

การพัฒนาพาหนะจำลองขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับการขนส่งภายใน
และภายนอกอาคาร

DEVELOPMENT OF AN AUTONOMOUS VEHICLE MODEL
FOR INDOOR AND OUTDOOR TRANSPORTATION

ณัฐพล ปั่นงาม¹
ธนัญ จารุวิทย์โกวิท²

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อพัฒนาพาหนะจำลองขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับการขนส่งภายในและภายนอกอาคาร โดยการเคลื่อนที่ภายในอาคารใช้เซนเซอร์ติดตามเส้นแถบแม่เหล็กและภายนอกอาคารใช้สัญญาณ GPS ในการนำทางแล้วสามารถหยุดก่อนเกิดการชนกับสิ่งกีดขวาง เมื่อนำสิ่งกีดขวางออกแล้วสามารถเคลื่อนที่ไปถึงที่หมายได้อย่างราบรื่น

จากผลการทดสอบการเคลื่อนที่ของพาหนะจำลองขับเคลื่อนอัตโนมัติสำหรับการขนส่งภายในและภายนอกอาคารเพื่อยืนยันประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยจะใช้ความเร็ว 3 ช่วงในการทดลอง คือ 0.16 – 0.18 , 0.19 - 0.21 และ 0.22 – 0.25 มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

การกำหนดความเร็วของพาหนะจำลองมีผลต่อประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ซึ่งในช่วงของความเร็วที่ 0.19 - 0.21 มีการใช้เวลาในการเคลื่อนที่สั้นที่สุด เนื่องจากความเร็วที่มากเกินไปจะทำให้ตัวพาหนะจำลองหันหาทิศทางที่ถูกต้องได้ยาก แล้วถ้าความเร็วน้อยเกินไปก็จะทำให้ถึงที่หมายได้ช้าลง

คำสำคัญ: พาหนะจำลองขับเคลื่อนอัตโนมัติ, โมดูลเข็มทิศ, แถบแม่เหล็ก

¹ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต (625162010006@dpu.ac.th)

² วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต (tjaruvit@yahoo.com)

ABSTRACT

The main objective of this research project is to develop a self-contained vehicle for indoor and outdoor transport. Moving inside the building with magnetic tape sensors and outside with GPS navigation signals, it can stop before striking an obstacle. Once the obstacle is cleared, it can move easily towards its destination.

Based on the results of testing the motion of an autonomous vehicle for indoor and outdoor transport to confirm the efficiency and factors affecting the movement of an autonomous transport vehicle. It uses three velocity ranges in the experiment, 0.16 – 0.18, 0.19 – 0.21 and 0.22 – 0.25, in meters per second.

Determine the speed of the simulated vehicle affects its manoeuvrability, which in the speed range of 0.19 - 0.21 has the shortest moving time. That's because too much speed will make it difficult for the simulated vehicle to spin in the correct direction. And if the speed is too low, it will be slower to achieve the destination.

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำพาหนะ AGV มาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมกันมากขึ้น โดยจะมีการใช้ภายในอาคาร หรือภายนอกอาคารที่จะเป็นการส่งของระหว่างอาคารเพียงอย่างเดียว ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีการใช้พาหนะ AGV วิ่งภายในอาคารเป็นแบบเซนเซอร์ที่ตรวจจับเส้นตามทางการเดินพาหนะ และต้องการให้พาหนะวิ่งในส่วน of ภายนอกอาคารด้วย แต่ยังไม่มีการพัฒนาต่ออย่างจริงจัง เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูงและต้องการผู้มีความเชี่ยวชาญในการดูแล

งานวิจัยนี้จึงนำปัญหานี้มาวิจัย และพัฒนาต่อเพราะเห็นความจำเป็นเนื่องจากการทำให้พาหนะ AGV วิ่งภายนอกอาคาร ดำเนินการสร้างแค่ครั้งเดียวแล้วยัง ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายที่มากกว่า โดยงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การทำงานของพาหนะ AGV ตรงประตูของอาคารระหว่างภายในอาคารกับภายนอกอาคาร

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1. เพื่อออกแบบและพัฒนาพาหนะขนส่งจำลองที่สามารถเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติ ภายในและภายนอกอาคาร โดยใช้เซนเซอร์ติดตามเส้นแม่เหล็กและสัญญาณ GPS

1.2. เพื่อออกแบบและพัฒนาพาหนะขนส่งจำลองที่สามารถเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติสามารถหยุดก่อนเกิดการชนกับสิ่งกีดขวางได้

1.3. เพื่อประเมินการใช้เซนเซอร์ติดตามเส้นแม่เหล็กกับสัญญาณ GPS เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติภายในอาคารและภายนอกอาคาร

2. ขอบเขตของการวิจัย

2.1. งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาพาหนะจำลองขับเคลื่อนอัตโนมัติ โดยมีองค์ประกอบหลักคือ

Node ESP32 เป็นบอร์ดที่ใช้เป็นตัว CPU ที่ทำหน้าที่ประมวลผลตามโค้ดที่เขียนแล้วส่งคำสั่งต่างๆไปหาตัวเซนเซอร์ที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับตัวบอร์ด โดยจะใช้ภาษาซีในการเขียนคำสั่ง

Motor Driver Module L298N ใช้เป็นโมดูลสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว ซึ่งอิสระต่อกัน สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวได้

HMC5983 โมดูลเซนเซอร์เข็มทิศ 3 แกน มีแกน X, Y, Z ใช้สำหรับตรวจจับทิศทางของเข็มทิศ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก

GPS module Neo6Mv2 ทำหน้าที่รับสัญญาณ พิกัด ที่ส่งมาจากดาวเทียม แล้วคำนวณข้อมูลพิกัดเหล่านั้นออกมา

Ultrasonic Sensor HC-SR04 ทำหน้าที่เพื่อตรวจจับวัตถุที่กีดขวางด้านหน้าเพื่อป้องกันการชนของตัวพาหนะขนส่งจำลอง

Linear magnetic Hall sensors KY-024 ใช้ตรวจจับสนามแม่เหล็ก โดยเมื่อมีสนามแม่เหล็กให้สัญญาณ 1 ในกรณีที่สนามแม่เหล็กมีความเข้มข้น และให้สัญญาณ 0 เมื่อมีแม่เหล็กบริเวณใกล้ๆอุปกรณ์

2.2. งานวิจัยนี้ออกแบบวิธีการควบคุมพาหนะจำลองให้สามารถเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติในบริเวณที่เป็นรอยต่อของการเคลื่อนที่จากภายในอาคาร ไปภายนอกอาคาร และจากภายนอกอาคารไปภายในอาคาร เพื่อให้พาหนะจำลองสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างราบรื่น

2.3. งานวิจัยนี้ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของพาหนะจำลองโดยใช้โปรแกรมภาษา C

2.4. งานวิจัยนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ออกแบบและพัฒนาพาหนะจำลองต้นแบบที่สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นแถบแม่เหล็ก (กรณี in door) และเคลื่อนที่ไปจุดพิกัดด้วย GPS (กรณี outdoor) ได้

2.5. งานวิจัยนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ออกแบบและพัฒนาพาหนะจำลองโดยใช้ความเร็วที่แตกต่างกันเพื่อประเมินประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ

2.6. ในกรณีการใช้งานทั้งภายในและภายนอกอาคาร พาหนะขนส่งจำลองเคลื่อนที่อัตโนมัติสามารถหยุดการเคลื่อนที่เมื่อมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ที่สามารถตรวจจับด้วยเซนเซอร์ ultrasonic เมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางแล้ว พาหนะขนส่งจำลองจะเคลื่อนที่ต่อไปยังจุดหมายปลายทางได้

3 ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1. ระบบขับเคลื่อนแบบแยกการควบคุม (Differential Drive System)

วิธีการเลี้ยวชนิดนี้เป็นระบบเลี้ยวที่นิยมมากที่สุดในการขับเคลื่อนอัตโนมัติหรือเอจีวี (Automated Guided Vehicle) ซึ่งในการเลี้ยวของพาหนะขับเคลื่อนอัตโนมัติ มีมอเตอร์คอยควบคุมล้อด้านหนึ่งให้มีความเร็วในการเคลื่อนที่มากกว่าล้ออีกด้านหนึ่ง เพื่อทำให้เกิดการเลี้ยวโค้ง แต่ถ้าล้อทั้งสองด้านมีความเร็วเท่ากันหรือมีการเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน จะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ดังตารางที่

1

ตารางที่ 1 หลักการทำงานของระบบเลี้ยวแบบแยกบังคับ

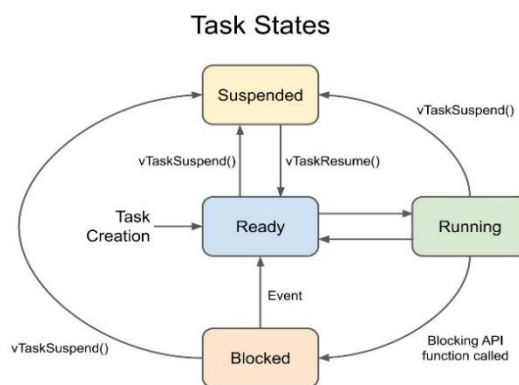
ทิศทางการเคลื่อนที่	ทิศทางของล้อ	ทิศทางการเคลื่อนที่	ทิศทางของล้อ
เดินหน้า 		เลี้ยวขวา 	
ถอยหลัง 		หมุนซ้าย 	
เลี้ยวซ้าย 		หมุนขวา 	

3.2. RTOS (Real Time Operating System)

เป็น Kernel ที่ช่วยให้บอร์ด ESP32 สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อแบ่งเวลาแบ่งทรัพยากรในประมวลผลงานต่างๆ ในแต่ละ CPU ได้ การเขียนโปรแกรมโดยใช้ RTOS จะต้องสร้างหน่วย

ทำงานที่เรียกว่า Task ซึ่งแต่ละ Task สามารถแยกกันทำงานแบบอิสระต่อกันได้ RTOS มีวิธีการจัดการ Task ต่างๆ โดยการดูระดับความสำคัญ (Priority) ซึ่ง Task ที่มีระดับความสำคัญสูงสุดจะได้ทำงานก่อน และใช้ Time slicing ในการแบ่งเวลากันทำงาน ซึ่งทำให้ ESP32 สามารถทำงานคล้ายแบบ Multi-tasking ได้

ในงานวิจัยนี้ใช้ RTOS ในการจัดการคำสั่งที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ต่างๆ มีการแบ่งลำดับก่อนหลังการทำงานต่างๆของพาหนะขนส่งจำลอง โดยจะทำการกำหนดความสำคัญของการทำงานให้พาหนะขนส่งผ่านการเขียนโปรแกรมภาษาซี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพ Flow RTOS Task Scheduling and Prioritization

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

4.1 แผนงานการดำเนินงานวิจัย

4.1.1. ศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพาหนะ AVG ทำการศึกษาทฤษฎีและรูปแบบที่เหมาะสม

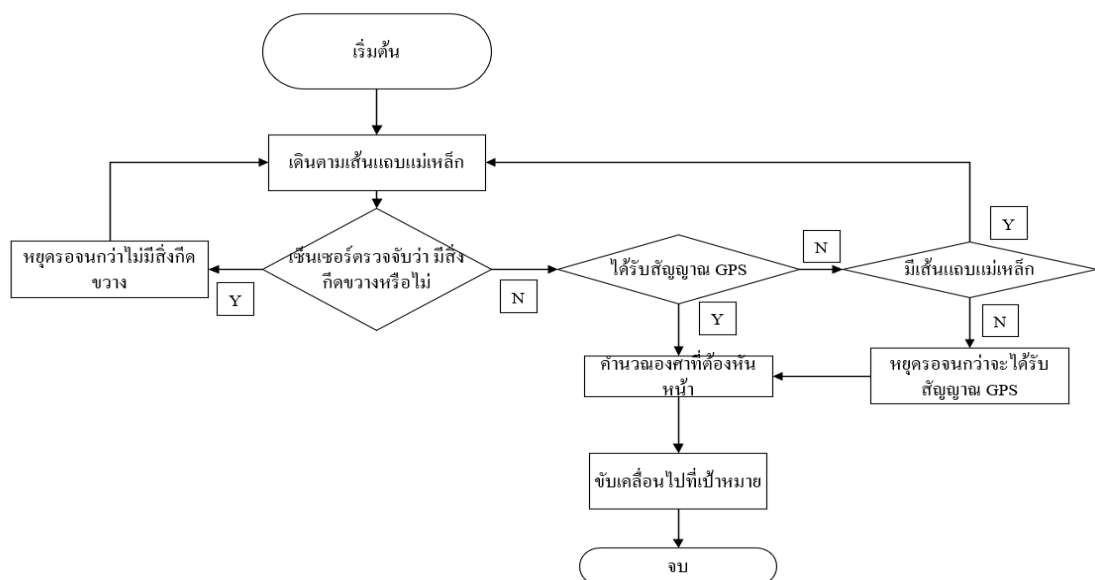
4.1.2. ออกแบบพาหนะ AVG พัฒนางจร โครงสร้าง การควบคุมการสั่งงานของระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งกับเซนเซอร์ต่างๆ

4.1.3. พัฒนาการระบุตำแหน่ง พัฒนาการรับข้อมูลต่างๆของตัวเซนเซอร์ พัฒนาส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของพาหนะ AGV Board ESP32 เป็นตัวสั่งงานโดยรวมข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง เช่น ข้อมูลตำแหน่งปัจจุบัน สิ่งกีดขวาง เส้นแถบแม่เหล็ก การเลี้ยวของพาหนะ AGV

4.1.4. สร้างสถานการณ์จำลองให้กับตัวพาหนะ AGV หลังจากทำการออกแบบและรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการลองวิ่ง นำข้อมูลการวิ่งเหล่านั้นมาจัดทำเป็นสถิติเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการทำงาน

4.2. กรณีที่พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติเคลื่อนที่จาก Indoor ไป Outdoor

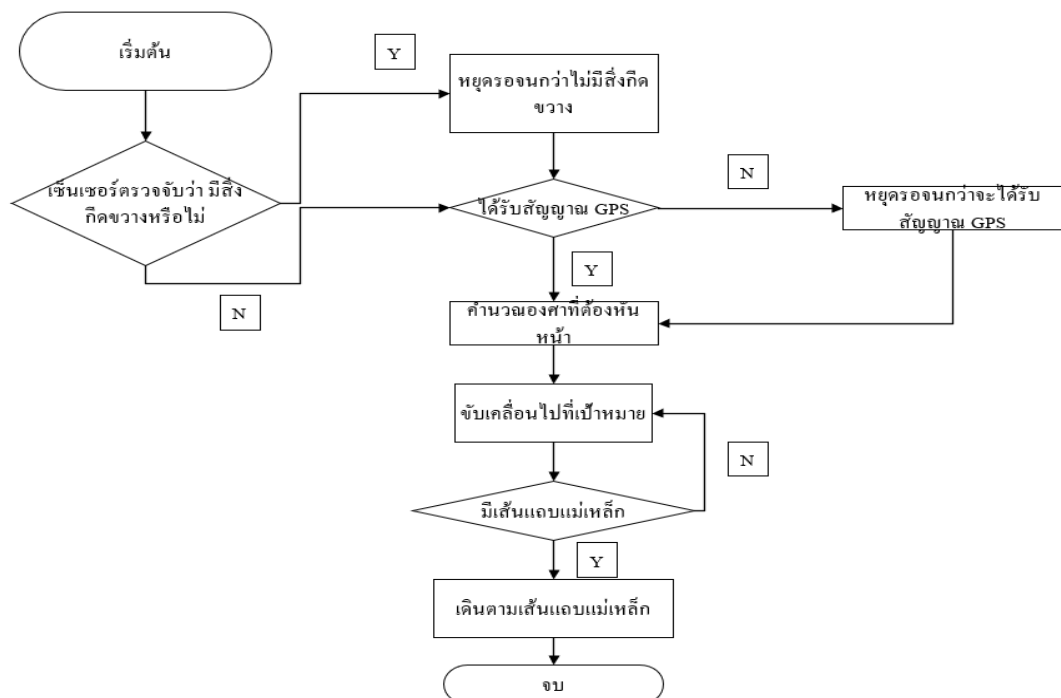
จะเป็นการวิ่งตามแถบเส้นแม่เหล็กไปก่อนจนกว่าจะได้สัญญาณ GPS จึงจะใช้สัญญาณ GPS และ โมดูลเข็มทิศดิจิทัล HMC5983 ในการคำนวณหามุมมองสาที่จะเดินทางไป



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ จาก Indoor ไป Outdoor

โดยรายละเอียดดังภาพที่ 2 จาก เริ่มต้นจะทำขั้นตอนต่อไปโดยดูจากเส้นลูกศรเมื่อมีเหตุการณ์ที่ต้องตัดสินใจจะใช้ รูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดเพื่อแสดงถึงการมีตัวเลือกในการเลือกซึ่งจะมีจุดบรรจบกันก็คือขั้นตอนการคำนวณองศาที่ต้องหันหน้าแล้วเคลื่อนที่ไปที่เป้าหมายจนจบ

2. กรณีที่พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติเดินทางจาก Outdoor ไปที่ Indoor เป็นการใช้สัญญาณ GPS และ โมดูลเข็มทิศดิจิทัล HMC5983 ในการคำนวณหามุมมองสาที่จะเดินทางไป แล้วเมื่อใกล้จะถึงปลายทางจะเป็นการวิ่งตามเส้นแถบแม่เหล็กที่ติดตั้งไว้ที่พื้นบริเวณหน้าประตู โดยรายละเอียดดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ จาก Outdoor ไป Indoor โดยรายละเอียดดังภาพที่ 3 จาก เริ่มต้นจะทำขั้นตอนต่อไปโดยดูจากเส้นลูกศรเมื่อมีเหตุการณ์ที่ต้องตัดสินใจจะใช้ รูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดเพื่อแสดงถึงการมีตัวเลือกในการเลือกซึ่งจะมีจุดบรรจบกันก็คือขั้นตอนที่คำนวณองศาที่ต้องหันหน้า ขับเคลื่อนไปที่เป้าหมาย มีการตรวจว่ามีเส้นแฉกแม่เหล็กหรือไม่ เดินตามเส้นแฉกแม่เหล็ก ตามลำดับ

3. ภาพพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติและสถานที่สำหรับการจำลอง
พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติที่ใช้ในงานวิจัยดังภาพที่ 4



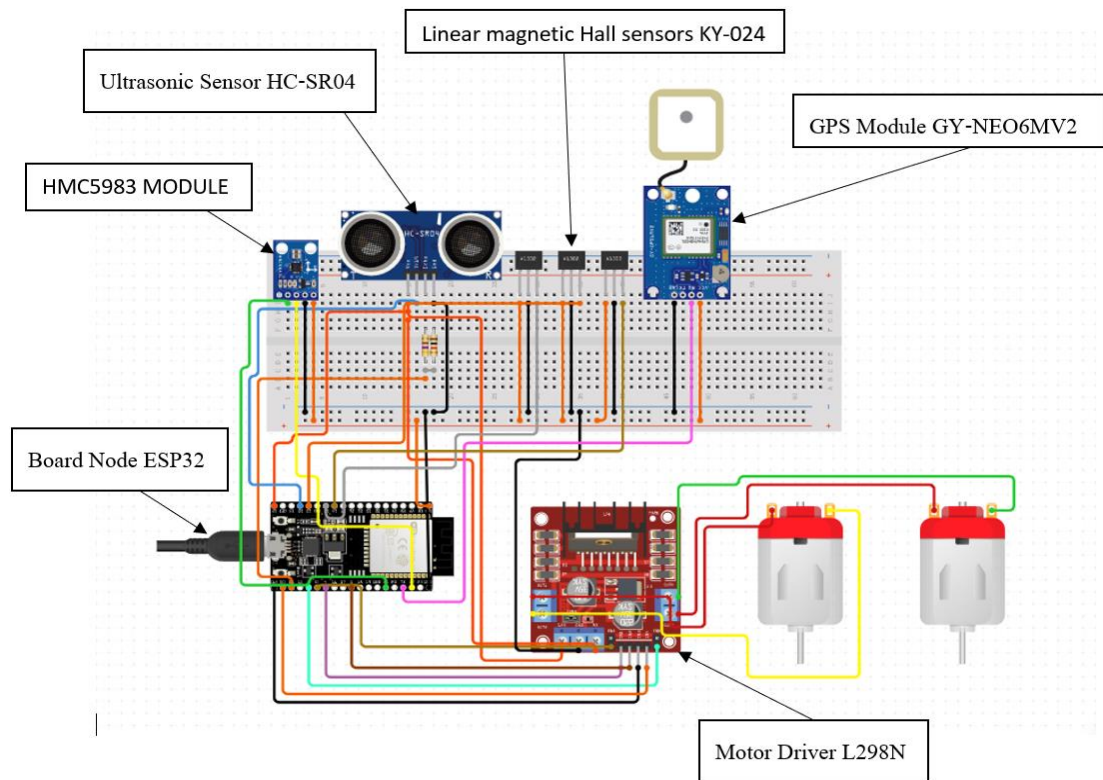
ภาพที่ 4 พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติที่ใช้ในงานวิจัย
สถานที่สำหรับการจำลองดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สถานะแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบมุกกล้องจากด้านในอาคารและด้านนอกอาคาร

4.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์

ภาพการเชื่อมต่อของสายไฟและขา Pin ต่างๆของอุปกรณ์ สำหรับการท่วิจัยซึ่งจะทำให้เห็นภาพรวมของอุปกรณ์ในการติดตั้งกับแผ่นอะคริลิก แสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพการเชื่อมต่อของสายไฟและขา Pin ต่างๆของอุปกรณ์

ตารางที่ 2 ตารางการทดสอบ RTOS

No	RTOS (Real-Time Operating System)	Sensor Linear magnetic Hall sensors KY-024	Result
1	ไม่ใช่ RTOS	รับค่าแบบอนาล็อก	ไม่สำเร็จ
2	ไม่ใช่ RTOS	รับค่าแบบดิจิตอล	ไม่สำเร็จ
3	ใช้ RTOS	รับค่าแบบอนาล็อก	ไม่สำเร็จ
4	ใช้ RTOS	รับค่าแบบดิจิตอล	สำเร็จ

ในงานวิจัยนี้ประสบปัญหาเรื่องการตอบสนองของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ คือ เซนเซอร์ Linear magnetic Hall sensors KY-024 มีจำนวน 3 อัน ทำให้บางครั้งมีการส่งค่ามาพร้อมกันทำให้ค่าที่รับมาที่หลังโดยตัดทิ้งไป ดังนั้นจึงได้ทำการทดสอบ 4 แบบ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการตอบสนองการทำงานของ Board Node ESP32 เนื่องจากมีการรับค่าจากเซนเซอร์หลายอุปกรณ์ โดยการทดลองที่สามารถใช้งานได้คือ การทดลองที่ 4 คือการใช้ RTOS ใน Board Node ESP32 และ Linear magnetic Hall sensors KY-024 รับค่าเป็นดิจิทัล ดังตารางที่ 2

5. ผลการวิจัย

5.1. ผลลัพธ์พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายในอาคารไปที่ภายนอก

อาคาร

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายในอาคารไปที่ภายนอกอาคาร

ความเร็ว (เมตร/วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	ระยะเวลาในการ เคลื่อนที่สูงสุด (วินาที)	ระยะเวลาในการ เคลื่อนที่ต่ำสุด (วินาที)	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
0.16 - 0.18	8.5	52	46	49	4.24
0.19 - 0.21	8.5	39	34	36.5	3.54
0.22 - 0.25	8.5	44	40	42	2.83

จากผลลัพธ์การทดลองนี้เป็นการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายในอาคารไปที่ภายนอกอาคาร จำนวน 30 ครั้ง สามารถไปถึงที่หมายได้สำเร็จจำนวน 30 ครั้ง คิดเป็น 100 % จากจำนวน 30 ครั้ง

จากค่าความเร็วทั้ง 3 ช่วง ช่วงความเร็ว 0.19 – 0.21 เมตร / วินาที ใช้ระยะเวลาโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดในการไปถึงที่หมาย ดังตารางที่ 2

ซึ่งถนนส่วนของภายนอกอาคารเป็นพื้นถนนที่ปูด้วยตัวหนอนทำให้พื้นถนนที่ใช้ในการทดลองมีหลุม ทำให้มีผลต่อประสิทธิภาพต่อการเคลื่อนที่ของตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ และระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปจนถึงปลายทางยังรวมช่วงของเวลาที่พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติหยุดการเคลื่อนที่อันเนื่องมาจากสัญญาณ GPS ขาดหายไป

5.2. ผลลัพธ์พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายนอกอาคารไปที่ภายในอาคาร

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายนอกอาคารไปที่ภายในอาคาร

ความเร็ว (เมตร/ วินาที)	ระยะทาง (เมตร)	ระยะเวลาในการ เคลื่อนที่สูงสุด (วินาที)	ระยะเวลาในการ เคลื่อนที่ต่ำสุด (วินาที)	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0.16 - 0.18	8.5	54	46	50	5.66
0.19 - 0.21	8.5	39	36	37.5	2.12
0.22 - 0.25	8.5	44	40	42	2.83

จากผลลัพธ์การทดลองนี้เป็นการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ภายนอกอาคารไปที่ภายในอาคาร จำนวน 30 ครั้ง สามารถไปถึงที่หมายได้สำเร็จจำนวน 30 ครั้ง คิดเป็น 100 % จากจำนวน 30 ครั้ง จากค่าความเร็วทั้ง 3 ช่วง ช่วงความเร็ว 0.19 - 0.21 เมตร / วินาที ใช้ระยะเวลาโดยเฉลี่ยน้อยที่สุดในการไปถึงที่หมายดังตารางที่ 3

เหตุผลที่ความเร็วที่ 0.22 - 0.25 ใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากกว่าช่วงเวลาที่ 0.19 - 0.21 เพราะตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติจะส่ายไปส่ายมาเนื่องจากความเร็วที่มากเกินไป เมื่อตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการคำนวณมุมเพื่อหาทิศทางที่ถูกต้องจะทำการหันหน้าของตัวพาหนะด้วยความเร็ว 0.22 - 0.25 ทำให้หลายครั้งมีการหันหน้าตัวพาหนะเกินไปจากทิศทางที่ถูกต้องและเมื่อหันเกินไปจากทิศทางที่ถูกต้องตัวพาหนะจะหันกลับ

การเคลื่อนที่มีลักษณะส่ายไปส่ายมาทำให้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากขึ้น จึงจะใช้ความเร็วที่มากที่สุดในการทดสอบนี้ก็จะให้สูญเสียประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ เพราะฉะนั้น ความเร็วที่ 0.19 - 0.21 จึงใช้เวลาที่สั้นที่สุด

การหยุดของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติเมื่อมีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ที่สามารถตรวจจับด้วยเซนเซอร์ ultrasonic เมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางแล้ว พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติจะเคลื่อนที่ต่อไปยังจุดหมายปลายทางได้ โดยในการทดลองนี้ได้มีการตั้งค่าของ ultrasonic ไว้ที่ 25 เซนติเมตร ซึ่งถ้าตั้งค่ามากกว่านี้จะทำให้ตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติหยุดการเคลื่อนที่เนื่องจากว่า ultrasonic มีการปล่อยคลื่นในลักษณะรูปกรวย ทำให้อุปกรณ์ ultrasonic รับคลื่นสะท้อนจากพื้นดิน ซึ่งถ้า ultrasonic รับค่าได้น้อยกว่า 25 เซนติเมตร จะทำให้พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติหยุดการเคลื่อนที่ โดยอัตราความสำเร็จคือ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการตรวจพบเมื่อมีสิ่งกีดขวาง

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ได้นำเสนอผลการทดลองการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติระหว่างภายในและภายนอกอาคารเพื่อยืนยันประสิทธิภาพและปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ โดยจะใช้ความเร็ว 3 ช่วงในการทดลอง คือ 0.16 – 0.18 , 0.19 - 0.21 และ 0.22 – 0.25 มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ซึ่งตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติสามารถไปถึงที่หมายได้โดยมีอัตราความสำเร็จอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 2 และ 3

ซึ่งความเร็วมีผลต่อประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ ในกรณีที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่มากเกินไปตัวพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติจะเกิดการแกว่งไปทางซ้ายขวาทำให้สูญเสียประสิทธิภาพในการทำงาน และในกรณีที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่น้อยเกินไปทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่น้อยลงเนื่องจากความเร็วที่ลดลงทำให้ไปถึงที่หมายได้ช้า โดยอัตราความสำเร็จ 100% ประเมินจากการที่พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติทำการเคลื่อนที่ระหว่างภายในอาคารกับภายนอกอาคาร สามารถทำตามขอบเขตของงานวิจัยที่ตั้งไว้ได้ทุกขั้นตอน และสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้

6.1. สรุปผลตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1.1. สามารถออกแบบและพัฒนาพาหนะขนส่งจำลองที่สามารถเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติสำหรับภายในและภายนอกอาคาร โดยใช้เซนเซอร์ติดตามเส้นแถบแม่เหล็กและสัญญาณ GPS 1.2. สามารถออกแบบและพัฒนาพาหนะขนส่งจำลองที่สามารถเคลื่อนที่โดยอัตโนมัติสามารถหยุดก่อนเกิดการชนกับสิ่งกีดขวางได้

6.1.2. สามารถประเมินการใช้เซนเซอร์ติดตามเส้นแถบแม่เหล็กกับสัญญาณ GPS เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติสำหรับภายในอาคารและภายนอกอาคาร

6.2. ข้อจำกัดและแนวทางแก้ไขของงานวิจัย

เนื่องจากสภาพแวดล้อมจริงในการทดลองถนนส่วนของภายนอกอาคารเป็นพื้นถนนที่ปูด้วยตัวหนอนทำให้พื้นถนนที่ใช้ในการทดสอบมีหลุมซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ

อุปกรณ์ GPS Module มีการส่งค่าพิกัดปัจจุบันที่คาดเคลื่อนประมาณ 2 เมตร ทำให้หลายครั้งพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติจะหยุดก่อนถึงที่หมายชั่วคราวซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการ

เคลื่อนที่ของพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ และอุปกรณ์ GPS Module ไม่สามารถจับสัญญาณ GPS เนื่องจากสภาพอากาศ

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

6.3.1 พัฒนาพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติให้สามารถหลบสิ่งกีดขวางแล้วเคลื่อนที่ต่อได้

6.3.2 เปลี่ยน GPS Module ที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความคลาดเคลื่อนของ GPS

6.3.3 ทดสอบเวลาที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายไฟได้ในสภาพแวดล้อมจริง

บรรณานุกรม

พงศ์เทพ ดวงมาศ. (2540). การพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจวีวี วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

โมดูลเข็มทิศดิจิทัล HMC5983 [ออนไลน์]. (2564). สืบค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2564, จาก

<http://inex.co.th/store/manual/popx2-compass.pdf>

ESP32 เบื้องต้น [ออนไลน์]. (2564). สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2564, จาก

<https://www.ioxhop.com/article/62/esp32>

KY-024 Linear magnetic hall sensor [ออนไลน์]. (2564)., สืบค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2564, จาก

<https://www.modulemore.com>

Motor Driver Controller L298N Module [ออนไลน์]. (2564)., สืบค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2564, จาก

<http://www.geocities.ws/pruttapong/page33.html>

Multi-tasking [ออนไลน์]. (2564). สืบค้นเมื่อ 16 กันยายน 2564, จาก <https://attaphon.medium.com>