

机器人导论第一次作业

- 米家龙
- 18342075

4.

4. 已知矢量 $\mathbf{u} = 3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 2\mathbf{k}$ 和坐标系 $\{F\}$ ， \mathbf{u} 为由 $\{F\}$ 所描述的一点。

$$F = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 10 \\ 1 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(1) 确定表示同一点但由基坐标系描述的矢量 \mathbf{u} ；

(2) 首先让 $\{F\}$ 绕基坐标系的 y 轴旋转 90° ，然后沿基坐标系的 x 轴方向平移 20。求变换所得的新坐标系 $\{H\}$ 。

(1) 进行变换之后，可以得到

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 10 \\ 1 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 \\ 23 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

(2) 进行变换之后，可以得到

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 21 \\ 1 & 0 & 0 & 20 \\ 0 & 1 & 0 & -10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

5.

5. 平面 2R 机械手如图 3.31 所示，两连杆的长度为 l_1, l_2 。

(1) 建立连杆坐标系；

(2) 写出连杆变换矩阵。

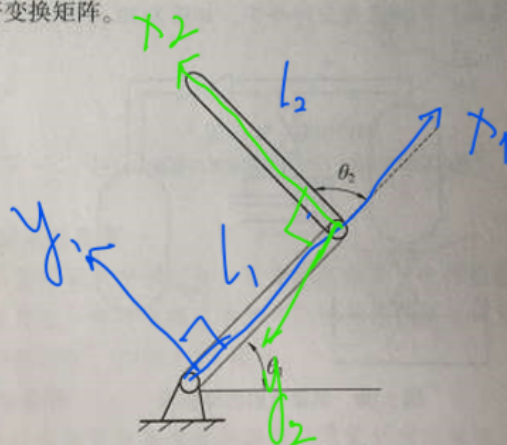


图 3.31 两连杆结构图

z轴垂直纸面向外

(1) 坐标系建立如图所示

(2) 变换矩阵为

$$\begin{aligned}
 A_1 &= Rot_{z,\theta_1} Trans_{0,0,0} Trans_{0,0,0} Rot_{x,0} \\
 &= \begin{bmatrix} C_{\theta_1} & -S_{\theta_1} & 0 & 0 \\ S_{\theta_1} & C_{\theta_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
 A_2 &= Rot_{z,\theta_2} Trans_{z,l_1} \\
 &= \begin{bmatrix} C_{\theta_2} & S_{\theta_2} & 0 & 0 \\ S_{\theta_2} & C_{\theta_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

6.

6. 图 3.32 所示为二自由度平面机械手，关节 1 为转动关节，关节 2 为移动关节。建立机器人的关节坐标系，并写出该机械手的运动方程式。

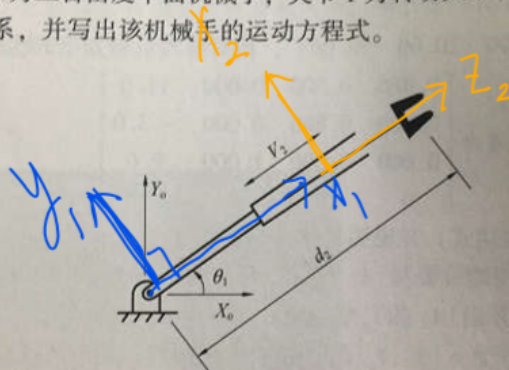


图 3.32 二自由度机械手

z1垂直平面向内
y1垂直平面向内

建立关节坐标系如图

$$\begin{aligned}
A_1 &= Rot_{z,\theta_1} Trans_{0,0,0} Trans_{0,0,0} Rot_{x,0} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_1} & -S_{\theta_1} & 0 & 0 \\ S_{\theta_1} & C_{\theta_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_2 &= Rot_{z,0} Trans_{0,0,0} Trans_{d_2,0,0} Rot_{x_1,0} \\
&= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
T &= A_1 \times A_2 \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_1} & -S_{\theta_1} & 0 & d_2 \cdot C_{\theta_1} \\ S_{\theta_1} & C_{\theta_1} & 0 & d_2 \cdot S_{\theta_1} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

8.

8. PUMA 560 型机器人如图 3.34 所示，该机器人属于关节式机器人，6 个关节都是转动关节，具有 6 个自由度。前 3 个关节用于确定手腕参考点在空间的位置，后 3 个关节用于确定手腕姿态。试分析其运动学方程。

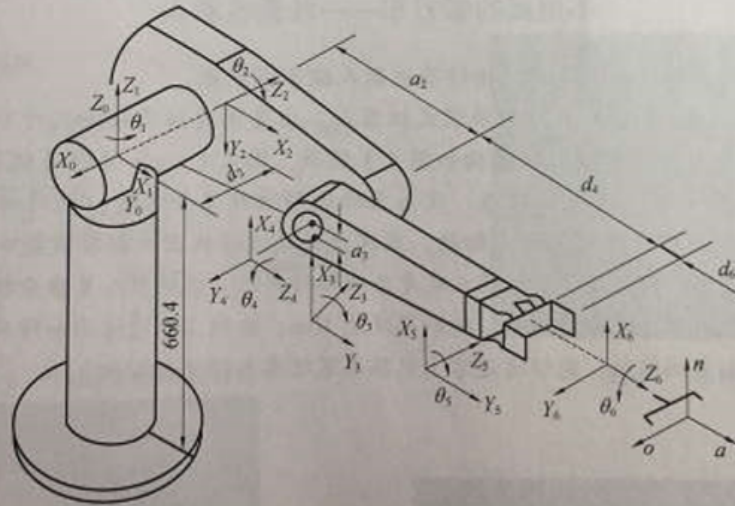


图 3.34 PUMA 560 型机器人

根据图片建立的坐标系，可以得到

$$A_1 = \begin{bmatrix} C_{\theta_1} & -S_{\theta_1} & 0 & 0 \\ S_{\theta_1} & C_{\theta_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= Rot_{x, -\frac{\pi}{2}} Rot_{z, \theta_2} \\ &= \begin{bmatrix} C_{\theta_2} & -S_{\theta_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_2} & -C_{\theta_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= Trans_{a_2, 0, d_2} Rot_{z, \theta_3} \\ &= \begin{bmatrix} C_{\theta_3} & -S_{\theta_3} & 0 & a_2 \\ S_{\theta_3} & C_{\theta_3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_4 &= Rot_{x, -\frac{\pi}{2}} Trans_{a_3, 0, 0} Rot_{z, \theta_4} \\ &= \begin{bmatrix} C_{\theta_4} & -S_{\theta_4} & 0 & a_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_4} & -C_{\theta_4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_5 &= Rot_{x, \frac{\pi}{2}} Trans_{0, 0, d_4} Rot_{z, \theta_5} \\ &= \begin{bmatrix} C_{\theta_5} & -S_{\theta_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -d_4 \\ S_{\theta_5} & C_{\theta_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_6 &= Rot_{x, \frac{\pi}{2}} Rot_{z, \theta_6} \\ &= \begin{bmatrix} C_{\theta_6} & -S_{\theta_6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_6} & -C_{\theta_6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$T = A_1 A_2 A_3 A_4 A_5 A_6$$