

Tarea 08

Evación de obstáculos mediante campos potenciales*

Robots Móviles (TSM I, TSM II, TSCR), FI, UNAM, 2025-1

Nombre: _____

1. Actividades

1. Abra el archivo `catkin_ws/src/navigation/path_planner/scripts/pot_fields.py`. En la función `calculate_control`, implemente las mismas leyes de control utilizadas para el seguimiento de rutas. Puesto que los campos potenciales son un método reactivo, no es necesario conocer la posición del robot, solo el punto meta relativo a éste. Implemente las leyes de control suponiendo una posición del robot siempre igual a cero.
2. En el mismo archivo, en la función `attraction_force`, implemente el cálculo de la fuerza atractiva, dada por:

$$F_{att} = -\eta \frac{q_g}{\|q_g\|}$$

La posición q_g está dada con respecto al robot. Recuerde que F_{att} y q_g son ambos vectores en \mathbb{R}^2 . Utilice las variables que ya están declaradas `force_x` y `force_y` y no cambie el tipo de variable devuelta (arreglo de `numpy`).

3. En el mismo archivo, en la función `rejection_force`, implemente el cálculo de la fuerza repulsiva, dada por:

$$F_{rej} = \frac{1}{N} \sum_i F_{rej_i}$$

donde la fuerza repulsiva F_{rej_i} corresponde a la fuerza provocada por el i -ésimo obstáculo:

$$F_{rej_i} = \begin{cases} \zeta \left(\sqrt{\frac{1}{d_i} - \frac{1}{d_0}} \right) \frac{q_{o_i}}{d_i} & \text{si } d < d_0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

donde $d_i = \|q_{o_i}\|$ y q_{o_i} es la posición del i -ésimo obstáculo con respecto al robot. Recuerde que el sensor lidar devuelve un conjunto de lecturas de la forma (d_i, θ_i) que representan las distancias y ángulos (posiciones en coordenadas polares) de los obstáculos con respecto al robot.

Por lo anterior, la fuerza repulsiva se puede calcular con el algoritmo:

```
for [d, θ] ∈ lecturas del lidar do
  ρ ← ζ √(1/d - 1/d₀) si d < d₀, de otro modo, ρ ← 0
  F_att_x ← F_att_x + ρ cos θ
  F_att_y ← F_att_y + ρ sin θ
end
F_att_x ← F_att_x / N
F_att_y ← F_att_y / N
```

Utilice las variables que ya están declaradas `force_x` y `force_y` y no cambie el tipo de variable devuelta (arreglo de `numpy`).

*Material elaborado con apoyo del proyecto PAPIME PE105524

4. En la función `move_by_pot_fields`, implemente el siguiente algoritmo para mover el robot por descenso del gradiente:

```
 $P_g \leftarrow \text{get\_goal\_point\_wrt\_robot}(\text{global goal})$ 
while  $\|P_g\| > \text{tol}$  and not rospy.is_shutdown() do
     $F_a \leftarrow \text{attraction\_force}$ 
     $F_r \leftarrow \text{rejection\_force}$ 
     $F \leftarrow F_a + F_r$ 
     $P \leftarrow -\epsilon F$ 
     $v, \omega \leftarrow \text{calculate\_control}$ 
    publish\_speed\_and\_forces
     $P_g \leftarrow \text{get\_goal\_point\_wrt\_robot}(\text{global goal})$ 
end
```

5. Abra una terminal y corra la simulación con el comando:

```
1   roslaunch surge_et_ambula movement_planning.launch
2
```

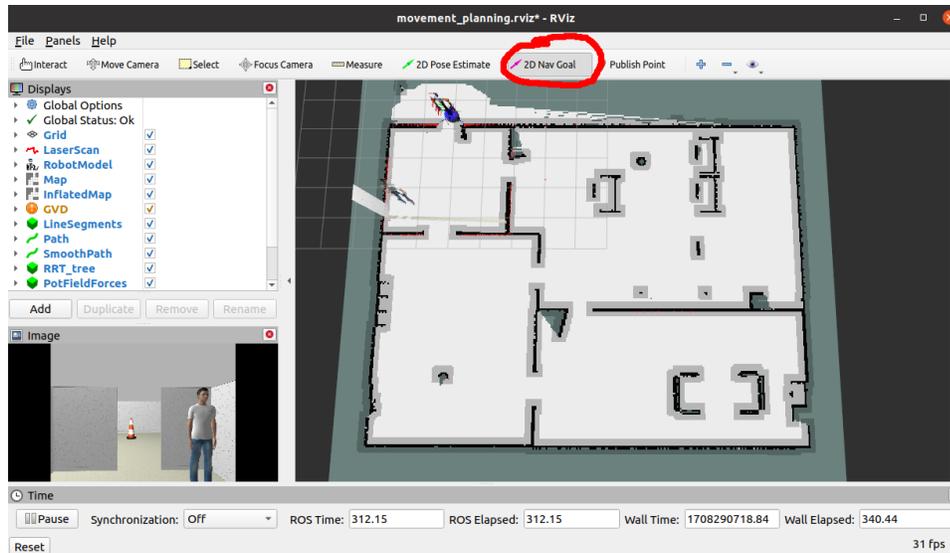
6. Ejecute la evasión por campos potenciales con el comando:

```
1   rosrunc path_planner pot_fields.py _epsilon:=0.4 _eta:=1.0 _zeta:=2.0 _d0:=2.0
    _alpha:=1.0 _beta:= 1.0
2
```

7. Con la barra de herramientas de Gazebo agregue un obstáculo al ambiente (para tener un obstáculo que no está en el mapa) como se muestra en la figura:



8. Mueva al robot a una posición dentro espacio libre, cercana a la posición del robot, haciendo click en el botón `2D Nav Goal` y luego click en algún punto del mapa.



Observe el comportamiento de la fuerzas atractiva, repulsiva y resultante en el visualizador.

9. Detenga la evasión de obstáculos y vuelva a ejecutarla con diferentes parámetros. Sintonice las constantes hasta obtener una evasión satisfactoria.

2. Entregables

- Código modificado en la rama correspondiente
- Documento impreso con los siguientes puntos:
 1. Captura de pantalla donde se observen, el robot cerca de un obstáculo y las tres fuerzas calculadas. Indicar las constantes utilizadas.
 2. Captura de pantalla con las mismos elementos del punto anterior pero con diferentes constantes.
 3. Captura de pantalla donde se observe al robot en un mínimo local (la fuerza repulsiva y la atractiva deben apuntar en direcciones opuestas).

No es necesario pegar el código modificado en el documento escrito. Para eso está el repositorio en línea.

3. Evaluación

Para la evaluación se utilizará la siguiente lista de cotejo:

- [2 puntos] Captura de pantalla del punto 1 de los entregables.
- [2 puntos] Captura de pantalla del punto 2 de los entregables.
- [3 puntos] Captura de pantalla del punto 3 de los entregables.
- [3 puntos] Discusión sobre la sintonización de constantes.