

Capítulo 1

Introducción

1.1 Definición del problema

Se debe diseñar un robot capaz de resolver un laberinto de paredes, que se ajuste a las características definidas por las normas para los robots de laberinto.

Estos robots son dispositivos complejos con tres partes diferenciadas. La parte mecánica es la que soporta todo el robot, por lo tanto la elección de la forma y las dimensiones del chasis determinarán que tan rápido puede moverse el robot, por lo que deben seleccionarse adecuadamente los materiales con los que se realizará la parte mecánica atendiendo a la colocación del centro de gravedad y las formas del robot a fin de que pueda navegar por el reducido espacio de que dispone en el laberinto.

La parte electrónica se compone a su vez de los actuadores, sensores, y controlador que constituyen la capa de hardware que reciben, conducen y procesan las señales.

El software son las instrucciones que procesa el microcontrolador, recibe los datos del exterior por medio de los sensores y produce salidas que son enviadas a los actuadores para producir el comportamiento esperado del robot.

1.2 Objetivos de la tesis

Construir un robot que resuelva un laberinto de paredes mediante el reconocimiento de su entorno. Para poder realizar esta tarea el robot deberá contar con los sensores adecuados que le permitan conocer la distancia del mismo hasta las paredes que conforman cada una de las celdas del laberinto y ser capaz de tomar las decisiones adecuadas mediante los movimientos que le lleven a la meta.

Consiste en analizar diferentes estructuras mecánicas, plataformas electrónicas en cuanto microcontroladores y sensores de proximidad y distancia además de diversos algoritmos de navegación para diseñar, implementar y probar un robot que sea capaz de navegar por un laberinto y encontrar la meta, en uno de los extremos del laberinto.

1.3 Metodología de la tesis

Para obtener los resultados esperados se seguirá el siguiente procedimiento.

- DEFINIR claramente el robot a realizar en cuanto a su estructura mecánica, motores y controlador.
- DISEÑAR EL CIRCUITO FÍSICO, que implementará el proyecto, es decir dibujar el circuito electrónico que va a controlar al robot.
- CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO, en esta fase hay que adquirir todos los componentes que configuran el robot, realizar el circuito físico diseñado en el paso anterior, montándolo en una placa protoboard y posteriormente en la placa de circuito impreso.
- PLANTEAR EL PROGRAMA NECESARIO, utilizando herramientas de diseño, depurando este paso hasta donde sea necesario. Tomando en cuenta que le tiempo que se dedique en ésta fase ahorrará mucho más tiempo en etapas posteriores además de reducir la posibilidad de cometer errores.
- EDITAR EL PROGRAMA, en esta fase se trasladará el diseño de la fase anterior a un lenguaje de programación de alto nivel.
- SIMULAR EL COMPORTAMIENTO, antes de llevarlo a la memoria de controlador del robot, lo que permitirá dentro de ciertos límites, detectar errores.
- COMPROBAR el funcionamiento del prototipo físico. Representará la prueba más decisiva para modificar y depurar el comportamiento del robot.
- DOCUMENTAR cada una de las fases.
- PROPONER mejoras y soluciones para futuras versiones del robot propuesto.

1.4 Estructura de la tesis

Se comienza con una introducción sobre el desarrollo cronológico de las competencias de robots de laberinto, mencionando las mejoras que se han introducido en las diferentes competencias. Luego se hace un análisis de los distintos componentes que se requieren para desarrollar el cuerpo del robot, dentro de los componentes que se estudian tenemos las ruedas, motores, sensores, baterías y microcontroladores.

Luego se analizan los diferentes algoritmos que suelen utilizarse para la resolución del laberinto, de entre los que destacan los algoritmos de lógica de seguimiento de la mano derecha o izquierda y el algoritmo fill flood.

Se pasa posteriormente al desarrollo de prototipo físico que sirvió como base para las pruebas y competencias reales, concretamente se han hecho pruebas en el Torneo Mexicano de Robótica que se realizó en el ITAM, esto incluye un análisis del desempeño del robot propuesto y la comparación con otros robots.

Se concluye la tesis con la propuesta de mejoras futuras tomando en cuenta los resultados de las pruebas del prototipo, además del trabajo futuro para los que encuentren interés en este tipo de robots.

1.5 Relevancia de las competencias de robots móviles

Las competencias de robots móviles han estado en la escena robótica durante los últimos treinta años. Han inspirado a miles de estudiantes, investigadores y muchas otras personas. Realizar robots móviles para competencias requiere de una gran cantidad de tiempo para investigación, elaboración, pruebas, además de ingenio y conocimiento de diversas áreas como la mecánica, electrónica y computación a fin de realizar un prototipo eficiente y competitivo.

A través del tiempo los robots móviles como los *micromouse* han evolucionado desde versiones muy elementales con apenas algunas compuertas lógicas hasta convertirse hoy día en robots muy rápidos e inteligentes con sistemas de navegación y sistemas de visión complejos.

Así también las competencias han cambiado y nuevas competencias han sido propuestas y el desempeño de los robots ha mejorado, requiriendo que los robots se encuentren a la vanguardia en sistemas motrices, sensores y técnicas de inteligencia artificial.

Nuevos y mejores sensores se han incorporado y más rápido puede procesarse la información gracias al incremento en la velocidad de procesamiento de los controladores.

Anteriormente las competencias consistían en robots contra otros, mientras que hoy es común que los robots realicen tareas cooperativas.

1.6 Normativas de las competencias de robots de laberinto

Aunque existen varias competencias de robots de laberinto a nivel mundial, todas ellas siguen normas de competencia similares:

1.6.1 El laberinto

- ✓ El laberinto deberá estar compuesto por un arreglo de 16 por 16 cuadros denominados celdas de 18 centímetros x 18 centímetros cada uno. Las paredes que dividen el laberinto deberán tener 5 centímetros de alto por 1.2 centímetros de ancho, la pared exterior debe contener completamente el laberinto.
- ✓ Los lados de las paredes deberán ser blancos y la parte superior de las paredes deberá ser roja. El piso del laberinto deberá ser de madera y pintado con pintura negra no brillante o reflectante.
- ✓ La parte superior y lateral de las paredes deberán seleccionarse de manera que reflejen la luz infrarroja, la base deberá seleccionarse para que absorba la luz infrarroja.
- ✓ El inicio del laberinto podrá colocarse en cualquiera de las cuatro esquinas. El cuadro de inicio deberá tener paredes en tres de sus lados.
- ✓ La orientación del cuadro de inicio debe ser tal que cuando la pared abierta esta hacia el norte las paredes de salida deberán estar hacia el este y el sur.
- ✓ Las dimensiones del laberinto deberán tener una tolerancia de 5 por ciento o 2 centímetros. Los puntos de ensamblaje no deberán tener uniones de más de 1 milímetro, el cambio del nivel de los ensamblados no deberá tener más de 4 grados. Los espacios entre las paredes adyacentes no deberán ser de más de 1 milímetro.
- ✓ Caminos múltiples desde el inicio hasta la meta pueden ser realizados y de hecho se promueve el diseño de laberintos que contengan múltiples caminos.

1.6.2 El robot

- ✓ Aunque la estructura del robot puede ser mayor y estar más elevada de la altura del laberinto, deberá restringirse a las siguientes medidas: anchura de 25 centímetros longitud de 25 centímetros, para el caso de robots que utilizan sensores sobre la parte superior de las paredes, no hay límite de peso, el robot deberá ser completamente autónomo y estar completamente autocontenido[1].
- ✓ El robot podrá ser provisto de una parte por la que se la pueda retirar del laberinto.
- ✓ El método de sensado de las paredes depende del constructor, de cualquier manera, el robot no deberá aplicar fuerza o cualquier otra actividad que pudiera causar daños a al laberinto o a las personas.

- ✓ El método de propulsión se deja a consideración del constructor, sin embargo no pueden utilizarse formas de energía que produzcan contaminación o que propicien que otros robots no tengan las condiciones esperadas para la competencia una vez que el robot actual haya pasado, las máquinas de combustión interna probablemente entren en esta categoría.
- ✓ Si los jueces consideran que el robot representa un elevado riesgo para las personas o para el laberinto, no le permitirán competir.
- ✓ El robot no deberá depositar objetos o marcas en el laberinto. El robot no deberá saltar, escalar, dañar o destruir las paredes del laberinto.

1.6.3 La competencia

- ✓ El tiempo que le toma navegar desde el cuadro inicial hasta la meta se llama tiempo de recorrido, el navegar desde la meta hasta el cuadro de inicio no se considera tiempo de recorrido. El tiempo total que le toma desde la primera activación hasta el inicio de cada recorrido también es considerado, este es llamado tiempo de laberinto o tiempo de búsqueda. Si el robot requiere de asistencia durante la competencia se considera que ha sido tocado [2].
- ✓ Los puntos son contabilizados según estos tres parámetros:
 - Cada robot tiene 10 minutos para desempeñarse. Este tiempo puede ser reducido a 6 minutos si hay robots muy eficientes. Los jueces tienen la autoridad si a su parecer el robot es inestable y no puede realizar su labor, por ejemplo realizando movimientos erráticos o si está dañando el laberinto.
 - La puntuación del robot será obtenida por medio de contabilizar las máximas puntuaciones de cada uno de los tiempos de recorrido. Como sigue:
 - Puntuación de tiempo máxima = Tiempo de recorrido + penalización de búsquedas + penalizaciones por tocar. Dónde:

Penalización de búsqueda = $\frac{1}{30}$ del tiempo de laberinto o tiempo de búsqueda, en segundos, asociados con cada tiempo de recorrido, y tiempo de penalización por tocar = 3 segundos más $\frac{1}{10}$ del tiempo de recorrido en segundos, si el robot ha sido tocado en cualquier momento durante el recorrido.

- ✓ Cuando el robot alcanza el cuadro destino, este puede parar o bien puede continuar explorando otras partes del laberinto o bien hacer su propio camino hacia el inicio del laberinto. Si el robot decide quedarse en la meta del laberinto, este puede ser retirado manualmente pero causará una penalización de tocar el robot, lo que se le agregará en los próximos tiempos de recorrido. No puede ser parado manualmente y reiniciado.
- ✓ El tiempo de recorrido deberá ser medido desde el momento en que el robot abandona el primer cuadro o cuadro de inicio hasta que entra al cuadro de finalización o cuadro de meta.
- ✓ El tiempo total de laberinto deberá ser medido desde el instante en que el robot es activado.