



Proyecto puede desarrollarse en parejas.

Porcentaje nota: 18%

Fecha Publicación: 5 de Noviembre

Fecha límite entrega: 18 de Noviembre

Planificación de Caminos Geométricos, Ejecución (Modo Autónomo) y Relocalización

Problema a resolver

Resolver el problema de planificación de caminos geométricos (rutas) entre una configuración inicial q_0 y una configuración final q_f en escenarios conocidos. Un escenario estará definido por un área con límites demarcados y con obstáculos rectangulares en su interior:

1. Al interior del escenario hay que realizar la planificación de un camino geométrico desde q_0 hasta q_f evitando los obstáculos. La solución a un problema será un camino geométrico optimizado (en distancia a recorrer y/o en distancia a los obstáculos del escenario) que defina una secuencia de movimientos de traslación y rotación para ir desde q_0 a q_f .
2. En la configuración q_f el robot tendrá dos referencias de distancia con respecto a dos obstáculos: El robot debe quedar a una distancia d_{frente} con un obstáculo al frente y a una distancia $d_{derecha}$ con un obstáculo a la derecha (Figura 1). En esta configuración hay que relocalizar al robot e informar:
 - a. La configuración teórica q_f ,
 - b. La configuración (interna) estimada q_{f-est} reportada por el robot,
 - c. La configuración real q_{act} a partir de la distancia del robot a los dos obstáculos de referencia al frente y a su derecha.
3. Usando Gazebo, el robot en la configuración q_f detecta una distancia d_{frente} de 0.6401 m (medida por los sensores frontales) y una distancia $d_{derecha}$ de 0.7500 m (medida por el sensor lateral derecho).

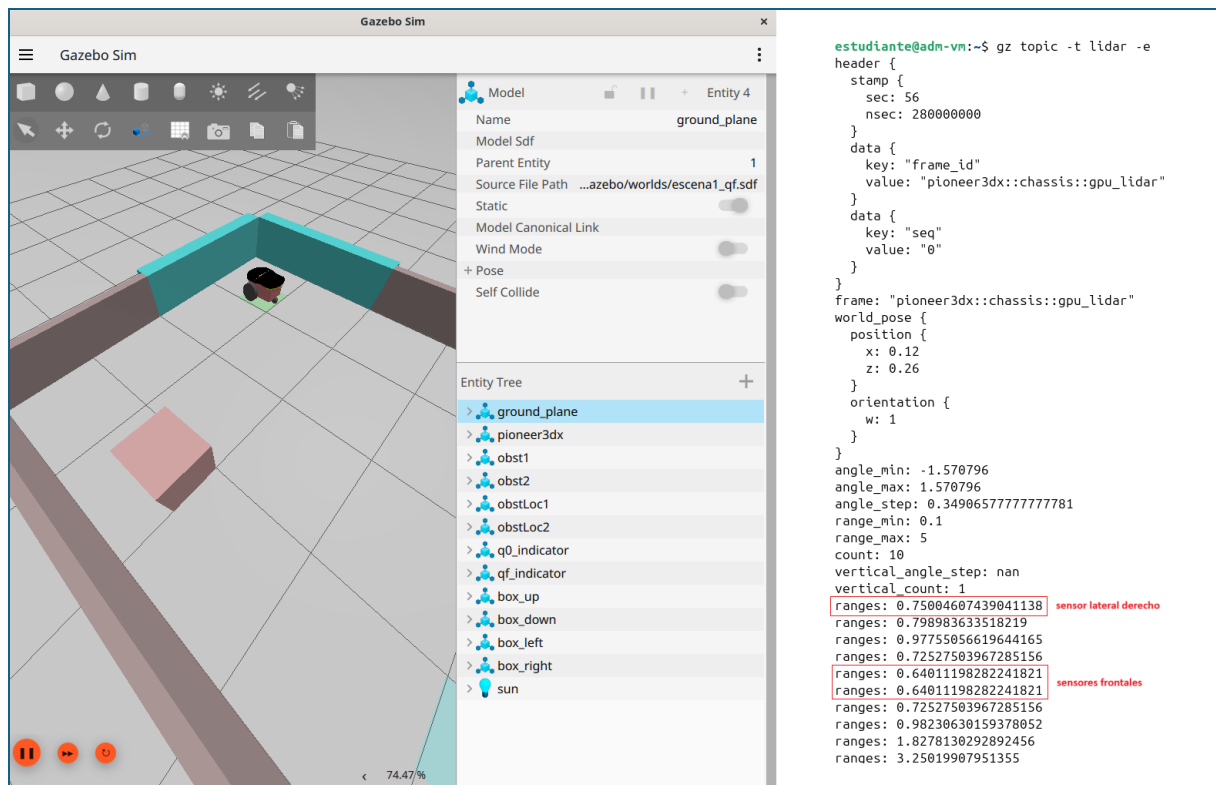


Figura 1. Después de la ejecución del camino geométrico desde q_0 , el robot debería haber llegado a q_f . Sin embargo, el robot tiene una estimación (creencia) de su localización en q_{f-est} . Y de acuerdo con las distancias a los obstáculos al frente y a la derecha el robot se encuentra en la configuración real q_{act} .

Los caminos geométricos se ejecutarán con un robot diferencial P3-DX equipado con sensores de ultrasonido. Como geometría se considera que el robot está delimitado por un cuadrado de $0.5 \times 0.5 \text{ m}^2$ y su centro es el centro del robot. El robot al rotar sobre su centro mantiene su geometría al interior del cuadrado que lo contiene.

Una solución de planificación estará compuesta por los segmentos que definen el camino geométrico de la forma:

$\langle q_0, q_{rot0-1}, q_1, q_{rot1-2}, q_2, q_{rot2-3}, \dots, q_i, q_{roti-i+1}, \dots, q_n, q_{rotrn} \rangle$.

Cada configuración q del robot es de la forma (x, y, θ) definiendo la posición/orientación del punto de referencia del robot en el sistema de referencia de la escena. Las configuraciones $q_{roti-i+1}$ definen la rotación del robot en la configuración q_i para alinearse en la dirección de la configuración q_{i+1} y poder realizar un desplazamiento de traslación entre $q_{roti-i+1}$ y q_{i+1} . La configuración q_{rotrn} define la configuración final q_f del problema de planificación. El camino geométrico solución debe generarse en un archivo de texto (.txt) donde cada línea define una configuración (x, y, θ) .

En la configuración q_f se espera que el robot detecte un obstáculo a una distancia d_{frente} metros al frente y a una distancia $d_{derecha}$ metros a la derecha. Al terminar el robot debe reportar su configuración estimada q_{est} . Y en la configuración final a partir de la información observada por el robot con sus sensores de ultrasonido a los

obstáculos del frente y de la derecha, el robot se debe relocalizar e informar cuál es su configuración real q_{act} .

Ejecución de un Camino Geométrico

Un camino geométrico solución será ejecutado por el robot P3-DX en modo autónomo bajo un proyecto ROS usando el simulador Gazebo.

Mapas de Prueba

Se adjunta algunas escenas de prueba (.txt), cada una definiendo el tamaño de la escena (en el primer cuadrante a partir del origen (0, 0)), la configuración inicial q_0 , la configuración final q_f , las distancias d_{frente} y $d_{derecha}$ y los obstáculos en la escena. Las medidas se definen en metros (m). Por cada escena se tiene el mapa respectivo (archivo .sdf) para ejecutar el proyecto en ROS usando el simulador Gazebo.

Artefactos (Entregables)

1. Proyecto en ROS (Python) que se integre con el simulador Gazebo usando un robot P3-DX.

Para un escenario de prueba, el proyecto debe:

- a. Planificar el camino geométrico solución desde q_0 hasta q_f .
- b. Generar el camino geométrico solución en un archivo .txt
- c. Ejecutar el camino geométrico solución según las configuraciones definidas.
- d. Al terminar la ejecución hay que mostrar: la configuración final teórica q_f , la configuración estimada por el robot (su creencia) q_{f-est} y la configuración real q_{act} de acuerdo a la relocalización con respecto a los dos obstáculos.
- e. Completar el camino geométrico solución en el archivo .txt con las configuraciones q_f , q_{f-est} y q_{act} .

2. Informe que incluya:

- a. Método de Planificación:

- Explicar el método de planificación utilizado.
- Precisar si el método utiliza/calcula el espacio de configuración (C-Space) o el espacio de Trabajo (W-Space) y como se utiliza en el método de planificación.
- Definir cuál es el resultado obtenido del método de planificación.
- Explicar cómo se traduce el resultado del método de planificación en los comandos que ejecuta el robot.
- Agregar información que considere relevante para la comprensión del método.
- Incluir una tabla con las configuraciones q_f y q_{f-est} para cada escena y la diferencia entre ellas en distancia (metros) y angular (grados).

	$q_f = (x, y, \theta)$	$q_{f-est} = (x, y, \theta)$	Diferencia posición: distancia (m)	Diferencia Angular ($^\circ$)
Escena1				
Escena2				
Escena3				
Escena4				
Escena5				

Escena6				
---------	--	--	--	--

- Mencionar posibles mejoras del método de planificación.

b. Método de Relocalización:

- Explicar e ilustrar el método de relocalización utilizado a partir de las detecciones de obstáculos a la derecha y/o al frente.
- Agregar información que considere relevante para la comprensión del método.
- Comentar las causas que considera generan los errores de localización del robot.
- Incluir una tabla con las configuraciones q_{f-est} y q_{act} para cada escena y la diferencia entre ellas en distancia (metros) y angular (grados).

	$q_{f-est} = (x, y, \theta)$	$q_{act} = (x, y, \theta)$	Diferencia posición: distancia (m)	Diferencia Angular (°)
Escena1				
Escena2				
Escena3				
Escena4				
Escena5				
Escena6				

- Analizar los resultados obtenidos en simulación.

3. Video ilustrativo:

Incluir el video de la ejecución de al menos dos caminos geométricos solución de las dos escenas de prueba que considere más interesantes.