

ชื่อ _____ รหัส _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1
วันที่ 1 ตุลาคม 2552
วิชา 217-451 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ (Robotics)

ประจำปีการศึกษา 2552
เวลา 9.00-12.00 น.
ห้อง A403

คำสั่ง

1. ไม่อนุญาตให้นำหนังสือหรือเอกสารอื่นใดเข้าห้องสอบ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขได้ทุกรุ่น
3. ใช้ดินสอหรือปากกาทำข้อสอบก็ได้
4. ใช้เวลาทำ 3 ชั่วโมง

ข้อสอบมีจำนวน 4 ข้อ ให้ทำทุกข้อ

ข้อ 1. _____ (20 คะแนน)

ข้อ 2. _____ (30 คะแนน)

ข้อ 3. _____ (30 คะแนน)

ข้อ 4. _____ (20 คะแนน)

รวม _____ (100 คะแนน)

ผศ.ดร.พฤทธิกร สมิตไมตรี

“ไม่มีเกรดสำหรับนักศึกษากลุ่มที่ยังไม่คืนหุ่นยนต์ หรือ อุปกรณ์ขาดหาย”

1. (20 คะแนน)

จุด P อยู่บนกรอบ B ที่เคลื่อนที่ ซึ่งมีพิกัด $[n, o, a]$ เป็น $P = [4, -7, 16]^T$ ในตอนเริ่มต้น กรอบ B ทับอยู่กับกรอบอ้างอิง $[X, Y, Z]$ ซึ่งอยู่กับที่ จากนั้น กรอบ B เคลื่อนที่ตามลำดับที่กำหนดมา ดังนี้

- 1) หมุนรอบแกน X เป็นมุม 30°
- 2) จากนั้น หมุนรอบแกน o เป็นมุม 75°
- 3) จากนั้น เลื่อนตามแกน a เป็นระยะทาง 4 หน่วย
- 4) แล้ว เลื่อนตามแกน Y เป็นระยะทาง 9 หน่วย

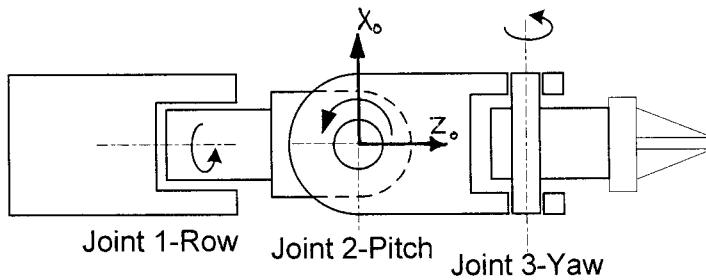
จงหาตำแหน่ง P เทียบกับกรอบอ้างอิง $[X, Y, Z]$ หลังจากการเคลื่อนที่ครั้งสุดท้าย

2. (30 คะแนน)

ข้อมือหุ่นยนต์แบบโรลล์-พิทช์-ยอว์ มีสามองศาอิสระ ตามที่แสดงในรูปด้านล่าง

- จงกำหนดกรอบอ้างอิงและสเก็ทภาพของกรอบ จากกรอบที่ 0 ถึงกรอบที่ 3 ลงบนข้อมือตัวหุ่น
- สร้างตารางและให้ค่าตัวแปรตามหลักการนำเสนอของเดนาวิท-ฮาร์เทนเบอร์ก (Denavit-Hartenburg)
- หา Transformation matrixes 0_1T , 1_2T และ 2_3T
- หา Transformation matrix 0_3T

$${}^{n-1}_nT = \begin{bmatrix} C\theta_n & -S\theta_n & 0 & a_{n-1} \\ S\theta_n C\alpha_{n-1} & C\theta_n C\alpha_{n-1} & -S\alpha_{n-1} & -S\alpha_{n-1}d_n \\ S\theta_n S\alpha_{n-1} & C\theta_n S\alpha_{n-1} & C\alpha_{n-1} & C\alpha_{n-1}d_n \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



3. (30 คะแนน)

หากต้องการให้ตำแหน่งและทิศทางกรอบของมือหุ่นยนต์พิกัดฉากที่มีการหมุนแบบโรลล์-พิทช์-ยอร์วเป็นไปตามเมทริกซ์ที่กำหนดมา จงหาค่าการเคลื่อนที่ข้อต่อของหุ่นยนต์และค่ามุมโรลล์-พิทช์-ยอร์ว

$${}^R_H T = \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & p_x \\ n_y & o_y & a_y & p_y \\ n_z & o_z & a_z & p_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.866 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 4 \\ -0.866 & -0.5 & 0 & 3.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ข้อมูล 1:

$$T_{RPY}(\phi_a, \phi_o, \phi_n) = \text{Rot}(a, \phi_a) \text{Rot}(o, \phi_o) \text{Rot}(n, \phi_n)$$

$$= \begin{bmatrix} C\phi_a C\phi_o & C\phi_a S\phi_o S\phi_n - S\phi_a C\phi_n & C\phi_a S\phi_o C\phi_n + S\phi_n S\phi_n & 0 \\ S\phi_a C\phi_o & S\phi_a S\phi_o S\phi_n + C\phi_a C\phi_n & S\phi_a S\phi_o C\phi_n - C\phi_a S\phi_n & 0 \\ -S\phi_o & C\phi_o S\phi_n & C\phi_o C\phi_n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ข้อมูล 2:

$$\text{Rot}(a, \phi_a)^{-1} \begin{bmatrix} n_x & o_x & a_x & 0 \\ n_y & o_y & a_y & 0 \\ n_z & o_z & a_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \text{Rot}(o, \phi_o) \text{Rot}(n, \phi_n)$$

$$\begin{bmatrix} n_x C\phi_a + n_y S\phi_a & o_x C\phi_a + o_y S\phi_a & a_x C\phi_a + a_y S\phi_a & 0 \\ n_y C\phi_a - n_x S\phi_a & o_y C\phi_a - o_x S\phi_a & a_y C\phi_a - a_x S\phi_a & 0 \\ n_z & o_z & a_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\phi_o & S\phi_o S\phi_n & S\phi_o C\phi_n & 0 \\ 0 & C\phi_n & -S\phi_n & 0 \\ -S\phi_o & C\phi_o S\phi_n & C\phi_o C\phi_n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4. (20 คะแนน) หุ่นยนต์มีเซนเซอร์ตรวจจับเส้นเพียง 1 ตัว ติดอยู่ด้านหน้า และมีมอเตอร์ 2 ตัวทำหน้าที่ขับเคลื่อนซ้ายและขวา จงเขียน flow chart หรือแผนผังของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์เดินทางผ่านช่องหมายเลข 1 แล้วมาจอดที่กลางช่องหมายเลข 2 และอธิบายการทำงานของโปรแกรม

