

Robótica basada en Comportamientos

Laboratorio 1

1. Descripción de la propuesta de trabajo

El THBall es un deporte robótico que consiste en mantener la posesión de las pelotas azules, y lanzar las pelotas naranjas al oponente. La precisión matemática de los cálculos, la rapidez para la toma de decisiones en tiempo real y disponer de estrategias adaptativas son características esenciales en este desafío, y son características que cualquier deporte robótico quisiera tener.

1.1 Reglas de Juego

El juego tiene lugar en una arena de 2.0 m x 2.0 m construída en madera MDF de 15mm de espesor color blanco mate. Esta área está dividida en dos campos, como se muestra en la figura 1. En cada campo juega un solo equipo formado por dos robots.

Además de los robots, en la arena se encuentran distribuidas pelotas de tenis-mesa de color naranja y azul. Cada equipo debe maximizar la cantidad de pelotas azules dentro su campo mientras minimiza la cantidad de pelotas naranjas. Las dimensiones de todas las partes de la arena se muestran en la figura 2.

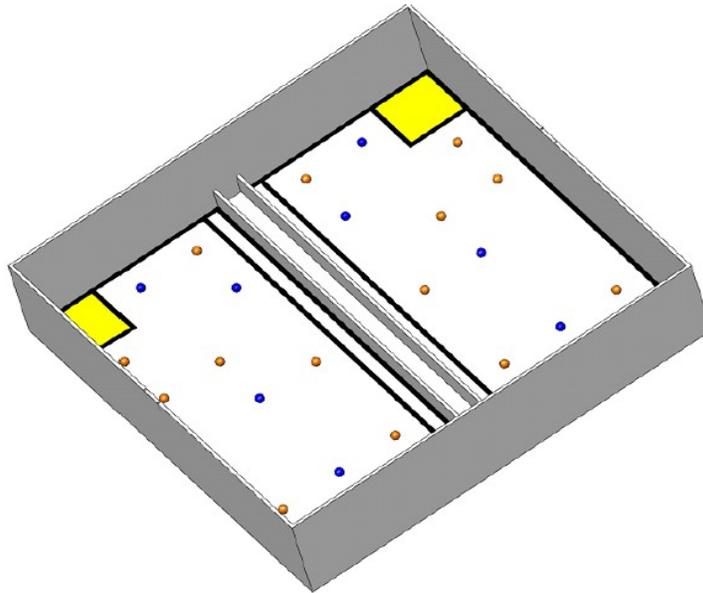
Las paredes externas de la arena son también de madera MDF blanca mate de 15mm de espesor. Tienen una altura de 400 mm y se encuentran fijas al piso de la arena. Hay una *zona muerta* entre los campos, delimitada por muros blancos de madera MDF de 100 mm de altura. La figura 3 muestra las dimensiones y distancia de los muros.

La *zona muerta* existe para evitar las colisiones entre los robots de equipos diferentes y no puede ser invadida en ningún caso. Cualquier invasión implica que el robot invasor deba ser reiniciado en cualquiera de las zonas de inicio (zonas amarillas de las figura 1). El equipo invasor puede elegir la zona de inicio en la cual reiniciar el robot.

Además, todas las pelotas que caigan en esta zona quedan fuera de juego y representan una penalización de 50 puntos al equipo responsable del lanzamiento.

Por otra parte, la arena tiene una cinta negra de 19 mm de espesor que delimita cada campo de juego de la arena, y las zonas de inicio. La cinta negra también delimita una zona, en cada campo, a 50 mm de la zona muerta tal como se muestra en la figura 3 (c). Todas las dimensiones en las figuras están en milímetros.

(a) Zonas de inicio



(b) Vista aérea de la arena

Figura 1. Especificación de la arena

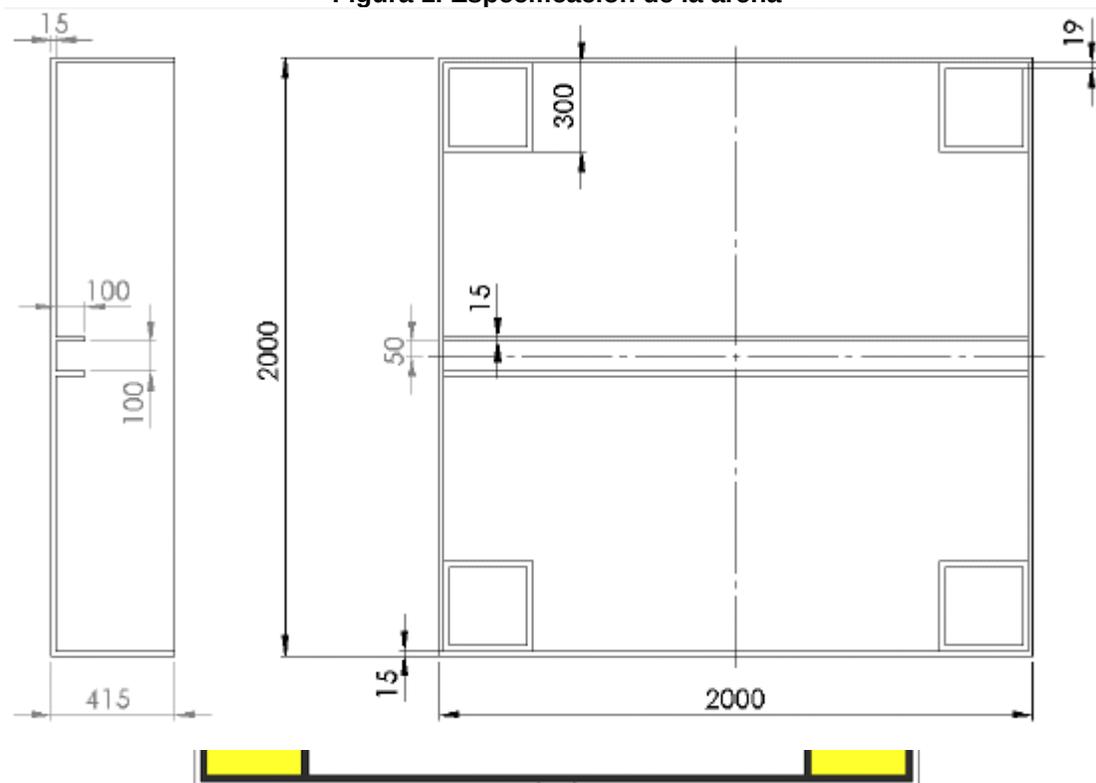


Figura 2. Dimensiones de la arena

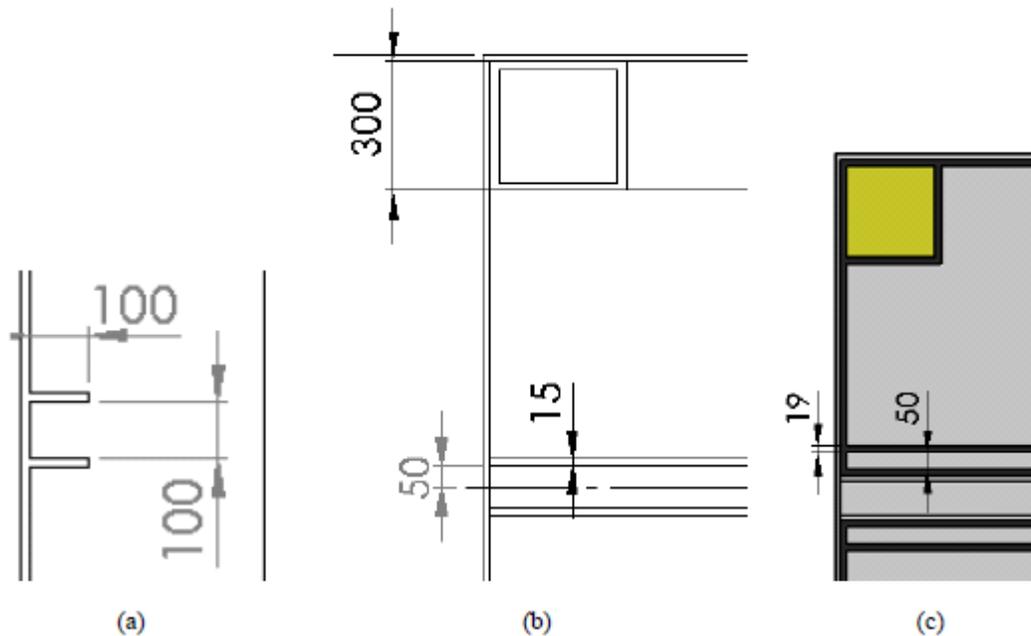


Figura 3. (a) y (b) Dimensiones de la zona muerta (c) cinta negra auxiliar

1.1.1 Configuración inicial del partido

Cada campo de la arena inicia con 12 pelotas (6 azules y 6 naranjas). Las posiciones iniciales de las pelotas se sortean antes de iniciar cada juego. Ambos campos tendrán una configuración de simétrica de las pelotas. Hay 19 posiciones posibles para las pelotas, las cuales se muestran en la figura 4.

Cada posición se define como el centro virtual de cuadrados virtuales, representada en la figura 4 como la intersección de las líneas punteadas. Cada una de estas posiciones estará marcada en la arena con etiquetas adhesivas circulares que no se podrán eliminar

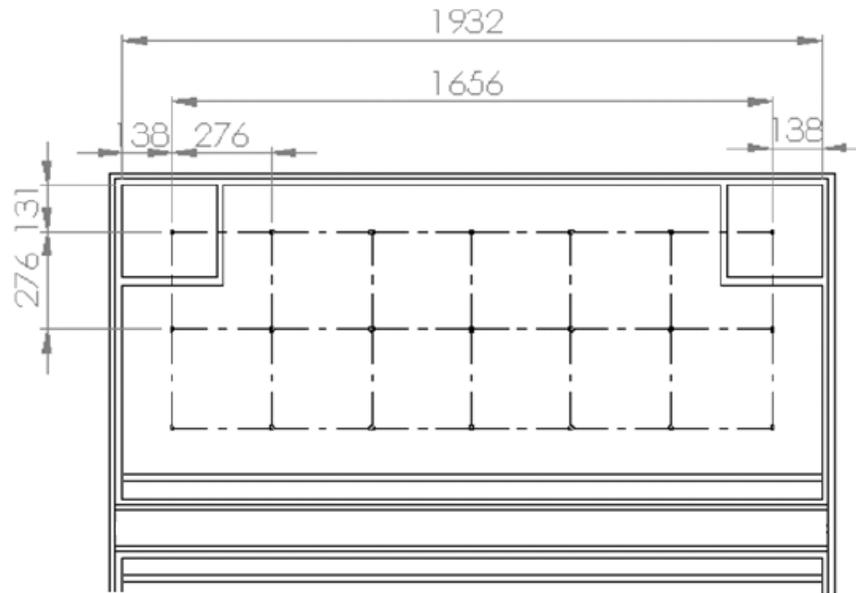


Figura 4. Posición inicial de las pelotas

1.1.2 Identificación del equipo en la arena

Cada arena tiene dos paneles en los muros, donde cada equipo podrá poner estandarte con un logo y nombre que lo represente. La figura 5 muestra estos paneles.

El estandarte de cada equipo puede tener formato libre, pero tiene que tener un logo y nombre del equipo, y ajustarse a un tamaño de 300x300 mm. Cada equipo debe construir el suyo.

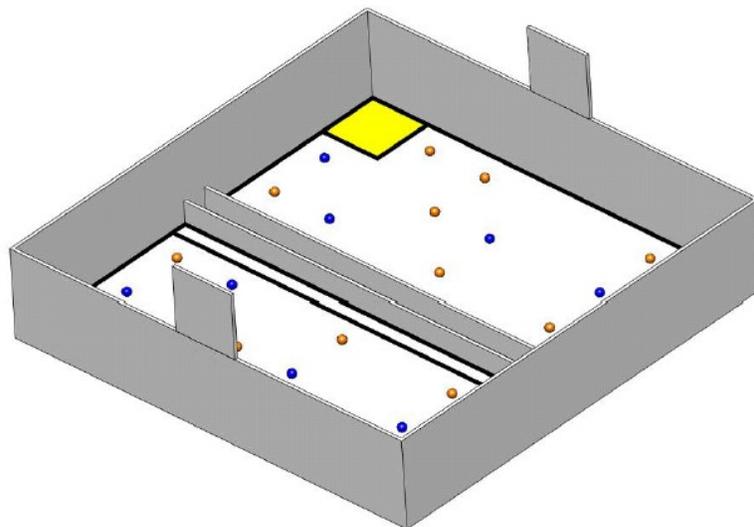


Figura 5. La arena del juego con los paneles

1.1.3 Los robots

Cada robot jugador tiene que ser un robot autónomo y tiene que ser capaz de alcanzar sus objetivos y moverse libremente en la arena sin ninguna interacción humana. Los robots solo pueden ser construidos a partir del material entregado en clase, esto es: 2 kits robóticos constructivos, Lego Mindstorms NXT 2.0.

Es importante considerar que los robots deben ser lo suficientemente fuertes como para evitar que se vean afectados por las piezas sueltas y los impactos de las bolas que se lanzan. Si algún robot se daña durante el juego, el equipo lo puede intentar arreglar pero el tiempo de juego no se detiene.

Esta prohíbo construir robots con algún objetivo explícito de dañar a otros robots oponentes.

Restricciones

- Cada robot tiene que entrar en un cubo de 250 mm para poder participar del juego. Después que inicia el juego (durante el juego), esta restricción ya no es válida.
- Cada robot puede tener un máximo de 8 sensores y 6 actuadores
- Está estrictamente prohibido establecer cualquier tipo de comunicación con dispositivos externos. El incumplimiento de esta restricción descalifica al equipo. La única comunicación permitida es entre robots de un mismo equipo.
- Los robots no pueden dañar la arena. La no consideración de esta restricción podría descalificar al equipo del campeonato.

1.1.4 El partido de THBall

Cada equipo puede tener un máximo de dos robots al mismo tiempo en la arena, los cuales pueden cooperar entre sí. Cada equipo puede tener tantos robots de reserva como lo desee, siempre que cada uno de ellos cumpla con las reglas especificadas antes. Los robots no tienen porque ser iguales entre sí, es decir pueden ser heterogéneos.

Al inicio de cada juego, hay 12 pelotas (6 azules y 6 naranjas) dispuestas en cada campo de juego. Cada robot debe comenzar el juego en la denominada "zona de inicio" (zonas amarillas de la figura 1).

Cada juego tiene una duración de 5 minutos sin interrupciones. El tiempo del partido no se detiene nunca, aún durante las sustituciones. El partido termina al finalizar estos 5 minutos o si algún equipo decide retirarse.

Cada equipo puede reemplazar o sustituir robots sólo dos veces durante todo el partido. Estas sustituciones pueden realizarse en cualquier momento del partido. El robot sustituido puede volver a la arena con cualquier tipo de modificación (piezas, modelo, programación, etc.), siempre que se mantenga dentro de las restricciones especificadas en la sección 1.3.

Los robots pueden ser diseñados para bloquear el ataque rival. Sin embargo, un robot no puede quedarse inmóvil en un mismo lugar durante el partido, aún cuando este tenga la intención de bloquear un ataque. Si un robot se detiene, se le sacará una tarjeta roja siendo eliminado y retenido por el árbitro sin posibilidad de regresar a la arena. Como se mencionó antes, un robot eliminado puede ser sustituido por otro de reserva si es que el equipo tiene uno.

Cada vez que un equipo quiera sustituir un robot, debe solicitar autorización al árbitro indicando cuál robot quiere sustituir y por cuál será reemplazado.

Un robot siempre inicia el juego en una de las zonas de inicio de su campo, la cual puede ser elegida por el equipo del robot.

Si durante una sustitución de robot, sea por la razón que sea (por elección del equipo, o por penalización de tarjeta roja, o por invasión de la *zona muerta*), una o más pelotas chocan contra alguno de los miembros humanos que está realizando la sustitución y la misma:

1. cae en la arena, entonces las mismas permanecerán en el campo del equipo que está realizando la sustitución y serán consideradas para la puntuación final.
2. cae fuera de la arena o en la zona muerta, entonces la pelota será retenida por el árbitro considerándose para el puntaje final.

En cualquier caso, y en cualquiera de estas circunstancias, el equipo que tuvo contacto con la pelota será obseado por el árbitro.

Si el robot que esta dejando la arena (sea por la razón que sea), tiene pelotas en su poder, se les serán retiradas y las de color naranja serán consideradas para la puntuación final (las azules no). Estas pelotas, azules o naranjas, no volverán a la arena.

Es relevante mencionar que este desafío sigue las reglas de la METAL PREMIER LEAGUE.

Sistema de puntuación

Para la puntuación del juego se consideran puntos y tornillos. En cada partido, cada equipo inicia con 0 puntos.

Cuando una pelota llega al campo adversario (por cualquier medio) se aplican las reglas que se describen a continuación.

Al final de cada partido, cada equipo contabiliza su puntuación final. Este puntaje final se calcula en base a los puntos de las pelotas que estén en su campo y las penalizaciones.

- pelota azul: +100 puntos
- pelota naranja: -100 puntos

El equipo también puede recibir puntos de penalización que ocurren en las siguientes circunstancias:

- cada pelota lanzada al campo adversario que cae fuera de la arena (azul o naranja): -50 puntos.
- cada pelota lanzada a la *zona muerta* (azul o naranja): -50 puntos
- cada invasión del robot (rueda, alambre, tornillo, etc.) a la *zona muerta*: -100 puntos

El equipo que tenga la mayor cantidad de puntos al final del partido será declarado como ganador. Si al final del partido ambos equipos tuvieran el mismo puntaje, el partido será declarado como empatado.

1.1.5 Penalización con tarjeta roja

Para garantizar un juego dinámico, se imponen al juego ciertas penalizaciones.

Si algún robot pasa demasiado tiempo deliberando podría recibir una "tarjeta roja", de acuerdo a como lo interprete el árbitro. Esto significa que debe abandonar el partido y el campo de juego, y ser retenido por el arbitro. Si lo tuviera, el equipo podría sustituir a este robot por otro.

2. Descripción del laboratorio 1

Se plantea como objetivo de este laboratorio resolver el problema planteado en la sección 1.

El escenario para desarrollar el juego de THBall tal cual se describe en la sección 1 estará disponible (cumpliendo además con las especificaciones planteadas por LARC [1]).

El problema se resuelve en grupo de hasta tres personas. Cada uno contará con 2 kits robóticos constructivos (Lego Mindstorms NXT 2.0) y componentes extras que amplían las posibilidades de abordaje del problema.

Si bien, como se menciona en la sección anterior, cada partido de THBall se juega en equipos de 2 robots, durante este laboratorio cada grupo construirá un sólo robot jugador de THBall.

2.1 Lenguaje de Programación

El desarrollo debe realizarse en LeJOS NXJ [2].

Nota: La solución entregada debe ejecutar correctamente en el escenario planteado.

2.2 Lectura recomendada

Se recomienda leer el artículo de Brooks [3] que introduce una de las arquitecturas de referencia en la robótica móvil.

También se recomienda leer acerca de los diferentes enfoques para resolver el control de movimientos. Entre ellos destacamos el enfoque dado en [4].

2.3 Fecha de entrega

Domingo 21/05/23 hasta las 23:59hrs.

2.4 Forma de entrega

Se deben entregar en formato electrónico todos los fuentes y ejecutables del laboratorio. Asimismo, se debe entregar documentación en formato electrónico, conteniendo:

1. descripción del problema
2. análisis de requerimientos
3. descripción de la solución
 1. diseño mecánico
 2. arquitectura y diseño del software
4. experimentos
 1. pruebas realizadas y resultados
5. conclusiones y trabajo futuro
6. referencias

En las secciones 3, 4 y 5 se espera una mínima justificación de las principales decisiones adoptadas.

La entrega se debe realizar a través del receptor que se habilitará en el sitio web de la asignatura.

Consideraciones:

- Se realiza una única entrega por grupo.
- Todo lo requerido como entrega (código fuente, ejecutable y documentación) debe entregarse en un solo archivo comprimido cuyo nombre debe seguir la siguiente nomenclatura: *RBC23-grupo0X_Lab1.zip*

Notas:

No se aceptarán trabajos entregados fuera de fecha.

Cada entrega es obligatoria y eliminatoria en caso de no cumplirse con el plazo de entrega.

2.5 Disponibilidad de recursos

2.5.1 Sala de trabajo

Los sistemas físicos con los que se debe trabajar sólo están disponibles para usar dentro de la sala de laboratorio. La misma estará abierta y disponible para su uso los días lunes, miércoles y viernes entre las 18 y 21 horas, pudiéndose coordinar, cuando sea requerido por los alumnos y haya disponibilidad docente, la apertura extraordinaria del laboratorio durante otros horarios/días.

En este sentido y con el objetivo de optimizar el uso del tiempo en el laboratorio se sugiere:

1. pensar y diseñar las posibles estrategias de solución previamente
2. usar simuladores para realizar y probar su trabajo más allá de la disponibilidad de la sala.

2.5.2 Kits robóticos

Cada grupo dispondrá de dos (2) kits robóticos constructivos, Lego Mindstorms NXT 2.0, los cuáles quedarán, durante los horarios de uso en el laboratorio, bajo entera responsabilidad del grupo.

Cada grupo debe retirar las baterías del robot una vez finalizada la sesión de trabajo y colocarlas en las cajas identificadas para su recarga. Asimismo, deben guardar en la valija el robot y todos los componentes del kit que no fueron usados para su construcción.

3. Referencias

[1] LARC 2014. Disponible:

<https://eva.fing.edu.uy/mod/resource/view.php?id=41605>

[2] Java for Lego Mindstorms. Disponible:

<http://lejos.sourceforge.net>

[3] "A Robust Layered Control System for a Mobile Robot", R. A. Brooks, IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. 2, No. 1, pp. 14–23, March 1986. Disponible:

<http://eva.fing.edu.uy/file.php/186/teorico/>

[ARobustLayeredControlSystemForAMobileRobot_Brooks86.pdf](#)