

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 5 - Guia Práctica

Segundo Semestre 2017

Martes, 7 de noviembre del 2017

Horario 08M2

- 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 linea, etc.)**

1. (*4 puntos*) El registro de imágenes permite alinear imágenes para poder compararlas y analizarlas. Existen diversas técnicas para realizar esta operación y entre ellas se encuentra la transformada de Fourier. Utilizando las imágenes '**lena.bmp**' y '**lenacrt.bmp**'¹ realizar lo siguiente:

- a. Leer las imágenes '**lena.bmp**' y '**lenacrt.bmp**'. Calcular la transformada de fourier 2D de cada imagen considerando el mismo número de muestras en espacio para el número de muestras en frecuencia. Filtrar en frecuencia el espectro de magnitud de cada una de las imágenes con un filtro pasa altos $h(x, y)$ que tiene la siguiente respuesta en frecuencia:

$$H(u, v) = (1 - \cos(\pi u) \cdot \cos(\pi v))$$

Donde u, v son los vectores de frecuencia entre $[-0.5, 0.5]$ con pasos equivalentes a $\frac{1}{M}$ y $\frac{1}{N}$ respectivamente. M es el número de filas y N en número de columnas de la imagen original. Comparar los espectros de magnitud y fase de la imagen original y los de la imagen luego del filtrado. Funciones a utilizar: **fft2, fftshift, meshgrid, abs, cos**.

- b. Utilizar la función **transformImage.p** (utilizar la primera línea que aparece en el **help** para ejecutar la función)² para transformar los resultados del filtrado del ítem 1a a un espacio de logartímico polar. Calcular la transformada de Fourier 2D de la transformación para cada resultado del ítem 1a. Graficar el espectro magnitud y fase y comentar que efecto tiene esta transformación en la frecuencia. Funciones a utilizar: **fft2, transformImage, imagesc, fftshift**.
- c. Reconstruir una imagen J utilizando solo la diferencia de fase entre las imágenes luego del filtrado en el ítem 1a. Comentar sobre los efectos de la transformación logaritmica polar en el espacio de muestras. Funciones a utilizar: **ifft2, ifftshift, real, exp, angle**.

¹Las imágenes se encuentran en la carpeta de intranet `/laboratorio/lab05/08m2/guia/`

²La función se encuentra en la carpeta de intranet `/laboratorio/lab05/08m2/guia/`

- d. Utilizar la función **max** para calcular la máxima correlación de fase ϕ en el resultado del ítem anterior. Calcular el ángulo de rotación de la imagen utilizando la relación:

$$\theta = \frac{360}{\#colsJ} \cdot (\phi - 1)$$

Utilizar la función **imrotate** para rotar la imagen '**lenacrt.bmp**' en $-\theta$ y $-(\theta + 180)$ grados. ¿Se logró alinear las imágenes? Justificar su respuesta.

- e. Reconstruir las imágenes L, Z utilizando solo información en fase. L es la imagen formada por la diferencias de fases entre la imagen '**lena.bmp**' y la imagen rotada $-\theta$; mientras que, Z es la imagen formada por la diferencias de fases entre la imagen '**lena.bmp**' y la imagen rotada $-(\theta + 180)$. ¿Qué diferencias encuentra respecto a la imagen reconstruida en base a información de fase en el ítem 1c. ¿Con cuál de las imágenes se puede registrar mejor las imágenes de entrada (ítem 1a)?
2. (3 puntos) El método **Highboost Filtering** puede ser visto en el dominio espacial de la siguiente manera:

$$g(x, y) = f(x, y) + k \cdot (f(x, y) - h_{LP}(x, y) * f(x, y))$$

- a. Leer la imagen **peppers.png**³. Calcular su transformada de Fourier 2D utilizando el tamaño de la imagen como número de muestras en frecuencia (M, N) y mostrar en una gráfica su espectro de magnitud y fase.
- b. Utilizando la función **fspecial** definir un filtro pasa bajos gaussiano (h_{LP}) con $\mu = 0$ y $\sigma^2 = 1$. Calcular $g(x, y)$ utilizando la ecuación inicial (utilizar la función **conv2** con la opción '**same**'). Los valores de k serán $k = [2, 5, 7]$. El tamaño del kernel del filtro sera de 5×5 . ¿La imagen $g(x, y)$ presenta mejoras en los bordes al incrementar el valor de k ?
- c. Utilizar el kernel gaussiano definido en el ítem 2c para generar un filtro pasaaltos gaussiano. Filtrar la imagen original utilizando convolución (utilizar **conv2**). Comparar los espectros de magnitud y fase del resultado del filtro pasa altos y el resultado del filtro Highboost. ¿Qué observa en bajas frecuencias? ¿Qué observa en altas frecuencias? Justificar claramente sus resultados.
3. (3 puntos) El archivo **Image.mat**⁴ corresponde a una imagen que contiene señales sinusoidales a lo largo del eje axial y lateral. Esta imagen ha sido contaminada por ruido gaussiano aditivo de parámetros desconocidos. Realizar lo siguiente:
- a. Calcular la transformada de Fourier 2D de la imagen de entrada y graficar el espectro de magnitud. Para mejorar la visualización realizar una normalización del espectro de magnitud y luego aplicarle una transformación logarítmica $c \cdot \log(|FFT| + 1)$ con $c = 1$. Funciones a utilizar: **fft2**, **fftshift**, **abs**, **imagesc**
- b. Definir una máscara $G(u, v)$ que permita separar las componentes más representativas del espectro magnitud. En las posiciones donde se encuentran las componentes frecuenciales relevantes colocar un 1 mientras que en otro lado 0. Esto corresponde a una máscara con parches cuadrados donde se ubican las componentes principales de Fourier. Aplicar la máscara a la imagen y reconstruir la señal utilizando la información completa del espectro de Fourier. ¿Se observa, en la imagen, la interferencia de las señales sinusoidales?

³La imagen está almacenada en la carpeta de instalación de MATLAB. Utilizar solo **imread('peppers.png')**

⁴El archivo se encuentra en la carpeta de intranet /laboratorio/lab05/08m2/guia

- c. Definir dos filtros gaussianos pasa altos con desviaciones estándares $\sigma = 0.01$ y centrados en las posiciones donde se localizaron las frecuencias mas relevantes en el ítem 3b. Utilizar la respuesta en frecuencia de un filtro gaussiano pasa altos como se define a continuación:

$$G(u, v) = 1 - \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}{2\sigma^2}}$$

Calcular la imagen resultante de aplicar de aplicar los filtro gaussianos pasaaltos a la imagen original. Comparar el resultado con el ítem anterior y comentar el porqué de la diferencia de resultados. NOTA: Considerar la siguiente guía: $I(u, v) \cdot G(u, v)_1 \cdot G(u, v)_2$ donde $G(u, v)_{1,2}$ corresponden a los filtros gaussianos centrados en diferentes posiciones.