

# IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

## Laboratorio 4 - Ejercicios Propuestos

### Primer Semestre 2017

#### Pregunta 1: Transformaciones de intensidad

Como se ha aprendido en clase, uno de los tipos transformaciones de punto a punto más simples y útiles son las transformaciones de intensidad o de escala de grises. En este primer ejercicio investigamos de forma práctica el uso de las transformadas de intensidad en 3 imágenes en escala de grises.

- Leer las imágenes “**airplane.png**”, “**university.png**” y “**tire.png**”<sup>1</sup> con el comando **imread** y normalizar los valores de intensidad entre 0 y 1. Mostrar las imágenes normalizadas en una misma figura usando los comandos **imshow**, **subplot** .
- Calcular y graficar los histogramas de las imágenes con el fin de analizar en qué rango se encuentra la mayor concentración de intensidades, el cual será útil para preguntas posteriores. Se recomienda utilizar **imhist** para el cálculo del histograma.

**Nota:** El comando **imhist(I,N)** permite graficar el histograma de una imagen I a N bins (número de intensidades). Si I es de tipo “**double**” la imagen debe estar **normalizada entre 0 a 1** y si I es de tipo “**uint8**” las intensidades deben estar **entre 0 a 255**.

- Evaluar la primera transformación sobre la imagen “airplane” al convertirla a su imagen negativa utilizando el comando **imadjust** o el comando **imcomplement**. Graficar la imagen resultante.
- Según el histograma de la imagen “university”, calculado en la pregunta (b), los niveles de intensidad se encuentran localizados tan solo en la cuarta parte inferior, y por lo tanto se va a utilizar una transformación lineal por partes para extender el rango de [0, 0.25] al rango completo [0, 1] mediante el comando **imadjust**. Mostrar las imagen original y resultante en un sola gráfica.
- Calcular y graficar el histograma de la imagen original y de la imagen resultante utilizando el comando **imhist**. A partir de las gráficas de la pregunta (d) y (e) determinar ¿Qué diferencias se observa en las imágenes, como resultado de la transformación de nivel de intensidad?
- Aplicar la transformación gamma sobre la imagen “tire” para  $c = 1$  y diferentes valores de  $\gamma = \{0.5, 1, 2\}$ . Graficar las imágenes resultantes con sus respectivos histogramas y evaluar cómo el parámetro  $\gamma$  influye sobre la transformación.

**Transformada gamma ( $\gamma$ ):**  $g(x, y) = c \cdot f(x, y)^\gamma, \quad \gamma \in \mathbb{R}.$

---

<sup>1</sup>Las imágenes .png están almacenadas en la carpeta 'laboratorio/lab04'

## Pregunta 2: Procesamiento de histograma

Así como el espacio de colores RGB, existen otros espacios de colores que permiten resaltar otras características en las imágenes. Por ejemplo, el espacio Lab, donde L corresponde a la luminosidad y, a y b a las dimensiones de color. Dada la imagen RGB “**pathology.jpg**”<sup>2</sup>, se le pide lo siguiente:

- Leer la imagen con el comando **imread** y mostrar la imagen con **imshow**.
- Utilizar el comando **rgb2lab** y mostrar con **imagesc** los tres canales resultantes. Usar la herramienta **DataCursor** de la barra de herramientas de la figura generada y ver las intensidades en los canales L, a y b.
- Hallar los histogramas acumulados correspondientes a cada canal de color. Usar el comando **hist()** y considere la imagen de tipo double. Luego, aplicar el comando **cumsum** al histograma calculado previamente.

$$s_k = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(j), \quad (1)$$

donde  $p_x(j)$  es la probabilidad de ocurrencia de un pixel de intensidad j en la imagen ( ésta posee intensidades  $\in [0:L-1]$ ).

- Mostrar los histogramas de cada canal con la función **bar**.

**Nota:** El comando **[hist,x]=hist(argumento1,argumento2)**, donde *argumento1* son los valores de intensidades de un canal en un vector y *argumento2* es un número escalar que indica el número de intensidades.

## Pregunta 3: Transformaciones espaciales y de intensidad

Es común encontrar imágenes, ya sean fotográficas o ilustraciones, que por efectos de luminosidad sus características no se distinguen claramente en toda la imagen. Se da la imagen “**grain.jpg**”<sup>3</sup>, que presenta una iluminación no uniforme. se le pide lo siguiente:

- Leer la imagen con el comando **imread** y mostrar la imagen con **imshow**.
- Aplicar interpolación bilineal a la imagen para aumentar su resolución espacial un factor de 30, usando el comando **imresize**.
- Ahora se uniformizará la iluminación de la imagen. En primer lugar, se requiere obtener el brillo del fondo. Para ello, aplicar un filtro gaussiano a la imagen dada. Usar los comandos **fspecial** e **imfilter**.
- Corregir la imagen implementando las siguientes ecuaciones:

$$g(x, y) = \frac{f(x, y)}{b(x, y)} \cdot C, \quad (2)$$

$$C = \text{mean}(f(x, y)) \cdot \left( \text{mean} \frac{f(x, y)}{b(x, y)} \right)^{-1}, \quad (3)$$

donde  $f(x, y)$ : imagen original,  $b(x, y)$ : imagen del brillo del fondo y  $g(x, y)$ : imagen corregida. La expresión **mean** hace referencia al valor medio de arreglo (una matriz en el presente caso).

---

<sup>2</sup>La imagen .jpg está almacenada en la carpeta 'laboratorio/lab04'

<sup>3</sup>La imagen .jpg está almacenada en la carpeta 'laboratorio/lab04'

- e. Aplicar transformación gamma a la imagen para valores: 0.8, 1.1 y 1.2. Alguno de ellos mejora el contraste? Calcule el histograma correspondiente a cada valor para sustentar su respuesta.
- f. Realizar una mejora del contraste de la imagen, por medio de la ecualización del histograma. Luego, muestre los histogramas correspondientes a las imágenes antes y después del último paso.

#### Pregunta 4: Transformaciones espaciales

El filtrado espacial permite resaltar ciertas características en las imágenes a través del uso de máscaras definidas como matrices con propiedades particulares. A continuación se explorará algunos de las máscaras más comunes.

- a. Leer la imagen “**lighthouse.png**”<sup>4</sup> usando las funciones **imread** y **double**. Normalizar los valores de intensidad entre 0 y 1. Generar una máscara gaussiana de dimensiones  $9 \times 9$  y desviación estándar  $\sigma = 2$  usando la función **fspecial**. Utilizar la función **conv2(..., 'same')** para suavizar la imagen original (el atributo **same** devuelve una matriz con el mismo tamaño que la imagen original). Mostrar la imagen original  $f(x, y)$  y la imagen con suavizada  $f_{blur}(x, y)$  usando los comandos **imshow** y **subplot**.
- b. Sustraer la imagen suavizada de la imagen original y mostrar la diferencia con **imshow**. A partir de la diferencia, comentar que características de la imagen original se pierden con la máscara gaussiana.
- c. Utilizar la función **fspecial** con el atributo **sobel** para generar las máscaras

$$s_h(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}, s_v(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

que permitan extraer las gradientes horizontales y verticales, respectivamente. Utilizar  $s_h(x, y)$ ,  $s_v(x, y)$  y la función **conv2** para filtrar la imagen suavizada. Mostrar la imagen original y las dos imágenes  $s_h(x, y)$  y  $s_v(x, y)$ . que se obtienen usando las máscaras de gradientes  $s_h(x, y)$  y  $s_v(x, y)$ .

- d. Considerar  $k = 1$ , y generar las imágenes  $g_h(x, y)$  y  $g_v(x, y)$  como

$$g_h(x, y) = f_{blur}(x, y) + k \times s_h(x, y), \quad (4)$$

$$g_v(x, y) = f_{blur}(x, y) + k \times s_v(x, y), \quad (5)$$

donde  $f(x, y)$  es la imagen suavizada y  $s_h(x, y)$  y  $s_v(x, y)$  son las imágenes de gradientes generadas en el item anterior. Truncar los valores de  $g_h(x, y)$  y  $g_v(x, y)$  entre 0 y 1, es decir considerar 0 para valores menores que 0, y 1 para valores mayores que 1. Mostrar las imágenes  $f(x, y)$ ,  $f_{blur}(x, y)$ ,  $g_h(x, y)$ , y  $g_v(x, y)$ .

- e. El Laplaciano

$$l_p(x, y) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

---

<sup>4</sup>La imagen .jpg está almacenada en la carpeta 'laboratorio/lab04'

permite resaltar los bordes de una imagen. Calcular

$$r(x, y) = f_{blur}(x, y) - c \times (l_p(x, y) * f_{blur}(x, y)), \quad (6)$$

para valores de  $c = 0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2$  y  $1.5$  (utilizar **for**). Truncar los valores de  $r(x, y)$  entre 0 y 1. Evaluar la similitud entre  $r(x, y)$  y la imagen original  $f(x, y)$  mediante el cálculo del índice de similitud estructural SSIM (función **ssim**). El valor de SSIM  $\in [-1, 1]$ , siendo SSIM = 1 para imágenes iguales. Indicar los valores calculados de SSIM para cada valor de  $c$  y comentar los resultados. Mostrar las imágenes  $f(x, y)$ ,  $f_{blur}(x, y)$  y la imagen  $r(x, y)$  con el mayor valor de SSIM encontrado para los valores evaluados de  $c$ . Comentar acerca de cómo se puede elegir un valor adecuado para  $c$ .