



Madrid-bot



MADRID-BOT 2007

Ivan gallego bravo

Mail : gb.ivan@gmail.com

<http://www.complubot.org/>

1 Introducción

TVCS (The crazy victim saver) está diseñado con la idea de participar en la prueba de **RESCUE** de la RoboCup Junior en las competiciones de España, Portugal y USA (Atlanta) del año 2007.

Dicha prueba es esencialmente un sigue líneas donde el robot recorre un escenario tridimensional que simula un desastre. A lo largo del recorrido hay una línea negra que el robot tiene que seguir. El problema es que en ocasiones la línea desaparece durante un tramo o que esta se encuentra bloqueada por algún objeto (simulando un derrumbe) que hay que esquivar. Además en el recorrido, sobre la línea negra o en los tramos en los que esta no está, se encuentran dibujadas siluetas de “víctimas” en dos colores (verde y plateado) que hay que “rescatar” parándose encima de ellas e indicando su localización.



El escenario está compuesto por tres salas de dificultad creciente, estando unidas algunas de ellas por un plano inclinado de hasta 25 grados de inclinación.

2 Descripción del robot

Según la normativa de la prueba el robot tiene unas limitaciones de peso y de tamaño que son:

- Pesó máximo 2,5Kg.
- Tamaño máximo, tiene que entrar en un cilindro de 22 cm de diámetro y

tiene que tener una altura máxima de 22 cm.

Además de las limitaciones propias de la prueba, el robot tiene que tener el menor tamaño posible, una buena capacidad de giro y un centro de gravedad bajo que le permita superar con facilidad las rampas del circuito



2.1 Controlador

El control y la gestión de **TVCS** está realizado por un controlador de LEGO de última generación; el NXT.



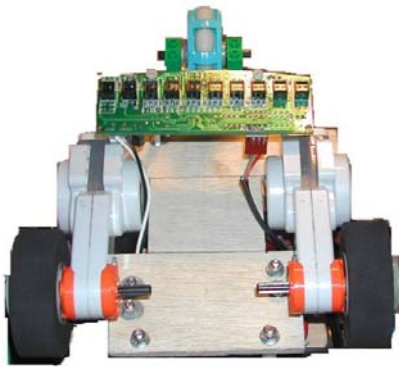
Este controlador está basado en una CPU de 32 bits (ARM7) que dispone de 4 entradas para sensores y tres salidas para el control de servomotores.





Cada una de las entradas de sensores es además un puerto de comunicaciones I2C, lo que nos permite disponer de un montón de posibilidades para conectar dispositivos externos.

2.2 Sistema motriz



El sistema motriz está compuesto por dos servomotores con dos ruedas de neopreno de gran agarre.



A parte de las dos ruedas motrices tiene una “rueda loca” que gracias a los rodillos que lleva incorporados permite girar en todas las direcciones con muy poco rozamiento

2.3 Sistema de alimentación

Todo el robot se alimenta de la batería del NXT. Una batería de polímero de litio (LIPO).esta batería da 7,4 voltios y 1.400 miliamperios hora de capacidad.



Para alimentar la electrónica y los sensores externos, hemos sacado dos cables de los

terminales de la batería que mediante un interruptor y un regulador de 5V (LM7805) nos proporcionan la alimentación necesaria.

2.4 Sensores

Los sensores del robot nos proporcionan información del entorno en el que se encuentra el robot y permiten al programa tomar las decisiones adecuadas para el funcionamiento del mismo.

2.4.1 Sensor sigue-líneas

Como sensor para detectar y seguir la línea hemos utilizado un ALCACNY. Este sensor ha sido desarrollado por el departamento electrónica de la universidad de Alcalá y está disponible comercialmente.



Este módulo dispone de 10 sensores del tipo CNY70 que proporcionan la información a un pequeño procesador (PIC) que se encuentra en el propio sensor. Este procesador, determina el color detectado (blanco o negro) en función de un umbral ajustable.

El ALCACNY se comunica mediante un bus I2C conectado a una de las entradas de sensores del NXT.

2.4.2 Sensores de ultrasonidos

Para poder detectar obstáculos con fiabilidad hemos dotado al robot de sensores de ultrasonidos del tipo SRF08.



Este sensor dispone de una comunicación del tipo I2C y además permite ajustar su ganancia y alcance permitiendo realizar medidas de corta distancia, como es nuestro caso, de forma muy rápida.



Madrid-bot



En nuestro robot hemos montado un conjunto de 5 de estos sensores de ultrasonidos tal y como se ve en la fotografía. Bueno, en la foto no se ve muy bien pero son 5 los sensores: uno al frente, dos en las diagonales (a 45 grados) y dos en los laterales.



Los cinco sensores están conectados, mediante un bus I2C, a un único puerto de sensores del NXT. De esta forma Los cinco sensores pueden iniciar su medición de forma simultánea, consiguiendo una gran información del entorno del robot de una forma muy rápida.

IMPORTANTE. Para poder conectar más de un dispositivo I2C a uno de los puertos de los sensores, ha sido necesario realizar una pequeña modificación interna. La razón de esto es que dentro del NXT las líneas SDA y SCL de cada puerto I2C disponen de una resistencia serie de protección. Esta resistencia es incompatible con la conexión de más de un dispositivo en el mismo puerto. La solución que hemos tomado ha sido sustituir dichas resistencias por un pequeño puente.

2.4.3 Sensor de inclinación

El sensor de inclinación es un dispositivo mecánico que consiste en una pequeña bola que se encuentra dentro de un tubo cerrado. Cuando el tubo se inclina, la bola rueda y cierra el contacto.



El sensor de inclinación lo usamos para detectar el comienzo y el fin de la rampa. Así podemos modificar el control mientras sube la rampa (lo hacemos más suave para que no retroceda en la cuesta) y además también sabemos cuando comienza la tercera sala, la que se encuentra al final de la rampa, en la que no hay ningún tipo de línea y es necesario “navegar” mediante el uso de los sensores de ultrasonidos.

Para conectar el sensor de inclinación vamos a hacer uso de un dispositivo que nos permite tener entradas salidas digitales en un bus I2C. El dispositivo es el **PCF8574**, que te permite tener hasta ocho entradas/salidas digitales combinadas de cualquier manera.

2.4.4 Sensor de color

La detección de las víctimas es compleja con el sensor sigue-líneas. Esto es así por que los CNY70 que componen dicho sensor sólo nos dan información entre el blanco y el negro, pero no de que color se trata. Las víctimas que podemos encontrar en la prueba para la que hemos diseñado este robot, pueden ser de color verde o plateado, es por esto por lo que necesitamos un sensor específico para detectarlas.

El principio de funcionamiento de este sensor es muy simple: consiste en iluminar la zona a identificar con luz de distintos colores (rojo, verde y azul) y medir la cantidad de luz reflejada con un fotodiodo. De esta forma podemos obtener las distintas componentes El sensor de color se encuentra actualmente en fase de desarrollo y, al igual que en el caso del sensor de inclinación, usaremos un **PCF8574** para activar cada uno de los diodos led. La salida del fotodiodo la conectaremos a una de las entradas analógicas que hay en los puertos de entrada del NXT

2.5 Indicador de víctimas

Para indicar la detección de las víctimas de una forma fiable, hemos construido un indicador luminoso mediante leds rectangulares de color rojo.



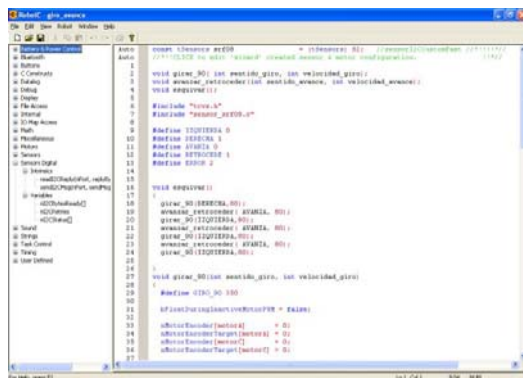
Madrid-bot



Al encenderse se puede leer la palabra "VICTIM". Para activar estos leds, los conectamos a una de las tres salidas de control de motores del NXT.

3 Programación

La herramienta de programación seleccionada para programar nuestro robot ha sido **Robot C**.



Robot C es un completo sistema de desarrollo que nos permite editar, compilar, descargar y depurar programas para el NXT.

La sintaxis del Robot C es muy parecida a la del lenguaje ANSI C.

Robot C no genera código directamente ejecutable por el procesador del NXT (un ARM 7), en su lugar, Robot C utiliza un firmware que se instala en el NXT y que actúa como interprete. Robot C convierte el programa en una serie de "byte codes" que se ejecutaran en el NXT. El firmware del Robot C es un interprete muy potente y eficaz capaz de ejecutar más de 100.000 ordenes complejas en un sistema multitarea.

4 Estructura del programa

El programa está constituido por tres tareas que se ejecutan simultáneamente:

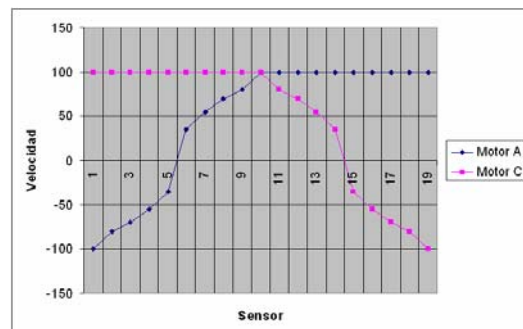
- Tarea principal
- Sigue-líneas
- Sensores de ultrasonidos

Toda la "lógica" del programa se encuentra en la tarea principal. Las otras dos se limitan a controlar los sensores y a guardar sus medidas en unas variables globales. De esta manera, el programa principal no tiene que esperar a ningún sensor para que le de su medida.

4.1 Sigue-líneas

La función sigue-líneas se encarga de mantener el robot lo más centrado posible sobre la línea. Para ello usa la información del sensor ALCACNY que mediante 10 sensores nos indica la posición de la línea.

Para centrar el robot, modificamos la velocidad de los motores de las ruedas del robot de forma proporcional a lo "desviado que se encuentre en cada momento". En la siguiente gráfica se aprecia la velocidad de cada motor en función de la posición del robot sobre la línea.



4.2 Detección de víctimas

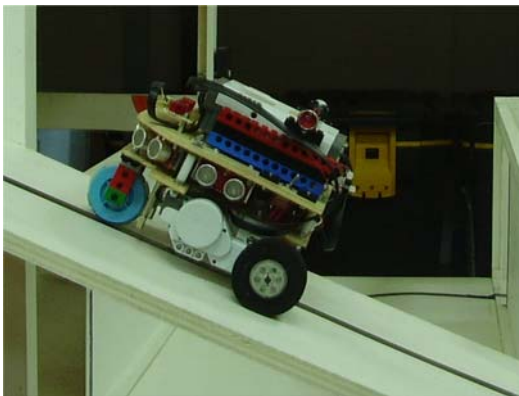
La detección de las víctimas se realiza en dos fases. En primer lugar el sensor sigue-líneas nos informa de la presencia de "algo extraño" en función de los sensores activados no coincide con una línea. A continuación el sensor de color se encarga de verificar el color de la supuesta anomalía.



4.3 Detección de obstáculos

Con la información procedente de la tarea de los sensores de ultrasonidos, el programa principal determina la presencia de algún obstáculo en el camino del robot mediante el sensor frontal. Antes de esquivar dicho obstáculo usa la información de los sensores diagonales y laterales para ver por donde se encuentra el “camino libre”.

4.4 Detección de rampa



Detectar la presencia de la rampa es importante por dos razones:

1. Hay que realizar un control más suave para seguir la línea de forma que el robot no patine retrocediendo.
2. Al final de la rampa se encuentra la “tercera sala” de la prueba donde la línea desaparece y se hace imprescindible recurrir a la “navegación” mediante los sensores de ultrasonidos.

4.5 Navegación

Como ya se ha indicado en la tercera sala de la “maqueta” no hay línea que seguir y el robot tiene que orientarse para recorrer la mayor cantidad posible de la sala localizando víctimas y esquivando obstáculos. Con la disposición de los 5 sensores de ultrasonidos de nuestro robot podemos avanzar paralelos a una de las paredes haciendo uso de un sensor, mientras que con el

resto vigilamos la presencia de obstáculos y los esquivamos.

5 Conclusiones

Un robot para la prueba de Rescue no es un “simple sigue-líneas”. El echo de tener que ser capaz de subir rampas pronunciadas limita mucho el diseño. Además, requiere de gran cantidad de sensores para poder “ver” el entorno en el que se mueve y obtener la máxima puntuación en la prueba detectando la mayor cantidad posible de víctimas.

7 A cerca del autor

Ivan Gallego Bravo tiene en la actualidad 12 años y estudia 1º de la ESO en un instituto de Alcalá de Henares (Madrid). Forma parte del aula de robótica Complubot (www.complubot.org) desde el año 2003 y desde entonces ha participado en numerosas competiciones nacionales (**ROBOCAMPEONES** 2004, 2005 y 2006) e internacionales (Campeonato Nacional de Robótica de Portugal **ROBOTICA 2006** y el campeonato mundial de la **ROBOCUP JUNIOR de 2006** en Bremen – Alemania).