

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 1 - Guia Práctica

Primer Semestre 2017

Lunes, 10 de abril del 2017

Horario 07M1

- Duración: 2 horas, 30 minutos.
- Está permitido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- **Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.)**

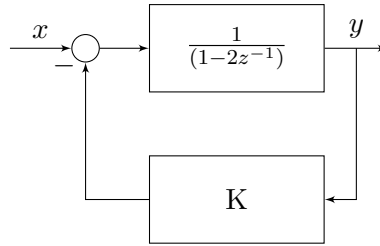
Toda la presente guía de laboratorio y aplicación estarán enfocadas al uso de los conceptos de procesamiento de señales que ya ha estudiado en distintos aspectos del diseño de un robot. Con ello se verá que, a pesar de que los sistemas LTI, la convolución, y la transformada Z son ideas básicas en el áreas, son también muy importantes y necesarios para entender nociones más complejas.

1. (*3 puntos*) En la empresa Aperture Science han diseñado un robot llamado GLaDOS, el cual esperan se pueda usar en aplicaciones para cortinas de baño, y han determinado que su movimiento viene dado por:

$$y[n] = x[n] + \frac{5}{2}y[n-1] - y[n-2] \quad (1)$$

donde $x[n]$ es la señal de control y $y[n]$ es la velocidad de movimiento del robot. Asumir que el sistema es causal.

- a. (1 punto) Implementar la función `diffeq1` la cual debe tomar una señal $x[n]$ de longitud N (definida en el intervalo $n = 0:N-1$) y generar la salida $y[n]$ basado en la ecuación (1). Se provee un archivo con las definiciones de entrada y salida, usted deberá complementar esta aplicación.
- b. (1 punto) Crear un nuevo archivo llamado `pregunta1.m` y usar la función que diseñó en la primera parte para hallar la salida a una función escalón definida en el intervalo $n = 0:99$ y graficar la señal de entrada y la salida usando `stem`. Aunque se tiene solo un número finito de muestras, comentar sobre si la entrada y salida son acotadas ¿Qué le hace pensar sobre la estabilidad del sistema?
- c. (1 punto) Calcular la transformada Z del sistema y los polos del sistema. Tomar en cuenta que el sistema es causal. Incluir la expresión final para la transformada Z en los comentarios. Ahora, ¿Qué puede asegurar sobre la estabilidad del sistema?



2. (4 puntos) Dado que la primera versión del robot diseñado en Aperture Science se autodestruyó se decidió cambiar el sistema de control de la segunda versión y además incluir realimentación con un parámetro $K > 0$ como se muestra en el siguiente diagrama de bloques: Asumir que el sistema es causal.
- (1.5 puntos) Hallar la transformada Z del nuevo sistema e implementar la ecuación de diferencias en la función `diffeq2` la cual debe tomar una señal $x[n]$ de longitud N y el parámetro de ganancia K y generar la salida $y[n]$ basado en el diagrama de bloques anterior.
 - (0.5 puntos) Crear un nuevo archivo llamado `pregunta2.m`, usar la función que diseñó en la primera parte con un valor $K = 4$ para hallar la salida a una función escalón definida en el intervalo $n = 0:99$ y graficar la señal de entrada y la salida usando `stem` ¿La señal de salida parece estar acotada?
 - (1 punto) Considerar $K = 4$ y usar la función `zplane` para hallar el diagrama de polos y ceros. Asumir que el sistema es estable y comentar sobre la BIBO estabilidad del sistema para esta elección del parámetro de realimentación. Incluir sus comentarios en el archivo `pregunta2.m`.
 - (1 punto) Basado en la transformada Z hallada en el punto a, determinar el intervalo de valores de K tal que el sistema sea BIBO estable. Incluir sus resultados en el archivo `pregunta2.m`.
3. (3 puntos) El jefe de diseño Doug Rattmann ahora quiere que el robot pueda reconocer el habla. Para una tarea sencilla de manera inicial se van a reconocer sonidos de vocales. El ejercicio consistirá en reconocer los sonidos de las cinco vocales del español. Para ello se seguirá el siguiente procedimiento sencillo:
- Se tendrán unas señales bases para las cinco vocales.
 - Cuando tengamos una nueva señal $x[n]$ por clasificar se va a calcular su **correlación cruzada** con las señales base (las vocales “a”, “e”, “i”, “o” y “u”), obteniendo así $R_{x,a}[n]$, $R_{x,e}[n]$, $R_{x,i}[n]$, $R_{x,o}[n]$ y $R_{x,u}[n]$.
 - Se hallará la energía (definida por $E_s = \sum_n |s[n]|^2$) de las señales de correlación cruzada halladas en el punto anterior, obteniendo como resultado $E_{x,a}$, $E_{x,e}$, $E_{x,i}$, $E_{x,o}$ y $E_{x,u}$.
 - Se clasificará la señal $x[n]$ como de la vocal con mayor energía. Por ejemplo, si $E_{x,e}$ es el mayor valor entonces se dirá que la señal $x[n]$ es la vocal “e”.
- (2 puntos) Cargar las señales contenidas en `senales_base.mat` y se tendrá una matriz `senales_base` con 3 columnas, siendo cada una de las columnas una de las vocales base. Completar la función `calcular_correlaciones.m`. Esta función debe tomar como entrada la matriz de señales base y la señal $x[n]$ a ser clasificada y devolver una matriz de 3 columnas donde cada columna es la correlacion cruzada de $x[n]$ con cada una de las

señales base (en el mismo orden en que están en la matriz `senales_base`). Tomar en cuenta que el tamaño de la correlación cruzada es mayor al de las señales de entrada. La correlación deberá ser implementada usando la función `conv`.

- b. (1 punto) Completar el código de la función `calcular_energias.m` que debe regresar la energía de cada columna de una matriz. Para probar sus códigos, el archivo `pregunta3.m` tiene ya un código que carga unas señales de prueba y las clasifica usando las funciones que usted implementó. Si se ha programado todo correctamente, el porcentaje de clasificación deberá ser 100%.