มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา** 2554
วันที่ 22...ธันวาคม 2554 **เวลา** 9:00-12:00.
วิชา 226-437 Industrial Robotics and Intelligent Sensor **ห้อง** A201

.....

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ส่วนโดยส่วนที่ 1 คะแนนมี 5 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ส่วนที่ 2 มี 4 ข้อ คะแนนเต็ม 60 คะแนน ในกระดาษคำถาม 10 หน้า
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้นจากผู้อื่น เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา
7. ให้ทำในกระดาษคำถามเท่านั้น **พร้อมกับแสดงวิธีทำอย่างละเอียด** การตอบนอกกระดาษคำถามจะไม่มีคะแนน
8. เขียน ชื่อ รหัสนักศึกษา ในกระดาษคำตอบทุกหน้าก่อนเริ่มทำ เพื่อป้องกันความสับสน ในกรณีกระดาษคำตอบหลุดจากฉบับ
9. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้
   ☐ ตำรา ☐ หนังสือ ☐ กระดาษ A4 1 แผ่น
   ☐ Dictionary ☑ เครื่องคิดเลข ไม่จำกัดรุ่น
10. ให้ทำข้อสอบโดยใช้ ☑ ปากกา ☑ ดินสอ

ส่วนที่ 1			ส่วนที่ 2		
ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	5		1	10	
2	5		2	10	
3	5		3	10	
4	10		4	10	
5	15		5	20	
รวม	40		รวม	60	

ผู้ออกข้อสอบ อ.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์

อ.เกรียงไกร ไวยกาญจน์

PART 1.

1. ในกระบวนการผลิตแต่ละข้อต่อไปนี้ นักศึกษาจะแนะนำให้ผู้ผลิตเลือกใช้ระบบอัตโนมัติแบบใด (Hard Automation หรือ Soft Automation) เพราะเหตุใด (5 คะแนน)
   a. สายการผลิต A ทำการผลิตชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน 2 ชนิดในแต่ละปี โดยมีปริมาณการผลิตประมาณ 200,000 ชิ้นสำหรับชิ้นส่วนแต่ละชนิด

      .....

      .....

      .....

      .....

   b. โรงงานแห่งหนึ่งรับจ้างผลิตสินค้าตามแบบที่ลูกค้าแต่ละรายสั่ง โดยมียอดการสั่งแต่ละครั้งไม่เกิน 100 ชิ้น

      .....

      .....

      .....

      .....

   c. จากข้อ b นักศึกษาจะแนะนำผู้ผลิตอย่างไร หากยอดการสั่งในแต่ละครั้งเพิ่มเป็นมากกว่า 100 ชิ้น

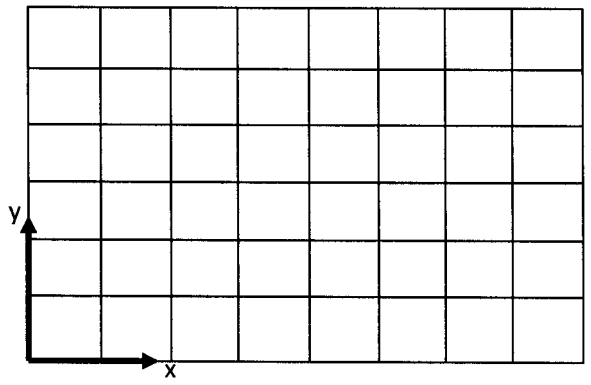
      .....

      .....

      .....

      .....

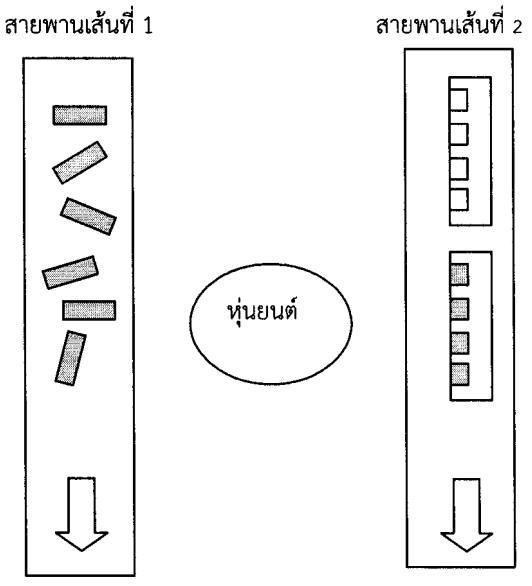
2. กำหนดให้ระยะระหว่างจุดตัดของเส้นในแนวแกน x และ y เท่ากับ 0.001 นิ้ว หากหุ่นยนต์มีค่า precision ในแนวแกน x เท่ากับ 0.002 นิ้วและแนวแกน y เท่ากับ 0.003 นิ้ว ให้นักศึกษากากบาทจุดที่หุ่นยนต์สามารถหยิบวัตถุได้ (Home position อยู่ที่ตำแหน่ง (0,0)) (5 คะแนน)



3. เทคโนโลยีในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ (drive technology) มี 3 ประเภทคือ hydraulic, electric และ pneumatic จากลักษณะการใช้งานหุ่นยนต์ดังต่อไปนี้ ขอให้นักศึกษาแนะนำเทคโนโลยีที่เหมาะสม (5 คะแนน)
   a. หุ่นยนต์สำหรับทำหน้าที่หยิบชิ้นงานหล่อขนาดใหญ่ออกจากเบ้าในโรงงานแปรรูปเหล็ก .....
   b. หุ่นยนต์ประกอบแผ่นวงจรในโรงงานอิเลคทรอนิกส์.....
   c. หุ่นยนต์หยิบแผ่นโลหะวางบนเครื่องปั๊มเพื่อขึ้นรูปตัวถังรถยนต์.....
   d. หุ่นยนต์ที่มี cycle time น้อยกว่า 3 วินาที ในการหยิบชิ้นงานขนาด 200 กรัม เพื่อวางในตำแหน่งที่ห่างไปเป็นระยะ 30 นิ้ว .....
4. หุ่นยนต์ Cartesian ตัวหนึ่งมีระยะในการเคลื่อนที่ดังรายละเอียดในตาราง จงคำนวณหาปริมาตรของ work envelope (10 คะแนน)

Horizontal		Vertical	
Reach (mm)	Stroke (mm)	Reach (mm)	Stroke (mm)
600	500	1000	800

5. หุ่นยนต์ตัวหนึ่งยืนอยู่ตรงกลางระหว่างสายพาน 2 เส้น สายพานเส้นที่หนึ่งทำหน้าที่ป้อนชิ้นงานที่มีลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเล็ก ชิ้นงานวางอยู่บนสายพานด้วยตำแหน่งและลักษณะการจัดวางที่ไม่แน่นอน หุ่นยนต์จะทำหน้าที่หยิบชิ้นงานนี้วางลงในช่องที่มีรูปร่างเหมือนชิ้นงาน(ในแนวตั้ง) ซึ่งไหลมาตามสายพานที่สอง หุ่นยนต์ตัวนี้ควรจะมีแกนการเคลื่อนที่กี่แกนเป็นอย่างน้อยจึงจะสามารถทำงานนี้ได้ วาดภาพประกอบการอธิบาย (15 คะแนน)



PART 2.

1. หุ่นยนต์แขนกลในอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้ 2 แบบหลักๆ ตามลักษณะของโครงสร้าง

1.1 ให้วาดภาพสเก็ตช์หุ่นยนต์แขนกลในแต่ละแบบพร้อมบอกว่าเป็นโครงสร้างแบบใด **(5 คะแนน)**

1.2 จงบอกจุดเด่นของลักษณะในการใช้งานและข้อจำกัดของโครงสร้างหุ่นยนต์แขนกลในแต่ละแบบ **(5 คะแนน)**

2. จงวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมใช้งานหุ่นยนต์แขนกล โดยวิธีการสอน (Teaching mode) และวิธีการอัตโนมัติ (Automatic mode) **(10 คะแนน)**

3. จากหลักการของการแปลงรูปทรง (The principles of transformation geometry) ในกรณีของการหมุน (Rotation) สามารถแสดงได้ตามสมการที่ 1 และ 2 จงแสดงวิธีการพิสูจน์พร้อมวาดภาพประกอบ **(10 คะแนน)**

$$x' = r\cos(\theta+\phi) = r\cos\theta\cos\phi - r\sin\theta\sin\phi$$
$$= x\cos\theta - y\sin\theta \quad (1)$$
$$y' = r\sin(\theta+\phi) = r\sin\theta\cos\phi + r\cos\theta\sin\phi$$
$$= x\sin\theta + y\cos\theta \quad (2)$$

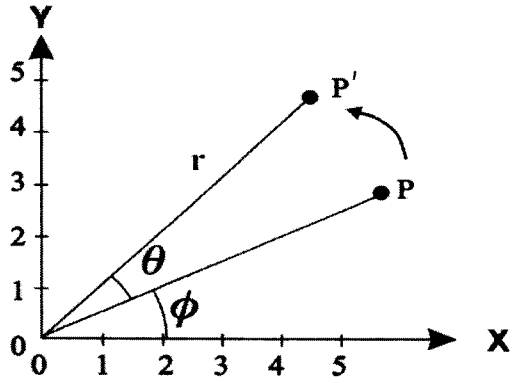


Figure 1. Rotation of a point P to P' about the origin

4. จงแสดงตัวอย่างเพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่า $f_{rot1}(f_{rot2}(p)) \neq f_{rot2}(f_{rot1}(p))$ คือการสลับลำดับก่อนหลังของการหมุนจะมีค่าไม่เท่ากัน (Rotations are non-commutative) **(10 คะแนน)**

5. หากต้องการหาตำแหน่งใหม่ของปลายแขนหุ่นยนต์แขนกลภายหลังจากเกิดการเคลื่อนที่ด้วยสมการจลน์แบบไปข้างหน้าโดยวิธีการหมุน (Rotation) ของการแปลงรูปทรง (The principles of transformation geometry) จงแสดงวิธีการคำนวณเพื่อหาตำแหน่งปลายแขนหุ่นยนต์แขนกลของจุดปลายแขนสมมุติดังต่อไปนี้

   5.1 ให้หาตำแหน่งใหม่ของจุด $P\left(5,3,1\right)$ ภายหลังจากการหมุนรอบจุดข้อหมุน $Q\left(1,1,1\right)$ไป 15 องศา รอบแกน Z **(10 คะแนน)**

   5.2 ให้หาตำแหน่งใหม่ของจุด $P\left(2,4,6\right)$ ภายหลังจากหมุนรอบข้อหมุนที่จุดกำเนิด (Origin) ไป 30 องศา รอบแกน X และตามต่อด้วยหมุนรอบข้อหมุนเดิมไปอีก 45 องศา รอบแกน Y **(10 คะแนน)**