

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Proyecto Final: Implementación de robot en Webots.

Robótica y Sistemas
Prof. Sandra Cano

Martin Ignacio Vasquez Orellana
Fernando Agustín Guerrero Díaz
Nestor Raul Retamal Medina

1. Descripción del robot móvil y sus características

Robot de cuatro ruedas, dos a cada lado. Cada rueda es controlada por un motor independiente. Las ruedas son libres y se controlan por velocidad angular.

Posee sensores LIDAR, sensor de proximidad y GPS.

2. Explicación del entorno simulado en Webots

- Arena rectangular de 10×10 m, piso dividido en mosaico de 0.5×0.5 m.
- Paredes perimetrales de 0.01 m de grosor y 0.10 m de altura.
- Obstáculos internos como muros rígidos.

Escenario 1: Se creó una mapa rectangular donde el robot tenía el camino libre para llegar a su meta.

Escenario 2: Se creó una mapa rectangular donde existían múltiples obstáculos (conos) a lo largo del recorrido los cuales el robot debía evitar para alcanzar su objetivo.

3. Arquitectura del software

- Actuadores:
 - 4 motores de rotación continua, uno por rueda, montados en cinemática diferencial.
 - Ruedas de radio 0.05 m, con grip moderado.
- Sensores:
 - 2 sensores de distancia por ultrasonido para detección inmediata.
 - LIDAR 2D montado en la parte superior para escaneo de 360° .
 - Módulo GPS para obtener posición (x, y, z).
- Módulo de control:
 - Sensor Manager: Lee las lecturas de los sensores y detecta los eventos reactivos
 - Localización: Usa las coordenadas obtenidas por GPS y las convierte en grillas.
 - Map Maker: Usando el LIDAR construye el mapa (Occupancy Grid).
 - Path Planner: Usa A* para crear el path.
 - Motor Interface: Convierte las velocidades angulares en comando para cada rueda.

4. Algoritmos a utilizar

Se escogió LIDAR porque proporciona una de 360 grados, lo que permite construir mapas más precisos que con sensores de ultrasonido únicamente. Es especialmente útil en entornos desconocidos o donde los obstáculos pueden rodear el robot por varios lados.

A* Fue seleccionado por ser un algoritmo de planificación de rutas eficiente y ampliamente utilizado. Garantiza encontrar rutas óptimas si el mapa está bien definido, y permite el control sobre su heurística.

- Mapeo (occupancy grid)
- Planificación de rutas: A* con heurística Manhattan

5. Diagramas de flujo y pseudocódigo

Incluidos en el github

<https://github.com/Fernando-Guerrero-Diaz/ProyectoRob-tica>

6. Resultados obtenidos

- Camino Recto:
 - Tiempo recorrido: 3:07
- Camino Recto + Obstáculos:
 - Tiempo recorrido: 01:41

7. Análisis de los algoritmos utilizados (precisión, eficiencia)

- A*:
 - Complejidad temporal: $O(n \log n)$ con n = número de celdas abiertas.
 - Complejidad espacial: $O(n)$.
 - Precisión: muy alta, encuentra rutas óptimas si el mapa es fiable.

Problemas:

- Si hay obstáculos dinámicos o ruido en LIDAR, el mapa puede volverse inconsistente.
- Re-planificación constante puede saturar los recursos si no se gestiona bien.

Posibles mejoras:

- Filtro para limpiar el ruido del LIDAR antes de marcar celdas.
- No se utiliza odometría ni brújula, lo que podría mejorar la precisión de la localización
- El mapa se construye de forma directa con el LIDAR, pero sin técnicas como SLAM o filtrado, por lo que puede incluir ruido o falsas detecciones.
- El robot calcula toda la ruta en cada paso, lo cual es ineficiente.

Durante el desarrollo del proyecto aprendimos a integrar múltiples módulos en un sistema robótico funcional, abordando la complejidad de trabajar en un entorno simulado con sensores reales. Integrando sensores heterogéneos, mapeo en tiempo real y implementación práctica de algoritmos como A*.

Además, descubrimos que incluso en entornos controlados, factores como la latencia del GPS o el ruido del LIDAR afectan la navegación precisa, lo que motivó la necesidad de replantear varias decisiones.

En el futuro, este sistema podría extenderse a través de la implementación de SLAM, una exploración más autónoma e incluso el uso colaborativo de múltiples robots.