

PROGRAMACIÓN DE ROBOTS

Ejercicio de clase: Filtro de Kalman

El objetivo del ejercicio es programar en Matlab un filtro de Kalman que permita estimar el estado de un robot que se desplaza en línea recta.

1.- Planteamiento del problema

Tenemos un robot móvil que se mueve en un entorno en línea recta. El estado del robot se define como $x=[x_r, v_r]^T$, donde x_r y v_r son la posición y la velocidad del robot respectivamente. El resto de componentes del sistema se define a continuación:

- La entrada u corresponde a un comando de fuerza que se aplica al robot. Según las leyes de Newton, sabemos que $dv_r/dt = u/m$, donde m es la masa del robot. Esta expresión puede aproximarse mediante la ecuación de tiempo discreto $v_r(k+1)-v_r(k)/T = u(k)/m$, donde T es el período de muestreo en segundos. Por tanto, a partir de esa ecuación, el estado del robot puede escribirse como:

$$x(k+1) = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(k) + \begin{bmatrix} 0 \\ T/m \end{bmatrix} u(k) + v(k) = Fx(k) + Gu(k) + v(k)$$

donde el término $v(k)$ representa el ruido asociado al proceso, y representa errores que surgen de elementos no modelables, como la discretización (software, ajeno al robot) o la fricción (hardware, propio del robot y el entorno). Este vector $v(k)$ es un ruido blanco gaussiano con media cero y covarianza V .

- El robot está equipado con un sensor que mide la velocidad, así que la medida $y(k)$ se puede escribir como:

$$y(k+1) = [0 \ 1] x(k) + w(k) = Hx(k) + w(k)$$

donde $w(k)$ representa los errores en las medidas, y también son un ruido blanco gaussiano con media cero y covarianza W .

2.- Valores de los parámetros del problema

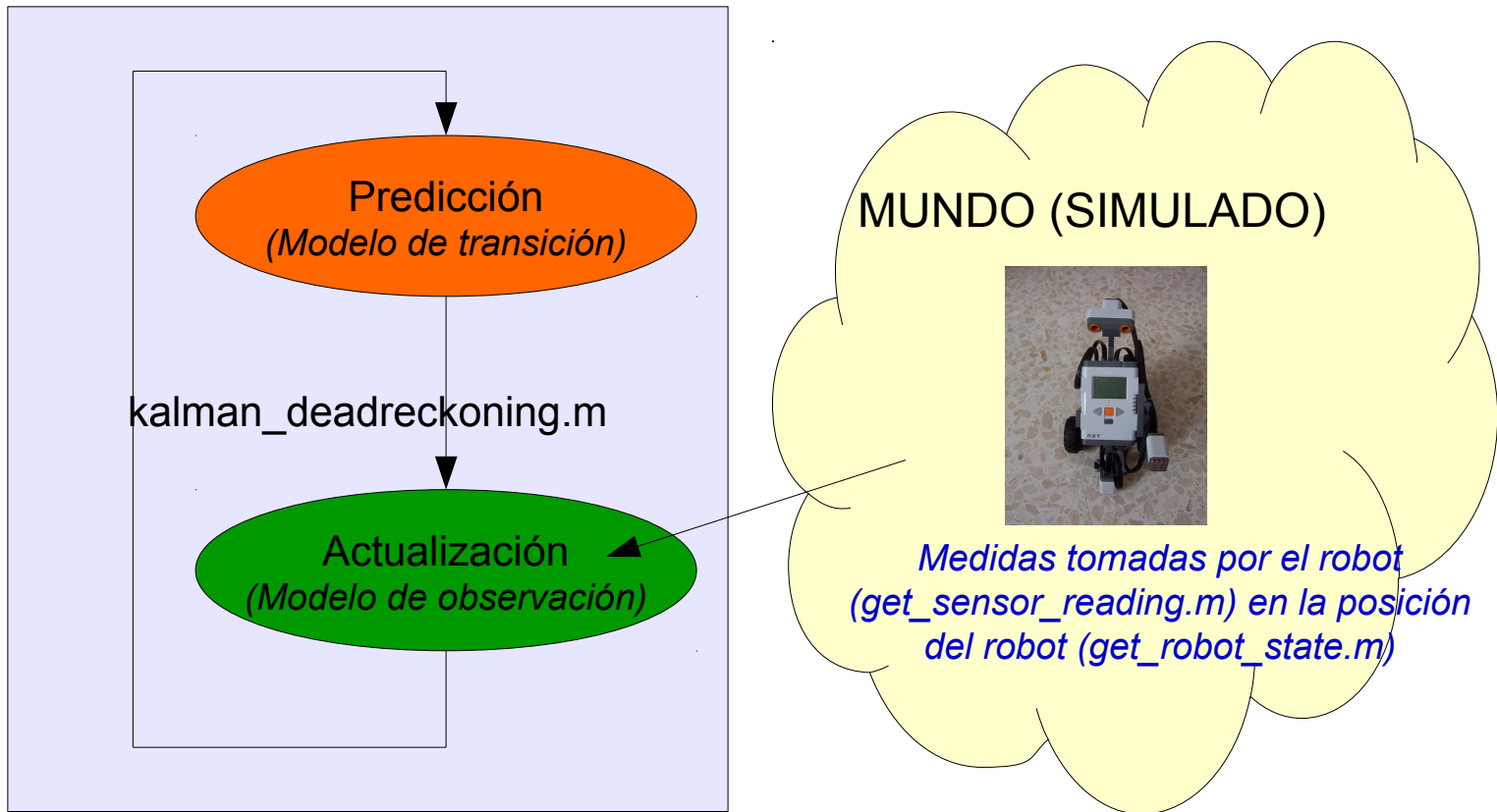
Los valores de los parámetros que intervienen en el sistema son los siguientes:

- Masa del robot: $m = 1$
- Tiempo de muestreo: $T = 0.5$
- Comando de fuerza al robot: $u(k) = 0$ para todo k
- Estado real (desconocido para el robot): $x(k+1) = [1.8 \ 2]^T$
- Covarianza del ruido del proceso: $V = [0.2 \ 0.05 ; 0.05 \ 0.1]$
- Covarianza del ruido del sensor: $W = 0.5$
- Estado estimado inicial: $\tilde{x}(k|k) = [2 \ 4]^T$
- Covarianza estimada inicial: $P(k|k) = [1 \ 0 ; 0 \ 2]$

3.- Implantación del filtro de Kalman y representación de resultados

Implantar un filtro de Kalman que realice la estimación del estado del robot durante un cierto número de iteraciones (empezar, por ejemplo, con 10 iteraciones). Utilizar para ello la plantilla y las funciones que podéis encontrar en la web de la asignatura.

Es decir, tenéis que reproducir en Matlab la estructura del filtro de Kalman que vimos en clase:



Una vez finalizado, representar en una misma gráfica los siguientes valores:

- Estado real inicial
- Estado estimado inicial
- Estados estimados intermedios
- Estados intermedios del robot
- Estado estimado final

Utilizar el código incluido en el fichero plotcov2d.m para representar, cada 10 pasos intermedios, la incertidumbre asociada al estado estimado como una elipse. ¿Se mantiene constante la forma de la elipse? ¿Por qué?