

CC5213-1 Recuperación de Información Multimedia

Prof. de Cátedra: Juan Manuel Barrios

Estudiante: Andrés Calderón Guardia



Mini-Control 1

September 16, 2023

Pregunta 1

a) Solución:

Manteniendo el borde con los valores que ya posee, si aplicamos este filtro resulta la siguiente imagen:

100	0	0	0	100	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	100	0	0	0	100
0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	100	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	100	0	0	0	100

b) Solución:

Para este caso al aplicar la convolución descartaremos el borde de la imagen original en el resultado:

300	-300	300	-300	300
-300	500	-300	400	-300
300	-300	300	-300	300
-300	400	-300	500	-300
300	-300	300	-300	300

c) Solución:

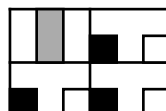
Aplicando el umbral t sobre el resultado anterior nos queda:

0	0	0	0	0
0	255	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	255	0
0	0	0	0	0

Pregunta 2

a) Solución:

Primero por como es la imagen utilizaremos tan solo 3 bins, pues solo hay 3 tonos en la escala de grises (negro, gris y blanco), resultando en el siguiente histograma de grises:



Aquí se presenta el histograma de grises en la división de 2x2 zonas, donde la de arriba a la izquierda se corresponde con la zona que también está arriba a la izquierda de tamaño 8x8 en la imagen, y así con

las otras 3 zonas. La frecuencia del gris en la primera zona es de 64 y 0 para los demás tonos, mientras que en el resto de zonas se cumple que la frecuencia del negro y blanco es de 32 mientras que la del gris es 0.

b) Solución:

Ahora para identificar los píxeles adecuadamente los enumeraremos de la siguiente manera:

(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)	(1,6)	(1,7)	(1,8)	(1,9)	(1,10)	(1,11)	(1,12)	(1,13)	(1,14)	(1,15)	(1,16)
(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(2,5)	(2,6)	(2,7)	(2,8)	(2,9)	(2,10)	(2,11)	(2,12)	(2,13)	(2,14)	(2,15)	(2,16)
(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(3,7)	(3,8)	(3,9)	(3,10)	(3,11)	(3,12)	(3,13)	(3,14)	(3,15)	(3,16)
(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)	(4,6)	(4,7)	(4,8)	(4,9)	(4,10)	(4,11)	(4,12)	(4,13)	(4,14)	(4,15)	(4,16)
(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)	(5,6)	(5,7)	(5,8)	(5,9)	(5,10)	(5,11)	(5,12)	(5,13)	(5,14)	(5,15)	(5,16)
(6,1)	(6,2)	(6,3)	(6,4)	(6,5)	(6,6)	(6,7)	(6,8)	(6,9)	(6,10)	(6,11)	(6,12)	(6,13)	(6,14)	(6,15)	(6,16)
(7,1)	(7,2)	(7,3)	(7,4)	(7,5)	(7,6)	(7,7)	(7,8)	(7,9)	(7,10)	(7,11)	(7,12)	(7,13)	(7,14)	(7,15)	(7,16)
(8,1)	(8,2)	(8,3)	(8,4)	(8,5)	(8,6)	(8,7)	(8,8)	(8,9)	(8,10)	(8,11)	(8,12)	(8,13)	(8,14)	(8,15)	(8,16)
(9,1)	(9,2)	(9,3)	(9,4)	(9,5)	(9,6)	(9,7)	(9,8)	(9,9)	(9,10)	(9,11)	(9,12)	(9,13)	(9,14)	(9,15)	(9,16)
(10,1)	(10,2)	(10,3)	(10,4)	(10,5)	(10,6)	(10,7)	(10,8)	(10,9)	(10,10)	(10,11)	(10,12)	(10,13)	(10,14)	(10,15)	(10,16)
(11,1)	(11,2)	(11,3)	(11,4)	(11,5)	(11,6)	(11,7)	(11,8)	(11,9)	(11,10)	(11,11)	(11,12)	(11,13)	(11,14)	(11,15)	(11,16)
(12,1)	(12,2)	(12,3)	(12,4)	(12,5)	(12,6)	(12,7)	(12,8)	(12,9)	(12,10)	(12,11)	(12,12)	(12,13)	(12,14)	(12,15)	(12,16)
(13,1)	(13,2)	(13,3)	(13,4)	(13,5)	(13,6)	(13,7)	(13,8)	(13,9)	(13,10)	(13,11)	(13,12)	(13,13)	(13,14)	(13,15)	(13,16)
(14,1)	(14,2)	(14,3)	(14,4)	(14,5)	(14,6)	(14,7)	(14,8)	(14,9)	(14,10)	(14,11)	(14,12)	(14,13)	(14,14)	(14,15)	(14,16)
(15,1)	(15,2)	(15,3)	(15,4)	(15,5)	(15,6)	(15,7)	(15,8)	(15,9)	(15,10)	(15,11)	(15,12)	(15,13)	(15,14)	(15,15)	(15,16)
(16,1)	(16,2)	(16,3)	(16,4)	(16,5)	(16,6)	(16,7)	(16,8)	(16,9)	(16,10)	(16,11)	(16,12)	(16,13)	(16,14)	(16,15)	(16,16)

Primero notemos que los píxeles que están tanto en la fila 16 como en la columna 16 diremos que no tendrán borde por simplicidad, pues por la fórmula que se nos da los bordes dependen de los píxeles que estén directamente abajo y a la derecha del que estamos revisando.

Ahora definiremos los valores para cada color, que en este caso el blanco correspondería al 255, el gris (usando un cuentagotas) valdría 150, y el negro vale 0, después necesitamos un umbral para considerar un píxel como uno de borde, el cual simplemente diremos que debe ser mayor a 0. Luego, dada la fórmula con la que calcularemos los gradientes tenemos que los píxeles grises entre (1,1) y (7,7) no poseen un borde, pues al calcular su gradiente obtendríamos 0 en ambas componentes, y un detalle es que si obtenemos 0 para el cálculo del gradiente en el eje x asumiremos un ángulo de $\frac{\pi}{2}$. Para el resto de casos se tiene que los gradientes son:

- Desde (1,8) hasta (7,8):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 150 = -150, \frac{\partial I}{\partial y} = 150 - 150 = 0 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{0}{-150}\right) = 0$$

- Desde (8,1) hasta (8,7) los píxeles con casillas negras debajo:

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 0 = 0, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 150 = -150 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{-150}{0}\right) = \frac{\pi}{2}$$

- Desde (8,2) hasta (8,6) los píxeles con casillas negras debajo:

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 0 = 0, \frac{\partial I}{\partial y} = 255 - 150 = 105 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{105}{0}\right) = \frac{\pi}{2}$$

- Píxel en (8,8):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 150 = -150, \frac{\partial I}{\partial y} = 255 - 150 = 105 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{105}{-150}\right) = \frac{7\pi}{36}$$

- Columnas negras que van desde las filas 1 a la 7 (de (1,9) a (7,9) y así las demás de la derecha):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 255 - 0 = 255, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 0 = 0 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{0}{255}\right) = 0$$

- Columnas blancas que van desde las filas 1 a la 7 (de (1,10) a (7,10) y así las demás de la derecha exceptuando la última):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 255 = -255, \frac{\partial I}{\partial y} = 255 - 255 = 0 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{0}{-255}\right) = 0$$

- Desde (8,9) hasta (8,15) los píxeles negros:

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 255 - 0 = 255, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 0 = 0 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{0}{255}\right) = 0$$

- Desde (8,10) hasta (8,14) los píxeles blancos:

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 255 = -255, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 255 = -255 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{-255}{-255}\right) = \frac{\pi}{4}$$

- Píxeles negros en el rectángulo con esquinas en (9,1) y (15,8):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 255 - 0 = 255, \frac{\partial I}{\partial y} = 255 - 0 = 255 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{255}{255}\right) = \frac{\pi}{4}$$

- Píxeles blancos en el rectángulo con esquinas en (9,1) y (15,8):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 255 = -255, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 255 = -255 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{-255}{-255}\right) = \frac{\pi}{4}$$

- Píxeles negros en el rectángulo con esquinas en (9,9) y (15,15):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 0 - 0 = 0, \frac{\partial I}{\partial y} = 255 - 0 = 255 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{255}{0}\right) = \frac{\pi}{2}$$

- Píxeles blancos en el rectángulo con esquinas en (10,9) y (14,15):

$$\left(\frac{\partial I}{\partial x} = 255 - 255 = 0, \frac{\partial I}{\partial y} = 0 - 255 = -255 \right) \Rightarrow \|\vec{\nabla} I\| > 0 \Rightarrow \theta(i, j) = \arctan\left(\frac{-255}{0}\right) = \frac{\pi}{2}$$

Finalmente con esto tenemos los siguientes bins para cada zona con sus respectivas frecuencias:

- Zona superior izquierda:

- 0: 7
- $\frac{\pi}{2}$: 7
- $\frac{7\pi}{36}$: 1

- Zona superior derecha:

- 0: 53
- $\frac{\pi}{4}$: 3

- Zona inferior izquierda:

- | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------|-----------------|---|------------------|-----------------|-----------------|
| 0 | $\frac{7\pi}{2}$ | $\frac{\pi}{4}$ | $\frac{\pi}{2}$ | 0 | $\frac{7\pi}{2}$ | $\frac{\pi}{4}$ | $\frac{\pi}{2}$ |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
5	5	5	5	2	2	2	2
5	5	5	5	2	2	2	2
5	5	5	5	2	2	2	2
5	5	5	5	2	2	2	2

Cada cuadrante tiene un solo bin con frecuencia igual a 16, pues en estas zonas todos los resultados son los mismos.

Pregunta 3

a) Solución:

Primero escribamos los descriptores "Signature" de cada imagen:

$$X_1 = \{(0.8, 0.2), (S_1, S_2)\}$$

$$S_1 = \begin{pmatrix} 250 \\ 200 \\ 0 \end{pmatrix} \quad S_2 = \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \\ 150 \end{pmatrix}$$

$$X_2 = \{(0.3, 0.6, 0.1), (T_1, T_2, T_3)\}$$

$$T_1 = \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \\ 250 \end{pmatrix} \quad T_2 = \begin{pmatrix} 200 \\ 200 \\ 250 \end{pmatrix} \quad T_3 = \begin{pmatrix} 250 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Con esto, usando la distancia L1 en el espacio RGB sobre estos descriptores obtenemos la siguiente matriz de costos:

	T_1	T_2	T_3
S_1	600	300	200
S_2	250	250	450

b) Solución:

Ahora con esto obtenemos la matriz de flujos:

	0.3	0.6	0.1
0.8	0.1	0.6	0.1
0.2	0.2	0	0

c) Solución:

Finalmente podemos obtener la EMD entre ambos histogramas:

$$EMD(X_1, X_2) = \sum C_{ij} F_{ij} = 310$$