

Informe Entrega I

Armando Mejía, Christian Chomiak, Daniel Ramírez, Elí Segovia, Manuel Gómez

*Grupo de Inteligencia Artificial, Universidad Simón Bolívar
Caracas, Venezuela*

05-38524@ldc.usb.ve

05-38034@ldc.usb.ve

05-38781@ldc.usb.ve

05-38941@ldc.usb.ve

05-38235@ldc.usb.ve

Abstracto— El presente documento sirve de informe para la entrega 1 del proyecto de “Introducción a la Robótica”, del trimestre Enero-Marzo 2010.

Palabras clave— robot, robótica, puerto, bloque, xbc

I. INTRODUCCIÓN

Se está elaborando un robot de apoyo portuario que se espera cumpla los objetivos de las Competencia LARC 2009, Categoría Abierta. Para esta primera entrega el objetivo es que el robot recorra la cancha.

II. EL ROBOT

Nuestro robot, Kir-bot 0.5 (e.g. Fig. 1), está construido completamente con piezas LEGO. Utiliza un XBC (Contralor Botball Xport) para controlar los motores, en conjunto con un Gameboy Advance, para el procesamiento de los comandos que el robot ejecutará.

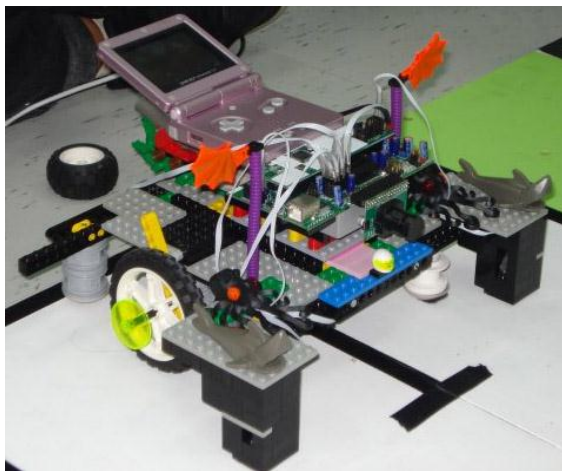


Fig. 1 Kir-bot 0.5

A. Hardware:

- 1) *Motores y engranajes:* Se usaron motores servos modificados para rotación continua que usan motores DC de bajo voltaje y conmutación interna. El control de velocidad de los motores se realiza por modulación de ancho de pulso (PWM) en base a un sistema de

control PID que utiliza como retroalimentación la medición de velocidad del motor a través de la medición de la fuerza contra-electromotriz generada por el motor realizada por el FPGA del Xport cada vez que se detecta la ausencia de corriente en el ciclo de la señal de alimentación. El voltaje medido por uno de los convertidores de analógico a digital implementados en el FPGA es proporcional a la velocidad de giro del motor, por lo que esta cantidad se usa como base para el sistema de control: el error integral representará la desviación total acumulada, el proporcional representará el error contra la velocidad deseada, y el derivativo representará la aceleración del robot.

El XBC contiene cuatro controladores para motores DC independientes; se utiliza uno para cada uno de los dos motores, los cuales controlan de forma independiente a cada una de las dos ruedas del robot.

Las primitivas de movimiento del robot implementadas son avanzar y retroceder en línea recta y girar en el eje vertical que cruza al punto medio entre los puntos de contacto entre las ruedas y el suelo. Cuando se desea mover al robot en línea recta, se hacen girar a ambos motores en el mismo sentido y a las velocidades apropiadas, aproximadamente iguales pero ligeramente diferentes debido a las diferencias físicas en la conversión de torque interna a los motores así como entre cada rueda. Cuando se desea girar al robot, se hacen girar a ambos motores en direcciones opuestas con el mismo ajuste de velocidades.

- 2) *Esqueleto de LEGO:* El robot consiste de una estructura plana (aproximadamente un cuadrado de 28 centímetros) hecha de piezas LEGO que sirve de base para el soporte del controlador, los motores y los sensores. Las ruedas también son piezas plásticas LEGO, con cauchos de goma flexible, unidas a los motores con barras plásticas LEGO como ejes (uno por rueda) a su vez unidos a cada motor utilizando tornillos.

La base de sustentación de la estructura del robot consiste de las dos ruedas paralelas en el centro de cada lado a aproximadamente 12 centímetros del centro de la estructura. La estructura tiene, además, puntos de contacto con el suelo cerca de cada una de sus cuatro esquinas que sirven como puntos de apoyo.

Los puntos de apoyo traseros están situados ligeramente más arriba que los delanteros, y la distribución de peso se concentra en la parte delantera debido a la ubicación del controlador sobre la estructura, por lo que normalmente sólo los puntos de apoyo delanteros están en contacto con el suelo. Si debido a la aceleración del robot se perdiera el apoyo en la parte delantera, los puntos de contacto traseros impiden el volcamiento de la estructura. Los sensores de reflectancia se encuentran en la parte delantera de la estructura, sujetos por piezas LEGO que los mantienen a la distancia del suelo óptima para su funcionamiento.

- 3) *Reconocimiento de Líneas (Sensores)*: Se utilizan sensores de reflectancia de luz infrarroja producida por diodos emisores de luz (LEDs) situados al lado de fototransistores que detectan la intensidad de luz reflejada.

Los sensores se ubican a una distancia fija del suelo apuntando hacia abajo, lo que permite distinguir la reflectividad de la superficie inmediatamente debajo de los mismos. Se detecta, entonces, si el robot está sobre una región clara de la cancha o sobre una de las líneas que demarcan las distintas regiones de la misma. Usando estos sensores es posible hacer que el robot controle sus movimientos en base a una estimación de su posición en la cancha y se oriente en los bordes de las regiones demarcadas de la cancha para corregir los errores de sus movimientos.

Se utilizan dos sensores de reflectancia en la parte delantera de la estructura del robot ubicados tan cerca como fue posible de las dos esquinas delanteras, lo que permite juzgar con precisión ajustable el ángulo del robot con respecto a las líneas delimitadoras de las distintas regiones de la cancha de la competencia, y en base a esto realizar correcciones de orientación del robot.

Además de estos sensores, el controlador de motores utiliza la medición propioceptiva de la velocidad de los motores controlados mediante la magnitud de la fuerza contra-electromotriz que éstos generan al girar, lo que permite realizar mediciones de desplazamiento por odometría.

B. Software –Arquitectura Usada:

El espacio en el que deberá funcionar el robot es sencillo, estructurado y predecible (e.g. Fig. 2), por lo que resultó apropiada la utilización de un esquema de programación en el que se ejecuta una secuencia determinada de comportamientos sin que el robot tome decisiones sobre planificación mientras ejecuta sus acciones.

La mayoría de las acciones determinadas consisten en accionar los motores hasta que la medida por odometría de distancia recorrida alcance la esperada para la trayectoria definida al momento de la programación del robot. Algunos movimientos del robot involucran una reacción directa e inmediata a las medidas de los sensores: cuando es necesario que el robot se alinee con alguna línea delimitadora de las

regiones de la cancha para corregir los errores de movimiento acumulados a lo largo de su trayectoria, se hace avanzar a los motores de cada lado del robot hasta que el sensor del lado correspondiente detecte que ha alcanzado una línea; cuando los dos motores se detienen, el robot estará alineado con la línea que fue detectada, suponiendo que en efecto se trate de la misma línea recta.

Estos dos tipos de movimiento, junto con giros de 90 y 180 grados sobre el eje vertical, permiten al robot hacer un recorrido de la cancha sobre una trayectoria determinada y al mismo tiempo corrigiendo los errores acumulados cada vez que se determine que es necesario durante las pruebas realizadas durante la programación.

Podría decirse, entonces, que el robot opera de manera reactiva, aunque nunca se ejecuta más de un comportamiento a la vez por lo que no es siquiera necesario definir cómo tendrían que combinarse los comportamientos implementados, y se ejecuta una larga secuencia predefinida de comportamientos, por lo que no puede decirse que exista realmente un comportamiento emergente, sino planificado.

Esta estrategia apropiada para un ambiente tan estructurado como el de la competencia, y tiene la ventaja de requerir pocos recursos computacionales y una programación extremadamente sencilla para un ser humano.

La desventaja de esta estrategia de programación es que el comportamiento del robot no responde verdaderamente a su estado, sino que se asume que va por el camino correcto y si no lo hace se deberá modificar su programa, modificando la calibración de los sensores así como la secuencia determinada de movimiento, por lo que no existe una verdadera tolerancia a fallas.

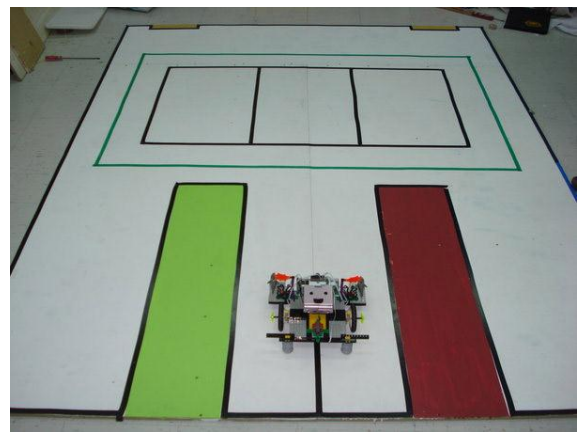


Fig. 2 Espacio de prueba

III. LA PRIMERA ENTREGA

El objetivo de esta primera entrega fue que el robot recorriera la cancha, sin importar el recorrido, pero respetando que se recorriera toda la zona transitable representada en la Fig. 3. La evaluación se produjo en una serie de 3 pruebas de recorrido, cuyos resultados se pueden ver en la Tabla 1.

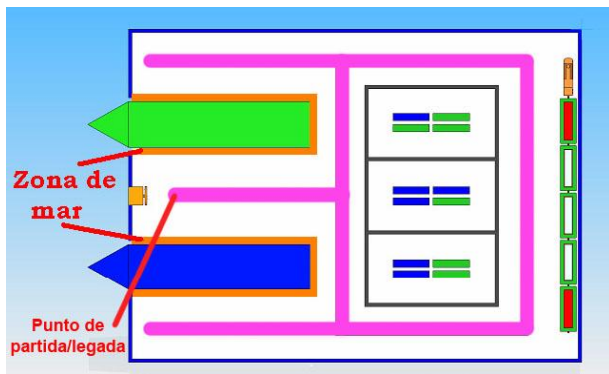


Fig. 3 Zona Transitable

TABLA I
RESULTADO DE LAS CORRIDAS

# Corrida	Tiempo	Observación
0	2 minutos 26 segundos	Corrida de prueba
1	-	Descalificado por exceder el tiempo de revisión del robot de 10 minutos
2	2 minutos 23 segundos	Mejor tiempo personal
3	-	Se le aumentó la velocidad y se salió de la cancha.

IV. CONCLUSIONES

Kir-bot se comportó bastante bien, logrando un tiempo decente, a pesar de ser descalificado por no asistir a la cancha a tiempo y posteriormente haberse salido de la cancha. Se pudieron ver las fallas que presentaba físicamente y se espera poder corregirlas para la siguiente entrega. En cuanto al uso de secuencias predeterminadas de comportamientos que no interactúan usados en la programación del robot, se espera poder aumentar la libertad de Kir-bot, para que tome decisiones y no simplemente siga órdenes.