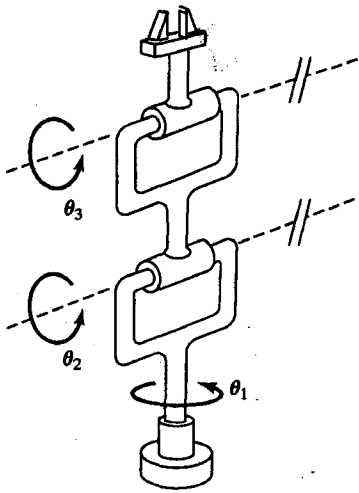


1. (30 คะแนน) แขนหุ่นมีสามองศาอิสระ ตามแสดงในรูปด้านล่าง

- จงกำหนดกรอบอ้างอิงและสเก็ตภาพของกรอบ จากกรอบที่ 0 ถึงกรอบที่ 3 ลงบนตัวหุ่น
- สร้างตารางและให้ค่าตัวแปรตามหลักการนำเสนอของ Denavit-Hartenburg
- หา Transformation matrixes 0T_1 , 1T_2 และ 2T_3
- หา Transformation matrix 0T_3

$${}^{i-1}T_i = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1}d_i \\ s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1}d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



2. (30 คะแนน) จุด P อยู่บนกรวยอ้างอิง B ซึ่งมีพิกัด ${}^B P = [2, 3, 5]^T$ และ กรวย B อยู่บนกรวยอ้างอิง A ในลักษณะขนานกัน ณ ตอนเริ่มต้น จากนั้น กรวย B การเปลี่ยนรูปตามลำดับขั้นที่ให้มา จงหา ${}^A P$ หลังจากการเคลื่อนที่ดังต่อไปนี้

- Rotate 30° about the n -axis

- จากนั้น rotate 45° about the z -axis

- จากนั้น translate 7 units along the y -axis, -4 units along the z -axis, and 3 units along the x -axis.

3. (30 คะแนน) แขนหุ่นมีสององศาอิสระ ตามแสดงในรูปด้านล่าง มี transformation matrix 0T_H และต้องการค่าตำแหน่งและการวางตัว ตามที่ให้มา กำหนดให้ความยาวของลิงค์ l_1 และ l_2 เป็น 1 เมตร

$${}^0T_H = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & p_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & p_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{12} & -S_{12} & 0 & l_2 C_{12} + l_1 C_1 \\ S_{12} & C_{12} & 0 & l_2 S_{12} + l_1 S_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

หมายเหตุ:

$$C_{12} = C(\theta_1 + \theta_2) = C\theta_1 C\theta_2 - S\theta_1 S\theta_2$$

$$S_{12} = S(\theta_1 + \theta_2) = S\theta_1 C\theta_2 + C\theta_1 S\theta_2$$

จงหา

a) สมการ inverse kinematics สำหรับ θ_1 และ θ_2

b) ค่าของ θ_1 และ θ_2 เพื่อให้หุ่นอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการดังนี้

$${}^0T_H = \begin{bmatrix} -0.2924 & -0.9563 & 0 & 0.6978 \\ 0.9563 & -0.2924 & 0 & 0.8172 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

-
4. (10 คะแนน) ออกแบบวงจรตรวจจับเสียงของหุ่นยนต์เพื่อต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับหุ่นยนต์เดินตามหาแหล่งที่มาของเสียง