

Bộ môn: Cơ Điện Tử
Khoa: Cơ khí

ĐỀ THI - HỌC KỲ II/2011-2012

Môn: **NHẬP MÔN THỊ GIÁC MÁY TÍNH**
Lớp: **CK08CD1**
Ngày thi: **5/06/2012**
Thời gian: **75 phút**

*(Sinh viên ĐƯỢC sử dụng tài liệu
và có thể làm bài vào đề thi)*

Câu 1) (1 điểm)

- a) Tính dung lượng lưu trữ cần thiết trong 1 giây (bytes per second) cho một hệ thống stereo camera (cụ thể là stereo pair of cameras). Cho biết:
- Camera tốc độ 25 khung ảnh/giây. (25 frames per second)
 - Ảnh mức xám (8 bits), kích thước ảnh 512 x 512 pixels.
- b) Giả sử 1 trang văn bản A4 có 50 dòng, mỗi dòng có 80 ký tự ASCII (8bits). Hãy xác định xấp xỉ số trang văn bản cần thiết mà tổng dung lượng bằng với dung lượng lưu trữ trong 1 giây với hệ thống stereo camera cho ở câu 1a).

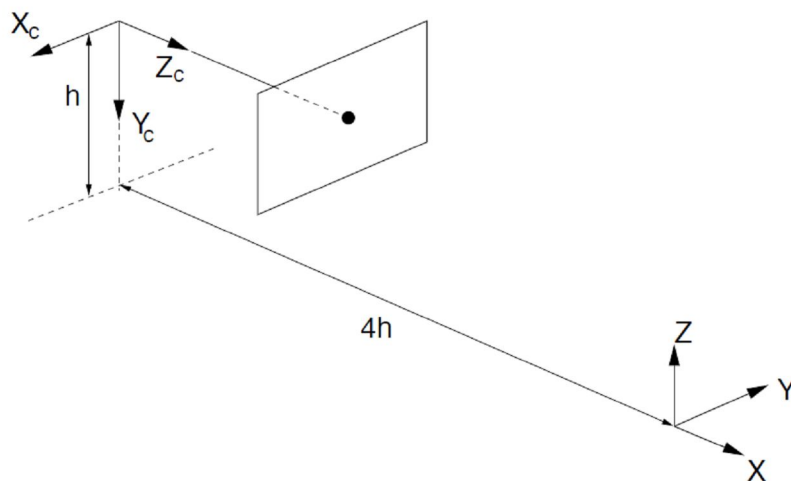
Câu 2) (1 điểm)

Xác định ma trận biến đổi (rigid body transformation) giữa hệ trục tọa độ thực (world coordinates) và hệ trục tọa độ của camera (camera-centered coordinates). Các hệ trục được bố trí như hình 1.

$$\tilde{\mathbf{X}}_c = \mathbf{P}_r \tilde{\mathbf{X}}$$

Với:

- $\tilde{\mathbf{X}}_c$, $\tilde{\mathbf{X}}$ là hệ trục tọa độ thuần nhất (homogeneous coordinates) của thế giới thực và của camera
- \mathbf{P}_r ma trận biến đổi



Hình 1

Câu 3) (1.5 điểm)

a) (1 điểm) Hãy chứng minh rằng có thể xấp xỉ đạo hàm bậc nhất của một hàm rời rạc $y = f(x)$ bằng phép toán convolution của $f(x)$ với mặt nạ (kernel)

1	-1
---	----

b) (0.5 điểm) Cho 1 hàng của pixels ảnh như sau. Hãy tìm xấp xỉ đạo hàm bậc nhất sử dụng mặt nạ ở câu 3a) và xác định vị trí điểm ảnh biên (edge).

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

Câu 4) (2.5 điểm)

Giả sử có một ma trận ảnh mức xám như sau:

		j					
		0	1	2	3	4	5
0	-	122	122	124	126	128	129
1	-	123	124	125	129	129	132
2	-	125	123	124	127	129	130
3	-	128	124	125	127	129	129

a) $energy(i,j)$ được tính theo công thức sau: (1 điểm)

$$energy(i, j) = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right|$$

Tính $energy(i,j)$ và điền kết quả vào bảng $energy(i,j)$

b) Năng lượng tích lũy của một vertical seam được cho bởi công thức: (1 điểm)

$$\mathbf{M}(i, j) = Energy(i, j) + \min(\mathbf{M}(i-1, j-1), \mathbf{M}(i-1, j), \mathbf{M}(i-1, j+1))$$

Tính và điền giá trị $\mathbf{M}(i,j)$ vào bảng $\mathbf{M}(i,j)$

c) Cho biết vertical seam nào sẽ bị xóa. Thể hiện trên bảng $\mathbf{M}(i,j)$ (0.5 điểm)

Câu 5) (2 điểm)

Cho một ma trận ảnh nhị phân như sau:

		x				
		0	1	2	3	4
0	y	0	0	0	0	0
1	y	0	0	0	1	0
2	y	0	0	1	0	0
3	y	0	1	0	0	0
4	y	0	0	0	0	0

Với các trị rời rạc tương ứng của θ và của d là (30, 45, 60) và (2, 3, 4). Hãy chạy từng bước giải thuật hough xác định đường thẳng.

Chú ý:

- Thống nhất ma trận vote H có dạng như sau:

		θ		
		30	45	60
d	2			
	3			
	4			

- Viết ra các bước tuần tự cập nhật ma trận vote H tại từng điểm biên của ảnh là điểm ảnh có $I(x,y) = 1$. (1.5 điểm)
- Xác định phương trình của đường thẳng: $d = x \cos \theta + y \sin \theta$ (0.5 điểm)

Câu 6) (2 điểm)

Bộ lọc Gaussian 1D có dạng như sau:

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

- 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 $(3.72\sigma - 0.5)$. Biết rằng giá trị hàm phân bố sẽ bị cắt bỏ nếu nhỏ hơn **1/1000** giá trị đỉnh chóp (peak value). (1 điểm)
- Với $\sigma = 1$, thì kích thước mặt nạ là 7 ($n=3$). Hãy xác định các giá trị phân tử của mặt nạ. (0.5 điểm)
- Cho một hàng của pixel ảnh như sau: (0.5 điểm)

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**.

Chủ nhiệm Bộ môn

Giáo viên ra đề

Đoàn Thế Thảo

Bộ môn: Cơ Điện Tử
Khoa: Cơ khí

ĐÁP ÁN ĐỀ THI - HỌC KỲ II/2011-2012

Môn: **NHẬP MÔN THỊ GIÁC MÁY TÍNH**
Lớp: **CK08CD1**
Ngày thi: **5/06/2012**
Thời gian: **75 phút**

(Sinh viên ĐƯỢC sử dụng tài liệu)

Câu 1) (1 điểm)

- a) Tính dung lượng lưu trữ cần thiết trong 1 giây (bytes per second) cho một hệ thống stereo camera (cụ thể là stereo pair of cameras). Cho biết:
- Camera tốc độ 25 khung ảnh/giây. (25 frames per second)
 - Ảnh mức xám (8 bits), kích thước ảnh 512 x 512 pixels.
- b) Giả sử 1 trang văn bản A4 có 50 dòng, mỗi dòng có 80 ký tự ASCII (8bits). Hãy xác định xấp xỉ số trang văn bản cần thiết mà tổng dung lượng bằng với dung lượng lưu trữ trong 1 giây với hệ thống stereo camera cho ở câu 1a).

Đáp án:

- a) Một khung ảnh mức xám có dung lượng:

$$512 \times 512 \times 1 \text{ Bytes} = 262144 \text{ Bytes}$$

Dung lượng lưu trữ cần thiết cho hệ thống stereo camera trong 1 giây: (25 khung ảnh/giây, 2 ảnh)

$$262144 \times 25 \times 2 \text{ Bytes} / s = 13107200 \text{ Bytes} / s$$

- b) Dung lượng 1 trang văn bản A4:

$$50 \times 80 \times 1 \text{ Bytes} = 4000 \text{ Bytes}$$

Số trang văn bản cần thiết:

$$\frac{13107200}{4000} \approx 3277 \text{ trang}$$

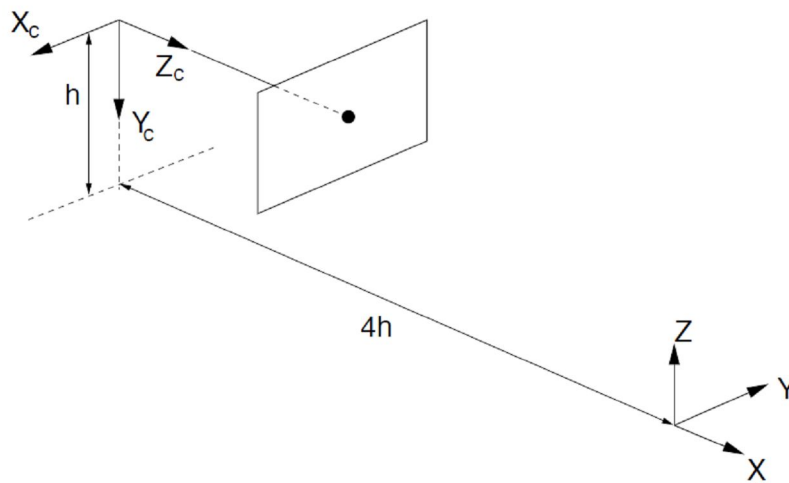
Câu 2) (1 điểm)

Xác định ma trận biến đổi (rigid body transformation) giữa hệ trục tọa độ thực (world coordinates) và hệ trục tọa độ của camera (camera-centered coordinates). Các hệ trục được bố trí như hình 1.

$$\tilde{\mathbf{X}}_c = \mathbf{P}_r \tilde{\mathbf{X}}$$

Với:

- $\tilde{\mathbf{X}}_c$, $\tilde{\mathbf{X}}$ là hệ trục tọa độ thuần nhất (homogeneous coordinates) của thế giới thực và của camera
- \mathbf{P}_r ma trận biến đổi



Hình 1

Đáp án:

Từ hình vẽ có các mối quan hệ sau:

$$X_c = -Y; \quad Y_c = -Z + h; \quad Z_c = X + 4h$$

Do vậy, ta có:

$$\tilde{\mathbf{X}}_c = \mathbf{P}_r \tilde{\mathbf{X}}$$

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & h \\ 1 & 0 & 0 & 4h \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Câu 3) (1.5 điểm)

a) (1 điểm) Hãy chứng minh rằng có thể xấp xỉ đạo hàm bậc nhất của một hàm rời rạc $y = f(x)$ bằng phép toán convolution của $f(x)$ với mặt nạ (kernel)

1	-1
---	----

b) (0.5 điểm) Cho 1 hàng của pixels ảnh như sau. Hãy tìm xấp xỉ đạo hàm bậc nhất sử dụng mặt nạ ở câu 3a) và xác định vị trí điểm ảnh biên (edge).

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

Đáp án:

a)

$$\frac{df(x)}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

Với dữ liệu rời rạc có thể xấp xỉ đạo hàm bậc nhất như sau:

$$\frac{df(x)}{dx} \approx \frac{f(x+1) - f(x)}{1}$$

Do vậy, có thể xấp xỉ đạo hàm bậc nhất bằng convolution với mặt nạ (kernel)

1	-1
---	----

b)

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

Convolution với mặt nạ:

1	-1
---	----

Có kết quả như sau:

2	3	3	8	15	19	17	11	6	1	0	-1
---	---	---	---	----	----	----	----	---	---	---	----

Vị trí biên là ở giữa pixel có mức xám 79 và 98

Câu 4) (2.5 điểm)

Giả sử có một ma trận ảnh mức xám như sau:

		j					
		0	1	2	3	4	5
i	0	122	122	124	126	128	129
	1	123	124	125	129	129	132
	2	125	123	124	127	129	130
	3	128	124	125	127	129	129

a) energy(i,j) được tính theo công thức sau: (1 điểm)

$$energy(i, j) = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right|$$

Tính energy(i,j) và điền kết quả vào bảng energy(i,j)

b) Năng lượng tích lũy của một vertical seam được cho bởi công thức: (1 điểm)

$$\mathbf{M}(i, j) = Energy(i, j) + \min(\mathbf{M}(i-1, j-1), \mathbf{M}(i-1, j), \mathbf{M}(i-1, j+1))$$

Tính và điền giá trị $\mathbf{M}(i,j)$ vào bảng $\mathbf{M}(i,j)$

c) Cho biết vertical seam nào sẽ bị xóa. Thể hiện trên bảng $\mathbf{M}(i,j)$ (0.5 điểm)

Đáp án:

a) energy(i,j) được tính theo công thức sau: (1 điểm)

$$energy(i, j) = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right|$$

Tính energy(i,j) và điền kết quả vào bảng energy(i,j):

1	4	3	5	2
3	2	5	2	3
5	2	4	2	1

b) Năng lượng tích lũy của một vertical seam được cho bởi công thức: (1 điểm)

$$M(i, j) = Energy(i, j) + \min(M(i-1, j-1), M(i-1, j), M(i-1, j+1))$$

Tính và điền giá trị $M(i,j)$ vào bảng:

1	4	3	5	2
4	3	8	4	5
8	5	7	5	5

c) Cho biết vertical seam nào sẽ bị xóa. (0.5 điểm)

1	4	3	5	2
4	3	8	4	5
8	5	7	5	5

Câu 5) (2 điểm)

Cho một ma trận ảnh nhị phân như sau:

		x				
		0	1	2	3	4
0		0	0	0	0	0
1		0	0	0	1	0
2		0	0	1	0	0
3		0	1	0	0	0
y 4		0	0	0	0	0

Với các trị rời rạc tương ứng của θ và của d là (30, 45, 60) và (2, 3, 4). Hãy chạy từng bước giải thuật hough xác định đường thẳng.

Chú ý:

- Thống nhất ma trận vote H có dạng như sau:

		θ		
		30	45	60
d	2			
	3			
	4			

- Viết ra các bước tuần tự cập nhật ma trận vote H tại từng điểm biên của ảnh là điểm ảnh có $I(x,y) = 1$. (1.5 điểm)
- Xác định phương trình của đường thẳng: $d = x \cos \theta + y \sin \theta$ (0.5 điểm)

Đáp án:

1- Khởi động:

θ

		30	45	60
d	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0

2-

a) Với $I(3,1)=1$, kết quả tính d và H như sau:

$\theta (^{\circ})$	θ (rad)	d
30	0.523598	3.098076
45	0.785648	2.828074
60	1.047197	2.366027

		θ		
		30	45	60
d	2	0	0	1
	3	1	1	0
	4	0	0	0

b) Với $I(2,2)=1$, kết quả tính d và H như sau:

$\theta (^{\circ})$	θ (rad)	d
30	0.523598	2.73205
45	0.785648	2.828427
60	1.047197	2.732051

		θ		
		30	45	60
d	2	0	0	1
	3	2	2	1
	4	0	0	0

c) Với $I(1, 3)=1$, kết quả tính d và H như sau:

$\theta (^{\circ})$	θ (rad)	d
30	0.523598	2.366024
45	0.785648	2.82878
60	1.047197	3.098076

		θ		
		30	45	60
d	2	1	0	1
	3	2	3	2
	4	0	0	0

3- $(d, \theta) = (3, 45^{\circ})$

4- Phương trình của đường thẳng: $3 = x \cos \frac{\pi}{4} + y \sin \frac{\pi}{4}$

Câu 6) (2 điểm)

Bộ lọc Gaussian 1D có dạng như sau:

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

- 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 $(3.72\sigma - 0.5)$. Biết rằng giá trị hàm phân bố sẽ bị cắt bỏ nếu nhỏ hơn **1/1000** giá trị đỉnh chóp (peak value). (1 điểm)
- Với $\sigma = 1$, thì kích thước mặt nạ là 7 ($n=3$). Hãy xác định các giá trị phần tử của mặt nạ. (0.5 điểm)
- Cho một hàng của pixel ảnh như sau: (0.5 điểm)

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**.

Đáp án:

- Tìm n sao cho thỏa điều kiện:

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

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

- Với $\sigma = 1$, thì kích thước mặt nạ là 7 ($n=3$). Các phần tử của mặt nạ như sau:

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

- Phép toán convolution theo công thức sau:

$$s(x) = \sum_{u=-n}^n g_{\sigma} I(x-u) = \sum_{u=-3}^3 g_{\sigma} I(11-u) = 0.004 * 57 + 0.054 * 77 + 0.242 * 99 + 0.399 * 118 + 0.242 * 130 + 0.054 * 133 + 0.004 * 134 \approx 115$$

Chủ nhiệm Bộ môn

Giáo viên ra đề

Đoàn Thế Thảo