

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2006/2007

April 2007

## EEE 355 – ROBOTIK & PENGAUTOMATAN

Masa: 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat dan SATU muka surat LAMPIRAN bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab LIMA soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia.

1. (a) Terangkan secara terperinci kenapa Pemprosesan Imej Digital and Penglihatan Mesin adalah tidak analogi sesama mereka.

*Explain in details why Digital Image Processing and Machine Vision are not analogous to each other.*

(20%)

- (b) Satu kamera ringkas dikenali sebagai kamera 'lubang-pin'. Konsep ini digunakan di dalam kebanyakan kamera termasuk kamera CCD.

*A simple camera is known as 'pin-hole' camera. This concept has been used in many types of camera including CCD camera.*

- (i) Lukiskan satu grafik yang menunjukkan satu kamera 'lubang-pin' dengan menggunakan maklumat berikut.

*Draw a graphical representation of a 'pin-hole' camera with the following information.*

f:fokus, H:tinggi objek, h:tinggi imej, L:jarak mengufuk dari kamera ke objek, l:jarak mengufuk dari kamera ke imej

*f: focus, H: object height, h: image height, L: horizontal object distance from camera, l: horizontal image distance from camera*

(20%)

- (ii) Satu cip kamera CCD yang berdimensi 7 x 7mm, mempunyai 1024 x 1024 elemen, dan dilengkapi dengan 35-mm kanta, difokus ke satu kawasan yang bersegi empat, rata dan terletak pada 0.5m jauh. Berapa banyak pasangan garis bagi setiap mm akan kamera ini boleh leraikan? Tunjukkan kiraan kamu dengan jelas.

*A CCD camera chip of dimensions 7 x 7mm, having 1024 x 1024 elements, and equipped with 35-mm lens, is focused on a square, flat area, located 0.5m away. How many line pairs per mm will this camera be able to resolve? Show your calculation clearly.*

(20%)

- (c) Untuk mendapatkan imej digital, proses seperti 'sampling' dan 'quantization' mesti dilakukan ke atas masukan imej berterusan.

*To yield a digital image, processes of sampling and quantization of the continuous input image have to be performed.*

- (i) Apakah yang dimaksudkan dengan istilah 'sampling' dan 'quantization' di dalam konteks pemprosesan imej digital? Terangkan.

*What do the terms 'sampling' and 'quantization' mean in the context of digital image processing? Explain.*

(20%)

- (ii) Pertimbangkan satu imej digital perduaan dalam Rajah 1. Terdapat dua subset,  $S_1$  dan  $S_2$ , di dalam rajah tersebut. Sekiranya  $V$

( $V$  adalah satu set nilai aras-kelabu untuk mentakrif kesebelahan) adalah 1 ( $V=\{1\}$ ), tentukan sama ada dua subset tersebut adalah 4-kesebelahan atau 8-kesebelahan. Tunjuk dan terangkan penyelesaian kamu.

*Consider a binary digital image in Figure 1. There are two image subsets,  $S_1$  and  $S_2$ , in the figure. For  $V$  ( $V$  is the set of gray-level values used to define adjacency) equals to 1 ( $V=\{1\}$ ), determine whether the two subsets are 4-adjacent or 8-adjacent. Show and explain your solution.*

(20%)

		$S_1$			$S_2$				
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0

Rajah 1  
Figure 1

- 2. (a) Di dalam aplikasi pengecaman aksara, aksara selalunya dibezakan dari latarbelakang dengan memberi nilai 1 dan 0 masing-masing kepada aksara dan latarbelakang.

*In a character recognition application, text/characters are usually distinguished from the background by assigning 1 and 0 to the characters and background, respectively.*

- (i) Cadangkan satu kaedah untuk menukar mukasurat berkaitan ke imej perduaan. Lakarkan fungsi jelmaan tersebut.

*Suggest one method to convert the text pages to binary image, and draw the transformation function.*

(10%)  
...5/-

- (ii) Selepas menukarkan mukasurat tersebut ke imej perdua, apakah prosedur lain di dalam pemprosesan imej digital yang boleh digunakan untuk menyari aksara dari latarbelakang. Terangkan.

*After converting the text page into binary image, what are the other procedures in digital image processing that can be used to best extract the characters from the background? Explain.*

(20%)

- (iii) Bagaimanakah kita menyelesaikan masalah hingar di dalam applikasi sebegini? Pertimbangkan kenyataan berikut di dalam jawapan anda:

"Hingar boleh menyebabkan huruf-huruf aksara pecah dengan ruang sebanyak 1 ke 3 piksel."

*How do we deal with noise in this application?*

*Consider this statement in your answer:*

"Noise may cause broken strings of characters with 1 to 3 pixel gaps."

(30%)

- (b) Anda diberi dua set A dan B di dalam ruang  $Z^2$  di mana  $Z^2$  adalah ruang integer 2-D.

*You are given two sets of A and B in  $Z^2$ , where  $Z^2$  is the 2-D integer space.*

- (i) Dengan menggunakan maklumat di atas, terangkan definisi "refleksi set A" dan "translasi set B dengan titik  $z=(z_a, z_b)$ ".

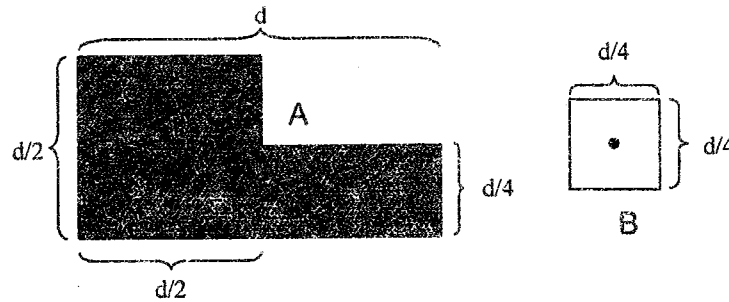
*Using the information above, describe the definitions of "reflection of set A" and "translation of set B by point  $z=(z_a, z_b)$ ".*

(20%)

- (ii) Beri definisi hakisan A oleh B. Lukis hasil hakisan tersebut dengan menggunakan A dan B dalam Rajah 2.

*Define the erosion of A by B. Draw the erosion result using A and B in Figure 2.*

(20%)



Rajah 2  
Figure 2

3. (a) Padanan dengan korelasi adalah kaedah yang selalu digunakan untuk pengecaman objek di dalam imej digital. Satu cara yang terkenal adalah pekali korelasi, diungkapkan dengan  $\rho$ .

*Matching by correlation is a method that is often used to recognize an object in a digital image. One of the famous methods is coefficient correlation, defined by  $\rho$ .*

- (i) Tunjukkan persamaan untuk pengiraan  $\rho$  dan terangkan bagaimana kesamaan dapat diukur dari  $\rho$ .

*Show the equation to calculate  $\rho$  and explain how similarity can be measured from  $\rho$ .*

(40%)

- (ii) Selain dari kaedah pekali korelasi, ada lagi beberapa kaedah yang dapat digunakan untuk mengira kesamaan. Namakan dua dari kaedah-kaedah tersebut dan huraikan bagaimana kesamaan dikira dari kedua-dua kaedah tersebut.

*Besides coefficient correlation method, there are several other methods used to measure similarity. Name two of them and describe how the similarity is computed using these two methods.*

(20%)

- (b) Pertimbangkan imej di dalam Rajah 3. Dengan membuat tanggapan bahawa muka telahpun dikesan (ditunjuk dengan segiempat) dan imej tersebut adalah imej warna, cadangkan satu kaedah untuk mengesan anak mata dari muka yang telah dikesan.

*Consider the image in Figure 3. Assuming that the face has been detected (shown in the rectangle) and the image is color image, propose a method to detect the pupils from the detected face.*

(40%)



Rajah 3  
Figure 3

*(This image has been taken from the following website,  
<http://vasc.ri.cmu.edu/NNFaceDetector/> (January 2007))*

4. (a) Apakah definisi bagi terma *analisa kinematik* bagi satu lengan robot?  
*What is the definition for the term "kinematic analysis" with reference to a robot arm?*

(10%)

- (b) Berikan apakah definisi dan penggunaan parameter Denavit-Hartenberg (D-H) menggunakan rajah yang sesuai.

*Give the definition and usage of Denavit-Hartenberg(D-H) parameters using a suitable diagram.*

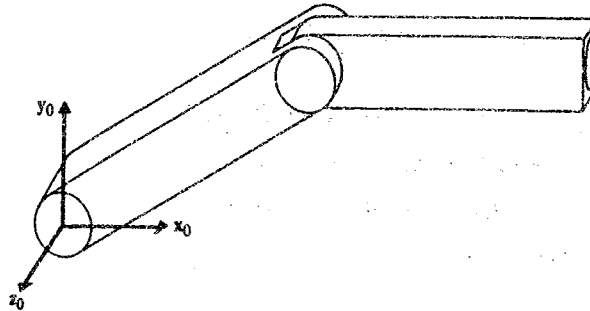
(30%)

- (c) Bagi lengan dengan dua darjah kebebasan ( 2DOF) seperti Rajah 4. Diberi panjang setiap sambungan adalah 1m, tentukan kedudukan kerangka koordinat sambungan dan cari nilai  ${}^0A_1$  dan  ${}^1A_2$ . Tentukan penyelesaian kinematik songsang bagi lengan tersebut.

*A two-degree-of-freedom manipulator is shown in Figure 4. Given that the length of each link is 1m, establish its link coordinate frames and find  ${}^0A_1$  and  ${}^1A_2$ . Find the inverse kinematics solution for this manipulator.*

(60%)





Rajah 4  
Figure 4

5. (a) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan analisa dinamik terus dan analisa dinamik songsang merujuk kepada satu lengan robot.

*Explain the meaning of forward and inverse dynamic analysis with reference to robot arm.*

(20%)

- (b) Berikan dua contoh serta penerangan ringkas mengenai formulasi matematik atau model dinamik yang boleh digunakan bagi melakukan analisa dinamik terhadap sebuah lengan robot.

*Give two examples and a brief description of mathematical formulations or dynamic models that can be used in conducting dynamic analysis on a robot arm.*

(40%)

...10/-

- (c) Sebuah robot jenis planar dengan 2-darjah-kebebasan (2 *DOF*) perlu bergerak mengikuti satu garis lurus di dalam ruang-kerja *Cartesian*, bermula daripada titik (2,6) sehingga titik (12,3) menggunakan titik-titik di atas satu segmen pergerakan (*motion segment*). Tentukan nilai-nilai angkubah sendi (*joint variables*) bagi robot jika laluan segmen pergerakan itu dipecahkan kepada 10 bahagian. Panjang setiap lengan adalah 9 inci.

*A planar robot with two-degree of freedom need to move along a straight line in a Cartesian workspace starting from point (2,6) until point (12,3), using points along a motion segment. Determine the joint variables for the robot if the motion segment is divided into 10 parts. The length of each link is 9 inches.*

(40%)

6. (a) Sebuah kerangka B telah dipusingkan pada paksi-x dengan sudut  $90^\circ$ , kemudian dialihkan pada paksi-a semasa dengan nilai 3 inci sebelum dipusing  $90^\circ$  pada paksi-z. Akhirnya, ia dialihkan pada paksi-o semasa dengan nilai 5 inci. [Rujuk Rajah 6(a)].

*A frame B was rotated about the x-axis  $90^\circ$ ; it was then translated about the current a-axis 3 inches before being rotated about the z-axis  $90^\circ$ . Finally, it was translated about current 0-axis 5 inches.*

*[Refer Figure 6(a)].*

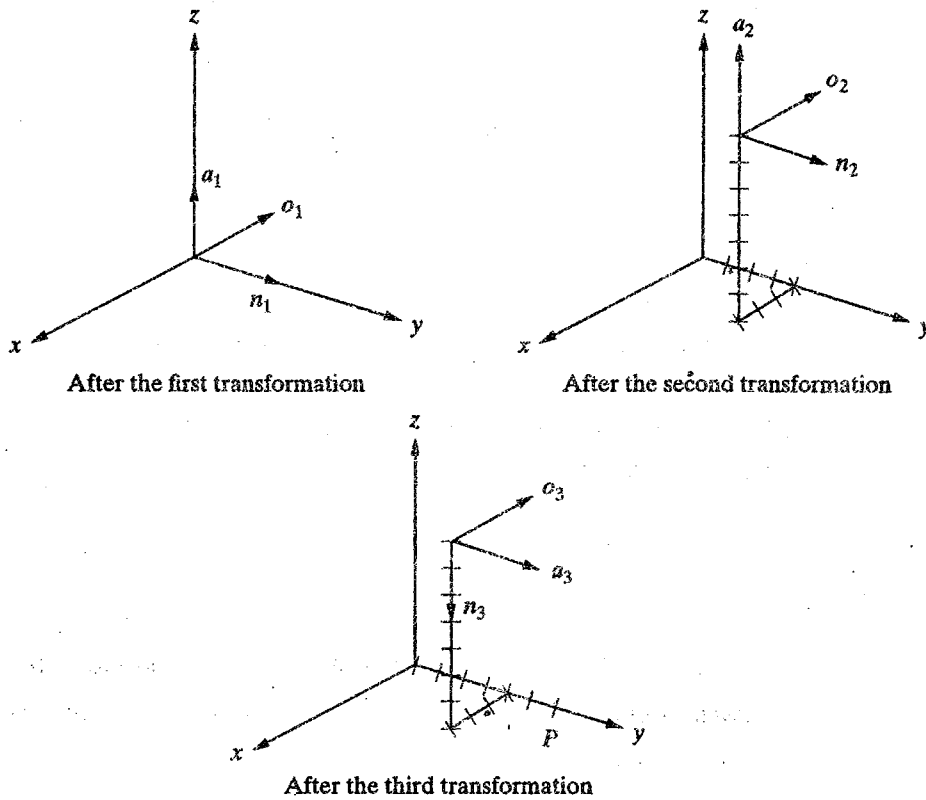
- (i) Tuliskan persamaan yang menerangkan pergerakan yang telah dibuat.

*Write an equation describing the motions.*

- (ii) Tentukan kedudukan akhir titik  $P(1,5,4)$  yang bersambung kepada kerangka bergerak relatif kepada kerangka tetap.

Find the final location of a point  $P(1,5,4)$  attached to the frame relative to the reference frame.

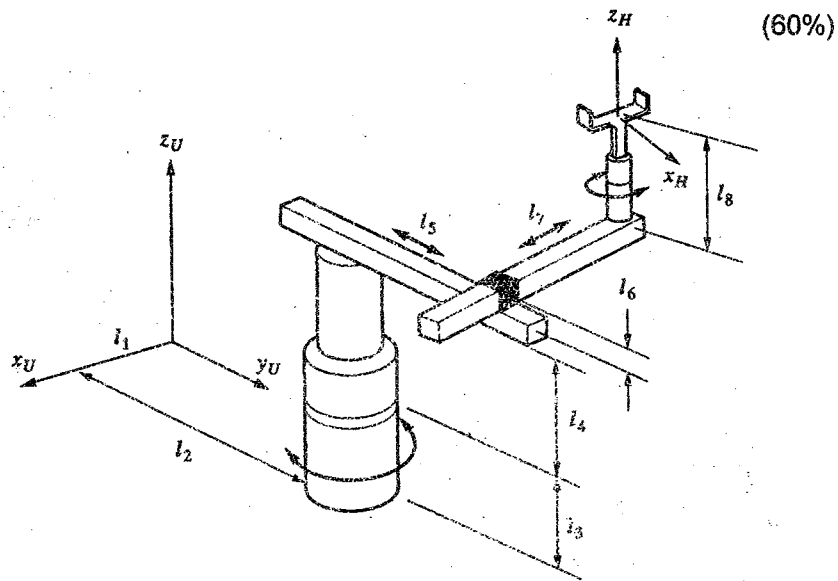
(40%)



Rajah 6(a) : Transformasi relatif terhadap kerangka arus  
Figure 6(a) : Transformations relative to the current frames

(b) Bagi robot dengan empat darjah kebebasan di dalam Rajah 6(b).  
 For the four-degree-of-freedom robot depicted in Figure 6(b).

- (i) Tentukan kerangka yang sesuai bagi perwakilan D-H  
 Assign appropriate frames for D-H representation
- (ii) Penuhkan jadual parameter yang diberi  
 Fill out the parameters table
- (iii) Tuliskan persamaan di dalam matriks A untuk menunjukkan bagaimana  ${}^U T_H$  dikira.  
 Write an equation in terms of A matrices that shows how  ${}^U T_H$  can be calculated.



#	$\theta$	$d$	$a$	$\alpha$
1				
2				
3				
4				

Rajah 6(b)  
 Figure 6(b)

ooo0ooo