

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

Examen 2

(Segundo semestre 2014)

Indicaciones generales:

- Duración: 3 horas.
- Está permitido el uso de **calculadoras no programables**
- Está permitido el uso de tablas de transformadas.
- Indicar claramente el procedimiento seguido en cada pregunta.
- **La evaluación es estrictamente personal.**

Puntaje total: 20 puntos

Cuestionario:

Pregunta 1 (4 puntos)

Dada la imagen representada en 4 bits f y el kernel h .

$$f = \begin{pmatrix} 15 & 10 & 9 & 6 & 3 & 8 & 5 \\ 2 & 5 & 13 & 0 & 1 & 4 & 7 \\ 5 & 4 & 1 & 2 & 3 & 0 & 2 \\ 9 & 3 & 15 & 1 & 12 & 2 & 9 \\ 4 & 3 & 1 & 5 & 3 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 5 & 3 & 15 & 13 & 12 \\ 15 & 3 & 2 & 0 & 1 & 9 & 10 \end{pmatrix}, \quad h = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

- a) Hallar $I \ominus h$, donde I es una imagen binaria definida de la siguiente forma:

$$I(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \leq 5 \\ 0, & \text{otros} \end{cases}.$$

- b) Hallar el **bit-plane** 3 de f (0: LSB, 3: MSB). Luego, determinar una transformación **intensity-level slicing** que produzca el mismo resultado. Justificar claramente su respuesta.

Pregunta 2 (4 puntos)

- a) Dada la máscara de Roberts: $h = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$,

Determinar la expresión matemática para $|H(u, v)|$ y esbozar su comportamiento para $u = 0$ y luego para $v = 0$. De qué tipo de filtro se trata? Justificar claramente su respuesta.

- b) Dada la imagen f , se requiere aplicar el método de image enhancement basado en el filtro laplaciano que **incluye derivadas diagonales**.

$$f = \begin{pmatrix} 245 & 222 & 204 & 67 \\ 1 & 22 & 110 & 37 \\ 198 & 102 & 232 & 35 \\ 208 & 66 & 46 & 222 \end{pmatrix},$$

Hallar una máscara de 3×3 que ejecute image enhancement para $c = 2$. Luego, hallar la imagen resultante. Usar zero-padding.

Pregunta 3 (4 puntos)

Dada la imagen f representada en cuatro bits,

$$f = \begin{pmatrix} 10 & 11 & 4 & 4 & 11 & 10 & 2 \\ 11 & 9 & 11 & 4 & 9 & 2 & 3 \\ 7 & 4 & 1 & 0 & 8 & 5 & 2 \\ 6 & 12 & 4 & 1 & 11 & 5 & 12 \\ 13 & 6 & 5 & 4 & 13 & 3 & 3 \\ 12 & 10 & 13 & 4 & 3 & 3 & 4 \\ 10 & 11 & 14 & 15 & 11 & 11 & 4 \end{pmatrix},$$

- a) Hallar el histograma de f . Según su distribución, qué tipo de histograma es? Justifique claramente su respuesta.
- b) Aplicar el método de umbralización automática coherente con la distribución del histograma y hallar la imagen resultante. Usar como argumentos de entrada $T_0 = 1$, $\tau = 1$.

Pregunta 4 (4 puntos)

Dadas las funciones de **magnitud** y **fase** de $\nabla f_s(x,y)$ descritas en la Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente.

- a) Hallar las funciones $f_{NH}(x,y)$, $f_{NL}(x,y)$ correspondientes al algoritmo de Canny.
 b) Hallar bordes a partir de umbralización por histéresis ($T_H = 19, T_L = 12$).

Nota: descartar cualquier discontinuidad ubicada en los bordes de la imagen.

(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	5	9	11	21	3	15	6	3	7
1	4	8	5	2	8	16	7	3	7
2	3	13	9	2	15	1	4	10	10
3	12	17	4	15	4	2	5	8	14
4	21	11	19	2	7	8	4	19	15
5	3	12	4	7	8	2	7	5	16
6	13	12	4	7	18	4	12	11	5
7	8	11	1	7	6	6	4	7	2
8	13	4	5	9	9	5	12	2	13

Tabla 1: $|\nabla f_s(x,y)|$.

(x,y)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.2	0.56	0	0.72	0.32	-1.85	1.89	-2.36	-1.11
1	1.57	1.82	1.77	2.68	-2.27	-2.27	1.11	1.57	-0.79
2	0.79	0.73	0.46	-1.57	-2.31	0.79	2.16	2.21	-2.21
3	0.96	0.44	-1.33	-2.21	0	-2.03	-2.94	1.82	-0.94
4	1.02	-2.48	-2.32	0.46	-2.36	-2.27	0.59	1.3	-2.12
5	-0.79	-2	2.9	-2.03	-0.69	2.03	2.55	1.19	-2.45
6	-2.41	-2.11	2.68	2.68	-2.43	-0.98	1.41	-2.23	0.38
7	-2.45	-2.36	0	-0.79	0.79	-2.6	2.36	0.46	-1.11
8	-2.57	2.9	2.21	-0.71	-2.52	-0.2	1.33	-1.11	-1.89

Tabla 2: $\angle \nabla f_s(x,y)$ [radianes].

Pregunta 5 (4 puntos)

La imagen binaria f_H contiene información acerca de la ubicación de discontinuidades en una región de interés. Dichos puntos son descritos con intensidad '1', mientras que el resto de la imagen es descrita con intensidad '0'.

$$f_H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Determinar las líneas presentes en la región de interés a partir de la transformada de Hough y **expresarlas en la forma $y = mx + b$** . Emplear una resolución $k = 6$ y rechazar aquellas líneas cuyos acumuladores sean menores a 2.

Información adicional:

- Morfología matemática

$$I \ominus h = \{p \mid p + q \in Q_I, \forall q \in Q_H\}$$

- Detector de bordes de Canny:

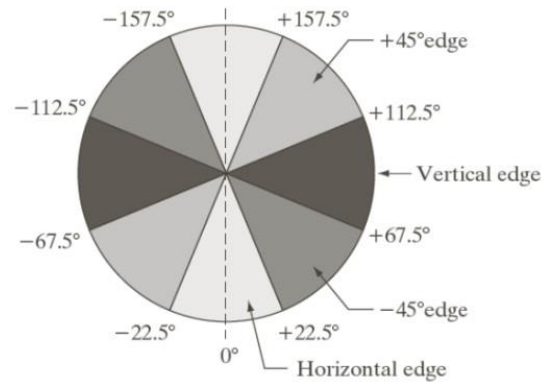


Figura 1: Detector de bordes de Canny: rangos de orientación de gradientes.

$$\begin{aligned} d(x_0, y_0) = d_1 &\rightarrow \text{vecinos: } (x_0 - 1, y_0); (x_0 + 1, y_0) \\ d(x_0, y_0) = d_2 &\rightarrow \text{vecinos: } (x_0 - 1, y_0 - 1); (x_0 + 1, y_0 + 1) \\ d(x_0, y_0) = d_3 &\rightarrow \text{vecinos: } (x_0, y_0 - 1); (x_0, y_0 + 1) \\ d(x_0, y_0) = d_4 &\rightarrow \text{vecinos: } (x_0 + 1, y_0 - 1); (x_0 - 1, y_0 + 1) \end{aligned}$$

$$f_N(x, y) = \begin{cases} |\nabla f_s(x, y)|, & |\nabla f_s(x, y)| > \text{magnitud de gradiente de vecinos} \\ 0, & \text{otros} \end{cases},$$

$$f_{NH}(x, y) = \begin{cases} 1, & f_N(x, y) \geq T_H \\ 0, & \text{otros} \end{cases},$$

$$f_{NL}(x, y) = \Lambda(x, y) - f_{NH}(x, y),$$

$$\Lambda(x, y) = \begin{cases} 1, & f_N(x, y) \geq T_L \\ 0, & \text{otros} \end{cases},$$

- Transformada de Hough para líneas:

$$x \cos(\theta) + y \sin(\theta) = \rho$$

$$\Delta\theta = \frac{\pi}{k}; \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

Profesor del curso: Renán Rojas G.

San Miguel, 11 de diciembre del 2014.