

10. Filtro de Kalman y Kalman extendido

Conocimientos requeridos:

- Modelamiento de sistemas
- Muestreo y digitalización de señales
- Probabilidad y estadística

Competencias a desarrollar:

Meta ABET	Indicadores
Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de Ingeniería aplicando principios de Ingeniería, ciencias y matemáticas	Conocer las relaciones entre los fenómenos físicos y el modelo mediante leyes, teoremas y principios.
	Escoger los requerimientos necesarios en el planteamiento de soluciones, teniendo en cuenta las partes interesadas
Habilidad para comunicarse efectivamente ante un rango de audiencias	Expresar ideas en forma clara y concisa, mediante un lenguaje apropiado al contexto (comunicación oral y escrita)
	Aplicar una estrategia de comunicación oral y escrita para presentación de propuestas, proyectos, reportes de resultados, reportes técnicos de avances.
Capacidad de desarrollar y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas	Relacionar la información existente en las diferentes fuentes respecto a un problema

Metodología:

Revise las fuentes bibliográficas del curso para responder las preguntas teóricas, lleve sus dudas y conclusiones para ser presentadas en clase. Desarrolle los ejercicios prácticos y presente un informe usando la plantilla (overleaf).

PARTE TEÓRICA

Recursos Web que debe revisar:

<http://studentdavestutorials.weebly.com/kalman-filter-with-matlab-code.html>
https://www.mathworks.com/discovery/kalman-filter.html%20.html?s_eid=PEP_12669
<https://www.mathworks.com/videos/series/understanding-kalman-filters.html>
<https://www.cse.sc.edu/~terejanu/files/tutorialEKF.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=wdx7GBKoBck>

En las páginas web hay videos, por favor vea los videos y responda:

¿Qué son los filtros de Kalman?

¿Para qué se usan estos filtros?

¿Qué diferencia hay entre estos dos filtros (Kalman filter, extended Kalman filter)?

¿Cuándo o bajo qué condiciones se usa cada uno de ellos?

Revise el código matlab de los videos, ejecútelos y responda:

- Haga una breve descripción de los procesos realizados en los ejemplos vistos en los videos.
- Describa cómo adaptaría estos filtros para simular la práctica de laboratorio.
- Realice su adaptación y muestre sus resultados.
- Explique cuál de los filtros funciona mejor y por qué.

EJERCICIO PRÁCTICO:

Aplicar el filtro de Kalman y el filtro de kalman extendido al problema de estimar la posición de un bote mientras navega por un lago. El mencionado bote está provisto de un GPS que mide la distancia recorrida desde el inicio del viaje y tiene un error máximo de ± 3 metros. El desplazamiento del bote se ve afectado por la turbulencia del agua y el viento, estos fenómenos externos hacen que la velocidad del bote se afecte de forma aleatoria obedeciendo una distribución normal ($\mu = 0$, $\sigma = 1$).

Filtro de Kalman

La velocidad de las propelas es constante lo que teóricamente le confiere una velocidad constante al bote. El bote parte de la posición $p_b(0) = 0$ m con velocidad constante $v_b(t) = cte$

- Obtenga el modelo (lineal) del sistema, considere que el bote se mueve en línea recta presumiblemente a velocidad constante.
- Obtenga el modelo del sensor, asuma que la lectura del sensor es relativa a la posición inicial del bote en $t = 0$
- Implemente el código y grafique los resultados
- Evalúe cuantitativamente el desempeño del filtro. ¿Cómo realizaría dicha evaluación?, explique

Filtro de Kalman Extendido (EKF)

La situación del bote es la misma explicada anteriormente. El bote parte del reposo y la velocidad de las propelas aumenta linealmente en el tiempo siguiendo la siguiente ecuación

$$v_p(t) = 500 + 10t \text{ rpm}$$

La velocidad del bote no es proporcional a la velocidad de las propelas y sigue la siguiente función:

$$v_b(t) = 30(1 - e^{(-\frac{v_p(t)-500}{200})}) \text{ m/s}$$

El sensor de posición (GPS) se ve afectado por la velocidad siguiendo la siguiente ecuación:

$$p_s(t) = p_b(t) - \frac{v_b(t)^2}{600} \text{ m}$$

- Obtenga el modelo del sistema, considere que el bote se mueve en línea recta
- Obtenga el modelo del sensor, asuma que la lectura del sensor es relativa a la posición inicial del bote en $t = 0$.
- Implemente el código y grafique los resultados.
- Evalúe cuantitativamente el desempeño del filtro. ¿Cómo realizaría dicha evaluación?, explique

Autoevaluación:

En este apartado debe realizar una autoevaluación del proceso desarrollado y de las habilidades adquiridas con las actividades propuestas. Para ello responda las siguientes preguntas otorgando el valor porcentual (0 - 100 %) a cada una de ellas.

1. ¿Desarrolló la totalidad de las actividades propuestas?
2. ¿La metodología le permitió construir saberes significativos que le aporten al desarrollo del tema planteado?
3. ¿Qué tanto fue su grado de dedicación durante el desarrollo de las actividades planteadas?
4. ¿Qué tanto fue su grado de interés en el tema propuesto?
5. Otorgue un valor porcentual a cada uno de los indicadores de las metas propuestas según su cumplimiento

Retroalimentación:

En esta sección se espera que a partir de lo vivido durante el desarrollo de las actividades propuestas, Ud pueda dar algunas recomendaciones o sugerencias sobre el tema y el desarrollo de las mismas. Tenga en cuenta que sus aportes enriquecen el ejercicio docente, gracias.