
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2013/2014 Academic Session

December 2013 / January 2014

EPE 462 – Industrial Machine Vision
[Penglihatan Mesin Industri]

Duration : 3 hours
Masa : 3 jam

Please check that this examination paper contains ELEVEN printed pages and FIVE questions before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS mukasurat bercetak dan LIMA soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.]

INSTRUCTIONS : Answer **ALL FIVE (5)** questions. You may answer all questions in **English** OR **Bahasa Malaysia** OR a combination of both.

[ARAHAN : Jawab **SEMUA LIMA (5)** soalan. Calon boleh menjawab semua soalan dalam **Bahasa Malaysia** ATAU **Bahasa Inggeris** ATAU kombinasi kedua-duanya.]

Answer to each question must begin from a new page.

[Jawapan untuk setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

- Q1. [a] Give any FIVE (5) benefits of a machine vision system in the manufacturing industry.**

Berikan mana-mana LIMA (5) manfaat sistem penglihatan mesin di dalam industri pembuatan.

(10 marks/markah)

- [b] Sketch a block diagram of the generic vision system model and label all the elements in the model. Briefly explain the main function of each element in the model.**

Lakarkan gambarajah blok bagi sistem penglihatan mesin generik dan labelkan kesemua elemen di dalam model tersebut. Terangkan dengan ringkas fungsi-fungsi utama setiap elemen tersebut.

(25 marks/markah)

- [c] Explain the following terms used in machine vision: pixel value, image feature, image histogram, gray scale image and binary image.**

Terangkan istilah-istilah berikut yang digunakan dalam penglihatan mesin: nilai piksel, ciri imej, histogram imej, imej skala kelabu dan imej binary.

(10 marks/markah)

- [d] (i) Explain the difference between image sampling and quantization**
- (ii) If a gray scale image is quantized using 16-bit, determine the minimum and maximum intensities in the resulting image.**
- (iii) Five 2432×2050 pixel RGB images were captured using a digital camera. Determine the storage space required if each image is quantized using (i) 8-bit and (ii) 16-bit.**

(i) Terangkan perbezaan antara pensampelan imej dan pengkuantuman.

(ii) Jika imej skala kelabu dikuantumkan dengan 16-bit, tentukan nilai minimum dan maximum bagi keamatan dalam imej yang terhasil.

(iii) Lima imej RGB 2432×2050 piksel dirakam dengan menggunakan kamera digital. Tentukan ruang penyimpanan yang diperlukan jika setiap imej dikuantumkan dengan menggunakan 8-bit dan 16-bit.

(40 marks/markah)

- [e] **What is the difference between interlace and progressive scanning as used in CCD cameras? What is the advantage of interlace scanning compared to progressive scanning?**

Apakah berbezaan antara pengimbasan 'interlace' dan progresif? Apakah kelebihan pengimbasan 'interlace' dibandingkan dengan pengimbasan progresif?

(15 marks/markah)

- Q2. [a] **Explain the difference between image enhancement and image restoration used in processing digital images. Give TWO (2) examples of each type of operation.**

Terangkan perbezaan antara peningkatan imej dan pembaikpulihan imej yang digunakan dalam pemprosesan imej-imej digital. Berikan DUA (2) contoh bagi setiap jenis operasi.

(10 marks/markah)

- [b] **Explain the difference between histogram stretching and histogram equalization. Illustrate using histograms before and after each operation.**

Terangkan perbezaan antara regangan histogram dan penyamaan histogram. Ilustrasi dengan menggunakan histogram sebelum dan selepas setiap operasi.

(10 marks/markah)

- [c] **Figure Q2[c] shows the histogram of an image. Write the algorithms (codes) to threshold the input image to obtain each of the following outputs:**

- (i) **Pixel values between T_1 and T_2 are set to 0 while others are set to 255.**
- (ii) **Pixel values below T_1 and above T_2 are set to 0 while others are set to 255.**

Rajah S2[c] menunjukkan histogram bagi suatu imej. Tulis algoritma (kod) untuk mengambang imej input untuk mendapatkan setiap output berikut:

- (i) *Nilai-nilai piksel di antara T_1 dan T_2 diset kepada 0 manakala yang lain diset kepada 255.*
- (ii) *Nilai-nilai piksel di bawah T_1 dan ke atas T_2 diset kepada 0 manakala yang lain diset kepada 255*

(20 marks/markah)

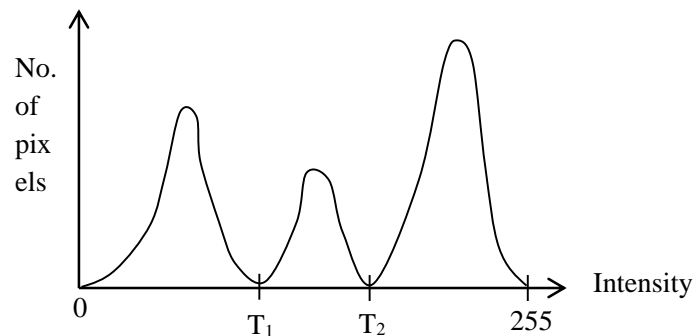


Figure Q2[c]
Rajah S2[c]

[d] **Figure Q2[d] shows the pixel values inside an 8-bit gray scale image. Determine the output pixel value at the pixel location shown (circled) if the image is subjected to the following filtering operations:**

- (i) **average filtering using 1x5 mask.**
- (ii) **median filtering using 3x3 mask.**
- (iii) **mode filtering using 3x3 mask.**
- (iv) **Gaussian filtering using 1x5 mask and $\sigma = 5$.**

The following 1-D Gaussian function is given:

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

Rajah S2[d] menunjukkan nilai-nilai piksel di dalam imej skala kelabu 8-bit. Tentukan nilai piksel output pada lokasi piksel yang ditunjukkan (dibulatkan) jika imej tersebut melalui operasi-operasi berikut:

- (i) *Penurasan purata menggunakan topeng 1x5*
- (ii) *Penurasan median menggunakan topeng 3x3*
- (iii) *Penurasan mod menggunakan topeng 3x3*
- (iv) *Penurasan Gaussian menggunakan topeng 1x5 dan $\sigma = 5$.*

Fungsi Gaussin 1-D berikut diberikan:

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

56	80	32	30	28	22
40	42	37	55	72	65
31	82	36	77	68	66
46	56	50	49	37	42
75	76	32	56	64	80

Figure Q2[d]*Rajah S2[d]***(50 marks/markah)**

- [e] **List the basic steps involved in the unsharp masking operation. What is the practical application of the unsharp masking operation?**

Senaraikan langkah-langkah asas yang terlibat dalam operasi 'unsharp masking'. Apakah aplikasi praktik bagi proses 'unsharp masking' tersebut?

(10 marks/markah)

- Q3. [a] You as a machine vision engineer are given a task to develop an automatic tokens sorting machine. You are expected to maximize the use of the characteristics of the tokens in Table Q3[a] in your sorting plan for the machine vision system.**

Anda sebagai jurutera penglihatan mesin diberi tugas untuk membangunkan sebuah mesin penyisihan token automatik. Anda diminta supaya memaksimumkan penggunaan ciri-ciri dalaman token seperti yang disenaraikan dalam Jadual S3[a] dalam rancangan penyisihan anda untuk sistem penglihatan mesin ini.

Table Q3[a]*Jadual S3[a]*

Token / token	Characteristics of the token / <i>Ciri-ciri token</i>			
	Diameter / diameter	Uncertainty in diameter / <i>ketidakpastian dalam diameter</i>	Material composition / komposisi bahan	Colour / warna
\$ 5	18 mm	± 1.0 mm	Bronze clad	Bronze
\$ 10	17 mm	± 1.0 mm	Cupronickel	Silver
\$ 20	19 mm	± 0.5 mm	Copper-nickel	Silver
\$ 50	23 mm	± 0.5 mm	Copper-nickel	Silver
\$ 100	24 mm	± 1.0 mm	Bronze clad	Bronze

- (i) Give any TWO (2) types of scene constraints that can be exploited in the task of token sorting.

Beri mana-mana DUA (2) jenis kekangan pemandangan yang boleh digunakan dalam tugasan ini untuk penyisihan token.

(10 marks/markah)

- (ii) Using a decision tree diagram, plan your sorting method with appropriate scene constraints.

Dengan menggunakan rajah pokok keputusan, rancang kaedah penyisihan anda dengan menggunakan kekangan-kekangan pemandangan yang sesuai.

(20 marks/markah)

- [b] With appropriate sketches and labels, illustrate the following lighting methods used in a machine vision system. Give ONE (1) example of application for each type of lighting methods.

Dengan lakaran dan label yang sesuai, gambarkan kaedah-kaedah pencahayaan yang digunakan dalam sistem penglihatan mesin berikut. Berikan SATU (1) contoh aplikasi bagi setiap kaedah pencahayaan ini.

- (i) Light-field illumination back lighting

Pencahayaan belakang medan terang

(10 marks/markah)

(ii) Dark-field illumination backlighting*Pencahayaannya belakang medan gelap***(10 marks/markah)****[c] (i) Explain the magnification mechanism of****(a) the close up lens****(b) the extension tube attached to a camera.***Terangkan mekanisma pembesaran dengan penggunaan**(a) kanta 'close-up'**(b) tiub lanjutan yang dipasang pada kamera.***(10 marks/markah)****(ii) In a machine vision system design, an extension tube is used to increase the magnification capability of the camera. It is known that the camera has a lens with focal length of 30 mm and an intrinsic magnification of 0.25 \times .***Dalam rekabentuk satu mesin sistem penglihatan, tiub lanjutan digunakan untuk meningkatkan keupayaan pembesaran kamera. Diberitahu bahawa kamera ini mempunyai kanta dengan panjang fokus 30 mm dan pembesaran intrinsik 0.25 \times .***a. Determine the lens-to-sensor distance in the camera.***Tentukan jarak kanta-ke-penderia di dalam kamera.***(10 marks/markah)****b. Determine the length of the extension tube required so that a magnification of 1.5 \times can be produced.***Tentukan panjang tiub lanjutan tambahan yang diperlukan supaya pembesaran sebanyak 1.5 \times boleh dihasilkan.***(10 marks/markah)**

- c. **Determine the minimum focus distance (object-to-sensor) of the system with the extension tube.**

Tentukan jarak fokus minimum (objek-ke-penderia) bagi sistem ini dengan pemasangan tiub lanjutan tersebut.

(10 marks/markah)

- d. **If a close up lens is used to replace the extension tube to obtain the same magnification of 1.5×, determine the power of lens (dioptr) required.**

Jika kanta 'close-up' digunakan untuk menggantikan tiub lanjutan untuk mendapatkan pembesaran yang sama, iaitu sebanyak 1.5×, tentukan kuasa kanta (dioptr) yang diperlukan.

(10 marks/markah)

- Q4. [a] State FOUR (4) characteristics that should be possessed by the ideally segmented regions within an image.**

Nyatakan EMPAT (4) ciri-ciri yang perlu dimiliki oleh kawasan-kawasan terbahagi secara sempurna dalam satu imej.

(20 marks/markah)

- [b] Construct the run code for the image of an object shown in Figure Q4[b]. Using the run code, determine the**

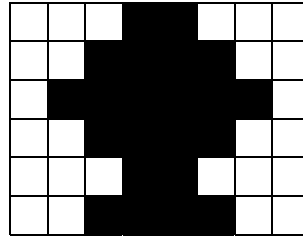
- (i) perimeter**
- (ii) area and**
- (iii) the shape factor of the object.**

(Note: the black pixels represent the foreground (object) while the white pixels represent the background.)

Bina kod larian bagi imej objek yang ditunjukkan dalam Rajah S4[b]. Dengan menggunakan kod larian ini, tentukan

- (i) perimeter*
- (ii) keluasan dan*
- (iii) faktor bentuk objek ini.*

(Nota: Pikel hitam mewakili latar depan (objek) manakala piksel putih mewakili latar belakang)

**Figure Q4[b]***Rajah S4 [b]***(30 marks/markah)**

- [c] (i) **State any TWO (2) of the effects of each of the morphological operations (erosion and dilation) in a binary image.**

Nyatakan mana-mana DUA (2) kesan operasi morfologi (hakisan dan pengembangan) dalam satu imej binary.

(10 marks/markah)

- (ii) **A grayscale image and the structuring element are shown in Figure Q4[c], generate the images after grayscale opening operation. The structuring element should be confined within the image.**

Satu imej berskala kelabu dan elemen struktur yang ditunjukkan di dalam Rajah S4[c], hasilkan imej selepas operasi membuka dalam skala kelabu. Elemen struktur perlu terkandung di dalam imej.

15	45	47	54	51	42	49
23	36	48	65	74	51	48
19	50	56	63	69	45	54
22	49	89	88	71	78	34
26	55	76	98	85	50	33
31	52	68	77	40	61	63
35	57	58	67	51	68	72

0	1	0
1	1	1
0	1	0

Figure Q4[c]*Rajah S4[c]***(40 marks/markah)**

- Q5. [a] Explain the terms “matched filtering” in the context of pattern classification and describe the process of the “matched filtering”.**

Jelaskan istilah "penapisan pepadanan" dalam konteks klasifikasi corak dan terangkan proses "penapisan pepadanan".

(15 marks/markah)

- [b] Given the image in Figure Q5[b], construct the correlation array and determine the most likely position of the object as define by the template.**

Diberikan imej dalam Rajah S5[b], bina tatasusunan korelasi dan tentu kedudukan yang paling mungkin objek yang ditakrifkan oleh templat itu.

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

Image

1	0	0
1	1	1
1	0	1

Template

Correlation array

Figure Q5[b]

Rajah S5[b]

(25 marks/markah)

- [c] With the aid of sketch, differentiate the feed forward network and feedback network in neural network used for pattern recognition. State the appropriate types of supervised learning for both networks.**

Dengan bantuan lakaran, bezakan rangkaian suap hadapan dan rangkaian suap balik dalam rangkaian neural yang digunakan untuk pengesanan corak. Nyatakan jenis pembelajaran terselia yang sesuai untuk kedua-dua rangkaian ini.

(20 marks/markah)

- [d] Two unknown patterns, X and Y with feature vectors of $(4, 5)$ and $(5, 4)$ each, need to be classified into their own cluster. Given that there are three clusters and some sample patterns as summarized in Table Q5[d].

Dua corak yang tidak diketahui, X dan Y dengan vektor-vektor sifat $(4, 5)$ dan $(5, 4)$ masing-masing, perlu diklasifikasikan dalam kelompok sendiri. Diberikan tiga kelompok dan beberapa corak sampel yang diringkaskan di dalam Jadual S5[d].

Table Q5[d]
Jadual S5[d]

Cluster / kelompok	Feature vectors of sample patterns / Vektor sifat bagi corak sampel
A	$(1, 2), (1, 3), (2, 2)$
B	$(3, 8), (4, 8), (4, 9)$
C	$(7, 5), (7, 6), (8, 6)$

By utilizing the linear decision surface approach,

- (i) construct the linear decision functions on the graph paper
- (ii) determine the clusters should the two unknown patterns, X and Y with feature vectors belongs to.

Dengan menggunakan pendekatan permukaan keputusan linear,

- (i) lukiskan fungsi-fungsi keputusan linear dalam kertas graf dan
- (ii) tentukan kelompok bagi kedua-dua corak yang tidak diketahui, X dan Y ini dengan sifat vektor milikannya.

(40 marks/markah)