

## 运动学作业（第三周）\_彭程\_2020011075

1. 如图所示的6R通用机器人UR5，它在机器人底座上有两个轴，肘部有一个轴，腕部有三个轴，其DH参数如表中所示。请用Matlab自己编程，完成DH法则下的正运动学求解，即求取其末端到基座的齐次坐标变换矩阵。

- 编程参见mlx文件
- 旋转矩阵如下：

$${}^{n-1}T_n = \begin{bmatrix} \cos \theta_n & -\sin \theta_n \cos \alpha_n & \sin \theta_n \sin \alpha_n & a_n \cos \theta_n \\ \sin \theta_n & \cos \theta_n \cos \alpha_n & -\cos \theta_n \sin \alpha_n & a_n \sin \theta_n \\ 0 & \sin \alpha_n & \cos \alpha_n & d_n \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & P \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- 按照题目参数，结果为

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 191.8 \\ 0 & -1 & 0 & 1001 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

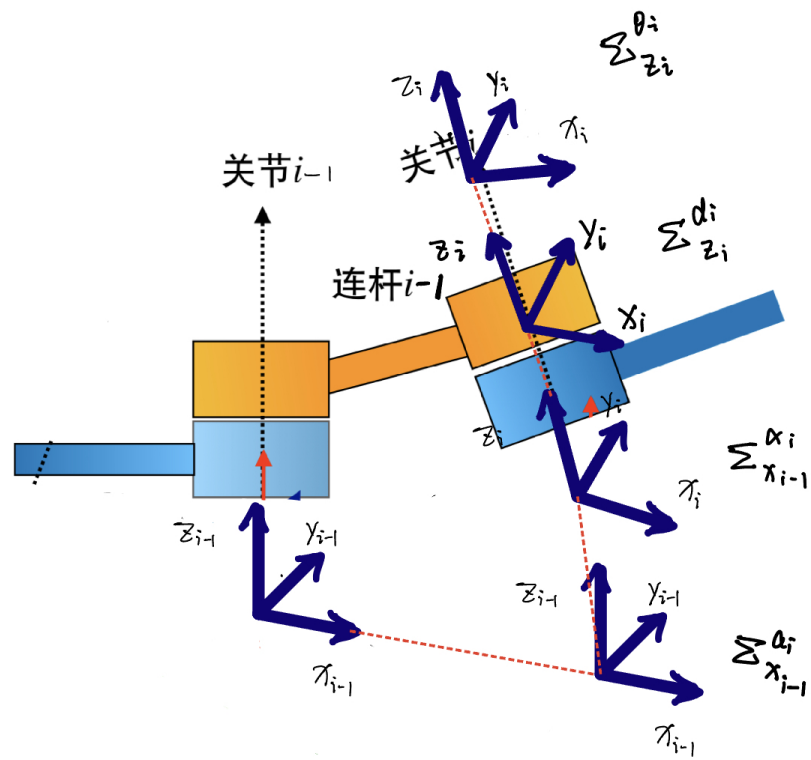
2. 下图是标准DH方法的原理图，请仿照该图的形式，做一个modified DH方法的BigPicture，能够显示清楚连杆、关节、坐标系的定义，第i个连杆相关的齐次坐标变换矩阵的modified DH过程，并列出modified DH所有可能的变换过程。

SDH方法将连杆i的坐标系固定在连杆的远端，MDH方法把连杆i的坐标系固定在连杆的近端。由此带来的区别是：

- 对于SDH方法：
  - 从远端出发
  - 先沿 $z_{i-1}$ 轴转动关节角度 $\theta$ ，然后沿着 $z_{i-1}$ 轴平移连杆偏移 $d$ ，（可交换顺序）
  - 然后将 $z_{i-1}$ 沿x方向平移杆长 $a$ ，然后绕x轴旋转扭角 $\alpha$ 得到 $z_i$ 轴；（可交换顺序）
- 对于MDH方法：
  - 从近端出发
  - 先将 $z_{i-1}$ 沿x方向平移杆长 $a$ ，然后绕x轴旋转扭角 $\alpha$ 得到 $z_i$ 轴；（可交换顺序）
  - 再沿 $z_{i-1}$ 轴转动关节角度 $\theta$ ，然后沿着 $z_{i-1}$ 轴平移连杆偏移 $d$ ；（可交换顺序）
- 对于MDH可行的变换过程如下：

$$\begin{aligned} {}^i T &= \text{Trans}_x(a) \cdot \text{Rot}_x(\alpha) \cdot \text{Rot}_z(\theta) \cdot \text{Trans}_z(d) \text{ 或} \\ {}^i T &= \text{Trans}_x(a) \cdot \text{Rot}_x(\alpha) \cdot \text{Trans}_z(d) \cdot \text{Rot}_z(\theta) \text{ 或} \\ {}^i T &= \text{Rot}_x(\alpha) \cdot \text{Trans}_x(a) \cdot \text{Trans}_z(d) \cdot \text{Rot}_z(\theta) \text{ 或} \\ {}^i T &= \text{Rot}_x(\alpha) \cdot \text{Trans}_x(a) \cdot \text{Rot}_z(\theta) \cdot \text{Trans}_z(d) \end{aligned}$$

- 绘图如下:



参考:

- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/66066294>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Denavit%E2%80%93Hartenberg\\_parameters](https://en.wikipedia.org/wiki/Denavit%E2%80%93Hartenberg_parameters)