

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 5 - Guía Práctica Segundo Semestre 2016

Horario: 07M2

Fecha: 22 de Noviembre del 2016

- Duración: 2 horas, 30 minutos.
- Está permitido el uso de apuntes de clase y la documentación de MATLAB en internet.
- La evaluación es **estrictamente** personal. Cualquier falta de probidad será sancionada con la nota desaprobativa de cero en la sesión de laboratorio.
- Está **terminantemente prohibido** copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.)
- Todas las gráficas deben estar bien rotuladas. Se considerará esto en la calificación.

1. Transformada discreta de Fourier bidimensional y filtrado en frecuencia (3 puntos)

Se tiene una imagen en el archivo “**dinosaur_mod.mat**”¹, se pide realizar las siguientes acciones:

- (a) Leer el archivo **dinosaur_mod.mat**, el cual contiene la imagen a procesar en formato double. A partir de ella, calcular y graficar su espectro magnitud en forma tridimensional $(u, v, |F(u, v)|)$ para un número de muestras en frecuencia de igual tamaño que la imagen original. Se recomienda para ello, utilizar **load**, **fft2**, **fftshift**, **meshgrid**, **mesh**, **unwrap**.
- (b) A partir del espectro de magnitud 3D, encontrar mediante una inspección visual o utilizando los comandos **max** y **find** la frecuencia con mayor magnitud, la cual contiene información de la imagen original. Trasladar la magnitud encontrada a su banda base ($u = 0, v = 0$), **para ello debe de realizar la traslación en el espacio de muestras mediante una multiplicación con una exponencial compleja** $f(x, y)e^{j2\pi(\frac{u_0x}{M})+(\frac{v_0y}{N})} \leftrightarrow \mathcal{F}(u - u_0, v - v_0)$. Describir tridimensionalmente el espectro magnitud de la imagen en banda base para un número de muestras en frecuencia de igual tamaño que la imagen original. Se recomienda para ello, utilizar **fft2**, **fftshift**, **meshgrid**, **mesh**, **unwrap**.
- (c) Generar un filtro gaussiano pasabajos, el cual permita recuperar el conjunto de frecuencias que conforman la información de banda base (el rango de la información de banda base no excede los 0.5π). Recordar que la frecuencia de corte del filtro guarda relación con la varianza y que 99,7% del volumen de del filtro se encuentra dentro de $\pm 3\sigma$ alrededor de la media μ . Por ello, su tamaño lateral debe ser impar y mayor 6σ . Se recomienda para la generación del filtro el comando **fspecial**
- (d) Realizar el filtrado en frecuencia y recortar la imagen filtrada (dominio de muestras) de manera adecuada. Graficar en una misma figura la imagen resultante en el espacio de muestras (se recomienda normalizar la imagen mediante **mat2gray** para una mejor visualización) y en el espectro de magnitud. Comandos recomendados **fft2**, **ifft2**.

¹El archivo **dinosaur_mod.mat** contiene una imagen en formato double (variable **Im**) y está almacenada en la carpeta /lab5/7m2/

2. Umbralización de imágenes (3 puntos)

- (a) Leer la imagen “**Test_image.jpg**”² y graficar su histograma, utilizar para ello el comando “**imhist**” el cual debe tener como parámetro de entrada una imagen en formato uint8. Argumentar ¿Qué algoritmos de umbralización alternativos a Otsu podrían ser aplicados sobre la imagen?
- (b) Implementar el método de umbralización Otsu para intensidades $k \in [0, 255]$. Utilizar como ayuda la siguiente descripción del algoritmo:

Algoritmo 1 : Método de Otsu

Dado Una imagen $f(x, y)$ de tipo double “**Test_image.jpg**”

1. Calcular su histograma normalizado p_k
2. Calcular la probabilidad de la Clase 1 $P1(k) = \sum_{i=0}^k p_i$
3. Calcular la suma acumulada de la Clase 1 $m(k) = \sum_{i=0}^k i \cdot p_i, \quad \forall k$
4. Calcular la intensidad promedio global $m_g = \sum_{i=0}^{255} i \cdot p_i$
5. Calcular $\sigma_B^2(k) = \frac{[m_g P1(k) - m(k)]^2}{P1(k)[1 - P1(k)]}$
6. Seleccionar $T = \arg \max_k \sigma_B^2(k)$

* Si hay más de un argumento k que maximiza $\sigma_B^2(k)$, elegir T como el promedio.

Se recomienda utilizar para la implementación los siguientes comandos **imhist**, **cumsum**.

- (c) Aplicar el método de Otsu implementado y graficar en una misma figura la imagen binaria umbralizada como una función por partes.

$$S1(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \leq T \\ 0, & \text{otros casos} \end{cases} \quad S2(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) > T \\ 0, & \text{otros casos} \end{cases}$$

Finalmente, validar gráficamente el resultado con **graythresh**, que es Otsu implementado en Matlab.

3. Detección de bordes (4 puntos)

Se realizará una evaluación comparativa entre los métodos de detección de bordes basados en derivadas de primer orden (Sobel y Roberts) y derivadas de segundo orden (Laplaciano de gaussiana), empleando para ello la imagen con ruido “**Building.jpg**”³.

- (a) Utilizando las **máscaras 1D** Sobel y convoluciones con filtros 1D (comando “**conv2**” ya que a pesar de que los filtros sean 1D la convolución se realiza sobre una imagen o arreglo 2D).

o Máscaras 1D de Sobel :

$$hs_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \quad hs_2 = [1 \quad 0 \quad -1], \quad \text{donde} \quad Hs_x = hs_1 \times hs_2$$
$$hs_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \quad hs_4 = [1 \quad 2 \quad 1], \quad \text{donde} \quad Hs_y = hs_3 \times hs_4$$

²El imagen **Test_image.jpg** se encuentra almacenada en la carpeta /lab5/7m2/

³El imagen **Building.jpg** se encuentra almacenada en la carpeta /lab5/7m2/

Calcular y graficar en una misma figura las derivadas parciales (∇I_x y ∇I_y) y la gradiente $\nabla I(x, y) = \sqrt{\nabla I_x^2 + \nabla I_y^2}$. Asimismo, graficar en otra figura los bordes reales al umbralizar las magnitud de la gradiente $\nabla I(x, y)$ para un valor umbral $T = 7.5\%$ y 15% del máximo valor absoluto de la gradiente.

- (b) Utilizando las máscaras de Roberts:

$$Hr_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad Hr_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Calcular y graficar en una misma figura las derivadas parciales y la gradiente. Asimismo, graficar en otra figura los bordes reales al umbralizar las magnitud de la gradiente $\nabla I(x, y)$ para un valor umbral $T = 7.5\%$ y 15% del máximo valor absoluto de la gradiente. Comentar y justificar ¿Cuál de los detectores (Roberts o Sobel) proporciona una mejor detección de bordes?

- (c) Generar un filtro Laplaciano de Gaussiano LoG a partir de 2 filtros gaussianos 1D (hg_1 y hg_2) con desviación estandar $\sigma = 1.5$ y tamaños $n_1 = 11$ y $n_2 = 13$ respectivamente, y un filtro laplaciano H_L de tamaño $n \times n = 3 \times 3$ y $\alpha = 0.3$. Se recomienda utilizar el comando **fspecial**.

$$LoG = H_L * (h_{g1} \times h_{g2})$$

- (d) Detectar los bordes a partir del método de Marr-Hildreth con el filtro Laplaciano de Gaussiano (LoG) generado anteriormente. Utilizar para la detección el comando **“edge”** con el parámetro **zerocross** y un umbral $T = 0$. Graficar el resultado obtenido y comentar lo que sucede con la detección de bordes.
- (e) Graficar para un umbral $T = 7.5\%$ y 12.5% del valor máximo de la imagen filtrada por el Laplaciano de Gaussiano. Comentar y justificar si el método de Marr-Hildreth proporciona una mejor detección de bordes con respecto a los anteriores métodos.