
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang
Sidang Akademik 2006/2007

Jun 2007

EPP 362E/3 – Industrial Machine Vision

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat dan **ENAM (6)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- Q1. [a] With the aid of sketches, explain briefly the difference between light field illumination and dark field illumination. Give one example of application for each type of illumination.**

Dengan bantuan lakaran, terangkan secara ringkas perbezaan antara pencerahan medan terang dan pencerahan medan gelap. Beri satu contoh kegunaan bagi setiap jenis pencerahan.

(30 markah)

- [b] With the aid of sketches, explain the following lens aberrations: (i) spherical aberration and (ii) astigmatism.**

Dengan bantuan lakaran, terangkan aberasi-aberasi kanta berikut: (i) aberasi sfera, dan (ii) keastigmatan.

(20 markah)

- [c] In an imaging system, an object of dimensions 200 mm (height) × 200 mm (width) is to be recorded using a CCD sensor of dimension 20 mm × 20 mm. If the lens to object distance is 500 mm, determine (i) the lens to image distance and (ii) the focal length of lens required. Assume that the whole area of the CCD sensor is used for recording the image.**

Given, lens formula:
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

If a 5 mm extension tube is inserted between the lens and the CCD sensor so that the distance between the lens and the sensor is increased by 5 mm, determine the new magnification of the system. Does the magnification increase or decrease?

Dalam suatu sistem pengimejan, objek yang mempunyai dimensi 200 mm (tinggi) × 200 mm (lebar) perlu dirakam dengan menggunakan sensor CCD berdimensi 20 mm × 20 mm. Jika jarak antara kanta dengan objek ialah 500 mm, kira (i) jarak antara kanta dan imej, dan (ii) jarak fokus kanta yang diperlukan. Andaikan bahawa seluruh kawasan sensor CCD digunakan untuk merakam imej.

Diberi, formula kanta:
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

Jika sebuah tiub pemanjangan 5 mm diselitkan di antara kanta dengan sensor CCD supaya jarak antara kanta dengan sensor bertambah sebanyak 5 mm, tentukan pembesaran baru bagi sistem pengimejan tersebut. Adakah pembesaran bertambah atau berkurang?

(50 markah)

- Q2. [a] If an image is sampled horizontally into 640 discrete points and vertically into 480 discrete points, what is the size in bytes required to store an image with intensity of 24 bits?**

Sekiranya satu imej disampel mengufuk kepada 640 titik diskrit dan disampel menegak kepada 480 titik diskrit, berapakah saiz ingatan dalam byte diperlukan bagi menyimpan satu imej dengan keamatan 24 bit?

(20 markah)

- [b] With the aid of sketches, explain the advantages and disadvantages of rectangular pixel array in comparison to hexagon pixel array for a uniform sample image.**

Dengan bantuan lakaran, terangkan kelebihan dan keburukan tatasusunan piksel segi empat berbanding tatasusunan piksel segi enam bagi satu imej sampel seragam.

(20 markah)

- [c] (i) State the two most important solid-state transducer technologies for image sensing arrays.**

Nyatakan dua teknologi penderia keadaan pejal yang paling penting bagi tatasusunan penderia imej.

- (ii) State the two array scanning methodologies to achieve efficient connection of several photosites.**

Nyatakan dua kaedah pengimbasan tatasusunan bagi mencapai sambungan beberapa photosites yang cekap.

- (iii) Coupling the two array scanning methodologies to the two major type of photosite yields four fundamental array imaging architecture. State the four imaging architectures and its type of photosite and scanning methodology used.**

Gandingan dua kaedah pengimbasan tatasusunan dengan dua jenis utama photosite menghasilkan empat arkitek pengimejan tatasusunan asas. Nyatakan keempat-empat arkitek serta jenis photositenya dan kaedah pengimbasan digunakan.

(40 markah)

- [d] Why the framestore is required in a framegrabber for image acquisition?**

Mengapa stor kerangka diperlukan dalam sebuah pencakau kerangka bagi perolehan imej?

(20 markah)

- Q3. [a] Explain briefly the difference between global operation and neighborhood operation in connection with processing of a digital image.

Terangkan secara ringkas perbezaan antara operasi sejagat dan operasi kejiranan berhubung dengan pemprosesan sesuatu imej digital.

(16 markah)

- [b] An eight bit grayscale digital image of dimension $m \times n$ is read into the two dimensional array $I(x,y)$, where I is the gray value at pixel position (x,y) . For each of the operations represented by the following mathematical equations, explain the results that will be obtained:

(i) $I'(x,y) = I(x,y) + 20$

(ii) $I'(x,y) = 255 - I(x,y)$

(iii) $I'(x,y) = \begin{matrix} 0 & \text{if} & I(x,y) < 128 \\ 1 & \text{if} & I(x,y) \geq 128 \end{matrix}$

(iv) $I'(x,y) = \frac{255}{180} \times I(x,y)$ where $\max[I(x,y)] = 180$

Suatu imej digital skala kelabu lapan bit berdimensi $m \times n$ dibaca ke dalam tatasusun dua dimensi $I(x,y)$, di mana I ialah nilai kelabu piksel di kedudukan (x,y) . Bagi setiap operasi yang diwakili oleh persamaan matematik berikut, terangkan hasil yang akan didapati:

(i) $I'(x,y) = I(x,y) + 20$

(ii) $I'(x,y) = 255 - I(x,y)$

(iii) $I'(x,y) = \begin{matrix} 0 & \text{jika} & I(x,y) < 128 \\ 1 & \text{jika} & I(x,y) \geq 128 \end{matrix}$

(iv) $I'(x,y) = \frac{255}{180} \times I(x,y)$ di mana $\max[I(x,y)] = 180$

(24 markah)

[c] Figure Q3[c] shows the pixel values at a particular location in an eight bit grayscale image. Calculate the pixel value at position (i_1, j_1) in the output image if the image in the figure undergoes each of the following filtering operations:

- (i) average filtering using 3×3 window
- (ii) median filtering using 3×3 window

Given your comments on the difference in the output obtained for the two filtering operations.

Rajah S3[a] menunjukkan nilai-nilai piksel pada suatu kedudukan di dalam imej skala kelabu lapan bit. Kira nilai piksel pada kedudukan (i_1, j_1) dalam imej output jika imej dalam rajah tersebut melalui setiap operasi penurasan berikut:

- (i) penurasan purata dengan tettingkap 3×3
- (ii) penurasan median dengan tettingkap 3×3

Beri ulasan anda mengenai perbezaan antara output-output yang didapati bagi operasi-operasi penurasan tersebut.

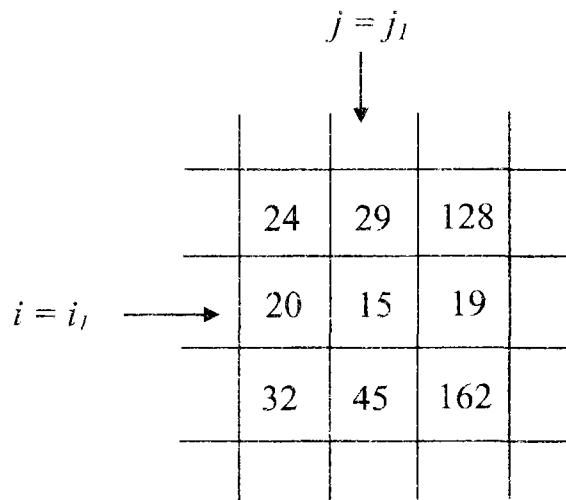


Figure Q3[c]
Rajah S3[c]

(40 markah)

- [d] Simple geometric operations such as lateral inversion and rotation of an image can be achieved by reading the pixel values from a buffer in an order different from that used to write the data. Based on this method, write M (Matlab) or C/C++ codes to laterally invert an image as shown in Figure Q3[d].

Operasi geometri mudah seperti penyongsangan sisi dan pemutaran imej boleh dicapai dengan membaca nilai-nilai piksel daripada penimbal dalam tertib yang berlainan dari tertertib apabila data tersebut ditulis. Berasaskan kaedah ini, tulis kod-kod bahasa M (Matlab) atau C/C++ untuk menyongsang sisi imej seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[d].

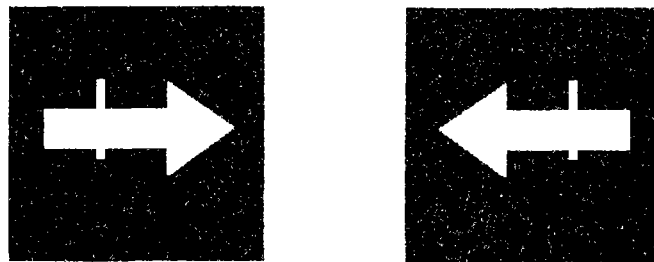


Figure Q3[d]
Rajah S3[d]

(20 markah)

- Q4. [a] Every algorithm for edge detection is based on some model of the edge transitions occurring within an image. Write the equations to calculate the intensity gradient that can be utilized to detect edges in an image.

Setiap algoritma bagi pengesanan pinggir adalah berasaskan model perubahan pinggir berlaku dalam sebuah imej. Tulis persamaan-persamaan bagi mengira kecerunan keamatan yang boleh digunakan untuk mengesan pinggir-pinggir dalam satu imej.

(25 markah)

- [b] Figure Q4[b][i] shows one of the Prewitt gradient templates. Apply the template on the image which has the pixel value shown in Figure Q4[b][ii] and write the resulting image pixel value in Figure Q4[b][iii]. Set the threshold value to determine edges and indicate the pixels that become the edges.

Rajah S4[b][i] menunjukkan satu daripada pencontoh kecerunan Prewitt. Kenakan pencontoh tersebut ke atas imej yang mempunyai nilai piksel ditunjukkan dalam Rajah S4[b][ii] dan tuliskan nilai piksel imej terhasil dalam Rajah S4[b][iii]. Set nilai ambang untuk menentukan pinggir dan tentukan piksel yang menjadi pinggir.

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

[i]

59	60	61	62	63
58	170	170	170	62
57	170	170	170	61
56	170	170	170	60
55	56	57	58	59

[ii]

[iii]

Figure Q4[b]
Rajah S4[b]

(30 markah)

- [c] **With the aid of sketches, describe how Hough transform technique detects straight lines in an image.**

Dengan bantuan lakaran, huraikan bagaimana teknik penjelmaan Hough mengesan garisan lurus dalam satu imej.

(30 markah)

- [d] **What is region based segmentation? State its advantages and disadvantages.**

Apakah peruasan berasaskan kawasan? Nyatakan kelebihan dan keburukannya.

(15 markah)

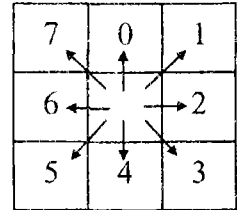
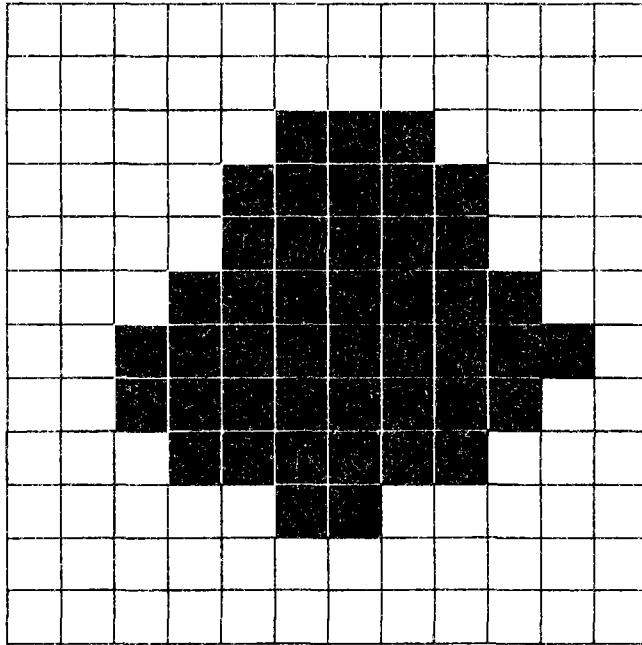
- Q5. [a] **Explain what is meant by 'run code'. How do you determine the perimeter of an object from the run code?**

Terangkan apa yang dimaksudkan dengan 'kod rantai'. Bagaimanakah anda menentukan ukurkeliling suatu objek daripada kod rantai?

(10 markah)

- [b] **Figure Q5[b] shows an object in a binary image of dimensions 12×12 pixels. By using the definition of direction vectors given in the figure, determine the chain code for the boundary of the object. You may use any point on the boundary as the starting point. Hence, determine the area and shape factor of the object. Show your working clearly.**

Rajah S5[b] menunjukkan sebuah objek dalam imej binari berdimensi 12 × 12 piksel. Dengan menggunakan takrifan vektor-vektor arah yang ditunjukkan dalam rajah tersebut, tentukan kod rantai bagi sempadan objek tersebut. Anda boleh gunakan sebarang titik pada sempadan sebagai titik permulaan. Seterusnya, tentukan luas dan faktor bentuk objek tersebut. Tunjukkan jalan kerja anda dengan jelas.



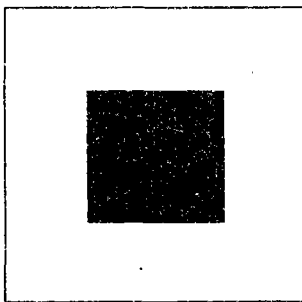
(Direction vectors)
Vektor-vektor arah

Figure Q5[b]
Rajah S5[b]

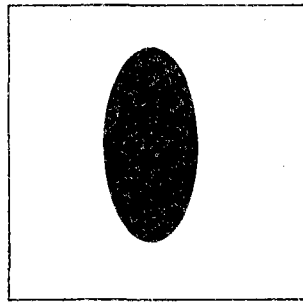
(60 markah)

- [c] What is meant by 'polar radius signature'? Sketch the polar radius signatures for the objects shown in the images in Figure Q5[c(i)-(iii)].

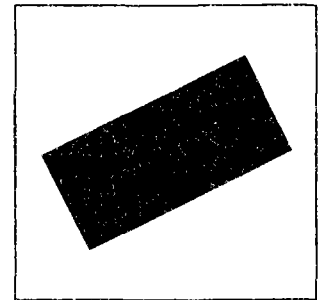
Apakah yang dimaksudkan dengan 'pengenalan jejari kutub'? Lakarkan pengenalan jejari kutub bagi objek-objek yang ditunjukkan dalam imej-imej yang ditunjukkan dalam Rajah S5[c(i)-(iii)].



(i)



(ii)



(iii)

Figure Q5[c]
Rajah S5[c]

(30 markah)

Q6. [a] What is meant by 'template matching'?

Apakah yang dimaksudkan dengan 'pemadanan pencontoh'?

(10 markah)

[b] Figure Q6[a] shows a template that represents the object that must be detected in the binary image shown in Figure Q6[b]. Determine the correlation values through template matching on the binary image and write the correlation array in a matrix form. Hence, determine the coordinate (i, j) of the most accurate location of the object in the given image. Show your working clearly.

Rajah S6[a] menunjukkan pencontoh yang mewakili objek yang perlu dikesan di dalam imej binari yang ditunjukkan dalam Rajah S6[b]. Tentukan nilai-nilai korelasi melalui pemadanan pencontoh ke atas imej binari tersebut dan tuliskan tatasusun korelasi dalam bentuk matriks. Seterusnya, tentukan kordinat (i, j) bagi lokasi objek yang paling tepat di dalam imej yang diberi. Tunjukkan jalan kerja anda dengan jelas.

0	0	1
0	1	1
1	1	1

Figure Q6[a]
Rajah S4[a]

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

Figure Q6[b]
Rajah S6[b]

(40 markah)

[c] Two types of objects, A and B, are classified using two measured characteristics, i.e. X_1 and X_2 . The data measured on five objects from each group is given in Table Q6. Derive the linear decision function for classifying an unknown object into its group based on the measured features.

Dua jenis objek, A dan B, diklasifikasi dengan menggunakan dua ciri yang diukur, iaitu X_1 dan X_2 . Data ukuran daripada lima objek dalam setiap kumpulan diberikan dalam Jadual S4. Terbitkan fungsi keputusan linear untuk mengklasifikasi objek yang tidak diketahui kepada kumpulan mereka berdasarkan ciri-ciri yang diukur.

Group A <i>Kumpulan A</i>		Group B <i>Kumpulan B</i>	
X_1	X_2	X_1	X_2
5.2	2.4	8.8	4.6
5.6	3.0	7.8	3.3
6.2	2.2	8.0	3.2
5.0	2.6	7.9	2.8
6.0	1.8	8.2	3.5

Table Q4[c]
Jadual S4[c]

(50 markah)