
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
[Peperiksaan Semester Pertama]

Academic Session 2008/2009
[Sidang Akademik 2008/2009]

November 2008

CCS513 – Computer Vision dan Image Analysis
[Penglihatan Komputer and Analisis Imej]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
[ARAHAN KEPADA CALON:]

- Please ensure that this examination paper contains **FOUR** questions in **ELEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT** soalan di dalam **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

- Answer **ALL** questions.

*[Jawab **SEMUA** soalan.]*

- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.]

1. In order to digitally preserve a set of very old photographs, you had used a cheap scanner. After diligently scanning the entire photo album, you notice that most of the images turned out rather blurred due to the low-quality optics used in your cheap scanner. Apart from that, the original photos were over-exposed or under-exposed resulting in images with poor contrast. This is primarily due to old film-processing and camera technology available back in early 1900's. A sample images is shown in Figure 1.



Figure 1

- (a) Having studied Digital Image Processing at the university, you decide to digitally improve the images. Describe the steps you would take to improve the quality of the image.

(10/30)

- (b) A digital image was convolved with a filter of the form:

0	$\frac{1}{8}$	0
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$
0	$\frac{1}{8}$	0

State what type of filtering the above kernel performs on the image and describe the resulting changes in the visual appearance of the image.

Describe the kernel's response to:

- (i) a step-type edge.
- (ii) a ramp-type edge.
- (iii) a single bright pixel on dark background.

Illustrate your answer either with sketches of line profiles or with numerical examples.

(10/30)

- (c) The following question is based on this case study:

A medical image consists of major organs such as liver, pancreas and stomach. It also consists of blood vessels. This image is corrupted by Gaussian noise. It is required to process the image in the following manner:

Case 1: The image is used to examine any possible blockages in the blood vessels. This requires the removal of the Gaussian noise and subsequent segmentation of the blood vessels by tracking their edges.

Case 2: The image is to be used in a classroom to explain the location and shape of the major abdominal organs without paying attention to the blood vessels. Here it is required to remove the Gaussian noise and segment the image such that the output image contains only these major organs without the blood vessels.

For each of the case above, given that a Gaussian filter may be used to remove the noise, what would be your choice for the filter parameters μ and σ . You may use relative terms such as larger than, smaller than, large, small etc to describe your answers.

(10/30)

2. (a) Describe the ISODATA automatic thresholding algorithm. For the image given in Figure 2, derive the optimal threshold level for the 7x7 image. You may state any necessary assumptions.

100	100	120	122	113	94	99
99	101	140	144	121	95	99
99	102	224	222	228	95	80
98	99	220	221	220	94	89
97	116	213	210	222	95	84
99	118	145	140	134	93	83
101	120	130	129	128	92	88

Figure 2

(10/25)

- (b) An image as presented in Figure 3 needs to be segmented using thresholding. Suggest an approach to perform the thresholding effectively in view of the non-uniform lighting.

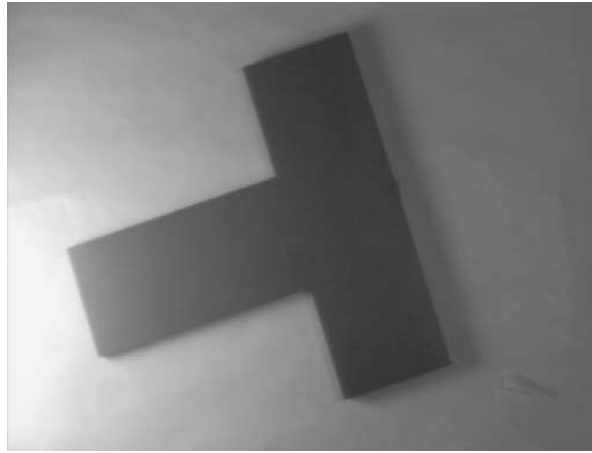


Figure 3

(7/25)

- (c) Describe briefly the region split and merge algorithm for image segmentation.

(8/25)

3. (a) An image database contains silhouettes of military aircraft taken from ground-based cameras. In total there are 100 images of aircrafts in the database depicting 4 different aircraft models. Several sample images are shown in Figure 4. The orientation and the location of the aircraft in the images vary from one image to another. Assume that the object is successfully segmented from its background using automatic thresholding.



Figure 4

- (i) Suggest a method to compute the exact location of the aircraft and its orientation with respect to the image origin.
(5/25)
- (ii) Suppose there is a need to differentiate different models of aircraft. Suggest **two (2)** shape descriptors that would be effective in such an application. Provide a short description of each descriptor you have suggested.
(5/25)
- (iii) The aircrafts were flying at different altitudes and heading when the images were acquired. Comment on whether scale and rotation invariance of the shape descriptors would be crucial in such application. Why?
(3/25)
- (b) Perform a sequence of dilation operation followed by an erosion operation on the sample image shown in Figure 5(a) using the structuring element shown in Figure 5(b). The greyed pixel indicates the origin of the image and the structuring element.

					1	1
	1	1			1	1
	1	1	1	1		
		1	1	1		
	1	1	1	1		1
			1	1	1	1
	1	1		1	1	1

Figure 5(a): Image

1	1	
1	1	
	1	

Figure 5(b): Structuring Element

(12/25)

4. (a) In an object classification experiment, shape features were used together with a supervised neural network. In the supervised approach, there is a training and testing stage. $1/3$ of the dataset was used for training, while $2/3$ of the remaining dataset was used for testing the trained neural network.
- (i) It was noted that the classification accuracy for the training set was extremely good. However, when the trained neural network was tested against the test set, the results were disappointingly poor. Explain the phenomenon that has occurred here.
(5/20)
- (ii) Assuming that only 2 image features were used, draw the possible decision boundary that was obtained by the neural network training.
(5/20)
- (iii) Sketch a generalized decision boundary which would result in better classification.
(5/20)
- (b) Differentiate between Minimum Distance Classifier and k-NN Classifier. Use a simple diagram to aid your explanation.
(5/20)

KERTAS SOALAN DALAM VERSI BAHASA MALAYSIA

[CCS513]

- 7 -

1. Bagi memelihara secara digital satu set fotograf yang lama, anda telah menggunakan sebuah pengimbas kos rendah. Setelah mengimbas seluruh album foto tersebut, anda mendapati bahawa kebanyakan imej yang terhasil agak kabur disebabkan alatan optik berkualiti rendah yang digunakan dalam pengimbas anda. Selain dari itu, foto asal mempunyai kontras yang rendah kerana terlebih dedahan atau terkurang dedahan. Ini akibat teknik pemprosesan filem dan teknologi kamera yang lama disekitar tahun 1900'an. Satu contoh imej ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1

- (a) Setelah mempelajari Pemprosesan Imej Digital di universiti, anda bercadang untuk memperbaiki kualiti imej tersebut secara digital. Terangkan langkah-langkah yang akan anda ambil untuk tujuan ini.

(10/30)

- (b) Satu imej digital telah diaplikasikan dengan penuras:

0	$\frac{1}{8}$	0
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$
0	$\frac{1}{8}$	0

Nyatakan jenis penurasan yang dilaksanakan oleh penuras tersebut ke atas imej dan terangkan perubahan yang terhasil dalam penampilan imej.

Terangkan juga hasil penuras kepada:

- (i) tepian jenis tangga.
- (ii) tepian jenis tanjakan.
- (iii) piksel tunggal dalam imej berlatarbelakang gelap.

Gunakan lakaran profil garisan atau contoh bernombor untuk menerangkan jawapan anda.

(10/30)

- (c) Soalan berikut adalah berdasarkan kajian kes di bawah:

Satu imej perubatan menunjukkan organ-organ seperti hati, pundi hempedu dan perut. Ia juga mengandungi salur-salur darah. Imej ini dicemari dengan hingar Gaussian. Adakah diperlukan untuk memproses imej tersebut mengikut turutan berikut:

Kes 1: Imej ini digunakan untuk memeriksa sebarang sekatan dalam salur-salur darah. Ini memerlukan penyingkiran hingar Gaussian diikuti oleh segmentasi salur-salur darah dengan menuruti tepian-tepian salur darah.

Kes 2: Imej ini perlu digunakan dalam kelas pengajaran bagi menerangkan lokasi dan bentuk organ-organ abdomen utama tanpa menumpukan perhatian kepada salur-salur darah. Di sini ia memerlukan penyingkiran hingar Gaussian diikuti segmentasi imej supaya imej hasilan mengandungi hanya organ-organ utama tanpa salur-salur darah.

Bagi setiap kes di atas, penuras Gaussian boleh digunakan untuk menyingkirkan hingar, apakah pilihan anda bagi pembolehubah penuras μ dan σ . Anda boleh menggunakan kata kunci relatif seperti lebih besar daripada, lebih kecil daripada, besar, kecil atau sebagainya untuk menerangkan jawapan anda.

(10/30)

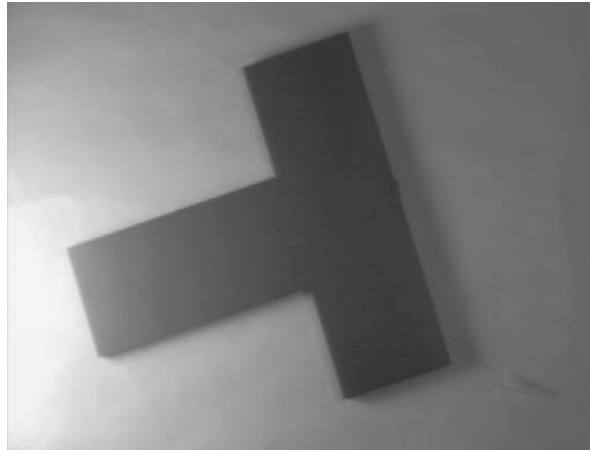
2. (a) Terangkan algoritma pengembangan ISODATA. Bagi imej yang diberikan dalam Rajah 2.

100	100	120	122	113	94	99
99	101	140	144	121	95	99
99	102	224	222	228	95	80
98	99	220	221	220	94	89
97	116	213	210	222	95	84
99	118	145	140	134	93	83
101	120	130	129	128	92	88

Rajah 2

(10/25)

- (b) Imej yang dipaparkan dalam Rajah 3 perlu disegmen menggunakan pengambangan. Cadangkan **satu (1)** kaedah pengambangan yang efektif dengan mengambilkira pencahayaan yang tidak sekata.



Rajah 3

(7/25)

- (c) Terangkan secara ringkas algoritma pisah dan cantum bagi segmentasi imej.

(8/25)

3. (a) Satu pangkalan data imej mengandungi imej-imej bentuk kapal terbang tentera yang diambil dari kamera darat. Terdapat sejumlah 100 imej dalam pangkalan data tersebut yang memperincikan imej-imej bagi 4 model kapal terbang berbeza. Beberapa contoh imej yang terdapat dalam pangkalan data tersebut dipaparkan dalam Rajah 4. Orientasi serta lokasi kapal-kapal terbang berbeza dari satu imej ke satu imej yang lain. Anggap bahawa bentuk kapal terbang tersebut telahpun disegmen secara sempurna dari latar belakangnya menggunakan teknik pengambangan.



Rajah 4

- (i) Cadangkan satu kaedah untuk mendapatkan lokasi kapal terbang serta orientasinya merujuk kepada asalan imej.
(5/25)
- (ii) Andai terdapat keperluan untuk membezakan model-model berbeza kapal terbang tersebut. Cadangkan **dua (2)** cirian bentuk yang efektif untuk digunakan dalam aplikasi sebegini. Bagi setiap cirian yang anda cadangkan, berikan huraian ringkas.
(5/25)
- (iii) Kapal-kapal terbang tersebut terbang pada altitude berbeza dan dalam arah berbeza sewaktu imej diambil. Berikan komen anda jika ketidakbezaan (invariance) bagi cirian bentuk adalah penting bagi aplikasi ini. Kenapa?
(3/25)
- (b) Laksanakan turutan operasi pengembangan diikuti dengan operasi hakisan bagi imej yang ditunjukkan dalam Rajah 5(a) menggunakan elemen penstrukturan yang ditunjukkan dalam Rajah 5(b). Pikel kelabu menandakan asalan imej dan asalan bagi elemen penstrukturan.

					1	1
	1	1			1	1
	1	1	1	1		
		1	1	1		
	1	1	1	1		1
			1	1	1	1
	1	1		1	1	1

Rajah 5(a): Imej

1	1	
1	1	
	1	

Rajah 5(b): Elemen Penstrukturan

(12/25)

4. (a) Dalam satu eksperimen pengklasifikasian objek, cirian bentuk telah digunakan bersama rangkaian neural diselia. Dalam teknik pembelajaran berpenyelia, terdapat langkah latihan dan langkah ujian. $1/3$ dari set data tersebut digunakan untuk latihan manakala $2/3$ dari set data digunakan untuk menguji rangkaian neural yang telah dilatih.
- (i) Didapati bahawa kejituan klasifikasi bagi set latihan adalah sangat baik, tetapi apabila rangkaian neural yang dilatih itu diuji, keputusan yang didapati adalah sangat buruk. Terangkan fenomena yang telah berlaku.
- (5/20)
- (ii) Anggap bahawa hanya 2 cirian bentuk digunakan, lakarkan sempadan keputusan yang telah dihasilkan oleh rangkaian neural yang telah dilatih dalam Soalan 4(a).
- (5/20)
- (iii) Lakarkan sempadan keputusan am yang dapat menjamin keputusan yang lebih baik.
- (5/20)
- (b) Bezakan diantara Pengkelas Jarak Terdekat dan Pengkelas k-NN. Gunakan satu lakaran mudah untuk menerangkan jawapan anda.
- (5/20)