PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

Examen 2
(Segundo semestre 2015)

Indicaciones generales:

- Duración: 3 horas.
- No está permitido el uso de **calculadoras programables** ni material adicional.
- Está permitido el uso de tablas de transformadas.
- Indicar claramente el procedimiento seguido en cada pregunta.
- La presentación, la ortografía y la gramática influirán en la calificación.
- **La evaluación es estrictamente personal**.

Puntaje total: 20 puntos

Cuestionario:

Pregunta 1 (4 puntos)

Dada la imagen $f \in R^{4\times 4}$ en representación vectorial row-major:

$$f_{RM}(i) = \{\underline{3} \quad 4 \quad 5 \quad 2 \quad 0 \quad 7 \quad 5 \quad 1 \quad 6 \quad 1 \quad 2 \quad 0 \quad 5 \quad 5 \quad 5 \quad 7\}$$

a) **Asumiendo resolución de intensidad de 3 bits**, aplicar el método de ecualización de histograma y mostrar la imagen resultante.
b) **Asumiendo resolución de intensidad de 3 bits**, aplicar una transformación logarítmica a $f(x,y)$ y mostrar la imagen resultante.
c) **Asumiendo resolución de intensidad infinita**, determinar $f(2.6;2.05)$ a partir del método de interpolación bilineal.
d) Determinar la matriz T para generar una rotación de $\frac{\pi}{6}$ en la imagen. Luego, calcular las nuevas ubicaciones de los pares $(2;1)$ y $(1;2)$.

Pregunta 2 (4 puntos)

Dada la imagen $f(x,y)$ y su correspondiente DFT 2D para $M = N = 6$ denotada como $F(u,v)$:

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} \underline{1} & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \\ 13 & 14 & 15 & 16 \end{pmatrix};$$

a) **A partir de la definición de DFT 2D**, determinar la señal $g_1(x,y)$ si se sabe que su DFT 2D para $M = N = 6$ es:

$$G_1(u,v) = e^{-j\frac{2\pi}{6}(4u+4v)} F(u,v).$$

b) **A partir de la definición de DFT 2D**, determinar la señal $g_2(x,y)$ si se sabe que su DFT 2D para $M = N = 6$ es:

$$G_2(u,v) = \mathrm{Im}\{F(u,v)\}.$$

<u>Pregunta 3</u> (4 puntos)

Dada la imagen $f(x,y)$:

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} \underline{2} & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 3 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 & 4 & 4 \\ 1 & 1 & 2 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix};$$

a) **Asumiendo resolución de intensidad infinita**, Determinar magnitud y fase de la gradiente para los siguientes pares a partir de máscaras **Prewitt** en dirección horizontal y vertical. Usar zero-padding en donde corresponda:

$$\{(0,0) \quad (1,1) \quad (1,4) \quad (2,1) \quad (4,4) \quad (5,5)\}$$

b) A continuación se muestra la magnitud de la gradiente a partir de máscaras **Sobel** en dirección horizontal y vertical:

$$|\nabla f(x,y)| = \begin{pmatrix} \underline{4} & 4 & 4 & 3 & 3 & 2 \\ 4 & 3 & 2 & 2 & 3 & 3 \\ 3 & 1 & 3 & 4 & 6 & 6 \\ 3 & 0 & 4 & 7 & 8 & 10 \\ 3 & 1 & 7 & 8 & 3 & 11 \\ 3 & 3 & 7 & 9 & 11 & 11 \end{pmatrix};$$

Asumiendo resolución de intensidad de 4 bits, aplicar el método de Rosin a la magnitud de la gradiente para definir un valor umbral óptimo T. Luego, ubicar las discontinuidades fuertes en la imagen según:

$$|\nabla f(x,y)|_{TH} = \begin{cases} 1; & |\nabla f(x,y)| \geq T \\ 0; & otros\ casos \end{cases}.$$

<u>Pregunta 4</u> (4 puntos)

Dado un sistema LTI con respuesta al impulso $h(x,y)$:

$$h(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & \sqrt{2} \\ 1 & \underline{0} & -1 \\ -\sqrt{2} & 1 & 0 \end{pmatrix};$$

a) Determinar la función de transferencia del sistema y su espectro de magnitud.

b) Evaluar $|H(u,v)|$ para $M = N = 8$ en los siguientes pares (u,v). Luego, determinar de qué tipo de filtro se trata y qué orientación de bordes resaltará:

$$\{(0,0)\quad(0,3)\quad(0,5)\quad(3,0)\quad(5,0)\quad(3,3)\quad(5,5)\quad(3,5)\quad(5,3)\}.$$

c) A partir de producto en frecuencia, determinar la respuesta del sistema $h(x,y)$ a la imagen $f(x,y)$. Mostrar claramente su procedimiento. Usar los mínimos valores de M,N que permitan un resultado equivalente al resultado por convolución:

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} \underline{1} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

<u>Pregunta 5</u> (4 puntos)

Dada la imagen binaria $f(x,y)$ y el elemento estructural $h(x,y)$:

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} \underline{0} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}; \qquad h(x,y) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & \underline{1} & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix};$$

a) Se sabe que $f(x,y)$ fue obtenida a partir de la operación morfológica $f = \overline{\alpha} \ominus h$. Hallar la imagen binaria $\alpha(x,y)$.

b) Asumiendo que $f(x,y)$ describe las discontinuidades de una imagen, determinar las líneas presentes a partir de la transformada de Hough para una resolución $k = 4$. Mostrar los acumuladores con valores diferentes a 0 y rechazar aquellas líneas cuyos acumuladores sean menores a 3. Luego, expresar las líneas en la forma $y = mx + b$.

Profesores del curso: Aldo Camargo y Renán Rojas.

San Miguel, 03 de diciembre del 2015.