UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE DOCTORADO

Práctica 1 - Transformaciones 2D y Sensado

Robótica Móvil - Un enfoque probabilístico

Prof. Dr. Ignacio Mas

5 de Septiembre de 2017

Fecha límite de entrega: 15/09/17, 17hs.
Modo de entrega: Enviar por correo electrónico a `imas@fi.uba.ar` todo el código (.m) comentado y los gráficos (.jpg ó .pdf).

1. Transformaciones 2D y matrices afines

La pose de un robot en el plano con respeto a una terna global se puede escribir como $\mathbf{x} = (x, y, \theta)^T$, donde $(x, y)^T$ es la posición en el plano y θ es su orientación. La matriz de transfomación homogénea que representa la pose $\mathbf{x} = (x, y, \theta)^T$ con respecto al origen $(0, 0, 0)$ de un sistema de coordenadas global está dado por

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

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 calcular 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?

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 $x = 1{,}0m, y = 0{,}5m, \theta = \frac{\pi}{4}$, 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 primer 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 podrían explicarse las 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 `x`, `y`, `theta` es la pose del robot, `v_l` y `v_r` son las velocidades de la rueda izquierda y derecha, `t` es el intervalo de tiempo en movimiento y `l` es la distancia entre ruedas del robot. La salida de la función es una nueva pose del robot dada por `x_n`, `y_n`,`theta_n`.
2. Comenzando en la pose $x = 1{,}5m$, $y = 2{,}0m$, $\theta = \frac{\pi}{2}$, el robot ejecuta la siguiente secuencia de acciones:
   a) $c_1 = (v_t = 0{,}3m/s, v_r = 0{,}3m/s, t = 3s)$
   b) $c_1 = (v_t = 0{,}1m/s, v_r = -0{,}1m/s, t = 1s)$
   c) $c_1 = (v_t = 0{,}2m/s, v_r = 0{,}0m/s, t = 2s)$

   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.