



## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesis que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Predicción de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1:  $z(k+1)$  Medida en  $k+1$ 
% F,H: Matrices del sistema
% Q: Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R: Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1) = F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1) = H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero .zip y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.



## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesitura que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Prediccion de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1: $z(k+1)$  Medida en k+1
% F,H:Matrices del sistema
% Q:Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R:Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1)= F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1)=H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero .zip y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.



## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesis que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Predicción de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1:  $z(k+1)$  Medida en  $k+1$ 
% F,H: Matrices del sistema
% Q: Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R: Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1) = F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1) = H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero .zip y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.



## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesitura que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

---

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Predicción de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1:  $z(k+1)$  Medida en  $k+1$ 
% F,H: Matrices del sistema
% Q: Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R: Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1) = F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1) = H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero .zip y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.





## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesitura que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Prediccion de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1:  $z(k+1)$  Medida en k+1
% F,H: Matrices del sistema
% Q: Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R: Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1) = F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1) = H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero `.zip` y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.



---

## *Ejercicio Filtrado de Kalman*

---

Los ejercicios que se proponen no se corresponden con una situación real, ya que vamos a tener conocimiento de los valores verdaderos de las variables que se van a estimar y de las características exactas de los ruidos de medida, tesis que no encontraremos a la hora de resolver un verdadero problema de estimación, pero como práctica docente de primer acercamiento del Filtro de Kalman con integración multisensorial son muy ilustrativos.

### ENUNCIADO 1

- Vamos a implementar en Matlab la función `fkloop` que haga un ciclo completo del filtro de Kalman para un sistema lineal discreto:

```
function [XK1K1,PK1K1,INNO]=fkloop(XKK,PKK,ZK1,F,H,Q,R)
% XK1K1:  $x(k+1|k+1)$  Estado
% PK1K1:  $P(k+1|k+1)$  Covarianza del estado
% INNO: Terminio de innovación: Medida-Predicción de medida
% XKK:  $x(k|k)$  Estado
% PKK:  $P(k|k)$  Covarianza del estado
% ZK1:  $z(k+1)$  Medida en  $k+1$ 
% F,H: Matrices del sistema
% Q: Covarianza del ruido del estado  $v(k)$ 
% R: Covarianza del ruido de la medida  $w(k)$ 
%
% SISTEMA:
%  $x(k+1) = F(k) x(k) + v(k+1)$ 
%  $z(k+1) = H(k+1) x(k+1) + w(k+1)$ 
%  $v$  y  $w$  son ruido blanco gaussiano de covarianza  $Q$  y  $R$ 
```

- Generar la posición de un cuerpo que se mueve en una dimensión durante 2 minutos. Dividir esos 2 minutos en tramos de 10 segundos en los que el cuerpo tiene un determinado valor de velocidad constante o aceleración constante.
- Generar la medida de la posición del cuerpo por dos sensores distintos con unas características de ruido diferentes que el alumno debe elegir. El tiempo de muestreo de los dos sensores es igual y debe también elegirlo el alumno.
- Diseñar la estructura de filtro de Kalman que proporcione estimas de la posición, velocidad y aceleración del cuerpo a partir de las medidas de los dos sensores.
- Correr el filtro diseñado haciendo llamadas a la función `fkloop`.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## ENUNCIADO 2

---

Vamos a hacer una pequeña modificación en el diseño anterior que permita detectar posibles medidas erróneas en los sensores y vamos a tratarlas adecuadamente.

- Modificar una única medida de uno de los sensores asignando manualmente un valor disparatado.
- Modificar el diseño anterior para detectar, haciendo un seguimiento del término *innovación*, ese error de medida.
- Descartar la medida errónea haciendo un ciclo del filtro sin medidas con el consiguiente aumento de las covarianzas de las estimas.
- Mostrar gráficamente todos los resultados: posición real, medidas sensores, estimas del filtro, evolución de las matrices de covarianza, término innovación, etc.

## FECHA LÍMITE DE ENTREGA

---

Los ficheros Matlab desarrollados tienen que comprimirse en un fichero .zip y enviarlos por correo electrónico a [pablo@dia.uned.es](mailto:pablo@dia.uned.es) antes del 15 de septiembre de 2006. Los ficheros de Matlab deben tener abundantes explicaciones de todo lo que se hace.