
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

EPP 451/3 - ROBOTIK & AUTOMASI

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja.

Pelajar dibenarkan menjawab semua soalan dalam **Bahasa Inggeris** ATAU **Bahasa Malaysia** ATAU kombinasi kedua-duanya.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

- S1. [a] (i) Tatarajah robot pada umumnya mengikuti kerangka-kerangka koordinat di mana robot tersebut ditakrifkan. Sendi-sendi prismatic dinyatakan oleh P, sendi-sendi putar dinyatakan oleh R, dan sendi-sendi sfera dinyatakan oleh S. Jadi, tatarajah-tatarajah robot dinyatakan dalam jujukan P, R, dan S. Lakarkan rajah skematik bagi robot silinder dan robot sfera dan tentukan tatarajahnya dalam sebutan P, R, dan S.

Robot configurations generally follow the coordinate frames with which they are defined. Prismatic joints are denoted by P, revolute joints are denoted by R, and spherical joints are denoted by S. Thus, robot configurations are specified by a succession of P's, R's, or S's. Sketch the schematic drawings of each of cylindrical and spherical robots and specify their configuration in terms of P, R, and S.

(20 markah)

- (ii) Lakarkan ruang kerja hampir untuk robot-robot yang dinyatakan pada soalan S1[a] (i) di atas.

Sketch the approximate work space for the robots specified in S1[a] (i) above.

(20 markah)

- [b] Tentukan matriks 3 X 3 yang memperihalkan gerakan-gerakan dalam dua dimensi berikut:

Determine the 3 X 3 matrices which describe the following motions in two-dimensional:

- (i) Suatu putaran $\pi/3$ pada asalan
A $\pi/3$ rotation about the origin.
- (ii) Suatu translasi sebanyak satu unit pada arah x dilanjutkan oleh suatu putaran sebanyak $\pi/3$ pada asalan
A translation of one unit in the x direction followed by a $\pi/3$ rotation about the origin.
- (iii) Suatu putaran $\pi/3$ pada titik $x = 1, y = 1$.
A $\pi/3$ rotation about the point $x = 1, y = 1$.

(30 markah)

[c] Cari pusat putaran bagi gerakan-gerakan dua-dimensi berikut:
 Find the center of rotation of the following two-dimensional:

(i)
$$\begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 1-(1/\sqrt{2}) \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(ii)
$$\begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 2-(1/\sqrt{2}) \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 1-(3/\sqrt{2}) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(iii)
$$\begin{bmatrix} 1/2 & -\sqrt{3}/2 & (1+\sqrt{3})/2 \\ \sqrt{3}/2 & 1/2 & (1-\sqrt{3})/2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(30 markah)

S2. [a] Cari penjelmaan-penjelmaan jasad tegar yang menghantar titik-titik (0,0,0), (1,0,0), dan (0,1,0) kepada (2,0,0), (3,0,0), dan (2,0,1). Juga cari pic dan paksi penjelmaan-penjelmaan ini.

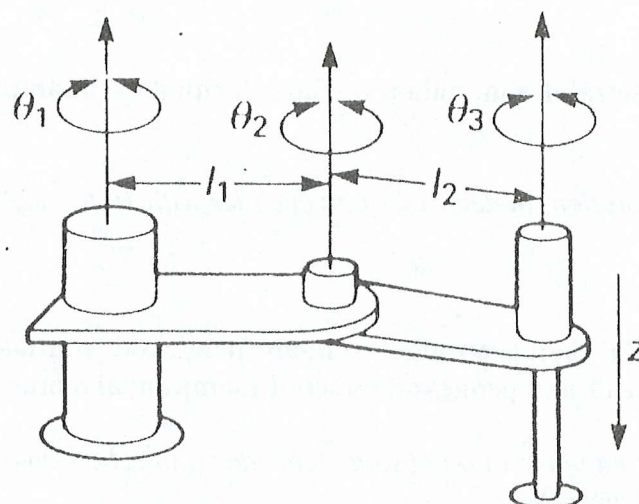
Find the rigid body transformations which take the points (0,0,0), (1,0,0), and (0,1,0) respectively to (2,0,0), (3,0,0) and (2,0,1). Find also the pitch and axis of these transformations.

(20 markah)

[b] Cari matriks-matriks konfigurasi A untuk robot SCARA seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah S2[b].

Find the configuration matrices A for the SCARA robot illustrated in Figure Q2[b].

(40 markah)

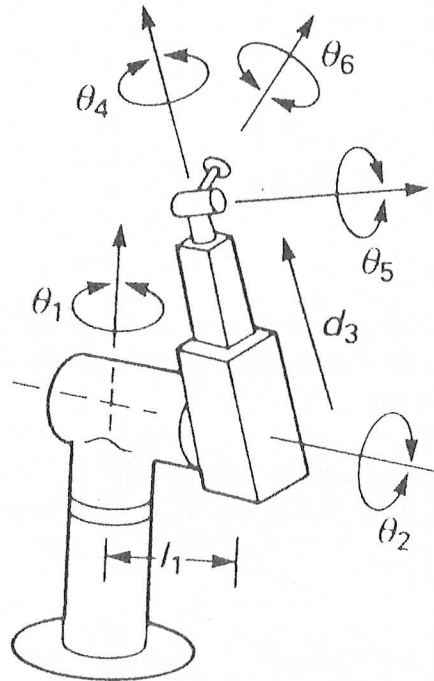


Gambarajah S2[b]
 Figure Q2[b]

[c] Cari matrik-matrik tatarajah A untuk 'Stanford Manipulator' 5-R-1-P seperti yang ditunjukkan pada Gambarajah S2[c].

Also find the A matrices for the 5-R-1-P Stanford Manipulator as illustrated in Figure S2[c].

(40 markah)



Gambarajah S2[c]
Figure Q2[c]

S3. [a] Berapakah kebezajelasan, dalam darjah, daripada sebuah pengkod dengan 10 alur?

What is the resolution, in degrees, of an encoder with 10 tracks?

(5 markah)

[b] Berapakah nilai keluaran dari sebuah pengkod mutlak apabila sudut acinya ialah 1 rad dan pengkod tersebut mempunyai 8 alur ?

What is the output value of an absolute encoder if the shaft angle is 1 rad and the encoder has 8 tracks ?

(5 markah)

- [c] Sebuah motor mempunyai pemalar kilas, $k_m = 0.1 \text{ Nm/A}$ dan voltan 12V pada 1000 rpm. Rintangan angker ialah 2Ω . Apabila 24V dikenakan pada terminal-terminal, apakah nilai-nilai berikut?

A motor has a torque constant, $K_m = 0.1 \text{ Nm/A}$ and a voltage 12V at 1000 rpm. The armature resistance is 2Ω . If 24V were applied to the terminals, what would be?

- i) kilas pada keadaan pegun (0 rpm)?
the torque at stall (0 rpm)?
- ii) kelajuan pada beban 0 (kilas = 0)? dan
the speed at 0 load (torque = 0)? and
- iii) kilas pada 100 rpm?
the torque at 100 rpm?

(30 markah)

- [d] (i) Untuk vektor $v = 25i + 10j + 20k$, lakukan suatu translasi dengan jarak 80 mm pada hala x, 50 mm pada hala y, dan 0 mm pada hala z.

For the vector $v = 25i + 10j + 20k$, perform a translation by a distance of 80 mm in the x direction, 50 mm in the y direction, and 0 mm in the z direction.

(20 markah)

- (ii) Putar vektor $v = 5i + 3j + 8k$ melalui 90° pada paksi x.

Rotate the vector $v = 5i + 3j + 8k$ by an angle of 90° about x axis.

(20 markah)

- [e] Kira masa yang diperlukan bagi setiap sambungan daripada manipulator tiga-paksi RRR untuk berputar pada jarak-jarak berikut menggunakan pergerakan berturutan.

Sambungan 1 : 30° , Sambungan 2 : 60° , Sambungan 3 : 90°

Seluruh sambungan berjalan pada kelajuan $30^\circ/\text{s}$, dengan mengabaikan kesan pecutan dan kesan nyahpecutan.

Determine the time required for each joint of a three-axis RRR manipulator to travel the following distances using sequential motion :

Joint 1 : 30° , Joint 2 : 60° , Joint 3 : 90°

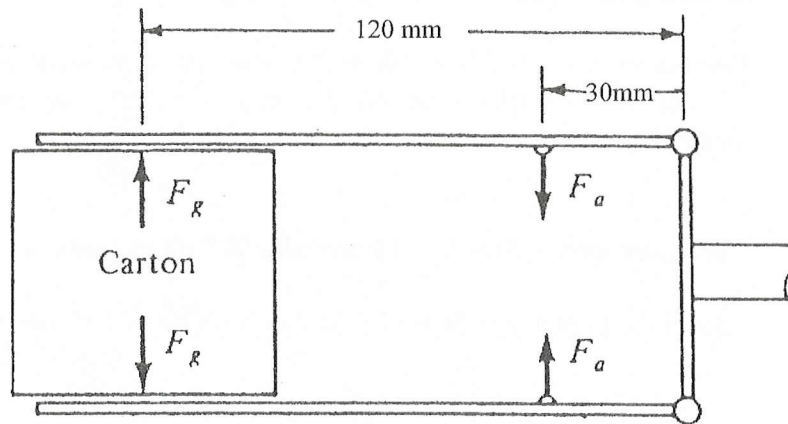
All joints travel at a rotational velocity of $30^\circ/\text{s}$. Neglect the effects of acceleration and deceleration.

(20 markah)

- S4. [a] Andaikan sebuah penggenggam ialah sebuah peranti jenis pangsi yang digunakan untuk memegang karton "card board", seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah S4[a]. Daya penggenggam F_g ialah 600N. Penggenggam perlu digerakkan oleh sebuah peranti omboh untuk menghasilkan daya memacu F_a . Lengan tuil yang berkenaan untuk kedua-dua daya ditunjukkan dalam Gambarajah tersebut. Kira F_a .

Suppose the gripper is a simple pivot-type device used for holding the cardboard carton, as pictured in Figure Q4[a]. The gripper force F_g is 600N. The gripper is to be actuated by a piston device to apply an actuating force F_a . The corresponding lever arms for the two forces are shown in the diagram of the Figure. Calculate F_a .

(20 markah)

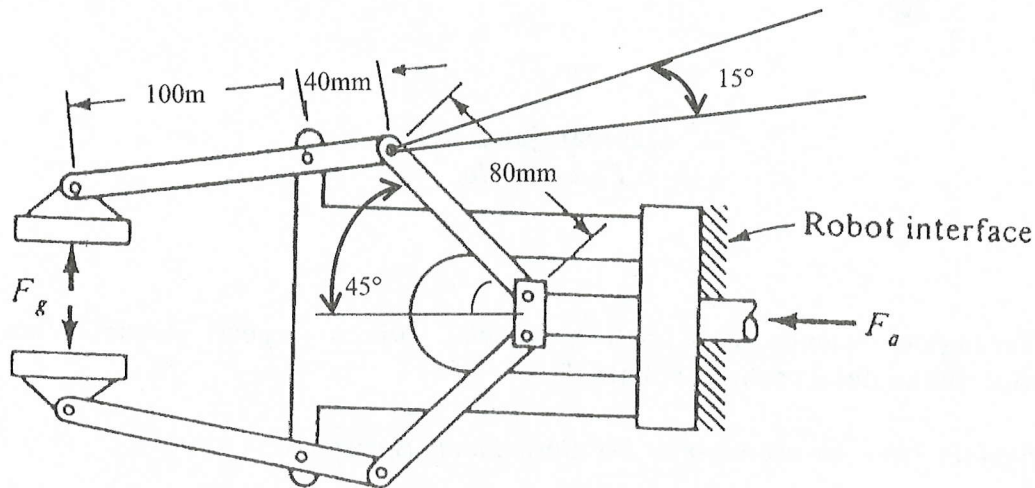


Gambarajah S4[a]
Figure Q4[a]

- [b] Gambarajah S4[b] menunjukkan mekanisma pautan dan dimensi-dimensi sebuah penggenggam yang digunakan untuk mengendalikan sebuah benda kerja dalam suatu operasi pemesinan. Jika daya penggenggam F_g ialah 250 N, kira daya penggerak F_a diperlukan.

The diagram in Figure Q4[b] shows a linkage mechanism and dimensions of a gripper used to handle a workpiece for a machining operation. If the gripper force F_g is 250 N, calculate the actuating force F_a required

(40 markah)

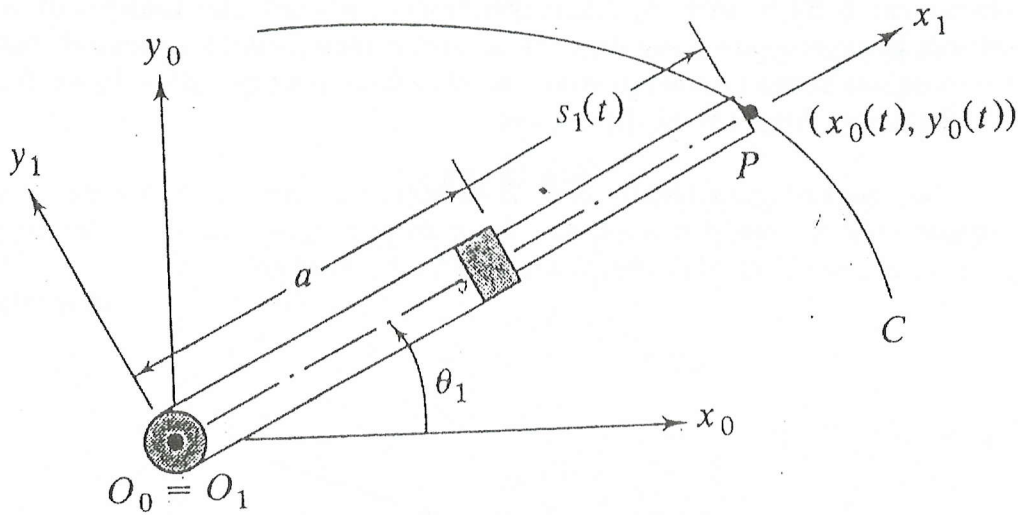


Gambarajah S4[b]
Figure Q4[b]

- [c] Pertimbangkan pengolah dua-dimensi seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah S4[c]. Pengesan hujung P bergerak sepanjang lengkung C yang persamaan parametriknya ialah $x_0(t)$ dan $y_0(t)$. Terbitkan ungkapan bagi $x_0(t)$ dan $y_0(t)$. Seterusnya dapatkan ungkapan-ungkapan bentuk tertutup bagi pembolehubah-pembolehubah robot $\theta_1(t)$ dan $s_1(t)$. Andaikan bahawa pengesan hujung P bergerak sepanjang garis lurus $y_0(t) = h$ dengan kelajuan tetap v ke kanan. Kira pembolehubah-pembolehubah robot untuk kes ini. Andaikan $\dot{x}_0(t) = 0$ pada $t = 0$.

Consider the two-dimensional manipulator shown in Figure Q4[c]. The end effector P moves along a curve C whose parametric equations are $x_0(t)$ and $y_0(t)$. Derive expression for $x_0(t)$ and $y_0(t)$. Hence obtain closed form expressions for the robot variables $\theta_1(t)$ and $s_1(t)$. Assume that the end effector P is to move along the straight line $y_0(t) = h$ with constant speed v to the right. Determine the robot variables for this particular case. Assume $\dot{x}_0(t) = 0$ at $t = 0$.

(40 markah)



Gambarajah S4[c].
Figure Q4[c]

- S5. [a] Terangkan mengapa sebuah pengawal mikro seperti Basic Stamp diperlukan dalam sebuah robot.

Explain why a microcontroller like Basic Stamp is required in a robot.

(10 markah)

- [b] Lukis litar diperlukan menghubungkan satu suis kepada pin 1 Basic Stamp. Tulis satu aturcara Basic Stamp bagi memaparkan taraf suis tersebut.

Draw the required circuit connecting a switch to Basic Stamp pin 1. Write a Basic Stamp program to display the status of the switch.

(20 markah)

- [c] Lukis litar diperlukan menghubungkan satu LED kepada pin 2 Basic Stamp. Tulis satu aturcara Basic Stamp bagi mengelipkan LED tersebut enam saat OFF dan empat saat ON.

Draw the required circuit connecting an LED to Basic Stamp pin 2. Write a Basic Stamp program to blink the LED six seconds OFF and four seconds ON.

(30 markah)

- [d] Bina carta aliran untuk aturcara Basic Stamp dengan menggunakan subrutin bagi mengelipkan suatu LED tiga kali dengan satu saat sela masa apabila suis A ditekan dan menghidupkan pembesar suara selama lima saat pada frekuensi 2000 Hz apabila suis B ditekan.

Build a flow chart for Basic Stamp program using subroutine to blink a LED for three times with one second interval when switch A is pushed and turn ON a speaker for five seconds at 2000 Hz frequency when switch B is pushed.

(40 markah)

S6. Tulis aturcara-aturcara Basic Stamp bagi setiap applikasi-applikasi berikut:

Write Basic Stamp programs for each of the following applications:

- [a] Memutar sebuah motor arus terus ke hadapan selama tiga saat dan kemudian memutar ke belakang selama dua saat. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 6 untuk arah hadapan dan pin 7 untuk arah belakang.

To rotate a direct current motor forward for three seconds and then rotate backward for two seconds The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 6 for forward direction and pin 7 for backward direction.

(20 markah)

- [b] Memutar sebuah motor arus terus ke hadapan dengan kelajuan maksima selama lima saat dan kemudian dengan separuh kelajuan maksima selama lapan saat. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 0 untuk arah hadapan dan pin 15 untuk arah belakang.

To rotate a direct current motor forward with maximum speed for five seconds and then with half maximum speed for eight seconds. The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 0 for forward direction and pin 15 for backward direction.

(25 markah)

- [c] Menggerakkan sebuah robot ke hadapan selama enam saat, kemudian memusingkannya ke kanan selama satu saat dan akhirnya menggerakkannya ke belakang selama lima saat. Robot tersebut dipacu oleh dua motor arus terus yang memutar kedua-dua motor secara berasingan. Motor di sebelah kanan dan kiri masing-masing disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 1 dan 3 untuk arah hadapan dan pin 2 dan 4 untuk arah belakang.

To move a robot forward for six seconds, then turn right for one second and finally move backward for five seconds. The robot is driven by two direct current motors which differentially actuate the wheels. The right and left motor are connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 1 and 3 for forward direction and pin 2 and 4 for backward direction respectively.

(35 markah)

- [d] Menutup sebuah penggenggam pneumatik dan kemudian mengangkatnya ke atas. Penggenggam tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah injap solenoid dengan pin 0 untuk tutup atau buka. Satu motor arus terus digunakan bagi mengangkat penggenggam. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 3 untuk arah hadapan dan pin 4 untuk arah belakang.

To close a pneumatic gripper and then lift the gripper upward. The gripper is connected to Basic Stamp through solenoid valve with pin 0 for closing or opening. A direct current motor is used to lift the gripper. The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 3 for forward direction and pin 4 for backward direction.

(20 markah)

S7. Tulis aturcara-aturcara Basic Stamp bagi setiap applikasi-applikasi berikut:

Write Basic Stamp programs for each of the following applications:

- [a] Memutar sebuah motor arus terus ke hadapan secara berterusan apabila satu suis dihidupkan. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 13 untuk arah hadapan dan pin 14 untuk arah belakang. Suis tersebut disambungkan ke pin 5 Basic Stamp.

To rotate a direct current motor forward continuously when a switch is turn ON. The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 13 for forward direction and pin 14 for backward direction. The switch is connected to pin 5 of Basic Stamp.

(20 markah)

- [b] Membaca sebuah penderia optik digital dan menggunakan bacaan tersebut bagi mengawal arah putaran sebuah motor arus terus ke hadapan atau belakang. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 11 untuk arah hadapan dan pin 12 untuk arah belakang. Penderia tersebut disambungkan ke pin 6 Basic Stamp.

To read a digital optical sensor and use the reading to control the rotation direction of a direct current motor forward or backward. The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 11 for forward direction and pin 12 for backward direction. The sensor is connected to pin 6 of Basic Stamp.

(30 markah)

- [c] Membaca masukan analog dari sebuah penderia foto dan menggunakan bacaan tersebut bagi mengawal kelajuan sebuah motor arus terus yang berputar ke hadapan. Motor tersebut disambungkan ke Basic Stamp melalui sebuah Jambatan-H dengan pin 9 untuk arah hadapan dan pin 10 untuk arah belakang. Penderia tersebut disambungkan ke pin 7 Basic Stamp.

To read analog input from a photo sensor and use the reading to control the speed of a direct current motor rotating forward. The motor is connected to Basic Stamp through a H-bridge with pin 9 for forward direction and pin 10 for backward direction. The sensor is connected to pin 7 of Basic Stamp.

(25 markah)

- [d] Membaca data sesiri dari sebuah penerima frekuensi radio yang disambungkan ke terminal pengaturcaraan Basic Stamp (pin 16) dan menggunakan bacaan tersebut bagi mengawal bunyi sebuah pembesar suara yang disambungkan ke pin 8 Basic Stamp.

Write a Basic Stamp program to read serial data from radio frequency receiver connected to Basic Stamp programming terminal (pin 16) and use the reading to control the buzzer tone of a speaker connected to pin 8 of Basic Stamp.

(25 markah)