

FILTRO DE KALMAN. ESTIMACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE UN VEHÍCULO

1. INTRODUCCIÓN

Se desea estimar la trayectoria de un vehículo, es decir la posición, velocidad y aceleración del mismo. Para esto se cuenta con un archivo de matlab, llamado datos.mat, el cual contiene el tiempo, la posición, la velocidad y la aceleración "reales" de un vehículo. Estos son los datos contra los cuales se comparará la estimación que obtengan al aplicar el FK. Lo primero que hay que hacer es generar las mediciones que serían la entrada al filtro de Kalman, estas mediciones se deberán generar de la siguiente manera:

Desde el punto 1 al 5 se supone que se mide en forma periódica (1seg) los siguientes datos.

- (1) Se mide la posición afectada por ruido blanco (gaussiano) de 10m de desvío estándar.
- (2) Se mide la posición afectada por ruido blanco (uniforme) de 10m de desvío estándar.
- (3) Se mide la posición y la velocidad afectadas por ruido blanco (gaussiano) de 10m y 0.2m/s de desvíos respectivamente.
- (4) Se mide la posición afectada por ruido blanco (gaussiano) de 10m de desvío estándar más un sesgo de 1m.
- (5) Se mide la posición afectada por ruido blanco (gaussiano) de 10m de desvío estándar y la velocidad afectada por un ruido blanco (gaussiano) de 0.2m/s más un sesgo de 0.05m/s.

NOTA: Hay que tener en cuenta que al inicializar el Kalman en general no se conoce exactamente cuál es la posición, velocidad y aceleración del vehículo sino que tienen una aproximación de estas con cierto error, dado por la Po/o (covarianza del error inicial). Para cada uno de los casos hay que comparar la estimación respecto de las variables "reales". Además hay que hacer algún estudio que les permita decir si los resultados están bien o no y por qué, estudiar la observabilidad, la correlación de las innovaciones, la evolución de la matriz de covarianza y todos los análisis que se consideren pertinentes.

- (6) Se mide la posición y velocidad afectadas por ruido blanco gaussiano con desvíos de 10m y 0.2m/s. Pero ahora estas mediciones no son periódicas, hay que generar las mediciones con la restricción: $\max_k |t_{k+1} - t_k| < 4seg$.

2. SOBRE EL MODELO DE ESTADO DEL SISTEMA

Para generar el modelo de estado del sistema hay que tener en cuenta lo siguiente:

$$\begin{aligned}
f(t) &= f(t_0) + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{f^{(k)}(t_0)}{k!} (t - t_0)^k \quad h = t_{k+1} - t_k \\
p(t_{k+1}) &= p(t_k) + \dot{p}(t_k)(t_{k+1} - t_k) + \frac{\ddot{p}(t_k)}{2}(t_{k+1} - t_k)^2 + \mathcal{O}(3) = \\
&= p(t_k) + v(t_k)h + a(t_k)\frac{h^2}{2} + \mathcal{O}(3) \\
v(t_{k+1}) &= \dot{p}(t_{k+1}) = \dot{p}(t_k) + \ddot{p}(t_k)(t_{k+1} - t_k) + \mathcal{O}(2) = \\
&= v(t_k) + a(t_k)h + \mathcal{O}(2) \\
a(t_{k+1}) &= \dot{v}(t_{k+1}) = \dot{v}(t_k) + \mathcal{O}(1) = a(t_k) + \mathcal{O}(1) \\
x &= [\ p \quad v \quad a \]^T \\
\xi_p &= \mathcal{O}(3) \quad \xi_v = \mathcal{O}(2) \quad \xi_a = \mathcal{O}(1) \\
x_{k+1} &= \begin{pmatrix} p_{k+1} \\ v_{k+1} \\ a_{k+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I & h & \frac{h^2}{2} \\ 0 & I & h \\ 0 & 0 & I \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_k \\ v_k \\ a_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \xi_p \\ \xi_v \\ \xi_a \end{pmatrix} \\
y_k &= \begin{pmatrix} I & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_k \\ v_k \\ a_k \end{pmatrix} + \eta
\end{aligned}$$

Es decir que los ruidos de proceso están modelando los términos de mayor orden de la aproximación utilizada. ¿Con qué criterio se elegirían las varianzas de estos ruidos de proceso?