

# 2022-2023 年度第二学期《机器人学导论》期中试卷

学号: 姓名: 成绩:

## 一、单选题: (共 15 分, 每题 3 分)

1. 下面说法中哪些是错误的 ( )

- A 旋转矩阵是单位正交阵
- B 旋转矩阵列向量两两相互正交
- C 旋转矩阵列向量的模为 1
- D 旋转矩阵的行列式大于 1

对于多个坐标系变换, 其最终变换矩阵应 ( )

- A 右乘.
- B 左乘.
- C 应视具体情况分析
- D 以上都不对

旋转矩阵描述机器人姿态时, 至少需要几个独立的变量 ( )

- A 3
- B 4
- C 6
- D 9

关于运动副说法正确的是 ( )

- A 高副就是运动自由度大于 1 的运动副
- B 球面副属于低副
- C 圆柱副属于高副
- D 齿轮副属于低副

说法正确的是 ( )

欧拉角的每次旋转都是围绕参考坐标系的固定坐标轴

任意两个具有公共原点的三维坐标系都可以通过绕参考坐标轴的主轴进行三次连续的转动得到

欧拉角可以绕同一轴连续旋转

以上说法均不正确

1

(b) 绕坐标系(D)的 X 轴旋转 90 度生成坐标系(E), 然后, 绕(E)的 Y 轴旋转 -45 度生成坐标系(F), 求坐标系(F)在坐标系(D)中的表示, 即  ${}^D_R$ . (本题 7 分)

2. 已知一齐次变换矩阵如下:

$${}^0_R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta & 2 \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1) 求  $\theta$  (本题 10 分)

2) 当  $\theta = 45^\circ$ , 且  ${}^0_P = [4 \ 5 \ 6]^T$ , 求  ${}^0_R {}^0_P$  (本题 5 分)

## 二、填空题 (共 15 分, 每题 3 分)

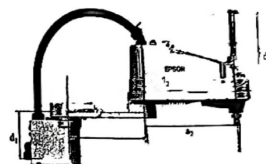
1. DH 表示法中, 连杆 i 的参数为从 \_\_\_\_\_ 轴出发, \_\_\_\_\_ 轴和 \_\_\_\_\_ 轴间的相互关系。
2. DH 表示法中, 关节 i 参数描述的是从 \_\_\_\_\_ 轴出发, \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 轴之间的相互关系
3. 机器人正运动学的定义为: \_\_\_\_\_
4. 机器人关节有 \_\_\_\_\_ 关节和 \_\_\_\_\_ 关节
5. DH 表示法中, 连杆参数分别为: \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_

## 三、计算题: (本题共 30 分)

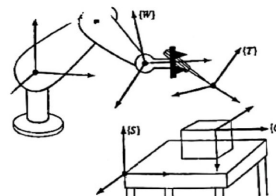
1. (a) 设坐标系(B)与坐标系(A)重合, 将坐标系(B)绕坐标系(A)的 Z 轴旋转 45 度, 生成坐标系(C)。然后, 将坐标系(C)绕(A)的 Y 轴旋转 -90 度生成坐标系(D), 求坐标系(D)在坐标系(A)中的表示, 即  ${}^A_R$  (本题 15 分)

四、(1) 如图所示 RRRP 的四关节 SCARA 机械臂, 根据 DH 表示法建立合适的坐标系, 列出 DH 参数表。(本题 10 分)

Joint i	$a_{i-1}$	$\alpha_{i-1}$	$d_i$	$\theta_i$
1				
2				
3				
4				



(2) 为实现机器人的抓取功能, 需要计算机器人夹持工具坐标系(T)相对固定坐标系(S)的变换矩阵  ${}^S_R$ 。假设已知基坐标系(B)和固定坐标系(S)的变换矩阵  ${}^B_R$ 、基坐标系(B)和腕部坐标系(W)的变换矩阵  ${}^B_R$ 、腕部坐标系(W)和工具坐标系(T)的变换矩阵  ${}^W_R$ , 求变换矩阵  ${}^S_R$ 。(本题 10 分)



五、如图所示一个 RPR 型的平面操作臂，一根 2 米长的直线导轨，一头与一个可以旋转 90 度的转动轴 1 固接，导轨上的滑块 2 与一个可以旋转 360 度的轴 3 固接，连杆 3 的长度为 1 米。

1. 用 D-H 法建立该平面机器人系统的坐标系，给出 D-H 参数和该机构的正运动学。(10 分)

2. 该机构的逆运动学 (10 分)

