

# Práctica 1. Mapeado 3D de Interiores y Sigue Líneas

Diego Viejo, Francisco Gómez, Bessie Domínguez  
Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial  
Universidad de Alicante

18 de febrero de 2025

La práctica consistirá en el desarrollo de un programa de mapeado 3D. Se utilizará una cámara montada en el turtlebot3 para capturar nubes de puntos mientras el robot navega por el interior de una casa simulada. Estas nubes de puntos deben ir registrándose con el objetivo de obtener un modelo 3D del entorno.

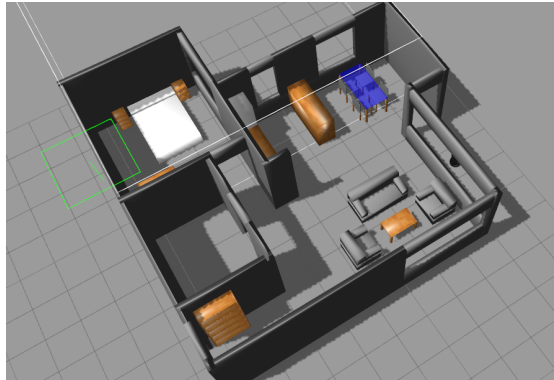


Figura 1: Mapa de la casa de la abuela Annie.

## 1. Mapeado 3D

El objetivo de esta primera parte es realizar el mapeado/modelo 3D de una planta de una casa, en concreto el modelo es el mismo que se usa para competiciones de robots como el Rockin. Para ello cargaremos en Gazebo el modelo CAD de la casa en el que se insertará el ya familiar turtlebot. Como ya es conocido, turtlebot monta una cámara Kinect la cual se usará para capturar nubes de puntos. Conforme el robot se mueva por la casa, irá capturando nubes de puntos que deben ser registradas para, al final, conseguir un modelo 3D del entorno.

Para realizar la práctica se usará ROS, Gazebo y Point Cloud Library. Se creará un nodo ROS que controle el robot, así como también se encargará de la

captura y registro de las nubes de puntos. El movimiento del robot puede ser teleoperado o autónomo.

### 1.1. Point Cloud Library y Registro

La técnica que se usará para registrar las nubes de puntos será similar a la utilizada para la generación de panorama. En la PCL existen varios métodos detectores de keypoints en nubes de puntos y varios métodos para calcular sus descriptores. Una vez obtenida esta información se utilizará alguno de los métodos que proporciona la librería para *alinear* las nubes e ir generando el modelo 3D de forma incremental. Se recomienda el uso de Voxel Grid como método de downsampling para ahorrar tiempo de cómputo.

Se deben probar algunos métodos detectores de keypoints junto con algunos métodos para calcular sus descriptores con el fin de obtener el registro de mayor calidad posible. Al menos dos de cada.

Vamos a detallar qué pasos tenemos que seguir para realizar la práctica. Vamos a suponer que el robot realiza, en su movimiento por el entorno,  $t$  tomas de datos, por lo que tendremos un conjunto de datos  $X = x_1, x_2, \dots, x_t$ . Cada dato  $x_i$  es un conjunto de puntos 3D. Los pasos a seguir son los siguientes:

**Entrada:** Conjunto de datos  $X$ .

- 1: Transformación total  $T_T = I$
- 2: Mapa 3D  $M$
- 3: **para**  $i=1$  hasta  $t-1$  **hacer**
- 4:   Extraer características  $C_i = \{c_1^i, c_2^i, \dots, c_m^i\}$  de los datos  $x_i$ .
- 5:   Extraer características  $C_{i+1} = \{c_1^{i+1}, c_2^{i+1}, \dots, c_k^{i+1}\}$  de los datos  $x_{i+1}$ .
- 6:   Encontrar emparejamientos  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_l\}$  entre las características  $C_i$  y  $C_{i+1}$ . Cada emparejamiento es un par de características de cada conjunto de datos  $p_j = \{c_a^i, c_b^{i+1}\}$
- 7:   Obtener la mejor transformación  $T_i$  que explican los emparejamientos.
- 8:   Obtener la transformación total  $T_T = T_T * T_i$ .
- 9:   Aplicar al conjunto de datos  $C_{i+1}$  la transformación  $T_T$  para colocarlos en el sistema de coordenadas de  $C_1$ . Acumular el conjunto de datos transformados en  $M$ .
- 10: **fin para**
- 11: **devolver**  $M$

Vamos a ir explicando en detalle los pasos a seguir.

1. Extracción de características. Este paso nos devolverá un conjunto de características  $C_i$  que será el resultado de aplicar un detector y un descriptor de características. Habrá que experimentar con las opciones disponibles para determinar cuál es el más adecuado (por tiempo de ejecución y eficacia).
2. Encontrar emparejamientos. Usaremos el método que proporciona PCL para encontrar las correspondencias. El resultado de este paso es un conjunto de emparejamiento.
3. Como hemos comentado antes, es posible que haya muchos malos emparejamientos. En este paso tenemos que determinar la mejor transformación

que explica los emparejamientos encontrados. Para ello, usaremos el algoritmo RANSAC.

4. Por último, hay que construir el mapa. Como cada toma de la Kinect tiene aproximadamente 300.000 puntos, en el momento que tengamos unas cuantas tomas vamos a manejar demasiados puntos, por lo que hay que proceder a reducirlos. Para ellos, podemos usar el filtro de reducción VoxelGrid, disponible en PCL.

## 2. Documentación a entregar

La documentación de la práctica es una parte muy importante en la puntuación final (un 60 % de ella). El código debe estar debidamente comentado, indicando qué se hace en cada punto. Además, se debe entregar un vídeo donde se demuestre el funcionamiento de cada una de las partes de la práctica y una documentación (PDF) con los siguientes puntos:

1. Introducción
2. Propuesta
3. Experimentación
4. Conclusiones
5. Referencias

Normas de entrega de la práctica:

- La práctica se podrá realizar por parejas.
- La entrega se realizará a través del Moodle de la asignatura.