Filtro de Kalman Extendido

Procesamiento de señales

.UBAfiuba FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Débora P. Copa ● Dra. Cecilia G. Galarza
IIBM LPSC

FILTRO DE KALMAN EXTENDIDO

Filtro de Kalman Extendido

Inicialización

$$\mathbf{x}_{0/-1} = E[\mathbf{x}_0]$$
$$\mathbf{P}_{0/-1} = Cov[\mathbf{x} - \mathbf{x}_0]$$

Predicción

$$\mathbf{F}_k = \frac{\partial f_k(\widehat{\mathbf{x}}_{k/k})}{\partial \mathbf{x}} \qquad \mathbf{H}_k = \frac{\partial h_k(\widehat{\mathbf{x}}_{k/k-1})}{\partial \mathbf{x}} \qquad \mathbf{G}_k = g_k(\widehat{\mathbf{x}}_{k/k})$$

Actualización

$$\mathbf{K}_k = \mathbf{P}_{k/k-1}\mathbf{H}_k^H \left(\mathbf{H}_k\mathbf{P}_{k/k-1}\mathbf{H}_k^H + \mathbf{R}_k\right)^{-1}$$
$$\mathbf{P}_{k/k} = (I - \mathbf{K}_k\mathbf{H}_k)\,\mathbf{P}_{k/k-1}$$
$$\widehat{\mathbf{x}}_{k/k} = \widehat{\mathbf{x}}_{k/k-1} + \mathbf{K}_k\left(\mathbf{y}_k - \mathbf{h}_k(\widehat{\mathbf{x}}_{k/k-1})\right)$$

Predicción

$$\widehat{\mathbf{x}}_{k+1/k} = \mathbf{f}_k(\widehat{\mathbf{x}}_{k/k})$$
$$\mathbf{P}_{k+1/k} = \mathbf{F}_k\mathbf{P}_{k/k}\mathbf{F}_k^H + \mathbf{G}_k\mathbf{Q}_k\mathbf{G}_k^H$$

Actividad 1

Actividad 1

Dado el problema de masa resorte y amortiguador del Ejercicio 3, asumiendo conocidos los parámetros m=10 kg y b=18 kg/m (error en el modelo con $\sigma_b^2 = 0.2$), se toman muestras de la posición $y_k=d_k+w_k$ cada T=0.01 s (puede considerar una aproximación de primer orden para la derivada), con ruido blanco de varianza $\sigma_w^2 = 0.01$.
Se quieren estimar los estados velocidad (x_1) y posición (x_2) mediante kalman, pero suponiendo que se desconoce el valor de la constante elástica del resorte. Reformule el sistema de estados para poder estimar los estados.

Considere: $\mathbf{x}_{\mathbf{0/-1}}$ =[0 0 0], $P_{\mathbf{0/-1}}$=diag([3 3 1000].^2). En el archivo **MRA.mat** se encuentran los estados reales y otros parámetros necesarios.

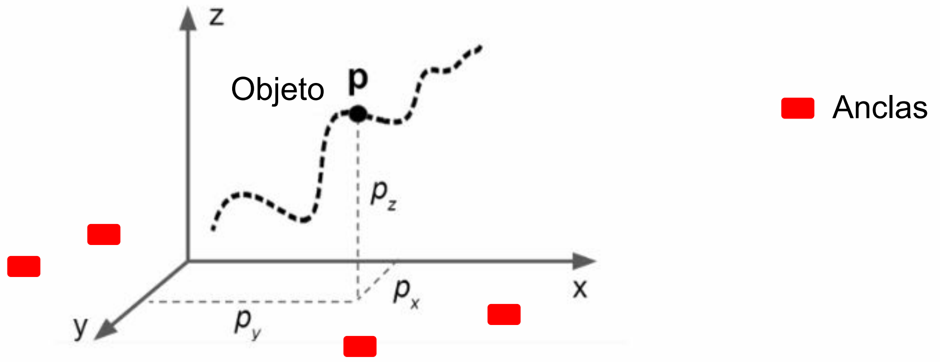
Ejemplo de localización

Definición del problema

Ejemplo de localización

El problema es el mismo que en el ejemplo anterior, en el que existe un objeto moviéndose en el espacio cartesiano (x,y,z) siguiendo una determinada trayectoria

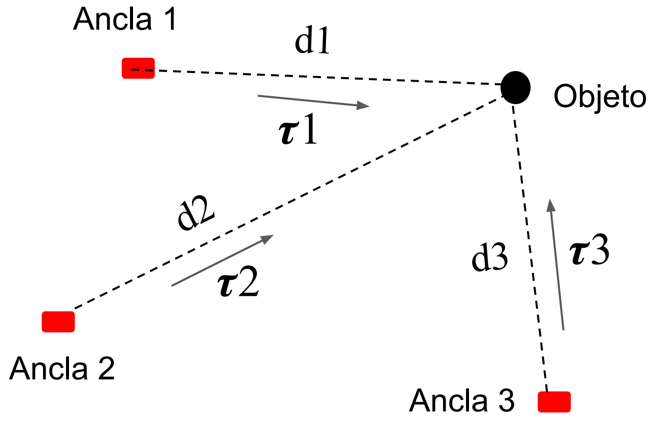
$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} \quad \mathbf{v} = \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix}$$

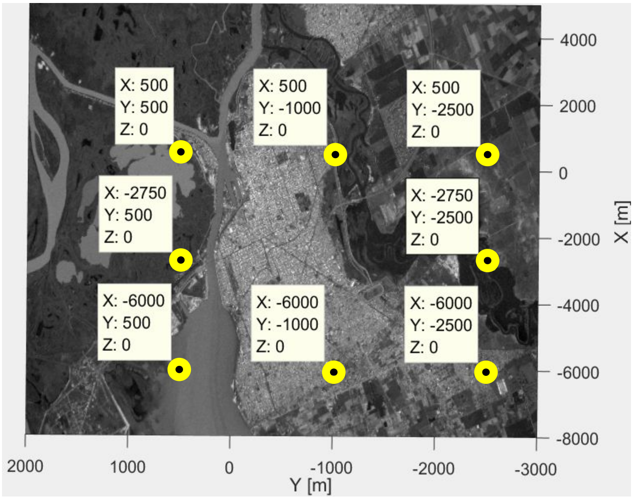


Actividad 2

Actividad 2

Sea un sistema de m=8 anclas con las coordenadas indicadas abajo. Se desea estimar, mediante un filtro de kalman, posición, velocidad y aceleración de un objetivo midiendo cada T=1 s el tiempo de propagación τ entre una señal enviada desde cada ancla A_i al objetivo, separados a una distancia d_i . Plantee las ecuaciones de estados y de observaciones e implemente el algoritmo aplicando la linealización donde corresponda. Se sabe que cada retardo medido posee ruido con cierta varianza (ver contenido en siguiente filmina).





Actividad 2

Archivos en el campus y su contenido (N: cant. de mediciones)

kalman_loc.mat:
p: estados de las posiciones (Nx3)
v: estados de las velocidades (Nx3)
a: estados de las aceleraciones (Nx3)
RP: coordenadas de las anclas (mx3), cada fila corresponde a un ancla.
q: matriz de covarianza del proceso para las aceleraciones (3x3)
tau: matriz de tiempos de propagación entre anclas y objetivo (Nx8)
varw: varianza de ruido de medición para los tiempos medidos
map: imagen del mapa para dar contexto (usada con la función plotloc_3d.m)

plotloc_3d.m:
Para agilizar el trabajo en clase, se dispone de esta función que permite graficar las estimaciones de la trayectoria junto a la trayectoria real, además de las anclas y un mapa de fondo.

Actividad 2

Considere las siguientes condiciones iniciales

Vector de estados inicial

```
x0_1 = [10 ; -600 ; 50 ; 2 ; 3 ; 4 ; 0 ; 0 ; 0];
```

Matriz de autocovarianza de los estados

```
P0_1 = diag([10^5 10^5 10^5 10^3 10^3 10^3 0.9 0.9 0.9]);
```