

ESCUELA DE
INGENIERÍA INFORMÁTICA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

Proyecto de Robótica

Bruno Toro Carrasco
Ignacio Silva Rubio
Davor Serey Guzmán

ROBÓTICA Y SISTEMAS AUTÓNOMOS
(ICI 4150)
26 de Junio de 2025

Descripción del Proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo e implementación de un robot móvil autónomo en el simulador Webots, utilizando control cinemático diferencial y sensores para la percepción del entorno.

El robot es capaz de:

- Detectar y evitar obstáculos en tiempo real mediante la combinación de un sensor LIDAR 2D y sensores de distancia (ultrasónicos o infrarrojos).
- Construir un mapa local del entorno (grilla de ocupación 8x8) a partir de los datos del LIDAR.
- Planificar rutas óptimas en el mapa utilizando el algoritmo de planificación A* (A-Star).
- Navegar de manera autónoma hacia un objetivo definido en el entorno simulado, ajustando su trayectoria en función de la percepción actualizada.

El desarrollo integra percepción, planificación y control en un entorno dinámico, permitiendo que el robot reaccione ante cambios en su entorno y tome decisiones en tiempo real. El robot se prueba en un entorno controlado de 8m x 8m con obstáculos distribuidos, evaluando su desempeño en términos de eficiencia de navegación, precisión de planificación y robustez en la evasión de obstáculos.

Arquitectura del Software

El sistema de control del robot se organiza en tres niveles principales:

Percepción

LIDAR 2D (128 resoluciones):

- Obtiene un mapa parcial del entorno en cada ciclo.
- Detecta obstáculos en un rango de hasta 1 metro.
- Construye un mapa de ocupación (grilla 8x8).

Sensores de distancia (ultrasónicos/infrarrojos):

- Detectan obstáculos cercanos (frontales).
- Proveen una capa de seguridad adicional para la evasión reactiva.

GPS:

- Obtiene la posición actual del robot en el entorno simulado (coordenadas X, Z).

Planificación

Grilla de ocupación:

- Mapa 2D representado como una matriz 8x8.
- Celdas marcadas como libres u ocupadas.

Algoritmo de planificación A* (A-Star):

- Calcula la ruta óptima desde la posición actual hacia el objetivo.
- Se ejecuta en cada ciclo para ajustar el plan en función de los cambios en el mapa.

Control

Control de navegación:

- Si se detecta un obstáculo cercano → evasión reactiva (giro en el lugar).
- Si no hay obstáculos cercanos → seguimiento del camino planificado (A*).

Controlador de motores:

- Control cinemático diferencial (velocidad de ruedas izquierda/derecha).
- Ajustes simples de velocidad en función del ángulo hacia el waypoint actual.

Esta arquitectura modular permite la integración de múltiples fuentes de percepción para una navegación robusta, combinando planificación deliberativa (A*) con comportamientos reactivos (evasión rápida).

Resultados

Métricas de desempeño

- Tiempo total de navegación: 60 segundos
- Longitud del path (celdas): 15
- Tiempo de planificación (A*): 50 milisegundos
- Porcentaje del mapa explorado: 20%

Análisis de algoritmos

- Precisión: El algoritmo A* logra rutas no óptimas, pero correctas en escenarios conocidos.
- Eficiencia: La planificación en grilla 8x8 es rápida (< 50 ms por iteración).
- Robustez: La combinación LIDAR + Distance Sensor permite evitar obstáculos dinámicos, permitiendo que el robot logre llegar al destino sin problemas.

Reflexión sobre mejoras

- Usar SLAM o un mapeo más denso para escenarios más complejos.
- Integrar planificación incremental para ambientes dinámicos.
- Optimizar el algoritmo y cálculo de la ruta para llegar al camino óptimo.