PRÁCTICA 1. Fundamentos de MATLAB

Periodo de realización: Primera semana del curso
Fecha límite de entrega: 4 de marzo de 2012 (la entrega es voluntaria)

La presente práctica está pensada para aquellas personas que nunca hayan trabajado con el MATLAB.

Se pide subir al Moodle un único fichero **`apellido_p1.pdf`** con la solución de los siguientes ejercicios (incluir tanto las instrucciones empleadas como los resultados debidamente comentados). Para el formato de presentación, consultar el fichero **`plantilla_prácticas.pdf`** disponible en la intranet de la asignatura.

1. MATLAB básico

Ejercicio 1. Operaciones con vectores

(Magrab,05) El momento de inercia del sector de un círculo es

$$I = \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right) r^4$$

siendo r el radio del círculo en m. Calcular I para los siguientes radios r: 1.5cm, 2cm, 2.5cm y 3cm. Guardar los resultados en un vector (Función punto: “.”).

Ejercicio 2. Operaciones con matrices

1) Generar una matriz de “unos” de dimensión 3×2. (Función **`ones`**)

2) Entrar los datos: $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & -5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$, $\mathbf{M} = \begin{bmatrix} 1 & 339 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$.

3) Hallar la matriz **C** definida como $\mathbf{C} = \mathbf{A}^T$. (Función: ').

4) Obtener la submatriz $\mathbf{A}_1$ resultante de tomar las columnas 2 y 3 de **A**. ídem con la submatriz $\mathbf{A}_2$ obtenida al tomar la intersección de las filas 1 y 2 y columnas 1 y 2 de la matriz **A**.

5) Hallar $\mathbf{C} = \mathbf{A}^{-1}$. (Función **`inv`**)

6) Hallar el <u>rango</u>, el <u>determinante</u> y los <u>autovalores</u> de la matriz **A**. (Funciones **`rank`**, **`det`** y **`eig`**).

7) Hallar el autovector (columna) correspondiente al autovalor $\lambda = -1.0766$ de la matriz **A** y guardarlo en la variable *u*. (Funciones **`eig`** y **`()`**)

8) Hallar los valores singulares y el número de condición de las matrices **A** y **M**. ¿Cuál de ellas se encuentra más cerca de la singularidad?. (Funciones **`svd`**, **`cond`**).

9) Comentar muy brevemente la diferencia entre ejecutar `A.^2` y `A^2`.

Ejercicio 3. Solución de sistemas de ecuaciones

1) Resolver el siguiente sistema de ecuaciones con ayuda de la función **`inv`**.

$$\left.\begin{aligned} x_1 + 2x_2 + 3x_3 &= 12 \\ 4x_1 - 5x_2 + 6x_3 &= 10 \\ 7x_1 + 8x_2 + 9x_3 &= 13 \end{aligned}\right\}$$

1) Para resolver un sistema de ecuaciones sobredeterminado (más ecuaciones que incógnitas) puede utilizarse la pseudoinversa. Por ejemplo, el sistema

$$\left.\begin{aligned} -0.4x_1 - 1.1x_2 &= 0.95 \\ -1.6x_1 + 1.2x_2 &= 0.23 \\ 0.12x_1 + 1.2x_2 &= 0.61 \\ 0.3x_1 - 0.1x_2 &= 0.48 \end{aligned}\right\}$$

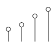
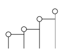
2) puede expresarse matricialmente como $\mathbf{Hx} = \mathbf{y}$. Como solución óptima (en el sentido de mínimos cuadrados del error) se puede tomar $\mathbf{x} = \mathbf{H}^{\perp}\mathbf{y}$, donde $\mathbf{H}^{\perp} = \left(\mathbf{H}^T\mathbf{H}\right)^{-1}\mathbf{H}^T$ es la matriz pseudoinversa de **H**. Se pide hallar x_1, x_2 con ayuda de la función **`pinv`**.

Ejercicio 4. Gráficos simples

1) Generar un vector **`x`** que contenga valores entre 0 y 4π con una muestra cada π/10. (Función "**`:`**") y representar la función exponencial en dicho intervalo. (Funciones **`exp`** y **`plot`**). Etiquetar la representación (funciones **`xlabel`**, **`ylabel`** y **`title`**)

2) Repetir el apartado anterior pero generando un vector x cuyo valor inicial sea 0 y valor final 1. (función **`linspace`**).

3) Representar exactamente 4 periodos de la función $y_1(x) = \sin(3x)$ (funciones **`linspace`**, **`pi`**, **`sin`**) y superponerle la representación de $y_2(x) = e^{-\frac{x}{8}} \cdot \cos(3x)$ (funciones "**`.`**", **`cos`**, **`plot`**, [**`hold`**]).

4) Generar una señal cualquiera y representarla de las siguientes maneras: en forma de secuencia discreta (), en forma de señal "continua" escalonada (reconstruida con un mantenedor de orden cero (*zero order hold*, ZOH): ) y en forma continua (). (Funciones **`stem`**, **`stairs`**, **`plot`**). Representar las tres señales en una única ventana de figura (función **`subplot`**)

Ejercicio 5. Evaluación y representación de polinomios

Considerar el siguiente polinomio de Butterworth normalizado (obtenido con ayuda de las funciones **`buttap`** y **`zp2tf`**)

$$p(x) = x^5 + 3.2361x^4 + 5.2361x^3 + 5.2361x^2 + 3.2361x + 1$$

Se pide:

1) Representar $p(x)$ para x variando entre -2 y 2. Funciones **`linspace`**, **`polyval`**, **`plot`**.

2) Encontrar sus raíces y representarlas en el plano complejo. Comprobar que se encuentran sobre un semicírculo de radio 1. Funciones **`roots`**, **`plot`**, **`axis`**.

3) <u>Opcional</u>: Repetir para otro tipo de polinomio, por ejemplo, de Bessel (**`besselap`**), Chebychev (**`cheb1ap`**) o Cauer (**`ellipap`**).

Ejercicio 6. Importación de variables de Excel

Elegir uno de los ficheros **`telefonica.xls`** o **`ibex.xls`** de la intranet del curso (también es posible usar cualquier otra serie temporal financiera, meteorológica, etc.)

1) Ejecutar la instrucción **`xlsread`** sobre, por ejemplo, el fichero **`telefonica.xls`**, y abrir el *Array Editor* a fin de visualizar las variables creadas.

2) Guardar en un vector la columna correspondiente al precio de cierre.

3) Representar dichos valores con **`plot`**. <u>Opcional</u>: Rotular el vector temporal con la fecha (funciones **`datenum`**, **`datetick`**)

Ejercicio 7. Ajuste polinomial (regresión lineal) de una relación experimental.

Para calibrar un instrumento de medida se han realizado las siguientes mediciones, donde "*y*" es la medida (indicación) del patrón y "*x*" es la indicación del instrumento.

y	0	1	2	5	10	15
x	0.5	0.72	0.78	1.21	1.76	2.46

A la vista de las mediciones, se ajustará un modelo con la siguiente expresión: $y = a + bx$.

Se pide:

1) Representar los datos $y(x)$ (función **`plot`** con opción de trazo discreta) y estimar <u>a ojo</u> una recta que los relacione $\hat{y} = a + bx$.

2) Expresar el vector de medidas **y** en función del vector de parámetros $\boldsymbol{\theta}^T = (a \quad b)$. Es decir, construir el sistema sobredeterminado $\mathbf{y} = \mathbf{H}\boldsymbol{\theta}$.

3) Hallar la recta de regresión con ayuda de la pseudoinversa (función **`pinv`**) o bien usando la función **`polyfit`**.

4) Representar en la misma gráfica los puntos de la tabla, la recta "a ojo" y la recta de regresión. (funciones **`polyval`**, **`plot`**)

5) Valorar la calidad del ajuste mediante los siguientes criterios:

6) Calcular $J=\sum e_i^2$ (función **`sum`**) para la recta "a ojo" y para la recta de regresión óptima.

7) Ídem calculando y representar la autocorrelación del error $R_e(m)$ (funciones **`xcorr`**, **`linspace`**, **`stem`**).

2. *Toolboxes*

Ejercicio 8. Funciones de variable compleja

(Este Ejercicio usa funciones de la *Control Systems Toolbox*. Si no se dispone de esta *toolbox* no hace falta hacerlo)

1) Hallar el módulo y el argumento (en grados) de la función de variable compleja $G(s)=\dfrac{3}{s(s+1)(s+3)}$ cuando la variable compleja $s=j\omega$ toma los siguientes valores ω=0, 1, 2, 5 y ∞. (Funciones **`freqs`**, **`abs`**, **`angle`**, **`pi`**).

2) Representar el diagrama de Bode de la respuesta frecuencial de la función anterior, $G(j\omega)$ (**`bode`**).

3) Representar $G(j\omega)$ en coordenadas polares (diagrama de Nyquist). Ajustar adecuadamente las frecuencias de representación. (Funciones **`nyquist`** y **`logspace`**)

Ejercicio 9. Respuesta temporal

(Este Ejercicio usa funciones de la *Control Systems Toolbox*. Si no se dispone de esta *toolbox* no hace falta hacerlo)

1) Representar la respuesta impulsional del sistema $H(s)=\dfrac{2}{s^2+0.2s+1}$ (**`impulse`**).

2) Representar la respuesta a escalón unitario del sistema $H(s)=\dfrac{2}{s^2+0.2s+1}$ (**`step`**).

¿Cuánto vale el tiempo de pico? ¿Y el tiempo de establecimiento? (Nota: Usar el botón derecho del ratón sobre la figura resultante para identificar dichas características)

Ejercicio 10. Densidad espectral de potencia.

(Este Ejercicio usa funciones de la *Signal Processing Toolbox*. Si no se dispone de esta *toolbox* no hace falta hacerlo)

Repetir el Ejemplo 5 del Tema 1 para diversas frecuencias de muestreo y ciclos de trabajo. Comentar el resultado.