
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EPP 362E/3 – Industrial Machine Vision

Polymer/Bahan
Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** mukasurat bercetak, **1 (SATU)** mukasurat lampiran dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

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

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

Lampiran

1. Lampiran A : Rajah S5[c] [1 mukasurat]

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] Senaraikan EMPAT (4) kekangan pemandangan yang dapat dieksploitasi dalam reka bentuk sistem penglihatan mesin. Berikan DUA (2) contoh bagi setiap jenis kekangan.

List FOUR (4) scene constraints that can be exploited in the design of a machine vision system. Give TWO (2) examples of each constraint.

(16 markah)

- [b] Nyatakan DUA (2) jenis pencahayaan hadapan lazim yang digunakan dalam pencerahan sistem penglihatan mesin. Lukiskan lakaran untuk mengilustrasi jenis-jenis cahaya tersebut.

State the TWO (2) common types of front lighting used in machine vision illumination. Draw sketches to illustrate these types of lighting.

(15 markah)

- [c] Dengan bantuan lakaran, terangkan jenis-jenis aberasi kanta berikut:

With the aid of sketches, explain the following types of lens aberrations:

- (i) Keastigmatan

Astigmatism

- (ii) Lengkungan medan

Field curvature

- (iii) Aberasi sfera

Spherical aberration

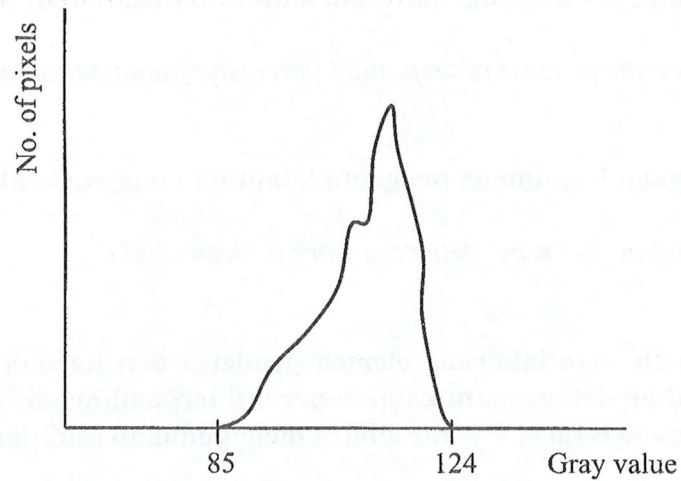
(24 markah)

- [d] Dalam suatu sistem penglihatan mesin, imej bagi objek yang mempunyai dimensi keseluruhan $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ perlu dirakam pada penderia CCD yang mempunyai resolusi 1024×1024 piksel. Jarak dari penderia ke kanta kamera ialah 18 mm . Jarak fokus kanta ialah 15 mm . Tentukan jarak objek ke kanta dan pembesaran yang terhasil jika imej memenuhi sensor sepenuhnya. Kirakan resolusi sistem tersebut dalam mm/piksel.

In a machine vision system, it is necessary to capture the image of an object having overall dimensions $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ onto a CCD sensor of resolution 1024×1024 pixels. The distance from the sensor to the camera lens is 18 mm . The focal length of the lens is 15 mm . Determine the object to lens distance and the resulting magnification if the image fills the sensor completely. Calculate the resolution of the system in mm/pixel.

(45 markah)

- S2. [a] Huraikan proses pengkuantitian amplitud (keamatan) bagi suatu imej.
Describe the process of amplitude (intensity) quantization of an image.
 (20 markah)
- [b] Terangkan bagaimana pengesan kuantum mengesan cahaya.
Explain how quantum detectors work to detect light.
 (20 markah)
- [c] Tentukan dan lakarkan elemen penderia dan kaedah mengimbas yang digunakan dalam suatu kamera peranti terganding-cas (CCD). Huraikan bagaimana isyarat-isyarat dibaca menggunakan senibina CCD.
Specify and sketch the sensor element and the scanning method that are used in a charge-coupled device (CCD) camera. Describe how the signals are read using CCD architecture.
 (30 markah)
- [d] Dengan bantuan lakaran, terangkan bagaimana suatu imej dimasukkan ke dalam sebuah komputer.
With the aid of a sketch, explain how an image is captured into a computer.
 (30 markah)
- S3. [a] Terangkan perbezaan antara operasi kejiranan dengan operasi sejagat. Beri SATU (1) contoh setiapnya.
Explain the difference between neighborhood operation and global operation. Give ONE (1) example each.
 (10 markah)
- [b] Rajah S3[b] menunjukkan histogram bagi imej skala kelabu 8-bit. Terbitkan fungsi pemetaan untuk meregangkan histogram tersebut supaya nilai keamatan kelabu minimum menjadi 0 dan nilai maksimum menjadi 255.
Figure Q3[b] shows the histogram of a 8-bit gray scale image. Derive the mapping function to stretch the histogram so that the minimum gray value intensity becomes 0 and the maximum value becomes 255.



Rajah S3 [b]
Figure Q3[b]

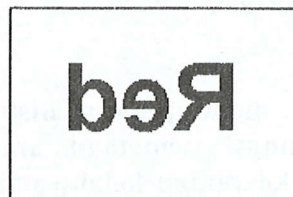
(20 markah)

- [c] Rajah S3[c](i) menunjukkan imej TIFF 200×300 piksel ('red.tif') yang perlu disongsangkan seperti ditunjukkan dalam Rajah S3[c](ii) dan S3[c](iii). Tulis kod-kod Matlab untuk melaksanakan setiap penyongsangan tersebut. Mula dengan arahan Matlab `imread` untuk membaca imej tersebut.

Figure Q3[c](i) shows a 200×300 pixel TIFF image ('red.tif') that must be laterally inverted as shown in Figures Q3[c](ii) and Q3[c](iii). Write Matlab codes to perform each of the inversion. Start with the Matlab command `imread` to read the image.



(i)



(ii)



(iii)

Rajah S3[c]
Figure Q3[c]

(40 markah)

- [d] Rajah S3[d] menunjukkan sebahagian daripada tatasusunan data bagi imej 8-bit. Tentukan nilai piksel dalam imej output pada lokasi yang dibulatkan apabila imej input dituras dengan menggunakan (i) penuras mod 3×3 , dan (ii) penuras median 3×3 .

Figure Q3[d] shows part of the data array of a 8-bit image. Determine the value of the pixel in the output image at the location shown circled when the input image is filtered using (i) a 3×3 mode filter, and (ii) a 3×3 median filter?

24	12	15	22	15	93
46	17	33	24	22	98
22	87	22	93	46	98

Rajah S3[d]
Figure Q3[d]

(30 markah)

- S4. [a] Namakan DUA (2) pendekatan peruasan dan bincangkan perbezaannya.

Name the TWO (2) segmentation approaches and discuss their differences.

(20 markah)

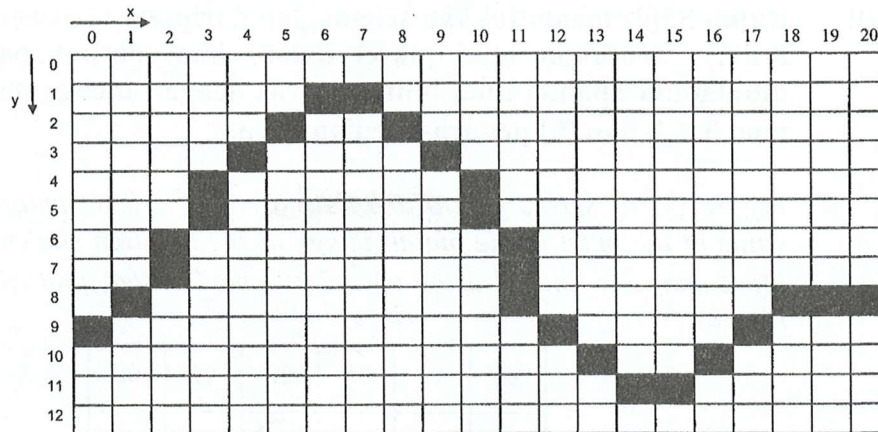
- [b] Manusia mengambil manfaat penggunaan maklumat sempadan dalam penterjemahan imej. Bincangkan proses-proses yang terlibat bagi menghasilkan sempadan dari imej skala kelabu. Lukis carta alirnya dan nyatakan masukan-keluaran bagi setiap proses.

Human make use of boundary information in image interpretation. Discuss the processes that are involved to produce boundary from grey scale image. Draw the flow chart and indicate the input-output for each process.

(20 markah)

- [c] Rajah S4[c] menunjukkan pinggir-pinggir yang telah dikesan dalam suatu imej. Dengan bantuan lakaran, huraikan bagaimana teknik 'priori' boleh diguna bagi mendapatkan sempadan mewakili pinggir-pinggir tersebut.

Figure Q4[c] shows the edges that have been detected in an image. With the help of a sketch, describe how 'priori' technique can be applied to obtain the boundary representing the edges.

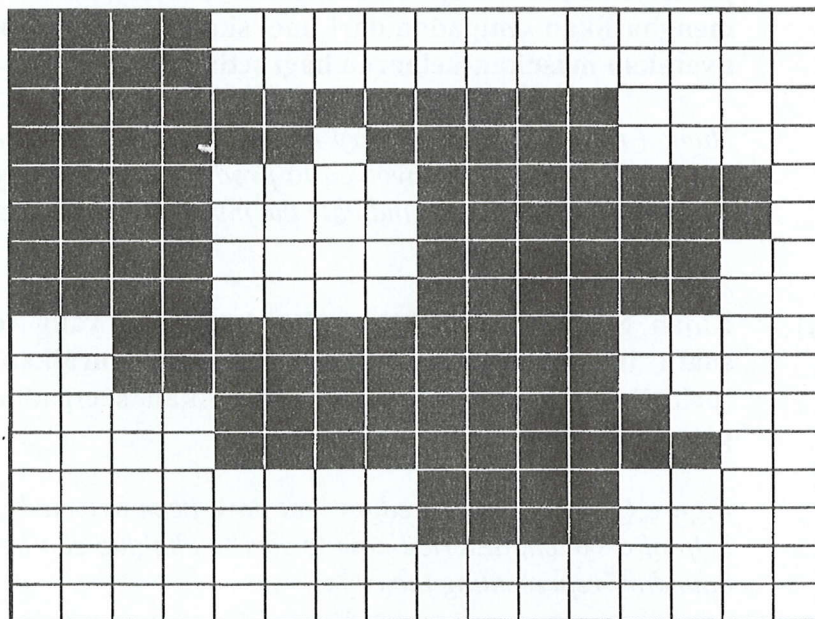


Rajah S4[c]
Figure Q4[c]

(30 markah)

- [d] Lukiskan satu pohon kuad bagi mewakili kawasan yang diruas dalam imej binari yang ditunjukkan dalam Rajah S4[d]. Namakan teknik peruas kawasan yang digunakan bagi menghasilkan pohon kuad tersebut.

Draw a quad-tree to represent the segmented region in the binary image that is shown in Figure Q4[d]. Name the region segmentation technique that is used to produce the quad-tree.



Rajah S4[d]
Figure Q4[d]

(30 markah)

- S5. [a] Takrifkan sebutan 'faktor bentuk'. Tentukan faktor bentuk untuk (i) bulatan, (ii) segiempat sama dan (iii) segitiga sama.

Define the term 'shape factor'. Determine the shape factors for a (i) circle, (ii) square and (iii) equilateral triangle.

(15 markah)

- [b] Rajah S5[b] menunjukkan imej 8×10 piksel di mana sisi objek telah dikesan. Dengan menggunakan vektor-vektor arah yang diberikan dalam rajah tersebut, tentukan kod rantai untuk sempadan objek bermula dari sebarang titik sempadan. Daripada kod rantai tersebut tentukan:

Figure Q5[a] shows a 8×10 pixel image in which the edge of the object has been detected. Using the direction vectors given in the figure, determine the chain code for the object boundary starting from any boundary point. From the chain code determine:

- (i) Perimeter objek tersebut

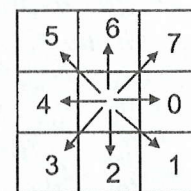
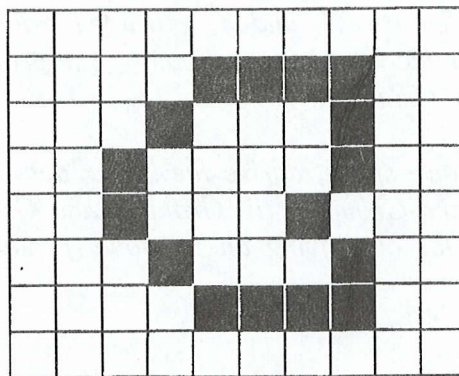
The perimeter of the object

- (ii) Luas yang dikelilingi oleh sempadan tersebut (termasuk piksel sempadan)

Area bounded by the edge (including the boundary pixels)

- (iii) Faktor bentuk objek tersebut

Shape factor of the object



Vektor arah
Direction vectors

Rajah S5[b]
Figure Q5[b]

(55 markah)

- [c] Rajah S5[c] dalam Lampiran A menunjukkan imej binari yang dikenakan operasi morfologi pembukaan, iaitu hakisan diikuti dengan pengembangan. Dengan menganggap bahawa pixel hitam ialah latar hadapan, tunjukkan hasil operasi hakisan dan pengembangan pada imej-imej yang diberikan. Asingkan halaman dalam Lampiran A dan hantarkannya bersama skrip jawapan anda.

Figure Q5[c] in Appendix A shows a binary image that is subjected to the opening morphological operation, that is erosion followed by dilation. By considering the black pixels as the foreground, show the results of the erosion and dilation operation on the images provided. Detach the page in Appendix A and submit it together with your answer script.

(30 markah)

- S6. [a] Terangkan sebutan 'ruang ciri'. Lakarkan ruang ciri tipikal untuk mengklasifikasi dua kumpulan objek dengan menggunakan dua ciri.

Explain the term 'feature space'. Sketch a typical feature space for classifying two groups of objects using two features.

(15 markah)

- [b] Jadual S6 menunjukkan ciri-ciri X_1 dan X_2 yang disari daripada imej bagi tiga jenis produk yang dihasilkan oleh suatu syarikat. Produk-produk tersebut dikumpulkan sebagai Kumpulan A, Kumpulan B dan Kumpulan C.

Dengan bantuan ruang ciri, terbitkan fungsi keputusan linear yang boleh mengklasifikasi (i) Kumpulan A dan Kumpulan B, (ii) Kumpulan B dan Kumpulan C. Seterusnya, tulis syarat bagi mengklasifikasi produk yang tidak diketahui kepada salah satu daripada tiga kumpulan tersebut.

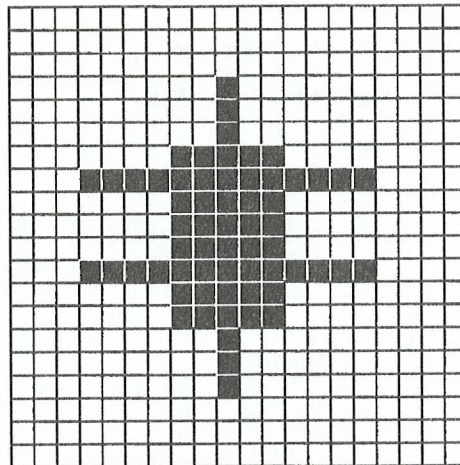
Table Q6 shows the features X_1 and X_2 extracted from the images of three types of products manufactured by a company. The products are grouped as Group A, Group B and Group C.

With the aid of a feature space, derive the linear decision function that can classify (i) Group A and Group B, (ii) Group B and Group C. Hence, write down the conditions for classifying an unknown product into one of three groups.

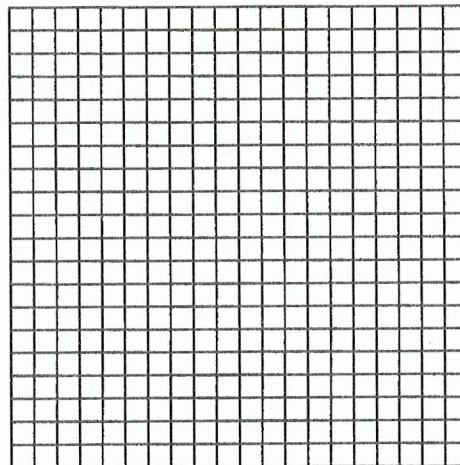
Industrial Machine Vision

(To be detached and submitted together with the answer scripts)

Rajah S5[c]
Figure Q5[c]



Erosion using 3×3 structuring element



Dilation using 3×3 structuring element

