
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2009/2010

April 2010

EEM 312 – ROBOTIK & PENGLIHATAN MESIN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** muka surat beserta Lampiran **SATU (1)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

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

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

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

1. (a) Bagi imej dalam Rajah 1, kirakan imej-imej hasilan selepas melaksanakan operasi-operasi berikut:

For the image shown in Figure 1, give each output image after applying the following filtering operation:

- (i) Penapisan minimum
Minimum filter
- (ii) Penapisan maximum
Maximum filter
- (iii) Penapisan purata
Average filter
- (iii) Penapisan median
Median filter

Ulasakan prestasi setiap jenis penapisan untuk menambahbaikkan imej tersebut berasaskan jenis kebisingan yang terdapat di dalam imej

Comment on the performance of each filter for improving the given image based on types of noise that appeared in the image.

(60 markah)

Nota: Abaikan piksel di pinggir imej, anggap saiz penuras ialah 3*3

*Note: Ignore the border pixel; assume the size of the filter is 3*3*

100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100
100	100	255	100	15	100	100
100	100	100	100	100	100	100
100	0	100	100	100	100	100
100	100	100	200	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100

Rajah 1 : Imej/Image

- (b) Jelaskan komponen utama dalam satu sistem penglihatan mesin

Describe the major components in a machine vision system.

(40 markah)

2. (a) Jelaskan fungsi setiap komponen dalam aturcara sistem pengecaman objek

Explain the function of each component in an object recognition system.

(20 markah)

- (b) Bandingkan prestasi menggunakan “Sum of absolute gray-value difference” (SAD) dan “Normalised cross-correlation” (NCC) for pemandanan templat?

Compare the performance of using Sum of absolute gray-value difference (SAD) and Normalised cross-correlation (NCC) for template matching?

(20 markah)

- (c) Diberikan dimensi objek yang diperhatikan dalam satu sistem penglihatan mesin ialah 10cm lebar * 10cm panjang * 0.5cm tinggi. Penderia kamera yang dipilih mempunyai format 1/2 ". Permukaan yang diperhatikan ialah permukaan 10cm lebar * 10cm panjang. Ciri yang perlu diperhatikan ialah 0.2mm mendatar. Kebolehan aturcara untuk mengesan ciri yang terkecil ialah 3 piksel. Sebagai jurutera penglihatan mesin, anda perlu merekabentuk sistem penglihatan dengan memilih jarak kanta yang sesuai dan resolusi kamera yang sesuai. Jarak objek daripada kamera ialah 25cm. Pilih kanta dan kamera yang sedia ada pada Jadual 2 dan 3.

*It is given that the dimension of the object under inspection of a machine vision system is 10cm width * 10cm length * 0.5cm height. Sensor of the camera is 1/2" format. The surface under inspection is the surface of 10cm width * 10cm length. The working distance is 25cm. The minimum feature under inspection is 0.2mm horizontally. The ability of the software to detect the smallest feature is 3 pixels. As a vision engineer, you are required to select the focal length of lens and camera with appropriate resolution for the machine vision system from Table 2 and 3.*

Jadual 1
Table 1

Image Sensor	Image Circle	Horizontal	Vertical
1/4"	Ø4.0mm	3.2mm	2.4mm
1/3"	Ø6.0mm	4.8mm	3.6mm
1/2"	Ø8.0mm	6.4mm	4.8mm
2/3"	Ø11.0mm	8.8mm	6.6mm
1"	Ø16.0mm	12.8mm	9.6mm

Jadual 2 : Kanta yang sedia ada
Table 2 : Available lens

Lens No	Lens format supported	Focal Length (mm)
1	2/3"	8
2	1/3"	8
3	2/3"	16
4	1/2"	50

Jadual 3. Kamera yang sedia ada
Table 3 : Available Camera

Camera	Total number of pixels	
Camera 1 with 1/2" sensor	240, 000pixels	640*480
Camera 2 with 1/2" sensor	2000000pixels	1600*1200

(60 markah)

3. (a) Jelaskan faktor yang perlu diperhatikan semasa merekabentuk pencahayaan yang sesuai untuk satu sistem penglihatan mesin.

Explain the various factors to be considered when we want to design the illumination for a machine vision inspection system?

(30 markah)

(b) Terangkan operasi morfologi yang berikut dan aplikasi setiap berikut:

Explain the following morphology operation and their applications:

(i) Tutup
Close

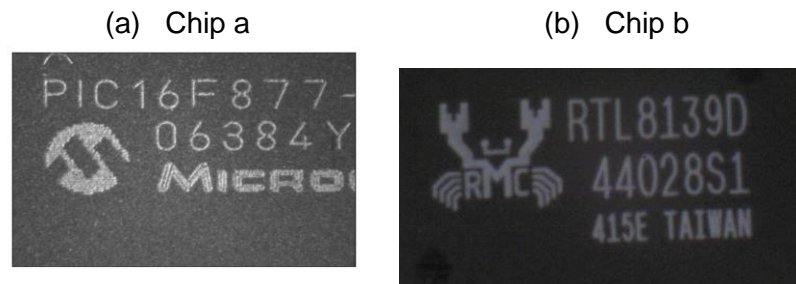
(ii) Buka
Open

(20 markah)

(c) Diberi imej seperti dipaparkan pada Rajah 3, beri dan jelaskan algoritma yang sesuai untuk mengecap chip yang diperhatikan ialah cip a dan bukan cip b. Berikan semua andaian anda.

Given the image shown in Figure 3, suggest and describe your vision algorithm to identify the chip as chip a and not chip b. Sketch and describe the possible output of each step of your solution. Give all your assumptions.

(50 markah)



Rajah 3
Figure 3

4. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan Analisa Kinematik dan Analisa Dinamik dengan merujuk kepada sebuah lengan robot industri.

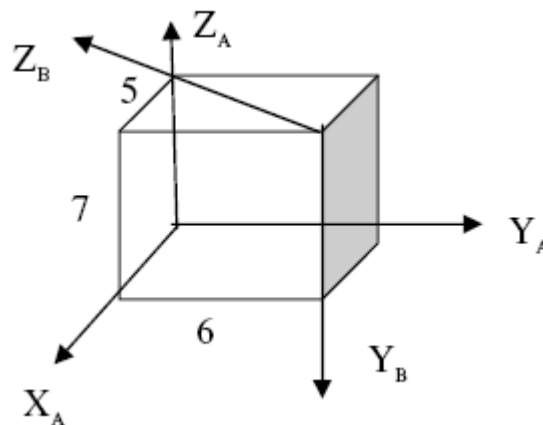
What are Kinematic Analysis and Dynamic Analysis with reference to an industrial robotic manipulator.

(20%)

- (b) Rajah 4(b) menunjukkan kedudukan dan orientasi kerangka B relatif kepada kerangka A. Kerangka B disambung kepada blok bersegi dengan nilai 5 m x 6 m x 7 m dengan sisi di sepanjang paksi-paksi x, y dan z kerangka A. Tentukan matriks penjelmaan homogen yang menghuraikan kedudukan dan orientasi kerangka B merujuk kepada kerangka A.

Figure 4(b) shows the position and orientation of Frame B relative to Frame A. Frame B is attached to a rectangular block of 5 m x 6 m x 7 m with sides along the x, y and z axes of Frame A. Determine the homogeneous transformation matrix that describes the position and orientation of Frame B with respect to Frame A.

(30%)

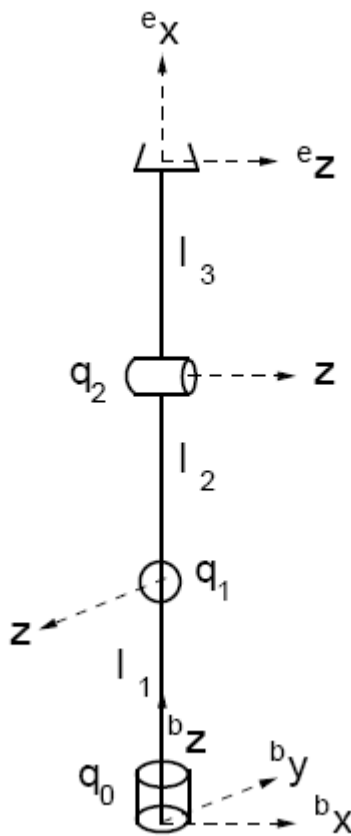


Rajah 4(b)
Figure 4(b)

- (c) Berikan nilai parameter DH bagi penggerak di dalam Rajah 4(c). Setiap sendi berpusing mengikut arah positif dengan paksi-z berkaitan. Sendi dilakar dengan nilai sudut sifar.

Write the DH parameters for the manipulator in Figure 4(c). All joints rotate in a positive sense around the associated z-axis. Joints are drawn at zero degrees.

(50%)



Rajah 4(c)
Figure 4(c)

5. (a) Huraikan apakah yang dimaksudkan dengan Matriks Jacobian, dan bagaimanakah keadaan *singular* boleh berlaku?

Define what is meant by Jacobian Matrix, and what is the condition for singularity to occur?

(20%)

- (b) Pertimbangkan penggerak di dalam Rajah 5(b). Semua sendi berpusung di arah positif di sekitar paksi-z berkaitan. Sendi-sendi di lakar pada sudut sifar.

Consider the manipulator in Figure 5(b). All joints rotate in a positive sense around the associated z-axis. Joints are drawn at zero degrees.

- (i) Tulis nilai kinematik terus (hanya nilai kedudukan) bagi penggerak ini. Anda boleh menentukan kinematik terus samada menggunakan parameter DH, menggunakan penjelmaan homogen, atau secara pemerhatian.

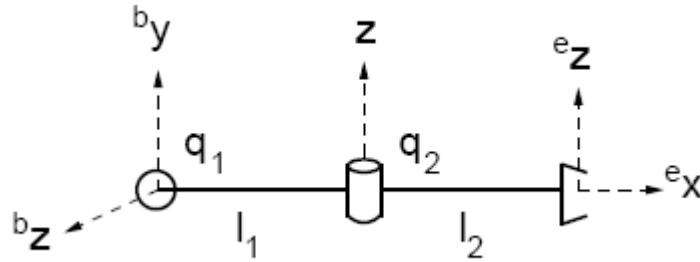
Write the forward kinematics (position only) for this manipulator. You may calculate the forward kinematics using DH parameters, using homogeneous transforms, or by inspection.

(25%)

- (ii) Tentukan matriks Jacobian bagi penggerak tersebut.

Write the Jacobian matrix for the manipulator.

(25%)

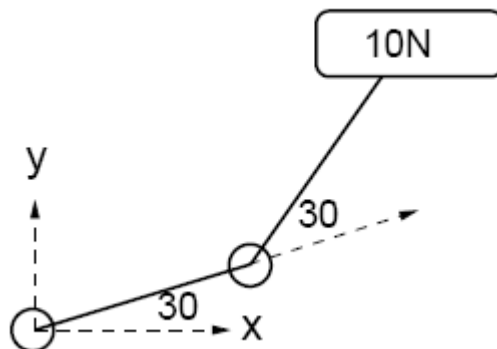


Rajah 5(b)
Figure 5(b)

- (c) Sila rujuk kepada penggerak planar di dalam Rajah 5(c). Tenaga graviti menarik pemberat 10N berkaitan ke bawah di arah paksi negatif y. Semua penyambung mempunyai panjang seunit. Jika penggerak memikul satu pemberat 10N, apakah nilai tork yang perlu dihasilkan oleh daya berkaitan di sendi-sendi tersebut?

Consider the planar manipulator shown in Figure 5(c). Gravity pulls the 10N weight down in the negative y direction. The links have unit lengths. If the manipulator is holding a 10N weight, what torque does this force induce at the joints?

(30%)



Rajah 5(c)
Figure 5(c)

...11/-

6. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan perancangan trajektori dan apakah kepentingan perancangan trajektori ini untuk lengan robot industri?

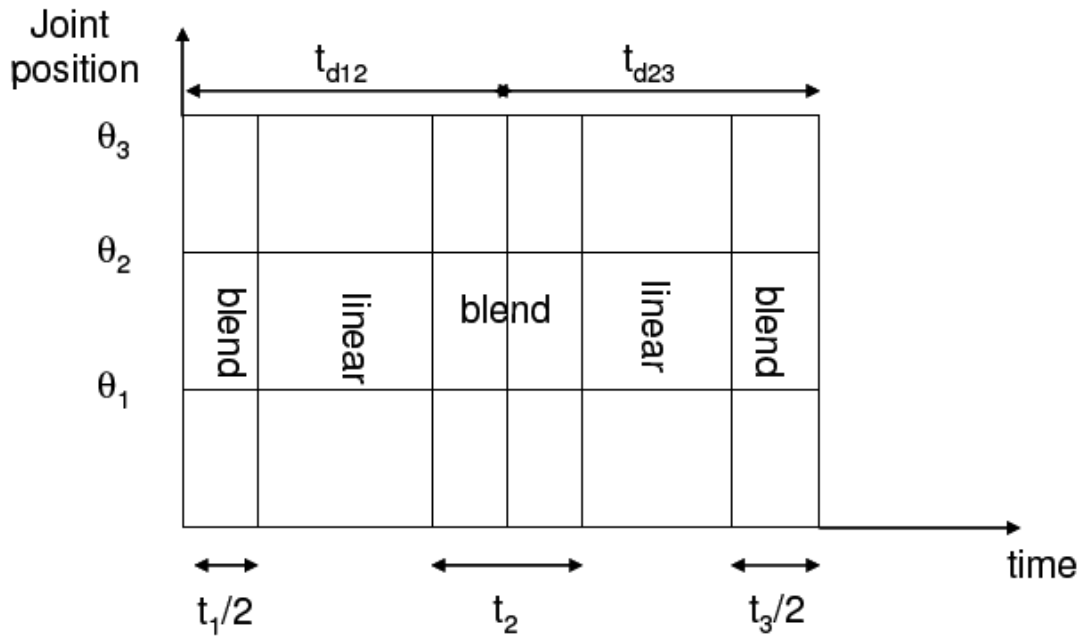
What is meant by Trajectory planning and what is the importance of trajectory planning to industrial robotic arm?

(10%)

- (b) Bagi trajektori masa dengan 2-segmen [Rajah 6(b)], $\theta_1 = 5^\circ$, $\theta_2 = 15^\circ$ and $\theta_3 = 40^\circ$. Andainya $t_{d12} = t_{d23} = 1$ saat dan nilai pecutan semasa jalinan adalah 80 darjah/saat². Kira halaju bagi θ_{12} and θ_{23} , t_1 , t_2 dan t_3 untuk segmen spline linear dengan jalinan parabolic.

For a 2-segment time-trajectory [Figure 6(b)], $\theta_1 = 5^\circ$, $\theta_2 = 15^\circ$ and $\theta_3 = 40^\circ$. Assume $t_{d12} = t_{d23} = 1$ second and the acceleration during blends is 80 degrees/second². Calculate velocity for θ_{12} and θ_{23} , t_1 , t_2 and t_3 for the 2-segment linear spline with parabolic blends.

(30%)



Rajah 6(b)
Figure 6(b)

- (c) Lengan dua penyambung PP mempunyai lengan dengan jisim m_1 dan m_2 berpusat di titik-titik yang ditunjukkan di dalam Rajah 6(c).

The two-link PP planar arm has the link masses m_1 and m_2 concentrated at points as shown in Figure 6(c).

- (i) Terbitkan persamaan tenaga kinetik dan potensi bagi penyambung-penyambung tersebut.

Derive the kinetic and potential energies of the links.

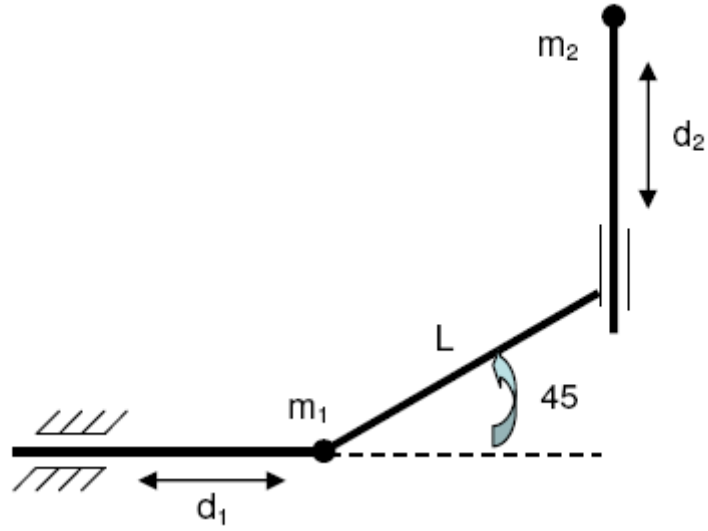
(30%)

- (ii) Tentukan persamaan Lagrange-Euler yang akan diperolehi

Formulate the Lagrange-Euler equations for the links

(30%)

...13/-



Rajah 6(c)
Figure 6(c)

ooo0ooo