

SULIT



First Semester Examination
2022/2023 Academic Session

February 2023

EEM422 – Machine Vision
(Penglihatan Mesin)

Duration : 2 hours
(Masa : 2 jam)

Please check that this examination paper consists of **TWELVE (12)** pages of printed material including appendix before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** muka surat yang bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This question paper consists FOUR (4) questions. Answer THREE (3) questions: TWO (2) from Section A and ONE (1) from Section B. All questions carry the same marks.

[Arahan : Kertas soalan ini mengandungi EMPAT (4) soalan. Jawab TIGA (3) soalan: DUA (2) dari Bahagian A dan SATU (1) dari Bahagian B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

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

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

...2/-

SULIT

SECTION A
BAHAGIAN A

- 1 (a) List three examples each for use of line scan cameras and area scan cameras.

Senaraikan tiga contoh setiap satu untuk penggunaan kamera imbasan garisan dan kamera imbasan kawasan.

(30 marks/markah)

- (b) Given an image and a template as shown in the Figure 1(a) and 1(b) respectively

Diberi imej dan templat masing-masing seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1(a) dan 1(b)

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

0	1	0
0	1	1
0	1	0

(a) Image, I

(b) Template, T

(a) Imej I

(b) Templat T

Figure 1

Rajah 1

The formula for SAD and SSD are given as follows:

Formula untuk mengira SAD dan SSD adalah seperti berikut:

$$SAD(I, T) = \sum_{i,j=1}^n |I_{i,j} - T|$$

$$SSD(I, T) = \sum_{i,j=1}^n [I_{i,j} - T]^2$$

- (i) Calculate the SAD and SSD for the shaded region of the image in Figure 1(a) using the template given in Figure 1(b). Based on value calculated on SAD and SSD, discuss how the recognition is carried out using template matching for the example above.

Kirakan SAD dan SSD untuk kawasan yang berwarna kelabu pada imej dalam Rajah 1(a) menggunakan templat yang diberi dalam Rajah 1(b). Berasaskan nilai yang dikirakan, bincangkan bagaimana pengecaman boleh dilakukan menggunakan cara pemadanan templat untuk contoh di atas.

(40 marks/markah)

- (ii) Compare and comment on the performance of the two template matching measures when the pattern is in different orientation. What should be changed in the recognition process in order to be able to detect the other rotated pattern?

Banding dan komen tentang prestasi kedua-dua ukuran padanan templat apabila corak berada dalam orientasi yang berbeza. Apakah yang perlu diubah dalam proses pengecaman untuk dapat mengesan corak berputar yang lain?

(30 marks/markah)

2. (a) Given an image sample in Figure 2 captured in a robotic object picking application using machine vision. The black dot in the Figure 2 is the ideal location to pick up the object. Assume that prior calibration has taken place to enable the robot to pick up the object given the image coordinates.

Diberi sampel imej dalam Rajah 2 yang ditangkap dalam aplikasi pengambilan objek robot menggunakan penglihatan mesin. Titik hitam dalam Rajah 2 adalah lokasi yang sesuai untuk mengambil objek. Andaikan bahawa penentuan sebelumnya telah berlaku untuk membolehkan robot mengambil objek yang diberikan koordinat imej. Nyatakan semua andaian yang telah anda buat.

- (i) What would be the image processing process to get the centre coordinates in terms of image pixel's location for robotic arm to pickup the object. Show and explain how you are going to get the best image coordinate for the robot to pick up the object. State all the assumptions that you have made.

Apakah proses pemrosesan imej untuk mendapatkan koordinat tengah dari segi lokasi piksel imej untuk lengan robot untuk mengangkat objek. Tunjukkan dan terangkan bagaimana anda akan mendapatkan koordinat imej terbaik untuk robot mengangkat objek.

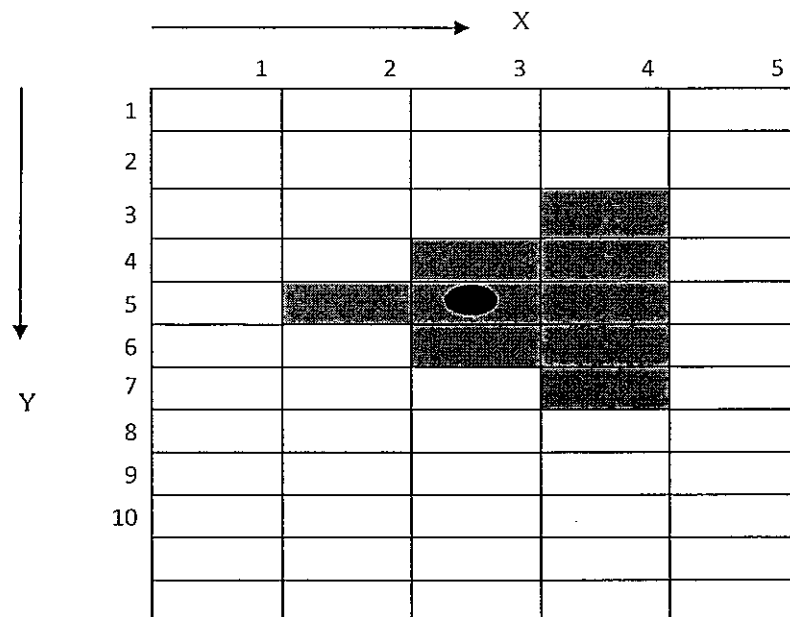


Figure 2

Rajah 2

- (ii) State also the weakness of the proposed approach that you have suggested. Nyatakan juga kelemahan pendekatan cadangan yang telah anda cadangkan.

(60 marks/markah)

...5/-

- (b) Explain and give example of the edge detector based on the first derivative-based and second derivative-based. Compare their performance.

Terang dan beri contoh pengesanan pinggir yang berasaskan pembeza pertama dan pembeza kedua. Bandingkan prestasi kedua-dua jenis pengesanan pinggir tersebut.

(40 marks/markah)

SECTION B

BAHAGIAN B

3. A manufacturing factory manufacture the aluminium rivet as shown in Figure 3. The factory would like to install a machine vision system to measure the length of the aluminium rivet automatically. The length of the rivet is approximately $10 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$.

Sebuah kilang pembuatan rivet aluminium seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Kilang ingin memasang sistem penglihatan mesin untuk mengukur panjang rivet aluminium secara automatik. Panjang rivet adalah lebih kurang $10 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$.

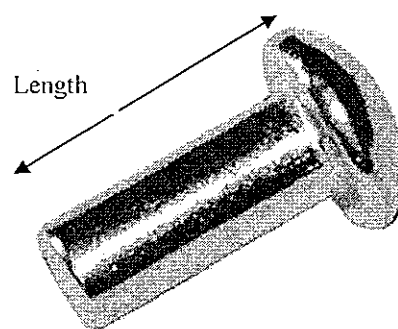


Figure 3.1

Rajah 3.1

...6/-

As a vision system engineer, you are required to design a vision system to perform the measurement. Design the machine vision system based on the the following criteria:

Sebagai jurutera sistem penglihatan, anda dikehendaki mereka bentuk satu sistem penglihatan untuk melaksanakan pengukuran. Reka bentuk sistem penglihatan mesin berdasarkan kriteria berikut:

- (a) The hardware aspect: suggest camera, lens, and lighting system. Show all the calculation and give all justification for the camera and lens selection, and lighting consideration. You are restricted by the availability of the camera and lens in Table A.1 and Table A.2 in Appendix A.

Aspek perkakasan: cadangkan kamera, kanta dan sistem pencahayaan. Tunjukkan semua pengiraan dan berikan semua justifikasi untuk pemilihan kamera dan lensa, serta pertimbangan pencahayaan. Anda dihadkan oleh ketersediaan kamera dan kanta dalam Jadual A.1 dan Jadual A.2 dalam Lampiran A.

(50 marks/markah)

- (b) The software algorithm: design the algorithm and explain the overall process flow of the software to be able to measure the rivet. Give all justification for each of the proposed image processing algorithm. State as well the accuracy of the measurement system of the proposed system.

Algoritma perisian: mereka bentuk algoritma dan terangkan keseluruhan aliran proses perisian untuk pengukuran rivet. Berikan semua justifikasi untuk setiap algoritma pemprosesan imej yang dicadangkan. Nyatakan ketepatan sistem pengukuran sistem yang dicadangkan.

(50 marks/markah)

4. An agriculture company producing potato is interested to install a machine vision system to perform potato grading automatically. The size of potatoes is approximately 160mm (length) ± 10 , 90 ± 10 mm (width), 50mm ± 10 mm(thickness) as shown in Figure 4.1. The potatoes in general have two types, the normal one with good appearance and spheroid shape as shown in Figure 4.2(a). The other type is the one with irregular shape as shown in Figure 4.2(b) bent potato.

Sebuah syarikat pertanian pengeluar kentang berminat untuk memasang sistem penglihatan mesin bagi melaksanakan penggredan kentang secara automatik. Saiz kentang adalah lebih kurang 160mm (panjang) ± 10 , 90 ± 10 mm (lebar), 50mm ± 10 mm(ketebalan) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.1. Kentang secara amnya mempunyai dua jenis, yang normal dengan rupa yang baik dan bentuk sferoid seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.2(a). Jenis yang lain ialah yang bentuknya tidak sekata seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.2 (b) kentang bengkok.

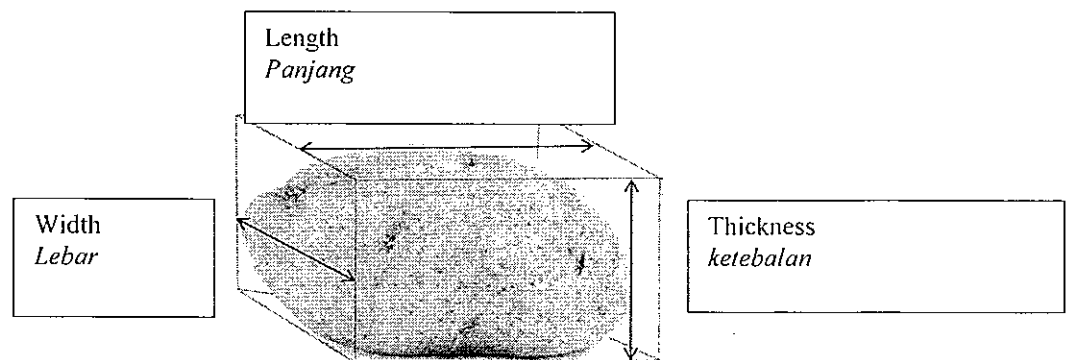


Figure 4.1

Rajah 4.1

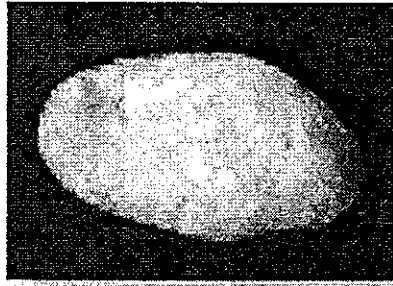
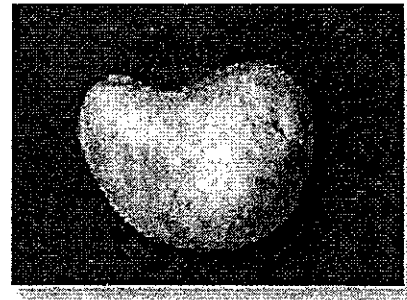


Figure 4.2 a. normal potato

Rajah 4.2 a. potato biasa

b. bent potato

b. potato bengkok

As a vision system engineer, you are required to design a vision system to detect the two different types of potatoes. Design the machine vision system based on the following criteria:

Sebagai jurutera sistem penglihatan, anda dikehendaki mereka bentuk satu sistem penglihatan untuk pengesanan dua jenis kentang. Reka bentuk sistem penglihatan mesin berdasarkan kriteria berikut:

- (a) The hardware aspect: suggest camera, lens and lighting system. Show all the calculation and give all justification for the camera and lens selection, and lighting consideration. You are restricted by the availability of the camera and lens in Table A.1 and Table A.2 in Appendix A.

Aspek perkakasan: cadangkan kamera, kanta dan sistem pencahayaan. Tunjukkan semua pengiraan dan berikan semua justifikasi untuk pemilihan kamera dan lensa, serta pertimbangan pencahayaan. Anda dihadkan oleh ketersediaan kamera dan kanta dalam Jadual A.1 dan Jadual A.2 dalam Lampiran A.

(50 marks/markah)

- (b) The software algorithm: design the algorithm and explain the overall process flow of the software to be able to detect the two types of potatoes. Give all justification for each of the proposed image processing algorithm. Finally discuss weakness of the proposed approach considered the assumption made.

Algoritma perisian: mereka bentuk algoritma dan terangkan keseluruhan aliran proses perisian untuk dapat mengesan dua jenis kentang. Berikan semua justifikasi untuk setiap algoritma pemprosesan imej yang dicadangkan. Akhir sekali bincangkan kelemahan pendekatan yang dicadangkan mempertimbangkan andaian yang dibuat.

(50 marks/markah)

-oooOooo-

APPENDIX A**LAMPIRAN A**

Table A.1 Area-Scan Camera List

Jadual A.1 Senarai kamera imbas Kawasan

no	Camera brand	resolution	Frame rate	Format	Mono /color /NIR	Mount	Price(RM)
1	<u>Bonito PRO X-1250 B/C</u>	4096x3072	142.6	4/3"	color	CS-mount	2000
2	<u>Bonito PRO X-1250-NIR</u>	4096x3072	142.6	4/3"	NIR	CS-mount	12000
3	<u>Guppy Pro F-046 B/C</u>	780x580	32	1/2"	color	C-mount	900
4	<u>Guppy Pro F-146 B/C</u>	1392x1040	17	1/2"	mono	C-mount	500
5	<u>Guppy Pro F-201 B/C</u>	1628x1236	14	1/1.8"	color	C-mount	1000
6	<u>Guppy-046 B/C</u>	780x582	49	1/2"	Mono	CS-mount	400
7	<u>Guppy-080 B/C</u>	1034x778	30	1/3"	Mono	CSmount	500
8	<u>Guppy-146 B/C</u>	1392x1024	17	1/2"	Color	C-mount	1000
9	<u>Mako 095B/C</u>	1292x734	42.8	1/3"	Color	CS-mount	900
10	<u>Mako 192B/C</u>	1600x1200	60	1/1.8"	Color	CS-mount	1500
11	<u>Mako G-125B/C</u>	1292x964	30	1/3"	Color	CS-mount	1000
12	<u>Mako G-223 NIR</u>	2048x1088	49.5	2/3"	NIR	C-mount	10000
13	<u>Mako G-419 NIR</u>	2048x2048	26.3	1"	NIR	CS-mount	15000
14	<u>Mako G-419B/C</u>	2048x2048	26.3	1"	mono	C-mount	1000
15	<u>Mako G-507B/C</u>	2464x2056	23.7	2/3"	mono	C-mount	1500
16	<u>Mako G-508B POL</u>	2464x2056	24	2/3"	color	C-mount	3500

Table A.2 List of lenses

Jadual A.2 Senarai Kanta

No	brand	Format	Focal length(mm)	Lens quality	Fstop	MOD(m)	Mount	Price (RM)
1	IstVision	1/2"	6	1MP	1.4	0.1	cs mount	300
2	IstVision	1"	6	3MP	1.8	0.1	c mount	800
3	Fujinon	1/2"	6	1.5MP	1.2	0.1	c mount	400
4	Fujinon	2/3"	6	5MP	1.9	0.1	cs mount	900
5	Kowa	1/2"	6	3MP	1.4	0.2	cs mount	800
6	IstVision	2/3"	8	2MP	1.4	0.1	c mount	500
7	IstVision	2/3"	8	1MP	1.3	0.15	c mount	400
8	IstVision	1"	8	2MP	1.4	0.1	c mount	500
9	Computar	2/3"	8	9MP	2.4	0.05	c mount	1000
10	Computar	2/3"	8	9MP	2.4, 4, 5.	0.05	cs mount	1000
11	Fujinon	2/3"	8	5MP	1.8	0.1	cs mount	900
12	IstVision	1/2"	12	1MP	1.4	0.25	cs mount	200
13	IstVision	2/3"	12	2MP	1.4	0.1	cs mount	500

14	Computar	2/3"	12	9MP	2.4, 4, 5.	0.1	c mount	1000
15	Computar	1.1"	12	5MP	2.8	0.3	c mount	500
16	IstVision	2/3"	16	1MP	1.4	0.1	c mount	400
17	IstVision	1"	16	2MP	1.4	0.3	c mount	500
18	Computar	2/3"	16	9MP	2	0.2	cs mount	1000
19	Computar	2/3"	16	2MP	2	0.2	cs mount	500
20	Tamron	1.1"	16	5MP	1.8	0.3	cs mount	900
21	IstVision	2/3"	25	3MP	1.4	0.2	cs mount	800
22	IstVision	2/3"	25	1MP	1.4	0.25	c mount	200
23	IstVision	1"	25	2MP	1.4	0.3	c mount	400
24	Fujinon	2/3"	35	5MP	1.9	0.2	c mount	400
25	Fujinon	1"	35	1.5MP	1.4	0.2	c mount	200
26	Fujinon	1.1"	35	12MP	1.8	0.2	cs mount	1200
27	Kowa	2/3"	35	3MP	2	0.2	cs mount	800
29	IstVision	2/3"	50	1MP	2.8	0.5	cs mount	400
30	IstVision	1"	50	2MP	1.4	0.5	cs mount	500
31	Computar	2/3"	50	9MP	2.8, 4, 5.	0.4	c mount	1000
32	Computar	2/3"	50	9MP	2.8	0.4	c mount	1000

Table A.3 Image Sensor format

Jadual A.3 Format Penderia Imej

Image Sensor Penderia imej	Horizontal Mendatar	Vertical Menegak
1/4"	3.2mm	2.4mm
1/3"	4.8mm	3.6mm
1/2"	6.4mm	4.8mm
1/1.8"	7.18mm	5.32mm
2/3"	8.8mm	6.6mm
1"	12.8mm	9.6mm
4/3"	17.3mm	13.0mm

APPENDIX B
LAMPIRAN B

Course Outcomes (COs) – Programme Outcomes (POs) Mapping
Pemetaan Hasil Pembelajaran Kursus – Hasil Program

Questions <i>Soalan</i>	COs	POs
1	1	1
2	2	1
3	3	3
4	3	3