

2.004: MODELISMO, DINÁMICA Y CONTROL II

Segundo trimestre, 2003

Experimento 1: Tutorial de MatLab

Introducción

El objetivo de este primer tutorial de la sesión sobre MatLab es igualar el campo de trabajo y asegurarnos de que todos los estudiantes se familiaricen con esta herramienta. Como ya se comentó en el ejercicio de pre-práctica, el objetivo de estas sesiones pre-práctica es la iniciación, pero es importante que practique por su cuenta para llegar a familiarizarse con el programa. Se requiere un dominio de MatLab.

Los objetivos experimentales de esta sesión de tutoría son los siguientes:

- (1) Datos de MatLab como matriz.
- (2) Manipulación de matriz: submatriz, filas de acceso, columnas y elementos.
- (3) Manipulación aritmética de datos.
- (4) Funciones de MatLab: escalar y vectorial.
- (5) Trazado y visualización de datos.
- (6) Programación de MatLab: Instrucciones condicionales y estructuras de bucles.
- (7) Desarrollo de algoritmos para calcular la velocidad, la aceleración, y la fuerza.
- (8) Integración numérica de la ecuación de movimiento para simular la dinámica del sistema.

Procedimiento:

Apartado A: Operaciones básicas de matriz y visualización de datos.

En este tutorial, se le proporcionan un conjunto de datos de un experimento simulado en el que se lanza una pelota de ping-pong desde una altura determinada y rebota poco antes de detenerse. Este experimento simulado se repite cinco veces y todos los datos se registran en un archivo, en el que la primera columna es el tiempo. Las otras cinco columnas representan la posición de la pelota durante el ensayo. Por favor, realice lo que se indica a continuación:

- (A1) Trace la altura de la pelota en función del tiempo para las pruebas 1, 3 y 5.
- (A2) Encontrará que los datos son escandalosos. Calcule el promedio de todas las pruebas y trace la media.
- (A3) Acaba de enterarse que existe un error experimental en la prueba 3 en la que un estudiante dejó caer una pelota de goma en lugar de una de ping-pong. Repita el paso (2) una vez eliminada de los datos la prueba 3.
- (A4) Cree una nueva matriz que contenga el tiempo y los datos promediados.
- (A5) La escala de altura es arbitraria y la superficie de la tabla no representa $h=0$. ¿Puede normalizar de nuevo la altura de los datos promediados?
- (A6) Trace el logaritmo de los datos promediados. En clase y en la práctica 2 se discutirá la importancia de tomar un logaritmo. Tenga en cuenta que $\log(0)$ no está definido; ¿Cómo trata ese caso?

Apartado B: Deducción de parámetros cinemáticos a partir de la trayectoria del objeto.

En el apartado A, se le proporcionaron las trayectorias de cuatro experimentos en los que se soltaba una pelota y en los que calculó la trayectoria media. Comenzando por estos resultados, complete el siguiente ejercicio. (Consejo: trate de utilizar un bucle FOR):

(B1) Cree la trayectoria de una partícula de prueba. Pide a MatLab que cree una matriz 2D en la que la primera columna sea el tiempo y la segunda la posición. La columna de tiempo debe ser lineal y la de posición sinusoidal. La matriz debe ser lo suficientemente larga para contener al menos 3 períodos.

(B2) Desarrolle un algoritmo para calcular la primera derivada.

(i) Calcule la velocidad de la trayectoria de prueba.

(ii) Calcule los datos de velocidad al soltar la pelota.

(B3) Desarrolle un algoritmo para calcular la segunda derivada.

(i) Calcule la aceleración de la trayectoria de prueba.

(ii) Calcule los datos de aceleración al soltar la pelota.

(B4) Cree dos gráficos. El primero debe contener diagramas de posición, velocidad y aceleración de la trayectoria de prueba; el segundo diagramas de posición, velocidad y aceleración de los datos al soltar la pelota.

Apartado C: producción de la trayectoria de un objeto a partir de la ecuación de movimiento.

Cuando se suelta una pelota bajo la influencia de la gravedad, la ecuación de movimiento es:

$$\ddot{z}(t) = -g \quad (1)$$

Integrando la ecuación de movimiento se obtiene lo siguiente::

$$\dot{z}(t) = -gt + v_0 \quad (2)$$

$$z(t) = -\frac{gt^2}{2} + v_0t + z_0 \quad (3)$$

(C1) Utilice los archivos m para definir funciones para calcular la velocidad y posición en función del tiempo, la velocidad inicial y la posición:

$$v(t, v_0)$$

$$z(t, z_0, v_0)$$

(C2) Utilizando las condiciones iniciales, $z_0 = 10\text{ m}$ y $v_0 = 0\text{ m/s}$,

Trace $z(t, z_0, v_0)$ para t desde 0 hasta 20 segundos en intervalos de 0.1 s.

(C3) Halle el primer tiempo de colisión t_1 cuando $z(t_1) = 0$? ¿Qué sucede en este tiempo y más allá?

Consejo: pruebe con la función fzero de MatLab. A partir del diagrama (B2) puede hallar la estimación inicial para t_1 .

(C4) Calcule $\dot{z}(t_1)$.

(C5) Utilice el coeficiente de restitución 0.8 y calcule la velocidad de rebote $\dot{z}_{rb}(t_1)$.

(C6) Utilice las nuevas condiciones iniciales, $z_0 = 0 \text{ m}$, $v_0 = \dot{z}_{rb}(t_1) \text{ m/s}$,

Trace $z(t - t_1, z_0, v_0)$ para t desde $t_1 + 0$ hasta $t_1 + 20$ segundos en intervalos de 0.1 s.

(C7) Halle el segundo tiempo de colisión t_2 cuando $z(t_2^-) = 0$.

(C8) Repita los pasos y calcule el siguiente ciclo.