

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

Examen 2
(Primer 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)

Sea $f(s,t)$ una señal bidimensional continua definida de la siguiente forma:

$$f(s,t) = 50 \cdot \cos(\Omega_s \cdot s + \Omega_t \cdot t) + 75; \quad \Omega_s = 400\pi \left(\frac{rad}{m} \right); \quad \Omega_t = 750\pi \left(\frac{rad}{m} \right).$$

a) Determinar su versión digital $f(x,y)$ para los siguientes parámetros:

$$f_x = 500 \left(\frac{muestras}{m} \right); \quad f_y = 800 \left(\frac{muestras}{m} \right); \quad r = 8 \text{ bits};$$

$$x \in [0;3]; \quad y \in [0;3].$$

Se genera aliasing? Justificar claramente su respuesta.

- b) Aplicar una transformación gamma ($\gamma = 0.75$) a $f(x,y)$.
- c) Determinar el bit plane 3 (0: LSB, 7: MSB) de $f(x,y)$. Luego, hallar una transformación intensity-level slicing que produzca el mismo resultado. Justificar claramente su respuesta.
- d) Hallar la intensidad $f(2.2,1.7)$ utilizando interpolación bilineal.

Pregunta 2 (4 puntos)

Dada la señal discreta $f(x,y)$ y la respuesta al impulso $h(x,y)$:

$$f(x, y) = \sin\left(\frac{2\pi}{4}x + \frac{6\pi}{4}y\right); \quad x \in [0; 3]; \quad y \in [0; 3];$$

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

- Demstrar la siguiente relación de la DFT 2D: $1 \leftrightarrow MN \cdot \delta(u, v)$
- Hallar la DFT 2D de $f(x, y)$ y $h(x, y)$ para $M = N = 4$.
- Hallar $\tilde{g}(x, y) = F^{-1}[F(u, v) \cdot H(u, v)]$. Asumir resolución de intensidad infinita.
- Hallar $g(x, y) = f(x, y) * h(x, y)$. Asumir resolución de intensidad infinita.
Comparar $\tilde{g}(x, y)$ vs. $g(x, y)$. Son iguales? Justificar claramente su respuesta.

Pregunta 3 (4 puntos)

Dada la siguiente imagen representada en tres bits por pixel:

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} 0 & 7 & 1 & 3 & 6 & 6 \\ 5 & 6 & 4 & 4 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 4 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 3 & 0 & 3 & 4 \\ 5 & 0 & 0 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 4 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix};$$

Aplicar el método de umbralización de Otsu. Mostrar claramente su procedimiento y la imagen resultante.

Pregunta 4 (4 puntos)

Dada la siguiente imagen representada en ocho bits por pixel:

$$f(x, y) = \begin{pmatrix} 43 & 4 & 39 & 89 & 111 & 150 & 4 & 89 \\ 132 & 188 & 62 & 214 & 40 & 135 & 138 & 126 \\ 11 & 6 & 119 & 69 & 197 & 211 & 123 & 38 \\ 165 & 61 & 188 & 10 & 173 & 97 & 174 & 12 \\ 111 & 59 & 42 & 143 & 214 & 156 & 200 & 42 \\ 211 & 121 & 78 & 123 & 98 & 255 & 84 & 101 \\ 55 & 55 & 71 & 76 & 243 & 190 & 34 & 87 \\ 9 & 25 & 158 & 74 & 122 & 142 & 48 & 79 \end{pmatrix}$$

Aplicar el método de Split and Merge con el siguiente predicado:

$$Q(R) = \begin{cases} 1; & \text{promedio}\{R\} \geq 125 \\ 0; & \text{otros casos} \end{cases}.$$

Mostrar el quad-tree correspondiente y la imagen resultante con las regiones correctamente ubicadas.

Pregunta 5 (4 puntos)

Dados los filtros $h_1(x, y)$, $h_2(x, y)$ y la imagen $f(x, y)$:

- a) Identificar cada uno de los filtros. Justificar claramente su respuesta.
- b) Analizar si $f(3,3)$ corresponde a un borde según el método Marr-Hildreth para un umbral de 25. Asumir resolución de intensidad infinita.

$$h_1(x, y) = \frac{1}{16} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}; \quad h_2(x, y) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix};$$

| (x,y) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0 | 191 | 149 | 106 | 64 | 85 | 149 | 149 |
| 1 | 255 | 149 | 149 | 0 | 106 | 149 | 149 |
| 2 | 149 | 149 | 149 | 149 | 85 | 170 | 234 |
| 3 | 149 | 191 | 106 | 149 | 106 | 149 | 191 |
| 4 | 106 | 149 | 106 | 106 | 149 | 85 | 85 |
| 5 | 170 | 234 | 170 | 149 | 85 | 106 | 106 |
| 6 | 149 | 255 | 234 | 170 | 191 | 149 | 170 |

Tabla 1: $f(x, y)$

Profesor del curso: Renán Rojas Gómez

San Miguel, 02 de julio del 2015.