

Un Mini-Robot Dotado de Voz

Mini Robot with Voice

Alfredo Román Jiménez-Morales¹

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú

Resumen— Se presenta el diseño e implementación de un Mini-robot controlado remotamente mediante señales infrarrojas y dotado con grabaciones de mensajes de voz para interactuar con su operador, ello mediante el empleo de un equipo Jam-It.

De esta manera se explora una alternativa de interfaz hombre-máquina para futuras aplicaciones en el campo de la discapacidad visual

Abstract— This paper present the design and implementation of a robot controlled remotely by means of infrareds code and endowed with recordings of voice messages to interact with your operator, using a Jam-It equipment. Hereby explores an alternative of man-machine interface for future applications in the field of the visual disability.

Palabras Clave— Robótica, Grabaciones de voz, Control remoto IR.

Key Words— Robotics, voice recordings, IR remote control.

I. INTRODUCCIÓN

El Mini-robot implementado es un robot del tipo de plataforma de transporte (carro-triciclo), con dos ruedas motorizadas posteriores y una rueda autoguiada delantera; fue diseñado para que pueda operar en 2 modalidades, las mismas que son seleccionadas mediante un switch desde su cubierta superior. En la modalidad autónoma, el Mini-robot explora libremente el terreno, en la modalidad controlada, interpreta 7 comandos infrarrojos emitidos desde un control remoto de TV Standard, pudiendo realizar las acciones siguientes: Avanzar, retroceder, detenerse, giro continuo hacia la derecha, giro continuo hacia la izquierda, microgiro hacia la derecha y microgiro hacia la izquierda.

En ambas modalidades el Mini-robot retrocede unos centímetros y cambia de dirección automáticamente cada vez que encuentra un obstáculo en su camino.

Asimismo, en ambas modalidades, interactúa con el usuario mediante la reproducción de grabaciones de voz, las mismas que son empleadas para: indicar la modalidad en la que se encuentra operando, confirmar los comandos recibidos y comunicar la detección de obstáculos en su camino, para este propósito existen chips especialmente diseñados para la grabación/reproducción de mensajes de voz, tales como los IC ISD fabricados por la empresa Chip-Corder, o los IC WT de la empresa Guangzhou Waytronic Technology Co., Ltd, los cuales son empleados masivamente en la industria de juguetes y electrodomésticos parlantes. Sin embargo, para la grabación/reproducción de mensajes de voz se ha empleado el equipo Jam-It, ver Fig. 1, el cual es un económico “estudio de sonido digital”. El Jam-It puede grabar unos 4 minutos de sonidos o voces de forma manual, o puede descargarse en el fichero de sonido en formato WAV desde el jack de micrófono de una PC. Con el software del Jam-it, se puede editar el sonido, convertirlos en archivos de audio para ser adheridos a mensajes de e-mail o a imágenes digitales, acelerarlos, reducirles la velocidad de reproducción o sincronizarlos con una de las 15 pistas de ritmo preestablecidos.

Los archivos de voz que se utilizan pueden obtenerse modificando una grabación de voz desde cualquier software de audio, otra opción, consiste en emplear voz sintética tal como los obtenidos en la conversión de texto a voz, luego estos archivos pueden ser descargados en el Jam-It para su ejecución. Se dispone de 4 pulsadores: REC, que es empleado durante la grabación de cada mensaje, REW y FF, los que permiten navegar por su memoria para buscar

¹ Alfredo Román Jiménez-Morales, e-mail: psicotech@yahoo.com
Recepción: Enero 2009 / Aceptación: Abril 2009

algún mensaje de voz y PLAY que permite la ejecución de un mensaje.



Fig. 1. Equipo de sonido Jam-It

II. MARCO TEÓRICO

A. Control Remoto IR

Para controlar remotamente los movimientos del Mini-Robot empleando señales Infrarrojas se incluye un microcontrolador PIC 16F84A programado como decodificador de señales infrarrojas del Protocolo IR de SONY.

El protocolo SONY emplea una codificación por anchura de bit, que consiste en modular una señal infrarroja de 40KHz y generar un código binario de 12 bits, este código inicia con una cabecera de trama 2.4ms es decir; permanece en bajo 4T, donde T es 600us, posteriormente vienen 7 bits de comando y 5 bits de dirección, transmitiendo primero el bit menos significativo, tal como se muestra en la Fig. 2. Dentro de cada código existe una serie de pulsos que por su anchura definen a los bits recibidos, de la siguiente manera: un pulso en alto seguido de otro pulso en bajo ambos de 600us de anchura se traduce en un "0" lógico; mientras que, un pulso en alto de 1.2ms seguido por otro pulso en bajo de 600us se traduce en un "1" lógico, tal como se muestra en la Fig. 3. Manteniendo el botón presionado del control remoto el código que se transmite se repite cada 45ms.

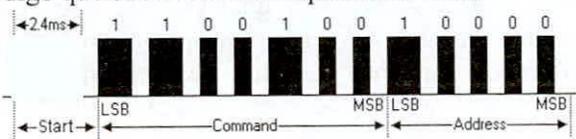


Fig. 2. Protocolo.

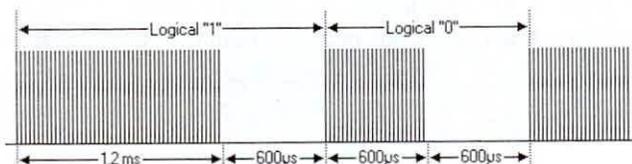


Fig. 3. Modulación.

En la Tabla I, se presenta los códigos correspondientes a cada uno de los botones que tiene el control remoto SONY, donde se observa que los 8 bits menos significativos tienen diferentes valores, mientras que los 4 bits más significativos permanecen en 0 para todos los códigos válidos. Los primeros 7 bits corresponden a los bits de comando y los siguientes 5 son los de dirección.

TABLA I
CÓDIGOS EMITIDOS POR EL CONTROL REMOTO

BIT BOTON	LSB 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MSB 11
POWER	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
SLEEP	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
"1"	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"2"	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"3"	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"4"	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"5"	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"6"	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"7"	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"8"	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
"9"	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
"0"	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
MUTE	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
DISPLAY	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
ENTER	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
PICTURE	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
PICTURE	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
VOLUMEN	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
VOLUMEN	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
CHANEL	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
CHANEL	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0

El software contenido en el microcontrolador PIC 16F84A contiene una rutina encargada de la decodificación y reconocimiento de las señales enviadas desde un control remoto de TV Standard cuando son presionados los pulsadores 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8; estos códigos pueden visualizarse en la Tabla I.

La rutina de identificación de señales IR, sólo considera los primeros 8 bits de cada trama, ignorando la clasificación entre los bits de comando y dirección.

En la Fig. 4 se muestra las acciones del robot que fueron asignadas a los pulsadores del control remoto, modelo URC11C-12A UNIVERSAL, el cual requiere de programación previa para operar como control remoto SONY, en este caso la secuencia de programación proveída por el manual es SET+ TV1+ 0+ 0+ 0.



Fig. 4. Acciones asignadas a los pulsadores.

B. Producción de voz para el robot

Se optó por dotar al Mini-robot de voz femenina, y para tal fin se trabajó con el servicio gratuito de conversión de texto a voz desde la página de AT&T. [1], allí se empleó la voz “Rosa...Latin Am Spanish”, para dotar al robot de voz latinoamericana femenina, en este servicio de conversión de texto a voz, se respeta los signos de puntuación para las pausas entre palabras de un mismo mensaje y permite guardar la conversión en archivos de audio en formato wav.

Una vez que se obtuvieron los mensajes de audio requeridos, se procedió a grabarlos en el equipo JAM IT, para ello se conectó el mismo con el jack del micrófono de la PC, empleando el cable de conexión que viene con el equipo.

En el proceso de grabación debió coordinarse manualmente tanto el inicio de la reproducción de cada archivo de audio desde la PC, con la grabación de audio en el equipo JAM IT, se siguió el orden consecutivo de los mensajes, los mismos que corresponderán con las posiciones en la memoria del JAM IT en los que serán grabados. Las grabaciones de voz que se dispusieron para el Mini-robot se muestran en la Tabla II.

TABLA II
GRABACIONES DE MENSAJES DE VOZ EN EL JAM-IT

Posición	Grabación	Tiempo
1	Obstáculo detectado	2 seg
2	Detenerse	1 seg
3	Avanzar	1 seg
4	Izquierda	1 seg
5	Derecha	1 seg
6	Retroceder	1 seg
7	Robot Vebot, Modalidad controlada, Esperando comandos.	5 seg
8	Robot Vebot, Modalidad autónoma, Explorando terreno	4 seg

III. METODOLOGÍA DE LA IMPLEMENTACIÓN

A. Diseño del Hardware

Se emplea un microcontrolador PIC 16F84A para: la decodificación de señales infrarrojas, el control de la reproducción de los mensajes de voz, la detección de obstáculos y el control de los movimientos del Mini-robot. El diagrama de bloques del sistema electrónico del robot es mostrado en la Fig. 5.

El pin A4 del microcontrolador es conectado a un conmutador (SW), utilizado para que el usuario seleccione cualquiera de las dos modalidades de operación: controlada o autónoma.

Un sensor IR TSOP 1738 [4] es conectado en el pin A3 para recibir las señales infrarrojas emitidas por el control remoto.

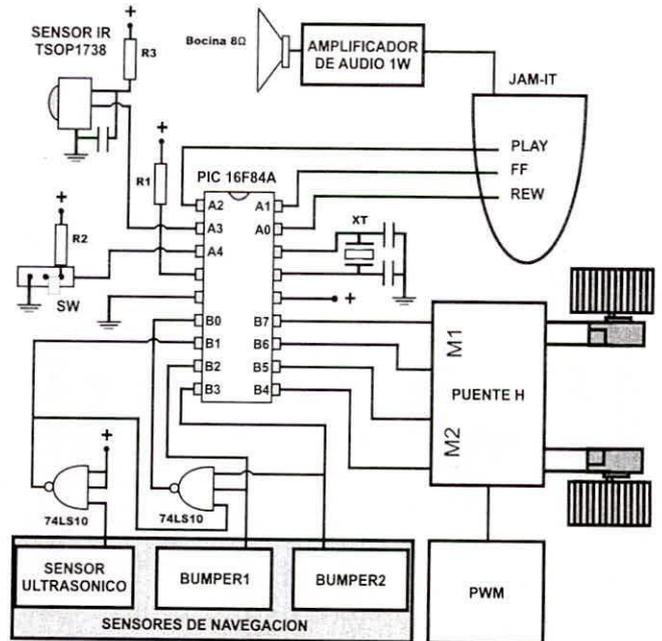


Fig. 5. Diagrama de bloques del Mini-robot.

Para la detección de los obstáculos se emplean sensores de contacto (bumpers), conectados a los pines B2 y B3, dispuestos como si fueran antenas. El pin B1 se previó para albergar un sensor ultrasónico, pero no fue implementado físicamente por lo que la conexión respectiva del IC 74LS10 se llevó a tierra lógica.

Se emplea el IC 74LS10 para producir un cambio de voltaje en el pin B0 cada vez que cualquiera de los bumpers detecte un obstáculo, de ocurrir el cambio se salta a una subrutina que determina la acción a ejecutarse dependiendo de cual de los bumper se haya activado.

Los pines A0, A1 y A2 son empleados para direccionar las grabaciones de mensajes de voz y para ejecutarlas desde el equipo Jam-It; para aumentar la potencia de reproducción hasta 1 W se utiliza el amplificador TDA 7052A.

Los pines B7, B6, B5 y B4 son empleados para controlar los motores, a través del bloque *Puente H*, el cual está implementado por dos puentes H transistorizados; su secuencia de control es mostrada en la Tabla III.

Un circuito basado en el CI 555 genera señales PWM que excitan la base de un transistor TIP 112, para conmutar la alimentación de los motores y de esta manera controlar sus velocidades.

En la Fig. 6 se muestra el montaje del sistema electrónico y el sistema mecánico del Mini-robot.

TABLA III
CONTROL DE LOS MOTORES

	M1 (motor izquierdo)		M2 (motor derecho)	
	PB7	PB6	PB5	PB4
Avanzar	1	0	0	1
Izquierda	0	1	0	1
Derecha	1	0	1	0
Retroceder	0	1	1	0
Detenerse	0	0	0	0

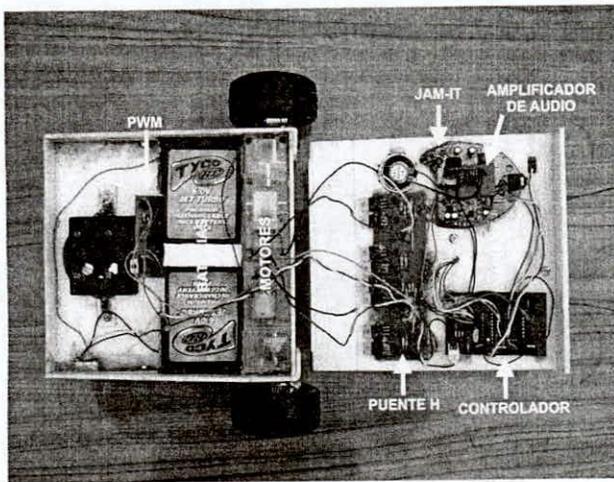


Fig. 6. Sistema electrónico y mecánico.

C. Diseño del Software

En la Fig. 7 se muestra el diagrama de flujo del software desarrollado, el cual fue codificado en lenguaje ASSEMBLER. Como puede observarse al inicio del programa se identificada la modalidad de funcionamiento del Mini-robot y dependiendo de ello la secuencia es derivada a una de las dos subrutinas principales.

En la modalidad autónoma, el Mini-robot explora libremente el terreno. En la modalidad controlada, es ejecutada la rutina *lectura de comandos IR*, en la cual el microcontrolador se ocupa de la tarea de decodificación y reconocimiento de las señales de control IR. A partir de la identificación de estas señales, el código es derivado a otras rutinas, las cuales se encargarán del movimiento del Mini-robot, de la ejecución de mensajes de voz y de los retardos. Se interpretan 7 comandos infrarrojos, pudiendo realizar cualquiera de las acciones siguientes: Avanzar, retroceder, detenerse, giro continuo hacia la derecha, giro continuo hacia la izquierda, microgiro hacia la derecha y microgiro hacia la izquierda.

En ambas modalidades las rutinas son interrumpidas si los sensores de colisión (bumpers) son activados, en cuyo caso el programa es derivado a la *rutina de interrupción*, donde se faculta al robot a evadir autónomamente el obstáculo que detectó, según los criterios mostrados en la Tabla IV.

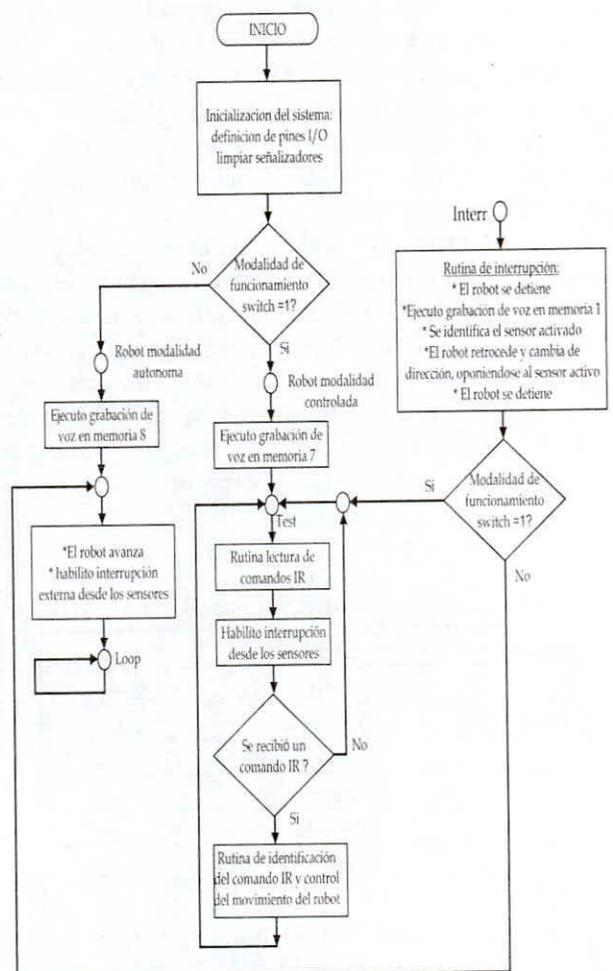


Fig. 7. Diagrama de flujo del software

TABLA IV
CRITERIOS PARA LA EVASIÓN DE OBSTÁCULOS

ESTADO DE LOS BUMPERS		ACCIONES DEL MINI-ROBOT
<i>Derecho</i>	<i>Izquierdo</i>	
0	0	El movimiento no se altera
0	1	Retrocede/ gira a la derecha/ para.
1	0	Retrocede/gira a la Izquierda/para
1	1	Retrocede/ gira a la derecha/para.

Culminada la acción evasiva, la *rutina de interrupción* devuelve la secuencia del programa a la subrutina que corresponda con la modalidad seleccionada.

En las Fig. 7 y 8, se muestra el Mini-robot implementado y la señalización de sus sensores e interruptores de control.

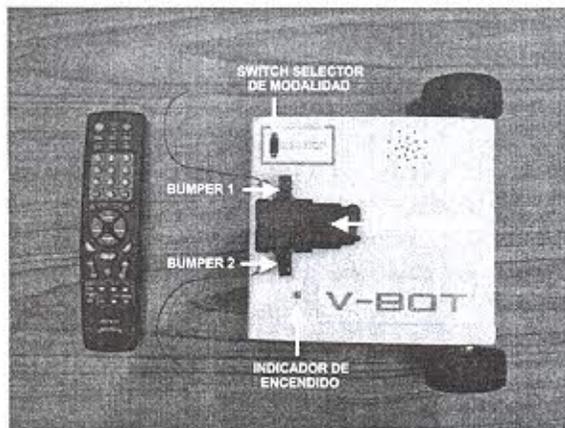


Fig. 7. Vista superior del Mini-robot.



Fig. 8. Vista lateral del Mini-robot.

IV. CONCLUSIONES

Se implementó el control inalámbrico del Mini-robot mediante la emisión/recepción de señales IR, codificadas conforme al protocolo IR de SONY, para evitar interferencias de cualquier fuente emisora de infrarrojos.

Se comprobó, experimentalmente, que el Mini-robot podía ser controlado a 6 m de distancia bajo sombra y a 1 m con luz solar incidiendo directamente en el receptor IR.

La señal infrarroja desde el emisor debe incidir en el receptor, casi de manera directa (línea de vista), dicha limitación es esperada para este tipo de control.

Se mostró un método para la ejecución de mensajes de voz basado en un equipo Jam-It, que constituye una opción económica y sencilla para dotar de voz al Mini-robot, en comparación a los chips de voz; no obstante se comprobó que su direccionamiento es lento comparado con un sistema basado en un integrado de voz ISD y produce un sonido audible cuando la memoria es recorrida; todo ello, dependiendo de la aplicación, podría ser inconveniente; no obstante trabajar proyectos con un equipo Jam-It permite reducir el tiempo de desarrollo dada la sencillez de su operación.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.research.att.com/~ttsweb/tts/demo.php>, fecha de acceso: Febrero del 2008.
- [2] <http://users.telenet.be/davshomepage/sony.htm>, fecha de acceso: Febrero del 2008.
- [3] <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/sirc.htm>, fecha de acceso: Febrero del 2008.
- [4] Data sheet del receptor IR TSOP 1738 <http://knematee.googlepages.com/TSOP1736.pdf>, fecha de acceso: Febrero del 2008.
- [5] Data sheet del Microcontrolador PIC 16F84 <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/35007b.pdf>, fecha de acceso: Febrero del 2008.