机器人导论第一次作业

- 米家龙
- 18342075

4.

---

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

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

（1） 确定表示同一点但由基坐标系描述的矢量 $\boldsymbol{u}$；

（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 $\{H\}$。

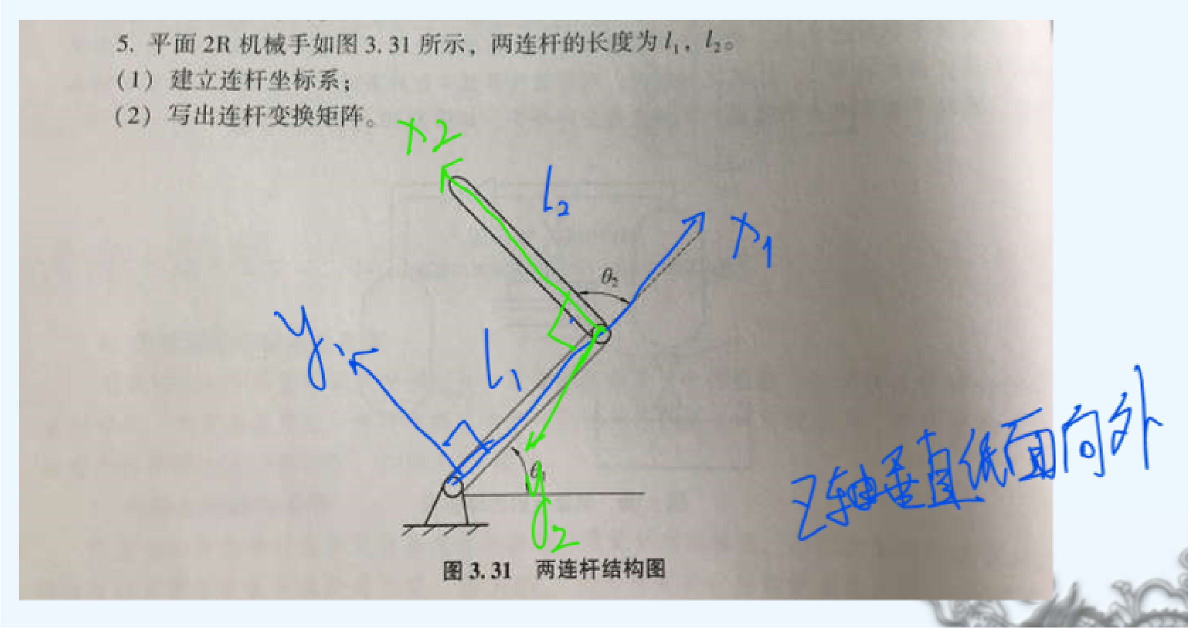
(1) 进行变换之后，可以得到

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

(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.

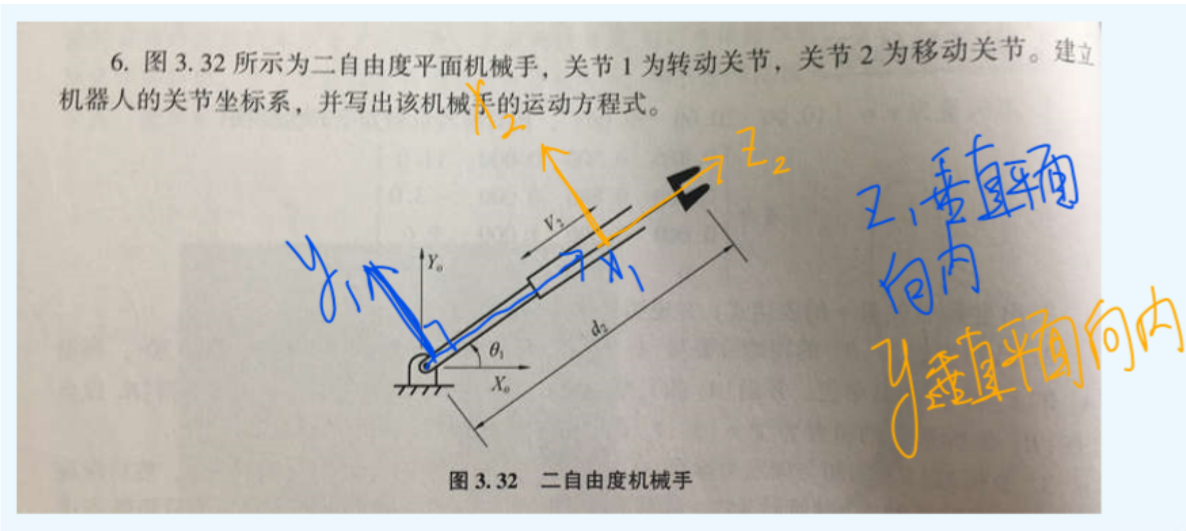


(1) 坐标系建立如图所示

(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.



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。

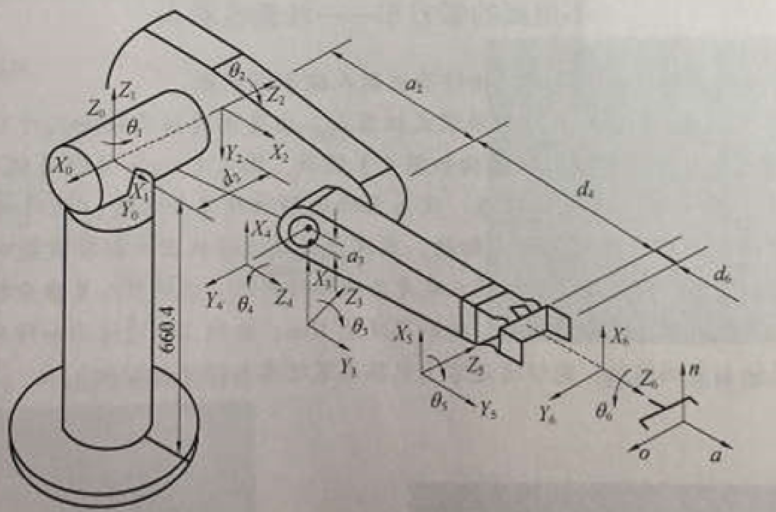


图 3.34　PUMA 560 型机器人

根据图片建立的坐标系，可以得到

$$
\begin{aligned}
A_1 &= \begin{bmatrix} C_{\theta_1} & -S_{\theta_1} & 0 & 0 \\ S_{\theta_1} & C_{\theta_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_2 &= Rot_{x,-\frac{\pi}{2}}\ Rot_{z,\theta_2} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_2} & -S_{\theta_2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_1} & -C_{\theta_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_3 &= Trans_{a_2,0,d_2}\ Rot_{z,\theta_3} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_3} & -S_{\theta_3} & 0 & a_2 \\ S_{\theta_3} & C_{\theta_3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_4 &= Rot_{x,-\frac{\pi}{2}}\ Trans_{a_3,0,0}\ Rot_{z,\theta_4} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_4} & -S_{\theta_4} & 0 & a_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_4} & -C_{\theta_4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_5 &= Rot_{x,\frac{\pi}{2}}\ Trans_{0,0,d_4}\ Rot_{z,\theta_5} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_5} & -S_{\theta_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -d_4 \\ S_{\theta_5} & C_{\theta_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
A_6 &= Rot_{x,\frac{\pi}{2}}\ Rot_{z,\theta_6} \\
&= \begin{bmatrix} C_{\theta_6} & -S_{\theta_4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -S_{\theta_6} & -C_{\theta_4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\
T &= A_1\ A_2\ A_3\ A_4\ A_5\ A_6
\end{aligned}
$$