ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PLANIFICACIÓN DE CAMINOS PARA ROBOTS MÓVILES EN AMBIENTES PARCIALMENTE ESTRUCTURADOS EN REALIDAD VIRTUAL

TUTOR: M.Sc. JULIO ACOSTA

ORFAIT PATRICIO ORTIZ CARVAJAL
ALEX MAURICIO SANTANA GALLO

Julio 2017

PUBLICACIONES

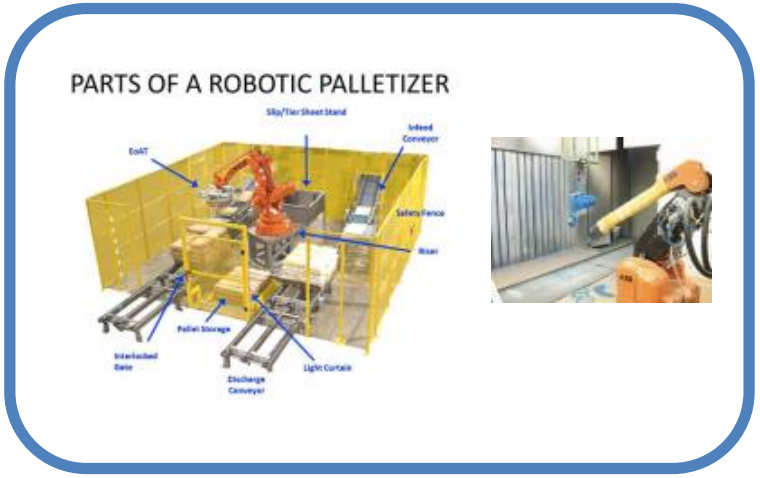
Alex Santana G., Orfait Ortiz C., Julio F. Acosta, and Victor H. Andaluz, **"Autonomous Assistance System for People with Amyotrophic Lateral Sclerosis",** 7th iCatse International Conference on IT Convergence and Security, 2017,Seoul Korea

PUBLICACIONES

Victor H. Andaluz, Christian P. Carvajal and **Alex Santana G**. **"Navigation and Dynamic Control of Omnidirectional Platforms",** TAROS, Springer Lecture Notes in Artificial Intelligence series 2017.

PUBLICACIONES

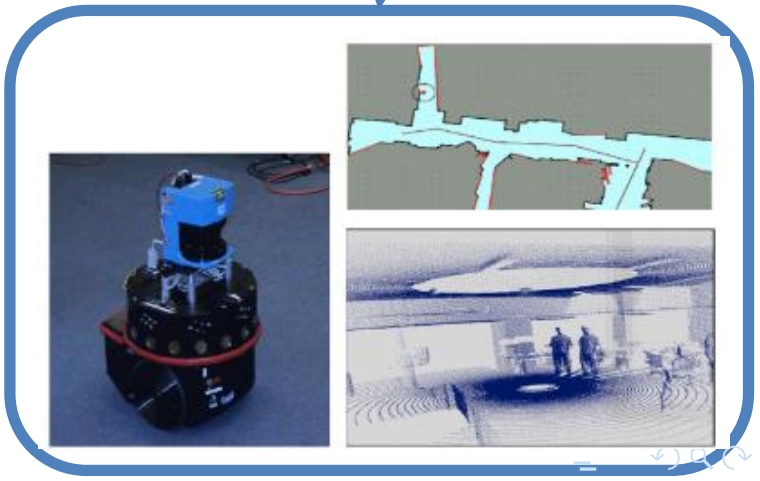
Alex Santana G., Orfait Ortiz C., Mauricio Naranjo E., Verónica Luna S., Julio F. Acosta,**"Domotic Assistant of Augmented Reality",**Malaysia Technical Scientist Association (MALTESAS).

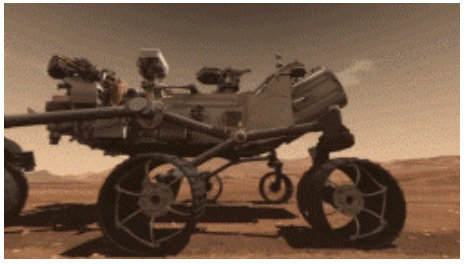


PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

BÚSQUEDA Y RESCATE

INDUSTRIA

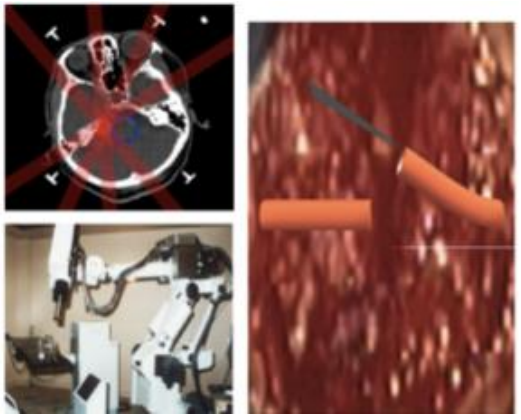




EXPLORACIÓN

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

ASISTENCIA MÉDICA



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un algoritmo de planificación de caminos para la locomoción de robots móviles en ambientes parcialmente estructurados de realidad virtual.

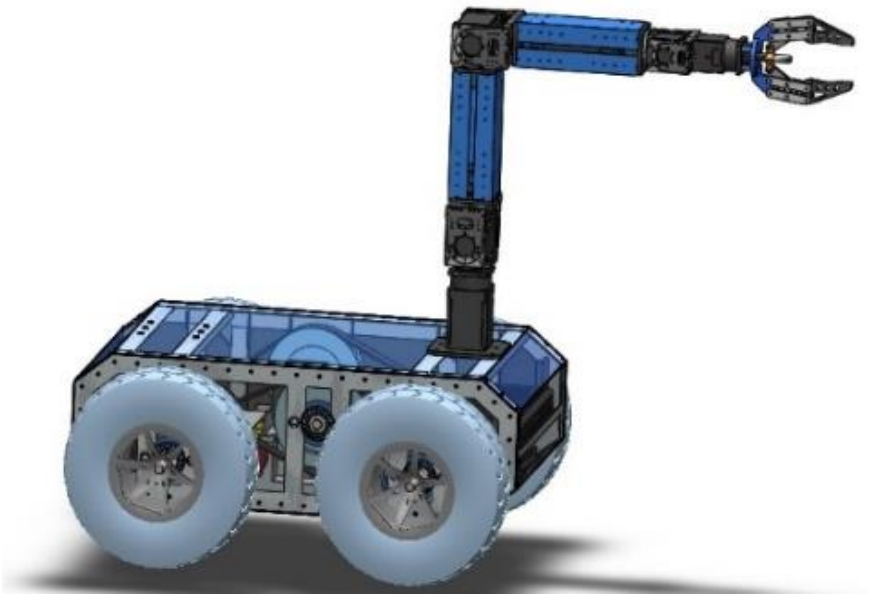
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar los diferentes algoritmos para la planificación de caminos para robots móviles, en ambientes de trabajo parcialmente estructurados.
- Proponer un algoritmo para la planificación de caminos off-line de robots móviles tipo uniciclo, para tareas de locomoción en ambientes de trabajo parcialmente estructurados.
- Desarrollar un ambiente en realidad virtual que permita simular el comportamiento de la interacción robot-entorno de robots móviles para tareas de locomoción.
- Evaluar el desempeño del algoritmo de planificación de caminos propuesto para robots móviles que interactúan en ambientes de realidad virtual parcialmente estructurados.

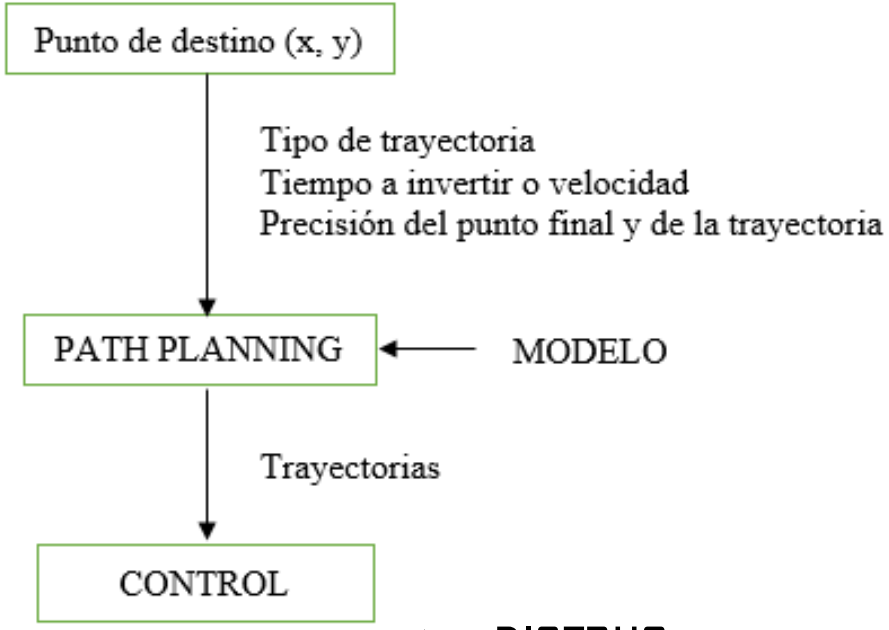
Planificación de Trayectorias

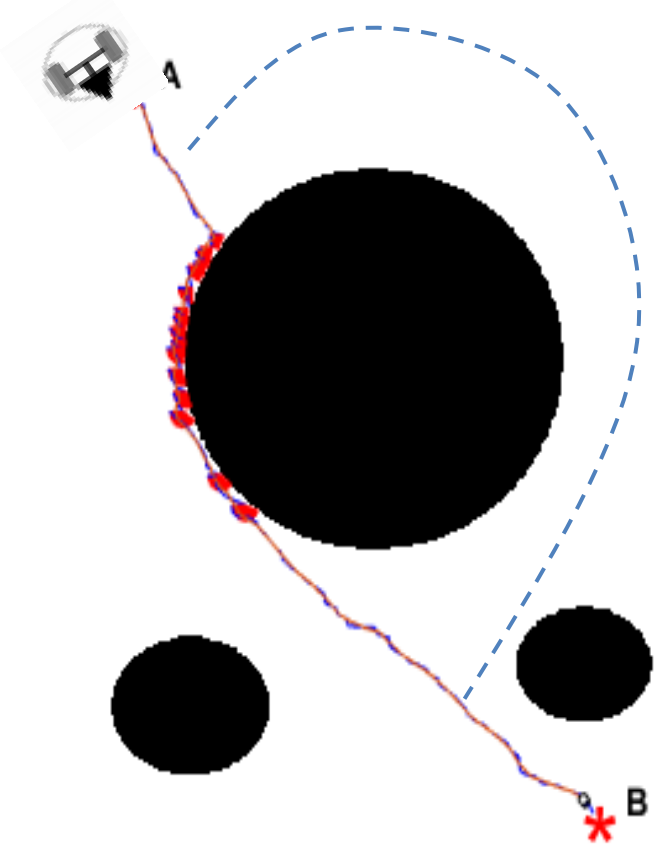
Robots problemática

- Restricciones de movimiento
- Efecto de la dinámica
- Limitantes de velocidad
- Limitación en Sensores



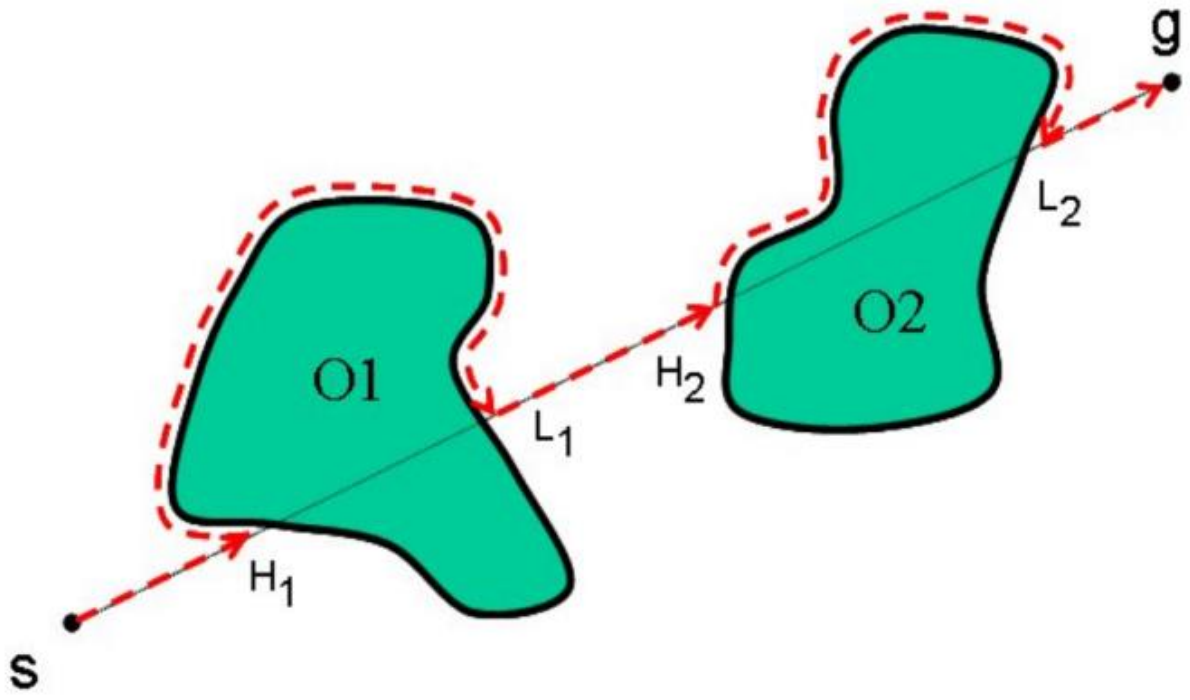
Planificación de Trayectorias



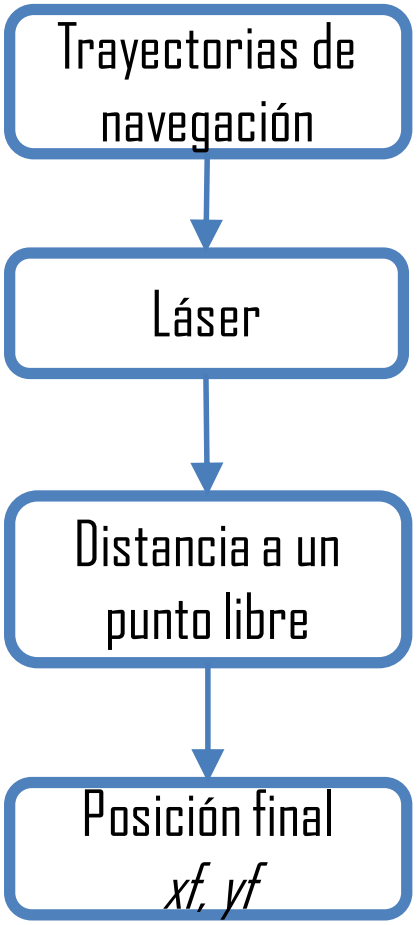


- DISTBUG
- CAMPOS POTENCIALES VIRTUALES
- ÁRBOL DE EXPLORACIÓN RÁPIDA

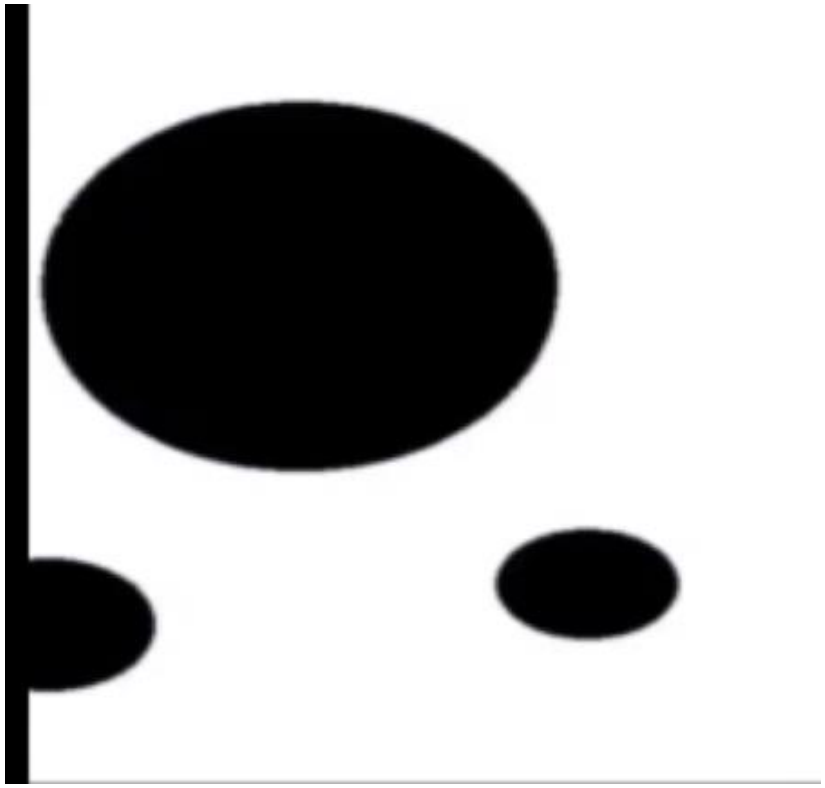
DIST-BUG



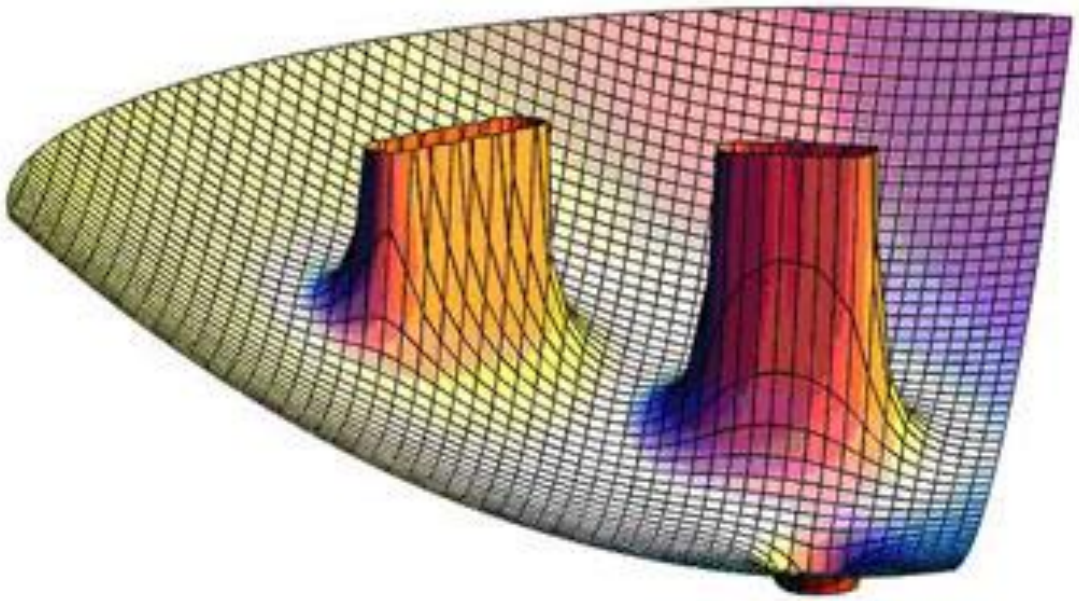
DistBug



PRUEBA



CAMPOS POTENCIALES VIRTUALES



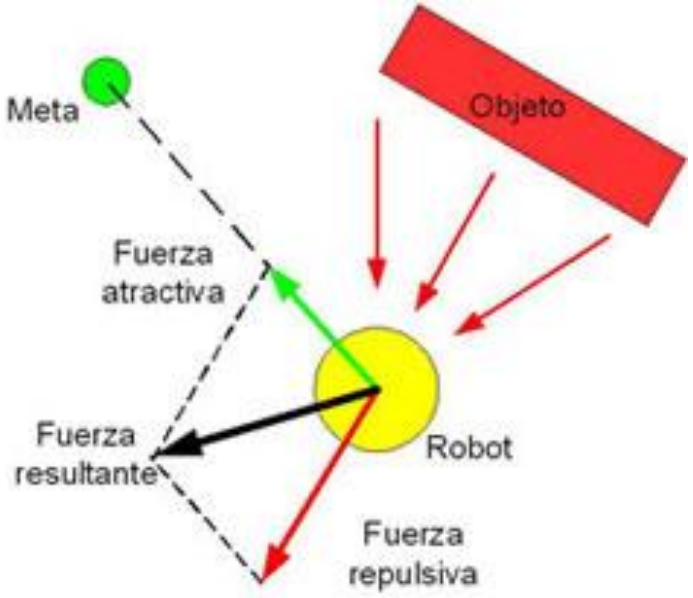
DEFINICIÓN

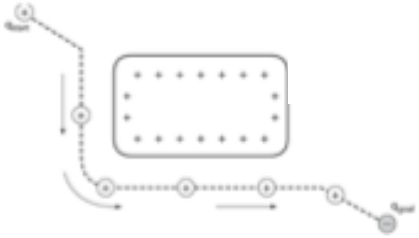
Problema de optimización

+

Encuentra mínimo global de U dada una configuración inicial

Optimiza utilizando el descenso de gradiente





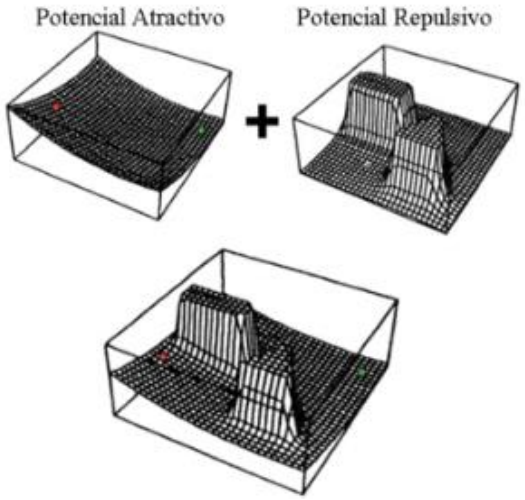
=

El gradiente negativo de U como un vector generalizado de fuerzas/torques actuando sobre el robot

$$\tau(q) = -\nabla U_{att}(q) - \nabla U_{rep}(q)$$

DEFINICIÓN

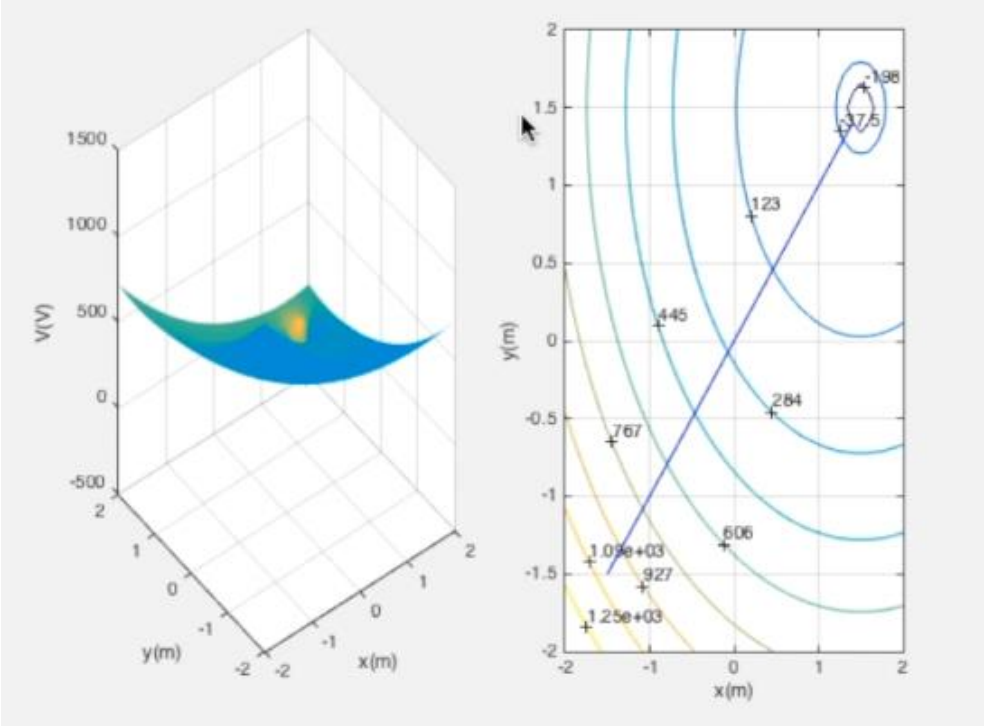
- Omite la dinámica del robot
- Se observa los vectores de velocidad como si fuesen fuerzas actuantes.



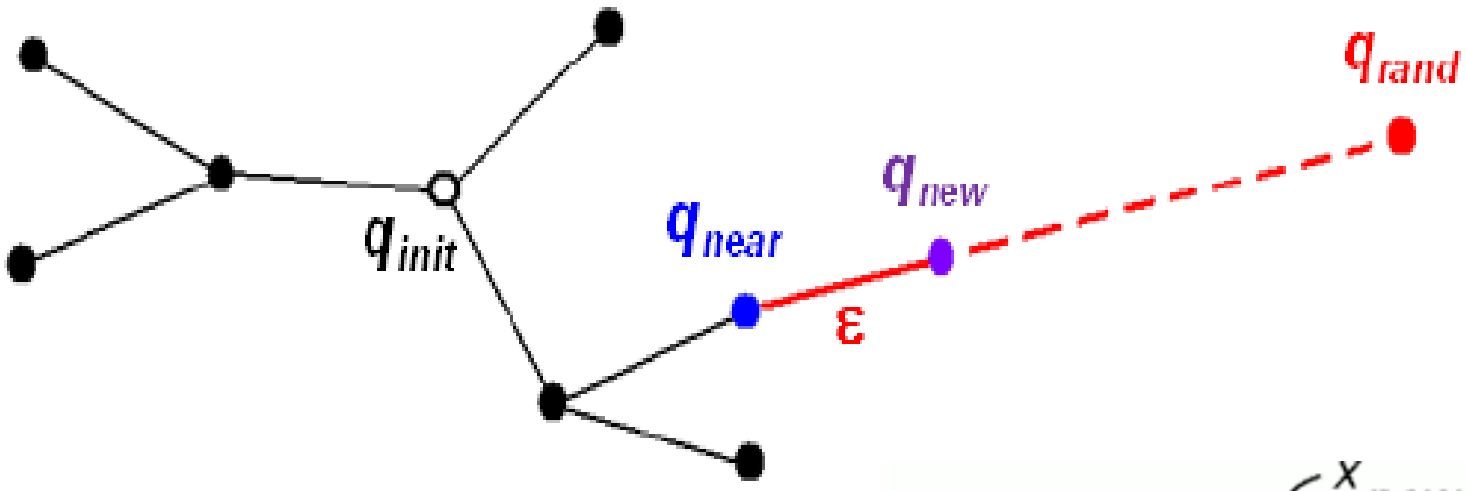
Suma de potenciales

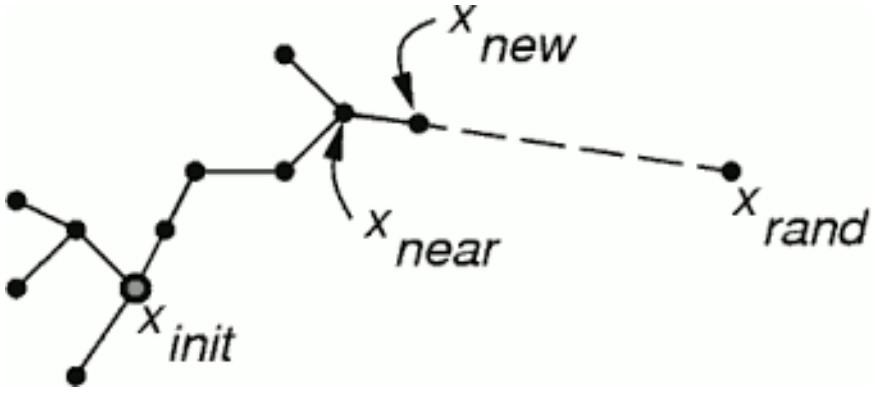
$$U(q) = U_{att}(q) + U_{rep}(q)$$

PRUEBA



ÁRBOL DE EXPLORACIÓN RÁPIDA RRT





AMBIENTE DE MAPEADO

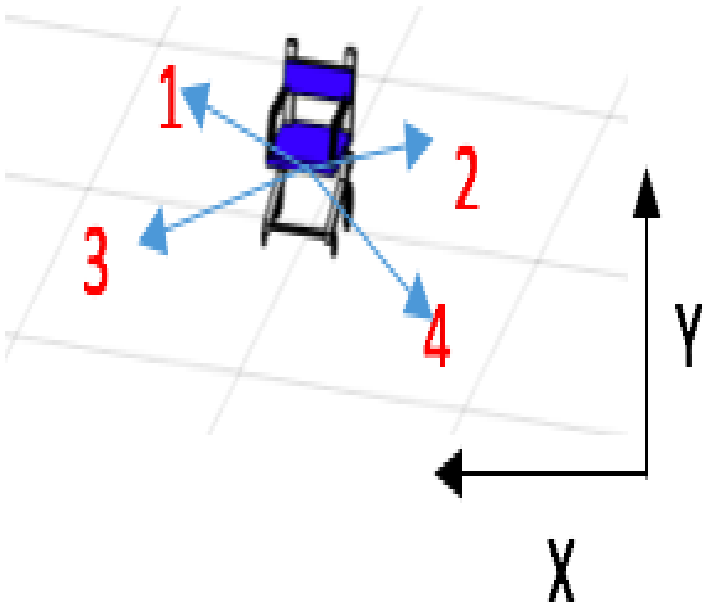
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	0	0
2	1	0	0	1	1	1	1
3	1	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	1	0	0	1
5	1	1	1	1	0	0	1
6	0	0	1	1	0	0	1
7	0	0	1	1	1	1	1

Y

X

Representación de un entorno a través de un mapa binario 2D con rejilla donde el valor 0 representa los obstáculos y el valor 1 representa las posiciones que el robot puede tener en los espacios abiertos de las coordenadas (x, y) del mapa

DESARROLLO DEL ALGORITMO



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
2	1	X	1	1	X	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	1	X	1	1	X	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	X	1	1	X	1
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
10	0	0	1	1	1	1	X	1	1	X	1
11	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	

Y

X

COLISION LINE

INITIAL POINT

GOAL POINT

X OBSTACLE CORNER

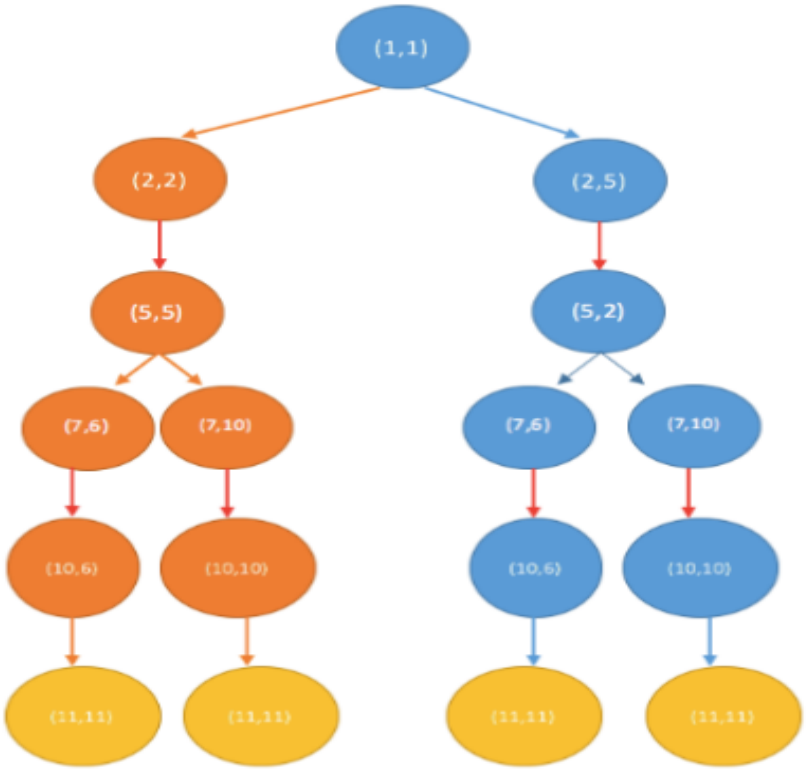
Representación de la superficie puntual que cubre el robot además de las rejillas que conforman sus dimensiones en los espacios libres en las coordenadas (x, y) del mapa

POSIBLES TRAYECTORIAS EN EL MAPA

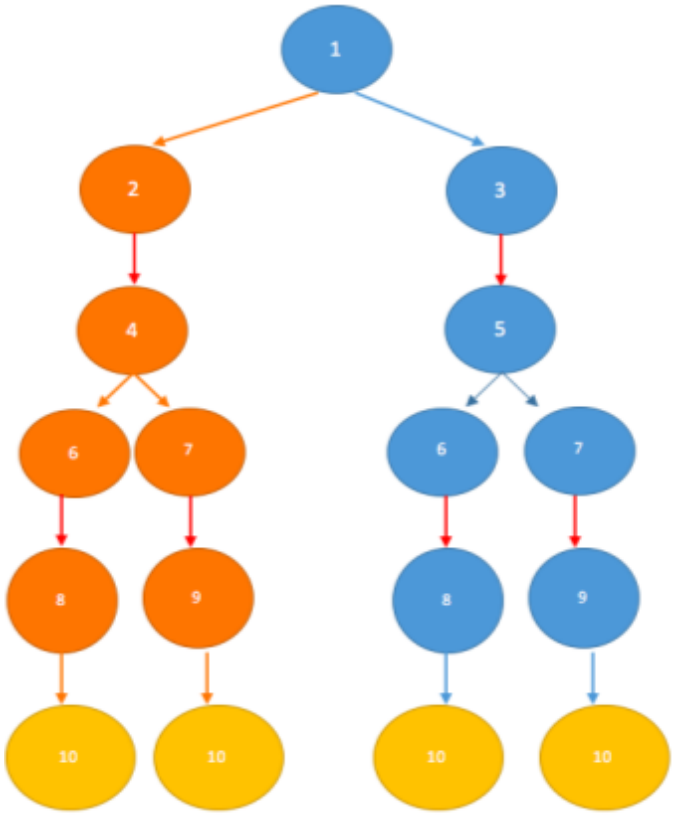
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
2	1	X	1	1	X	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
5	1	X	1	1	X	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	X	1	1	X	1
7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
10	0	0	1	1	1	1	X	1	1	X	1
11	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	

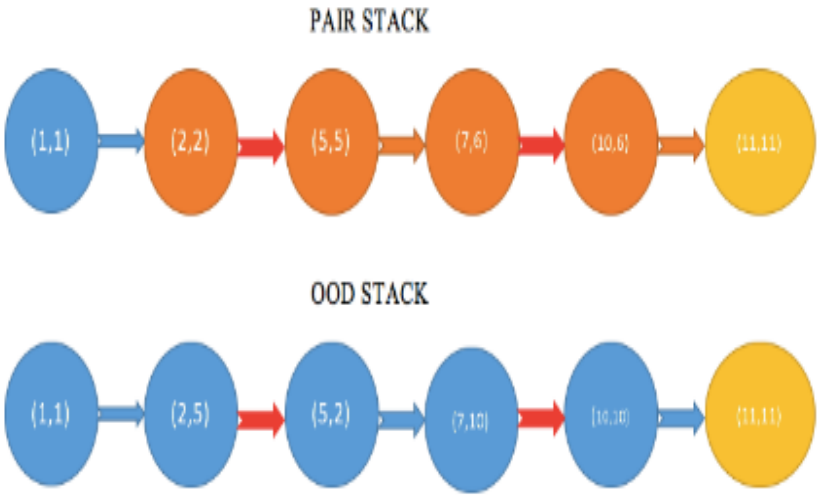
X

INITIAL POINT
GOAL POINT
X OBSTACLE CORNER
FIRST BRANCH TRAJECTORY
SECOND BRANCH TRAJECTORY
UNION BRANCH TRAJECTORY



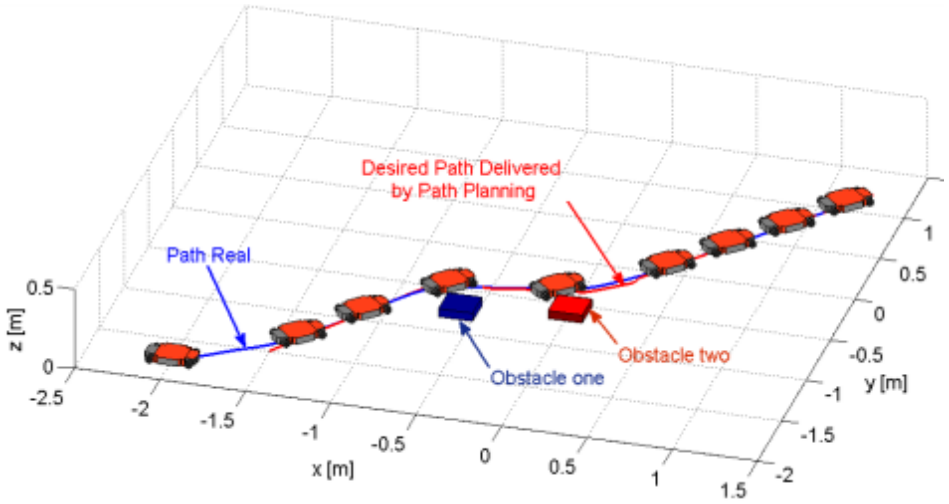
PROCESO DE OPTIMIZACIÓN



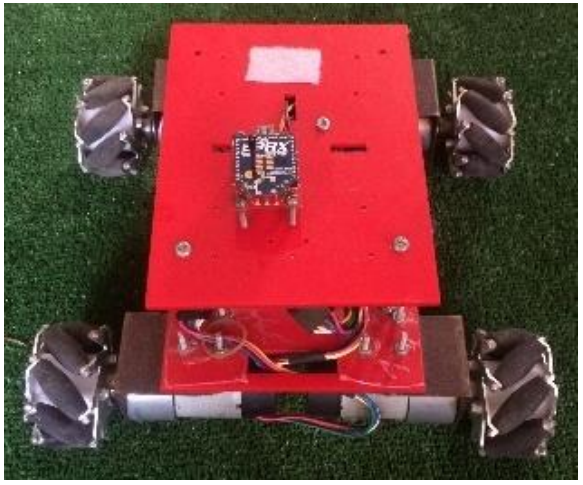


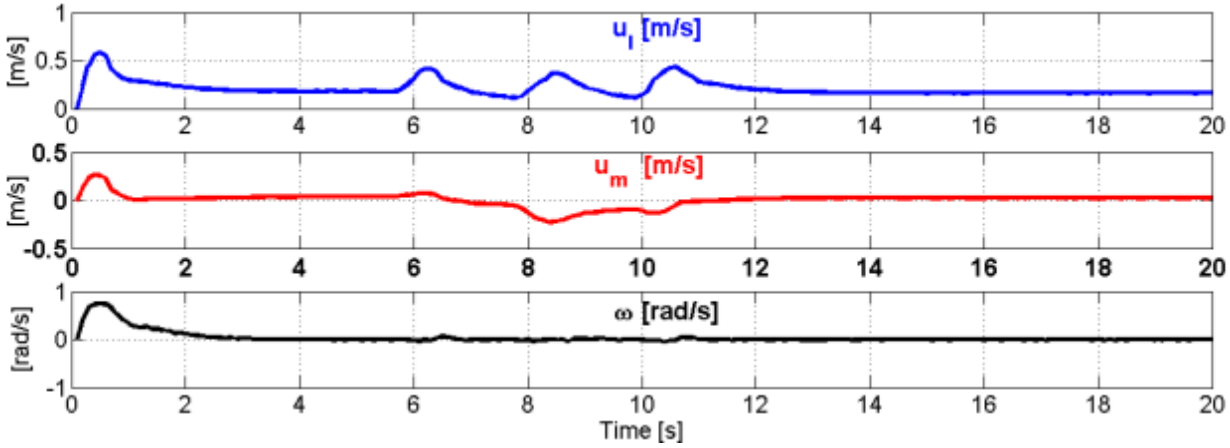
PRUEBA

PRUEBAS DE EXPERIMENTACIÓN



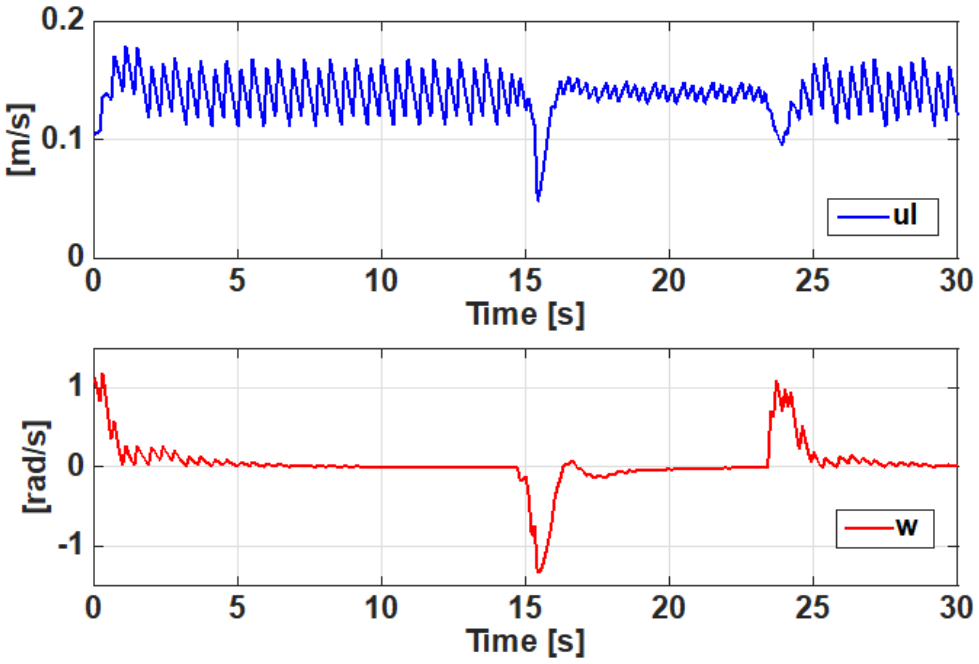
CAMPOS POTENCIALES VIRTUALES



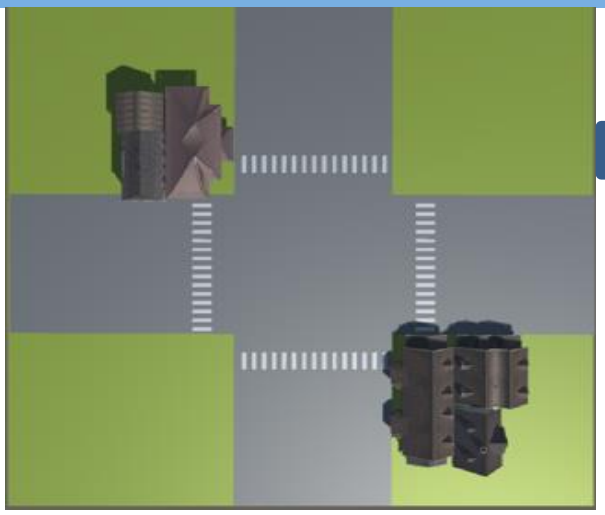


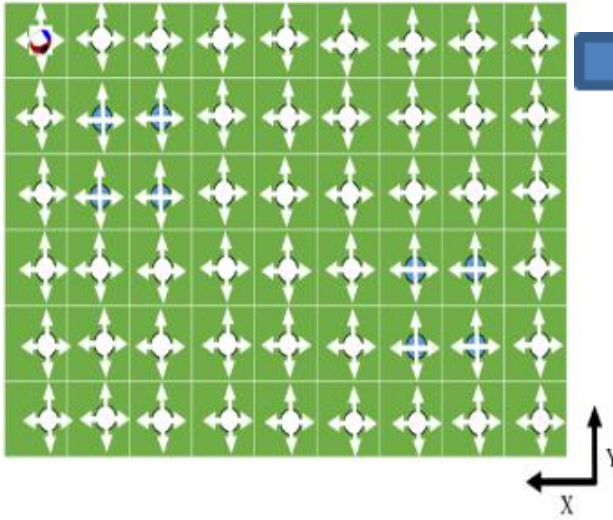
PRUEBAS DE EXPERIMENTACIÓN

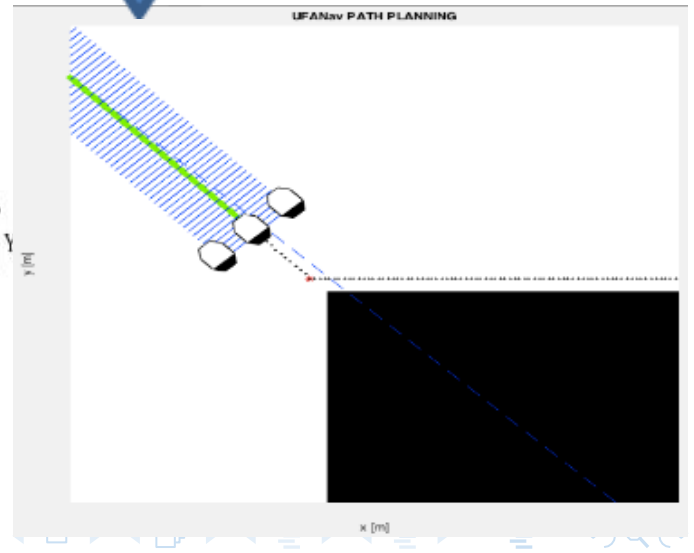
ÁRBOL DE EXPLORACIÓN GRAFICA RRT



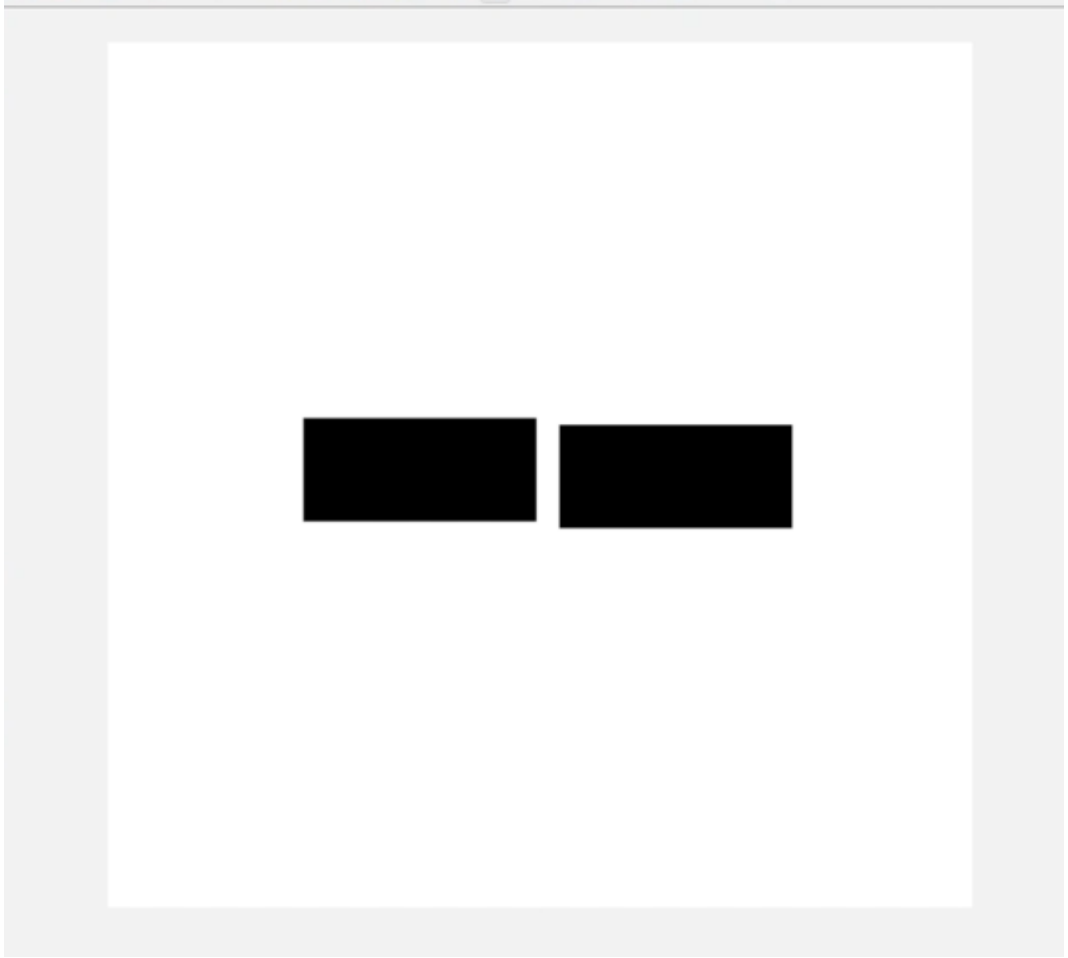
COOPERACIÓN CON ROBOTS MÓVILES



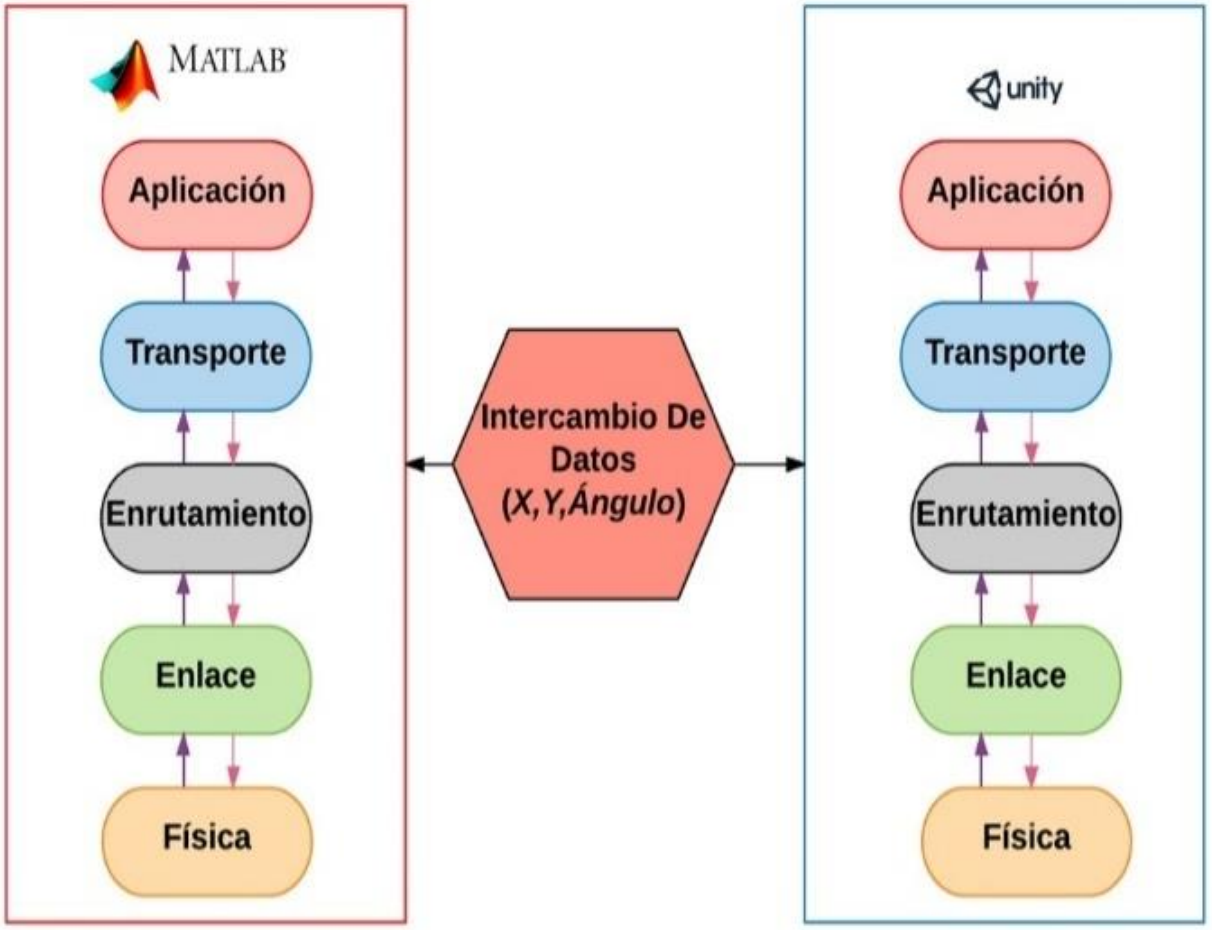




PRUEBA



PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN



ALGORITMOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DISTBUG	Cálculos bajos y mejores longitudes de trayectorias en gráficos complejos e inciertos	Funciona solo para gráficos pequeños y movimientos restringidos y cuantizados
CAMPOS POTENCIALES	Generación de trayectorias relativamente suaves	Se presentan mínimos locales. (uso de backtracking y simulated annealing).
RRT	El comportamiento es mejor en cuanto a la homogeneidad del espacio explorado. Un RRT es un módulo que puede ser implementado en otros planificadores	Mayor latencia computacional debido al numero de iteraciones y su relación con un entorno estructurado.
RRT COOPERATIVO	Puede incorporar cambios en la geometría de la formación del robot en el medio ambiente.	Mayor latencia computacional Funciona solo para gráficos predeterminados

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PLANIFICACIÓN DE CAMINOS PARA ROBOTS MÓVILES EN AMBIENTES PARCIALMENTE ESTRUCTURADOS EN REALIDAD VIRTUAL

ORFAIT PATRICIO ORTIZ CARVAJAL
ALEX MAURICIO SANTANA GALLO

Julio 2017