Laboratorio: Representación de señales y convolución

Objetivos

El objetivo de este laboratorio es familiarizarnos con la representación de señales en Octave, estudiar las propiedades de periodicidad de señales continuas y discretas, y familiarizarnos con la suma de convolución. Antes de acudir al laboratorio deberás haber instalado Octave en tu ordenador. No está permitido el uso de estructuras de control (*if, for*, etc.).

Tarea 1: representación de señales discretas

Para representar señales discretas en Octave debemos definir un vector (habitualmente llamado ) con los valores de la variable independiente espaciados una unidad y otro vector (habitualmente llamado ) con los valores de la variable dependiente. Para dibujar la señal discreta se usa *stem*. Por ejemplo:

n = [-3:3];

x = e.^n;

stem(n,x);

En Octave los operadores producto, división y exponenciación hacen operaciones a nivel de matriz. Si queremos que la operación sea elemento a elemento debemos usar .

Use Octave para representar la siguiente señal discreta en el intervalo :

Entrega:

Entrega la solución en un fichero tarea1.m y la gráfica resultante en tarea1.png.

Tarea 2: representación de señales continuas y complejas

Una señal continua se representa en Octave mediante vectores que contengan valores muestreados de la señal en intervalos cortos. Para ello, habitualmente se define primero el intervalo de muestreo *ts (inct)*, habitualmente menor que la unidad, y después sus variables dependientes e independientes.

Para dibujar la señal continua se usa el comando *plot*. Por ejemplo:

inct = 0.1;

t = [-2:inct:3];

x = 0.5 \* (sign(t) + 1);

plot(t,x);

En ocasiones el rango de la coordenada horizontal (abscisas) y vertical (coordenadas) no coincide con el que deseamos representar. En este caso podemos usar el comando *axis* para modificar estos rangos. Por ejemplo, para que el eje de abscisas sea [-2..3] y el de coordenadas [-1..1] hacemos:

axis([-2 3 -1 1])

También podemos etiquetar la gráfica función usando title, xlabel e ylabel. Por ejemplo:

title('x = escalon(t)');

xlabel('t (seg)');

ylabel('x(t)');

En Octave las muestras del eje de coordenadas (vertical) pueden ser números complejos, en cuyo caso las operaciones *stem* y *plot* por defecto muestran la parte real. Los comandos real, imag, abs y angle permiten calcular la parte real, imaginaria, módulo y argumento de la función compleja discreta o continua que estemos representando.

Otro aspecto importante que se empleará en esta tarea es la representación de varias funciones en una misma gráfica. Una vez que dibujamos una primera señal en una gráfica, para que al dibujar la segunda no se borre la primera debemos de usar el comando hold on. Además, el comando legend permite etiquetar cada una de las señales dibujando una pequeña leyenda dentro de la gráfica. A continuación se presenta un ejemplo de cómo se usan los comandos hold on y legend representando una exponencial y una sinusoidal solapadas en la misma gráfica:

n = -4:4;

x1 = exp(2.0/16.0\*pi\*n);

x2 = sin(2.0/16.0\*pi\*n);

hold off;

stem(n,x1);

hold on;

stem(n,x2,'Color','red', 'MarkerEdgeColor', 'red'); % El primer parámetro de color es el color del segmento de la muestra y el segundo es el color del círculo de la muestra.

legend('exp(2\*pi\*n/16)', 'sin(2\*pi\*n/16)')

Dada la siguiente señal de tiempo continuo en el intervalo t=[-8..8]:

Usa *subplot* para dividir la figura en 1 fila x 2 columnas y dibujar:

* En la primera gráfica (1,1) la parte real e imaginaria de la señal solapadas.
* En la segunda gráfica (1,2) el valor absoluto y la fase de la señal solapados.

Para ello podemos usar las funciones Octave: real, imag, abs y angle.

Entrega

Entrega la solución en un fichero tarea2.m y la gráfica resultante en tarea2.png.

Tarea 3: representación de señales periódicas

En la tarea anterior hemos visto que se podía parametrizar el color de las señales representadas. Por ejemplo, para representar en rojo, haríamos:

t= [-2\*pi:0.1:2\*pi];

x = sin(pi\*t);

plot(t,x,'Color','red');

* Utiliza Octave para representar, en 1 columna y 2 filas con *subplot*, las siguientes señales en el rango de la variable independiente -10 a 10 con la señal discreta en color por defecto y la señal continua en rojo:
* En vista de los resultados obtenidos indica qué señales de las anteriores son periódicas o aperiódicas. En las periódicas indique su periodo fundamental.

Entrega

Entrega la solución en un fichero tarea3.m, la gráfica resultante en tarea3.png y las respuestas a las preguntas en Actividad1\_blanco.docx (no copiar el enunciado, solo poner las respuestas).

Tarea 4: convolución de señales

Dadas la siguiente señal y respuesta al impulso:

* Representa estas señales con *subplot* en usando dos filas y una columna.

Vamos a calcular la convolución . Para ello, observando que tiene valor solo un en un rango finito [0,4], podemos escribir la suma de convolución como suma de cinco términos:

Donde:

Representa lo que ocurre con el valor en la posición (que corresponde a un escalar) al pasarlo por un sistema con respuesta al impulso desplazada (que corresponde a un vector). Lógicamente también será un vector.

Para calcular deberás implementar una función en Octave que posteriormente llamarás en el programa principal. Dicha función se almacenará como un fichero.m. Para ello el fichero debe comenzar con la palabra reservada function y el nombre del fichero coincidir con el de la función. Por ejemplo, podemos crear un fichero real\_imag.m con este contenido:

function [Xr,Xi] = real\_imag(X)

Xr = real(X);

Xi = imag(X);

end

Las funciones en Octave pueden retornar más de un valor (en este ejemplo, dos valores) y debemos asignar un valor a cada valor retornado antes de que acabe la función. Posteriormente, para ejecutar la función, suponiendo que en X1 tengamos representada una señal, obtendríamos su parte real (X1r) e imaginaria (X1i) haciendo:

[X1r,X1i] = real\_imag(X1);

* Calcula *h[n-m]* implementando la siguiente función en Octave que posteriormente llamarás en el programa principal:

function [y] = desplaza(x,n)

y = [zeros(1,n) x(1:end-n)];

end

* Después calcula las sumas parciales ym[n] en los vectores y0, y1,... y4 y represéntalos con *subplot*. Por ejemplo, para calcular y2 haríamos:
* Calcula la convolución en el vector y, sumando los vectores anteriores que contienen las sumas parciales:
* Representa con *subplot* en 6 filas y una columna (o en 6 columnas y una fila, escogiendo la distribución que mejor se vea) la suma total y junto con las sumas parciales anteriores. Indica en Actividad1\_blanco.docx cuál es en general la posición de comienzo y duración de una convolución en función de la posición de inicio y duración de cada una de las señales convolucionadas. Si esta no es la posición de inicio o duración de justifica por qué es así.
* Calcula la convolución usando el comando conv de Octave y represéntela con stem. Deberías obtener el mismo valor que obtuviste en , en caso contrario revisa los apartados anteriores. Ten en cuenta que conv no define los índices de la variable independiente, luego es nuestra responsabilidad determinar los índices de los valores obtenidos.

Entrega

Entrega la solución en un fichero tarea4.m, la gráfica resultante en tarea4.png y las respuestas a las preguntas en Actividad1\_blanco.docx (no copiar el enunciado, solo poner las respuestas).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Representación de señales y convolución | Descripción | Puntuación máxima  (puntos) | Peso  % |
| Criterio 1 | Tarea 1: gráfica correcta | 1.25 | 25 % |
| Criterio 2 | Tarea 1: Código correcto | 1.25 |
| Criterio 3 | Tarea 2: gráfica correcta | 1.25 | 25 % |
| Criterio 4 | Tarea 2: Código correcto | 1.25 |
| Criterio 5 | Tarea 3: gráfica correcta | 0.75 | 25 % |
| Criterio 6 | Tarea 3: Código correcto | 0.75 |
| Criterio 7 | Tarea 3: Cálculo de los periodos de las señales: 0.5 puntos (0.5/4 cada uno). | 0.5 |
| Criterio 8 | Tarea 3: Pregunta de periodicidad: 0.5 puntos | 0.5 |
| Criterio 9 | Tarea 4: Gráfica correcta de representación de x[n] y h[n] | 0.25 | 25 % |
| Criterio 10 | Tarea 4: Código correcto de representación de x[n] y h[n] | 0.25 |
| Criterio 11 | Tarea 4: Gráfica correcta de representación de sumas parciales. | 0.5 |
| Criterio 12 | Tarea 4: Código correcto de representación de sumas parciales. | 0.5 |
| Criterio 13 | Tarea 4: Gráfica correcta de representación de y[n] con el comando conv | 0.25 |
| Criterio 14 | Tarea 4: Código correcto de representación de y[n] con el comando conv. | 0.25 |
| Criterio 15 | Tarea 4: Pregunta de posición de comienzo de la convolución | 0.25 |
| Criterio 16 | Tarea 4: Pregunta de duración de la convolución | 0.25 |
|  |  | **10** | **100 %** |