

# หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

## Service Robot to Deliver Automated Parcel

สุธีร์ ก่อบุญขวัญ<sup>1</sup> สิทธิพงษ์ จันทัน<sup>2</sup> วรวุฒิ ตั้งนรกุล<sup>3</sup> ชาลี เขมะพันธุ์มนัส<sup>4</sup> และสันติชัย ช่วยบำรุง<sup>5</sup>

Sutee Korboonkwan<sup>1</sup> Sitthiphong Cheenmun<sup>2</sup> Worawut Tangnoraku<sup>3</sup> Charlee Khemapunmanus<sup>4</sup>  
and Santichai Chuaybamrung<sup>5</sup>

1,2,3 แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Department of Mechatronics and Robotics, Suratthani Technical College, Surat Thani 84000

4 บริษัท เพอร์ฟอร์แมก เทรดดิ้ง จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Performax Trading Co., Ltd., Surat Thani 84000

5 บริษัท เปี่ยมทรัพย์ เอ็นจิเนียริง จำกัด จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Piamsup Engineering Co., Ltd., Surat Thani 84000

1 Corresponding Author: E-mail: Korboonkwansutee@gmail.com

Received: 16 Oct. 2024; Revised: 26 Jun. 2025; Accepted: 26 Jun. 2025

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ 2) หาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ เป็นกรอบการวิจัย สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 20 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) หุ่นยนต์ AGV 2) แบบบันทึกการหาประสิทธิภาพ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าทางสถิติ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยพบว่า 1) หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติมีการทำงาน 3 ระบบ ระบบการขับเคลื่อนทำงานโดยใช้ล้อโอโมนีไดเรคชันนอล 4 ล้อ มีมอเตอร์ดีซีเป็นตัวส่งกำลัง ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ด้วย AI บนระบบปฏิบัติการ ROS รับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม ตรวจจับแสงและวัดระยะด้วย LiDAR 2) ประสิทธิภาพการทำงานด้านประมวลผลเส้นทางมีความถูกต้องในระดับสูงที่สุดที่ผู้วิจัยมีการตรวจจับ 2.5 เมตร เคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางโดยไม่ชน และด้านระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือ 129.40 วินาที ที่ความเร็ว 0.65 เมตร/วินาที ด้านลำดับขั้นตอนการทำงานสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 100 3) ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมมีระดับความพึงพอใจในระดับมาก

**คำสำคัญ:** หุ่นยนต์บริการ หุ่นยนต์ขนส่ง บริการขนส่ง พัสดุอัตโนมัติ

### Abstract

The research is an experimental study with the following objectives: 1) to develop a service robot to deliver automated parcels, 2) to evaluate the efficiency of the robot to deliver automated parcels, and 3) to study users' satisfaction with the developed robot. The research was conducted at the Department of Mechatronics and Robotics. The sample group consisted of 20 personnel specializing in robotics

and automation systems in Surat Thani Province, selected through purposive sampling. The research tools included 1) the AGVAI robot, 2) an efficiency evaluation form, and 3) a satisfaction survey. Data were analyzed using statistical measures through percentages and averages.

The results showed that 1) the robot to deliver automated parcels operates on three systems. The drive system operates with four omnidirectional wheels powered by DC motors. The movement control system is managed by AI on the ROS platform, receiving data from a webcam and utilizing LiDAR for light detection and ranging. 2) The robot's path processing efficiency was found to be highly accurate, with a detection radius of 2.5 meters, enabling smooth obstacle avoidance without collisions. The shortest average operational time for parcel delivery was 129.40 seconds at a speed of 0.65 meters per second. The task sequencing was 100% accurate. 3) The overall users' satisfaction was rated at a high level.

**Keywords:** Service Robot, Delivery Robot, Delivery Service, Automated Parcel

## 1. บทนำ

ในโรงงานอุตสาหกรรม การขนถ่ายและคัดแยกพัสดุมีความสำคัญอย่างมากในการจัดการกระบวนการผลิตรวมถึงการเก็บและการส่งสินค้าออก โดยกระบวนการเหล่านี้มักจะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบและสินค้าในโรงงาน รวมถึงการจัดการพัสดุสำหรับส่งออกไปยังลูกค้า เมื่อสินค้าสำเร็จรูปเสร็จสิ้นจากกระบวนการผลิต จะต้องทำการขนถ่ายไปยังพื้นที่จัดเก็บหรือพื้นที่สำหรับการจัดส่งในกระบวนการนี้จะมีการบรรจุสินค้าและการจัดเก็บในคลังสินค้า โดยมากใช้ระบบจัดเก็บอัตโนมัติและระบบการจัดการคลังสินค้า โรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่มักมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในกระบวนการคัดแยกพัสดุ เช่น การใช้เครื่องอ่านบาร์โค้ดหรือ RFID เพื่อระบุสินค้าหรือพัสดุอย่างแม่นยำ การใช้ระบบคัดแยกอัตโนมัติที่สามารถจัดการกับพัสดุได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ [1]

โรงงานอุตสาหกรรมที่เริ่มการดำเนินการและยังไม่ได้ใช้ระบบอัตโนมัติหรือเครื่องจักรอย่างเต็มที่ การขนถ่ายและคัดแยกพัสดุดังต้องอาศัยแรงงานคน ซึ่งอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายรวมถึงทำให้กระบวนการช้าลง โดยเฉพาะเมื่อมีปริมาณพัสดุนาน ลูกจ้างที่ต้องยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยร่างกาย จึงมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการบาดเจ็บที่ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งอาการเหล่านี้ อาจสะสมและเพิ่มระดับอาการมากขึ้น มีผลกระทบต่อสมรรถภาพในการทำงานของลูกจ้างและเกิดการบาดเจ็บที่ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก อาการบาดเจ็บนี้อาจจะกลายเป็นการบาดเจ็บถาวร ในยุคที่มีการพัฒนาทางด้าน

ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อย่างรวดเร็วเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการทำงานได้เร็วกว่าทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีข้อผิดพลาดน้อยหรือไม่มีเลย ประหยัดเวลา ลดต้นทุนด้านแรงงาน และทำงานที่เสี่ยงอันตรายได้ หุ่นยนต์ขนถ่ายและคัดแยกพัสดุระบบ AI จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าวให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงานขนถ่ายและคัดแยกพัสดุ [2]

ดังนั้นทางผู้วิจัย จึงมีแนวคิดที่จะสร้างหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ AGVAI โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการขนถ่ายและคัดแยกพัสดุ รวมทั้งเคลื่อนที่ผ่านสิ่งกีดขวางสามารถทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวระบบ AI บนระบบปฏิบัติการ ROS ซึ่งหุ่นยนต์จะทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีข้อผิดพลาดน้อยหรือไม่มีเลย ประหยัดเวลา ลดต้นทุนด้านแรงงาน และทำงานที่เสี่ยงอันตรายได้ บุคลากรที่ปฏิบัติงานขนถ่ายและคัดแยกพัสดุ มีความปลอดภัยสูงขึ้น [3]

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

## 3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

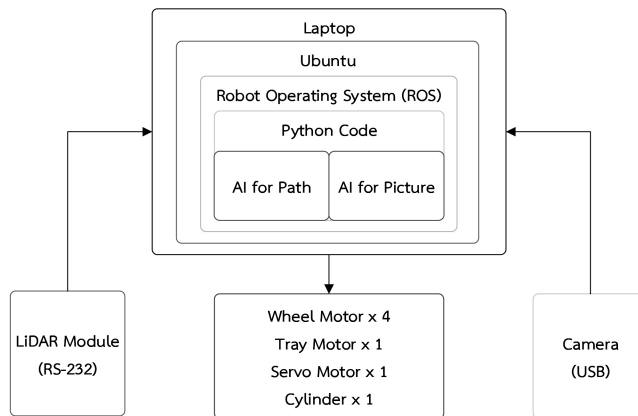
3.2 ผู้ใช้งานหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 การสร้างนวัตกรรม

1) ออกแบบระบบการทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

การทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ ออกแบบให้รับข้อมูลสิ่งกีดขวางจากโมดูล LiDAR และกล้องเว็บแคม มาประมวลผลโดยโมดูล AI ภายใต้ระบบปฏิบัติการ ROS ที่ติดตั้งบน Laptop ส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่และการรับส่งพัสดุของหุ่นยนต์ผ่านชุดอินเตอร์เฟสไปยังดีซีมอเตอร์ วาล์วลม และเซอร์โวมอเตอร์

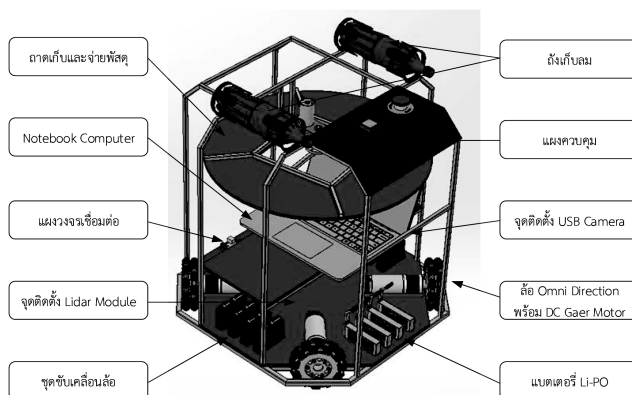


ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

### 2) ออกแบบโครงสร้าง

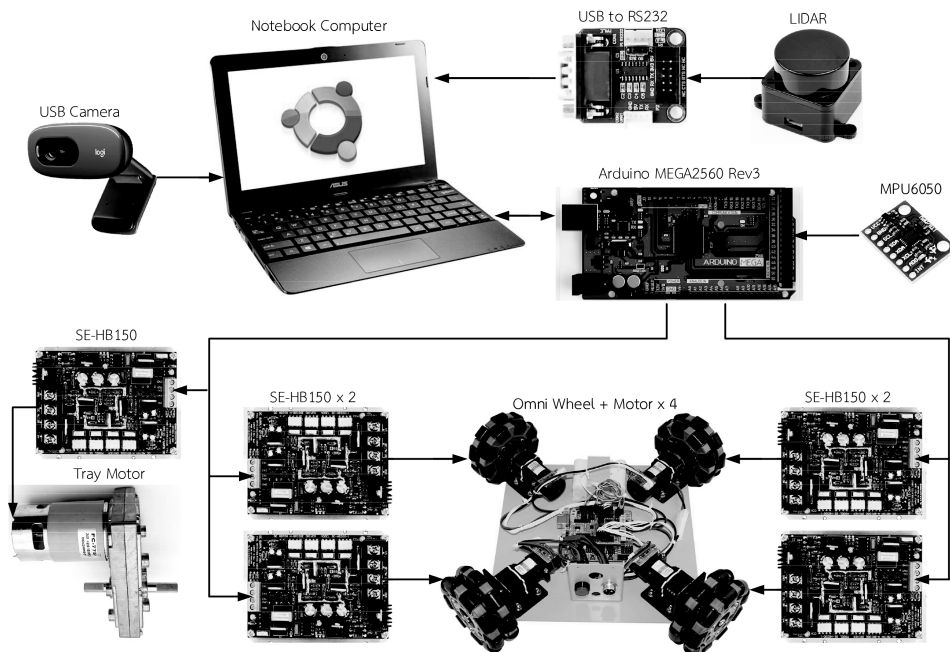
หุ่นยนต์ออกแบบเป็นรูปทรงแปดเหลี่ยม ทำจากสแตนเลส กว้าง 55 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร และความสูง 70 เซนติเมตร ล่างสุดเป็นระบบขับเคลื่อน มีล้อโอมนิไดเรกชันพร้อมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ความเร็ว 500 รอบต่อนาที จำนวน 4 ชุด ให้เคลื่อนที่ไป

ทำการกิจ ระดับที่สองติดตั้งโมดูล LiDAR เพื่อสำรวจพื้นที่ทำการกิจ สร้างเส้นทางเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ชั้นที่สามารถรองรับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กซึ่งติดตั้งระบบปฏิบัติการ ROS และโปรแกรมควบคุมการทำงานทั้งหมด ชั้นที่สี่ติดตั้งกล่องจัดเก็บและจ่ายพัสดุ



ภาพที่ 2 แบบโครงสร้างของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

## 3) การสร้างวงจรควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 3 วงจรควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

วงจรควบคุมการทำงาน ออกแบบให้รับข้อมูล สิ่งกีดขวางจากโมดูล LiDAR และกล้องเว็บแคม มาประมวลผลโดยโมดูล AI ภายใต้ระบบปฏิบัติการ ROS ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก ส่งสัญญาณควบคุมการเคลื่อนที่และการรับส่งพัสดุของหุ่นยนต์ ควบคุมผ่านชุดอินเตอร์เฟสไปยังมอเตอร์สี่ขั้วเคลื่อนล้อโอโมนิ 4 ล้อ วาล์วลม และเซอร์โวมอเตอร์ โดยเป็นแบตเตอรี่ ขนาด 24 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง เป็นแหล่งพลังงาน

## 4.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ บุคลากรทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติจากภาคอุตสาหกรรม ภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 535 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติจากภาคอุตสาหกรรมภายในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 20 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

## 4.3 การสร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

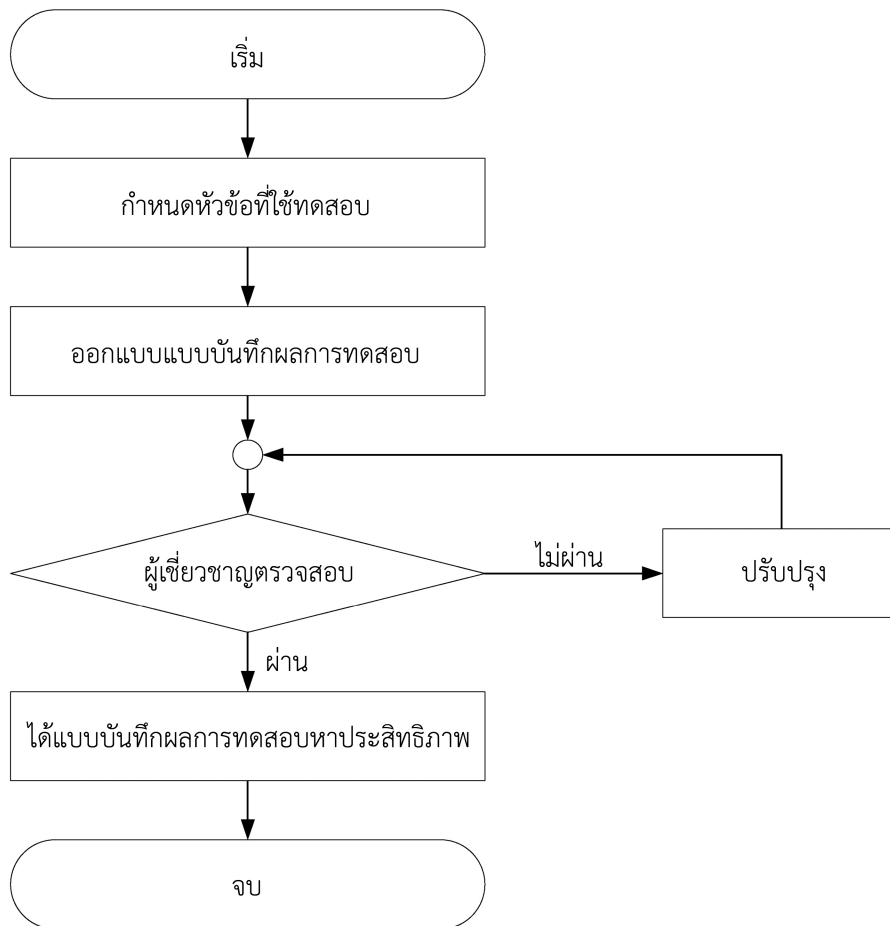
1) การสร้างแบบบันทึกผลการทดสอบหาประสิทธิภาพหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

มีการทดสอบหาผลลัพธ์ และนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการทดสอบการทำงาน 3 ด้าน มีรายละเอียดดังนี้

- 1.1) การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการสร้างเส้นทางการเดินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง
- 1.2) การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านการรับส่งพัสดุ
- 1.3) การทดสอบหาประสิทธิภาพด้านระยะเวลาการปฏิบัติงาน

โดยมีแนวทางสร้างแบบบันทึกผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ ดังนี้





ภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบบันทึกผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ

2) การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านโครงสร้างและการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน และด้านการบำรุงรักษาและความปลอดภัย ลักษณะของข้อคำถามสำหรับการประเมินความพึงพอใจ จะเป็นแบบปิดและแบบเปิด ซึ่งจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลของผู้ทำแบบประเมิน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้งานหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

ดังที่กล่าวมา โดยส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Scale) โดยกำหนดความหมายคะแนนของตัวเลือกในแบบประเมินแต่ละข้อ ดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงใจปานกลาง

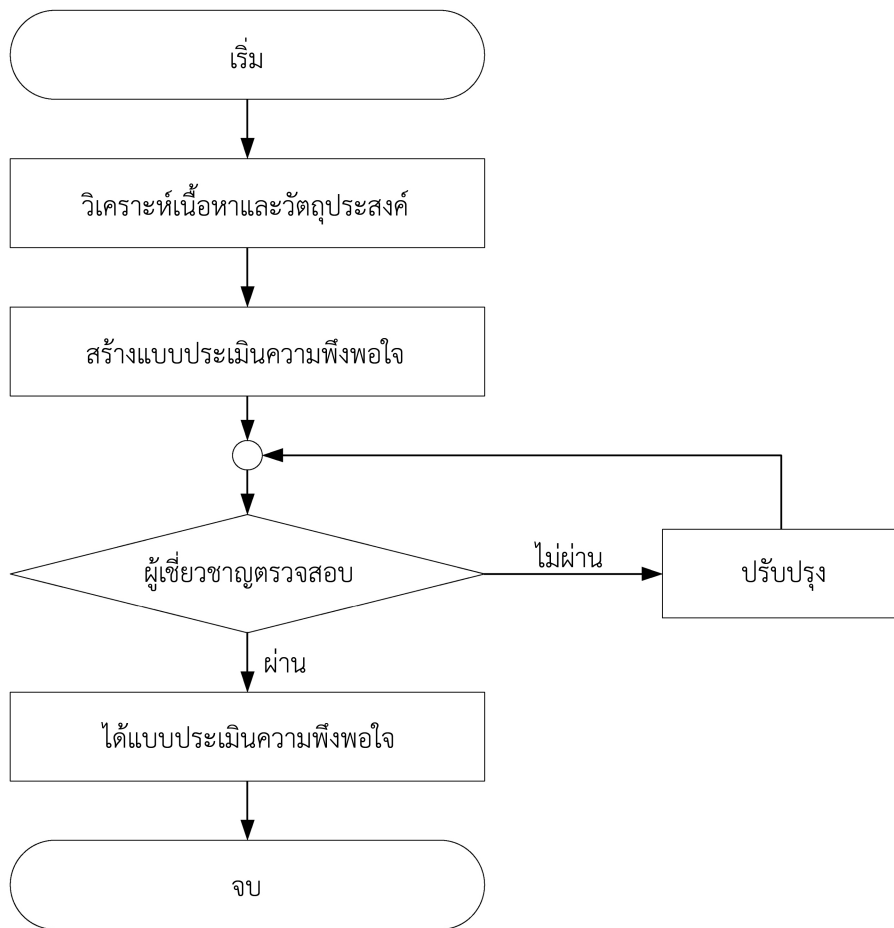
2 หมายถึง มีความพึงใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงใจน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

โดยมีแนวทางสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

ดังนี้



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

#### 4.4 การทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ด้านการทดสอบหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจะดำเนินการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ ทั้ง 3 ระบบ พร้อมบันทึกผลการทดสอบเพื่อนำผลการทดสอบการทำงานของแต่ละระบบมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพต่อไป

2) ด้านการประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้เชิญกลุ่มตัวอย่างมาทดลองใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ และให้ผู้ที่ใช้ประเมินความพึงพอใจจากแบบประเมิน จากนั้นผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมแบบประเมินที่ได้ทั้งหมด ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล นำแบบประเมินมาบันทึกผลคะแนน เพื่อนำผลคะแนนไปคำนวณหาค่าความพึงพอใจต่อไป

#### 4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1) ด้านการทดสอบหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ ทั้ง 3 ระบบ มาทำการคำนวณและวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ โดยใช้ค่าทางสถิติ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

2) ด้านการประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทดลองใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน นำข้อมูลจัดลำดับความถี่ และหาร้อยละในแต่ละรายการตามตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้

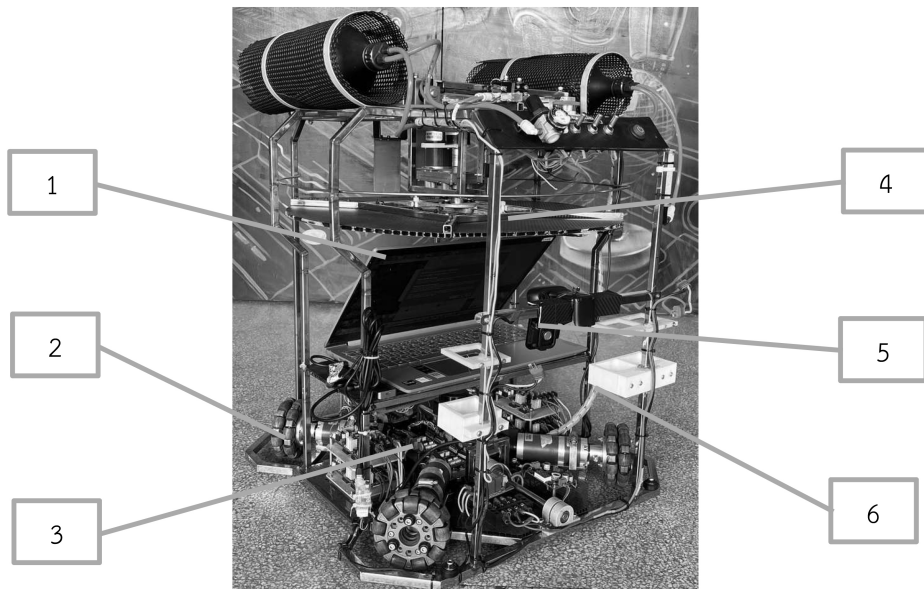
งานหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน มาทำการคำนวณ และวิเคราะห์หาค่าระดับความพึงพอใจโดยใช้ค่าทางสถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ นำความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถามปลายเปิด มาเรียบเรียงลำดับความสำคัญ

## 5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสร้างหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติโครงสร้างหุ่นยนต์เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากทำจากสแตนเลส มีขนาดกว้าง

55 เซนติเมตร ยาว 55 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร มีถาดไว้วางสิ่งของที่ส่งจำนวน 4 ถาด การทำงานประกอบด้วย 3 ระบบ คือ 1) ระบบขับเคลื่อน การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะอาศัยล้อทั้งหมด 4 ล้อ ใช้มอเตอร์ซีซี ขนาด 24 โวลต์ 0.5 แอมแปร์ ขับล้อโอโมนิ 4 นิ้ว 2) ระบบควบคุมการเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยรับค่าจาก LiDAR เป็นตัวบอกตำแหน่งสิ่งกีดขวางและควบคุมการเคลื่อนที่เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางไปรับส่งพัสดุตามจุดที่กำหนด 3) ระบบตรวจสอบพัสดุ ใช้ภาพที่ได้จากกล้อง USB Camera พิจารณาคัดแยกพัสดุ นำไปจัดส่งตามจุดที่กำหนด โดยใช้แบตเตอรี่ ขนาด 24 โวลต์ 5 แอมแปร์ชั่วโมง เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับตัวหุ่นยนต์



ภาพที่ 6 หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติที่เสร็จสมบูรณ์

จากภาพที่ 6 อธิบายส่วนประกอบของหุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติได้ดังนี้ หมายเลข 1 คือ Laptop หมายเลข 2 คือ ชุดขับเคลื่อน หมายเลข 3 คือ LiDAR หมายเลข 4 คือ ถาดพัสดุ หมายเลข 5 คือ กล้อง USB Camera หมายเลข 6 คือ ช่องเก็บแบตเตอรี่

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์บริการขนส่ง

พัสดุอัตโนมัติ

1) ผลการหาประสิทธิภาพด้านการสร้างเส้นทางการเดินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เป็นการทดสอบการประมวลผลและควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปรับส่งพัสดุได้อย่างถูกต้องโดยไม่ชนสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพด้านการสร้างเส้นทางการเดินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

| ครั้งที่ | ระยะทางถึง<br>สิ่งกีดขวาง<br>(เซนติเมตร) | การสร้างเส้นทาง<br>การเดินเพื่อหลบหลีก<br>สิ่งกีดขวางด้านหน้า |            | การสร้างเส้นทาง<br>การเดินเพื่อหลบหลีก<br>สิ่งกีดขวางด้านข้าง |            | การสร้างเส้นทาง<br>การเดินเพื่อหลบหลีก<br>สิ่งกีดขวางด้านหลัง |            | ร้อยละของ<br>ความถูกต้อง<br>เส้นทางการเดิน<br>ครบทั้ง 3 ด้าน |
|----------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------|
|          |                                          |                                                               |            |                                                               |            |                                                               |            |                                                              |
|          |                                          | ถูกต้อง                                                       | ไม่ถูกต้อง | ถูกต้อง                                                       | ไม่ถูกต้อง | ถูกต้อง                                                       | ไม่ถูกต้อง |                                                              |
| 1        | 50                                       | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | 100                                                          |
| 2        | 100                                      | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | 100                                                          |
| 3        | 150                                      | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | 100                                                          |
| 4        | 200                                      | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | 100                                                          |
| 5        | 250                                      | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | ✓                                                             |            | 100                                                          |
| 6        | 300                                      | ✓                                                             |            |                                                               | ✓          | ✓                                                             |            | 66.67                                                        |
| 7        | 350                                      | ✓                                                             |            |                                                               | ✓          |                                                               | ✓          | 33.33                                                        |
| 8        | 400                                      |                                                               | ✓          |                                                               | ✓          |                                                               | ✓          | 0                                                            |

จากตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพด้านการสร้างเส้นทางการเดินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง 3 ด้าน คือ ด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง มีค่าความถูกต้อง ร้อยละ 100 ที่ระยะทางไกลสุด 250 เซนติเมตร

2) ผลการหาประสิทธิภาพด้านการรับส่งพัสดุ โดยสลับตำแหน่งการวาง เพื่อให้หุ่นยนต์คัดแยกและนำไปส่งให้ตรงตามจุดที่ระบุด้วย QR Code

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของการทำงานรับส่งพัสดุ

| ครั้งที่ | ลำดับการวางพัสดุ | สถานะการทำงานของหุ่นยนต์ |            |               |            |               |            | ร้อยละของ<br>ความถูกต้อง |
|----------|------------------|--------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------------------------|
|          |                  | การส่งพัสดุ A            |            | การส่งพัสดุ B |            | การส่งพัสดุ C |            |                          |
|          |                  | ถูกต้อง                  | ไม่ถูกต้อง | ถูกต้อง       | ไม่ถูกต้อง | ถูกต้อง       | ไม่ถูกต้อง |                          |
| 1        | A B C D          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 2        | A B D C          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 3        | A C B D          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 4        | B C A D          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 5        | B A C D          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 6        | B A D C          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 7        | C D A B          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 8        | C D B A          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 9        | D A B C          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |
| 10       | D C B A          | ✓                        | ✓          | ✓             | ✓          | ✓             | ✓          | 100                      |

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพความถูกต้องของการทำงานรับพัสดุที่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมที่มี QR Code ของแต่ละกล่องที่ต่างกัน วางสลับรูปแบบ 4 ชั้น ไม่ซ้ำกัน จำนวน 10 รูปแบบ แล้วนำไปวางตามจุดที่กำหนด ปรากฏว่าหุ่นยนต์สามารถทำงานรับส่งพัสดุได้ถูกต้องตามจุดที่กำหนดได้ครบ 4 จุด ทั้ง 10 ครั้ง

คิดเป็นค่าความถูกต้อง ร้อยละ 100

3) ผลการหาประสิทธิภาพด้านระยะเวลาการปฏิบัติงาน เป็นการหาเวลาที่ใช้หุ่นยนต์ใช้ในการเคลื่อนที่เพื่อรับพัสดุ จำนวน 4 ชั้น และส่งพัสดุ จำนวน 4 ชั้น ได้ถูกต้องตรงตามตำแหน่งที่ระบุด้วย QR Code

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพด้านระยะเวลาการปฏิบัติงาน

| ความเร็ว (เมตร/วินาที) | เวลาที่ใช้ปฏิบัติงาน (วินาที) |          |          |          |          | ค่าเฉลี่ย |
|------------------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|                        | รอบที่ 1                      | รอบที่ 2 | รอบที่ 2 | รอบที่ 4 | รอบที่ 5 |           |
| 0.50                   | 171                           | 175      | 178      | 168      | 174      | 173.20    |
| 0.55                   | 160                           | 158      | 161      | 165      | 162      | 161.20    |
| 0.60                   | 142                           | 145      | 139      | 151      | 150      | 145.40    |
| 0.65                   | 129                           | 130      | 127      | 128      | 133      | 129.40    |
| 0.70                   | 140                           | 135      | 139      | 137      | 141      | 138.40    |
| 0.75                   | 148                           | 149      | 145      | 140      | 143      | 145.00    |

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพด้านระยะเวลาการปฏิบัติงาน จำนวน 6 ระดับความเร็วขณะขนส่งพัสดุ ปรากฏว่าระยะเวลาที่ปฏิบัติงานเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือ 129.40 วินาที ที่ระดับความเร็ว 0.65 เมตร/วินาที ที่ความเร็ว 0.50-0.60 เมตร/วินาที ต้องใช้เวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยนานกว่า คือ 173.20, 161.20, 145.40 วินาที

ส่วนค่าความเร็วที่สูงกว่า ตั้งแต่ 0.70-0.75 เมตร/วินาที จะมีการเคลื่อนที่พ้นจุดที่กำหนดต้องเคลื่อนที่ย้อนกลับ จึงใช้เวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยนานกว่าคือ 138.40, 145.00 วินาที

5.4 ผลการหาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ

| รายการ                             | ผลการประเมิน |      |                  |
|------------------------------------|--------------|------|------------------|
|                                    | $\bar{X}$    | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
| 1. ด้านโครงสร้างและการออกแบบ       | 4.60         | .50  | มากที่สุด        |
| 2. ด้านประสิทธิภาพในการใช้งาน      | 4.35         | .49  | มาก              |
| 3. ด้านการบำรุงรักษาและความปลอดภัย | 4.50         | .51  | มากที่สุด        |
| ค่าเฉลี่ยรวม                       | 4.48         | .50  | มาก              |

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านโครงสร้าง

และการออกแบบมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการบำรุงรักษาและความปลอดภัยมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านประสิทธิภาพในการใช้งานมีค่าอยู่ในระดับมาก

## 6. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผล

1) หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ มีโครงสร้างทำจากสแตนเลสมีขนาดความกว้าง 55 เซนติเมตร ความยาว 55 เซนติเมตร และความสูง 70 เซนติเมตร มีถาดไว้วางสิ่งของที่ส่งจำนวน 4 ถาด มีระบบควบคุม 3 ระบบ มีน้ำหนัก 18.5 กิโลกรัม ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ 11.1 โวลต์ จำนวน 2 ก้อน จ่ายพลังงานสำหรับใช้ในการเคลื่อนที่และรับส่งพัสดุ แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ 11.1 โวลต์ อีก 1 ก้อน เพื่อจ่ายพลังงานให้ชุดควบคุมและเซนเซอร์ สามารถปฏิบัติงานได้ 100 นาที ต่อการชาร์จประจุไฟฟ้า

2) หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติมีประสิทธิภาพ

2.1) ด้านการสร้างเส้นทางการเดินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง 3 ด้าน คือ ด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง ผลปรากฏว่ารัศมีการตรวจจับที่ 2.5 เมตร เป็นระยะทางที่ไกลสุดที่หุ่นยนต์สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ถูกต้อง ซึ่งอาศัยการรับค่าจาก LiDAR เป็นตัวบอกตำแหน่งสิ่งกีดขวางและควบคุมการเคลื่อนที่เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางในการรับส่งพัสดุตามจุดที่กำหนดโดยไม่ชนสิ่งกีดขวาง

2.2) ด้านความถูกต้องของการทำงานรับส่งพัสดุ ผลปรากฏว่า หุ่นยนต์สามารถพิจารณาคัดแยกพัสดุที่ แตกต่างกัน 4 ชิ้น และมีการวางที่แตกต่างกัน 10 รูปแบบ จัดเก็บเข้าไปในถาดและนำไปจัดส่งตามจุดที่กำหนดตาม QR Code ที่ระบุปลายทางได้ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งอาศัยระบบตรวจสอบพัสดุ โดยใช้ภาพที่ได้จากกล้อง USB Camera

2.3) ด้านระยะเวลาการปฏิบัติงาน โดยการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะอาศัยล้อโอโมนิขนาด 4 นิ้ว จำนวน 4 ล้อ ขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ดีซี แรงดัน 24 โวลต์ 1.5 แอมแปร์ ต่อตรงกับเพลาขนาด 8 มิลลิเมตร ผลปรากฏว่าหุ่นยนต์สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยความเร็วที่ต้องการตั้งแต่ 0-1 เมตร/วินาที และเคลื่อนที่ไปในพื้นที่ปฏิบัติงานที่เรียบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความเร็วที่เหมาะสมในการเคลื่อนที่คือ 0.65 เมตร/วินาที ขณะขนส่งพัสดุ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติ มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านโครงสร้างและการ

ออกแบบ ด้านการบำรุงรักษาและความปลอดภัย มีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านประสิทธิภาพในการใช้งานมีค่าอยู่ในระดับมาก

### 6.2 อภิปรายผล

1) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาหุ่นยนต์ขนส่งพัสดุอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีระบบขับเคลื่อนที่ใช้ล้อโอโมนิ 4 ล้อ ซึ่งช่วยให้สามารถเคลื่อนที่และหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อย่างราบรื่น การใช้ AI บนระบบปฏิบัติการ ROS และ LiDAR ในการตรวจจับสิ่งกีดขวางและประมวลผลวางแผนเส้นทางทำให้การควบคุมการเคลื่อนที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพร [1] เรื่อง การพัฒนาเครื่องคัดแยกพัสดุไปรษณีย์อัตโนมัติ ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยี AI กับหุ่นยนต์จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดความเสี่ยงในการทำงาน

2) ผลการหาประสิทธิภาพของการทำงานของหุ่นยนต์ขนส่งพัสดุอัตโนมัติ จากการทดสอบการเคลื่อนที่และการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง พบว่า หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในระดับความเร็วที่เหมาะสม โดยสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางในรัศมี 2.5 เมตร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมคือ 0.65 เมตร/วินาที ซึ่งทำให้การทำงานมีความแม่นยำและลดการย้อนกลับเพื่อแก้ไขเส้นทาง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าหุ่นยนต์สามารถหลบหลีกและเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก LiDAR เป็นเซนเซอร์ที่ใช้เทคโนโลยีการยิงคลื่นแสงเลเซอร์เพื่อวัดระยะทาง ซึ่งสามารถสร้างข้อมูลภาพสามมิติที่มีความละเอียดสูง ทำให้หุ่นยนต์สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางและวัตถุต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ พร้อมกับการประมวลผลข้อมูลนี้ด้วย AI บนระบบปฏิบัติการ ROS ช่วยให้หุ่นยนต์สามารถตีความและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของปรเมศวร์ [4] เรื่อง ระบบควบคุมและระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำแบบส่องศาอิสระ ที่พบว่าการพัฒนาการระบุตำแหน่งของ ROUV บนพื้นฐานของ Hector SLAM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำงานบน ROS ร่วมกับการควบคุมแบบ PID ทำให้ระบบ

ระบุตำแหน่งของ ROUV สามารถระบุตำแหน่งและทิศทางแบบเวลาจริงได้อย่างแม่นยำ

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นยนต์พบว่ามียกระดับความพึงพอใจสูง โดยเฉพาะด้านโครงสร้างและการออกแบบ สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบที่เน้นความสะดวกในการใช้งาน และการรักษาความปลอดภัย ข้อค้นพบนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาความต้องการของผู้ใช้และการออกแบบตามข้อกำหนดที่เป็นรูปธรรม ซึ่งช่วยเพิ่มความพึงพอใจและประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของธนพงษ์ [5] เรื่อง การควบคุมเชิงพฤติกรรมสำหรับหุ่นยนต์ในการส่งของให้มนุษย์ ที่พบว่าความพึงพอใจสูงในด้านความรวดเร็วในการจัดส่ง ความถูกต้องของพัสดุ และความสะดวกในการติดตามสถานะพัสดุ

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1) หุ่นยนต์บริการขนส่งพัสดุอัตโนมัติควรพัฒนาให้สามารถรองรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีระดับความไม่เรียบ

2) ควรเพิ่มกล้องเพื่อให้เห็นมุมมองที่กว้างขึ้น เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการประมวลผลและทำงานในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรเพิ่มขนาดของล้อให้ใหญ่กว่านี้ เพื่อให้ทำงานในบริเวณที่มีวัสดุกีดขวางหรือต่างระดับเล็กน้อยได้

2) ติดตั้งกล้องเพื่อให้เห็นภาพมุมกว้าง ช่วยให้การประมวลผลขั้นตอนการทำงานรวดเร็วขึ้น

3) ควรปรับจากการใช้ Notebook เป็น Mini PC ขนาดเล็ก หรือ Embedded อื่น ๆ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] พชร จัณฑ์พลอย, กฤษณ์ พัวไพโรจน์, และวิทิต ฉัตรรัตนกุลชัย. (2566). การพัฒนาเครื่องคัดแยกพัสดุไปรษณีย์อัตโนมัติ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 61 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ (หน้า 637-646). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] อัลฟาโซลูชัน. (2566). [ออนไลน์]. เทรนด์ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในงานโลจิสติกส์. [สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2567]. จาก <https://www.alphazolution.com/contents/intralogsitics-mobile-robots/>.
- [3] Bore, D., Rana, A. Kolhare, N., & Shinde, U. (2019). [online]. Automated Guided Vehicle Using Robot Operating Systems. [สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2567]. จาก <https://ieeexplore.ieee.org/document/8862716>.
- [4] ประมวลวร สุวรรณวงศ์. (2562). ระบบควบคุมและระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำแบบสื่ออากาศอิสระ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- [5] ธนพงษ์ สุทธิโพธิ์นันท์. (2564). การควบคุมเชิงพฤติกรรมสำหรับหุ่นยนต์ในการส่งของให้มนุษย์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและเมคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.