

《机器人学》第 6 次课后作业

习题 9.7 对于空间 3R 肘机械臂，取 $d_1=0.5\text{m}$, $a_2=0.4\text{m}$, $a_3=0.6\text{m}$ 。初始时刻机器人关节角为 θ_0 ，相应的末端处于点 P_0 处。请规划机器人末端从点 P_0 沿圆弧经过点 P_t 运动到点 P_f 的轨迹（圆心为 O_c ），运动时间 $t_f=100\text{s}$ ，采样周期 $dt=0.1\text{s}$ ，关节初值及各点在 $\{0\}$ 系的坐标为

$$\theta_0 = [26.5651^\circ \quad -126.9498^\circ \quad 87.6120^\circ]^T$$

$$P_0 = [0.2, 0.1, 1.2]^T$$

$$P_f = [0.1, -0.2, 0.8]^T$$

$$O_c = [0.0, 0.0, 1.0]^T$$

给出规划的机器人关节角曲线、末端位置曲线，并附上 Matlab 程序。

习题 9.8 对于空间 3R 球腕机械臂，取 $d_1=0.3\text{m}$, $d_3=0.5\text{m}$ 。末端姿态采用 xyz 欧拉角 Ψ 表示。初始时刻的臂型为 θ_0 ，相应的末端姿态为 Ψ_0 ，要求该机器人运动 10s 后姿态角变为 Ψ_f ，具体数值如下（角度单位为 $^\circ$ ）：

$$\theta_0 = [20, -50, 100]^T$$

$$\Psi_0 = [-157.8240, 46.0418, 70.4798]^T$$

$$\Psi_f = [174.9616, 8.6492, 90.3813]^T$$

设采用间隔 $dt=0.1\text{s}$ ，分别采用下面两种方法进行规划，要求绘出末端姿态角变化曲线、末端角速度曲线及关节角曲线，并比较两种规划方法的规划效果：

- （1）直接对姿态角变量 Ψ 的各个分量进行插值，插值函数为三次多项式。
- （2）对等效转角进行插值，插值函数为五次多项式。

习题 9.9 对于 m 个旋转关节组成的末端具有 n 个自由度的串联机械臂，不考虑重力，用虚功原理法，推导其静力学方程，写出变量定义与方程推导过程。