

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 05 - Guía Práctica

Primer Semestre 2017

Lunes, 12 de junio del 2017

Horario 07M1

- 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 línea, etc.)**

1. (*3 puntos*) Las imágenes panorámicas son muy utilizadas en la fotografía, cuya proporción filas vs. columnas es de 2 : 1 por lo general. Desafortunadamente, a pesar de contar con la opción, no todas las cámaras tienen esta característica. Ahora se cuenta con dos imágenes y se pide recrear este efecto.
 - a. Leer las imágenes a color '**izquierda.jpg**'¹ y '**derecha.jpg**'² y convertirlas a escala de grises usando **rgb2gray()**.
 - b. Primero, se debe atenuar las intensidades en las fronteras de ambas imágenes. Para ello, guardar las dimensiones del tamaño de la imagen en dos variables: M y N. Luego, usar la función **hanning()** para obtener una ventana de longitud M (número de filas de la imagen) y otra de longitud N (número de columnas de la imagen). A continuación, realizar un producto externo entre ambas ventanas 1D para generar una en 2D, la cual tendrá el mismo tamaño de ambas imágenes. Por último, multiplicar cada imagen por la ventana hanning 2D en el espacio de muestras y calcular la DFT-2D de ambos resultados con M y N muestras en frecuencia en cada eje respectivamente. Usar **fft2()**, **abs()**, **imagesc()**, **unwrap()** y **meshgrid()**.
 - c. Hallar el espectro de potencia $|F(u,v)|^2$ con la siguiente fórmula:

$$|F(u,v)|^2 = \frac{\mathcal{F}\{g_a(x,y)\}\mathcal{F}^*\{g_b(x,y)\}}{|\mathcal{F}\{g_a(x,y)\}\mathcal{F}\{g_b(x,y)\}|}, \quad (1)$$

donde $g_a(x,y)$ es la imagen enventanada de la izquierda y $g_b(x,y)$ es la imagen enventanada de la derecha.

- d. Calcular la transformada inversa de $|F(u,v)|^2$ con **ifft2()** y determinar la posición en donde la imagen resultante presenta una intensidad pico (X,Y). ¿Con qué finalidad se requiere hallar el pico del espectro de potencia para juntar ambas imágenes?

¹La imagen está almacenada en la carpeta 'laboratorio/lab05/07m1/Guia/'

²La imagen está almacenada en la carpeta 'laboratorio/lab05/07m1/Guia/'

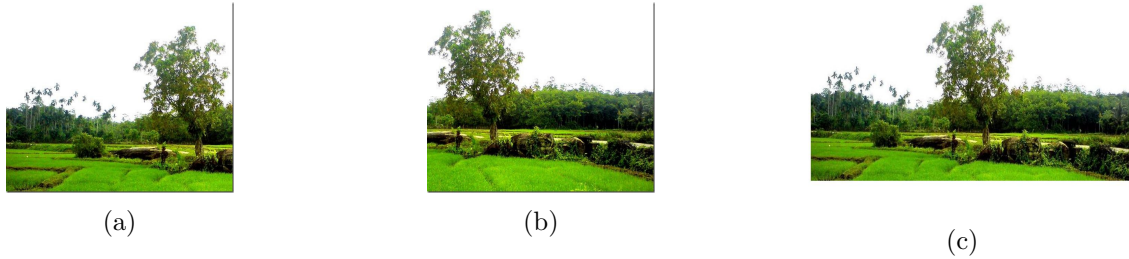


Figura 1: (a) Imagen de lado izquierdo. (b) Imagen de lado derecho. (c) Imagen resultado de unir las dos anteriores.

- e. Crear una matriz de ceros de dimensiones $(X + M) \times (Y + N) \times 3$. Ubicar las tres capas de la imagen izquierda en los primeros $M \times N$ elementos de las tres capas de la matriz. Luego, ubicar las tres capas de la imagen derecha de tal manera que el elemento en la posición $(0,0)$ esté ubicado en la posición (X,Y) de la matriz resultante. Finalmente, recortar la imagen de tal manera que las regiones vacías de la matriz sean descartadas. Usar **imcrop()** y determinar los límites de la nueva imagen usando el data cursor. El resultado final debe ser similar al mostrado en la Figura 3.
2. (4 puntos) En muchas ocasiones, las imágenes presentan imperfecciones cuando son adquiridas. Un caso típico es la aparición de patrones horizontales en la misma. Filtrar la imagen en el dominio del espacio por lo general no es la forma más adecuada de corregirla; sin embargo, el dominio de la frecuencia se muestra como una mejor opción. Leer la imagen en escala de grises **'ball.jpg'**³ con la función **imread()**, realizar un cast a double y realizar lo siguiente:
 - a. En primer lugar, generar un tamaño de padding adecuado para realizar filtrado usando la transformada de Fourier. Esta será del doble del tamaño de la imagen **'ball'**. Guardar las dimensiones del padding calculadas (M y N). Con las dimensiones halladas, calcular la Transformada discreta de Fourier 2D con el origen de coordenadas centrado en la imagen, usando la función **fft2()**. Mostrar el espectro de magnitud usando las rutinas **imagesc()**, **abs()**, **unwrap**, **fftshift()** y **meshgrid()**.
 - b. Describir gráficamente el espectro de magnitud en escala logarítmica (esto es, antes de graficar el espectro, usar **log()**). Usando un valor de umbral de 10.9, binarizar el espectro de magnitud. La región correspondiente al ruido corresponde a zonas alejadas del centro del espectro, y aparecen como puntos aislados de pequeña dimensión.
 - c. En la máscara binaria, hacer cero la región que contiene a la información de la imagen sin incluir el ruido. Calcular el negativo (complemento) de esta nueva máscara y multiplicarla por el espectro de magnitud. ¿Qué se busca con esta acción?
 - d. Por último, regresar al dominio espacial usando **ifft2()** e **ifftshift()** sobre el espectro de frecuencia. Dado que al inicio se realizó zero padding, recortar el resultado. Mostrar la imagen obtenida y comentar por qué aún se evidencian ciertas imperfecciones a los bordes de la imagen. Se espera obtener un resultado similar al mostrado en la Figura 2.
3. (3 puntos) Por medio de la transformada de Fourier 2D, se requiere obtener una representación de los bordes de una imagen.
 - a. Leer la imagen **'img.jpg'**⁴ y convertirla a escala de grises usando **rgb2gray()**.

³La imagen está almacenada en la carpeta **'laboratorio/lab05/07m1/Guia/'**

⁴La imagen está almacenada en la carpeta **'laboratorio/lab05/07m1/Guia/'**



Figura 2: (a) Imagen de entrada cuyo ruido sigue un patrón. (b) Imagen sin ruido filtrada en frecuencia.

- b. Normalizar la intensidad de la imagen en escala de grises. Añadir ruido gaussiano de $\mu = 0$ y $\sigma = [0,01, 0,05 \text{ y } 0,1]$ usando la función **imnoise()**. Para cada varianza de ruido indicado, aplicar un filtro gaussiano con la función **fspecial()** con un tamaño de filtro de 5. Graficar los resultados obtenidos. Medir la similitud entre la imagen 'img' y la imagen después de filtrar el ruido, para lo cual debe emplear el algoritmo '**ssim-index.m**'⁵. El SSIM (índice de similitud estructural) puede ser visto como la medición de calidad de una imagen tras ser comparada con otra que se considera de perfecta calidad. Para ello, pasar de intensidad normalizada a un rango de intensidades entre 0 y 255. ¿Cuál de los casos presenta una mejor reconstrucción?

Considerando solo el caso para $\sigma = 0,1$ y generar 3 filtros pasabajos gaussianos de tamaño 5×5 , 7×7 y 9×9 y varianza 3 respectivamente. Graficar los resultados. Comentar acerca de la performance de los filtros a medida que el nivel de ruido aumenta y dé una posible explicación de por qué a mayor varianza, la imagen se ve más distorsionada a pesar de eliminarse la mayoría de distorsiones presentes? Justificar claramente su respuesta.

- c. Escoger el caso en el cual la imagen tenía ruido con $\sigma = 0,01$ y remover el ruido con el filtro gaussiano (tamaño de filtro 5×5 y varianza 3). Calcular el espectro de magnitud y centrarlo, usando **fft2**, **fftshift** y **abs()**. Mostrarlo usando una escala logarítmica (**log()**).
- d. Sobre la DFT-2D de la imagen, usar una máscara cuadrada de tamaño 30, y remover cada una de las cuatro esquinas. Calcular el nuevo espectro de magnitud tal y como en el ítem anterior. ¿Qué se consigue al remover estas zonas? Para comprobar su hipótesis, regresar al dominio espacial usando **ifft2()**. Mostrar el resultado obtenido, que debe ser similar a la mostrada en la Figura 3.



Figura 3: Izquierda: Imagen filtrada. Derecha: Bordes de la imagen tras manipular el espectro de magnitud.

⁵Está almacenado en la carpeta 'laboratorio/lab05/07m1/Guia/'