IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 1 - Guia Práctica
Primer Semestre 2018

Martes, 3 de abril del 2018

Horario 08M2

- 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 linea, etc.)**

1. *(3 puntos)* La empresa TuckerInc está implementando el control de velocidad de su nuevo perro robot juguete llamado *AlexanderBot*. Para el control de velocidad se considera un modelo discreto, donde la velocidad en el n-ésimo segundo se representa por $v[n]$. Por un control diferencial, $v[n]$ es igual a 5 veces la diferencia de los dos últimos valores de velocidad sumado a 0.3 veces la entrada actual de voltaje $u[n]$. Sabiendo que el sistema es causal:

   a. *(0.5 puntos)* Hallar la ecuación en diferencias para el sistema donde la salida es $v[n]$ y la entrada es $u[n]$. Escribirla en los comentarios.

   b. *(1 punto)* Hallar analíticamente la función de transferencia del sistema e incluirla en los comentarios. Además, hallar $h[n]$ por el método de fracciones parciales e incluir también esta expresión en los comentarios. Para hallar la factorización del denominador se sugiere usar la función `roots`. [1]

   c. *(0.5 puntos)* Usar `zplane` para dibujar el diagrama de polos y ceros del sistema. Usar la función `[z,p] = tf2zpk(b,a)`, la cual devuelve el valor de los ceros y polos de un sistema caracterizado por la serie de coeficientes `b` y `a`. Asumir temporalmente que no se conoce la causalidad del sistema e indicar las propiedades del sistema para todas las posibles regiones de convergencia: (i) FIR o IIR, (ii) BIBO estable o no, (iii) causal, bilateral o anticausal.

   d. *(1 punto)* A partir de la expresión por fracciones parciales obtenida en la pregunta 1b, construir el sistema a partir de dos sistemas recursivos de primer orden en paralelo usando la función `filter`. Usar esta misma función para construir el sistema original de segundo orden. Hallar la respuesta de ambas implementaciones ante $\delta[n]$ para $n \in \{0, \dots, 9\}$, con ambos sistemas inicialmente en reposo ¿Son los sistemas equivalentes (dentro de los límites de posibles errores numéricos)? Repetir el experimento pero con condiciones iniciales puestas todas en 1 para ambas estructuras [2] ¿Son los sistemas equivalentes (dentro de los límites de posibles errores numéricos)? Incluir sus respuestas como comentarios.

[1] Por ejemplo, si se quiere factorizar la expresión $1 - 5z^{-1} + 6z^{-2}$, se ejecuta `roots([1 -5 6])` y MATLAB da como respuesta 3 y 2, los cuales corresponden a los coeficientes de la factorización $(1 - 3z^{-1})((1 - 2z^{-1}))$.

[2] `filter` permite esto especificando su cuarto parámetro de ingreso

2. *(3.5 puntos)* Se tiene un sistema T_G cuya función de transferencia tiene la siguiente forma:

$$G(z) = K\frac{1 - az^{-1}}{1 - bz^{-1}}.$$

Sin embargo, se desconocen los valores de a, b y K. Solo se tiene acceso a la función `sistema_preg2.p` que devuelve $G(z)$ evaluada en un z_0 específico al ejecutar `sistema_preg2(`z_0`)`.

a. *(0.5 puntos)* Con un bucle `for` evaluar la función proporcionada en valores reales de z en el intervalo de 0.9 a 2 con pasos de 0.1. Identificar el cero del sistema.

b. *(0.5 puntos)* Con un bucle `for` evaluar la función proporcionada en valores reales de z en el intervalo de -1 a 1 con pasos de 0.1. Identificar el polo del sistema.

c. *(0.5 puntos)* Evaluar $G(z)$ en algún punto que crea conveniente y con el valor que devuelve `sistema_preg2.p` calcular el valor de K.

d. *(1 punto)* Dar la expresión final de $G(z)$ y usar `impz` para hallar y graficar la respuesta al impulso, sabiendo que el sistema es causal ¿Se trata de un sistema FIR o IIR? ¿Es BIBO estable? Incluir las respuestas como comentarios.

e. *(1 punto)* Considerar la siguiente señal en tiempo continuo:

$$x_c(t) = e^{j2\pi\sqrt{8}t} + e^{j8\pi t}$$

Definir la señal en tiempo discreto $x[n]$, obtenida de tomar muestras de la parte imaginaria de $x(t)$ en el intervalo $t \in [0, 3]$ con un periodo de muestreo $T_s = 0.1s$. Responder en los comentarios ¿Es $x(t)$ periódica? ¿Es $x[n]$ periódica? Además, hallar $T_G\{x[n]\}$, usando un bucle `for` y suponiendo un sistema en reposo. Graficar y rotular tanto la entrada como la salida del sistema en una misma ventana.

3. *(3.5 puntos)* Se proveen dos sistemas causales en las funciones `preg3_sist1.p` y `preg3_sist2.p` a cuyas funciones de transferencia no se tiene acceso. [3] Se sabe que uno de los sistemas es invariante en el tiempo pero el otro no. Se pide:

a. *(0.5 puntos)* Crear las secuencias $\delta[n]$ y $\delta[n-1]$, para $n \in \{0, \ldots, 9\}$[4]. A partir de ello, obtener $h_1[n] = T_1\{\delta[n]\}$ y $h_2[n] = T_2\{\delta[n]\}$. Luego, generar las versiones con retardo $h_1[n-1]$ y $h_2[n-1]$, así como las secuencias $T_1\{\delta[n-1]\}$ y $T_2\{\delta[n-1]\}$. En una misma ventana, graficar y rotular las cuatro secuencias. Por inspección, ¿qué sistema puede ser invariante en el tiempo? Justificar en comentarios.

b. *(0.5 puntos)* Para verificar si la propiedad de invariante ante desplazamientos se cumple para la entrada impulso unitario, calcular la distancia euclidiana[5] entre $T_i\{\delta[n-1]\}$ y $h_i[n-1]$, para $i \in \{1, 2\}$ ¿Cuál de los sistemas puede ser invariante en el tiempo? ¿Es el resultado coherente con lo observado en el inciso anterior? Justificar su respuesta.

c. *(0.5 puntos)* Asumiendo que el sistema invariante en el tiempo es FIR, incluir la expresión para $h[n]$ en comentarios ¿Qué función realiza este sistema?

d. *(1 punto)* En el archivo `senal_periodica.mat` se tiene la variable `senal_periodica` la cual tiene un periodo N desconocido. Determinar la autocorrelación de la secuencia a partir de `xcorr()`, graficar y tabular el resultado a partir de `plot`. De la gráfica, es posible estimar el periodo de la señal? En caso sea cierto, incluir su valor en comentarios. Caso contrario, indicar por qué no es posible.

[3] Para evaluar la salida de a una entrada causal `x` se puede ejecutar `preg3_sist1(x)` o `preg3_sist2(x)`, respectivamente, donde el vector `x` corresponde a la secuencia de entrada.

[4] Para desplazar un vector columna `v` M muestras a la derecha puede usar `[zeros(M,1); v(1:end-M)]`

[5] Puede usar la función `norm(v,2)`, la cual halla la norma Euclideana de un vector `v`.

e. *(1 punto)* Determinar la expresión recursiva del sistema FIR del inciso 3c e incluirla en comentarios. Luego, determinar la respuesta del sistema ante la secuencia periódica de forma recursiva usando `filter()` y de forma no recursiva usando `filter()`. Graficar y tabular ambas en una misma ventana y verificar que son iguales. Graficar en una misma ventana la salida de ambos filtros. Comentar al respecto e indicar las ventajas de la implementación recursiva.