

Práctica 1 - Transformaciones, locomoción y sensado

Robótica Móvil - Un enfoque probabilístico

Prof. Dr. Ignacio Mas

5 de abril de 2022

Fecha límite de entrega: 14/4/22, 23:59hs.

Modo de entrega: Enviar por el Aula Virtual del Campus todo el código (.m) comentado y los gráficos (.jpg ó .pdf), todo en una sola carpeta comprimida¹.

1. Transformaciones 2D y matrices afines

La pose de un robot en el plano, con respecto a una terna global, se puede escribir como $\mathbf{x} = (x, y, \theta)^T$, donde $(x, y)^T$ es la posición del robot en el plano y θ es su orientación. La matriz de transformación homogénea que representa la pose $\mathbf{x} = (x, y, \theta)^T$ con respecto al origen de un sistema de coordenadas global está dado por

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}(\theta) & \mathbf{t} \\ \mathbf{0} & 1 \end{pmatrix}, \mathbf{R}(\theta) = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) \end{pmatrix}, \mathbf{t} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

1. Estando el robot en la pose $\mathbf{x}_1 = (x_1, y_1, \theta_1)^T$, detecta un obstáculo p en la posición (p_x, p_y) con respecto a su propia terna de referencia. Usar la matriz \mathbf{T}_1 para expresar las coordenadas de p con respecto a la terna global.
2. Dada las coordenadas de un obstáculo en la terna global, ¿cómo pueden calcularse las coordenadas de dicho obstáculo que el robot va a medir en su propia terna?

¹Para el desarrollo de ecuaciones del punto 1 se aceptan capturas digitales de desarrollos **prolijos** hechos en papel.

3. El robot se mueve a una nueva pose $\mathbf{x}_2 = (x_2, y_2, \theta_2)^T$ en la terna global. Encontrar la matriz de transformación \mathbf{T}_{12} que representa la nueva pose con respecto a \mathbf{x}_1
4. Estando ahora el robot en la posición \mathbf{x}_2 , ¿dónde está el obstáculo p con respecto a la nueva terna local del robot?

2. Sensado

Un robot se encuentra en la pose $x = 5m, y = -7m, \theta = -\frac{\pi}{4}$, según una terna global. Sobre el robot, hay montado un LIDAR en la posición $x = 0,2m, y = 0,0m, \theta = \pi$ (con respecto a la terna del cuerpo del robot). El sensor produce una lectura que se encuentra en el archivo `laserscan.dat`. La primera medición se toma para el ángulo $\alpha = -\frac{\pi}{2}$ (según la terna del sensor) y la última se toma para el ángulo $\alpha = \frac{\pi}{2}$. El sensor tiene una apertura angular (FOV) de π y todas las mediciones intermedias tienen una separación angular constante.

1. Graficar las mediciones en la terna de referencia del LIDAR.
2. ¿Cómo podría interpretarse el entorno a partir de estas mediciones?
3. Usar las transformaciones homogéneas para calcular y graficar:
 - a) La posición del robot en la terna global.
 - b) La posición del LIDAR en la terna global.
 - c) Las mediciones en la terna global.

Notas de ayuda:

El archivo puede cargarse en Octave/MATLAB con:

```
scan = load('-ascii', 'laserscan.dat');
```

Los ángulos pueden calcularse con:

```
angle = linspace(-pi/2, pi/2, size(scan,2));
```

Las escalas en las dimensiones x e y de los gráficos pueden igualarse con el comando:

```
axis('equal');
```

3. Accionamiento diferencial

Escribir una función en Octave/MATLAB que implementa la cinemática directa para un robot de accionamiento diferencial.

1. El encabezado de la función debe tener esta forma:


```
function [x_n y_n theta_n] = diffdrive(x, y, theta, v_l, v_r, t, l)
```

 donde \mathbf{x} , \mathbf{y} , \mathbf{theta} es la pose del robot, \mathbf{v}_l y \mathbf{v}_r son las velocidades de la rueda izquierda y derecha, \mathbf{t} es el intervalo de tiempo en movimiento y \mathbf{l} es la distancia entre ruedas del robot. La salida de la función es una nueva pose del robot dada por $\mathbf{x}_n, \mathbf{y}_n, \mathbf{theta}_n$.
2. Comenzando en la pose $x = 1,5m, y = 2,0m, \theta = \frac{\pi}{3}$, el robot ejecuta la siguiente secuencia de acciones:
 - a) $c_1 = (v_l = 0,1m/s, v_r = 0,5m/s, t = 2s)$
 - b) $c_2 = (v_l = 0,5m/s, v_r = 0,1m/s, t = 2s)$

c) $c_3 = (v_l = 0,2m/s, v_r = -0,2m/s, t = 2s)$

d) $c_4 = (v_l = 0,1m/s, v_r = 0,6m/s, t = 6s)$

e) $c_5 = (v_l = 0,4m/s, v_r = 0,4m/s, t = 2s)$

Usar la función creada para calcular la pose del robot al ejecutar estas acciones si la distancia l entre ruedas del robot es $0,5m$. Graficar el movimiento resultante.