โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

การออกแบบหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นทางและทำภารกิจให้สำเร็จ

จัดทำโดย

1. นายรพี รัตนมนูณพร เลขที่ 1

2. นายสรวิชญ์ ฉู เลขที่ 2

3. นางสาวอรญา กิ่งใบสมบูรณ์ เลขที่ 23

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 AI

เสนอ

อาจารย์ประพัฒน์ ศิลปกิจจานนท์

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาฟิสิกส์ในเทคโนโลยีหุ่นยนต์

รหัสวิชา ว30256

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

คำนำ

โครงงานเรื่องการออกแบบหุ่นยนต์ให้เดินตามเส้นทาง และทำภารกิจให้สำเร็จ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์ที่สามารถปฏิบัติภารกิจตามจุดจอดที่กำหนดได้ โดยผู้จัดทำได้ออกแบบ และสร้างชิ้นงานสามมิติ (3D) เพื่อนำมาติดตั้งเข้ากับตัวรถหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับลักษณะของภารกิจในแต่ละจุดจอด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและทำให้ภารกิจสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

ในการดำเนินโครงงาน ผู้จัดทำได้เรียนรู้กระบวนการทำงานตั้งแต่การวิเคราะห์ภารกิจ การออกแบบชิ้นงานสามมิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์(Onshape) การนำชิ้นงานไปประกอบเข้ากับตัวรถหุ่นยนต์ รวมถึงการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม กระบวนการเหล่านี้ช่วยเสริมสร้างความรู้ด้านเทคโนโลยี ฟิสิกส์วิศวกรรม และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

โครงงานนี้ไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาทักษะด้านการออกแบบ และการสร้างหุ่นยนต์เท่านั้น แต่ยังช่วยฝึกการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรับผิดชอบ และการวางแผนการทำงาน ผู้จัดทำหวังว่าโครงงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหรือพัฒนางานด้านเทคโนโลยีในอนาคตต่อไป

4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569

สารบัญ

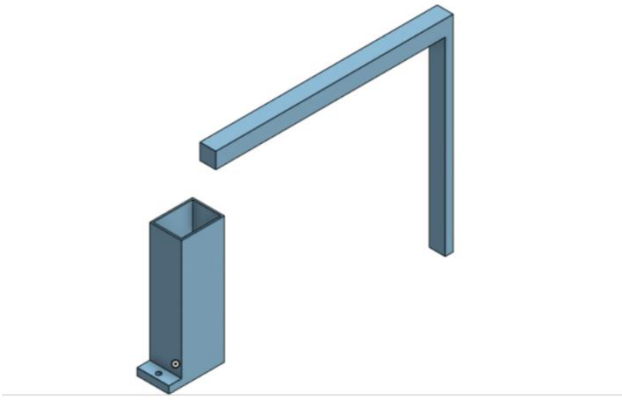
เรื่อง	หน้า
แนวคิดในการออกแบบแขนสามมิติสำหรับการประกอบเข้ากับหุ่นยนต์	4
กระบวนการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อปฏิบัติภารกิจตลอดเส้นทาง	5
การคำนวณการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในตำแหน่งต่างๆ	6
การคำนวณความเร็วรอบ และการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	6
ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามภารกิจ	7
การเคลื่อนที่แบบครึ่งวงกลมในจุดจอดที่สาม	8
การสรุปและข้อเสนอแนะ	9

แนวคิดในการออกแบบแขนสามมิติสำหรับการประกอบเข้ากับหุ่นยนต์

โครงสร้างของชิ้นงานได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความมั่นคงและประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์เป็นสำคัญ โดยได้ติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ไว้ภายในฐานของชิ้นงาน ซึ่งฐานดังกล่าวทำหน้าที่เป็นโครงสร้างรองรับ และเป็นกลไกสำหรับยึดล็อกเซอร์โวมอเตอร์ให้คงที่ เพื่อลดการเคลื่อนที่หรือการสั่นสะเทือนขณะทำงาน การออกแบบฐานให้มีความแข็งแรงช่วยให้ระบบสามารถถ่ายทอดการเคลื่อนไหวจากเซอร์โวมอเตอร์ไปยังส่วนอื่น ๆ ของหุ่นยนต์ได้อย่างแม่นยำและมีเสถียรภาพ

ในส่วนของแขนกล ได้รับการออกแบบให้มีน้ำหนักเบาโดยเลือกใช้รูปทรงที่เหมาะสม เพื่อลดแรงและโมเมนต์ที่กระทำต่อเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบควบคุม เมื่อเซอร์โวมอเตอร์ทำการหมุนเพื่อขับเคลื่อนแขนกล แรงบิดที่เกิดขึ้นจะเพียงพอต่อการเคลื่อนไหวโดยไม่ทำให้เกิดการหลุดหรือเสียตำแหน่งของชิ้นส่วนต่าง ๆ นอกจากนี้ การลดน้ำหนักของแขนกลยังช่วยลดการสึกหรอของเซอร์โวมอเตอร์ และเพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์

จากการออกแบบดังกล่าว ทำให้ระบบแขนกลสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น มีความแม่นยำ มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสะท้อนให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ เช่น แรงบิดและสมดุลของแรง มาร่วมกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติภารกิจของหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน



ภาพที่ 1 โครงสร้างของแขนสามมิติ

กระบวนการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อปฏิบัติภารกิจตลอดเส้นทาง

ในการทำให้หุ่นยนต์สามารถปฏิบัติภารกิจตลอดเส้นทางที่กำหนดได้ ผู้จัดทำได้ออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยอาศัยการคำนวณทางฟิสิกส์ร่วมกับการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ หุ่นยนต์ที่ใช้เป็นลักษณะรถสองล้อขับเคลื่อน (differential drive robot) ซึ่งสามารถควบคุมทิศทางและการหมุนได้โดยการปรับความเร็วรอบของล้อซ้ายและล้อขวา

ในขั้นตอนแรก ได้กำหนดค่าคงที่ทางกายภาพของหุ่นยนต์ เช่น รัศมีของล้อ ระยะห่างระหว่างล้อ และค่าคงที่ของ π เพื่อใช้ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อย่างแม่นยำ โดยการเคลื่อนที่ในแนวตรงถูกควบคุมจากความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงของล้อกับระยะทางที่ต้องการให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ซึ่งสามารถแปลงระยะทางที่กำหนดในหน่วยเซนติเมตรให้เป็นความเร็วรอบของมอเตอร์ (RPM) ได้

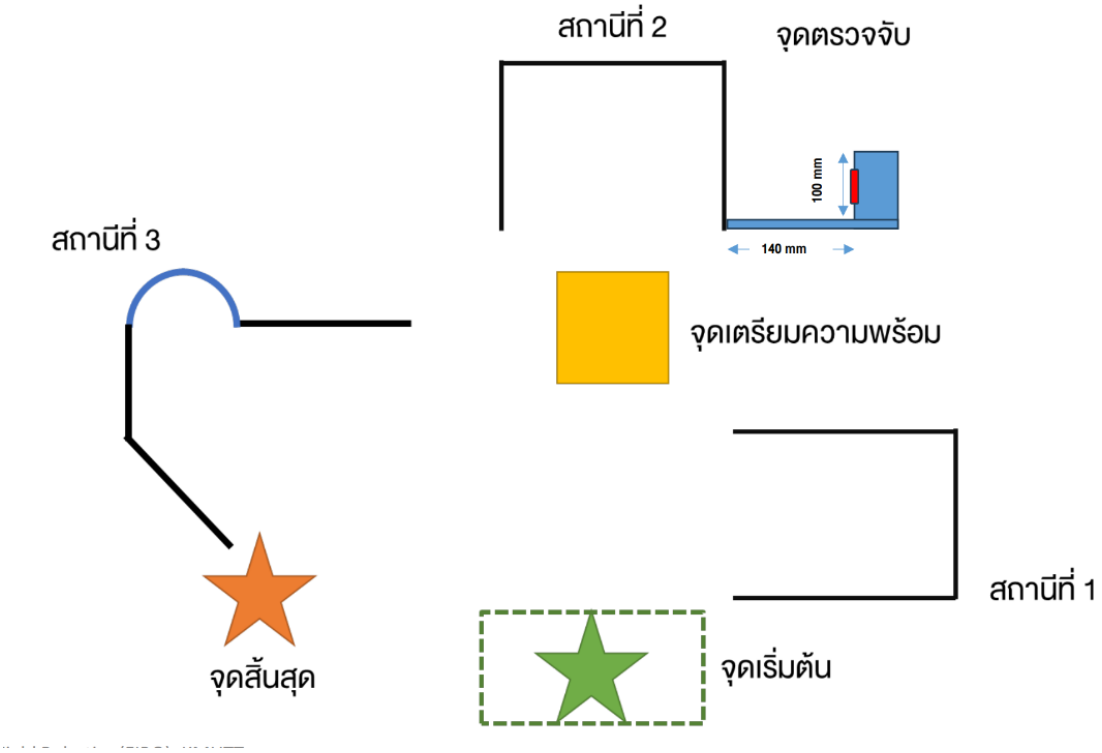
สำหรับการหมุนเปลี่ยนทิศทาง หุ่นยนต์ใช้หลักการเคลื่อนที่แบบหมุนรอบจุดศูนย์กลาง โดยคำนวณระยะทางที่ล้อแต่ละข้างต้องเคลื่อนที่จากความยาวของส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งขึ้นอยู่กับมุมที่ต้องการหมุน และระยะห่างระหว่างล้อ การหมุนสามารถทำได้ทั้งแบบให้ล้อข้างหนึ่งหยุดนิ่ง และอีกข้างเคลื่อนที่ หรือแบบให้ล้อทั้งสองข้างหมุนด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้การเลี้ยวที่มีความแม่นยำมากขึ้น

ในกรณีของการเลี้ยวเป็นมุมโค้ง หุ่นยนต์ถูกตั้งค่าให้ล้อด้านใน และล้อด้านนอกหมุนด้วยความเร็วรอบที่แตกต่างกัน โดยอาศัยการคำนวณจากรัศมีวงเลี้ยวด้านในและด้านนอก หลักการนี้ช่วยให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางโค้งได้อย่างต่อเนื่อง ลดการลื่นไถลของล้อ และเพิ่มความเสถียรในการเคลื่อนที่

ลำดับคำสั่งการเคลื่อนที่ถูกจัดเรียงให้สอดคล้องกับเส้นทาง และจุดจอดภารกิจที่กำหนด โดยแต่ละช่วงของการเคลื่อนที่ เช่น การเดินหน้า การถอยหลัง และการหมุน จะถูกควบคุมด้วยเวลาที่เหมาะสม พร้อมทั้งมีการสั่งให้หุ่นยนต์หยุด ระหว่างแต่ละช่วง เพื่อให้หุ่นยนต์มีตำแหน่งที่แน่นอนก่อนเริ่มการเคลื่อนที่ถัดไป วิธีการนี้ช่วยลดความคลาดเคลื่อนสะสมที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำงาน

จากการออกแบบระบบควบคุมดังกล่าว ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ และปฏิบัติภารกิจตลอดเส้นทางได้ตามที่กำหนด โดยแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบ

วงกลม ความเร็วเชิงมุม และความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความเร็วรอบ ร่วมกับการเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์



ภาพที่ 2 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ผ่านจุดจอดต่างๆ

การคำนวณการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในตำแหน่งต่าง ๆ

1. **การคำนวณความเร็วรอบและการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์**

อันดับแรก ได้มีการคำนวณความเร็วรอบของมอเตอร์ (Revolutions Per Minute: RPM) ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต่อระยะทาง 1 เซนติเมตร โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างเส้นรอบวงของล้อ และระยะเวลาที่กำหนดสำหรับการเคลื่อนที่ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{RPM}_{1cm} = \frac{1}{2\pi r} \times \frac{60000}{t}$$

เมื่อ

r คือ รัศมีของล้อ (เซนติเมตร)

t คือ เวลาที่กำหนดสำหรับการเคลื่อนที่ (มิลลิวินาที)

จากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของระบบ ได้แก่ รัศมีล้อเท่ากับ 3.0 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างล้อ (track width) เท่ากับ 15.0 เซนติเมตร และกำหนดค่าคงที่ของพายเท่ากับ 3.14159 รวมถึงกำหนดเวลาเคลื่อนที่มาตรฐานเท่ากับ 3000 มิลลิวินาที ผลการคำนวณพบว่าค่าความเร็วรอบที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระยะทาง 1 เซนติเมตรมีค่าประมาณ 10.6 รอบต่อนาที

เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 47 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตำแหน่งกรอบสีเหลืองตามแผนผังการทำงาน และเป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิบัติภารกิจ จึงนำค่าความเร็วรอบต่อ 1 เซนติเมตร มาคูณด้วยระยะทาง 47 เซนติเมตร ส่งผลให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

2. ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามภารกิจ

หลังจากถึงจุดเริ่มต้นภารกิจ หุ่นยนต์จะถอยหลัง และทำการหมุนตัว 90 องศา โดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่แบบหมุนรอบจุดศูนย์กลางของหุ่นยนต์ ซึ่งคำนวณจากระยะทางที่ล้อจำเป็นต้องเคลื่อนที่ตามสมการ

$$\text{Distance}_{90^\circ} = 2\pi \times \text{ระยะระหว่างล้อ} \times \frac{90}{360}$$

จากนั้นหุ่นยนต์จะถอยหลังเป็นระยะทาง 44 เซนติเมตร โดยการหมุนล้อขวา และค่าที่ใช้ในการหมุนคือ การนำ Distance90องศา คูณกับ RPM 1cm เพื่อเข้าสู่ตำแหน่งตรวจสอบในจุดจอดที่สอง และหยุดรอเพื่อตรวจสอบตำแหน่ง (Checkpoint)

ต่อมา หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 44 เซนติเมตร และหมุนขวา 90 องศา เพื่อกลับเข้าสู่แนวทางของจุดเริ่มต้น ก่อนจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอีกระยะหนึ่งเพื่อเข้าสู่จุดตรวจสอบถัดไปในจุดจอดที่สาม

หลังจากนั้น หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า22 เซนติเมตรและทำการเลี้ยวขวา เพื่อปรับทิศทางให้หันเข้าสู่ตำแหน่งของเซนเซอร์ จากนั้นจึงถอยกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นอีกครั้ง พร้อมทั้งถอยหลังเล็กน้อยเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่จุดจอดที่สาม

3. การเคลื่อนที่แบบครึ่งวงกลมในจุดจอดที่สาม

ในขั้นตอนสุดท้าย หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นเส้นทางครึ่งวงกลมตามที่โจทย์กำหนด โดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่แบบล้อซ้าย และล้อขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็วรอบที่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดการเลี้ยวตามรัศมีที่กำหนด

โดยกำหนดมุมการหมุนเท่ากับ 180 องศา กำหนดR เคลื่อนที่ล้อด้านใน และRเคลื่อนที่ด้านนอกเท่ากับ 11 และ 27 เซนติเมตรตามลำดับ กำหนดเวลาเป็น 10000ms ก่อนที่จะเปลี่ยนทิศทางหุ่นยนต์จะมีการถอยหลัง 7เซนติเมตรก่อนที่จะหันไปทางซ้าย 90 องศา จากนั้นเดินหน้า 34cm และต่อไปอีก 7 เซนติเมตรเพื่อ เพื่อเตรียมพร้มเดินเป็นครึ่งวงกลมจากนั้น คำนวณความเร็วรอบของล้อด้านใน และด้านนอกด้วยสมการ

$$\text{RPM} = \frac{\theta \times R_{\text{เคลื่อนที่}} \times 60000}{r \times t \times 360}$$

เมื่อ

θ คือ มุมในการหมุน (องศา)

t คือ เวลา

ผลการคำนวณทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่เป็นครึ่งวงกลมได้อย่างสอดคล้องกับเส้นทางที่กำหนด และเดินตรงต่อไปอีก16เซนติเมตร จากนั้นหุ่นยนต์จะปรับทิศทางจากการหมุนของล้อด้านขวาด้วยการหมุน 60 องศา และเคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้าอีกระยะ29 เซนติเมตร เพื่อเข้าสู่ตำแหน่งสุดท้ายของภารกิจอย่างสมบูรณ์

การสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานและการออกแบบแขนกลเพิ่มเติม พบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ คือการเคลื่อนที่ที่ไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งมีสาเหตุจากสภาพพื้นผิวของสนามที่มีความไม่เรียบ และมีหลุมบางส่วน ส่งผลให้ล้อของหุ่นยนต์เกิดการเอียง และการทรงตัวที่ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ โครงสร้างฐานของแขนกลยังมีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ทำให้ในบางครั้งเซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับสัญญาณหรือวัตถุได้อย่างถูกต้อง ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติภารกิจของหุ่นยนต์

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการพัฒนาในครั้งต่อไป ผู้จัดทำมีแนวทางในการปรับปรุงโดยการออกแบบฐานของแขนกลให้มีความแข็งแรง และมั่นคงมากยิ่งขึ้น รวมถึงการพิจารณาใช้แผ่นรองพื้นสนามเพื่อช่วยลดความไม่สม่ำเสมอของพื้นผิว และเพิ่มเสถียรภาพในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งคาดว่าจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการทำงานของระบบโดยรวม

อย่างไรก็ตาม แม้จะพบข้อจำกัดบางประการ โครงงานนี้ยังช่วยให้ผู้จัดทำได้รับความรู้ และประสบการณ์ที่สำคัญ ทั้งในด้านการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์ และการประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม การวางแผนการทำงาน และการบริหารจัดการเวลา ซึ่งเป็นทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา และการทำงานในอนาคตได้