móvil cuenta con un sistema de comunicación inalámbrica para la transmisión y recepción de instrucciones de los movimientos del robot y de la cámara por parte del operador [4], [5]. Con la distribución propuesta en forma distribuida del robot móvil permite de una manera fácil y rápida el mantenimiento o corrección de errores del mismo.

En cuanto al diseño mecánico del móvil, se ha optado por el empleo de una plataforma metálica que sirve de apoyo a todo el hardware. La estructura tiene forma rectangular de 24.5 cm. de ancho por 26 cm. de largo y una estructura trasera que sobresale 8 cm como se muestra en la Figura 2a. Además cuenta con soportes en cada esquina de la estructura, donde se colocan las plataformas que sirven de base para los circuitos de control. Se tienen dos baterías que son la fuente de energía del robot. Una de estas baterías alimenta a los motores y la otra alimenta los circuitos de control; y son de 12 Volts a 12 Amperes-hora y 8 Amperes-

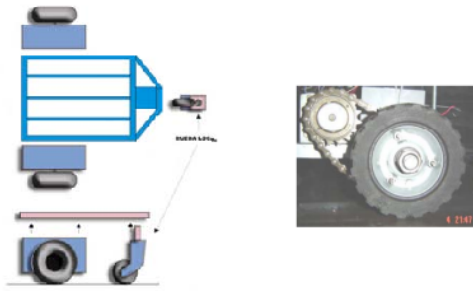


Figura 2. (a) Colocación de las ruedas, (b) Acoplamiento entre motor y rueda llanta acoplada con el motor.

hora respectivamente. La tracción del robot se encuentra en las dos ruedas delanteras. Para ello, en cada rueda están acopladas un conjunto de estrellas de las usadas en las bicicletas. Estas estrellas están acopladas mediante una cadena de eslabones como se muestra en la Figura 2b. La rueda trasera es de libre movimiento que puede girar 360° y sirve sólo de soporte del robot móvil.

**Un robot que apoye o realice la
tarea de seguridad mejorara la
seguridad de los espacios físicos**

En la parte frontal del robot se montaron dos sensores de ultrasonido (SRF08 y SRF02), un sensor permite ver la distancia al frente a la que se encuentra el robot de algún objeto u obstáculo; y se encuentra montado en un motor a pasos permitiendo monitorear hasta 0 180 y el otro sensor se utiliza para saber si existe algún desnivel en el suelo; y está montado sobre una varilla roscada que gira y hace que el sensor se desplace hacia ambos lados del robot de manera secuencial. El movimiento del sensor lo realiza a razón de 4 vueltas por minuto [7], [8], [9]. En la Figura 3 se muestra una fotografía del panel frontal del robot donde se muestra la ubicación de los sensores y la estructura del mismo.

MODO DE OPERACIÓN

El modo de operación lo define el usuario indicando las instrucciones del movimiento del robot en el espacio físico que se desea vigilar, mediante un control remoto

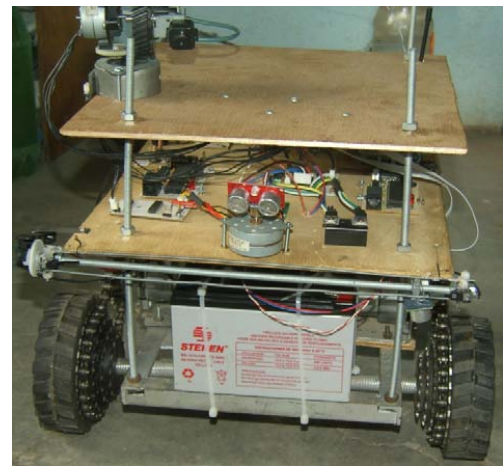


Figura 3. Parte frontal del robot.



Figura 4. Diagrama de conexión del control remoto.

inalámbrico. El diagrama de conexión se muestra en la Figura 4.

El control remoto permite la manipulación de los movimientos del robot a distancia. Está compuesto por un microcontrolador PIC18F2431, dos palancas analógicas, un módulo de radiofrecuencia (TWS315 MHz) [10] y la conexión serial que permite conectar el control remoto a una computadora. Haciendo uso de los módulos de radiofrecuencia se envían y reciben los comandos codificados, enviados desde el control remoto y son interpretados en el robot. Este control se muestra en la Figura 5.

De la Figura 5, la palanca izquierda controla el movimiento del avance del robot, si se mueve para arriba el robot avanzara; si se mueve abajo el robot retrocederá; si se mueve a la derecha o a la izquierda el robot girara sobre su mismo eje a la derecha o a la izquierda respectivamente. La palanca de la derecha controla el movimiento de los motores de paso que sostienen a la cámara. Si la palanca se mueve para arriba o



Figura 5. Control remoto inalámbrico.

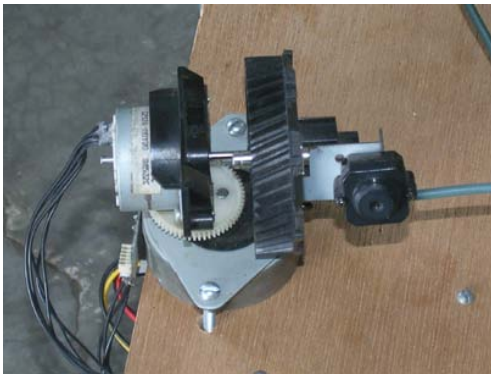


Figura 6. Mini cámara montada sobre los motores de paso.

abajo, el motor de pasos que se encarga del giro vertical se mueve provocando que la cámara gire arriba o abajo respectivamente, Si la palanca se mueve a la izquierda o derecha el motor de pasos que genera el giro horizontal hace que la cámara gire a la izquierda o derecha respectivamente. Con esto se tiene movimientos combinados de los motores de forma esférica, el giro horizontal de la cámara está limitado a 180° en forma horizontal, debido a los cables de alimentación del motor, en la Figura 6 se muestra este arreglo. Las acciones deseadas del robot son recibidas por un módulo de radiofrecuencia (RWS315 [10]) a una velocidad de transmisión de 9600 baudios/segundo, procesadas e interpretadas en el microcontrolador A y dependiendo de la instrucción recibida se realiza la acción de acuerdo a la Tabla I. Cuando se trata de mover al robot el microcontrolador principal transmite el comando necesario (Tabla II) al microcontrolador que controla estos movimientos (microcontrolador B), éste manda las acciones a realizar de cada uno de los módulos de control de las ruedas a través de comunicación serie. Para indicar movimiento en la rueda derecha envía el comando de identificación correspondiente a la letra

Tabla 1. Instrucciones a realizar por el microcontrolador A.

Instrucción	Acciones del robot
11110000	Detiene cualquier movimiento del robot
11100001	Mueve el motor del movimiento horizontal de la cámara hacia la derecha.
11100000	Mueve el motor del movimiento horizontal de la cámara hacia la izquierda.
11010010	Mueve el motor del movimiento vertical de la cámara hacia arriba.
11010000	Mueve el motor del movimiento vertical de la cámara hacia abajo.
10110100	Envía la instrucción al PIC B para que el robot avance
10110000	Envía la instrucción al PIC B para que el robot retroceda
01111000	Envía la instrucción al PIC B para que el robot gire sobre su eje a la derecha.
01110000	Envía la instrucción al PIC B para que el robot gire sobre su eje a la izquierda.

Donde:
 1: indica un voltaje lógico alto.
 0: indica un voltaje lógico bajo.

“D” y para indicar movimiento en la rueda izquierda envía la letra “I”, después de seleccionar la rueda se envía el comando que corresponde al movimiento de dicha rueda como se muestra en la Tabla III. Cuando alguno de los sensores de ultrasonido detecta objetos que obstruyan la trayectoria del robot o algún desnivel el microcontrolador B que controla los movimientos de los motores manda el comando de paro a cada motor con el fin de que el robot no colisione con el objeto.

En cada uno de los módulos de control de movimiento de las ruedas se implemento una rutina de control digital de posición donde interviene un control de velocidad del tipo proporcional-Integral (PI). En la Figura 7 se muestran la distribución de los circuitos de control colocados en la tabla

Tabla 2. Comandos de velocidad recibidos en el microcontrolador B.

Instrucción	Acción del PIC2
00000000	Detiene cualquier acción.
11110001	Envía los comandos de avance.
11110010	Envía los comandos de retroceso.
11110011	Envía los comandos de giro a la izquierda.
11110100	Envía los comandos de giro a la derecha

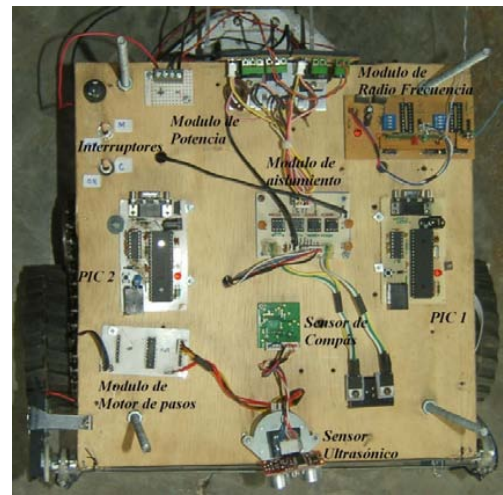


Figura 7. Distribución de los circuitos de control montados en el robot.

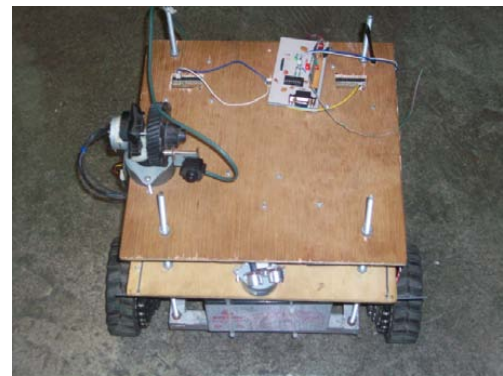


Figura 8. Parte superior del robot.

Tabla 3. Comandos recibidos en los módulos de movimiento.

Carácter	Acción de los módulos de movimiento
S	Detiene cualquier acción.
A	Avanza con velocidad constante
R	Retrocede con velocidad constante
M	Espera recepción de la referencia de posición

que se coloca en la parte de arriba del robot.

En la parte superior del robot solo se encuentra la cámara con los motores de pasos que permiten su movimiento como se muestra en la Figura 8, también se encuentra el circuito receptor de radiofrecuencia con el que se reciben las señales del control remoto.

PRUEBAS REALIZADAS.

Las pruebas realizadas iniciaron desde que se implemento cada uno de los módulos para verificar que se tuviera el comportamiento adecuado por separado por la facilidad del diseño en distribución modular, una vez hecho esto se procedió con la conexión de todos los módulos. Después de interconectar todos los circuitos que componen al robot móvil, fue necesario probar que los programas tuvieran un fun-

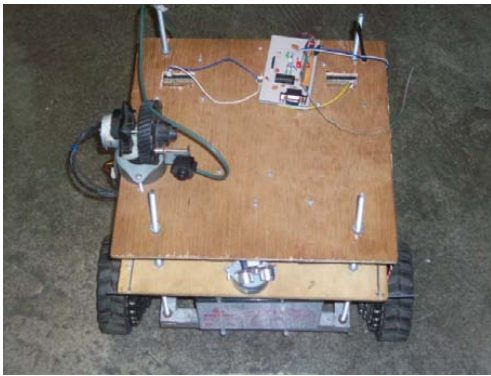


Figura 9. Robot en funcionamiento.

cionamiento adecuado primero para el microcontrolador A y luego para el microcontrolador B.

Se probó en conjunto el funcionamiento del robot, verificando primero que el robot siguiera las instrucciones de acuerdo a los movimientos realizados desde el control remoto, después se probó con obstáculos para verificar el comportamiento de los sensores realizando en todos los casos una buena tarea el robot. Se comprobó la funcionalidad de manejo de la cámara con el robot, presentando buenas características como se muestra en la Figura 9.

1 CONCLUSIÓN.

Se diseñó e implementó un robot móvil; aplicándose como apoyo en el área de seguridad en casas y/o industrias, permitiendo desplazarse con seguridad e independencia ante la presencia de objetos no deseados con una facilidad dentro de un área deseada. Esto debido a que el sistema desarrollado aumenta la información acerca de algunos obstáculos que el robot pueda encontrar en su camino en una distancia de 1 cm. a 25 cm. La utilización de los sensores como fuentes de información del medio ambiente en el que se desenvuelve el robot brinda la posibilidad de ayudar al usuario a alcanzar una trayectoria libre de obstáculos. Al realizar las pruebas se pudieron obtener desplazamientos con velocidades de 25.5 centímetros por segundo. Se mostró la versatilidad del diseño e implementación en forma modular del robot lo que facilitó probar cada uno de los módulos en forma independiente permitiendo la detección de errores en el software y hardware, para posteriormente ir agrupando cada módulo hasta lograr el objetivo deseado. El desarrollo del presente proyecto permite sentar las bases para futuros proyectos en área de robótica móvil.

Bibliografía

- [1] <http://www.quizma.cl/robotica/tipos.htm>
- [2] http://cfievalladolid2.net/tecno/cyr_01/robotica/intro.htm
- [3] <http://www.movirobotics.com/>
- [4] Angulo J., Microcontroladores PIC Diseño Practico de Aplicaciones, McGraw Hill 1997.
- [5] Manual del microcontrolador PIC16F87xA, y PIC16F84, <http://www.microchip.com>.
- [6] Muhammad H. Rashid. Power Electronics Circuits, Devices and Applications. Prentice-Hall 1993.
- [7] Robodacta <http://www.robodacta.com.mx/>
- [8] Santafe Y. E., Jugo D., Cote P., González M., “Sistema de detección de obstáculos por sonar ultrasónico para personas invidentes (Bastón ultrasónico)”, Memorias del II Congreso Colombiano de Ingeniería e Ingeniería Biomédica, Bogotá, Octubre 2005.
- [9] Herrera A., Jaramillo R., “Diseño y construcción de un dispositivo para la alerta de obstáculos (DAO)”, Revista Ingeniería Biomédica, ISSN 1909-9762, numero 1, mayo 2007, Págs. 23-27.
- [10] www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/General/MO-SAWR.pdf

Acerca del autor o autores

S. Ramírez Zavala, N. Barrera Gallegos, I. I. Lázaro Castillo Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Mich. CP- 58030. TEL: +(443)3223500, ext. 4353, correo-e: @umich.mx, a0001125x@correo.fie.umich.mx, @umich.mx.