

Trabájo Práctico Final

Parte B

I-402 - Principios de la Robótica Autónoma

Prof. Ignacio Mas, Tadeo Casiraghi y Bautista Chasco

17 de junio de 2025

Fecha límite de entrega: 29/06/25, 23.59hs.

Modo de entrega: Enviar por el Aula Virtual del Campus **en un solo archivo comprimido** el paquete de ROS con código comentado y el informe pdf.

En este trabajo práctico final los alumnos deberán integrar los principales conceptos abordados a lo largo de la materia de Principios de la Robótica Probabilística mediante la implementación de un sistema autónomo de localización y navegación. Utilizando un robot TurtleBot3 simulado en el entorno de Gazebo, el objetivo será que el robot explore un entorno desconocido tipo laberinto, construya un mapa del mismo y posteriormente sea capaz de navegar en él de forma autónoma.

Este proyecto representa un caso de aplicación realista donde convergen múltiples herramientas vistas durante la cursada, como la estimación de estado mediante SLAM, el uso de sensores ruidosos (como el LIDAR), la planificación de trayectorias y el seguimiento de caminos. Al finalizar, el robot deberá ser capaz de ubicarse en el mapa previamente generado y desplazarse desde cualquier punto de partida hacia una meta determinada, aprovechando exclusivamente la información obtenida durante la etapa de mapeo.

A lo largo del desarrollo se hará hincapié en la correcta integración de módulos, la toma de decisiones bajo incertidumbre y la evaluación crítica del comportamiento del sistema frente a distintas condiciones del entorno simulado.

1. Navegación autónoma con localización y seguimiento de trayectoria

En esta sección deberán implementar la capacidad del robot para desplazarse de manera autónoma entre dos puntos arbitrarios del mapa generado en la etapa anterior. Para ello, el robot debe ser capaz de localizarse dentro del mapa estático conocido, planificar un camino factible desde su posición actual hasta el objetivo deseado, y ejecutar un controlador que permita seguir la trayectoria calculada.

Este desafío integra varios conceptos vistos durante la cursada, tales como localización probabilística, planificación de caminos en mapas de ocupación, y control de seguimiento de trayectorias. La correcta combinación de estos módulos es fundamental para lograr una navegación robusta y eficiente en entornos reales o simulados.

Para abordar este problema, la sección se divide en las siguientes subsecciones:

1.1. Localización Inicial en el mapa

Al comenzar la simulación, el robot no sabrá donde está ubicado en el mapa. Su robot deberá entonces hacer una localización inicial utilizando datos de los sensores y de ser necesario la odometría.

1.2. Localización en el mapa

Mientras se mueve el robot deberá poder localizarse en el mapa utilizando los datos de odometría, el sensor lidar, y el mapa previamente generado. Se debe trabajar con filtros probabilísticos (por ejemplo, filtro de partículas) para manejar la incertidumbre.

1.3. Planificación de ruta

Se deberá planificar el recorrido entre el inicio y el punto objetivo dentro del mapa generado.

1.4. Seguimiento de trayectoria (Path Following)

Se deberá implementar un algoritmo que permita que el robot siga la trayectoria planteada y ejecutarlo.

1.5. Lanzamiento de la simulación

Para lanzar la simulación deben primero descargarse el paquete de ROS de la parte B y colocarlo dentro del *src*, hacer un *colcon build*, y ejecutar el launch file:

```
source install/setup.bash
export TURTLEBOT3_MODEL=burger
ros2 launch my_py_amcl amcl_maze.launch.py
```

No olvide también cargar su mapa generado de la sección anterior en la carpeta maps del paquete.

1.6. Evaluación

Se evaluará su trabajo en base a:

- Eficiencia de localización inicial del robot
- Velocidad y eficiencia de generación del recorrido del robót
- Manejo de incertidumbre durante el recorrido
- "Seguridad" del recorrido del robot. (Si el robot se choca mientras hace el recorrido nuestros jefes van a estar muy enojados
- Capacidad de llegar al objetivo

2. Reglamento del trabajo

- El trabajo práctico se realiza en **grupos de hasta dos (2) personas**. No se aceptarán grupos individuales ni de más de dos integrantes, salvo casos excepcionales justificados y aprobados previamente por la cátedra.
- La **entrega final** deberá incluir:
 - Un **paquete de ROS 2 autocontenido**, con todos los nodos necesarios para ejecutar SLAM, localización, planificación y control dentro del entorno de simulación provisto.
 - Un **informe técnico** que describa brevemente la arquitectura general del sistema, las decisiones de diseño tomadas, y los resultados obtenidos. El objetivo es que el informe permita a un tercero entender e interpretar el funcionamiento del sistema.
- Se realizará una **presentación oral de 10 minutos por grupo**, donde deberán explicar su solución, mostrar resultados y responder preguntas de la cátedra. Se evaluará tanto la claridad como la comprensión del trabajo realizado.
- **(Opcional - extra)**: aquellos grupos que hayan alcanzado una solución estable y funcional en simulación, tendrán la posibilidad de **probar su algoritmo en el robot real** disponible en el laboratorio.