Universidad de Alcalá

Grado en Ingeniería de Computadores

**PERCEPCION Y CONTROL**

**Práctica de Laboratorio (PECL)**

**Curso 2024/2025**



Sistema de Navegación y Mapeo para Robot Móvil

***DNI – Apellidos, Nombre***

### 52003666E – Valcarcel Alvarez, Adrian 12795971J – Pajuelo Condori, Joseph

Contenido

[52003666E – Valcarcel Alvarez, Adrian 12795971J – Pajuelo Condori, Joseph 1](#_Toc198919167)

[Introducción 3](#_Toc198919168)

[Parámetros Principales 3](#_Toc198919169)

[Funciones Principales 3](#_Toc198919170)

[1. actualizar\_mapa\_completo 3](#_Toc198919171)

[2. world2map 4](#_Toc198919172)

[3. visualizar\_mapa 4](#_Toc198919173)

[4. guardar\_mapa\_final 4](#_Toc198919174)

[Funciones de Navegación 5](#_Toc198919175)

[1. avanzar\_coordenadas 5](#_Toc198919176)

[2. girar\_coordenadas 5](#_Toc198919177)

[3. girar\_180 5](#_Toc198919178)

[4. girar 5](#_Toc198919179)

[Funciones de Soporte 6](#_Toc198919180)

[1. min\_distancia\_lidar 6](#_Toc198919181)

[2. distancia\_lidar 6](#_Toc198919182)

[3. avanzar 6](#_Toc198919183)

[4. detener 6](#_Toc198919184)

[5. obtener\_posicion 6](#_Toc198919185)

[6. obtener\_yaw 6](#_Toc198919186)

[Algoritmo de Exploración 7](#_Toc198919187)

[Fase 1: Exploración Aleatoria 7](#_Toc198919188)

[Fase 2: Exploración Dirigida 7](#_Toc198919189)

[Conclusión 7](#_Toc198919190)

# Introducción

Este documento describe en detalle el sistema de navegación y mapeo implementado en MATLAB para un robot móvil. El sistema permite al robot explorar un entorno desconocido, construir un mapa de ocupación basado en datos de odometría y LIDAR, y navegar hacia áreas inexploradas de manera autónoma.

# Parámetros Principales

resolution: 0.06 (metros por píxel del mapa)

mapSize: 15/resolution (tamaño del mapa en píxeles)

logOddsMap: Matriz que almacena el mapa en formato log-odds

visitedMap: Matriz booleana que indica celdas visitadas

l\_occ, l\_free, l\_min, l\_max: Parámetros para actualización del mapa log-odds

distancia\_umbral: 0.5m (distancia mínima para evitar obstáculos)

tiempo\_limite: 120s (duración máxima de cada fase)

# Funciones Principales

## 1. actualizar\_mapa\_completo

Propósito: Actualiza el mapa de ocupación basado en datos LIDAR y odometría.

Proceso:

Para cada medición del LIDAR (dentro del rango válido 0.15-8.0m):

Calcula la posición del punto detectado en coordenadas mundiales.

Traza una línea desde el robot hasta el punto detectado.

Actualiza las celdas de la línea como libres (l\_free).

Actualiza la celda del punto final como ocupada (l\_occ).

Mantiene los valores dentro de los límites [l\_min, l\_max].

Marca las celdas actualizadas como visitadas.

Parámetros:

x0, y0, theta: Posición y orientación actual del robot.

ranges, angleMin, angleInc: Datos del escaneo LIDAR.

resolution, mapSize: Parámetros del mapa.

logOddsMap, visitedMap: Mapas a actualizar.

l\_occ, l\_free, l\_min, l\_max: Parámetros de actualización.

## 2. world2map

Propósito: Convierte coordenadas mundiales (metros) a coordenadas de mapa (píxeles).

Proceso:

Escala las coordenadas por la resolución.

Ajusta el eje Y para que coincida con la representación matricial.

## 3. visualizar\_mapa

Propósito: Muestra gráficamente el mapa de ocupación y la posición del robot.

Características:

Convierte log-odds a probabilidades para visualización.

Muestra la posición del robot como un punto azul.

Dibuja los rayos LIDAR como líneas rojas.

Usa una escala de grises (blanco=libre, negro=ocupado).

## 4. guardar\_mapa\_final

Propósito: Guarda el mapa final en un archivo .mat y lo visualiza.

Proceso:

Convierte log-odds a probabilidades.

Clasifica celdas como libres (<0.3), ocupadas (>0.7) o desconocidas.

Guarda el mapa en 'mapa\_final\_valores\_0\_05\_1.mat'.

Muestra el mapa con leyenda clara.

# Funciones de Navegación

## 1. avanzar\_coordenadas

Propósito: Navega hacia coordenadas objetivo evitando obstáculos.

Algoritmo:

Calcula distancia y dirección al objetivo.

Ajusta velocidad proporcional a la distancia.

Si hay obstáculos cercanos, gira 180° y avanza temporalmente.

Usa control proporcional para mantener el rumbo.

Parámetros:

x\_objetivo, y\_objetivo: Coordenadas destino.

distancia\_umbral: 0.5m (para detección de obstáculos).

tolerancia: 0.25m (para considerar destino alcanzado).

## 2. girar\_coordenadas

Propósito: Orienta el robot hacia coordenadas objetivo.

Algoritmo:

Calcula ángulo hacia el objetivo.

Usa control proporcional para minimizar el error angular.

Se detiene cuando el error es menor a 0.05 rad (~3°).

## 3. girar\_180

Propósito: Gira el robot 180° (anti-horario) a velocidad constante.

## 4. girar

Propósito: Gira el robot un ángulo aleatorio entre 0°-90°.

# Funciones de Soporte

## 1. min\_distancia\_lidar

Propósito: Devuelve la distancia mínima detectada por el LIDAR en un rango frontal (sensores 50-350 de 400 totales).

## 2. distancia\_lidar

Propósito: Devuelve la distancia de un sensor LIDAR específico.

## 3. avanzar

Propósito: Mueve el robot hacia adelante a velocidad constante (0.3 m/s).

## 4. detener

Propósito: Detiene completamente el robot.

## 5. obtener\_posicion

Propósito: Devuelve posición (x,y) y orientación (z) actual del robot.

## 6. obtener\_yaw

Propósito: Extrae la orientación (yaw) del mensaje de odometría.

# Algoritmo de Exploración

## Fase 1: Exploración Aleatoria

Mientras no se alcance el tiempo límite:

Actualiza el mapa con datos LIDAR/odometría.

Si no hay obstáculos cercanos, avanza.

Si detecta obstáculo, gira 180°, avanza 1.5s, y gira ángulo aleatorio.

Visualiza el mapa en cada iteración.

## Fase 2: Exploración Dirigida

Busca celdas inexploradas (valor 0.5) en el mapa.

Navega hacia la celda inexplorada más cercana.

Repite hasta explorar todo el mapa o alcanzar tiempo límite.

# Conclusión

Este sistema implementa un enfoque completo para mapeo y navegación autónoma, combinando:

Mapeo probabilístico con log-odds

Evasión reactiva de obstáculos

Exploración aleatoria y dirigida

Visualización en tiempo real

El código es modular y cada función tiene un propósito específico, permitiendo fácil modificación y extensión para diferentes entornos o requisitos de navegación