

Trường Đại học Bách khoa TP.HCM
 Đáp án kiểm tra học kỳ I, 2011 – 2012 (28 / 12 / 2011)
 218033 – Robot công nghiệp

Câu 1 (1.0 điểm)

- Di chuyển (định vị) các chi tiết trong không gian → cần 3 bậc tự do (0.5 đ)
- Xoay chi tiết quanh phương thẳng đứng để đúng hướng trên mâm
 → cần thêm 1 bậc tự do → robot cần tối thiểu 4 DOF (0.5 đ)

Câu 2 (3.0 điểm)

- Bước 1: Quay hình khối xung quanh vector OP một góc 90^0

$T_1 =$

$$\begin{bmatrix} 0.3333 & -0.2440 & 0.9107 & 0 \\ 0.9107 & 0.3333 & -0.2440 & 0 \\ -0.2440 & 0.9107 & 0.3333 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

(0.5 đ)

- Bước 2: Quay hình khối xung quanh trục Y của {R} một góc 90^0

$T_2 =$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(0.5 đ)

- Bước 3: Quay hình khối xung quanh trục X của {R} một góc 90^0

$T_3 =$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(0.5 đ)

- Sau ba bước quay: ${}^R_A T = T_3 \cdot T_2 \cdot T_1 =$ (0.5 đ)

$$\begin{bmatrix} -0.2440 & 0.9107 & 0.3333 & 0 \\ 0.3333 & -0.2440 & 0.9107 & 0 \\ 0.9107 & 0.3333 & -0.2440 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

(0.5 đ)

- Tọa độ của điểm P trong hệ {R}: ${}^R p = {}^R_A T \cdot {}^A p = [1 \ 1 \ 1]^T$ (0.5 đ)

Câu 3 (3.0 điểm)

- Lập bảng các thông số D-H ($\alpha_i, a_i, d_i, \theta_i$)

i	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	-90°	l_1	θ_1
2	l_2	0	0	θ_2

(0.25 đ)

(0.25 đ)

- Thiết lập ma trận biến đổi 0T_2

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & 0 & -\sin \theta_1 & 0 \\ \sin \theta_1 & 0 & \cos \theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

$${}^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & 0 & l_2 \cos \theta_2 \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & 0 & l_2 \sin \theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

$$\rightarrow {}^0T_2 = \begin{bmatrix} c\theta_1 c\theta_2 & -c\theta_1 s\theta_2 & -s\theta_1 & l_2 c\theta_1 c\theta_2 \\ s\theta_1 c\theta_2 & -s\theta_1 s\theta_2 & c\theta_1 & l_2 s\theta_1 c\theta_2 \\ -s\theta_2 & -c\theta_2 & 0 & -l_2 s\theta_2 + l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

- Tọa độ điểm cuối E (${}^0x_E, {}^0y_E, {}^0z_E$) (0.5 đ)

$${}^0x_E = l_2 c\theta_1 c\theta_2$$

$${}^0y_E = l_2 s\theta_1 c\theta_2$$

$${}^0z_E = -l_2 s\theta_2 + l_1$$

- Điều kiện ràng buộc:

$$x_E^2 + y_E^2 \leq l_2^2 \quad (0.25 \text{ đ})$$

$$(z_E - l_1)^2 \leq l_2^2 \quad (0.25 \text{ đ})$$

Câu 4 (3.0 điểm)

- Biểu thức tọa độ điểm cuối D (0.5 đ)

$${}^0x_D = 0$$

$${}^0y_D = -l_2 c\theta_2$$

$${}^0z_D = -l_2 s\theta_2 + d_1$$

- Ma trận Jacobian

$$J = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & l_2 \sin(\theta_2) \\ 1 & -l_2 \cos(\theta_2) \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

- Tại cấu hình $d_1 = 1\text{m}$, $\theta_2 = 90^\circ$

$$\mathbf{J}^T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & l_2 & 0 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

- Tính lực tại khớp 1 và moment tại khớp 2

$$\begin{Bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & l_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -10 \end{Bmatrix} \quad (0.5 \text{ đ})$$

→ $\tau_1 = -10$ (N), và $\tau_2 = 0$ (N.m) (0.5 đ)

→ Cơ cấu tác động tại khớp 1 cần tạo ra lực 10 N để cân bằng với ngoại lực được cho (0.5 đ)