	<p>Universidad de Costa Rica Escuela de Ingeniería Eléctrica IE1103 Temas Especiales II en Ingeniería</p>	<p>EIE Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>
<p>Introducción a la Robótica II-2024</p>		

TAREA 3 y Proyecto A

Objetivo: utilizar y ajustar los algoritmos fundamentales para robótica móvil en casos de aplicación y de simulación avanzada utilizando ROS/Gazebo (Tarea) así como en un robot diferencial real (Proyecto A).

Tarea: Realizaremos el ajuste de los parámetros para mejorar el funcionamiento de los algoritmos vistos en clase, siguiendo los tutoriales disponibles en Mediación Virtual para la ejecución de los ejemplos simulados con ROS/Gazebo/TurtleBot3.

Proyecto: repetiremos las actividades indicadas en el robot diferencial del laboratorio, siguiendo las instrucciones para la [“Utilización del Robot Diferencial y ejecución de comandos de forma remota”](#).

Para la simulación, primeramente verificaremos la instalación y configuración de la máquina virtual, la instalación de actualizaciones y de los archivos requeridos para el TurtleBot3, y la copia de los algoritmos de ejemplo suministrados, siguiendo cada uno de los siguientes tutoriales en la máquina virtual (enlaces a Mediación Virtual, Semana Tarea 3):

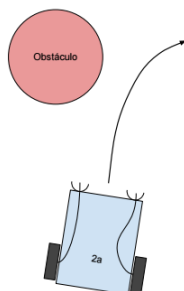
- [Instalación y configuración básica máquina virtual VMware Player Ubuntu/ROS1/ROS2/Gazebo](#)
- [Ejecución básica terminales ROS1 y actualizaciones](#)
- [Instalación Turtlebot y copia de archivos de los algoritmos ROS1](#)
- [Ejecución de algoritmos, prerequisites](#) (ver nuevo archivo para registrar la postura del robot)

Con esto ejecutaremos los ejemplos asignados con los parámetros predeterminados para comprobar su funcionamiento, y para cada uno realizaremos las siguientes actividades:

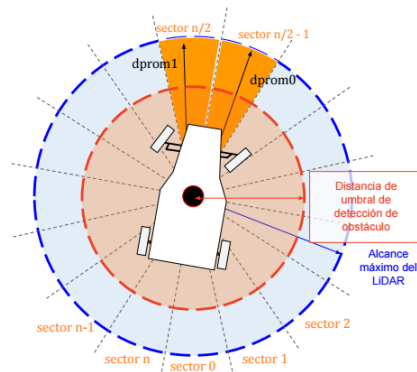
1. (25%) Algoritmo de [Evitación de Obstáculos Bráitenberg](#): **Tarea y Proyecto**

Ajustaremos el algoritmo suministrado para obtener el mejor funcionamiento posible en una arena con obstáculos y cerrada, en particular la arena de la Terminal 2b (*turtlebot3_world.launch*). Para esto probaremos diversos valores de al menos los siguientes 3 parámetros:

- TURN_DISTANCE
- DELTA_SPEED
- DELTA_TURN



(a) Vehículo de Braitenberg 2a

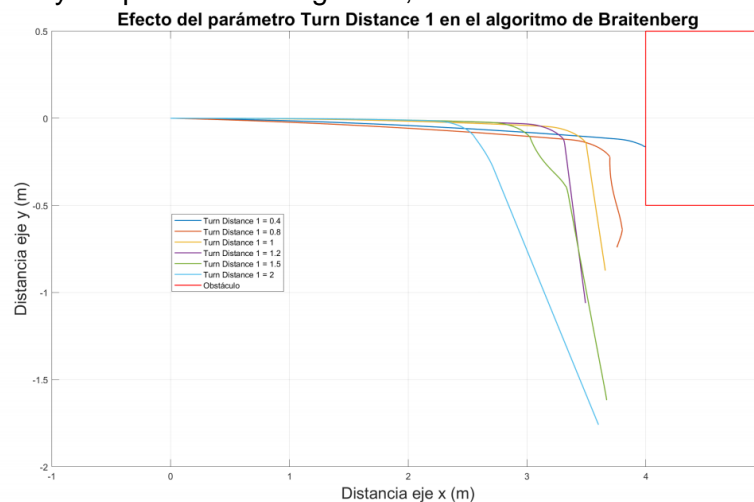


(b) Braitenberg modificado.



**Introducción a la Robótica
II-2024**

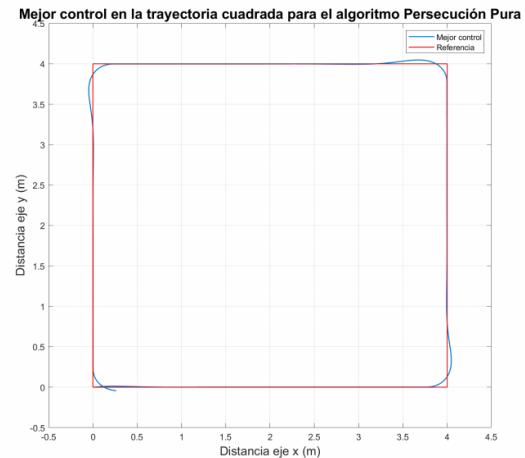
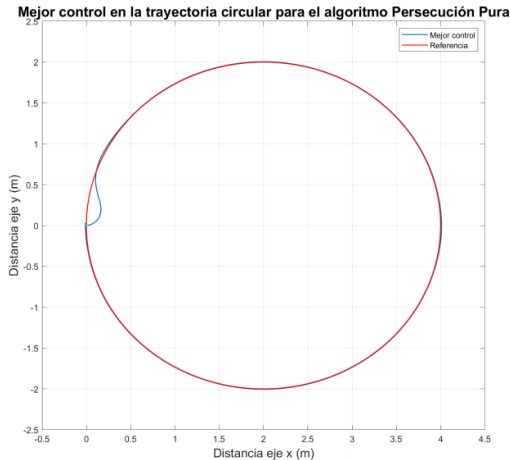
- A. (10%) Presentaremos 2 simulaciones, una con los parámetros estándar (suministrados) y otra con la mejor combinación de parámetros encontrada (evitación rápida y segura), mostrando un video capturado del simulador para cada simulación.
- B. (10%) Realizaremos una gráfica comparativa de la evolución de la posición del robot frente a un obstáculo y partiendo desde un mismo punto de origen, para las 2 simulaciones, por ejemplo, similar a la siguiente figura pero con la mejor combinación y los parámetros originales, así como con el obstáculo utilizado:



- C. (5%) A partir de los resultados, concluiremos sobre el efecto de los parámetros en el funcionamiento del algoritmo.
- D. (15% extra) Repetiremos el ejercicio pero para la arena de la Terminal 2c (turtlebot3_stage_4.launch), probando **los mismos** parámetros ajustados para la arena anterior, y mostrando todos los resultados (2 videos con las simulaciones y 1 figura comparativa) y conclusiones
2. (25%) Algoritmo de [Persecución Pura](#): **Tarea y Proyecto**
Ajustaremos el algoritmo para obtener el mejor funcionamiento posible. Para esto probaremos diversos valores de al menos los siguientes 3 parámetros, considerando la trayectoria cuadrada en la arena de la terminal 2d (turtlebot3_empty_world.launch):
- lookahead_distance
 - P_GAIN
 - P_GAIN2
- A. (10%) Presentaremos 2 simulaciones, una con los parámetros estándar (suministrados) y otra con la mejor combinación de parámetros encontrada (la que produce el seguimiento más cercano a la trayectoria de referencia), mostrando un video capturado del simulador para cada simulación.
- B. (10%) Realizaremos una gráfica comparativa de la evolución de la posición del robot, para las 2 simulaciones, respecto a la trayectoria de referencia (dada por Square.csv) por ejemplo similar a la siguiente figura pero con todas las simulaciones en una misma figura:



**Introducción a la Robótica
II-2024**



- C. (5%) A partir de los resultados, concluiremos sobre el efecto de los parámetros en el funcionamiento del algoritmo.
- D. (15% extra) Repetiremos el ejercicio pero para la trayectoria de referencia Circle.csv, probando **nuevos** parámetros ajustados a partir de los valores obtenidos para la arena cuadrada, y mostrando todos los resultados (2 videos con las simulaciones y 1 figura comparativa) y conclusiones.
- E. (20% extra2) Repetiremos el ejercicio (A, B, C) pero para una nueva trayectoria de referencia de las implementadas para la tarea 2 (provenientes del [wiki](#)), probando **nuevos** parámetros ajustados a partir de los valores obtenidos para la arena cuadrada/circular, y mostrando todos los resultados (2 videos con las simulaciones y 1 figura comparativa) y conclusiones. Considerar que se debe suministrar el archivo csv al simulador, con las mismas columnas, y modificando en particular las columnas x_m , y_m para las coordenadas y vx_{mps} para la velocidad de referencia de la persecución pura. Además, la variación en la distancia entre los puntos (frecuencia en la tarea 2) puede requerir realizar un reajuste de los parámetros del algoritmo.
3. (25%) Algoritmo de [mezcla de comportamientos](#): **Tarea**
A partir de los ajustes realizados en los puntos anteriores para los algoritmos de Braitenberg (**local**) y Persecución pura (**global**), ajustaremos ahora la mezcla de estos comportamientos con para obtener el mejor funcionamiento posible, logrando evitar un obstáculo y seguir la trayectoria de referencia. Para esto probaremos diversos valores de al menos los siguientes 4 parámetros, considerando la trayectoria cuadrada en la arena de la terminal 2d (`turtlebot3_empty_world.launch`), agregando un obstáculo:

- GSW
- LSW
- GSTRW
- LSTRW

Algoritmo 3 Pseudocódigo del algoritmo de mezcla de comportamientos

Entradas $v_{lineal\ global}, v_{lineal\ local}, v_{angular\ global}, v_{angular\ local}$

Salidas $v_{lineal}, v_{angular}$

1: **Parámetros:** $GSW, LSW, GSTRW, LSTRW$

2: **Mientras** No se envíe una señal de parada o se colisione **hacer**

3: Obtener lecturas de datos del algoritmo de Persecución Pura

4: Obtener lecturas de datos del algoritmo de Braitenberg

5: Ponderar comando:

6: $Velocidad\ lineal\ resultante = GSW \cdot v_{lineal\ global} + LSW \cdot v_{lineal\ local}$

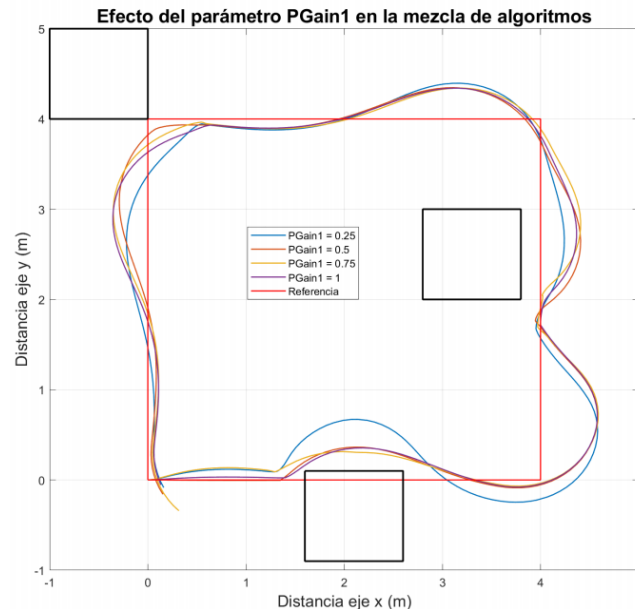
7: $Velocidad\ angular\ resultante = GSTRW \cdot v_{angular\ global} + LSTRW \cdot v_{angular\ local}$

8: **fin**



Introducción a la Robótica
II-2024

- A. (10%) Presentaremos 2 simulaciones, una con los parámetros estándar (suministrados), y otra con la mejor combinación de parámetros encontrada, la que produce el seguimiento más cercano a la trayectoria de referencia y permite evitar el obstáculo agregado (se recomienda agregar un Cube20k en gazebo en una posición conveniente), mostrando un video capturado del simulador para cada uno. En caso necesario se pueden reajustar los parámetros de Braitenberg y Persecución pura a partir de los obtenidos en los problemas 1 y 2, pero se recomienda iniciar la mezcla de comportamientos con los mejores ajustes obtenidos con anterioridad.
- B. (10%) Realizaremos una gráfica comparativa de la evolución de la posición del robot, para las 2 simulaciones, respecto a la trayectoria de referencia (dada por Square.csv) por ejemplo similar a la siguiente figura, pero con todas las simulaciones realizadas en una misma figura:



- C. (5%) A partir de los resultados, concluiremos sobre el efecto de los parámetros en el funcionamiento del algoritmo.
- D. (15% extra) Repetiremos el ejercicio pero para la trayectoria de referencia Circle.csv, probando **nuevos** parámetros para la mezcla de comportamientos ajustados a partir de los valores obtenidos para la arena cuadrada (se pueden usar los mismos parámetros para Braitenberg y Persecución pura, o mejorarlos en caso necesario), y mostrando todos los resultados (2 videos con las simulaciones y 1 figura comparativa) y conclusiones. Se debe agregar al menos un obstáculo para la evasión en la trayectoria seguida por el robot (Cube20k), en una posición que sea conveniente en la trayectoria.
- E. (20% extra2) Repetiremos el ejercicio (A, B, C) pero para una nueva trayectoria de referencia de las implementadas para la tarea 2 (provenientes del [wiki](#)), probando **nuevos** parámetros ajustados para la mezcla, a partir de los valores obtenidos para la arena cuadrada/circular, y mostrando todos los resultados (2 videos con las simulaciones y 1 figura comparativa) y conclusiones.

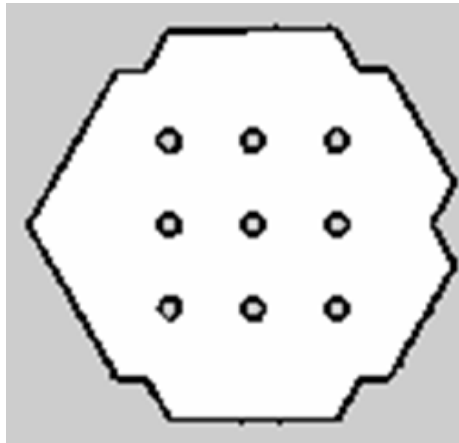


**Introducción a la Robótica
II-2024**

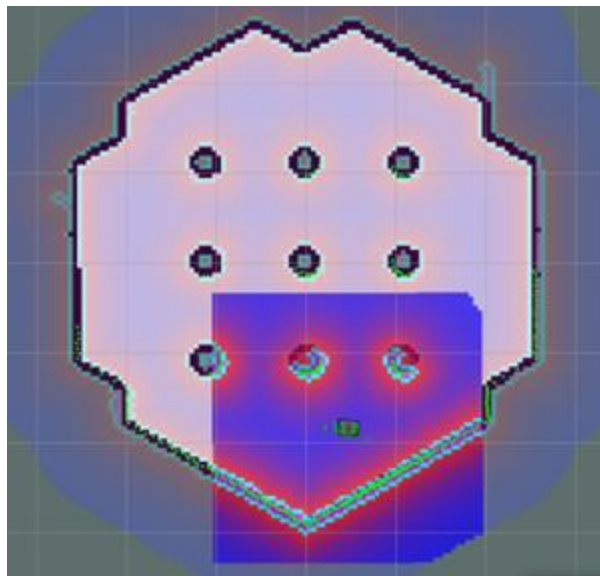
4. (25%) Algoritmo de [SLAM con gmapping](#) y [Navegación básica DWA](#): **Tarea**

Para estos algoritmos no modificaremos los parámetros, sino que realizaremos los tutoriales suministrados paso a paso, pero ahora para una nueva arena distinta a la de los ejemplos: ***turtlebot3_stage_4.launch*** a utilizar con la terminal 2c.

- A. (7%) Presentaremos una simulación para el SLAM con los pasos del “*Mapeo requerido para la simulación de la navegación DWA*” indicados en Mediación Virtual, mostrando un video capturado del simulador de cómo se va conformando el mapa y la imagen de la arena adquirida con la Terminal 5 de las instrucciones, similar a la siguiente figura pero para la nueva arena:



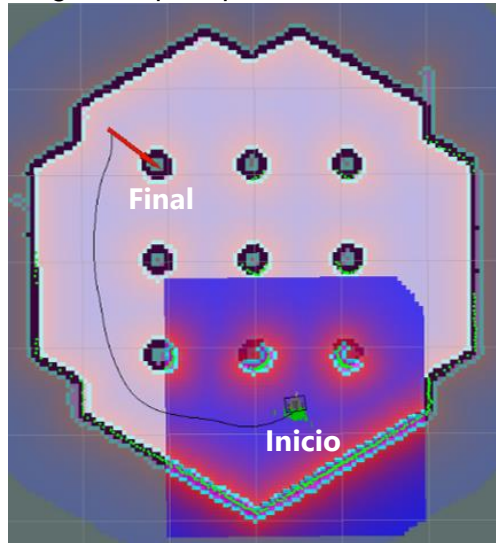
- B. (7%) Presentaremos el ajuste del mapa obtenido en el punto A mediante Rviz para calzar la posición inicial del robot en el mapa obtenido, con la medición del LiDAR, bajando la covarianza de la postura inicial del robot en la nueva arena. Mostraremos un video del robot moviéndose en el entorno mientras baja su covarianza y la posición final obtenida con la covarianza en una imagen similar a la siguiente pero para la nueva arena:






**Introducción a la Robótica
II-2024**

- C. (7%) Presentaremos la navegación realizada en el mapa mediante la indicación con el botón *2D Nav Goal* en Rviz, para 3 puntos objetivos distintos, buscando tener 3 trayectorias distintas planificadas. Para cada punto objetivo, mostraremos un video del robot moviéndose desde el punto de inicio, en el entorno, siguiendo la trayectoria planificada para llegar al punto final, además de una captura de cada trayectoria, en imágenes similares a la siguiente pero para la nueva arena:



- D. (4%) A partir de los resultados, concluiremos sobre el funcionamiento de los algoritmos de SLAM y de Navegación, comentando las dificultades observadas al ejecutar estos algoritmos y los requerimientos de estos para obtener resultados adecuados.
- E. (20% extra) Repetiremos el ejercicio (A, B, C, D) pero para la arena de la Terminal 2A (*turtlebot3_house.launch*), mostrando todos los resultados requeridos (5 videos con las simulaciones y 5 figuras) y las conclusiones.

	<p>Universidad de Costa Rica Escuela de Ingeniería Eléctrica IE1103 Temas Especiales II en Ingeniería</p>	<p>EIE Escuela de Ingeniería Eléctrica</p>
<p>Introducción a la Robótica II-2024</p>		

Instrucciones finales:

- ❖ Entregar en Mediación Virtual una memoria *pdf* indicando y explicando las soluciones obtenidas para cada punto, y comentando los resultados obtenidos. Agregar conclusiones en cada problema y una bibliografía integral con todas las referencias utilizadas en su solución. Puede utilizarse una plantilla simple en un editor de texto (Word, LibreOffice, etc.) o bien la plantilla IEEE para congresos (Word, LaTeX) a conveniencia de la persona estudiante. El formato de las referencias debe indicarse como IEEE.
- ❖ La calidad de las figuras incorporadas en el informe debe ser de muy buena, así como tener una resolución adecuada, de forma que se puedan interpretar con facilidad los resultados mostrados en las mismas. Se recomienda la utilización de archivos de imágenes vectoriales (.eps, .svg, etc.) o bien archivos *raster* (.jpg, .png, etc.) de alta resolución.
- ❖ Se deben subir los archivos Matlab y/o Simulink solicitados, los cuales deben generar todos los resultados presentados en la memoria, para considerar las soluciones como válidas. Subir a la plataforma virtual los archivos por separado (no se aceptan archivos comprimidos).
- ❖ Indicar carné y nombre completo en cada archivo entregado, tanto en el contenido de la memoria (portada para el pdf) como en los archivos Matlab/Simulink (comentario / cuadro de texto).
- ❖ Nombrar los archivos entregados según el problema que resuelven, incluyendo su número de carné. Puede utilizar archivos por separado (si se ordenan correctamente según su nombre y problema que resuelven), o un macro archivo (*main*) que resuelva paso a paso la tarea (inclusive llamando a otros archivos dentro del principal/main).
- ❖ Las tareas son de realización y entrega individual. Tome en cuenta que Mediación genera un reporte de originalidad con la herramienta *Turnitin* para cada entrega.
- ❖ Fecha de entrega: domingo 10 de noviembre a las 11:55 pm, no se aceptan tareas después de esta fecha y hora, ni entregadas por otros medios distintos a Mediación Virtual.