

Câu 1: (1 điểm)

Explain the expression of the ideal low-pass filter with the cut-off frequency, D_0 for an image in the frequency domain.

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

Assume that $H(u, v)$ is the transfer function, where D_0 is the cut-off frequency with non-negative value, $D(u, v)$ is the distance from (u, v) to the filter center. Orbit of $D(u, v) = D_0$ is a circle. Therefore, this ideal low-pass filter is used to convolute an image in the frequency domain to produce the filtered output image.

Câu 2: (3 điểm)

Ảnh ngõ vào F có 3 bit mức xám như sau:

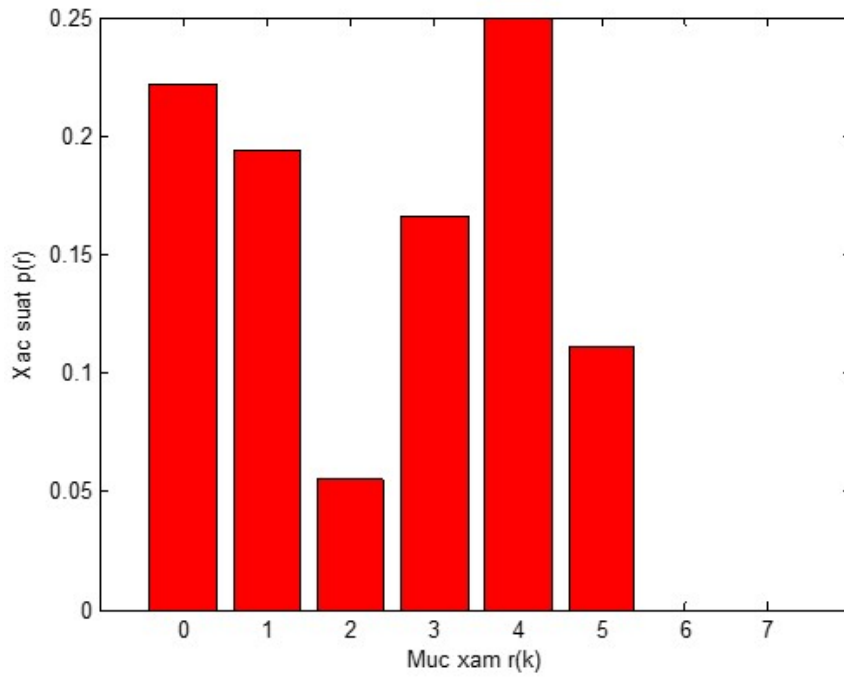
$$F = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 4 & 4 & 5 \\ 0 & 1 & 3 & 4 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 & 1 & 3 \\ 4 & 4 & 3 & 1 & 0 & 0 \\ 5 & 4 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 5 & 5 & 4 & 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

a. Hàm mật độ xác suất (pdf) của các pixel của ảnh F: (1 điểm)

$$p(r_k) = \frac{n_k}{MN} = \frac{n_k}{36}; \quad k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

r_k	0	1	2	3	4	5	6	7
$p(r_k)$	$\frac{8}{36}$	$\frac{7}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{6}{36}$	$\frac{9}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{0}{36}$	$\frac{0}{36}$

Vẽ lược đồ xám (histogram) của ảnh F. (0.5 điểm)

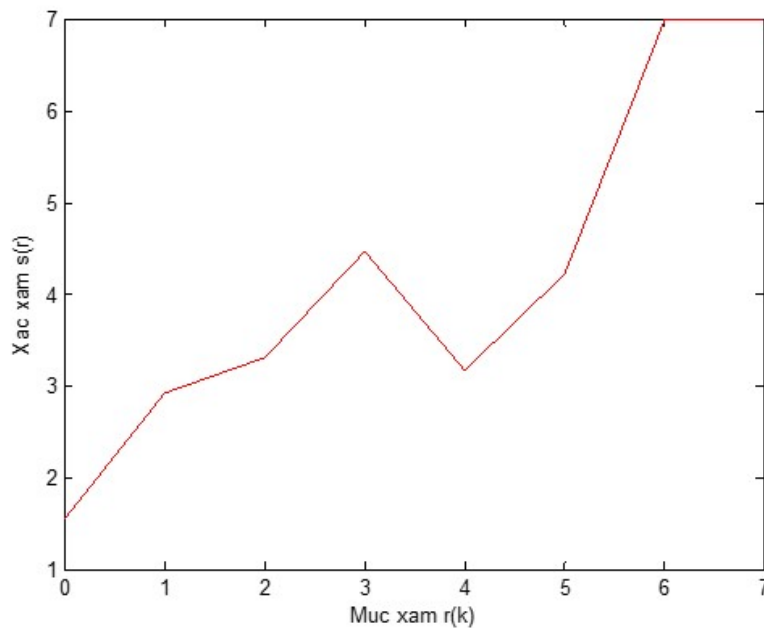


b. Tăng cường ảnh dùng phương pháp cân bằng lược đồ xám cho ảnh vào F.
Hàm chuyển đổi như sau: (1 điểm)

$$s_k = T(r_k) = (L - 1) \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \frac{L - 1}{MN} \sum_{j=0}^k n_j = \frac{7}{36} \sum_{j=0}^k n_i; k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

r_k	0	1	2	3	4	5	6	7
s_k	$\frac{56}{36}$	$\frac{105}{36}$	$\frac{119}{36}$	$\frac{161}{36}$	$\frac{224}{36}$	$\frac{252}{36}$	$\frac{252}{36}$	$\frac{252}{36}$

Vẽ hàm chuyển đổi. (0.5 điểm)



Câu 3: (3 điểm)

Cho ảnh ngõ vào F như câu 1.

a. Ngưỡng T được tính như sau: (1 điểm)

$$T = \frac{1}{MN} \sum_{k=0}^5 L_k n_k = \frac{1}{36} (0 \times 8 + 1 \times 7 + 2 \times 2 + 3 \times 6 + 4 \times 9 + 5 \times 4) = 2.3$$

Chọn ngưỡng $T = 3$.

b. Tính phương sai giữa hai lớp theo ngưỡng $T = 3$. (1 điểm)

Gọi C_0 là tập các điểm ảnh với mức xám $[0, 1, 2]$ và C_1 là tập các điểm ảnh với mức xám $[3, 4, 5]$.

Phương sai giữa hai lớp được tính như sau:

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 = 2.629$$

Trong đó:

$$\omega_0 = \sum_{q=0}^2 p_q(r_q) = \frac{8}{36} + \frac{7}{36} + \frac{2}{36} = 0.4722$$

$$\omega_1 = \sum_{q=3}^5 p_q(r_q) = \frac{6}{36} + \frac{9}{36} + \frac{4}{36} = 0.5278$$

$$\mu_0 = \frac{1}{\omega_0} \sum_{q=0}^2 qp_q(r_q) = \frac{1}{0.4722} (0 \times \frac{8}{36} + 1 \times \frac{7}{36} + 2 \times \frac{2}{36}) = 0.647$$

$$\mu_1 = \frac{1}{\omega_1} \sum_{q=3}^5 qp_q(r_q) = \frac{1}{0.5278} (3 \times \frac{6}{36} + 4 \times \frac{9}{36} + 5 \times \frac{4}{36}) = 3.895$$

$$\mu_T = \sum_{q=0}^5 qp_q(r_q) = (0 \times \frac{8}{36} + 1 \times \frac{7}{36} + 2 \times \frac{2}{36} + 3 \times \frac{6}{36} + 4 \times \frac{9}{36} + 5 \times \frac{4}{36}) = 2.361$$

c. Phân đoạn ảnh theo ngưỡng T của câu a. (1 điểm)

Kết quả như sau:

$$G(x,y) = \begin{cases} 1; & F(x,y) \geq T \\ 0; & F(x,y) < T \end{cases}$$

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

Câu 4: (3 điểm)

Cho ảnh ngõ vào I như sau:

$$I = \begin{pmatrix} I(0,0) & I(0,1) & I(0,2) & I(0,3) \\ I(1,0) & I(1,1) & I(1,2) & I(1,3) \\ I(2,0) & I(2,1) & I(2,2) & I(2,3) \\ I(3,0) & I(3,1) & I(3,2) & I(3,3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 & 9 & 2 & 1 \\ 3 & 15 & 7 & 7 \\ 8 & 1 & 6 & 15 \\ 1 & 15 & 11 & 15 \end{pmatrix}$$

- a.** Ảnh dò biên theo hàng và cột chỉ với các pixel I(1,1), I(1,2), I(2,1) và I(2,2) theo mặt nạ Sobel. (2 điểm)

Áp dụng công thức nhân chập:

$$G_R(j,k) = F(j,k) * H_R(j,k) = \begin{pmatrix} -1.5 & -6.3 \\ 2.5 & -2.5 \end{pmatrix}$$

$$G_C(j,k) = F(j,k) * H_C(j,k) = \begin{pmatrix} -2.5 & -4.3 \\ -2 & -11.5 \end{pmatrix}$$

- b.** Ảnh dò biên với kết quả câu a. (1 điểm)

Áp dụng công thức tính gradient:

$$G(j,k) = \sqrt{G_R^2(j,k) + G_C^2(j,k)} = \begin{pmatrix} 2.9 & 7.6 \\ 3.2 & 11.8 \end{pmatrix}$$

Ngày 22 tháng 5 năm 2017

Thông qua bộ môn

(ký và ghi rõ họ tên)