

安徽大学 2023-2024 学年第二学期

《机器人运动控制》期末考试试卷 (A 卷)

(闭卷 时间 120 分钟)

座位号_____ 专业_____ 姓名_____ 学号_____

题号	1	2	3	4	5	6	总分
得分							
阅卷人							

1. (20 分)

结合实例解答以下问题：

- (1) 简述机器人控制的特点，列举机器人控制的方法；
- (2) 简述主动柔顺和被动柔顺的区别；
- (3) 论述柔顺控制的目的；
- (4) 列举柔顺控制的策略，并简要说明原理。

得分

2. (10 分) 坐标系 $\{B\}$ 的初始位姿与参考坐标系 $\{A\}$ 相同，坐标系 $\{B\}$ 相对于 $\{A\}$ 的 z_A 轴旋转 30° ，再沿 $\{A\}$ 的 x_A 轴移动 12，沿 $\{A\}$ 的 y_A 轴移动 6。

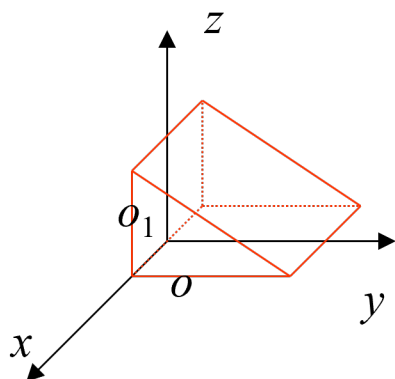
- (1) 求位置矢量 ${}^A\mathbf{P}_B$ 和旋转矩阵 ${}^A\mathbf{R}_B$ ；
- (2) 假设 \mathbf{P} 点在坐标系 $\{B\}$ 的描述为 ${}^B\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 5 & 9 & 0 \end{bmatrix}^T$ ，求其在坐标系 $\{A\}$ 的描述。

得分

3. (10 分) 下图中的物体可以由 $\{(1, 0, 0), (-1, 0, 0), (-1, 0, 2), (1, 0, 2), (1, 4, 0), (-1, 4, 0)\}$ 表示。

- (1) 如果该物体在基坐标系中先绕 z 轴旋转 90° ，再绕 y 轴旋转 90° ，再沿 x 轴平移 4，求物体 6 个顶点的位置；
- (2) 简述齐次坐标变换各部分的意义，其中旋转矩阵 3 个列向量的意义是什么？有几个独立变量？

得分



4. (20 分) 已知齐次变换矩阵为：
$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

微分转动、平移向量为： $\boldsymbol{\delta} = 0.1\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + 0\mathbf{k}$, $\mathbf{d} = 0.3\mathbf{i} + 0\mathbf{j} + 0.6\mathbf{k}$

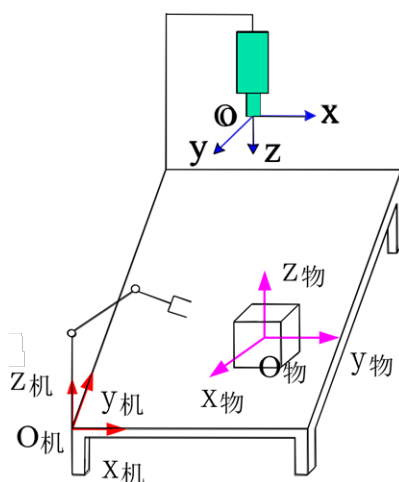
得分

- (1) 计算 \mathbf{T} 的微分变换 $d\mathbf{T}$;
- (2) 求相对于参考坐标系的微分变换 Δ , 和相对于动坐标系的微动变换 Δ_T ;
- (3) 求与之等效的绕动坐标系的微平移和微转动?

5. (20 分) 在机器人工作台上加装一电视摄像机, 摄像机可见到固联着 6DOF 关节机器人的机座坐标系原点, 它也可以见到被操作物体 (立方体) 的中心, 如果在物体中心建立一局部坐标系, 则摄像机所见到的这个物体可由齐次变换矩阵 \mathbf{T}_1 来表示, 如果摄像机所见到的机座坐标系为矩阵 \mathbf{T}_2 表示

$$\mathbf{T}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & -1 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{T}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -10 \\ 0 & -1 & 0 & 20 \\ 0 & 0 & -1 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- (1) 求立方体中心在机座坐标系中的位置;
- (2) 简述 D-H 参数法的四个参数的含义;
- (3) 简述正逆运动学的区别, 为什么逆运动学问题一般求解复杂?



6. (20 分) 如图所示二自由度平面关节机械手, 已知手部端点力 $\mathbf{F} = [F_x \ F_y]^T$, 忽略摩擦。

- (1) 求 $\theta_1 = 0^\circ$ 、 $\theta_2 = 90^\circ$ 时的瞬时关节力矩;
- (2) 简述雅可比矩阵在机器人运动学和动力学中的应用主要体现在哪几个方面 (不少于三点);
- (3) 简述雅可比矩阵与奇异位形的关系;
- (4) 对上图的二自由度平面关节机械手, 应用拉格朗日法, 对其进行动力学建模。

