

## Práctica 3

### Filtrado de imágenes en el dominio espectral

### Curso 2018 – 2019

---

El objetivo de esta práctica es familiarizar al alumno con las herramientas básicas de procesamiento de imágenes en el dominio frecuencial utilizando MATLAB.

Utilice la ayuda de MATLAB (`help+` comando) para conocer el funcionamiento de los comandos utilizados en este guión. Tenga en cuenta que a lo largo de la práctica puede utilizar las instrucciones `clear all` y `close all` para evitar posibles interferencias con otras variables o ventanas.

En esta práctica trabajaremos con las siguientes imágenes binarias:

- La imagen 'triangulo.bmp'.
- La imagen 'triangulodesp.bmp', que es una modificación de la anterior donde la posición espacial del triángulo dentro de la imagen es diferente.
- La imagen 'triangulozoom.bmp', versión escalada de 'triangulo.png'.
- La imagen 'triangulogirado.bmp', versión girada de 'triangulo.png'.

#### ***I. Representación de la imagen en el dominio transformado***

MATLAB ofrece la función `fft2` para llevar a cabo la FFT (Transformada Rápida de Fourier, o *Fast Fourier Transform*) bidimensional. Lea la imagen 'triangulo.bmp', almacénela en la variable `X` y realice la FFT utilizando las siguientes instrucciones:

```
X_FFT = fftshift(fft2(double(X),256,256));  
FFT_modulo=abs(X_FFT);  
FFT_fase= angle(X_FFT);
```

Explique qué hace cada una de las instrucciones anteriores. Indique la secuencia de instrucciones para representar el módulo y la fase de la FFT de `X` (haga uso del comando `mesh` y del comando `imshow/imtool` considerando la opción de ajuste automático del rango dinámico utilizada en la Práctica 1 de la asignatura). Observe y comente las representaciones obtenidas.

Utilice la FFT para obtener el valor asociado a la componente continua. Indique su valor y detalle cómo lo ha obtenido. Obtenga también el valor medio de la imagen realizando las operaciones que considere oportunas en el dominio espacial, anotando la secuencia de comandos utilizada. ¿Coinciden los dos valores? ¿Por qué? Puede resultar de utilidad leer la ayuda de MATLAB sobre el comando `fftshift`.

Justifique qué transformación debería aplicar a la variable `FFT_modulo` para visualizar mejor su contenido. Aplique la transformación y justifique en qué direcciones se encuentra la mayor parte de la energía. Anote la secuencia de instrucciones utilizada y la representación obtenida.

## II. *Propiedades de la Transformada de Fourier*

En este apartado comprobaremos tres de las propiedades del módulo de la FFT: traslación, escalado y rotación. Anote las instrucciones necesarias para

- 1) Leer la imagen 'triangulodesp.bmp' en la variable X y representar módulo y fase de su FFT
- 2) Leer la imagen 'triangulozoom.bmp' en la variable X y representar módulo y fase de su FFT
- 3) Leer la imagen 'triangulogirado.bmp' en la variable X y representar módulo y fase de su FFT

Incluya también las representaciones obtenidas. A partir de su visualización y de la comparación con las representaciones asociadas a la FFT de 'triangulo.bmp', justifique qué transformaciones afectan al módulo y cuáles a la fase. Compare estos resultados con los resultados teóricos (se recomienda consultar alguna de las referencias bibliográficas indicadas en la guía docente).

## III. *Filtrado Paso Bajo en el dominio frecuencial*

En este apartado realizaremos el filtrado paso bajo de la imagen 'triangulo.bmp' utilizando dos tipos de filtros paso bajo (ideal y gaussiano). Teniendo en cuenta que  $D_0$  es un número no negativo y  $D(u,v)$  es la distancia del punto  $(u,v)$  al centro del filtro:

- la respuesta en frecuencia del filtro paso bajo ideal sigue la expresión

$$H(u,v) = \begin{cases} 1 & \text{if } D(u,v) \leq D_0 \\ 0 & \text{if } D(u,v) > D_0 \end{cases}$$

- la respuesta en frecuencia del filtro paso bajo gaussiano sigue la expresión

$$H(u,v) = e^{-D^2(u,v)/2D_0^2}$$

La función `lpfilter` proporcionada en esta práctica genera las anteriores respuestas en frecuencia. Haga uso de su ayuda para obtener:

- Las respuestas en frecuencia de un filtro paso bajo ideal del mismo tamaño que la imagen 'triangulo.bmp' y tres valores de  $D_0$ : 50, 30 y 10.
- Las respuestas en frecuencia de un filtro paso bajo gaussiano del mismo tamaño que la imagen 'triangulo.bmp' y tres valores de  $D_0$ : 50, 30 y 10.

Utilice el comando `mesh` para obtener una representación 3D de las respuestas en frecuencia obtenidas. Considerando el mismo valor de  $D_0$ , compare las **representaciones del módulo para cada tipo de filtro**, utilizando tanto el comando `mesh` como el comando `imshow`. Considere que el centro del espacio de representación coincide con la frecuencia espacial (0,0). Comente brevemente las similitudes y diferencias.

Realice el filtrado de la imagen 'triangulo.bmp' con los seis filtros anteriores utilizando las modificaciones que considere oportunas sobre el siguiente fragmento de código:

```
X = imread('triangulo.bmp');
```

```
F=fft2(double(X));  
  
H = lpfilter('ideal', 256, 256, 10);  
Filtrada_freq = H.*F;  
  
Filtrada_espacio=real(iff2(Filtrada_freq));  
figure, imshow(Filtrada_espacio, [])
```

Explique qué hace cada una de las instrucciones anteriores.

Incluya en su memoria las imágenes filtradas con los seis filtros y justifique similitudes y diferencias.

Observará que al utilizar el filtro paso bajo ideal aparece un efecto de “ondulado” que no aparece al utilizar el filtro gaussiano. Haga uso de la teoría sobre transformaciones al dominio frecuencial para justificar razonadamente ese efecto.

#### ***IV. Filtrado Paso Alto en el dominio frecuencial***

Justifique de manera teórica qué esperaría obtener al aplicar un filtro paso alto a la imagen 'triangulo.bmp'. Explique detalladamente cómo debería ser el módulo de la imagen resultante.

Haga uso de la función `lpfilter` del apartado anterior para diseñar en el dominio frecuencial un filtro paso alto ideal y otro filtro paso alto con transiciones suaves en la banda de paso. Considere  $D_0 = 100$  en ambos casos. Realice el filtrado de la imagen 'triangulo.bmp' con los dos filtros anteriores y almacene en las variables `FPA_ideal` y `FPA_gauss` las imágenes filtradas en el dominio espacial. Anote la secuencia de comandos utilizada para realizar los dos filtrados.

Utilice el comando `imshow` para representar las variables `FPA_ideal` y `FPA_gauss`. ¿Por qué no obtiene lo esperado al inicio de esta sección? Para responder a esta pregunta puede resultar de utilidad representar de manera tridimensional las variables `FPA_ideal` y `FPA_gauss` utilizando el comando `mesh`. Proponga un procedimiento para resolver ese problema e impleméntelo para los dos filtrados, almacenando el resultado en las variables `FPA_ideal2` y `FPA_gauss2`. Anote la secuencia de comandos utilizada.

Umbralice las dos imágenes anteriores para obtener una imagen binaria donde sólo aparezcan como primer plano los píxeles asociados a los cambios espaciales de intensidad. Para el caso de `FPA_ideal2` utilice la siguiente secuencia de comandos:

```
II=uint8(255*mat2gray(FPA_ideal2));  
Iumbr_FPAideal = im2bw(II,umbral);
```

donde debe elegir y justificar un valor adecuado para el parámetro `umbral`. Repita el procedimiento considerando `FPA_gauss2` y muestre las imágenes resultantes. ¿Qué tipo de filtro considera más adecuado, el ideal o el gaussiano?