

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP.HCM
 ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ II, 2012 – 2013 (15 / 06 / 2013)
 218037 – Nhập môn thị giác máy tính

Câu 1 (2 điểm)

Cho mẫu ảnh nhị phân: 0 Black background, 1: White foreground

0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0

Với structuring element

1	1	1
---	---	---

Thực hiện các phép toán sau:

a) Dilation (0.5đ)

0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0

b) Erosion (0.5đ)

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

c) Opening (0.5đ)

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

d) Closing (0.5đ)

0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0

Câu 2) (1 điểm)

Cho ma trận ảnh và mặt nạ như sau:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

- a) Viết công thức tính convolution và khai triển áp dụng tính cho phần tử (0,0) của ảnh. (Các phần tử gần biên được thêm 0) (0.5đ)

$$g(x, y) = w(x, y) * f(x, y) = \sum_{s=-K/2}^{K/2} \sum_{t=-K/2}^{K/2} w(s, t) f(x-s, y-t)$$

$$g(0,0) = w(-1,-1) \times f(1,1) + w(-1,0) \times f(1,0) + w(-1,1) \times f(1,-1)$$

$$+ w(0,-1) \times f(0,1) + w(0,0) \times f(0,0) + w(0,1) \times f(0,-1)$$

$$+ w(1,-1) \times f(-1,1) + w(1,0) \times f(-1,0) + w(1,1) \times f(-1,-1)$$

$$= -1 \times 5 + (-2 \times 4) + (-1 \times 0)$$

$$+ (0 \times 1) + (0 \times 1) + (0 \times 0)$$

$$+ (1 \times 0) + (2 \times 0) + (1 \times 0) = -13$$

- b) Ghi ra kết quả tính convolution cho các phần tử ảnh còn lại (0.5đ)

-13	-20	-17
-18	-24	-18
13	20	17

Câu 3) (2 điểm)

Bộ lọc Gaussian 1D có dạng như sau:

$$g_{\sigma}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$$

- a) Chứng minh rằng mặt nạ lọc Gaussian có thể xấp xỉ với (2n+1) mẫu rời rạc, với n là số nguyên gần nhất với số thực (3.72σ - 0.5). Biết rằng giá trị hàm phân bố sẽ bị cắt bỏ nếu nhỏ hơn 1/1000 giá trị đỉnh chóp (peak value). (1đ)
- b) Với σ = 1, thì kích thước mặt nạ là 7 (n=3). Hãy xác định các giá trị phần tử của mặt nạ. (0.5đ)
- c) Cho một hàng của pixel ảnh như sau: (0.5đ)

45	45	48	50	53	55	57	77	99	118	130	133	134	133	132	132	132
----	----	----	----	----	----	----	----	----	------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tính giá trị làm mượt (smooth) kết quả, khi áp mặt nạ ở câu 6b) vào pixel có giá trị **118**.

- a) Tìm n sao cho thỏa điều kiện: (0.5đ)

$$\exp\left(-\frac{(n+1)^2}{2\sigma^2}\right) < \frac{1}{1000}$$

Lấy ln hai vế, khai căn ta được: n > 3.72σ - 1. Do vậy n phải là số nguyên gần nhất với số thực (3.72σ - 0.5). (0.5đ)

- b) Với σ = 1, thì kích thước mặt nạ là 7 (n=3). Các phần tử của mặt nạ như sau: (0.5đ)

0.004	0.054	0.242	0.399	0.242	0.054	0.004
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- c) Phép toán convolution theo công thức sau: (0.5đ)

45	45	48	50	53	55	57	77	99	118	130	133	134	133	132	132	132
----	----	----	----	----	----	----	----	----	------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$$s(x) = \sum_{u=-n}^n g_{\sigma} I(x-u) = \sum_{u=-3}^3 g_{\sigma} I(10-u) = 0.004 * 57 + 0.054 * 77 + 0.242 * 99 + 0.399 * 118 +$$

$$+ 0.242 * 130 + 0.054 * 133 + 0.004 * 134 \approx 115$$

Câu 4) (1 điểm)

Tính convolution của Laplacian kernel L_4 và L_8 với ma trận ảnh sau: (Mở rộng ảnh bằng số 0)

0	0	10	10	10
0	0	10	10	10
0	0	10	10	10
0	0	10	10	10
0	0	10	10	10

Kernel L_8

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Kernel L_4

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

L_8 (0.5đ)

0	-20	50	30	50
0	-30	30	0	30
0	-30	30	0	30
0	-30	30	0	30
0	-20	50	30	50

L_4 (0.5đ)

0	-10	20	10	20
0	-10	10	0	10
0	-10	10	0	10
0	-10	10	0	10
0	-10	20	10	20

Câu 5) (1 điểm)

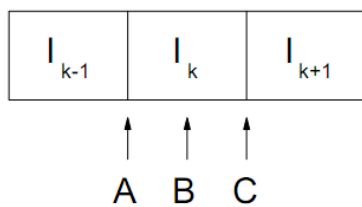
- a) Chứng minh rằng có thể thực hiện một xấp xỉ của đạo hàm bậc 2 bằng convolution với kernel sau: (0.5đ)

1	-2	1
---	----	---

- b) Tính xấp xỉ đạo hàm bậc 2 của ma trận ảnh sau sử dụng kernel trên (Không tính 2 pixel đầu và cuối) (0.5đ)

48	50	53	56	64	79	98	115	126	132	133
----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

- a) Xét 1 hàng với 3 mức xám: (0.5đ)



Xấp xỉ đạo hàm bậc 1 tại A : $I_k - I_{k-1}$

Xấp xỉ đạo hàm bậc 1 tại C : $I_{k+1} - I_k$

Do vậy xấp xỉ đạo hàm bậc 2 tại B:

$$I_{k+1} - I_k - I_k + I_{k-1}$$

Có thể tính công thức trên bởi convolution với kernel

1	-2	1
---	----	---

- b) (0.5đ)

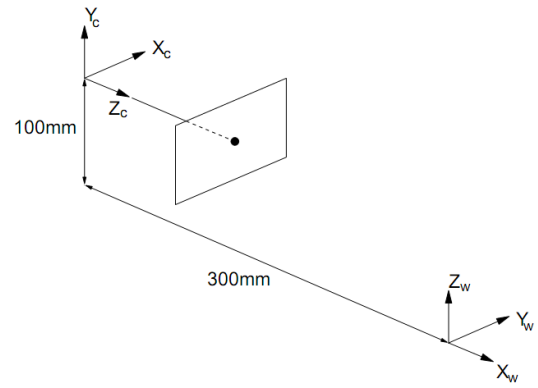
48	50	53	56	64	79	98	115	126	132	133
----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

	1	0	5	7	4	-2	-6	-5	-5	
--	---	---	---	---	---	----	----	----	----	--

Câu 6) (3 điểm)

Một hệ thống camera có:

- Focal length 20mm.
- 10mm × 10mm CCD array, 500 × 500 pixel vuông. Tọa độ pixel trên cùng bên trái (0,0).
- Optical axis cắt CCD array ở tọa độ (200,200).
- Camera và hệ trục tọa độ thực cho như hình vẽ.



- a) Xác định 3×4 projection matrix thể hiện mối quan hệ giữa tọa độ pixel (s_u, s_v, s) với hệ trục tọa độ thực (X_w, Y_w, Z_w). (2đ)
- b) Sử dụng projection matrix để xác định phương trình tia chiếu trong hệ trục thực có tọa độ điểm ảnh là (200, 200) (1đ)

a) Phép biến đổi giữa hệ trục thực và hệ trục camera (mm)

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -100 \\ 1 & 0 & 0 & 300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (0.5đ)$$

Phép chiếu lên mặt phẳng ảnh với focal length là 20mm (mm)

$$\begin{bmatrix} sx \\ sy \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \quad (0.5đ)$$

Có $u = -50x + 200$ $v = -50y + 200$ (pixels)

$$\begin{bmatrix} su \\ sv \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -50 & 0 & 200 \\ 0 & -50 & 200 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} sx \\ sy \\ s \end{bmatrix} \quad (0.5đ)$$

$$\begin{bmatrix} su \\ sv \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -50 & 0 & 200 \\ 0 & -50 & 200 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 20 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 20 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -100 \\ 1 & 0 & 0 & 300 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (0.5đ)$$

$$\begin{bmatrix} su \\ sv \\ s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 200 & -1000 & 0 & 60000 \\ 200 & 0 & -1000 & 160000 \\ 1 & 0 & 0 & 300 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

b)

Ta có: (Mỗi biểu thức tính u hoặc v 0.5 điểm)

$$u = \frac{su}{s} = 200 = \frac{200X_w - 1000Y_w + 60000}{X_w + 300} \Rightarrow Y_w = 0$$

$$v = \frac{sv}{s} = 200 = \frac{200X_w - 1000Z_w + 160000}{X_w + 300} \Rightarrow Z_w = 100$$

Phương trình của tia chiếu (chính là optical axis) có điểm ảnh $(200, 200)$ là $Y_w = 0, Z_w = 100$.