
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2005/2006

April/Mei 2006

EEE 355 – ROBOTIK DAN PENGAUTOMATAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

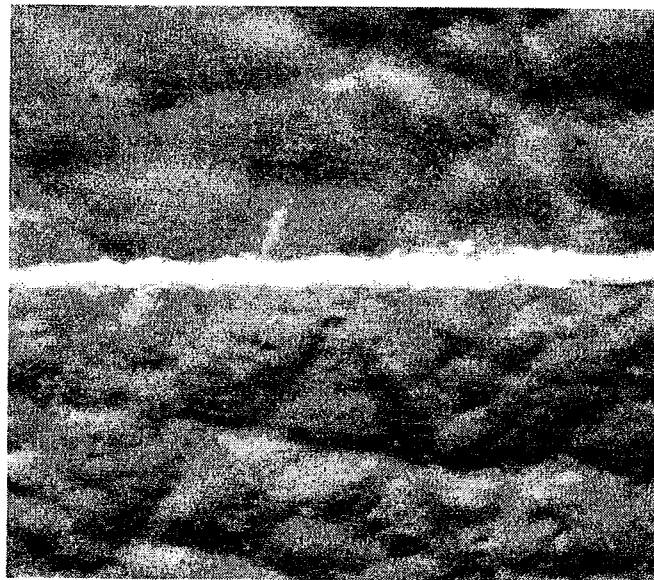
Jawab **LIMA** soalan.

Semua soalan hendaklah dijawab dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Imej yang dipaparkan pada Rajah 2(b) adalah satu imej permukaan dengan satu calar putih. Cadang dan terangkan satu cara untuk mengesan kecacatan tersebut.

Image shown in Figure 2(b) is an image of a surface with white long scratch. Suggest and explain a method to detect the defect.



Rajah 1(a)
Figure 1(a)

(50%)

- (b) Cadangkan dan terangkan dengan bantuan lakaran dua teknik yang boleh menambahbaikan kontras sesuatu imej.

Suggest and explain two techniques with help of sketches that can be used to enhance the contrast of an image.

(30%)

...3/-

- (c) Terangkan mengapa pencahayaan adalah penting dalam sistem penglihatan mesin.
Explain why lighting is important in a machine vision system
(20%)

- 2. (a) Bandingkan penderia imej jenis "CMOS" dengan jenis "CCD"
Compare CMOS image sensor and CCD image sensor.
(20%)

- (b) Beri definasi untuk berikut:
Give the definition for the following:
 - (i) **8-sebelahan**
 - (ii) **m-sebelahan**

Seterusnya untuk imej pada Rajah 1(a), lukiskan laluan jika jalinan berikut digunakan:

For the image in Figure 1(a), draw the path if the following adjacency is used:

- (i) **8- sebelah**
- (ii) **m- sebelah**

0	0	0	0
0	0	8	8
0	0	8	0
0	8	0	0
0	0	0	0

Rajah 2(b)
Figure 2(b) (40%)

...4/-

- (c) Cadang satu proses morfologi dan rekabentuk elemen struktur yang sesuai untuk menyambungkan kedua-dua kawasan 1 yang ditunjukkan pada Rajah 2(c) tanpa menukar saiz

Suggest a morphology process and design the structure element to join together the two region of 1 without changing the size.

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

(40%)

3. (a) Terang dua teknik untuk segmentasi imej.
Explain two techniques used for image segmentation

(30%)

- (b) Berikan persamaan jarak untuk mengira jarak bagi dua piksel :
Give the formula for calculating the following distance between two pixels

- (i) Jarak "City-Block"
City-block distance
- (ii) Jarak "Chessboard"
Chessboard distance

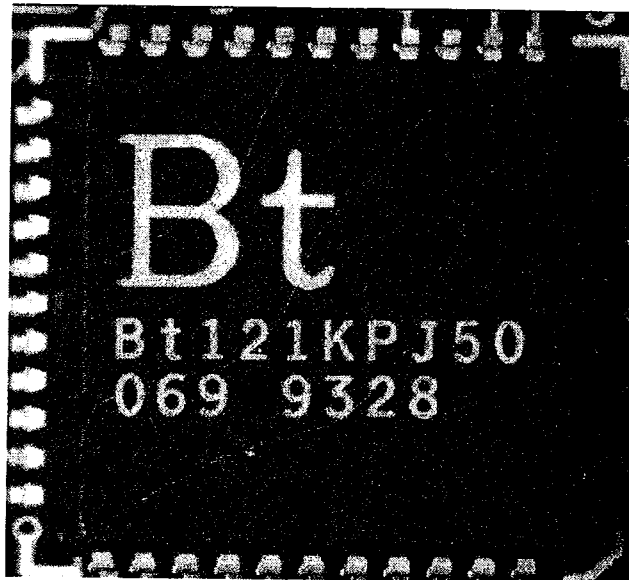
(20%)

...5/-

- (c) Satu imej cip diberi pada Rajah 3(b), cadangkan satu cara untuk mengesan calar yang terdapat pada imej tersebut.

Given the image as shown in Figure 3(b), suggest an inspection algorithm to detect the scratches on the chip image.

(50%)



Rajah 3(b)
Figure 3(b)

4. (a) Berikan pengkelasan jenis-jenis robot yang digunakan di dalam teknologi industri dari segi rekabentuk, ruang kerja dan contoh aplikasi.

Classify the types of robot used in the industry from the aspect of design, workspace and example applications.

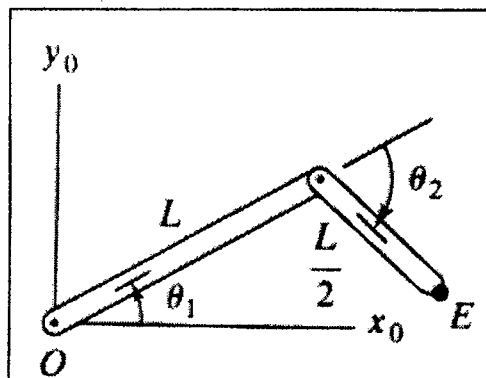
(30%)

...6/-

- (b) Bagi Rajah 4(a), tentukan nilai ruang kerja dan ruang lingkup kerja yang diperolehi dengan merujuk kepada titik E. Setiap sudut adalah positif mengikut arah lawan jam.

For Figure 4(a), determine the work space and work envelope which are obtained by referring to point E. Counter clock-wise direction is considered positive.

(20%)



Rajah 4(a)
Figure 4(a)

...7/-

- (c) Sebuah stesen kerja robot telah disediakan dengan sebuah kamera (seperti Rajah 4(b)). Kamera tersebut boleh melihat asalan bagi tapak sistem koordinat di mana robot enam-sendi tersebut disambungkan. Ia juga boleh melihat pusat bagi objek (anggap sebagai sebuah kiub) yang akan dimanipulasi oleh robot. Sekiranya sistem koordinat lokal telah ditetapkan di tengah-tengah kiub, objek tersebut seperti yang dilihat oleh kamera boleh diwakili oleh sebuah matriks penjelmaan homogen, T_1 . Sekiranya asalan bagi tapak sistem koordinat seperti yang dilihat oleh kamera boleh juga diwakili oleh sebuah matriks penjelmaan homogen, T_2 , dan;

- *A robot work station has been set up with a TV camera (shown in Figure 4(b)). The camera can see the origin of the base coordinate system where a six-joint robot is attached. It can also see the centre of an object (assumed to be a cube) to be manipulated by the robot. If a local coordinate system has been established at the centre of the cube, this object as seen by the camera can be represented by a homogenous transformation matrix T_1 . If the origin of the base coordinate system as seen by the camera can also be represented by a homogenous transformation matrix, T_2 and;*

(50%)

...8/-

- (ii) Andaikan kiub berada di dalam jangkauan lengan. Apakah matriks orientasi $[n,s,a]$ sekiranya anda mahukan pengepit (gripper) untuk lengan berada sejajar dengan paksi y bagi objek dan pada masa yang sama mengambil objek dari atas?

Assume that the cube is within the arm's reach. What is the orientation matrix $[n,s,a]$ if you want the gripper (or finger) of the hand to be aligned with the y axis of the object and at the same time pick up the object from the top?

5. (a) Jelaskan apakah yang dimaksudkan dengan analisa kinematik dalam operasi lengan robot. Terangkan perbezaan antara analisa kinematik terus dan analisa kinematik songsang.

Explain what is meant by kinematic analysis in an operation of a robotic arm. Clarify the difference between direct kinematic and inverse kinematic analysis.

(20%)

- (b) Bagi robot dengan empat-darjah-kebebasan yang ditunjukkan di dalam Rajah 5

For the four-degree-of-freedom robot depicted in Figure 5.

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

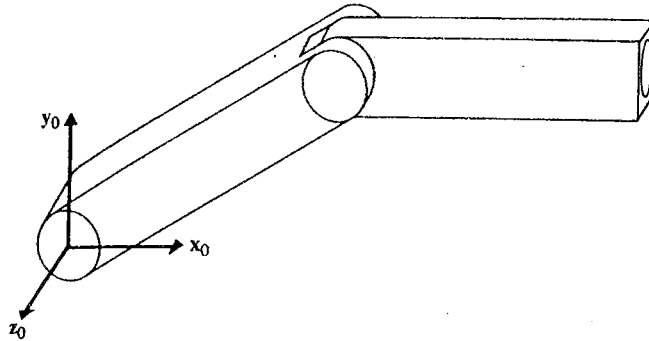
(50%)

... 10/-

- (c) Satu penggerak dengan dua-darjah-kebebasan ditunjukkan di dalam Rajah 5(c). Diberi panjang setiap lengan penyambung adalah 1 meter, tentukan koordinat kerangka bagi lengan penyambung dan cari 0A_1 dan 1A_2 . Tentukan selesaian kinematik songsang bagi penggerak ini.

A two degree-of-freedom manipulator is shown in Figure 5(c). Given that the length of each link is 1 metre, establish its link coordinate frames and find 0A_1 and 1A_2 . Find the inverse kinematics solution for this manipulator.

(30%)



Rajah 5(c)

Figure 5(c)

6. (a) Huraikan berkenaan Matriks Jacobian dan kepentingannya di dalam analisa robot.

Describe the Jacobian Matrix and its importance in robot analysis.

(20%)

...12/-

- (b) Kedudukan dan orientasi awal bagi sebuah tangan robot diberi oleh T_1 dan kedudukan serta orientasi baru selepas perubahan, diberi oleh T_2 .

The initial location and orientation of a robot's hand is given by T_1 , and its new location and orientation after a change is given by T_2 .

Diberi matriks T_1 dan T_2 :

Given matrix T_1 and T_2 :

$$T_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 1 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0.1 & 4.8 \\ 0.1 & 0 & -1 & 3.5 \\ 0 & 1 & 0 & 6.2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- (i) Tentukan matriks penjelmaan Q yang akan menghasilkan penjelmaan ini (dengan menggunakan kerangka universal).
Find a transformation matrix Q that will accomplish this transform (in Universe frame).
- (ii) Dengan mengandaikan perubahan adalah kecil, tentukan nilai operator kebezaan, Δ , yang akan menghasilkan perubahan yang sama.
Assuming that the change is small, find a differential operator Δ that will do the same.
- (iii) Secara pemerhatian, tentukan peralihan dan putaran kebezaan yang berkaitan dengan operator ini.
By inspection, find a differential translation and a differential rotation that constitute this operator

(30%)

...13/-

- (c) Sendi kedua bagi sebuah robot enam-paksi akan bergerak daripada sudut mula, 20 darjah, kepada sudut pertengahan, 80 darjah, di dalam 5 saat, dan terus menyambung pergerakan ke sudut 25 darjah di dalam 5 saat lagi. Kira pekali bagi polinomial tertib tiga di dalam ruang sendi. Lakarkan sudut, halaju dan pecutan sendi.

The second joint of a six-axis robot is to go from initial angle of 20deg to an intermediate angle of 80deg in 5 seconds and then continue to its destination to 25deg in another 5 seconds. Calculate the coefficients for the third-order polynomials in joint-space. Plot the joint angles, velocities and accelerations.

(50%)

ooo0ooo