

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober - November 1994

EEE 351 - Kawalan Robot Pengautomatan

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan sahaja.

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Bincangkan terminologi di bawah:
 - (a) ruang kerja robot - (robot work envelope)
 - (b) "end-effector"
 - (c) robotik - (robotics)
 - (d) "repeatability"

(20%)

- (b) Dengan bantuan lakaran, terangkan 5 jenis "mechanical joints" yang digunakan oleh hampir kesemua jenis robot. Untuk setiap jenis itu, namakan konfigurasi robot yang mungkin menggunakannya.

(40%)

- (c) Robot boleh dikategorikan dengan 2 cara, iaitu:
 - (a) dengan sistem koordinatnya dan
 - (b) dengan cara kawalannya.

Beri serta bincangkan 3 kategori robot melalui sistem koodinatnya dan 2 kategori robot melalui cara kawalannya.

(40%)

2. (a) Berikan definasi kepada terminologi penyelesaian kinematik depan "forward kinematics solution" untuk suatu robot.

(10%)

...3/-



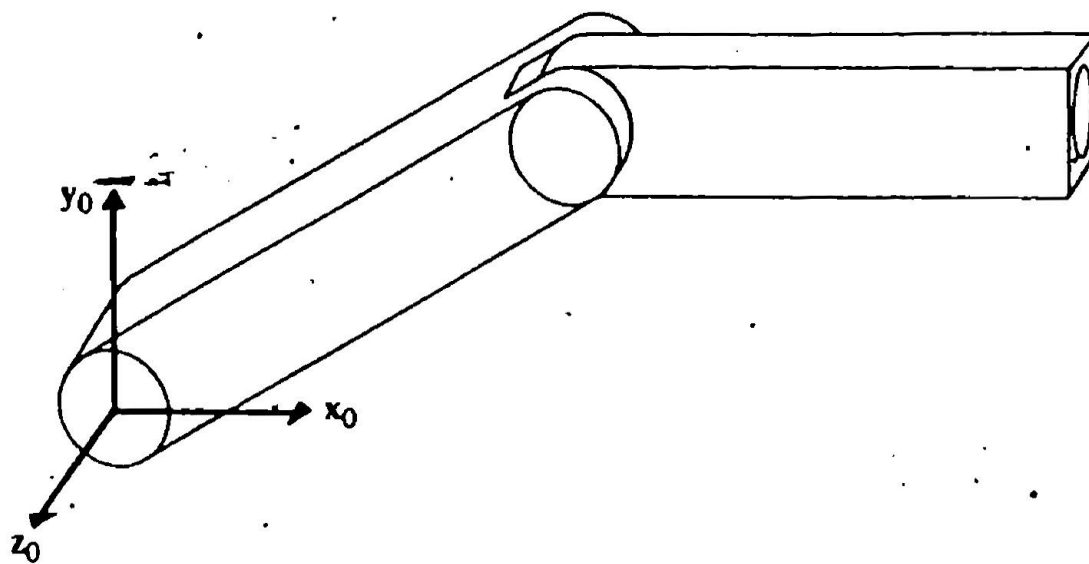
- (b) Berikan 3 hukum untuk menentukan kerangka perhubungan kordinat ("link coordinate frames") dan tunjukkan lakaran sistem koordinat itu bersama dengan "links" dan paksi penyambung "joint axes".

(30%)

- (c) Rajah 2(c) menunjukkan lengan robot dengan 2 darjah kebebasan (2 degree of freedom). Dengan panjang penghubung 1m, tentukan kerangka perhubungan koordinat ("link coordinate frames") dan dapatkan 0A_1 dan 1A_2 .

[${}^i A_{i+1}$ adalah matrix transformasi yang menghubungkan antara satu lengan robot dengan lengan robot yang seterusnya.]

(60%)



Rajah 2c

...4/-

3. (a) Perwakilan Denavit-Hartenberg untuk suatu penyambung yang teguh, adalah bergantung kepada 4 parameter geometri yang berkaitan untuk setiap penyambung lengan robot. Parameter tersebut adalah θ_i , d_i , a_i dan α_i yang mana boleh merangkumi robot yang berjenis "revolute" atau "prismatic"

Terangkan definisi 4 parameter di atas.

(30%)

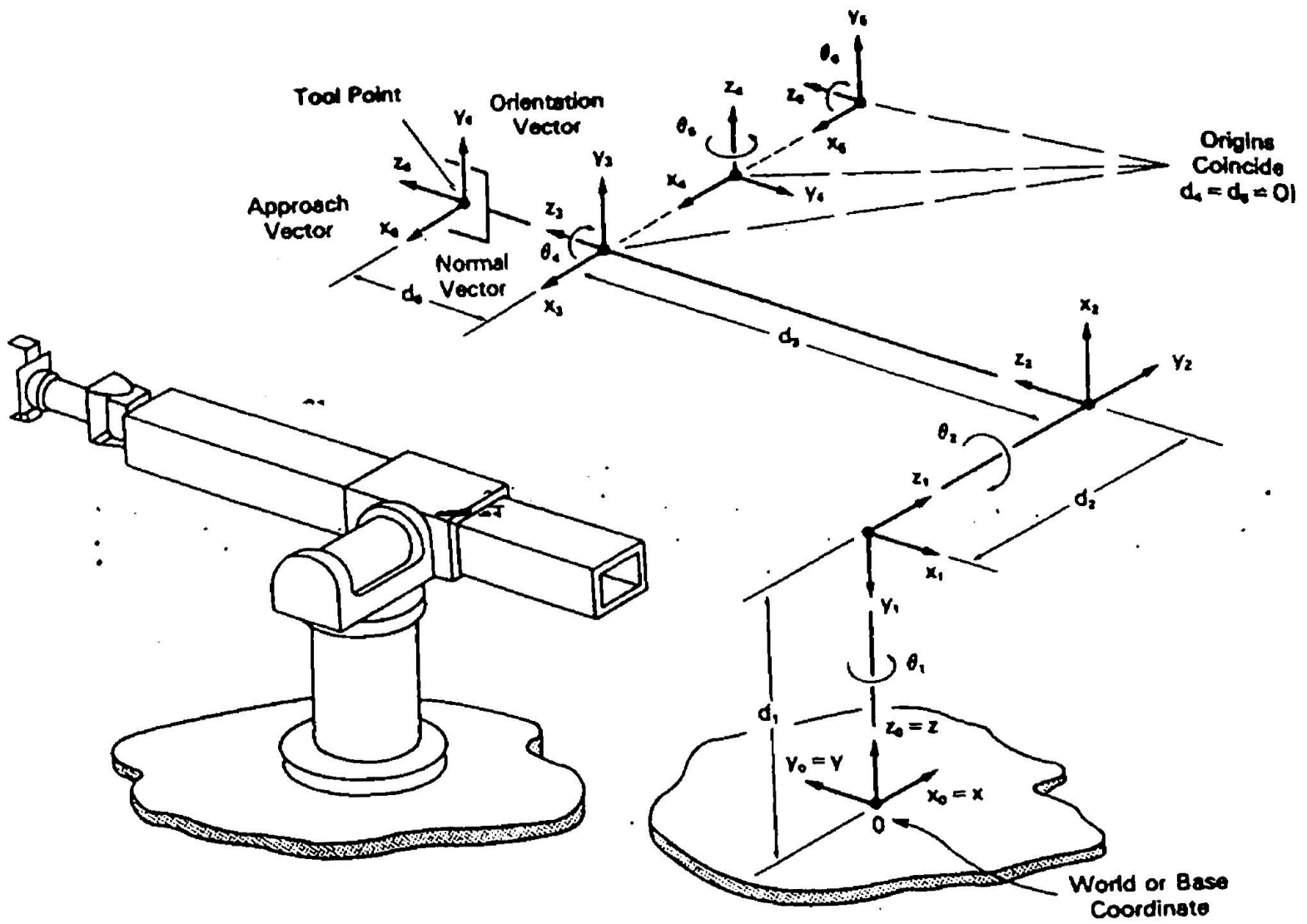
- (b) Hasil darab bagi transformasi elementari, $\text{Rot}(Z_{i-1}, \theta_i)$, $\text{Trans}(O, O, d_i)$, $\text{Trans}(a_i, O, O)$ dan $\text{Rot}(x, \alpha_i)$ adalah matrix Denavit-Hartenberg (D-H matrix). Berikan matrix D-H dalam bentuk umum, $A_{(i-1), i}$

(10%)

- (c) Rajah 3(c) menunjukkan robot Stanford dan sistem koordinatnya. Robot ini mempunyai sistem koordinat "spherical", dengan 6 "joint". 5 adalah jenis "revolute" dan 1 adalah jenis "prismatic". Jadual 3(c) menunjukkan parameter penyambung untuk robot Stanford. Dapatkan matrix A untuk A_{01} , A_{12} , A_{23} , A_{34} , A_{45} dan A_{56} dan selesaikannya dengan nilai yang boleh didapati dari jadual 3(c).

(60%)

...5/-



Rajah 3(c) - Coordinate frames for the Stanford arm.

Joint	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	-90	-90	0	d_1
2	-90	90	0	d_2
3	NA	0	0	d_3
4	0	-90	0	0
5	0	90	0	0
6	0	0	0	d_6

NA, not applicable.

Table 3(c) Link Parameters for the Stanford Arm

...6/-

4. (a) Sistem "Sensor" luaran robot boleh dibahagikan kepada 2 kategori utama:

- (i) sentuh (contact)
- (ii) tak-sentuh (non-contact)

Untuk setiap kategori, namakan satu jenis alat sensor dan jelaskan konsep aplikasinya dan contoh bolehlah diberikan untuk menerangkan lagi pilihan anda itu.

(30%)

- (b) Terangkan maksud terminologi

- (i) "low-level vision"
- (ii) "medium-level vision"
- (iii) "high-level vision"

(20%)

- (c) Bincangkan sistem penglihatan robotic Consight 1 yang telah dibangunkan oleh General Motor. Terangkan dalam perbincangan itu

- konsep keseluruhan sistem tersebut.
- prinsip pencahayaan yang digunakan.
- Bagaimana sistem itu boleh "tahu" yang sesuatu benda itu ada atau tidak.

(50%)

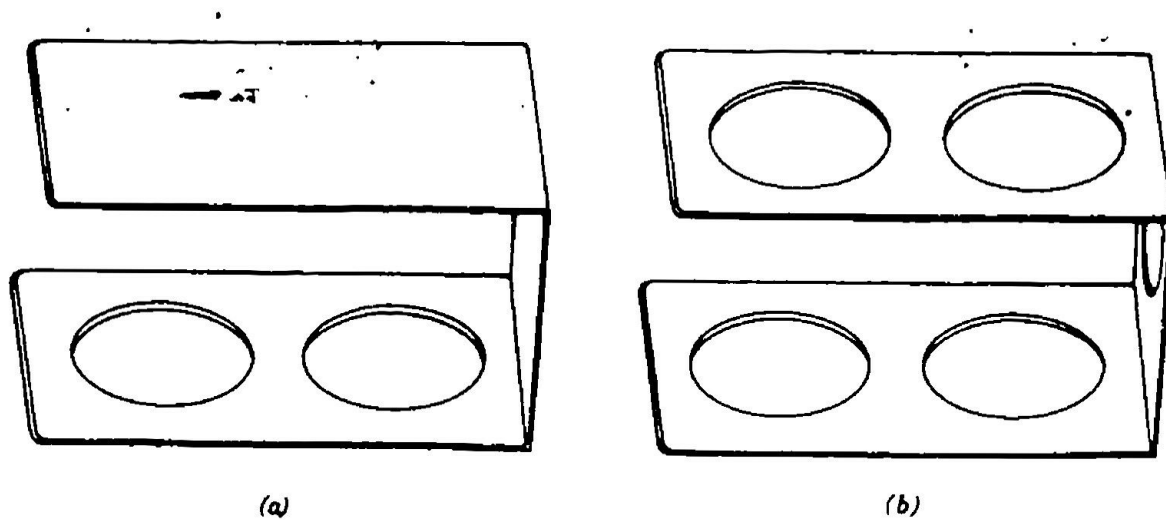
5. (a) Nyatakan perbezaan di antara "hard automation" dan "flexible automation".

(20%)

...7/-



- (b) Barangan dalam rajah 5(b) boleh dikatakan sama dari segi kos pengeluaran, kualiti barangan dan kegunaan. Rekabentuk manakah yang anda rasakan sesuai untuk pengautomatan dan beri sebab-sebab kepada pilihan anda.



Rajah 5(b)

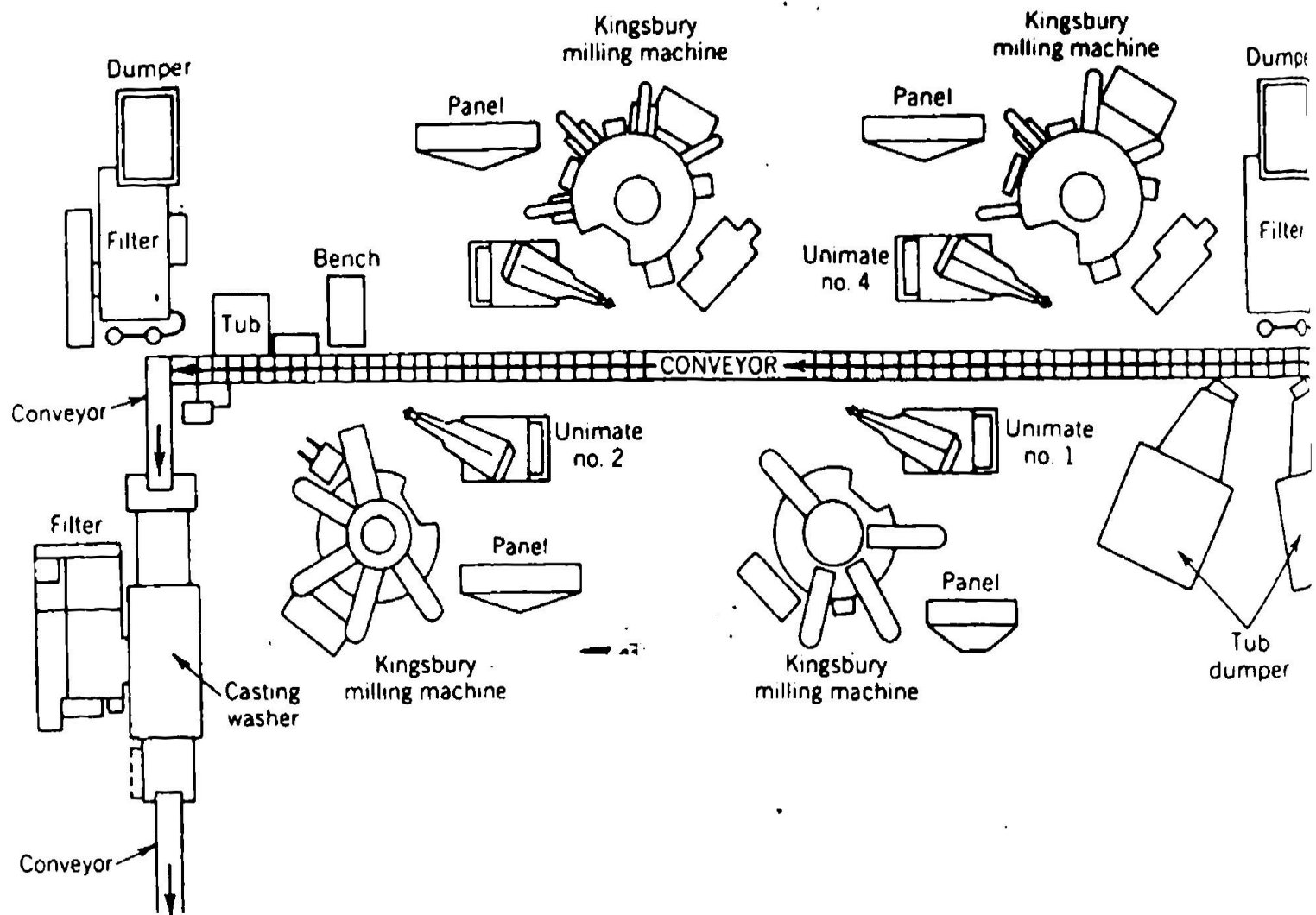
(20%)

- (c) Sistem robot dan mesin "loading/unloading" dalam rajah 5(c) mempunyai ciri seperti berikut:-
- 8 saat masa satu pusingan (cycle time)
 - 2 syif untuk setiap hari
 - pengeluaran melebihi dari 28,000 barangan setiap hari.

Dengan membuat pengiraan mengenai kadar pengeluaran/hari nyatakan samada 4 mesin Kingsbury itu beroperasi secara bersiri atau selari, iaitu samada satu barangan itu diproses oleh kesemua mesin atau satu mesin melakukan semua proses untuk setiap barangan.

(60%)

...8/-



Rajah 5(c) - Robots feed automatic milling machines in a highly automated system for production of truck windshield wiper motor housings.

6. (a) Namakan dan jelaskan fungsi 4 komponen asas suatu sistem robot.

(30%)

(b) Bincangkan 3 sebab bagaimana robot patut dan mungkin mesti digunakan ditempat kerja yang menggantikan manusia (walaupun ini akan menyebabkan pengangguran pada mulanya).

(20%)

...9/-



(c) Untuk setiap aplikasi robot dibawah:

- (i) "Spot welding"
- (ii) "Arc welding"
- (iii) "Spray painting"
- (iv) "PCB inspection"
- (v) "Parts handling/transfer"

bincangkan

- (a) Jenis robot yang sesuai untuk setiap kerja.
- (b) Sistem sensor luaran yang mungkin diperlukan
- (c) Tahap "repeatability" lengan robot yang diperlu oleh kerja itu.

(50%)

- 0000000 -

