

การออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์
POTENTIAL FIELD APPROACH FOR STEERING AGV ROBOT



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

POTENTIAL FIELD APPROACH FOR STEERING AGV ROBOT



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN
PRODUCTION DESIGN AND MATERIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท การออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์
POTENTIAL FIELD APPROACH FOR STEERING AGV ROBOT

นักศึกษา นายไชยพงษ์ ไนจิตร์ รหัสประจำตัว 60010251
นายธนต์ นิมรัตน์สิงห์ รหัสประจำตัว 60010422

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท

(ดร.พลชัย โชติปรางนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์
นักศึกษา	นายไชยพงษ์ ในจิตร นายธนต์ นิมรัตน์สิงห์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์ (Potential Field Approach for Steering AGV Robot) เป็นโครงการที่จัดทำเพื่อออกแบบหุ่นยนต์และควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยระบบอัตโนมัติ มีเป้าหมายในการนำไปใช้งานในการลากจูงหรือบรรทุกสิ่งของ โดยได้ออกแบบรูปแบบการเคลื่อนที่เป็นแบบสเตอร์ริง (Steering Wheels) และการขับเคลื่อนล้อหลัง ที่จะแบ่งควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 2 ตัว มอเตอร์ตัวด้านหน้าจะทำหน้าที่ควบคุมบังคับเลี้ยวและมอเตอร์หลังเป็นชุดขับเคลื่อนล้อหลัง (Rear Wheels Drive) ผ่านชุดเฟืองแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Gear) เข้ามาเป็นตัวเชื่อมระหว่างล้อซ้ายและล้อขวาทำให้ล้อทั้งสองฝั่งสามารถเคลื่อนที่อิสระต่อกันได้เพื่อลดการสิ้นเปลืองของล้อข้างใดข้างหนึ่งและช่วยทำให้เกิดสมดุลในขณะเลี้ยว

แผนการดำเนินการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ด้านฮาร์ดแวร์โดยเป็นการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบ (CAD Software) และทำการวิเคราะห์ จนได้แบบและคุณสมบัติที่ต้องการและนำไปทำการสร้างหุ่น AGV ส่วนด้านซอฟต์แวร์ได้จัดสร้างวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่ทำงานประสานเซ็นเซอร์ที่เชื่อมโยงข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรม MATLAB ที่ได้ใส่กระบวนการสนามพลังงานศักย์ เพื่อบังคับให้หุ่นเคลื่อนที่ โดยบังคับความเร็วและการหักเลี้ยวตามผลการคำนวณที่ได้

ในกระบวนการทำงานทุกขั้นจะได้มีการจัดการทดลอง ทดสอบ เพื่อหาคุณสมบัติทางกลของหุ่นยนต์ AGV และทำการปรับแต่งแบบอย่างจุดศูนย์ถ่วง คุณสมบัติการบรรทุก การลากจูง รวมทั้งความแม่นยำของการควบคุมการทำงานของหุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Potential Field Approach for Steering AGV Robot
Student	Mr. Chaiyapong Naijit Mr. Thanat Nimrattanasing
Degree	Bachelor of Engineering in Production Design and Materials Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Dr.Pholchai Chotiprayanakul

ABSTRACT

This thesis is to design the Steering AGV Robot with Potential Field Approach. The AGV is designed and built to carry objects or dragging trolley. Steering wheels and rear wheels drive system are selected to develop the AGV. The mechanic is divided into 2 parts. The front motor, which is a servo motor, is used to control the steering wheel for turning. The rear wheels are driven by DC motor through a differential gear set which links between the left shaft and right shaft of rear wheels. Differential Gear can make the left-right wheels independent and anti-slipping wheel when robot turning that will increase the turning stability.

Project plan is divided into two parts is hardware and software. Hardware part starts with design the AGV on CAD software to meet the AGV requirements such as mid-body center of gravity. For software part, Arduino microcontroller is used to make a control circuit. It is programmed to determined commands that are given by a computer. The computer with MATLAB control interface to a Ridar sensor for environment scanning and forward its data into the potential energy field approach to calculate and control the AGV motion.

For all steps of this project, many tests and experiments are conducted to define the physical properties and parameters such as C.G. load force capacity and the accuracy of controlling approach.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เรื่อง การออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญาานิพนธ์ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ในทุกๆ ด้านตลอดเวลา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้สละเวลาตรวจสอบ แสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำทำให้รายงานวิจัยเล่มนี้มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสม

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ปฏิบัติงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการวิจัย ขอขอบพระคุณนายกำธร สุขพิมาน นายสิทธิชัย บุญกิจ และขอขอบพระคุณบุคลากรอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ผู้ซึ่งคอยช่วยเหลือ ให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาผู้ให้ชีวิตและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่ได้กล่าวนามไว้ในที่นี้ ซึ่งได้ให้การสนับสนุนจนทำให้รายงานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีมา ณ โอกาสนี้

นายไชยพงษ์ ในจิตร

นายธนนต์ นิมรัตน์สิงห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายและหลักการใช้งาน AGV.....	3
2.1.1 AGV Driver Train.....	3
2.1.2 AGV Pallet Truck.....	4
2.1.3 AGV Unit Load Carrier.....	5
2.2 เฟืองท้าย (Differential Gear).....	5
2.3 ระบบขับเคลื่อน (Drive system).....	6
2.3.1 Front-Wheel Drivetrains.....	6
2.3.2 All-Wheel Drivetrains.....	6
2.3.3 Rear-Wheel Drivetrains.....	6
2.4 ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System).....	7
2.5 หลักการของพลังงานศักย์ (Potential Energy).....	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การออกแบบหุ่นยนต์และประดิษฐ์หุ่นยนต์.....	9
3.1.1 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์.....	9
3.1.2 วางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ.....	11
3.2 โปรแกรมการควบคุม.....	13
3.2.1 การควบคุมการเคลื่อนที่ (Arduino).....	13
3.2.2 การวิเคราะห์การเลี้ยง (MATLAB).....	15
3.2.3 การรับข้อมูล.....	16
3.3 การทดลอง.....	17
3.3.1 ทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ.....	17
3.3.2 ทดสอบความสามารถในการแบกวัตถุ.....	17
3.3.3 ทดสอบการเลี้ยงของรถ AGV.....	18
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 การทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ.....	19
4.2 การทดสอบความสามารถในการแบกวัตถุ.....	21
4.3 การทดสอบการเลี้ยงของรถ AGV.....	22
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	
5.1 ผลการทดลอง.....	27
5.1.1 ผลการทดสอบการลากวัตถุ.....	27
5.1.2 ผลการทดสอบการแบกวัตถุ.....	27
5.1.3 ผลการทดสอบการเลี้ยงของหุ่นยนต์ AGV.....	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก.....	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ.....	2
ตารางที่ 3.1 การวัดมุมเลี้ยวขวาของล้อ	14
ตารางที่ 3.2 การวัดมุมเลี้ยวซ้ายของล้อ	14
ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ยของการเลี้ยวทั้ง 2 ข้าง.....	14
ตารางที่ 4.1 ค่าบันทึกจากการทดลองการลากวัตถุ.....	19
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลการทดลองในการแบกวัตถุ	21
ตารางที่ 4.3 แสดงการทดลองการเลี้ยวด้านขวา	22
ตารางที่ 4.4 แสดงการทดลองการเลี้ยวด้านซ้าย	23
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณองศาของการเลี้ยวของรถ	24
ตารางที่ 4.6 แสดงผลต่างระหว่มุมจากโปรแกรมและมุมจากการทดลองของการเลี้ยวด้านขวา	25
ตารางที่ 4.7 แสดงผลต่างระหว่มุมจากโปรแกรม และมุมจากการทดลองของการเลี้ยวด้านซ้าย.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ช

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 AGV Driver Train	4
รูปที่ 2.2 AGV Pallet truck.....	4
รูปที่ 2.3 AGV Unit Load Carrier	5
รูปที่ 2.4 การเลี้ยวของ Differential Gear	6
รูปที่ 2.5 เดินเป็นเส้นตรงของ Differential Gear.....	6
รูปที่ 2.6 การบังคับเลี้ยวแบบสเตอร์ริง (Steering System)	7
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของพลังงานศักย์.....	8
รูปที่ 3.1 ชี้นงานที่ออกแบบ	10
รูปที่ 3.2 ชุดขับเคลื่อนล้อหลัง.....	10
รูปที่ 3.3 ชุดบังคับทิศทาง	10
รูปที่ 3.4 ชุดขับเคลื่อนหลังขึ้นงานจริง	11
รูปที่ 3.5 ชุดบังคับเลี้ยวขึ้นงานจริง	11
รูปที่ 3.6 ชี้นงานสำเร็จ.....	11
รูปที่ 3.7 หาจุดศูนย์ถ่วงจากโปรแกรม	12
รูปที่ 3.8 หาจุดศูนย์ถ่วงของตัวหุ่นยนต์.....	12
รูปที่ 3.9 หุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์ตามการออกแบบ.....	12
รูปที่ 3.10 แผนผังลำดับการทำงานของหุ่นยนต์	13
รูปที่ 3.11 วัดมุมเลี้ยวของล้อ	15
รูปที่ 3.12 รูปตัวอย่างการวัดค่ามุมการเลี้ยว	15
รูปที่ 3.13 แบบจำลองของตัวรถในโปรแกรม MATLAB.....	16
รูปที่ 3.14 วัตถุที่ Sensor สามารถตรวจจับได้.....	16
รูปที่ 3.15 การทดสอบแรงลากของรถ AGV.....	17
รูปที่ 3.16 การทดสอบแรงกดของรถ AGV.....	18
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการทดลองการเลี้ยว.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถ AGV และน้ำหนัก	22
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง และค่าป้อนของด้านขวา.....	23
รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง และค่าป้อนของด้านซ้าย	23
รูปที่ 4.5 การคำนวณองศาของการเลี้ยวจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส.....	24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ณ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบเขต ประโยชน์ของงานวิจัย เรื่องกระบวนการควบคุมหุ่นยนต์แบบ Steering ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเป็นมาและความสำคัญ
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
3. ขอบเขตของการศึกษางานวิจัย
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากโลกในปัจจุบันนั้นได้เข้าสู่ยุคเทคโนโลยี ซึ่งได้มีเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกของมนุษย์มากมาย รวมถึงในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตที่มีหลากหลายขั้นตอน ดังนั้นการจัดการเกี่ยวกับการขนย้ายและการจัดเก็บวัตถุดิบจึงจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้กระบวนการผลิตเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง ในบางบริษัทอาจจะใช้แรงงานคนในการขนย้ายลำเลียงวัตถุดิบ ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดระหว่างการขนย้ายและการจัดเก็บ ดังนั้นหลายๆบริษัทจึงนำเทคโนโลยีระบบลำเลียงสินค้าอัตโนมัติมาใช้โดยการใช้หุ่นยนต์ AGV เข้ามาช่วยในการทำงาน ซึ่งมีความแม่นยำและต้นทุนที่ต่ำกว่าแรงงานคนในระยะยาว

หุ่นยนต์ AGV (Automated Guided Vehicle, AGV) คือ รถลำเลียงสินค้าอัตโนมัติที่สามารถขับเคลื่อนได้อัตโนมัติโดยไม่มีคนขับ โดยใช้แถบแม่เหล็กหรือเลเซอร์ เป็นตัวบอกเส้นทางให้กับรถขณะเคลื่อนที่ และใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมเส้นทางของรถ AGV ซึ่งหุ่นยนต์ AGV มีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทบรรทุก ใช้บรรทุกหรือลำเลียงวัตถุดิบไว้ด้านบนของรถ ประเภทเกี่ยวกับบน ใช้เกี่ยวกับด้านล่างของชั้นวางสินค้า ประเภทรถลาก ใช้เกี่ยวกับชั้นวางสินค้าจากด้านหลังของรถ เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมนิยมใช้หุ่นยนต์ AGV ที่มีแถบแม่เหล็กเป็นตัวบอกทิศทาง ซึ่งทำให้มีต้นทุนในการติดตั้งและบางพื้นที่ไม่สามารถติดตั้งแถบแม่เหล็กได้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาหุ่นยนต์ AGV ให้เดินตามเส้นทางที่กำหนดในคอมพิวเตอร์โดยใช้หลักการของสนามพลังงานศักย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อนำความรู้ในการออกแบบที่เรียนมาใช้ในการทำงาน
2. เพื่อศึกษาและเข้าใจหลักการทำงานในการควบคุมหุ่นยนต์
3. เพื่อนำความรู้เกี่ยวกับวิชา Automation มาใช้งานจริงและฝึกฝนเพิ่มเติมความรู้จากเดิม
4. เพื่อให้ระบบเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายอย่างอิสระโดยเส้นทางการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเกิดจากการประมวลผล

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์
2. ออกแบบโครงสร้างระบบการทำงานของหุ่นยนต์
3. ใช้หลักการของสนามพลังงานศักย์ร่วมกับระบบ AI ในการควบคุมเส้นทาง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อลดการใช้ทรัพยากรมนุษย์ในด้านต่างๆ
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่จะเพิ่มฟังก์ชันกับตัวหุ่นยนต์
3. หุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายอย่างแม่นยำ
4. เพื่อสามารถออกแบบหุ่นยนต์ให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการ

แผนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2563					พ.ศ. 2564				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	↔									
2. ออกแบบโครงสร้าง		↔	→							
3. ประกอบหุ่นยนต์		↔	→							
4. ออกแบบระบบ			←	→	→					
5. เขียนโปรแกรมควบคุม			←	→	→					
6. ทดลองการทำงาน						↔	→			
7. ปรับปรุงแก้ไข								↔	→	→

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการออกแบบและควบคุม AGV ด้วยกระบวนการสนามพลังงานศักย์ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายและหลักการใช้งาน AGV
2. เฟืองท้าย (Differential Gear)
3. ระบบขับเคลื่อน (Drive system)
4. ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System)
5. หลักการของพลังงานศักย์ (Potential Energy)

2.1 ความหมายและหลักการใช้งาน AGV

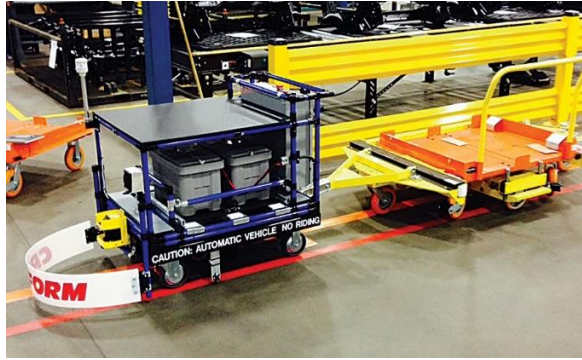
ระบบ AGV (Automated Guided Vehicle System หรือ AGVS) เป็นระบบขนถ่ายวัสดุ [1] โดยรถสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตนเอง ซึ่งถูกนำทางด้วยเส้นทางขนส่งที่เป็นแถบสีบนพื้นโรงงาน รถจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ติดตั้งในตัวรถ ซึ่งจะสามารถวิ่งได้ระยะหนึ่ง ในปัจจุบัน AGV ที่ใช้ภายในโรงงานมีหลายชนิด ได้แก่

1. AGV Driver Train
2. AGV Pallet Truck
3. AGV Unit Load Carrier

2.1.1 AGV Driver Train

หุ่นยนต์ AGV ประเภทนี้จะประกอบด้วยรถลากที่ใช้ลากขบวนของรถพ่วงรถ AGV ประเภทนี้เหมาะกับการบรรทุกสินค้าที่มีน้ำหนักมากและต้องการขนย้ายในระยะทางไกลๆ ในคลังสินค้าหรือโรงงานดังรูปที่ 2.1

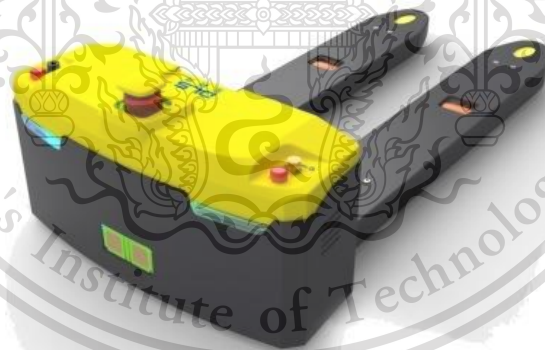
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 AGV Driver Train

2.1.2 AGV Pallet Truck

รถ AGV ประเภทนี้จะใช้ขนส่งโหลดที่วางอยู่บน Pallet ไปบนเส้นทางการขนส่งที่กำหนดให้ ในการใช้งานรถ AGV ประเภทนี้ผู้ควบคุมเพียงแคขี่ขั้รถ AGV ไปยังตำแหน่งเริ่มต้นของเส้นทางเดินรถ จากนั้นทำการโปรแกรมจุดหมาย แล้วปล่อยให้รถ AGV เคลื่อนที่ไปยังจุดหมายเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งรถ AGV ชนิดนี้ปัจจุบันคือรถ Forklift AGV ในปัจจุบัน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 AGV Pallet truck

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 AGV Unit Load Carrier

รถ AGV ประเภทนี้จะใช้เคลื่อนย้าย Load Unit จากสถานีหนึ่งไปยังสถานีหนึ่ง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 AGV Unit Load Carrier

2.2 ระบบเฟืองท้ายแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Gear)

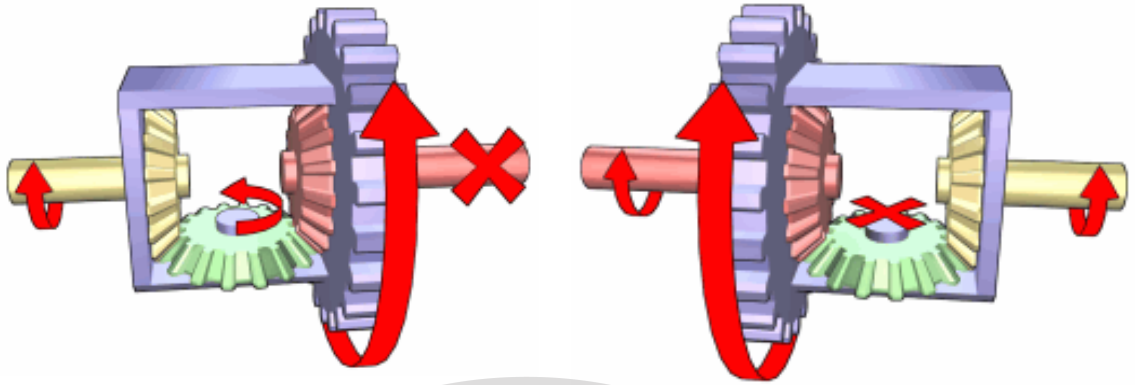
ในอดีตนั้น ระบบขับเคลื่อนของล้อหลังนั้นถูกออกแบบให้มีสองล้อ ถูกยึดติดไว้กับเพลลาเพื่อไม่ให้หมุนได้อย่างอิสระ แต่เมื่อมีการเลี้ยวเกิดขึ้น ล้ออีกด้านจะเกิดการไถล ซึ่งเป็นการเลี้ยวที่ไม่สมดุล ดังนั้นจึงมีการพัฒนาใช้ระบบระบบเฟืองท้ายแบบดิฟเฟอเรนเชียล โดยระบบการทำงานเบื้องต้นคือ ให้ทั้งสองล้อสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกันได้ เช่น ในการเลี้ยวโค้งนั้น ล้อข้างที่อยู่รัศมีวงในจะเคลื่อนที่ช้าหรือหยุดเคลื่อนที่และล้ออีกข้างหนึ่งที่อยู่รัศมีวงนอกจะเคลื่อนที่เร็วกว่าจึงจะทำให้ล้อทั้งสองข้างทำงานได้สัมพันธ์กัน หลักการทำงานของ [2] ระบบเฟืองท้ายแบบดิฟเฟอเรนเชียล คือ การทำให้เกียร์สองฝักของเพลลาท้ายสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างกันได้ โดยมีเฟืองดิฟเฟอเรนเชียล เชื่อมเฟืองของเพลลาท้ายทั้งสองไว้ ซึ่งส่วนประกอบหลัก ๆ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

เฟืองเพลลาท้าย (Rear Axle Gear) เป็นเฟืองที่ติดกับเพลลาทั้งสองข้างที่ทำหน้าที่ปรับความเร็วในการหมุน

เฟืองดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Pinion Gear) เฟืองที่เป็นตัวปรับความเร็วของเพลลาสองข้าง ทำให้เฟืองเพลลาทั้งสองข้างหมุนด้วยความเร็วที่ต่างกันได้

เฟืองขับ (Drive Pinion Gear) เฟืองภายนอกที่ใช้ในการขับจากมอเตอร์เพื่อให้เกิดการทำงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การเลี้ยวของ Differential Gear

รูปที่ 2.5 เดินเป็นเส้นตรงของ Differential Gear

2.3 ระบบขับเคลื่อน (Wheel Drive System)

ในการเคลื่อนที่ของรถนั้น ต้องอาศัยตัวส่งกำลัง เช่น เครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนล้อของพาหนะให้สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยหลักการออกแบบเราสามารถแบ่งระบบขับเคลื่อน ออกเป็น 3 แบบ คือ

2.3.1 ระบบขับเคลื่อนล้อหน้า (Front-Wheel Drive)

การจัดวางตัวส่งกำลังไว้ด้านหน้าของตัวรถ และให้ล้อหน้าเป็นตัวขับเคลื่อน โดยระบบที่นิยมใช้มาก เนื่องจากมีความง่ายในการออกแบบ แต่เนื่องจากว่า ล้อหน้าอาจจะได้รับภาระหนักทั้งในการบังคับทิศทาง และการขับเคลื่อน

2.3.2 ระบบขับเคลื่อนทุกล้อ (All-Wheel Drive)

เป็นการขับเคลื่อนโดยส่งกำลังจากต้นกำลังไปยังล้อทั้ง 4 เพื่อให้ขับเคลื่อน โดยการระบบจะมีความยุ่งยากในการสร้างแต่ระบบจะกระจายกำลังไปทุกล้อทำให้การขับเคลื่อนประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนบนทุกรูปแบบของเส้นทางทั้งทางเรียบ เนิน และ ขรุขระ

2.3.3 ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง (Rear-Wheel Drive)

เป็นการจัดวางระบบส่งกำลังจากต้นกำลังไปให้สองล้อหลังทำหน้าที่ขับเคลื่อน ทำให้สามารถรับแรงหรือน้ำหนักจากด้านหลังได้

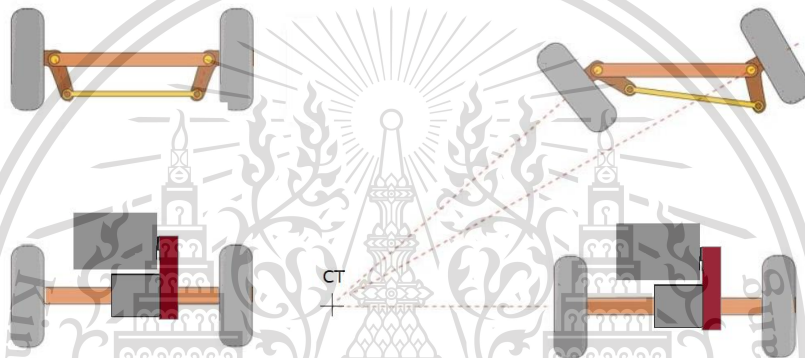
ในการออกแบบในโครงการนี้ได้เลือกใช้ระบบขับเคลื่อนล้อหลัง (Rear-Wheel Drive) เนื่องจากว่า ประโยชน์ของ รถ AGV นั้นหลัก ๆ แล้วจัดทำขึ้นเพื่อให้รับน้ำหนักได้จำนวนหนึ่งไม่ว่าจะนำไปใช้ในด้านใด เมื่อใช้ล้อหลังในการขับเคลื่อนง่ายต่อการควบคุมการเลี้ยวของล้อหน้า เนื่องจากสามารถแยกการทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างชัดเจน คือล้อหน้า สำหรับบังคับหักเลี้ยว ส่วนล้อหลังทำหน้าที่ขับเคลื่อน โดยใช้ระบบเฟืองแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Gear) เข้ามาช่วยเพื่อให้เคลื่อนที่ได้ดีขึ้นด้วย

2.4 ระบบบังคับเลี้ยว (Steering System)

ระบบบังคับเลี้ยวแบบสเตอร์ริงเป็นหนึ่งในหลายรูปแบบของการบังคับเลี้ยว โดยระบบจะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ AGV ลักษณะการทำงานเป็นการส่งแรงบิดของมอเตอร์ให้ไปดันคานที่ยึดติดกับล้อคู่หน้าเพื่อผลักหมุนเปลี่ยนทิศของล้อคู่หน้า ทำให้ล้อคู่หน้าเปลี่ยนทิศทางตามแรงที่กระทำพร้อมกัน [3]



รูปที่ 2.6 การบังคับเลี้ยวแบบสเตอร์ริง (Steering System)

คุณลักษณะของระบบบังคับเลี้ยวแบบสเตอร์ริง

มีความคล่องตัวในการบังคับเลี้ยว ทั้งในที่แคบและคดเคี้ยว ระบบบังคับที่ดีต้องสามารถควบคุมทิศทางการเลี้ยวของล้อหน้าทั้งสองล้อมีความแม่นยำและมีความคล่องตัวสูง การคืนกลับของล้อหลังจากการเลี้ยวต้องกระทำได้อย่างคล่องตัวและสม่ำเสมอ สมรรถนะของระบบบังคับเลี้ยวของหุ่นยนต์ จะนิยมกำหนดโดยรัศมีวงเลี้ยวด้านนอกซึ่งก็คือระยะรัศมีจากจุดศูนย์กลางการเลี้ยว (Center of Turning: CT) ไปยังกึ่งกลางของล้อด้านนอกในขณะที่ทำการหักเลี้ยวมากที่สุดสำหรับแบบของการบังคับเลี้ยวของหุ่นยนต์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 แบบคือ

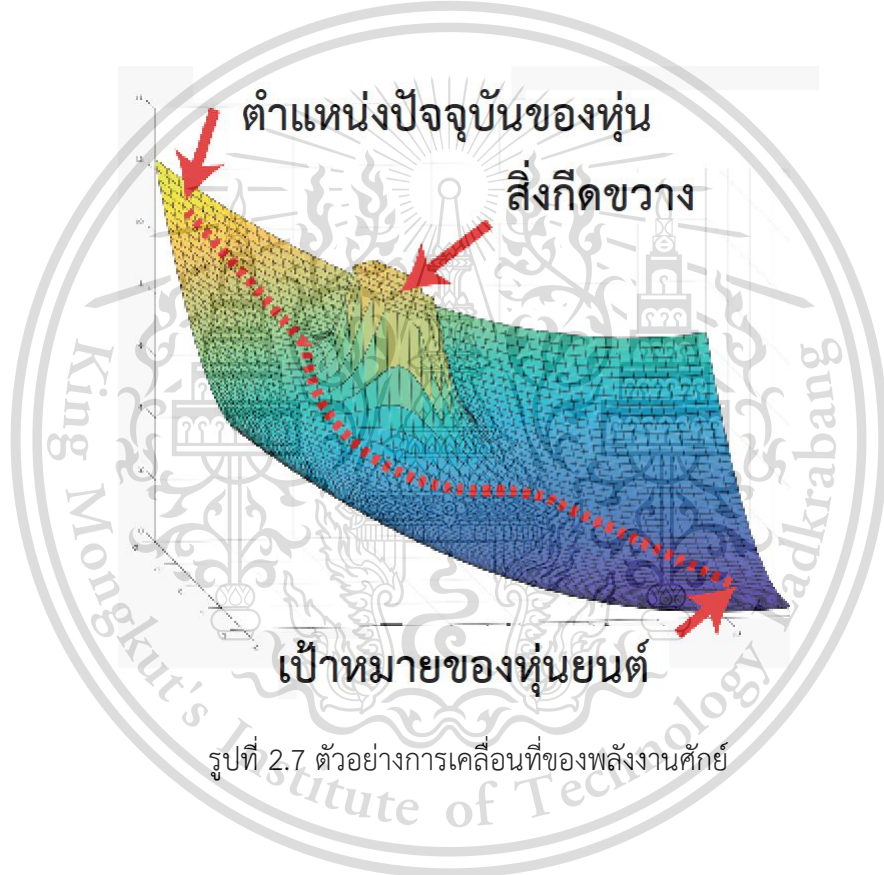
- การเลี้ยวล้อ (Wheel Steering)
- การเลี้ยวโดยการหักลำตัว (Articulated Steering)
- การเลี้ยวโดยใช้ระบบไฟฟ้า (Electric Steering)
- การเลี้ยวโดยการปรับการส่งกำลังไปยังล้อแต่ละข้าง (Skid Steering)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการควบคุมรถด้วยสนามพลังงานศักย์ (Potential Field Approach)

สนามพลังงานศักย์ (Potential Field) คือ หลักการที่นำเอาการจำลองสนามพลังงานศักย์ไปเป็นสถานะแวดล้อมของหุ่นยนต์ที่จะถูกบังคับให้เคลื่อนที่ โดยสนามพลังงานศักย์ที่สูงจะกำหนดให้กับตัวหุ่น AGV เปรียบเสมือนการให้พลังงานศักย์โน้มถ่วงกับหุ่นและกำหนดสนามพลังงานศักย์ที่ต่ำให้กับเป้าหมายของการเคลื่อนที่ของหุ่น AGV สนามพลังงานจะทำให้หุ่นเคลื่อนที่จากศักย์ที่สูงกว่าไปยังจุดที่มีศักย์ต่ำกว่า

การหลบหลีกสิ่งกีดขวางจะเป็นการกำหนดให้สนามพลังงานศักย์รอบสิ่งกีดขวางมีศักย์สูงขึ้นทำให้หุ่นยนต์ไม่เคลื่อนเข้าหาหรือเบี่ยงเบนทิศทางการเคลื่อนที่ออกจากสิ่งกีดขวางนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานประดิษฐ์หุ่นยนต์ AGV การบังคับเลี้ยวแบบสเตอร์ริง (Steering) และควบคุมการเคลื่อนที่แบบสนามพลังงานศักย์ ได้ดำเนินงานในเรื่องของการสร้างตัวหุ่นติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และส่วนของ การควบคุมหุ่นยนต์ รวมไปถึงการทดสอบการใช้หุ่นยนต์ AGV ซึ่งได้ดำเนินงาน 3 ส่วนใหญ่ ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบหุ่นยนต์และประดิษฐ์หุ่นยนต์
2. โปรแกรมการควบคุม
3. การทดลอง

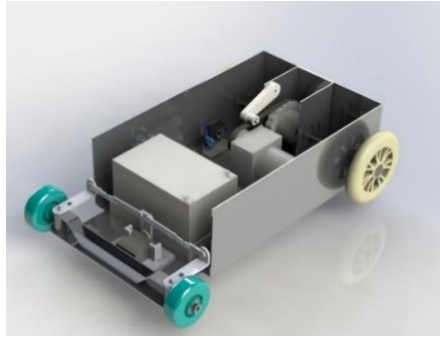
3.1 การออกแบบหุ่นยนต์และประดิษฐ์หุ่นยนต์

คณะผู้จัดทำทำการออกแบบตัวหุ่นยนต์และตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ โดยแยกส่วนประกอบออกจากรันให้เป็นระเบียบชัดเจน และได้ทำการประกอบส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน รวมไปถึงติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดให้กับหุ่นยนต์

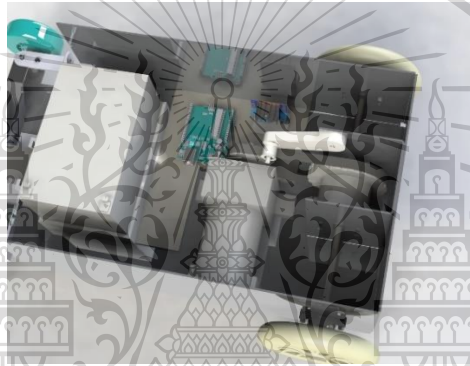
3.1.1 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์

ออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมกับการใช้งานและความสะดวกในการใช้งานและปลอดภัยในการใช้งานมากที่สุด ดังรูปที่ 3.1 และยังแบ่งการควบคุมเป็น 2 ชุดการควบคุม ได้แก่ ชุดขับเคลื่อนล้อหลัง ดังรูปที่ 3.2 และ ชุดบังคับทิศทาง ดังรูปที่ 3.3 โดยที่ชุดขับเคลื่อนนั้นใช้ระบบเฟืองแบบดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Gear) เข้ามาช่วยให้การเลี้ยวหรือการเคลื่อนที่มีความสมดุลมากขึ้นรวมถึงลดการไถลของล้อ ในขณะที่เลี้ยวด้วย และอัตราทดของสายพานมีอัตราทดคือ 1:4 เพื่อลดความเร็วรอบของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงที่มีความเร็วจำกัด ส่วนชุดบังคับทิศทางที่ออกแบบมา ดังรูปที่ 3.3 ใช้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ในการบังคับเลี้ยว ระยะแขนของชุดขับเคลื่อนล้อออกแบบให้มีความยาวเหมาะสมกับระยะการเลี้ยวและแรงบิดเลี้ยวที่สูง ส่วนตรงกลางของขาเชื่อมระหว่างเซอร์โวมอเตอร์ กับล้อหน้านั้นจะเป็นยางเพื่อทำให้การเลี้ยวมีอิสระและลดแรงที่เกิดจากการบิดของคานที่เปิดจากการเลี้ยววงอีกด้วย และชิ้นงานจริงเป็นดังรูปที่ 3.4 - รูปที่ 3.6

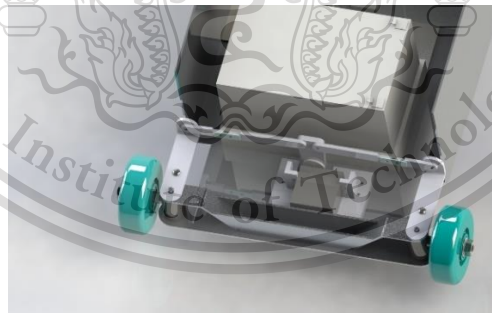
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ชิ้นงานที่ออกแบบ



รูปที่ 3.2 ชุดขับเคลื่อนล้อหลัง



รูปที่ 3.3 ชุดบังคับทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ชุดขับเคลื่อนหลังขึ้นงานจริง



รูปที่ 3.5 ชุดบังคับเลี้ยวขึ้นงานจริง



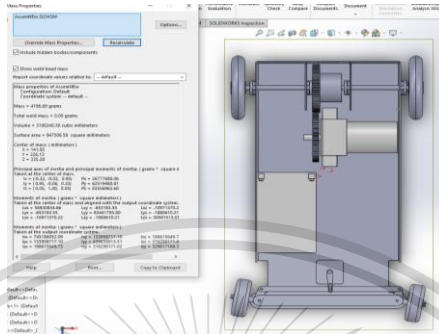
รูปที่ 3.6 ชิ้นงานสำเร็จ

3.1.2 วางตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ

ออกแบบการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้จุดศูนย์ถ่วงทั้งหมดอยู่ตรงกลางรถมากที่สุดเพื่อตัวรถนั้นจะได้มีสมดุลในการเลี้ยวหรือการเคลื่อนเป็นทางตรง น้ำหนักไม่หนักไปทางใดทางหนึ่ง โดยได้มีการคำนวณจากโปรแกรม Solidworks ดังรูปที่ 3.7 โดยการคำนวณทั้งสองนั้นจะยึดแค่ส่วนประกอบที่มีน้ำหนักมากที่สุดได้แก่ แบตเตอรี่และชุดขับเคลื่อนล้อหลังเพียงเท่านั้น และผลการคำนวณและวางตำแหน่งนั้นทำให้จุดศูนย์รวม

แรงมีตำแหน่งค่อนข้างตรงกลางของรถพอดี และเป็นตำแหน่งที่ยอมรับได้และคาดการณ์ว่าไม่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ ในรูปที่ 3.8 แสดงการทดลองหาจุดศูนย์ถ่วงของรถด้วยการจับวางรถบนคานทรงกระบอกเพื่อหา

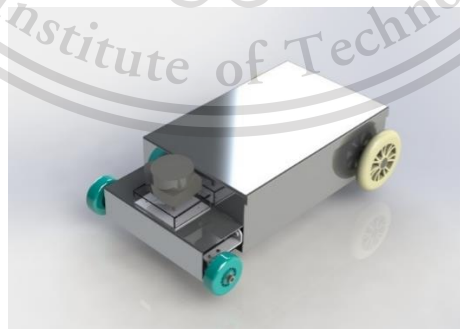
เส้นแนวสมดุทธ์ทั้งด้านแนวขวางและแนวยาวของรถ โดยผลตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงที่ได้ใกล้เคียงกับผลการหาจุดศูนย์ถ่วงจาก Solidworks



รูปที่ 3.7 หาจุดศูนย์ถ่วงจากโปรแกรม



รูปที่ 3.8 หาจุดศูนย์ถ่วงของตัวหุ่นยนต์



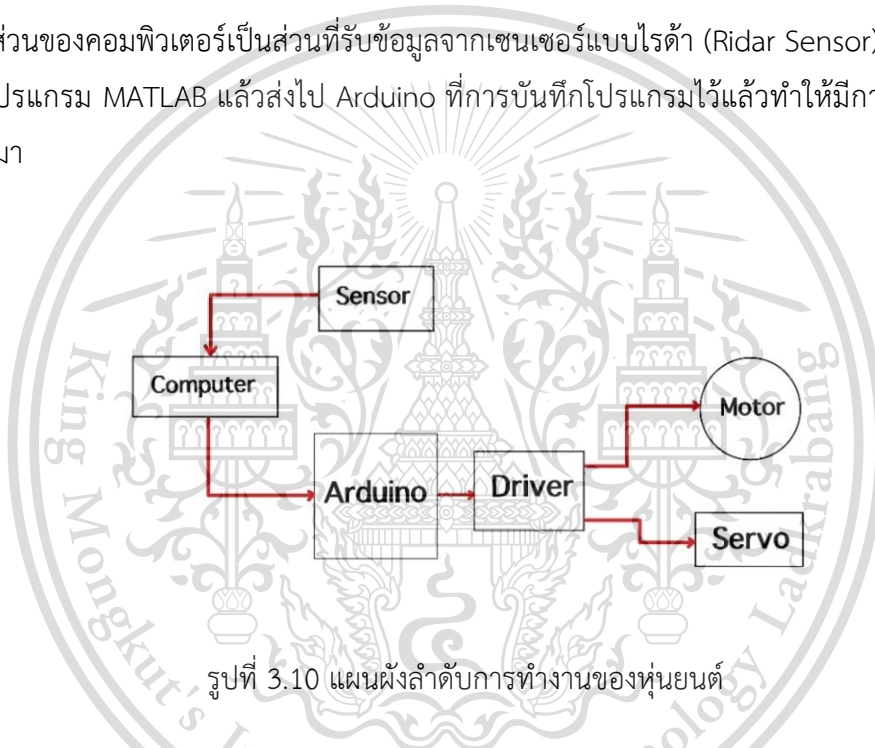
รูปที่ 3.9 หุ่นยนต์ที่เสร็จสมบูรณ์ตามการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โปรแกรมการควบคุม

จากแผนผังการทำงานของระบบ AGV ดังรูปที่ 3.10 มีหลักการทำงานโดย Sensor ทำการตรวจจับวัตถุที่อยู่ด้านหน้าของตัวรถ และส่งข้อมูลที่อ่านค่าได้ไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการประมวลผลจากซอฟต์แวร์ที่มีการโปรแกรมไว้ และส่งข้อมูลไปยัง Arduino เพื่อแปลงข้อมูลที่รับมาเป็นคำสั่งการเคลื่อนที่และส่งสัญญาณรูปแบบ Pulse Width Modulation (PWM) ไปยังตัวขับทำให้เซอร์โวมอเตอร์ และ มอเตอร์ขับทำงานตามคำสั่งที่ส่งมาโดยเซอร์โว จะเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถและมอเตอร์ขับทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวรถ

ในส่วนของคอมพิวเตอร์เป็นส่วนที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์แบบไรดาร์ (Radar Sensor) และประมวลผลข้อมูลจากโปรแกรม MATLAB แล้วส่งไป Arduino ที่การบันทึกโปรแกรมไว้แล้วทำให้มีการเคลื่อนที่ตามที่ประมวลผลมา



รูปที่ 3.10 แผนผังลำดับการทำงานของหุ่นยนต์

3.2.1 การควบคุมการเคลื่อนที่ (Arduino)

Arduino มีหน้าที่สั่งการไปยังมอเตอร์ขับและเซอร์โวมอเตอร์ ให้มีการเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระตามข้อมูลที่รับมาจากคอมพิวเตอร์ โดยการเคลื่อนที่นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสิ่งแวมล้อมและตำแหน่งของวัตถุตามที่ได้รับคำสั่งมาจาก MATLAB

โดย Arduino จะสั่งงานเป็นค่า PWM ที่เป็นค่าไบนารี 10 บิตมีค่าจาก 0-1024 โดยต้องทำการแปลงค่าจากองศาการเลี้ยวให้เป็นคำสั่งของ PWM Arduino นั้นทำได้โดยเทียบค่ามาตรฐานจากค่าที่ทดลองดังตารางที่ 3.1 3.2 และ 3.3 จะได้สมการคือ ค่าป้อน ให้เท่ากับค่า $\text{Arctan}((\theta \times 27.341) - 69.101)$ และวิธีการวัดมุมล้อ โดยได้ผลดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 การวัดมุมเลี้ยวขวาของล้อ

ค่าป้อนการเลี้ยวด้านขวา	องศาของการเลี้ยว (Degree)
100	5
200	8
300	11
400	13
500	17

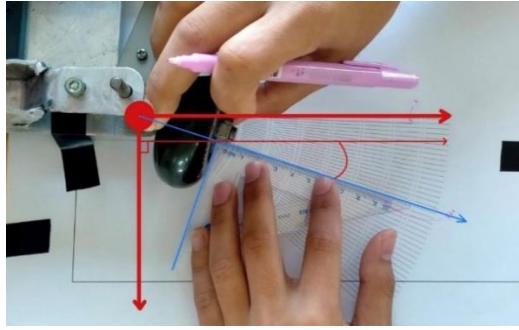
ตารางที่ 3.2 การวัดค่ามุมเลี้ยวซ้ายของล้อ

ค่าป้อนการเลี้ยวด้านซ้าย	องศาของการเลี้ยว (Degree)
100	8
200	11
300	16
400	21
500	25

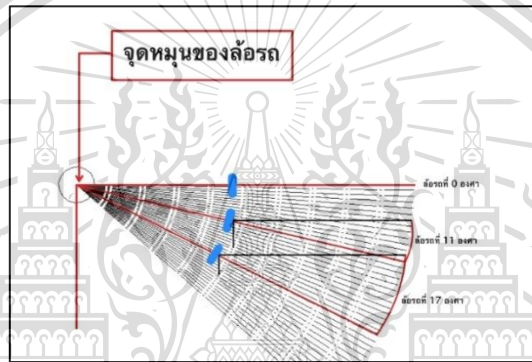
ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ยของการเลี้ยวทั้ง 2 ซ้าง

ค่าป้อนการเลี้ยวทั้ง 2 ซ้าง	องศาของการเลี้ยว (Degree)
100	6.5
200	9.5
300	13.5
400	17
500	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



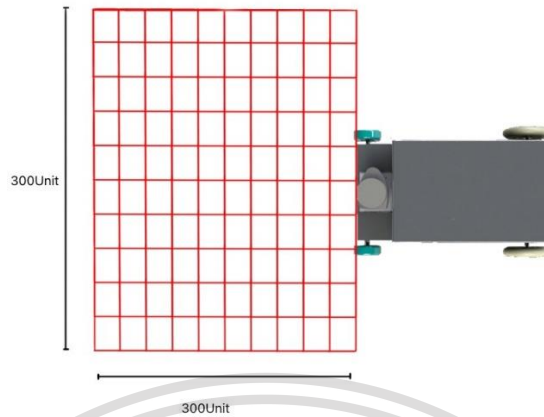
รูปที่ 3.11 รัศมีของล้อ



รูปที่ 3.12 รูปตัวอย่างการวัดค่ามุมการเลี้ยว

3.2.2 การวิเคราะห์การเลี้ยว

การทำงานของวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าตลอดเวลาตามระยะทางของวัตถุหรือตำแหน่งของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลานั้น ๆ เมื่อเซนเซอร์ทำการสแกนสิ่งแวดล้อมรอบตัวแล้วจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเวลานั้นเสร็จแล้วจะทำหน้าที่แปลงค่าต่าง ๆ จากที่วิเคราะห์ออกมาไปยัง Arduino เพื่อสั่งให้มีการเคลื่อนที่ตามที่วิเคราะห์ออกมา โดยหลักการ วิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะอ้างอิงตามหลักพลังงานศักย์ และสร้างแบบจำลองดังรูปที่ 3.13 จากพื้นที่ที่สนใจและเป็นข้อมูลจากการสแกนทางหน้าตัวรถจะมีขนาดกว้าง 3 เมตร ยาว 3 เมตร และเป็นตัวอย่างการจำลองเมื่อไม่มีวัตถุกีดขวางด้านหน้าของตัวรถ แต่เมื่อมีวัตถุกีดขวางด้านหน้าของตัวรถ ด้านโปรแกรมจะป้อนค่าพลังงานลงในตารางโดยที่อ้างอิงจากพิกัดของวัตถุและขนาดของวัตถุที่สแกนได้จริง ถ้าวัตถุมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะมีค่าพลังงานที่สูงกว่าวัตถุที่มีขนาดเล็กหรือถ้าวัตถุมีมีกว้างที่ต่างกันก็จะมีการป้อนค่าในตารางที่กว้างหรือแคบกว่ากันตามขนาดวัตถุจริงที่สามารถสแกนได้ เมื่อป้อนค่าเหล่านี้แล้ว ส่งผลให้มีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่แตกต่างออกไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในเอกสารนี้ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แบบจำลองของตัวรถในโปรแกรม MATLAB

3.2.3 การรับข้อมูล

การรับข้อมูลจากเซนเซอร์ ที่แสกนได้รอบตัว 360 องศาและให้ค่าข้อมูลมาเป็นพิกัด ดังรูปที่ 3.14 โดยทางผู้จัดทำได้ออกแบบมาจะจำกัดขอบเขตผลการแสกนไว้ในระยะ 3 เมตรโดยการวางฐานให้เอียงเพื่อทำให้ระยะการแสกนนั้นยิ่งออกไปอยู่ในแนวเอียงทำให้ระยะสแกนเป็น 3 เมตร เมื่อได้ค่าพิกัดของวัตถุที่แสกนมาได้แล้วนั้นจะใช้ข้อมูลเพียง 180 องศาเท่านั้นหรือสนใจแค่ส่วนหน้าของตัวรถเท่านั้น จากนั้นจะส่งข้อมูลพิกัดต่างๆ ไปยัง MATLAB เพื่อให้มีป้อนข้อมูลลงแบบจำลอง



รูปที่ 3.14 วัตถุที่ Sensor สามารถตรวจจับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดลอง

การทดลองจะแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่ การทดสอบการลากวัตถุ การทดสอบการแบกวัตถุ ทดสอบการเลี้ยงของตัวหุ่นยนต์เพื่อทดสอบความสามารถของตัวหุ่นยนต์

3.3.1 ทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ

ในการทดลองนี้เป็นการทดลองแรงลากของตัวรถ ซึ่งต้องการศึกษาผลกระทบของตัว AGV ว่าเมื่อต้องการลากวัตถุที่มีน้ำหนักมากตัวรถจะมีการเคลื่อนที่อย่างไร และต้องการทราบว่าตัวรถต้องมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่าใดจึงจะทำให้ล้อกับพื้นผิวเกิดแรงเสียดทานมากพอที่จะทำให้ตัวรถสามารถเคลื่อนที่โดยมีแรงลากพอที่จะลากวัตถุหนักไปได้ ในการทดลองนี้มีขั้นตอนดังนี้

1. ต่อเครื่องวัดแรงที่อยู่กับที่ เข้ากับตัวรถ
2. เพิ่มปริมาณน้ำหนัก
3. วัดแรงลากที่ได้ และหาค่าแรงลากเฉลี่ย



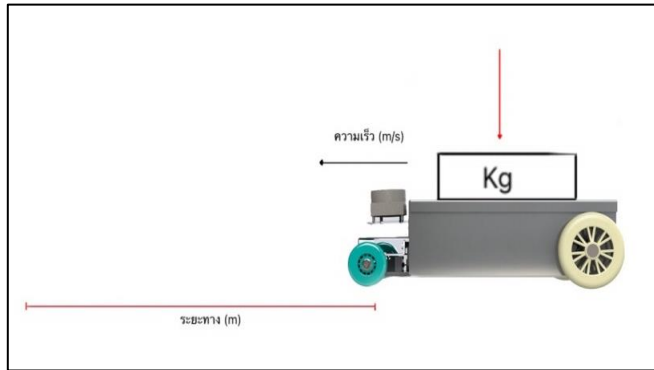
รูปที่ 3.15 การทดสอบแรงลากของรถ AGV

3.3.2 ทดสอบความสามารถในการแบกวัตถุ

จากวัตถุประสงค์หลักของระบบ AGV คือการขนส่งวัตถุ หรือชิ้นงานไปยังที่ต่างๆ เราจึงต้องคำนึงถึงการรับน้ำหนักของตัวรถ ว่าสามารถรับแรงกดได้มากน้อยเพียงใด และศึกษาผลกระทบของการเคลื่อนที่ของตัวรถ เมื่อมีแรงกดเข้ามากระทำ จึงได้มีการทดลองแรงกดมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดระยะทางการเคลื่อนที่ ที่ระยะ 3.5 เมตร
2. จับเวลาการเคลื่อนที่ของรถไปยังเป้าหมาย ในระยะทางคงที่ และ ใช้ความเร็วคงที่
3. เพิ่มน้ำหนักแรงกดให้กับตัวรถ และจับเวลาตามข้อที่ 2

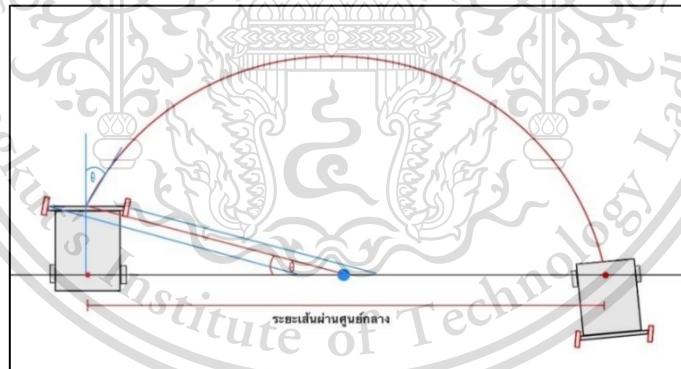
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การทดสอบแรงกดของรถ AGV

3.3.3 ทดสอบการเลี้ยวของรถ AGV

การเลี้ยวของตัว AGV ในโปรแกรมจะใช้กำหนดเป็นค่าป้อนไบনারี่ของ PWM ที่ 100 ถึง 500 และจะได้ค่ามุมมองศอกออกมาจากการทดลองการหาค่ามุมมองศอกของการเลี้ยว เนื่องจากค่าที่ได้จากการเลี้ยวมีค่าความผิดพลาด จากตัวโครงสร้างของระบบเลี้ยว จึงต้องมีการทดลองเพื่อให้สามารถมั่นใจได้ว่าการเลี้ยวของตัวรถนั้นมีความแม่นยำเพียงพอ โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการทดลองการเลี้ยว

1. กำหนดจุดเริ่มต้นของตัวรถ
2. กำหนดค่าป้อนที่ค่าต่างๆ
3. วัดระยะของเส้นผ่านศูนย์กลางของรถที่เลี้ยว
4. บันทึกค่าป้อนจากโปรแกรมมองศาที่ได้จากโปรแกรมและระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของรถที่เลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานนี้ เป็นการนำหุ่นยนต์ AGV มาทำการทดสอบ หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและประกอบตัวรถ AGV เรียบร้อยแล้ว รวมถึงการออกแบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลในการเคลื่อนที่ โดยการทดสอบประกอบด้วย ทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ ทดสอบความสามารถในการแบกวัตถุ และ ทดสอบการเลี้ยวของรถ AGV

4.1 การทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ

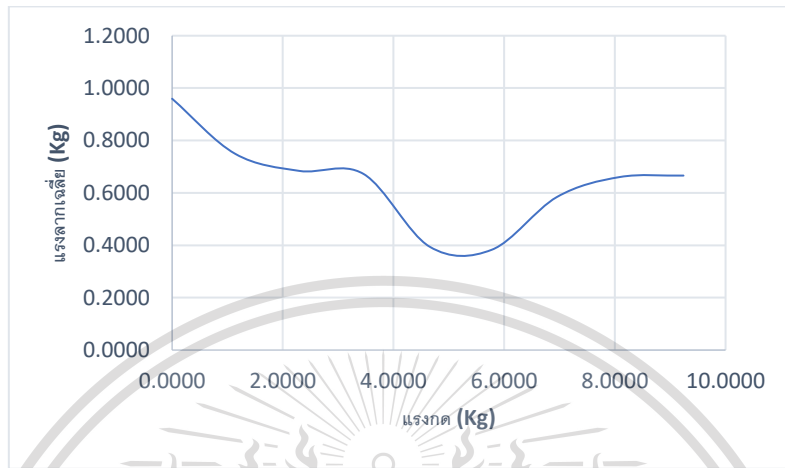
หลังจากทำการประกอบตัวรถ AGV เสร็จเรียบร้อยแล้วได้ทำการทดสอบความสามารถในการลากวัตถุ เพื่อทดสอบว่ารถ AGV นั้นสามารถลากวัตถุหรือสิ่งของได้น้ำหนักมากเพียงใด โดยคำนึงถึงการใช้งานจริงซึ่งผลของการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าบันทึกจากการทดลองการลากวัตถุ

แรงกด (kg)	0.000	1.14	2.30	3.46	4.65	5.78	6.95	8.09	9.24
	0.8400	0.7300	0.7000	0.5900	0.3650	0.1750	0.3150	0.5000	0.5400
	0.9450	0.9450	0.6200	0.6600	0.3750	0.6350	0.7650	0.8250	0.5800
	0.8850	0.8450	0.7350	0.6400	0.3750	0.5100	0.4700	0.5400	0.6800
แรงลาก(kg)	1.0500	0.7300	0.6950	0.8350	0.4100	0.3950	0.5150	0.6000	0.7850
	1.1300	0.6520	0.7600	0.7400	0.4300	0.2800	0.6900	0.6800	0.5950
	1.0400	0.7000	0.7150	0.6850	0.4300	0.4550	0.5850	0.7100	0.6200
	0.8350	0.7700	0.5400	0.6750	0.3000	0.4200	0.6000	0.6800	0.7750
	0.9950	0.7300	0.8100	0.5500	0.4750	0.3350	0.6300	0.7100	0.6200
	0.9150	0.6400	0.5800	0.6750	0.3950	0.2450	0.6850	0.7000	0.8000
แรงลากเฉลี่ย (Kg)	0.9594	0.7491	0.6839	0.6722	0.3950	0.3833	0.5839	0.6606	0.6661

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 จะสามารถนำค่าต่างๆ มาทำเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงลากเฉลี่ยกับแรงกดได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงลากเฉลี่ยและแรงกด

จากการทดลองแรงลากของ AGV เมื่อมีการบรรทุกน้ำหนักที่ค่าต่างๆ และใช้ความสัมพันธ์เป็นกราฟเส้นตรงระหว่างแรงลากกับแรงกด จะเห็นว่าแรงลากที่ได้ จะมีค่าต่ำลงเมื่อมีแรงกดเพิ่มมากขึ้น และเมื่อมาถึงค่าหนึ่ง จะเห็นว่าค่าแรงลากจะอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุดที่แรงกดประมาณ 5 กิโลกรัม และเมื่อผ่านช่วงแรงกดนั้นทำให้แรงลากเพิ่มเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์นี้สามารถอธิบายได้ว่า กราฟที่แสดงนั้นมี 2 ช่วง คือช่วงที่เป็นแรงเสียดทานสถิตย์ (Statics Friction) และช่วงที่เป็นแรงเสียดทานจลน์ (Dynamics Friction) ซึ่งช่วงแรกของกราฟที่มีความชันลดลงจนถึงจุดต่ำสุดนั้น จะเป็นช่วงของแรงเสียดทานจลน์ แรงลากจะมีผลเฉพาะจากแรงจากล้อของรถไฮดรอลิกบนพื้นเนื่องจากน้ำหนักกดที่น้อยแต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักกดกราฟแรงลากก็จะเริ่มลดถึงจุดต่ำสุดในช่วงน้ำหนักที่ประมาณ 5 กิโลกรัมล้อไฮดรอลิกความเร็วต่ำลงแต่มอเตอร์ก็กินกระแสมากขึ้น จนกระทั่งเริ่มเกิดกราฟที่เป็นช่วงของแรงเสียดทานสถิตย์ที่ล้อหยุดหมุนไม่มีการลื่นไถลคือช่วงที่กราฟเริ่มมีความชันเพิ่มเพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่าเมื่อน้ำหนักกดเกิน 5 กิโลกรัม จะทำให้ล้อเริ่มมีแรงเสียดทานกับพื้นผิวสัมผัสมากทำให้สามารถเกิดแรงลากที่เพิ่มขึ้นแต่จะแรงลากจะเพิ่มขึ้นจากนั้นไม่มากก็จะคงที่เนื่องจากมอเตอร์สูญเสียประสิทธิภาพจากการหยุดหมุนของมอเตอร์ทำให้กระแสเพิ่มขึ้นสูงมาก เราจึงสรุปได้ว่าถ้าต้องการให้ตัวรถเคลื่อนได้คงที่ ต้องเพิ่มน้ำหนักให้ตัวรถอีกประมาณ 5 กิโลกรัม จะทำให้สามารถลากวัตถุได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบความสามารถในการแบกวัตถุ

ผลการทดลองความสามารถในการแบกวัตถุมีค่าดังตารางที่ 4.2 เมื่อได้ค่าระยะเวลาในการเคลื่อนที่ไปยังจุด 3.5 เมตร ในแต่ละค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแล้ว เราสามารถคำนวณหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถ ได้จากสมการ

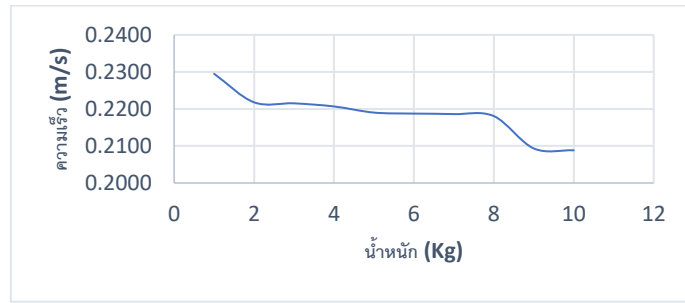
$$v = \frac{s}{t} \text{ m/s} \quad (4.1)$$

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลการทดลองในการแบกวัตถุ

น้ำหนักบรรทุก (kg)	เวลา(Sec)	ระยะทาง(m)	ความเร็ว (m/s)
-	15.2500	3.5	0.2295
1.1600	15.7800	3.5	0.2218
2.3400	15.8000	3.5	0.2215
3.4800	15.8600	3.5	0.2207
4.6000	15.9800	3.5	0.2190
5.7400	16.0000	3.5	0.2188
6.8900	16.0100	3.5	0.2186
8.0400	16.0500	3.5	0.2181
9.1800	16.7200	3.5	0.2093
10.3600	16.7600	3.5	0.2088

จากตารางที่ 4.2 จะสามารถนำค่าต่างๆ มาทำเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถ AGV กับ น้ำหนักได้ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของรถ AGV และน้ำหนัก

จากการทดลองการเพิ่มแรงกดให้แก่ตัวรถนั้นจะเห็นได้ว่า เมื่อน้ำหนักของวัตถุเพิ่มขึ้น จะทำให้ความเร็วของการเคลื่อนที่ลดลง เนื่องจากแรงในการกดมากทำให้แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวกับล้อรถเพิ่มมากขึ้น จากกราฟได้เทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วการเคลื่อนที่กับน้ำหนัก จะเห็นว่าน้ำหนักมีผลทำให้ความเร็วลดลงอย่างมากในบางช่วง แสดงให้เห็นในกราฟที่มีความชันมาก แต่บางช่วงของน้ำหนักไม่ทำให้ความเร็วลดลงมาก แสดงให้เห็นในกราฟช่วงที่ความชันต่ำ

4.3 การทดสอบการเลี้ยวของรถ AGV

การเลี้ยวที่ได้ออกแบบมาใช้กับรถ AGV นั้นจะมีขีดจำกัดการเลี้ยวสูงสุดคือ 17 องศาทั้งการเลี้ยวซ้ายและการเลี้ยวขวา ซึ่งผลการทดลองมีผลดังตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4 และสามารถนำค่าที่ได้จากการทดลองมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของการเลี้ยวรถ AGV และ ค่า INPUT ที่ป้อนจากโปรแกรมดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

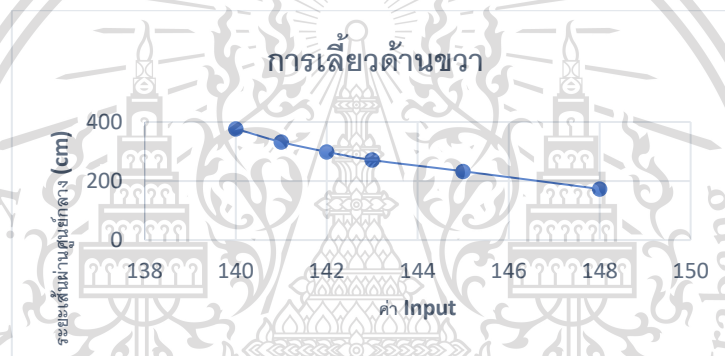
ตารางที่ 4.3 แสดงการทดลองการเลี้ยวด้านขวา

ค่า input	ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	มุมที่ได้จากโปรแกรม
148	173	17.0000
145	233	16.6992
143	271	14.5742
142	299	13.4957
141	332	12.4074
140	377	11.3099

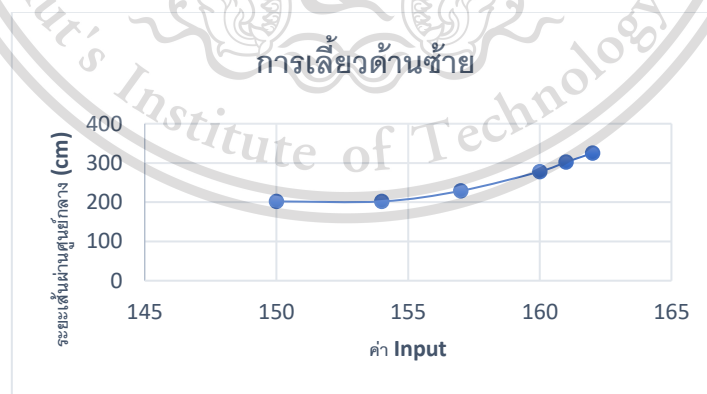
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการทดลองการเลี้ยวด้านซ้าย

ค่า input	ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง (cm)	มุมที่ได้จากโปรแกรม
150	202	-17.0000
154	202	-17.0000
157	229	-14.5742
160	278	-11.3099
161	302	-10.2040
162	325	-9.0903



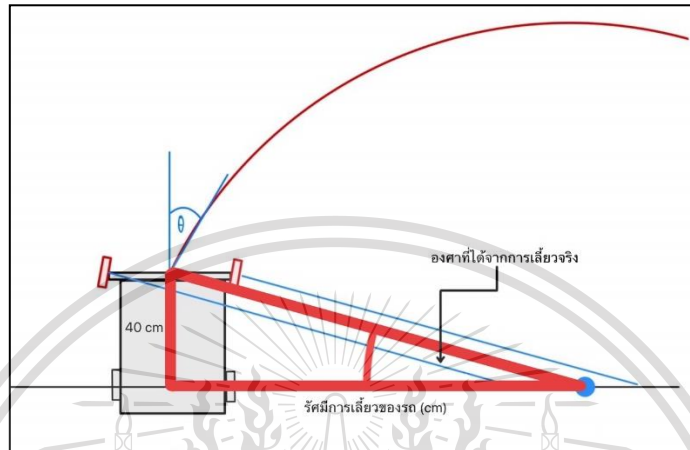
รูปที่ 4.3. แสดงความสัมพันธ์ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง และค่าป้อนของด้านขวา



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระยะเส้นผ่านศูนย์กลาง และค่าป้อนของด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่ได้ในตารางการทดลองสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ที่ได้โดยใช้ระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของการเลี้ยว มาคำนวณองศาการเลี้ยวจริงของรถได้จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังรูป



รูปที่ 4.5 การคำนวณองศาของการเลี้ยวจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาองศาของการเลี้ยว

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{40}{\text{รัศมีการเลี้ยวของรถ}}\right) \times \frac{180}{\pi} \quad (4.2)$$

จากการคำนวณจะได้องศาจากการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณองศาของการเลี้ยวของรถ

มุมที่ได้จากโปรแกรม	มุมที่ได้จากการทดลองด้านขวา	มุมที่ได้จากโปรแกรม	มุมที่ได้จากการทดลองด้านซ้าย
17.0000	24.8171	-17.0000	-21.6055
16.6992	18.9498	-17.0000	-21.6055
14.5742	16.4468	-14.5742	-19.2566
13.4957	14.9791	-11.3099	-16.0542
12.4074	13.5479	-10.2040	-14.8369
11.3099	11.9805	-9.0903	-13.8287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองการเลี้ยวของรถ

ในการทดลองนี้จุดประสงค์เพื่อให้ทราบว่ามุมในการเลี้ยวจากโปรแกรม และมุมในการเลี้ยวจริงของรถสอดคล้องกันหรือไม่ โดยจะวิเคราะห์โดยการหาผลต่างระหว่างมุมที่เลี้ยวในโปรแกรมและมุมที่เลี้ยวในการทดลองว่ามีความความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 4.6 แสดงผลต่างระหว่างมุมจากโปรแกรมและมุมจากการทดลองของการเลี้ยวด้านขวา

มุมที่ได้จากโปรแกรม	มุมที่ได้จากการทดลอง	ผลต่าง (Error)
17.0000	24.8171	7.8171
16.6992	18.9498	2.2506
14.5742	16.4468	1.8726
13.4957	14.9791	1.4834
12.4074	13.5479	1.1405
11.3099	11.9805	0.6706

ตารางที่ 4.7 แสดงผลต่างระหว่างมุมจากโปรแกรม และมุมจากการทดลองของการเลี้ยวด้านซ้าย

มุมที่ได้จากโปรแกรม	มุมที่ได้จากการทดลอง	ผลต่าง (Error)
-17.0000	-21.6055	4.6055
-17.0000	-21.6055	4.6055
-14.5742	-19.2566	4.6824
-11.3099	-16.0542	4.7443
-10.2040	-14.8369	4.6329
-9.0903	-13.8287	4.7384

จากข้อมูลการทดลอง จะเห็นได้ว่ามีสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการทดลองคือการเลี้ยวของด้านขวา เนื่องจากค่าผลต่างของมุมในการเลี้ยวมีค่าที่กระจายไม่คงที่ สาเหตุที่ทำให้เกิดเช่นนี้เนื่องจากโครงสร้างของเอกสารนี้ระบบการเลี้ยวของตัวรถซึ่งใช้ซอฟต์แวร์ที่เป็นของ และมีความยาวมากเกินไป ทำให้การเลี้ยวของด้านขวาไม่แม่นยำ ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถควบคุมการเลี้ยวให้สม่ำเสมอในช่วงต่างๆ แต่ค่าผลต่างของมุมที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจคือ ผลต่างของมุมสูงสุดอยู่ที่ 7.8171 องศา และผลต่างของมุมน้อยสุดอยู่ที่ 0.6706 องศา ในส่วนของโครงสร้างของระบบการเลี้ยวของตัวรถด้านซ้ายใช้ระยะข้อต่อที่พอดี ทำให้ค่าผลต่างของมุมในการเลี้ยวมีค่าสม่ำเสมอทุกๆการเลี้ยว ซึ่งมีผลต่างอยู่ที่ประมาณ 4.6000 องศา ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ ทางทีมงานจึงเห็นว่าการเลี้ยวของตัวรถนั้นสามารถใช้ในการเลี้ยวได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี จึงได้ใช้ระบบการเลี้ยวของตัวรถในแบบเดิมในการบังคับเลี้ยว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

โครงการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ AGV เริ่มตั้งแต่การออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของหุ่นยนต์ AGV ในส่วนของฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ออกแบบโครงสร้างต่างๆ ลงมือทำชิ้นส่วนต่างๆและประกอบ ในส่วนของซอฟต์แวร์ได้ออกแบบการทำงานของระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการควบคุม ส่วนประมวลผล และ ส่วนรับข้อมูล เมื่อทั้ง 3 ส่วนนี้รวมเข้าด้วยกันแล้วจะทำให้หุ่นยนต์ AGV จะสามารถเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางได้อย่างอิสระ รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อดำเนินการต่อไป

5.1 ผลการทดลอง

ในการทดสอบจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การทดสอบการลากวัตถุ การทดสอบการแบกวัตถุ ทดสอบการเลี้ยวของตัวหุ่นยนต์

5.1.1 ผลการทดสอบการลากวัตถุ

ผลการดำเนินงานและประเมินพบว่า หุ่นยนต์ AGV หลังจากการทดสอบการลากวัตถุ นั้นจะแบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงแรงเสียดทานจลน์ (Dynamics Friction) และ ช่วงแรงเสียดทานสถิตย์ (Statics Friction) ช่วงแรกที่เกิดขึ้นคือ ช่วงช่วงแรงเสียดทานจลน์ เนื่องจากล้อของหุ่นยนต์ AGV นั้นไม่เกิดแรงเสียดทานกับพื้น เนื่องจากแรงกดนั้นยังไม่มากพอทำให้เกิดการไถล เมื่อเพิ่มแรงกดอีก 5 กิโลกรัมแล้วทำให้กลายเป็น ช่วง ของแรงเสียดทานสถิตย์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าต้องเพิ่มน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์ AGV ที่เหมาะสมควรเป็น 9.2 กิโลกรัม (ตัวรถ 4.2 กิโลกรัมและน้ำหนักถ่วงหรือสามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมได้อีก 5 กิโลกรัม) เพื่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพ

5.1.2 ผลการทดสอบการแบกวัตถุ

ผลการดำเนินงานและประเมินพบว่า หุ่นยนต์ AGV หลังการทดสอบการแบกวัตถุนั้น จะเห็นได้ชัดว่า น้ำหนักที่หุ่นยนต์ AGV แบกนั้นส่งผลต่อความเร็วโดยตรงเนื่องจาก เมื่อเพิ่มน้ำหนักมากขึ้นก็จะส่งผลให้แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างล้อกับพื้นนั้นมากขึ้นด้วยเช่นกัน จึงทำให้ความเร็วของรถนั้นลดลงด้วยเช่นกัน

5.1.3 ผลการทดสอบการเลี้ยวของหุ่นยนต์ AGV

ผลการดำเนินงานและประเมินพบว่า หุ่นยนต์ AGV พบว่าหุ่นยนต์ AGV สามารถเลี้ยวตามคำสั่งได้แต่มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากโครงสร้างที่สร้างขึ้นมีความผิดพลาดเรื่องระยะห่างของอุปกรณ์หรือวัสดุที่นำมาประกอบ จึงส่งผลให้การเลี้ยวนั้นมีค่าคลาดเคลื่อนจากคำสั่งเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนหรือมีลิขสิทธิ์ในเพื่อการใช้งานเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในส่วนของการเลี้ยงของหุ่นยนต์ AGV นั้นยังมีข้อจำกัดในการเลี้ยงเนื่องจากการออกแบบและประกอบ หากออกแบบและประกอบส่วนนั้นได้สมบูรณ์มากขึ้นจะทำให้หุ่นยนต์ AGV นั้นสามารถเลี้ยงได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] PLANET T AND S CO.,LTD. (10 กันยายน 2559). AutoV's AGV. เข้าถึงได้จาก Planet blog : <http://www.planet.co.th/upload/attach/9952a73fe3096de7333a559175672ada.pdf>
- [2] MAT Foundry Group Ltd. (28 มี.ค. 2011) TYPES OF DIFFERENTIAL AND HOW THEY WORK. เข้าถึงได้ที่ Types of Differential and How They Work <http://www.matfoundrygroup.com>
- [3] นายบรรณกิจ คิตุก. การควบคุมบังคับเลี้ยวเลียนแบบมนุษย์ด้วยเครือข่ายประสาทเทียมและเซอร์โว. [ออนไลน์]. 2557 แหล่งที่มา : <http://203.158.7.72:8080/jspui/handle/123456789/5825>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมสั่งงานการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ AGV

```
long cnt=0;
int cmdx[4];
int cnts=0;
int ser[2]={0,0};
void setup()
{
  Serial.begin(19200);
  pinMode(5,OUTPUT);
  pinMode(6,OUTPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
}
void loop()
{
  cnt++;
  if (cnt>1000){cnt=0;}
  if (Serial.available())
  {
    int A=(Serial.read());
    cmdx[cnts]=A;
    cnts++;
    if (cnts>=4)
    {
      cnts=0;
      Serial.write(cmdx[0]);
      Serial.write(cmdx[1]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.write(cmdx[2]);
Serial.write(cmdx[3]);
if (cmdx[0]=='F')
{
  int B = ((cmdx[1]-48)*100)+((cmdx[2]-48)*10)+((cmdx[3]-48));
  MDrive(1,B);
}
if (cmdx[0]=='B')
{
  int B = ((cmdx[1]-48)*100)+((cmdx[2]-48)*10)+((cmdx[3]-48));
  MDrive(2,B);
}
if (cmdx[0]=='S')
{
  MDrive(0,0);
}
if (cmdx[0]=='L')
{
  int B = ((cmdx[1]-48)*100)+((cmdx[2]-48)*10)+((cmdx[3]-48));
  ser[0]=0;
  ser[1]=B;
}
if (cmdx[0]=='R')
{
  int B = ((cmdx[1]-48)*100)+((cmdx[2]-48)*10)+((cmdx[3]-48));
  ser[0]=1;
  ser[1]=B;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}  
if (ser[0]==1) Nservo(1100+ser[1]);  
if (ser[0]==0) Nservo(1100-ser[1]);  
delay (30);  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมประมวลผลข้อมูลแบบสรี้าแบบจำลอง

```
clear all; clc;
load obx.mat;
x=serial('COM3','BaudRate',19200,'Terminator','');
fopen(x);
pause(5);
obz=zeros(300,300);
obz(170,50)=100;
wi=sum(sum(obz));
cx=sum([1:300].*sum(obz))/wi;
cy=sum([1:300].*sum(obz))/wi;
if (cx>150) Tx=cx-150-20; end
if (cx<=150) Tx=cx-150+20; end
Ty=cy;
theta=(atan(Tx/Ty))*(180/pi);
if (cx<150-20 || cx>150+20) theta=0; end
if (theta<=-17) theta=-17; end
if (theta>=17) theta=17; end
a=floor(abs(((theta)*27.341)-69.101));
fprintf(x,'F100');
if (theta>0) fprintf(x,'R%3d',a); end
if (theta<0) fprintf(x,'L%3d',a); end
if (theta==0) fprintf(x,'R000'); end
b=fread(x)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้