

Flo: robot autónomo hecho con LEGO NXT®.

Juliana León, Javier Muñiz, Pedro Romero, Karen Troiano.

Universidad Simón Bolívar
Caracas, Venezuela

Email: {julianaleon8, alexandermuniz7, romero.pedro.17, karentroiano2009} @gmail.com

Resumen– El equipo USEKB conformado por 4 estudiantes de la Universidad Simón Bolívar trabaja en la construcción de un robot dedicado a la búsqueda, recolección y lanzamiento de pelotas con el fin de participar en el torneo del deporte más importante de robots inteligentes del mundo: THBall. Para el desarrollo del robot son utilizados dos procesadores NXT LEGO®, seis motores y tres sensores. Los motores están divididos en: dos para el movimiento, uno para la recolección de pelotas, uno para el lanzamiento y otro para la clasificación. Los sensores utilizados son: un sensor ultrasonido para saber la distancia de las paredes, una brújula para la ubicación del robot y el sensor de color para clasificar las pelotas. Asimismo, se cuenta con un código sencillo y eficiente para el movimiento correcto del robot en su recorrido, la recolección de pelotas sobre la cancha, la selección y lanzamiento de las mismas.

I. INTRODUCCIÓN

El propósito de la Inteligencia Artificial es crear máquinas con capacidades previamente analizadas y próximas a la inteligencia humana, que en términos más sencillos, es crear individuos autónomos capaces de interactuar con el entorno y calificados para recrear las capacidades de un determinado animal o conducta humana que puedan ayudar al ser humano con tareas tediosas y también en otras que representen un riesgo para quien las realice. A parte de las tareas riesgosas, los robots pueden participar en actividades recreativas y deportivas.

En esta oportunidad, se explicará sobre el deporte más popular entre los robots inteligentes: *THBall* (throw-and hold ball). El *THBall* consiste en mantener las pelotas azules en posesión y lanzar las naranjas al oponente, esto durante un período de cinco minutos. Finalizado este tiempo, por cada pelota naranja que se encuentre en el campo del equipo se restarán cien puntos en la puntuación final y por cada pelota de color azul se aumentará en cincuenta puntos la puntuación final del equipo. Para participar en este prestigioso torneo de robots, el equipo *USEKB* se dio la ardua tarea de construir un robot de veloz razonamiento, con estrategias de adaptación según lo que ocurra a cada momento del partido, precisión al momento de recoger las pelotas y rápida movilidad, siendo éstas características esenciales para triunfar en este desafío.

A continuación, se explicarán los siguientes puntos: las partes que componen al robot, su diseño, los motores y sensores utilizados. Seguidamente, se explicará cómo funciona cada uno de los puntos mencionados anteriormente, además de plantear la fuente de alimentación utilizada, el sistema de locomoción, los algoritmos utilizados y los problemas que se presentaron durante las pruebas realizadas por el robot y finalmente, se presentarán las conclusiones del desafío de realizar un robot capaz de jugar *THBall* con determinación.

II. EL ROBOT

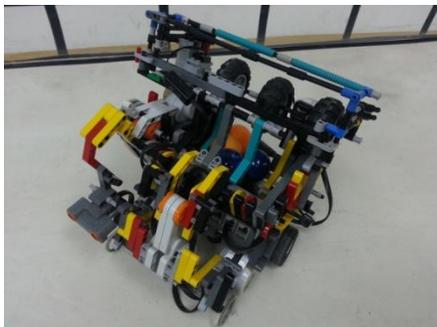


Fig. 1: Flo y sus dimensiones 25x25x25.



Fig. 2: Flo una vez empezada la competencia

A. Componentes del Robot

1) *Chasis:* El robot está construido en base a piezas de plástico típicas del set de LEGO® Mindstorm^[1], compuesto por los clásicos bloques, conectores, piezas flexibles y ruedas, que permiten la movilidad del robot. Con sus 25 cm de largo x 25 cm de ancho x 25 cm de alto (ver figura 1), representa la idea clásica de un tractor recolector de trigo (ver Fig. 2), el cual consta de una garra (ver Fig. 3) con la que el robot irá recorriendo la cancha recolectando las pelotas de ping-pong, un depósito (ver Fig. 4) en el cual serán almacenadas las pelotas y clasificadas; y finalmente un eyector (ver Fig. 5), el cual enviará al campo contrario las pelotas anaranjadas. Ésta forma le permitirá al robot recolectar la mayor cantidad de pelotas posibles en poco tiempo, permitiéndole realizar varios recorridos alrededor del campo, y abrir la posibilidad de implementación de varias estrategias para las partidas según el oponente al que se enfrente.

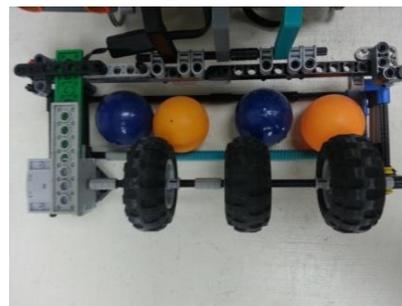


Fig. 3: Garra.

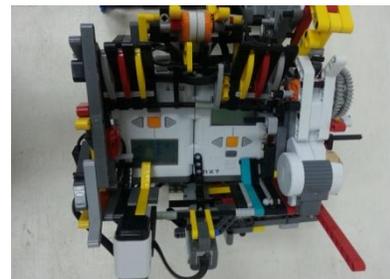


Fig. 4: Depósito.

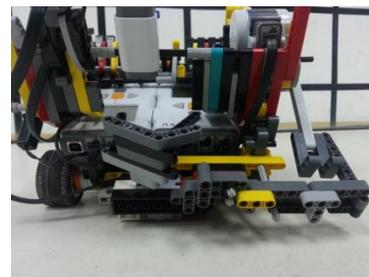


Fig. 5: Clasificador y eyector.

2) *Actuadores:* El robot está constituido por seis (6) motores: cuatro (4) NXT motors y dos (2) Electric Technic Mini-Motor 9v 43362. (Ver Tabla 1)

Los motores NXT son utilizados de la siguiente manera: dos (2) para la movilidad del robot en sí dentro del campo, uno para la movilidad de la garra (bajar la garra al campo o levantar la garra para colocar en el depósito las pelotas recolectadas) y un último motor encargado de accionar el eyector de pelotas hacia el campo rival.

Los motores Electric Technic Mini-Motor 9v 43362, dado a sus pequeñas dimensiones (tres (3) cm de ancho, alto y largo) y a su mínimo peso (veintiocho (28) gr), fueron utilizados para: uno encargado de movilizar constantemente las ruedas de la garra, las cuales se encargan de atraer y recolectar las pelotas, y retener las pelotas recolectadas en la garra y el otro motor para

movilizar las pelotas ya clasificadas dentro del depósito a su destino según su color (si son anaranjadas son direccionadas al eyector y si son azules son direccionadas de nuevo al campo).

TABLA 1.

Especificaciones de tipos de motores utilizados ^[2].

Motor	Voltaje	Torque	Velocidad de Rotación	Eficiencia	Peso
NXT Motor	9 V	16.7 N.cm	117 rpm	41%	80 gr
Electric Technic Mini-Motor 9v 43362	9 V	2.25 N.cm	219 rpm	47%	28 gr

3) *Sensores:* El robot consta de tres sensores: un sensor NXT de color, un sensor NXT de ultrasonido y un sensor NXT de brújula.

El sensor NXT de color, ubicado al fondo del depósito de pelotas, se encarga de clasificar las pelotas identificando el color de la misma.

El sensor NXT de ultrasonido, ubicado entre el depósito de pelotas y la garra, es el encargado de determinar la distancia existente en el momento de una pared y el frente del robot. A nivel de implementación, cada vez que se requiere conocer esta distancia, el sensor es utilizado 5 veces, y los valores obtenidos en cada ocasión son promediados para reducir el margen de error de precisión del sensor.

El sensor NXT de brújula, ubicado en la parte superior del depósito de pelotas, determina la posición del robot dentro del campo, según los puntos cardinales (norte, sur, este, oeste). A nivel de implementación, cada vez que se quiere conocer la posición del robot, para conocer qué tipo de rotación o acción debe realizar el robot, el sensor es utilizado 5 veces, y los valores obtenidos en cada ocasión son promediados para reducir el margen de error de precisión del sensor.

B. Explicación de los Sensores:

1) *Sistemas de Transmisión de Movimiento:* El robot cuenta con dos NXT que controlan los diferentes sensores y motores incorporados en los mismos, ambos en conjunto encargados para el movimiento del robot dentro la cancha.

2) *Sistemas de Locomoción:* Son utilizados dos tipos de ruedas proporcionadas por la compañía LEGO®, el primer par son unas ruedas de goma (LEGO® GROUP 49.6x 28 vr) potenciadas por los motores conectados a los NXT. El segundo par de ruedas también son de goma pero tiene un menor tamaño y son fijas, con el único propósito de facilitar el giro del robot cuando llega al final de un tramo del recorrido.

3) *Circuitos de Control:* Para el control de los motores y sensores utilizados en el robot, se contó con los procesadores NXT de la compañía LEGO® y adicionalmente se complementó con diferentes algoritmos, utilizando la herramienta BricxCC^{[3][4]}, programados por parte del equipo *USEkB* para que el robot logre con éxito las estrategias a seguir durante la competencia.

4) *Fuentes de Alimentación:* Son utilizadas seis (6) pilas AA por cada NXT, siendo así un total de doce (12) pilas AA.

5) *Puesta a Punto del Robot:* Durante el desarrollo del robot se encontraron dos (2) problemas importantes a destacar:

5.1) *La Recolección de Pelotas:* A lo largo del desarrollo del robot se presentaron inconvenientes sobre el diseño de la garra dado que no se hallaba un diseño que hiciera el trabajo de forma eficiente y preciso como se deseaba, pero después de varias semana se logró crear una garra capaz de tomar y mantener las pelotas en su lugar hasta que fueran trasladadas a la canasta donde permanecerán y futuramente serán clasificadas.

5.2) *La Brújula NXT:* Los valores brindados por la brújula son valores

inconsistentes haciendo dificultosa la corrección de la trayectoria del robot en la cancha, pero después de varias técnicas se decidió usar la posición final y la posición actual del robot para sacar un promedio con el cual el robot pueda corregir la trayectoria de su recorrido con mucho éxito.

III. CONCLUSIONES

El primer problema al que se enfrentó el equipo *USekB* fue la imposibilidad de construir dos robots que pudieran trabajar en equipo al mismo tiempo en cancha, esto debido a falta de materiales. Por esta razón, desde el principio se tuvo que pensar en función de un sólo robot que realizara la tarea de manera eficiente, evitando que fuera una desventaja para el resultado final de la competencia. Por otro lado, la ventaja a este punto es que a priori se sabía que el robot que se construyera se movería libremente por la cancha sin la necesidad de verificar si otro robot está en su camino.

Teniendo esto en mente, se pensó que, al ser un sólo robot que realizaría todas las tareas (búsqueda, recolección, clasificación y lanzamiento), debía hacer cada una rápidamente y de manera efectiva, ya que no tendría la misma cantidad de tiempo para volver a hacerlas que un equipo cuyas tareas estuviesen delegadas en dos robots. Para esto se construyó una garra, que luego de varias transformaciones, recoge gran cantidad de pelotas durante cada recorrido, se prosiguió con un sistema de clasificación de colores y finalmente lanzamiento de las pelotas naranjas al otro equipo siguiendo diferentes estrategias listas para vencer a cualquier oponente.

IV. Referencias bibliográficas.

[1] LEGO MINDSTORMS NXT. Enlace:
<http://legomindstorms.es/> (9 septiembre de 2013).

[2] LEGO® 9V TECHNIC MOTORS COMPARED CHARACTERISTICS. Enlace:
<http://www.philohome.com/motors/motorcomp.htm> (11 de septiembre del 2013)

[3] BRICX COMMAND CENTER 3.3. Enlace:
<http://bricxcc.sourceforge.net/> (12 de septiembre 2013)

[4] INTRODUCTION TO NXC AND BRICX COMMAND CENTER. Enlace:
<http://www.nebomusic.net/NXCandBricxCommandCenter.html> (12 de septiembre 2013)