

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

**EEM 422 – MACHINE VISION**  
**[PENGLIHATAN MESIN]**

*Duration 2 hours*  
*[Masa : 2 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of **ELEVEN (11)** pages of printed material before you begin the examination. This examination paper consist of two versions, The English version and Malay version. The English version from page **TWO (2)** to page **SIX (6)** and Malay version from page **SEVEN (7)** to page **ELEVEN (11)**.

*Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEBELAS (11)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini. Kertas peperiksaan ini mengandungi dua versi, versi Bahasa Inggeris dan Bahasa Melayu. Versi Bahasa Inggeris daripada muka surat **DUA (2)** sehingga muka surat **ENAM (6)** dan versi Bahasa Melayu daripada muka surat **TUJUH (7)** sehingga muka surat **SEBELAS (11)**.*

**Instructions:** This question paper consists of **FOUR (4)** questions. Answer **THREE (3)** questions. All questions carry the same marks.

**[Arahan:** Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **TIGA (3)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat 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]**

**ENGLISH VERSION**

1. (a) Explain with example how median filter can remove noise, type of noise that the filter removes and when it will fail.

(40 marks)

(b) Explain the criteria and consideration when designing a machine vision system. Describe them by based on an example of a machine vision system for potato measurement and sorting. The size of the potato is required to be measured by the vision system with an accuracy of 0.1cm. There are three sizes of the potato as shown in Figure 1 and Table 1:

Table 1

Type	Range of sizes (length)
A	$A > 10$ cm (greater than 10 cm)
B	$6 \text{ cm} < B < 10 \text{ cm}$ (between 6 cm and 10 cm)
C	$C < 6$ cm (lower/shorter than 6 cm)

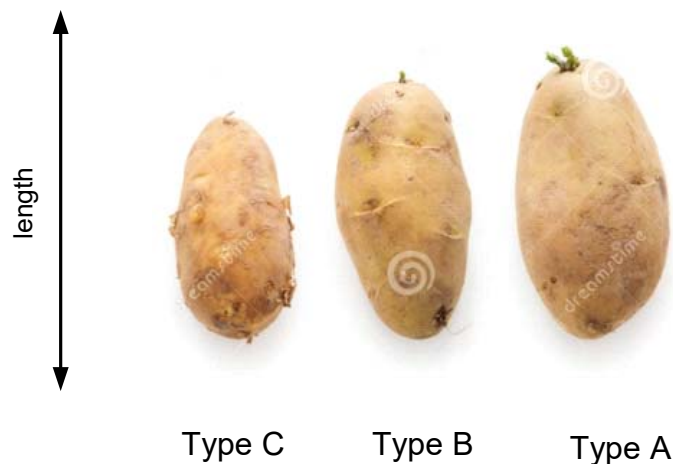


Figure 1 : Three different sizes of potatos

(60 marks)

2. (a) Explain what is segmentation? Given the image in Figure 2(a), suggest a technique with justification that can be used to segment the following:
- (i) the white object only
  - (ii) the dark object only
  - (iii) all the dark and white objects from the background.

(60 marks)

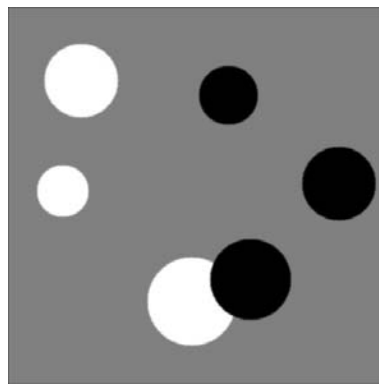


Figure 2(a)

- (b) Given the image (two objects with different orientation in Figure 2(b), suggest one suitable feature and show the proposed feature can be used to differentiate the two objects of different orientation.

(40 marks)

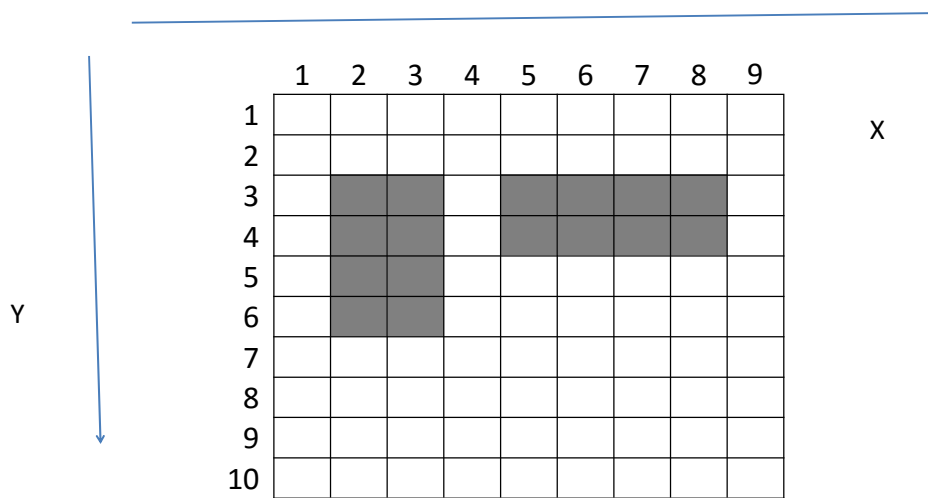


Figure 2(b)

3. An electronic company is seeking help to design a system to inspect chip and verification of the character on the chip as shown in Figure 3. The chip is carried on a tray one by one and a camera is placed on the top to capture image of the chip as shown in Figure 3. The label is white in color and the chip is black color. Design the vision system for the following. State all the assumptions that you make:

(i) Lighting techniques with justification (20 marks)

(ii) Inspection algorithm to detect the character (LM741 CN87) and not other character on the chip.

(50 marks)

(iii) Analyse and review the solution that you give in (ii) in terms of robustness to change of illumination in the environment.

(30 marks)



Figure 3

4. A company is asking the help of a vision company to design a solution for their inspection of cookies as shown in Figure 4(a). The cookies' size is 20mm in radius. The colour of the cookies are brown. The objects travel on the conveyor belt. The estimated distance from the object to the camera system is around 10 cm. The system is required to measure the size of the cookies and as well as identify the defects of the cookies. The inspection system of cookies is required:

- (i) To find out whether the cookies is in proper circular shape or not and
- (ii) To find out whether it is within the acceptable range of size (+/- 10% of radius)

The company has the following cameras shown in Table 4.1 and they have also a few lenses available as shown in Table 4.2. Based on the problem given, answer the following:

- (a) State all the assumption made for the proposed solutions. (10 marks)
- (b) Presentation of cost and accuracy of the camera-lens system (hardware only) for two possible camera- lens combination. Justify the final choice for your selection (50 marks)
- (c) Algorithm for the defect inspection process and measurement process (40 marks)



Figure 4(a) : correct size cookies, defect cookies (smaller size)

Table 4.1  
Camera selection

	Camera 1	Camera 2	Camera 3
Sensor type	Monochrome, area scan	Color Area-scan	Monochrome, Area-scan
Sensor size	1" (12.8mm x *9.6 mm)	1/2"(6.4 mm x *4.8 mm)	2/3"(8.8 mm x *6.6mm)
Frame rate	30 f/s	30 f/s	30 f/s
Resolution	2560x2048	1392 x1040	2456 x2058
Cost	RM 3000.00	RM 5000.00	RM2000.00

Table 4.2  
Lens selection

	Lens 1	Lens 2	Lens 3
Focal length	16mm	25mm	12 mm
Lens format	1"	1/2"	1/2"
Cost	RM 1000.00	RM 1000.00	RM1000.00

**VERSI BAHASA MALAYSIA**

1. (a) Terangkan dengan contoh bagaimana penapis median boleh mengeluarkan hingar, jenis hingar yang boleh ditapis oleh penapis tersebut dan bila ia akan gagal.

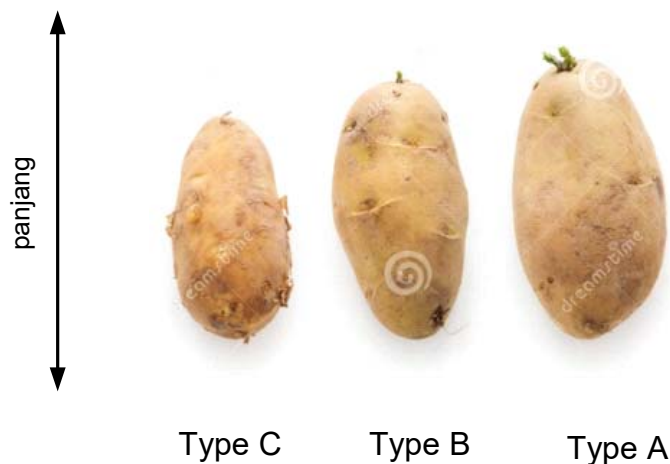
(40 markah)

(b) Terangkan kriteria dan pertimbangan yang dibuat apabila mereka bentuk satu sistem penglihatan mesin. Terangkan mereka berdasarkan satu contoh sistem penglihatan mesin untuk mengukur dan menyusun kentang. Saiz kentang diperlukan untuk diukur oleh sistem penglihatan dengan ketepatan sebanyak 0.1cm. Terdapat tiga saiz kentang seperti di Rajah 1 dan Jadual 1.

(60 markah)

Jadual 1

Jenis	Saiz Julat (Panjang)
A	$A > 10$ cm (lebih daripada 10 cm)
B	$6 \text{ cm} < B < 10$ cm (di antara 6 cm dan 10 cm)
C	$C < 6$ cm (kurang daripada 6 cm)



Rajah 1 : Tiga jenis saiz kentang

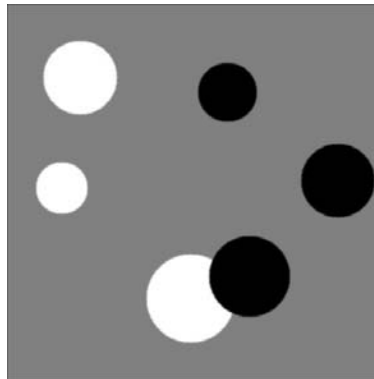
-8-

...8/-  
[EEM 422]

2. (a) Apakah peruasan? Diberi imej dalam Rajah 2(a), cadangkan teknik dengan justifikasi yang boleh digunakan untuk peruasan berikut:

- (i) objek putih sahaja
- (ii) objek yang gelap sahaja
- (iii) semua objek yang gelap dan putih dari latar belakang.

(60 markah)



Rajah 2(a)

(b) Diberi imej (dua objek dengan orientasi berlainan) seperti di Rajah 2(b), cadangkan ciri yang sesuai dan tunjukkan bagaimana ciri yang dicadangkan boleh membezakan objek yang berlainan orientasi.

(40 markah)



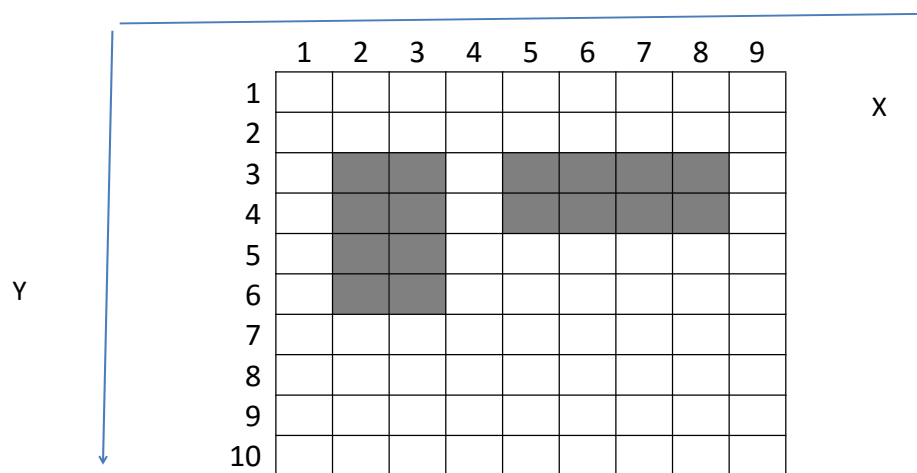


Figure 2(b)

3. Sebuah syarikat elektronik memohon bantuan untuk mereka bentuk sistem penglihatan mesin untuk memeriksa cip dan pengesanan watak pada cip seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Cip itu dihantar di atas dulang dan kamera yang diletakkan di atas untuk menangkap imej cip seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Label adalah berwarna putih dan cip adalah warna hitam. Rekabentuk satu sistem mesin penglihatan untuk yang berikut. Nyatakan semua andaian yang anda buat:
- (i) teknik pencahayaan dengan justifikasi. (20 markah)
  - (ii) algoritma pemeriksaan untuk mengesan aksara (LM741 CN87) dan bukan aksara yang lain pada cip. (50 markah)
  - (iii) Menganalisa dan mengkaji penyelesaian yang anda berikan dalam (ii) dari segi keteguhan kepada perubahan pencahayaan dalam alam sekitar.

(30 markah)

...10/-

-10-

[EEM 422]



Rajah 3

4. Sebuah syarikat meminta bantuan sebuah syarikat mesin penglihatan untuk mereka bentuk satu penyelesaian untuk pemeriksaan cookies seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4(a). Saiz cookies adalah 20mm untuk jejari. Warna cookies adalah coklat. Objek dihantar dalam pengantar. Jarak yang dianggarkan daripada objek ke sistem kamera adalah sekitar 10 cm. Sistem ini diperlukan untuk mengukur saiz cookies dan mengenal pasti kecacatan cookies. Sistem pemeriksaan cookies diperlukan:
- (i) Untuk mengetahui sama ada cookies adalah dalam bentuk bulat yang betul atau tidak dan
  - (ii) Untuk mengetahui sama ada ia adalah dalam julat yang boleh diterima saiz (+/- 10% daripada jejari)

Syarikat itu mempunyai kamera berikut yang ditunjukkan dalam Jadual 4.1 dan mereka juga mempunyai beberapa kanta seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.2. Berdasarkan masalah yang diberikan, jawab berikut:

- (a) Nyatakan semua andaian dibuat untuk penyelesaian yang dicadangkan.  
(10 markah)
- (b) Pembentangan kos dan ketepatan sistem lensa kamera (perkakasan sahaja) untuk dua kemungkinan kombinasi kamera-kanta. Jelaskan pilihan terakhir bagi pilihan anda

(50 markah)

- (c) Algoritma untuk proses pemeriksaan kecacatan dan proses pengukuran  
(40 markah)

-11-

...11/-  
[EEM 422]



Rajah 4(a) : saiz cookies yang betul, cookies yang tidak sempurna (saiz kecil)

Jadual 4.1  
Pilihan kamera

	Kamera 1	Kamera 2	Kamera 3
Jenis sensor	Monokrom, area scan	Color Area-scan	Monokrom, Area-scan
Saiz penerima	1" (12.8mm x *9.6 mm)	½"(6.4 mm x *4.8 mm)	2/3"(8.8 mm x *6.6mm)
Kadar kerangka	30 f/s	30 f/s	30 f/s
Resolusi	2560x2048	1392 x1040	2456 x2058
Kos	RM 3000.00	RM 5000.00	RM2000.00

Jadual 4.2  
Pilihan kanta

	Kanta 1	Kanta 2	Kanta 3
Jarak fokus	16mm	25mm	12 mm
Format kanta	1"	½"	½"
Kos	RM 1000.00	RM 1000.00	RM1000.00

ooo0ooo