



Práctica 4 de Señales y Sistemas

Señales y sistemas discretos en el dominio de la frecuencia

Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos

Profesores:

Alejandro Díaz, Jorge Larrey y Antonio Lozano

Prólogo

En esta práctica se aborda el estudio de la transformada de Fourier a partir de secuencias que incorpora Matlab. Además, se compara el coste computacional del algoritmo DFT con el de la versión eficiente FFT. Finalmente se realizará una comparación entre la convolución lineal y la circular.

Funciones útiles para la realización de la práctica

clock, factor, conv, etime, inline, imread, linspace, load, ifft, fftn, fftshift, fft, rand, sound, subplot, tic, toc, wavrecord

1. Transformada de Fourier de secuencias

Cuestiones

Realice un script en Matlab para representar una secuencia x y su transformada de Fourier X . Las secuencias están muestreadas a una frecuencia f_s . Para ello siga los siguientes pasos:

- Inicialice `ft = inline('fftshift(fftn(x))');`
- Las secuencias de audio y su frecuencia de muestreo son accesibles desde Matlab. Para ello tiene que cargar los ficheros indicados más adelante mediante la instrucción **load**.
- Realice la representación gráfica de la secuencia empleando el eje de tiempo discreto. Etiquete adecuadamente cada uno de los ejes indicando claramente su contenido y en caso de que sea necesario las unidades.
- Empleando la instrucción **subplot** represente la transformada de Fourier de la señal en dominio continuo y la transformada de Fourier de la secuencia. De nuevo incluya el etiquetado de los ejes.



- Reproduzca empleando la instrucción **sound** a la frecuencia de muestreo indicada la secuencia de audio

Se muestran las secuencias a continuación que se han de estudiar empleando el código programado. Se estudiará la representación en tiempo y frecuencia. De manera cualitativa establezca relaciones entre las frecuencias que escucha y las que se pueden observar en la transformada de Fourier representada:

• **Secuencia ‘splat’ muestreada a 8 KHz**

```
load splat.mat
```

• **Secuencia ‘laughter’ muestreada a 8 KHz**

```
load laughter.mat
```

• **Secuencia ‘handel’ muestreada a 8 KHz**

```
load handel.mat
```

2. Comparativa del coste computacional DFT vs FFT

Cuestiones

Implemente dos funciones en Matlab:

- La primera debe emplear la implementación directa con Matlab y su entrada será la secuencia a transformar. La función proporcionará la transformada. Llame a la función `mdft.m`
- La segunda debe implementar la versión eficiente basada en el algoritmo de diezmado en tiempo. El nombre de la función será `ffdt.m`.

Redacte un script en Matlab que obtenga una secuencia real x de longitud N con muestras aleatorias empleando el comando `rand`.

Empleando los comandos `tic` y `toc` establezca el tiempo empleado en calcular su DFT utilizando la función de Matlab `mdft.m` y mediante la versión eficaz del mismo denominada `ffdt.m`.

Empleando los siguientes valores para $N=2^{10}, 2^{11}, 2^{12}, 2^{13}, 2^{14}, 2^{15}, 2^{16}$ y 2^{17} represente en una misma gráfica los tiempos de cálculo empleados por las dos implementaciones de la DFT respecto al valor de N . Etiquete correctamente ambos ejes e incluya la correspondiente leyenda para diferenciar ambas curvas.

3. Comparativa de convolución lineal vs convolución circular

Cuestiones

Implemente el código necesario para generar y representar la convolución lineal de:



- Una secuencia de números aleatorios de 64 muestras definida en $n=0..63$.
- Un filtro FIR causal que realice el promedio deslizando de 8 muestras.

Utilice la función `convcirc(x1,x2,N)` para realizar la convolución circular de N puntos de la secuencia y la respuesta al impulso del filtro. Considere el mínimo N posible y represente gráficamente el resultado, etiquetando correctamente el eje temporal, $n=0..N-1$.

Defina la convolución circular de la siguiente manera

```
convcirc = inline('real(ifft(fft(x1,N).*fft(x2,N),N))','x1','x2','N');
```

- Especifique si proporcionan el mismo resultado la convolución lineal y la convolución circular. Indique las muestras que difieren.
- Incremente el tamaño N de la convolución circular. Indique el valor de N para el que se obtiene un mismo resultado para ambas convoluciones.