



รายงานการวิจัย

รถขนส่งของภายในอาคารด้วยระบบวิชั่น

Automatic Mobile Robot Indoor with Vision System

ผู้วิจัย

นายณภัฏศล สิงหะตา

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. ๒๕๖๔

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

หัวข้อวิจัย

รถขนส่งของภายในอาคารด้วยระบบวิชั่น

โดย

นายณภัสดล สิงหะตา



โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีกรุงเทพ

งบประมาณเงินรายได้ ปี พ.ศ. ๒๕๖๔

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

หัวข้อวิจัย	รถขนส่งของภายในอาคารด้วยระบบวีชัน
โดย	นายณภัศล สิงหะตา
สาขาวิชา	อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์
งบประมาณปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการระบุตำแหน่ง ซึ่งเป็นวิธีที่เชื่อถือได้ในการระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ ซึ่งสามารถปรับปรุงการหลีกเลี่ยงการชนของสิ่งกีดขวางได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงและวัดระยะ (LiDAR) สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ หุ่นยนต์พิจารณาหาประการ ประการแรก เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการเลี้ยวเมื่อหุ่นยนต์ต้องการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้มีการออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยให้หุ่นยนต์สามารถเปลี่ยนทิศทางโดยไม่ต้องตีวงเลี้ยวการเคลื่อนที่ ประการที่สอง มีการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงและวัดระยะในการตรวจจับวัตถุที่อยู่ด้านหน้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เพื่อให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางได้ ประการที่สาม เสนอให้มีการวางแผนเส้นทางโดยใช้อัลกอริธึมในการเดินทางหลบหลีกสิ่งกีดขวางจากท่าเริ่มต้นไปยังปลายทางในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จักได้ ประการที่สี่ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ระบบสามารถประมวลผลแบบทันที โดยใช้การสื่อสารแบบไร้สายมีความยืดหยุ่นหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระมากกว่าสายเคเบิลที่ สุดท้าย การปรับปรุงที่เป็นไปได้คือการเพิ่มกล้องมากกว่าหนึ่งตัว ซึ่งจะสามารถครอบคลุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้กว้างมากขึ้น

คำสำคัญ : การประมวลผลภาพ ระบุตำแหน่ง หุ่นยนต์เคลื่อนที่

Abstract

This paper presents position identification, a reliable way to identify the current location of the robot using image processing, which can effectively improve the avoid collisions of obstruction with a Light Detection And Ranging (LiDAR) sensor for an autonomous mobile robot. In order to further improve positioning accuracy. The robot under consideration has five functions. Firstly, to overcome the insufficient accuracy of posture when a robot turns, a mobile robot integrated scheme has been investigated for the mobile robots with omni-wheels which can make fixed point turning, so that the robot position remains fixed in the process of changing the direction of motion. Secondly, an additional sensor has been used to detect the object in front of the mobile robot to improve the system that will have the ability to move obstacle avoidance. Thirdly, an algorithm is proposed to feasibly plan the travelling path and avoid obstructing from its initial posture to the destination in an unknown environment. Fourthly, in order to improve the real time performance, a wireless network is more flexible than a cable that allows mobile robots to move freely without any failure. Finally, a possible improvement is to additionally more than one camera, which usually covers a larger area around the robot

Keywords : Image processing, Position identification, Mobile robot

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
กรุงเทพที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ งบประมาณปี
พ.ศ.2564 ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงและเป็นแนวทางการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ ซึ่งเป็น
หุ่นยนต์ที่มีความจำเป็นต่ออุตสาหกรรมต่างๆในอนาคต ทั้งหุ่นยนต์อุตสาหกรรม และหุ่นยนต์บริการ
โดยความรู้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต่อไป

คณะผู้จัดทำ

นายณภัสดล สิงหะตา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ปรัชญ์นัวรรณกรรม	4
1.3 วัตถุประสงค์	5
1.4 ขอบเขตปริญญานิพนธ์	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ	7
2.2 ส่วนควบคุม	11
2.3 การประมวลผลภาพ	14
2.4 ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วง	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การควบคุมระบบ	18
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	19
3.3 แผนการดำเนินงาน	19
3.4 การออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ	20
3.5 อุปกรณ์ในการสร้าง	21
3.6 ระบบประมวลผลภาพ	31
3.7 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ	32
3.8 การทำงานในระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่	35
3.9 การทำงานระหว่างระบบการประมวลผลภาพและระบบหุ่นยนต์	38
3.10 การจำลองการเคลื่อนที่ของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์	
4.1 ทดสอบการเคลื่อนที่หุ่นยนต์อัตโนมัติในจุดเริ่มต้นที่เปลี่ยนไป	40
4.2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง	44
4.3 การขยายพื้นที่การเคลื่อนที่	48
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	54
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	55
รายการอ้างอิง	56
ภาคผนวก	58
ภาคผนวก ก	59
คำสั่งโปรแกรม LabVIEW	60
ภาคผนวก ข	61
คำสั่งโปรแกรม LIDAR	62



บทที่ 1

บทนำ

การศึกษาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยอัตโนมัติไปยังเป้าหมาย มีนักประดิษฐ์พยายามคิดค้น เซนเซอร์และวิธีใหม่ๆ เพื่อหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดหมายได้จริง เนื่องจากหุ่นยนต์ไม่สามารถระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตนเองและเป้าหมายได้ทำให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต้องใช้คนในการคิดและควบคุมหุ่นยนต์การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจและเกิดแนวทางการประยุกต์การสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยใช้กล้องระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ คณะผู้จัดทำโครงการจึงเริ่มจากศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขต และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับตามลำดับเพื่อพัฒนาทฤษฎี การทำงานของระบบดังกล่าว และหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ศึกษาและนำไปใช้ให้เกิดขึ้นจริงในอนาคต

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ เพื่อขนส่ง สํารวจ มีความจำเป็นในอุตสาหกรรมต่างๆมากมาย เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ขนส่งของแทนคน ในการแพทย์ หุ่นยนต์ ส่งอาหารและยาแทนคน หรือหุ่นยนต์บริการ เสรีอาหาร ขนสัมภาระ หรือกระเป๋า เป็นต้น หุ่นยนต์เคลื่อนที่จะอำนวยความสะดวก ลดความเสี่ยงอันจะเกิดอันตรายขึ้นกับมนุษย์ในขณะที่ปฏิบัติงานขนส่ง ดังนั้นมนุษย์พยายามคิดค้นวิธีการ การสร้างหุ่นยนต์ขนส่ง เพื่อบริการแทนคน เพราะหุ่นยนต์ดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้ได้ ในหลายๆอุตสาหกรรม ที่กล่าวมา เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยี พาหนะลำเลียงวัสดุที่ใช้ใน อาคาร สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้เส้นดําวางเป็นแนวทางให้พาหนะเคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนดได้ โดยการใช้เส้นพาหนะจำเป็นต้องเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนด กรณีที่มีอุบัติเหตุหรือมีวัตถุกีดขวางหรือเส้นทางหายอาจทำให้เกิดอุปสรรคในการเคลื่อนที่และพาหนะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้ หรือในตัวพาหนะจำเป็นต้องใช้แถบแม่เหล็กในการให้พาหนะเคลื่อนที่ไปยังจุดหมาย ระบุตำแหน่งทิศทางให้กับพาหนะ และใช้เซนเซอร์ติดรอบตัวเครื่องเพื่อให้เครื่องเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางได้แต่วิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดคือเมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ยานพาหนะไปไม่ถึงจุดหมาย มีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้มากและความคล่องตัวน้อยและโดยส่วนใหญ่การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะขึ้นอยู่กับจำนวนเซนเซอร์ในการติดตั้งทำให้หุ่นยนต์สามารถพาหนะรับรู้ได้รอบทิศทางแต่จำนวนเซนเซอร์ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การทำงานหรือการเขียนโปรแกรมของพาหนะ เครื่องลำเลียงฯ หรือหุ่นยนต์ ยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเช่นกัน แต่เนื่องจากวิทยาการ และเทคโนโลยี ยังมีราคาสูงมาก ไม่คุ้มกับการลงทุนจึงทำให้การนำหุ่นยนต์ขนส่งใช้ในเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมบาง

ประเภทเท่านั้น โดยทั่วไปหุ่นยนต์เคลื่อนที่ภายในอาคารส่วนใหญ่จะใช้เส้นหรือแถบแม่เหล็กเส้นสีดำ วางเป็นแนวโดยรอบเพื่อนำทางให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นไปยังจุดหมายแต่ถ้าเส้นดังกล่าวถูกบดบัง จากวัตถุหรือสิ่งกีดขวาง หรือสูญหายไป ทำให้หุ่นยนต์ดังกล่าวไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้จึงมีการ พัฒนา โดยการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติจำเป็นต้องให้หุ่นยนต์สามารถการระบุตำแหน่ง พิกัด สร้างแผนที่ และการทำให้หุ่นยนต์ตัดสินใจได้ด้วยตนเอง โดยข้อจำกัดดังกล่าวเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก และเซนเซอร์ที่ใช้ยังมีราคาแพง ถึงจะสามารถทำได้ หุ่นยนต์จำเป็นต้องใช้เซนเซอร์หลายตัวร่วมกัน ทำงานเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังจุดหมายที่กำหนดได้ ดังนั้น ระบบวิชชันจึงเป็นเซนเซอร์ที่เหมาะสม และน่าสนใจที่จะนำมาวิจัยร่วมกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ที่จะเพิ่มการมองเห็นให้กับระบบหุ่นยนต์ทำให้ ทราบสถานะแวดล้อมโดยรอบและสร้างแผนที่ขึ้นมาให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้ โดยกล้อง เป็นเซนเซอร์ราคาไม่แพงและสามารถเขียนโปรแกรมได้หลายรูปแบบ ทำให้เปลี่ยนกล้องเป็นเซนเซอร์ ชนิดต่างๆได้ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบและทำให้กล้องมีความยืดหยุ่นสูง และสามารถพัฒนาให้หุ่นยนต์ เคลื่อนที่เคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างอัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังจุดหมายด้วยการประมวลผลภาพได้ ด้วยวิธีการใช้กล้องระบุตำแหน่ง ของพาหนะที่ใช้ภายในอาคารหรือโรงงาน ระบบวิชชันจะแสดงผลภาพจากมุมสูงเพื่อแสดงพิกัดบริเวณ ที่รถเคลื่อนที่ พื้นที่เฟรมของระบบวิชชันจะเป็นขอบเขตที่รถสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยสามารถกำหนด จุดที่ต้องการให้รถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางภายในกรอบเฟรม และส่งให้คอมพิวเตอร์ ประมวลผลภาพ โดยกำหนดจุดพิกัดที่ต้องการให้รถเคลื่อนที่ การศึกษาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดย การใช้กล้องติดบนแนวสูงบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติไปยัง เป้าหมายตามที่ต้องการ เนื่องจากพื้นที่ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ขึ้นกับระยะการมองเห็นของกล้อง โดยกล้องเพียง 1 ตัวจะมีระยะในการฉายภาพพื้นที่ได้น้อย ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ในระยะใกล้ ไม่ ครอบคลุมกับกับเคลื่อนที่ที่ผู้ใช้งานต้องการเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปปฏิบัติภารกิจในระยะที่กำหนด ได้ ดังนั้นเพื่อให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้มากขึ้น จำเป็นต้องหาแนวทางการ ประยุกต์ใช้กล้องมากกว่า 1 ตัวเพื่อให้ได้พื้นที่ในการมองเห็นมากขึ้น ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ภายในตึก ได้ในบริเวณกว้าง นอกจากนี้หุ่นยนต์ยังติดเซนเซอร์เพื่อเพิ่มความสามารถในการหลบหลีกเมื่อตรวจ พบสิ่งกีดขวางด้านหน้าของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ซึ่งจำเป็นต้องให้เซนเซอร์ และกล้องสามารถทำงาน รวมกันโดยบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปถึงเป้าหมายตามที่กำหนดได้ คณะผู้จัดทำโครงงานจึงเริ่มจาก ศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขต และประโยชน์ที่ คาดว่าจะได้รับตามลำดับ

ระบบการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (AMR) มีปัจจัยหลายประการทำให้การนำ ทางสำเร็จ ปัจจัยสำคัญที่ ได้แก่ 1) หุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับแผนที่จำลองประมวลผล แบบทันที ใช้เวลาอย่างเหมาะสมในการวางแผนเส้นทางจากท่าเริ่มต้นไปยังปลายทางที่ต้องการ[1]

ระบบนำทางจำเป็นต้องติดตามเพื่อรับรู้และปรับปรุงข้อมูลตำแหน่งตามสถานการณ์ล่าสุดของการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เคลื่อนที่[2] แผนที่สภาพแวดล้อมหุ่นยนต์จำเป็นต้องสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในการปฏิบัติหน้าที่ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จัก แผนที่สามารถอำนวยความสะดวกในการนำทางอัตโนมัติ และการค้นหาวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางได้ แม้ในสถานะที่หุ่นยนต์เคลื่อนเข้าไปในสภาพแวดล้อมที่เข้าถึงได้ยาก [3] 2) แผนที่จะต้องครอบคลุมระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดเป้าหมายเพื่อออกแบบการเดินทางให้เหมาะสมที่สุดโดยไม่ชนกับสิ่งกีดขวาง ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาอัลกอริธึมการวางแผนเส้นทางจำนวนมากสำหรับหุ่นยนต์เหล่านี้ [4] ดังนั้น หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติดำเนินการนำทางได้สำเร็จเมื่อหุ่นยนต์มีระบบปิกัดเพื่อทราบตำแหน่งของตัวเองเพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ในแผนที่จำลองภาพซึ่งได้รับข้อมูลตำแหน่งที่แม่นยำจากระบบรายงานผลแบบทันทีเพื่อควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่ตัดสินใจ ทราบระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดเป้าหมายโดยจะครอบคลุมการเดินทางถึงปลายทางอย่างปลอดภัย การวางแผนเส้นทางจึงเป็นเทคโนโลยีหลักของการตัดสินใจและควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ [1] หุ่นยนต์ค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยบังคับหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่อัตโนมัติจากท่าทางเริ่มต้นที่กำหนดไปยังปลายทางตามข้อกำหนดของอัลกอริธึมการออกแบบรูปแบบการเดินทางของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ควรสามารถรับรู้ตัวแปรสถานะสิ่งแวดล้อมโดยรอบได้ทันเวลา (ตำแหน่ง ท่าทางของตนเอง และข้อมูลจำเป็นในการเคลื่อนที่อย่างปลอดภัย) สำหรับการป้อนข้อมูล 3) อุปสรรคเป็นหนึ่งในความท้าทายที่หุ่นยนต์ต้องหลีกเลี่ยงและหน้าที่ที่ขาดไม่ได้สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ หุ่นยนต์ควรสามารถรับรู้การเตรียมพร้อมสำหรับภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้น การระบุอุปสรรคที่เกิดขึ้นใหม่ในสถานะการณ์ปัจจุบันของในระหว่างเดินทาง ระบบปัญหาในการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่มีอยู่ส่วนใหญ่หุ่นยนต์มักไม่สามารถรวมข้อมูลจากตัวแปรทั้งหมดที่เป็นข้อมูลสำคัญได้พร้อมกัน [5] ความสามารถของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ จากการได้รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ ข้อมูลเซ็นเซอร์เหล่านี้สำหรับการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการงานที่ต้องการทราบเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปถึงจุดหมายได้ข้อมูลสภาพแวดล้อมพื้นฐานที่หุ่นยนต์ต้องการทราบจะถูกตรวจจับโดยเซ็นเซอร์ เช่น ระยะทาง สิ่งกีดขวาง สถานะปัจจุบันของหุ่นยนต์ ข้อมูลทางประสาทสัมผัสและข้อมูลที่ต้องการในการควบคุมท่าทางและตำแหน่งของหุ่นยนต์ ดังนั้นวิธีการรับข้อมูลอย่างต่อเนื่องจากเซ็นเซอร์ที่เหมาะสมจึงกลายเป็นวิธีการหลักในการสร้างแผนที่การเดินทางในการออกแบบระบบนำทางด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ [6] เซ็นเซอร์ภาพมีข้อดีบางประการ ตัวอย่างเช่น น้ำหนักเบา ใช้พลังงานต่ำ และต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถให้คุณสมบัติและข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมมากมาย[7] ความท้าทายในการสร้างระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติคือการทำงานของหุ่นยนต์ในสถานการณ์แบบไดนามิกบรรยากาศภายนอกที่สามารถเข้าหรือออกจากระบบแบบไม่คงที่ทำให้การทำงานของเซ็นเซอร์รายงานตำแหน่งที่หุ่นยนต์เดินทาง

ความสามารถในการตรวจจับจะมีความแม่นยำลดลงอย่างมาก [8] ดังนั้น กล้องมักจะต้องใช้ร่วมกับเซนเซอร์ชนิดอื่นร่วมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำสูง เช่น เซอร์ LiDAR ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจจับวัตถุและสิ่งกีดขวางเนื่องจากความละเอียดช่วงที่ดีและมีความแม่นยำสูง [9] บทความนี้นำเสนอวิธีการทำแผนที่พร้อมการประมวลผลภาพที่ระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์เคลื่อนที่สำหรับการวางแผนเส้นทาง หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติควบคุมโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับการทำงานเชื่อมต่อกับระบบการมองเห็นเพื่อควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่สำหรับการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ ระบบได้รับการออกแบบสำหรับการวางแผนเส้นทางสำหรับการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่บนคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงแผนที่กราฟิกประมวลผลแบบทันที ระบบการมองเห็นจะแสดงกราฟิกผ่านวิธีการประมวลผลภาพ [10] เพื่อนำทางและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมายตามการออกแบบระบบวางแผนเส้นทางหุ่นยนต์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.2 ปรัชญาวรรณกรรม

ระบบการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ (AMR) มีปัจจัยหลายประการทำให้การนำทางสำเร็จ ปัจจัยสำคัญที่ ได้แก่ 1) หุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับแผนที่จำลองประมวลผลแบบทันที ใช้เวลาอย่างเหมาะสมในการวางแผนเส้นทางจากท่าเริ่มต้นไปยังปลายทางที่ต้องการ [1] ระบบนำทางจำเป็นต้องติดตามเพื่อรับรู้และปรับปรุงข้อมูลตำแหน่งตามสถานการณ์ล่าสุดของการเคลื่อนไหวยของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ [2] แผนที่สภาพแวดล้อมหุ่นยนต์จำเป็นต้องสร้างสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในการปฏิบัติหน้าที่ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จัก แผนที่สามารถอำนวยความสะดวกในการนำทางอัตโนมัติ และการค้นหาวัตถุ หรือสิ่งกีดขวางได้ แม้ในสถานะที่หุ่นยนต์เคลื่อนเข้าไปในสภาพแวดล้อมที่เข้าถึงได้ยาก [3] 2) แผนที่จะต้องครอบคลุมระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดเป้าหมายเพื่อออกแบบการเดินทางให้เหมาะสมที่สุดโดยไม่ชนกับสิ่งกีดขวาง ด้วยเหตุนี้จึงมีการพัฒนาอัลกอริธึมการวางแผนเส้นทางจำนวนมากสำหรับหุ่นยนต์เหล่านี้ [4] ดังนั้น หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติดำเนินการนำทางได้สำเร็จเมื่อหุ่นยนต์มีระบบพิกัดเพื่อทราบตำแหน่งของตัวเองเพื่อระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์ในแผนที่จำลองภาพซึ่งได้รับข้อมูลตำแหน่งที่แม่นยำจากระบบรายงานผลแบบทันทีเพื่อควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่ตัดสินใจ ทราบระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดเป้าหมายโดยจะครอบคลุมการเดินทางถึงปลายทางอย่างปลอดภัย การวางแผนเส้นทางจึงเป็นเทคโนโลยีหลักของการตัดสินใจและควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ [1] หุ่นยนต์ค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดโดยบังคับหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่อัตโนมัติจากท่าทางเริ่มต้นที่กำหนดไปยังปลายทางตามข้อกำหนดของอัลกอริธึมการออกแบบรูปแบบการเดินทางของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ควรสามารถรับรู้ตัวแปรสถานะสิ่งแวดล้อมโดยรอบได้ทันเวลา (ตำแหน่ง ท่าทางของตนเอง และข้อมูลจำเป็นในการเคลื่อนที่อย่างปลอดภัย) สำหรับการป้อนข้อมูล 3) อุปสรรคเป็นหนึ่งใน

ในความท้าทายที่หุ่นยนต์ต้องหลีกเลี่ยงและหน้าที่ที่ขาดไม่ได้สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ หุ่นยนต์ควรสามารถรับรู้การเตรียมพร้อมสำหรับภัยคุกคามที่อาจเกิดขึ้น การระบุอุปสรรคที่เกิดขึ้นใหม่ในสถานะการณ์ปัจจุบันของในระหว่างเดินทาง ระบบปัญหาในการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่มีอยู่ส่วนใหญ่หุ่นยนต์มักไม่สามารถรวมข้อมูลจากตัวแปรทั้งหมดที่เป็นข้อมูลสำคัญได้พร้อมกัน [5] ความสามารถของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ จากการได้รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ ข้อมูลเซ็นเซอร์เหล่านี้สำหรับการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการงานที่ต้องการทราบเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปถึงจุดหมายได้ข้อมูลสภาพแวดล้อมพื้นฐานที่หุ่นยนต์ต้องการทราบจะถูกตรวจจับโดยเซ็นเซอร์ เช่น ระยะทาง สิ่งกีดขวาง สถานะปัจจุบันของหุ่นยนต์ ข้อมูลทางประสาทสัมผัสและข้อมูลที่ต้องการในการควบคุมท่าทางและตำแหน่งของหุ่นยนต์ ดังนั้นวิธีการรับข้อมูลอย่างต่อเนื่องจากเซ็นเซอร์ที่เหมาะสมจึงกลายเป็นวิธีการหลักในการสร้างแผนที่การเดินทางในการออกแบบระบบนำทางด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ [6] เซ็นเซอร์ภาพมีข้อดีบางประการ ตัวอย่างเช่น น้ำหนักเบา ใช้พลังงานต่ำ และต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถให้คุณสมบัติและข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมมากมาย[7] ความท้าทายในการสร้างระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติคือการทำงานของหุ่นยนต์ในสถานการณ์แบบไดนามิกบรรยากาศภายนอกที่สามารถเข้าหรือออกจากระบบแบบไม่คงที่ทำให้การทำงานของเซ็นเซอร์รายงานตำแหน่งที่หุ่นยนต์เดินผ่านความสามารถในการตรวจจับจะมีความแม่นยำลดลงอย่างมาก [8] ดังนั้น กล้องมักจะต้องใช้ร่วมกับเซ็นเซอร์ชนิดอื่นร่วมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำสูง เซ็นเซอร์ LiDAR ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจจับวัตถุและสิ่งกีดขวางเนื่องจากความละเอียดช่วงที่ดีและมีความแม่นยำสูง [9] บทความนี้นำเสนอวิธีการทำแผนที่พร้อมการประมวลผลภาพที่ระบุตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์เคลื่อนที่สำหรับการวางแผนเส้นทาง หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติควบคุมโดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับการทำงานเชื่อมต่อกับระบบการมองเห็นเพื่อควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่สำหรับการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ ระบบได้รับการออกแบบสำหรับการวางแผนเส้นทางสำหรับการนำทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่บนคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงแผนที่กราฟิกประมวลผลแบบทันที ระบบการมองเห็นจะแสดงกราฟิกผ่านวิธีการประมวลผลภาพ[10] เพื่อนำทางและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปสู่เป้าหมายตามการออกแบบระบบวางแผนเส้นทางหุ่นยนต์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้

1.3 วัตถุประสงค์

- 1.3.1 หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังเป้าหมายในพื้นที่ภายในบริเวณที่บริเวณที่กล้องติดจากมุมสูงมองเห็นได้
- 1.3.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่โดยใช้ระบบวิชั่นร่วมกับเซ็นเซอร์
- 1.3.3 สามารถกำหนดจุดให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่กำหนดได้

1.4 ขอบเขต

- 1.4.1 ระบบที่สร้างต้องติดตั้งกล้องบนระดับสูงมากกว่า 1 ตัว
- 1.4.2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางด้านหน้าได้
- 1.4.3 หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ 4 ทิศทาง เดินหน้า ถอยหลัง วิ่งซ้าย และ วิ่งขวาได้
- 1.4.4 สามารถบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้
- 1.4.5 สามารถกำหนดตำแหน่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ เคลื่อนไปยังบริเวณที่กำหนดได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ด้านวิชาการ

1.5.1 มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

1.5.2 ได้แนวทางการพัฒนาการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยใช้กล้องมากกว่า 1 ตัวติดตั้งบริเวณสูง เพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติต่อไป

1.5.2 ด้านสังคม

เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติที่ทำการศึกษาก็คือเป็นการพัฒนาการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยใช้กล้องมากกว่า 1 ตัวติดตั้งบริเวณสูง เพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ภายในอาคาร โดยสามารถนำไปประยุกต์สร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เพื่อบริการในอุตสาหกรรมต่างๆได้ เช่น หุ่นยนต์บริการอาหารภายในร้านค้า หุ่นยนต์ขนของภายในสำนักงาน หรือภายในโรงงาน อุตสาหกรรมเพื่อขนส่ง อุปกรณ์จากจุดหนึ่งไปยังเป้าหมายที่ต้องการ โดยวิธีการดังกล่าวสามารถแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพ และนำไปใช้และพัฒนาเป็นระบบจริงได้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงการนี้เป็นการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยการใช้กล้องติดบนแนวสูงบอกตำแหน่ง การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยในบทที่ 2 นี้จะนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ฐานการ ออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ การควบคุมมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ กล้อง และเซนเซอร์ ที่ใช้ในการที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ หลักการประมวลผลภาพ รวมถึงหลักการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นใบกึ่งต้นในโครงการฉบับนี้ และใน ส่วนสุดท้ายจะอธิบายทฤษฎี และอัลกอริทึมในการควบคุมระบบ และการเขียนโปรแกรมควบคุม หุ่นยนต์เคลื่อนที่

2.1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์ เพื่อให้ทราบค่า สภาพแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ และนำค่าที่ได้จากส่วนตรวจจับสร้างเงื่อนไขในการเคลื่อนที่หรือการ ทำงานในระบบที่ต้องการทราบ หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit) หน่วยประมวลผล (Process Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit) ดังนั้นการที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปให้ตรงเป้าหมาย หุ่นยนต์จะต้องมีอุปกรณ์ที่จะตรวจสอบ ตำแหน่งเพื่อระบุพิกัดของหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ และเซนเซอร์หรือหน่วยรับผลจะทำ การส่งข้อมูลตำแหน่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังหน่วยประมวลผล เพื่อเป็นข้อมูลให้หน่วยประมวลผลทำ การควบคุมสั่งการให้หน่วยแสดงผลเคลื่อนที่ เดินตรง ถอยหลัง วิ่งซ้าย วิ่งขวา หรือหยุดได้ โดยหน่วย แสดงผลที่ได้รับคำสั่งจากหน่วยประมวลผลมอเตอร์ทำการติดอยู่กับล้อทำให้สามารถบังคับหุ่นยนต์ เคลื่อนที่ตามที่หน่วยประมวลผลส่งข้อมูลให้

2.1.1. เซนเซอร์ (Sensor)

เซนเซอร์ เป็นส่วนที่รับสัญญาณจากภายนอก ซึ่งผู้สร้างหุ่นยนต์จะเป็นผู้เลือกเพื่อนำมา ตรวจสอบสภาพแวดล้อม หรือค่าที่ต้องการและส่งสัญญาณไปยังระบบประมวลผลกลาง เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยคำนึงถึงลักษณะการใช้งานองค์ประกอบที่ต้องการทราบ เพื่อนำไป ควบคุมระบบการทำงาน ตามที่ได้คิดไว้ เช่น เซนเซอร์อินฟราเรดใช้แยกสีพื้นขาวและดำเพื่อให้ หุ่นยนต์เดินตามเส้น ใช้เซนเซอร์ Ultrasonic ใช้บอกระยะห่างระหว่างตัว หุ่นยนต์กับสิ่งกีดขวาง

เพื่อให้หุ่นยนต์หลบสิ่งกีดขวาง ใช้เซนเซอร์เพื่อให้หุ่นยนต์เดินตามแสง โดยสัญญาณจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปที่ส่วนควบคุมเพื่อประมวลผลและสร้างเงื่อนไขการทำงานต่อไป

2.1.2 กล้องเว็บแคม (Web Camera)

เว็บแคม (Webcam) หรือ Web Camera เป็นอุปกรณ์จับภาพวัตถุที่อยู่นิ่งหรือวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหวโดยความสามารถการจับภาพขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกล้องแต่ละตัว กล้องและหน้าจอรับภาพจะถูกเชื่อมต่อเพื่อให้ภาพวัตถุไปปรากฏบนหน้าจอและนำภาพเหล่านั้นเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ตามจุดประสงค์ได้ การส่งภาพเคลื่อนไหวเหล่านี้สามารถส่งผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้ผู้ติดตามสามารถเห็นภาพเคลื่อนไหวของวัตถุที่สนใจได้เสมือนอยู่ในระยะใกล้ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยสามารถต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทั้งด้านเทคโนโลยี การศึกษาหรืองานธุรกิจและอุตสาหกรรมต่างๆได้



รูปที่ 2.1 กล้องเว็บแคม

ชนิดของกล้องเว็บแคม

กล้องเว็บแคม แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยมีความแตกต่างในการนำไปใช้ประโยชน์โดยกล้องที่ กล้องเว็บแคม แบบมีสาย จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้

คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคม แบบมีสายมาใช้งานแต่จะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งไม่เหมาะกับงานที่ต้องวางกล้องไว้ห่างกับคอมพิวเตอร์ในระยะไกล กล้องเว็บแคม แบบไร้สาย จะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เนื่องจากใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ทำให้มีต้นทุนเพิ่มขึ้นแต่ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้ โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่

ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคม

โดยหลัก ๆ แล้ว การซื้อกล้องเว็บแคมมาใช้งาน จะเห็นว่ากล้องเว็บแคม ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. เลนส์กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวผ่านไปมาอยู่หน้ากล้องหรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถมองเห็นภาพได้
2. ตัวปรับระยะโฟกัส จะทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพเพื่อให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น
3. ระบบถ่ายภาพ มีหน้าที่ถ่ายภาพวัตถุเพื่อนำไปแสดงผลที่จอภาพได้

สำหรับเซ็นเซอร์ที่กล้องเว็บแคมจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ CCD และ CMOS ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ตัวเซ็นเซอร์ แบบ CMOS สามารถแบบออกได้ถึง 2 ชนิดคือ

1. CLF Color CMOS Sensor มีความละเอียดพิกเซลประมาณ 110,000 พิกเซล(367x291)
2. VGA Color CMOS Sensor มีความละเอียดพิกเซลประมาณ 350,000พิกเซล(655x493)

ดังนั้น เวลาเลือกซื้อกล้องเว็บแคมก็ดูได้ทั้งความละเอียดที่ระบุไว้ หรือชนิดของ CMOS

สำหรับเซ็นเซอร์แบบ CCD จะเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในกล้องดิจิทัล เพราะให้ความละเอียดที่สูงกว่าและก็มี noise ไม่มากเหมือนกับเซ็นเซอร์แบบ CMOS ทั้งนี้ราคาก็จะเพิ่มสูงขึ้น ตามชนิดของเซ็นเซอร์ สำหรับการเชื่อมต่อของกล้องเว็บแคมในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นการเชื่อมต่อแบบ USB แทบทั้งสิ้นโดย USB 1.1 หรือบางรุ่นจะสามารถเชื่อมต่อกับ USB 2.0 ในส่วนกล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะใช้การเชื่อมต่อในแบบ WiFi หรือ Wireless lan นั่นเองทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่โดยไม่ต้องคำนึงถึงสายให้วุ่นวาย แต่เว็บแคมที่เป็น Wireless ตอนนี้ก็ยังมีราคาค่อนข้างแพงอยู่

วิธีการเลือกเว็บแคมให้เหมาะสมกับงานมีดังนี้

1. Frame rate คืออัตราความเร็วในการแสดงผลของภาพ ซึ่งมีหน่วยเป็น Frame per second (FPS) อัตราความเร็วในการแสดงผลภาพมีความสำคัญอย่างมากกับการจับภาพ หรือ วิเคราะห์ภาพอย่างต่อเนื่องโดยจะทำให้ภาพที่ได้ออกมามีการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องและมองเห็นภาพ ในขณะที่เกิดขึ้นจริง โดยในปัจจุบันจะนิยมใช้กันที่ 30 FPS ถึง 45 FPS

2. Night Vision LED เหมาะสมสำหรับสำหรับงานใช้ในบริเวณไม่ว่าจะปิดไฟ หรือบริเวณที่มีแสงสว่างไฟน้อย เพื่อเพิ่มความสามารถการมองเห็นของกล้อง โดย Night Vision LED จะปล่อยแสงออกมาในรูปแบบอินฟราเรดที่สายตารามองไม่เห็นนั่นเอง โดยรูปร่างลักษณะหลอดไฟมีลักษณะคล้ายคลึงกับหลอดไฟ LED ทั่วไป

3. บางรุ่นของกล้องเว็บแคม สามารถจับแคว้วัตถุที่สนใจ โดยไม่สนใจสิ่งแวดล้อมรอบข้างหรือพื้นหลังที่อยู่บริเวณนั้น โดยตัวกล้องนั้นจะจับสิ่งที่เคลื่อนไหวในระยะของกล้องขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกล้องแต่ละตัว

2.1.3 เซนเซอร์ไลด้า (Lidar sensor)

เซนเซอร์จะปล่อยคลื่นพัลส์ของรังสีอินฟราเรดออกไปเมื่อคลื่นมีการตกกระทบกับวัตถุที่ขวางด้านหน้าที่อยู่ใกล้จะสะท้อนคลื่นรังสีอินฟราเรดกลับเห็นหลังจากสัมผัสกับวัตถุ และสามารถนำคลื่นดังกล่าวมาวิเคราะห์ออกมาเป็นระยะทาง โดยวัดความแตกต่างของเฟสไป - กลับ

2.1.4 การวัดระยะทาง

การปล่อยรังสีอินฟราเรดอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมภายนอก มีผลต่อประสิทธิภาพการวัดระยะทาง ความเข้มของการส่องสว่างของสภาพแวดล้อมและการสะท้อนแสงของวัตถุที่ตรวจจับ จะส่งผลกระทบต่อการใช้ระยะทางในการติดตั้งเซนเซอร์ ต้องระวังมุมอับที่สัญญาณที่ไม่สามารถเดินทางผ่านไปได้ เรียกบริเวณดังกล่าวว่า "blind zone หรือ dead zone" โดยสีของวัตถุอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสะท้อนของคลื่นได้ โดยสีดำหรือสีทึบอาจทำการดูดกลืนคลื่นรังสีทำให้ลดประสิทธิภาพในการสะท้อนของคลื่นและอาจมีการวัดระยะทางผิดพลาดได้ นอกจากนี้ระยะห่างของวัตถุกับเซนเซอร์ก็ส่งผลโดยตรงเช่นกันกับการสะท้อนดังนั้นควรศึกษาคุณสมบัติการใช้งานของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้

การคำนวณระยะทางของเซนเซอร์ไลด้าชนิด TFmini-S จะคำนวณโดยต้องคำนึงถึงเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดแสงขึ้นอยู่กับ FOV ของ (คำว่า FOV โดยทั่วไปหมายถึงค่าที่น้อยกว่าระหว่างมุมรับและมุมส่งสัญญาณ) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$d = 2 * D * \tan \beta \quad (1)$$

ในสูตรด้านบน d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดไฟ D กำลังตรวจจับช่วง β คือค่าของมุมรับครึ่งรับของ TFmini-S, 1

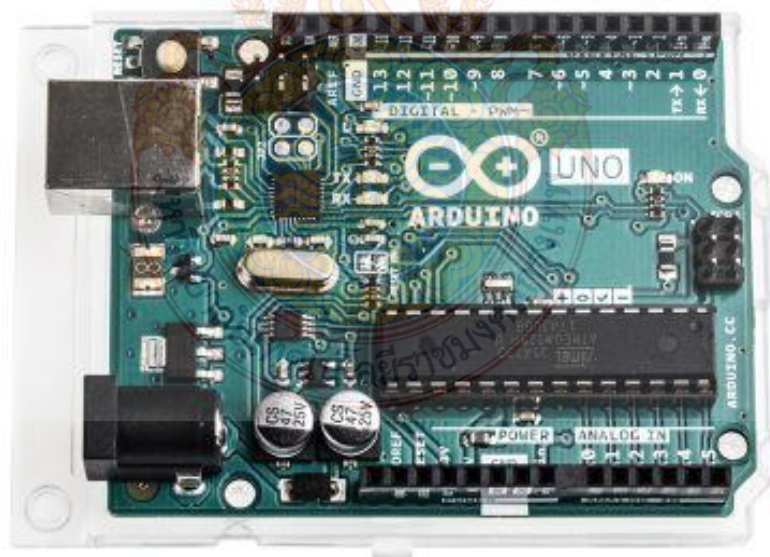
2.2. ส่วนควบคุม

โดยผู้สร้างจะกำหนดเงื่อนไขการทำงานที่และส่วนควบคุม จะรับสัญญาณจากเซนเซอร์เพื่อประมวลผล การทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้องตามความต้องการของผู้ควบคุม สามารถเลือกใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การควบคุมหุ่นยนต์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์นิยมใช้งานกับหุ่นยนต์ที่ทำงานมีเงื่อนไขการทำงานไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับการเรียนรู้ระดับพื้นฐานเป็นการควบคุมที่อาศัยการทำงานของวัสดุ โดยนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประกอบให้ทำงานตามเงื่อนไขแบบง่ายและไม่ซับซ้อนมาก อีกแบบเป็นที่นิยมใช้งานเป็นการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเขียนโปรแกรมภาษาต่างๆ และการควบคุมด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมเนื่องจากมีราคาไม่สูง ภาษามีความใกล้เคียงกับภาษาที่ใช้ในการสื่อสารจึงเข้าใจได้ง่าย สามารถทำงานตั้งแต่การทำงานที่มีระบบความคิดไม่ซับซ้อน จนถึงระบบการประมวลผลมีความยุ่งยาก โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลต่างๆ ที่ตนเองถนัดได้

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์มีออกมาให้ผู้ใช้งานได้เลือกมากมายโดย ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ตามความถนัด โดยปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์มากมายที่สามารถการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้โดยง่ายหรือเรียกว่า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ทำให้ค้นหาข้อมูลรวบรวมวิทยาการไลบรารี (Library) ฟังก์ชันการเขียนโปรแกรมทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้นในการพัฒนา โดยบอร์ดที่ได้รับความนิยมคือบอร์ด Arduino เพราะถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย และสามารถพัฒนาออกแบบโปรแกรม โดยมีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น สามารถพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ตามความต้องการใช้งานของผู้ออกแบบในไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีหลากหลายรุ่นที่สามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม อีกทั้งราคาถูก โดยบอร์ด Arduino ที่นิยมใช้ รุ่น Arduino Uno R3 โครงสร้างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 ใช้ชิพ ATmega 328 ที่ความถี่ 16 เมกะเฮิร์ตซ์

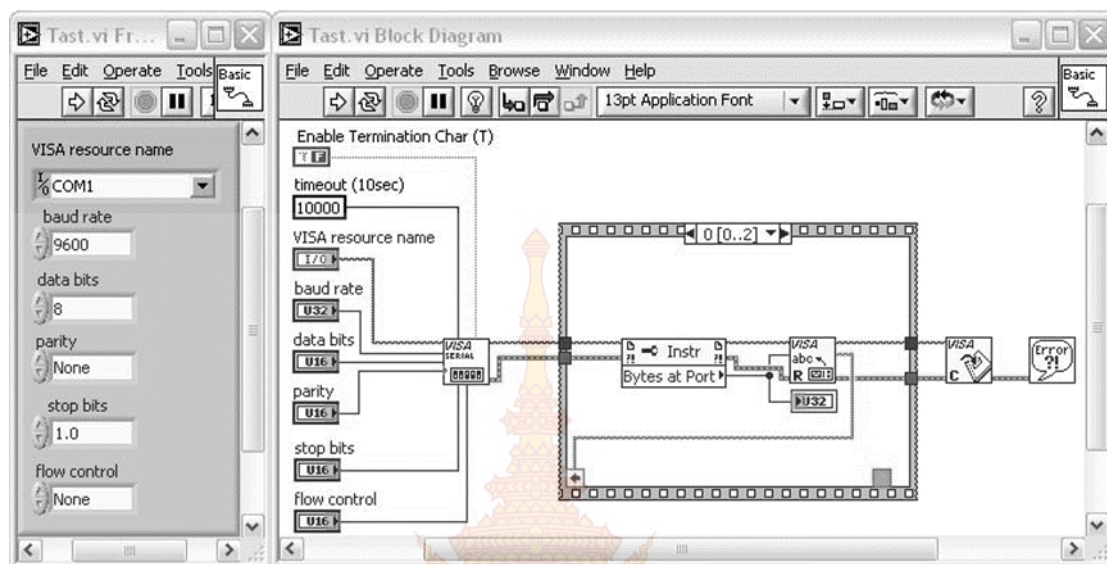
หน่วยความจำแฟลชสำหรับการจัดเก็บโปรแกรม 32 กิโลไบต์ มีหน่วยความจำใช้สำหรับการบูตขนาด 0.5 กิโลไบต์ มีหน่วยความจำชั่วคราว (SRAM) ขนาด 2 กิโลไบต์ และมีหน่วยความจำถาวรแบบอีอีพรอม (EEPROM) ขนาด 1 กิโลไบต์ไฟเลี้ยงบอร์ดที่เหมาะสม 7 ถึง 12 โวลต์ มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและพอร์ตสัญญาณอยู่ที่ 5 โวลต์ โดย Arduino Uno R3 มีจำนวนพอร์ต (I/O Port หรือเรียกว่า Pin) ในการทำงานทั้งหมด 14 พอร์ต ได้แก่ พอร์ตดิจิทัล 0-13 โดยแต่ละพอร์ตสามารถทำงานที่แตกต่างกันออกไป พอร์ตสัญญาณที่ติดต่อทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ทั้งแบบยูอาร์ที (UART) ไอสแควซี และเอสพีไอ (SPI) พอร์ต 0 (RX) และพอร์ตดิจิทัล พอร์ต 1 (TX) เป็นช่องทางแสดงผลการสื่อสารผ่านพอร์ตแบบอนุกรมทางพอร์ต USB ระหว่างบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RX และ TX ซึ่งทำให้ไฟแสดงผลกะพริบเมื่อข้อมูลถูกส่งผ่านทางพอร์ต USB ส่วนพอร์ตสัญญาณดิจิทัลใช้ติดต่อสัญญาณอินพุตและ เอาต์พุต ได้แก่ พอร์ต 2 ถึง 13 และบางพอร์ตสัญญาณยังทำหน้าที่เป็นพอร์ตสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชั่น (Pulse Width Modulation) หรือ เรียกโดยย่อว่า PWM ซึ่งมีสัญลักษณ์ “~” และยังมีพอร์ตที่รับสัญญาณอนาล็อกอีก 6 พอร์ต ได้แก่ พอร์ต A0, A1, A2, A3, A4 และ A5 โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

(ที่มา : <https://th.rs-online.com/web/p/processor-microcontroller-development-kits/7154081/>)

นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาหลากหลายรุ่นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานอย่างมาก โดยผู้ใช้สามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสมเช่น บอร์ด Arduino Mega 2560 Arduino Leonardo Arduino Yun, Arduino Edsion, Arduino galileo เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงตัวอย่างหน้าต่าง Front Panel กับ Block Diagram
(ที่มา สราวุฒิ สิริเกษมสุข. (2551).)

2.2.2 โปรแกรมการประมวลผลภาพ LabVIEW

โปรแกรมการประมวลผลภาพ LabVIEW คือ โปรแกรมประยุกต์ที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมที่ละเอียดอย่าง ภาษาแอสเซมบลี (Assembly) หรือภาษาซี LabVIEW ย่อมาจาก (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) โดยโปรแกรม LabVIEW จะเรียกว่า (Virtual Instrument) หรือเรียกย่อๆ ว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือนและเมื่อสร้างโปรแกรมเครื่องมือวัดเสร็จ โปรแกรมจะทำการเซฟ File ในสกุล .vi ส่วนประกอบของโปรแกรม LabVIEW จะมีหน้าต่างหลักๆ อยู่ 2 หน้าต่างด้วยกันคือ Front Panel กับ Block Diagram ซึ่งในส่วนของหน้าต่าง Front Panel เปรียบเสมือนได้กับสิ่งที่ผู้ใช้จะได้เห็นและควบคุมการทำงาน (GUI: Graphical User Interface) ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างรูปแบบ ขึ้นเองได้ และรูปแบบที่เขียนโปรแกรมเรียกว่า Block Diagram ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุมการทำงาน ของโปรแกรมให้เป็นไปตามที่ต้องการ

LabVIEW อาศัยหลักการทำงานของเครื่องมือวัดหรือการควบคุม ทำให้ผู้ใช้สามารถออกแบบรูปแบบโปรแกรมตามต้องการ โดยการประมวลผลภาพจะมีหลักการใช้งานโปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.Acquisition เป็นส่วนที่รับข้อมูล (Input) จากสัญญาณภายนอกเข้าสู่โปรแกรม โดยข้อมูลอาจจะมาจากมาจากการวัด DAQ (Data Acquisition) สำหรับสัญญาณทางไฟฟ้า การวัด IMAQ (Image Acquisition) สำหรับควบคุมเครื่องมือวัด

2.หลังจากที่ได้รับข้อมูลแล้วอาจจะผ่านฟังก์ชันในการทำ Analysis หรือ วิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะแสดงผลในภาพประกอบสื่อความหมายในสิ่งที่ผู้ใช้งานสามารถนำไปแสดงแทนสื่อที่วัดและใช้งานได้

3.Presentation คือ การแสดงผลในรูปแบบที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน โดยอาจ แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เช่น DMM (Digital Multi meter) แสดงผลเฉพาะสัญญาณที่วัดได้โดย ไม่จำเป็นต้องรู้ความสัมพันธ์กับเวลา

2.3 การประมวลผลภาพ

ระบบการมองเห็นประกอบด้วยเว็บแคมและคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์มีหน้าที่สำหรับการประมวลผลภาพและออกแบบการวางแผนเส้นทางสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยอุปกรณ์แต่ละชนิดสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.3.1 มุมมองภาพ

กล้องเว็บแคมทำหน้าที่ถ่ายภาพโดยจะทำการติดตั้งกับฐานตั้งกล้องเพื่อให้กล้องสามารถเห็นบริเวณด้านล่างโดยรอบที่รถสามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้ โดยกล้องจะทำการเชื่อมต่อเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านฮับเข้าช่องยูเอสบี (USB) ในคอมพิวเตอร์ เนื่องจากต้องการพื้นที่บริเวณภาพที่กว้างขึ้นดังนั้นจึงใช้กล้อง 2 ตัวที่มีระยะห่างกัน X เซนติเมตร และฐานมีความสูง X เซนติเมตร ความสูงดังกล่าวจะมีผลโดยตรงกับขอบเขตการมองเห็นของกล้อง ขอบเขตภาพหรือ ขอบเขตการเห็น (อังกฤษ: field of view ตัวย่อ FOV) มุมมองภาพ (FOV) คือส่วนหนึ่งของโลกที่สามารถมองเห็นได้ผ่านกล้องในตำแหน่งหนึ่งๆ และการวางแผนในแผนที่ นั่นคือ วัตถุที่อยู่นอกขอบเขตการเห็น ขณะที่วิดีโอได้รับการออกอากาศหรือบันทึกไว้ไม่สามารถมองเห็นได้ โดยปกติถ้าเลือกกล้องไม่เหมาะสมจะไม่สามารถตรวจสอบชิ้นงานได้ หรือได้กล้องที่มี ค่าความละเอียดที่สูงเกินไป เพราะฉะนั้นการที่จะหากล้องที่ตรวจสอบที่เหมาะสมกับงาน เพราะหน้าที่ของกล้องคือเซนเซอร์ ที่อยู่ในกล้องทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณแสง (Photons) ที่ผ่านจากเลนส์มาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า (Electrons) ซึ่งหน้าที่นั้นคือพิกเซลเล็กๆ ย่อมาก ภาพลงไปในตัวเซนเซอร์จะแปลงภาพให้เป็นภาพที่ออกโทนสีดำ ตัวเลขจะถูก

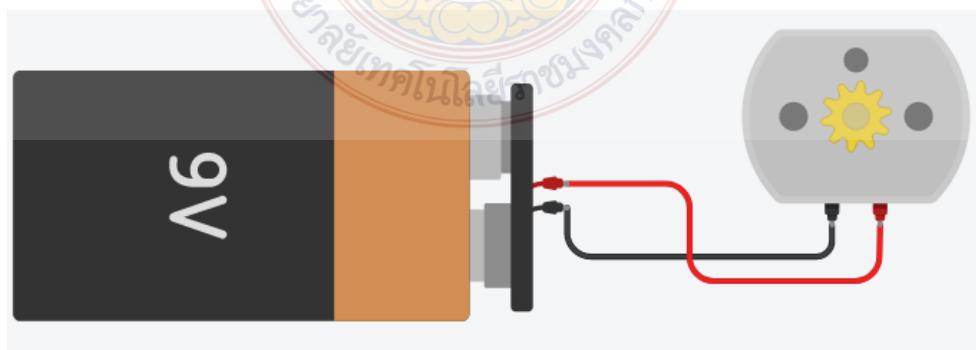
แปลงเป็น ภาพ Grayscale ในระดับต่ำ ถ้าเลือกระดับ พิกเซลไม่เหมาะสม ภาพที่ถูกแปลงไปจะหาย ไม่สามารถรู้ได้ว่าเป็นขาวหรือเป็นดำ

2.4. ส่วนภาคขับอุปกรณ์ต่อพ่วง

เนื่องจากหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติส่วนมากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จึงทำให้สามารถใส่อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ โดยจะบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยใช้ล้อติดกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง นอกจากนี้ในตัวหุ่นยนต์จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เฉพาะ และควบคุมให้หุ่นยนต์ทำภารกิจที่แตกต่างกันตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.4.1 การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการเคลื่อนที่ของรถ

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังระบบกลไกในการขับเคลื่อน การเดิน การวิ่ง การเคลื่อนไหว ทำให้ระบบมีการทำงานและเคลื่อนที่ได้ อุปกรณ์ที่สามารถขับเคลื่อนได้ ส่วนใหญ่จะเกิดจากการใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยมอเตอร์ที่ใช้ทำงานง่ายและมีอยู่ในอุปกรณ์ระบบ หรือเครื่องจักรกลทั่วไป ได้แก่มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยขั้วต่อใช้งาน 2 ขั้ว ได้แก่ไฟขั้วบวกและขั้วลบหากจ่ายไฟบวกเข้าที่ขั้วหนึ่ง และจ่ายไฟลบเข้าอีกขั้วที่เหลือจะทำให้มอเตอร์หมุนไปทิศทางหนึ่งแต่เมื่อสลับขั้วการจ่ายไฟจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตรงกันข้าม



ภาพที่ 2.4 การจ่ายไฟให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีอยู่หลากหลายรุ่นหลายขนาด ผู้ใช้งานสามารถเลือกตามความเหมาะสมให้เข้ากับประเภทของงานในมอเตอร์แต่ละแบบจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป คุณลักษณะเบื้องต้นของมอเตอร์ที่นำมาใช้งานผู้ออกแบบจะพิจารณาคุณสมบัติของมอเตอร์ ดังนี้

แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ เมื่อต้องการเลือกมอเตอร์สำหรับทำภารกิจโดยต้องคำนึงถึงแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมในการทำงานเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าจะเป็นตัวกำหนดขนาด และน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่ต้องพกพา และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปมีแรงดันขนาดเล็กตั้งแต่ 3 โวลต์ และจะนิยมใช้ 6 โวลต์ และ 12 โวลต์ โดยส่วนใหญ่จะมีขนาดที่แตกต่างกันแปรผันตามแรงดันไฟฟ้า โดยการเลือกซื้อจำเป็นต้องคำนึงถึงแหล่งจ่ายไฟมอเตอร์ ถ้ามอเตอร์มีแรงดันต่ำกว่าหรือสูงกว่าจะส่งผลให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยตรง โดย หากนำมอเตอร์แรงดันต่ำไปใช้กับแหล่งจ่ายไฟแรงดันสูงจะทำให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น แต่อาจทำให้มอเตอร์จะพังหรือเสียหายได้ เนื่องจากจ่ายแรงดันสูงกว่าคุณสมบัติของมอเตอร์ส่งผลให้มอเตอร์เกิดความร้อนสูง และหากนำมอเตอร์แรงดันสูงไปใช้กับแหล่งจ่ายไฟแรงดันต่ำจะทำให้มอเตอร์หมุนช้าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ระบุ หรือมอเตอร์อาจไม่หมุนส่งผลให้มอเตอร์มีแรงบิดต่ำ ดังนั้นควรใช้แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายให้เท่ากับแรงดันของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ระบุมาจากแหล่งผลิต

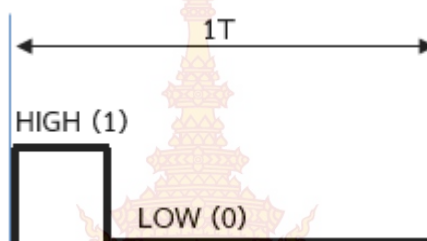
กระแสไฟฟ้าที่ใช้งานในมอเตอร์ กระแสไฟฟ้าที่นำมาใช้สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ควรเลือกแหล่งจ่ายที่จ่ายกระแสไฟฟ้าสูงกว่าที่ระบุมาจากแหล่งผลิตมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง กรณีใช้แหล่งจ่ายไฟที่เป็นแบตเตอรี่กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ จะส่งผลต่อระยะเวลาการจ่ายไฟของแบตเตอรี่ หากมอเตอร์ใช้กระแสไฟฟ้ามากจะทำให้แบตเตอรี่หมดเร็ว ถ้าใช้มอเตอร์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยจะทำให้แบตเตอรี่จ่ายไฟได้นานส่งผลให้ใช้งานในระบบได้ยาวนานมากขึ้น นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์จะถูกใช้ในการพิจารณานำมอเตอร์มาใช้งานต้องคำนึงถึงชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่นำมาใช้งาน โดยการเลือกชุดขับเคลื่อนจะต้องเลือกชุดขับเคลื่อนที่ทนกระแสได้สูงกว่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ในการหมุน

2.4.2 การควบคุมทิศทางและความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การควบคุมทิศทางมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การควบคุมทิศทางการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้สามารถหมุนทวนเข็มนาฬิกาและตามเข็มนาฬิกาคือการควบคุมรถเคลื่อนที่เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือหยุดได้ โดยการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ สามารถทำได้โดยง่ายโดยการกลับขั้วจ่ายไฟให้มอเตอร์ก็สามารถทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญขออาจใช้วงจรเพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของมอเตอร์ จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์

สร้างวงจรขึ้นมา ได้แก่ วงจร H-Bridge ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่ตัด-ต่อไฟในวงจรแทน สวิตช์ โดยการควบคุมที่สามารถควบคุมทิศทางการหมุนได้ใช้หลักการควบคุมการไหลของ กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าขั้วของมอเตอร์ ตัวอย่างวงจรควบคุมมอเตอร์ที่ควบคุมทิศทางได้

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงโดยใช้สัญญาณพัลส์วามอดูเลชันหรือ Pulse Width Modulation (PWM) คือการควบคุมความเร็วโดยควบคุมสัญญาณความกว้างพัลส์ต่อจำนวนรอบการทำงาน ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นการส่งสัญญาณ โดยใช้หลักการสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม ดังภาพ ที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงสัญญาณเปิด (HIGH) และปิด (LOW)

สัญญาณสี่เหลี่ยมจะถูกสร้างเพื่อเปิดสัญญาณเปิดปิดกระแสไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว การสั่งงานให้เปิดสัญญาณไฟฟ้าคือสัญญาณ (HIGH) และปิดสัญญาณ (LOW) ด้วยความถี่ที่เหมาะสมเพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใน 1 รอบการทำงานจะประกอบไปด้วยช่วงเวลาเปิด(HIGH) และช่วงเวลาปิด (LOW) แรงดันไฟฟ้า สัญญาณช่วงเวลาที่เปิดแรงดันไฟฟ้า เมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่ 1 รอบ สัญญาณที่สร้างสัญญาณทั้งหมดออกมา จะเรียกช่วงเวลาดังกล่าวนี้ว่า ความกว้างของสัญญาณพัลส์วามอดูเลชัน ถ้าความกว้างสัญญาณในช่วงเปิดมีค่ามากจะทำให้มอเตอร์ได้รับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่ และทำให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่เปิดสัญญาณที่มีความกว้างน้อยกว่า ใน 1 หน่วยเวลาที่กำหนดความกว้างของสัญญาณจะแสดงถึงช่วงเวลาเปิดแรงดันไฟฟ้าปกติระยะเวลาหรือช่วงเวลานี้เรียกว่า รอบ (Period) เป็นค่าผกผันของความถี่อุปกรณ์การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์จะทำการเทียบอัตราส่วนกำลังในการสร้างสัญญาณพัลส์วามอดูเลชันตามแรงดันที่จ่ายให้กับระบบ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยการใช้กล้องติดบนแนวสูง เพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ก่อนทำการทดลอง หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยการใช้กล้องติดบนแนวสูง จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยมีอุปกรณ์ดังนี้ โครงสร้างหุ่นยนต์ เช่น เซอร์โวลต์ โมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ ล้ออ้อมนิ ส่วนที่ 2 คือ ส่วนของระบบประมวลผลภาพ โดยมีอุปกรณ์ดังนี้ กล้องเว็บแคม ฐานกล้อง คอมพิวเตอร์ โดยทั้ง 2 ส่วนจะมีการสื่อสารทำงานรวมการด้วยระบบไร้สาย ในส่วนของระบบประมวลผลภาพจะถูกยึดติดไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยมีหน้าที่ทำการวิเคราะห์ตำแหน่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยกล้องจะทำหน้าที่ถ่ายภาพและส่งข้อมูลไปให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลภาพ วิเคราะห์และระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ที่กำลังเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ หลังจากนั้นระบบจะทำการประมวลผลและส่งให้หุ่นยนต์เดินทางไปยังเป้าหมายตามอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบและเขียนโปรแกรมลงในคอมพิวเตอร์ และส่งสัญญาณไปให้กับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ในส่วนที่ 1 ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณการระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่มาจากระบบประมวลผลภาพและจะทำการควบคุมมอเตอร์ที่ยึดติดอยู่กับล้ออ้อมนิ เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้เดินตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือ หยุด ตามที่ระบบประมวลผลภาพในส่วนที่ 1 สั่งการ นอกจากนี้โมโครคอนโทรลเลอร์ได้เชื่อมต่อกับเซอร์โวลต์ เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะทำการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เพื่อเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย ตามอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบ และเขียนโปรแกรมควบคุมลงในโมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในส่วนที่ 1 คือส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จะสามารถเคลื่อนที่ได้ และส่วนที่ 2 คือ ส่วนของระบบประมวลผลภาพ จะถูกยึดติดอยู่กับที่ และทั้ง 2 ส่วน จะทำงานสัมพันธ์ร่วมกันและส่งข้อมูลผ่านระบบแบบไร้สาย โดยได้ออกแบบและวางแผนในขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การควบคุมระบบ

เมื่อเริ่มต้นหุ่นยนต์จะทำงานคอมพิวเตอร์จะประมวลผลภาพและวิเคราะห์ตำแหน่งที่รถเคลื่อนที่และส่งสัญญาณไปให้โมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อบังคับการเคลื่อนที่ขอล้อให้ไปยังเป้าหมายได้

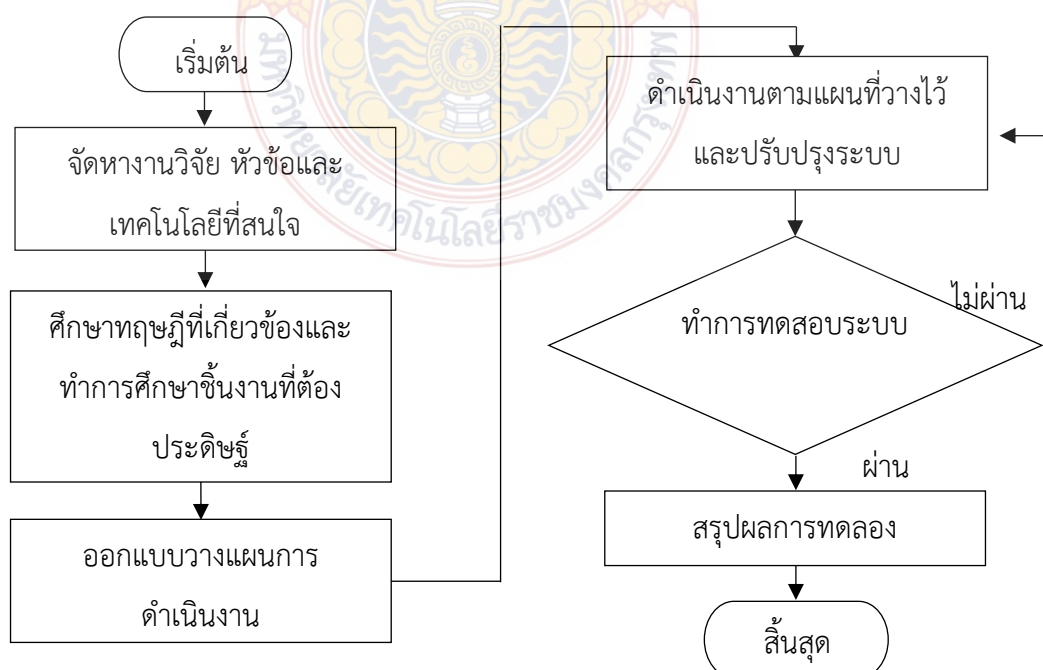
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรมการวิจัย	ปี พ.ศ. 2564											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←→		← - - - - - →									
2. สร้างเครื่องมือและทดลองใช้ หรือ ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	←→				← - - - - - →							
3. ทดลองทดสอบปรับปรุงเครื่องแก้ไขโปรแกรม ตัวระบบ และลักษณะโดยรวมของระบบ								←→				
4. จัดทำเอกสาร รายงานผลการวิจัยและเผยแพร่									←→			

แผนการดำเนินงานวิจัย

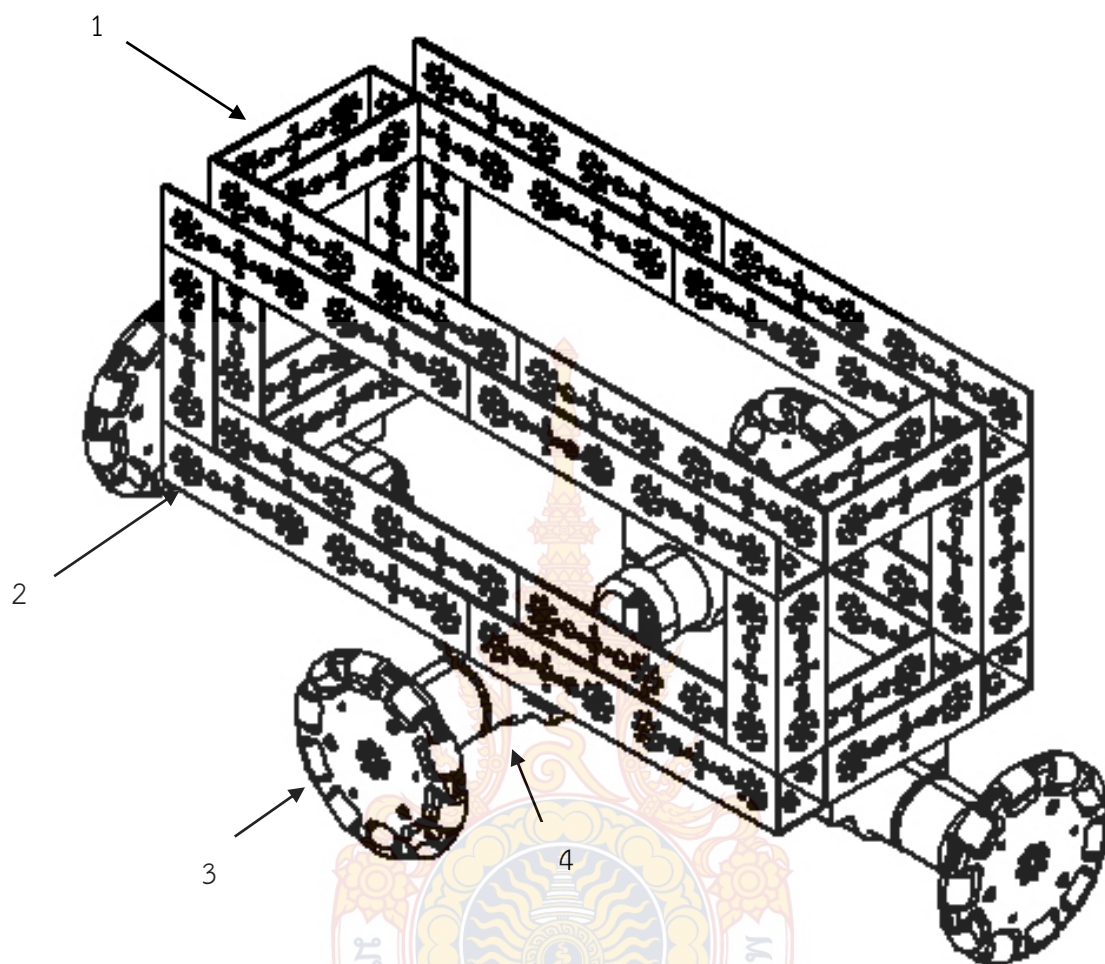
งานวิจัยที่ได้ ดำเนินการจริง

3.3 แผนการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 แผนผังการดำเนินโครงการ

3.4 การออกแบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

3.4.1 ชิ้นส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ

1. เซนเซอร์ไลด้า
2. โครงหุ่นยนต์สเตนเลส
3. ล้อรถ
4. มอเตอร์

3.5 อุปกรณ์ในการสร้าง

การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยการใช้กล้องติดบนแนวสูงควรรออกแบบตัวโครงสร้างโดยคำนึงถึงความเหมาะสม และฟังก์ชันการใช้งาน และสามารถปฏิบัติงานตามความต้องการของวัตถุประสงค์ โดยมีวัสดุอุปกรณ์ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์ใช้ในการสร้างระบบคัดแยกและจัดเก็บชิ้นงานประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนที่ 1 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ และส่วนที่ 2 ระบบประมวลผลภาพ โดยอุปกรณ์ทั้งหมดประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

3.5.1 โครงสร้างหุ่นยนต์สเตนเลส

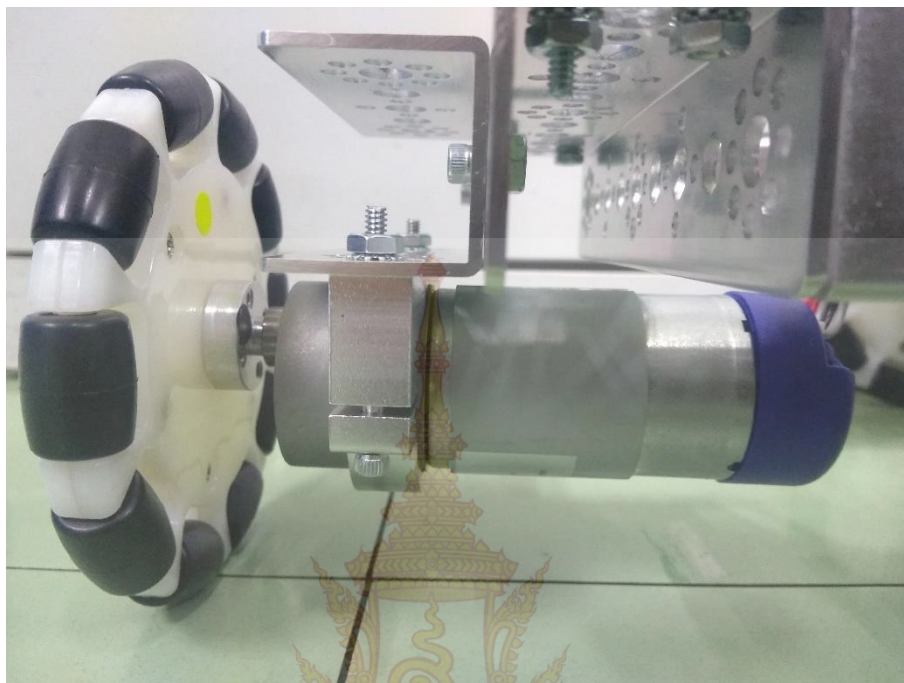
สเตนเลสที่ใช้สร้างมีน้ำหนักเบา ขนาดความหนา 0.6 มิลลิเมตร โดยมีรูปทรงหลายรูปแบบ สามารถประกอบเป็นโครงสร้างรถในรูปแบบต่างๆได้ ดังแสดงในภาพ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผ่นสเตนเลส

3.5.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor)

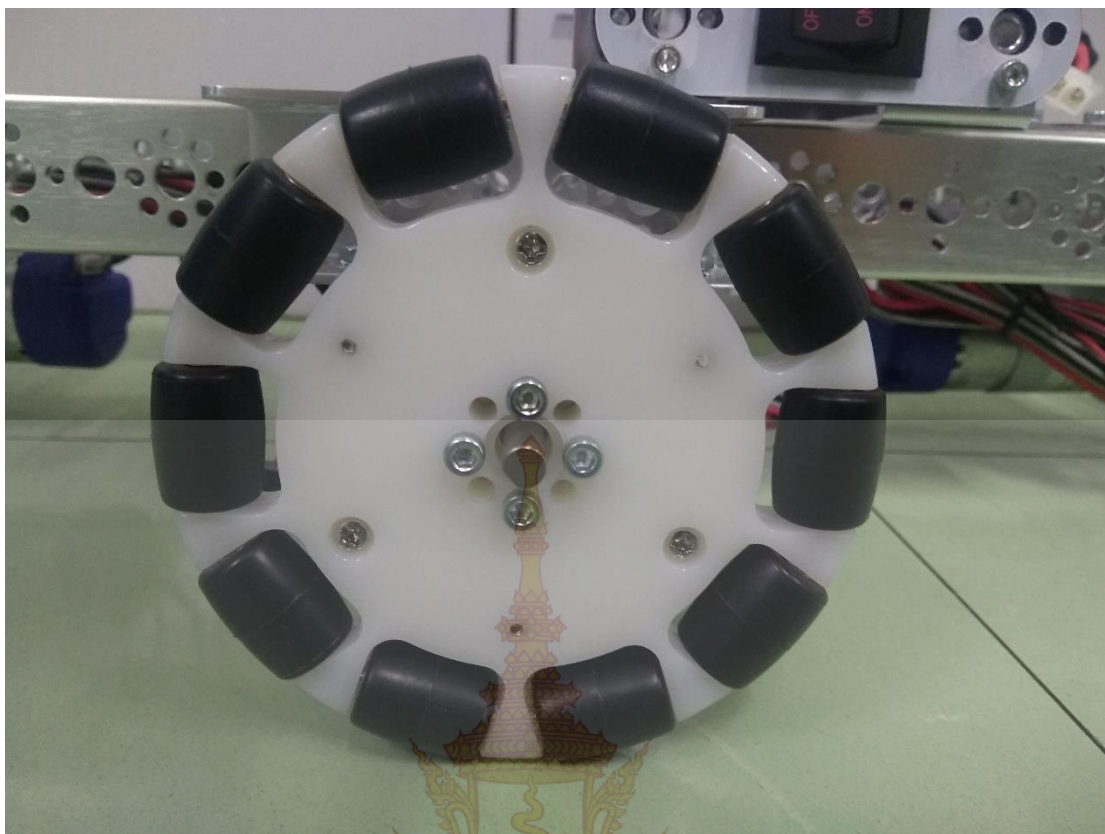
เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยการนำมอเตอร์ติดกับล้อ โดยสั่งงานให้มอเตอร์ หมุนทวนเข็มนาฬิกา หรือหยุด เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆได้



ภาพที่ 3.3 แบบใบกังหันลม

3.5.3 ล้อรถ

Omni Wheels เป็นล้อที่ทำให้รถหรือหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้. ในหลายๆทิศทางในแนวตรงหรือเคลื่อนไปด้านข้างโดยไม่ต้องตีวงเลี้ยวรถหรือหุ่นยนต์ ล้อจะมีอิสระในการเคลื่อนไหวเป็นข้อได้เปรียบและดีกว่าการใช้ล้อแบบปกติ โดยล้อจะยึดติดกับมอเตอร์ต้นกำลังในการหมุนทำให้รถหรือหุ่นยนต์ สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ ได้



ภาพที่ 3.4 ฐานตั้งกังหันลม

3.5.4 บอร์ดควบคุมรถ

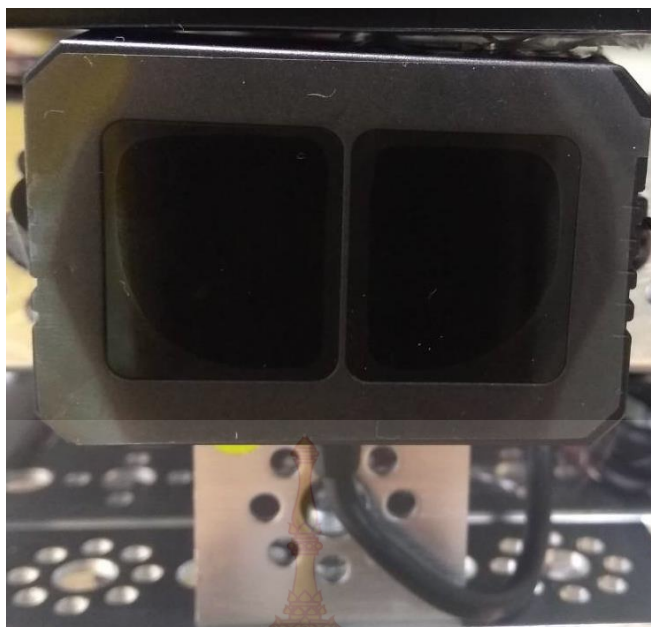
ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ เซนเซอร์ไลด้า เพื่อควบคุมมอเตอร์ที่ติดกับล้อให้เคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางและไปถึงเป้าหมาย โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้จะใช้บอร์ด Myrio และ ARDUINO Uno R3 ดังแสดงในรูปที่



ภาพที่ 3.5 บอร์ด ARDUINO

3.5.5 เซนเซอร์ไลด้า

เซนเซอร์ไลด้า ToF (Time of Flight) LiDAR น้ำหนักเบาและขนาดเล็กและใช้พลังงานต่ำโดยใช้ 3.3V ที่ อัตราการเชื่อมต่อสื่อสาร 115200 สามารถรองรับการเชื่อมต่อได้กับทั้งแบบ UART และ I2C ระยะในการทำงาน ToF (Time of Flight) LiDAR ที่สามารถวัดระยะทางไปยังวัตถุได้ไกลถึง 22 เมตร ทำให้เป็นเซ็นเซอร์ที่ยอดเยี่ยมสำหรับการหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางในสภาพกลางแจ้ง TF02 โดยใช้ไฟฟ้า 3.3 โวลต์ การเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถสื่อสารในอัตราที่ 115200 ได้ โดยมีการเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังภาพ



ภาพที่ 3.6 บอร์ด ARDUINO

การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์เซนเซอร์ไลด้าเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนี้ เส้นสายไฟสีแดง เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต + 5V, เส้นสายไฟสีดำ เข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต GND, เส้นสายไฟสีเขียวปลาย TX ของ LiDAR เข้า RX ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ตพิน 2, เส้นสายไฟสีขาว RX ของ LiDAR เข้า TX ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พอร์ต พิน 3

3.5.6 กล้องเว็บแคม

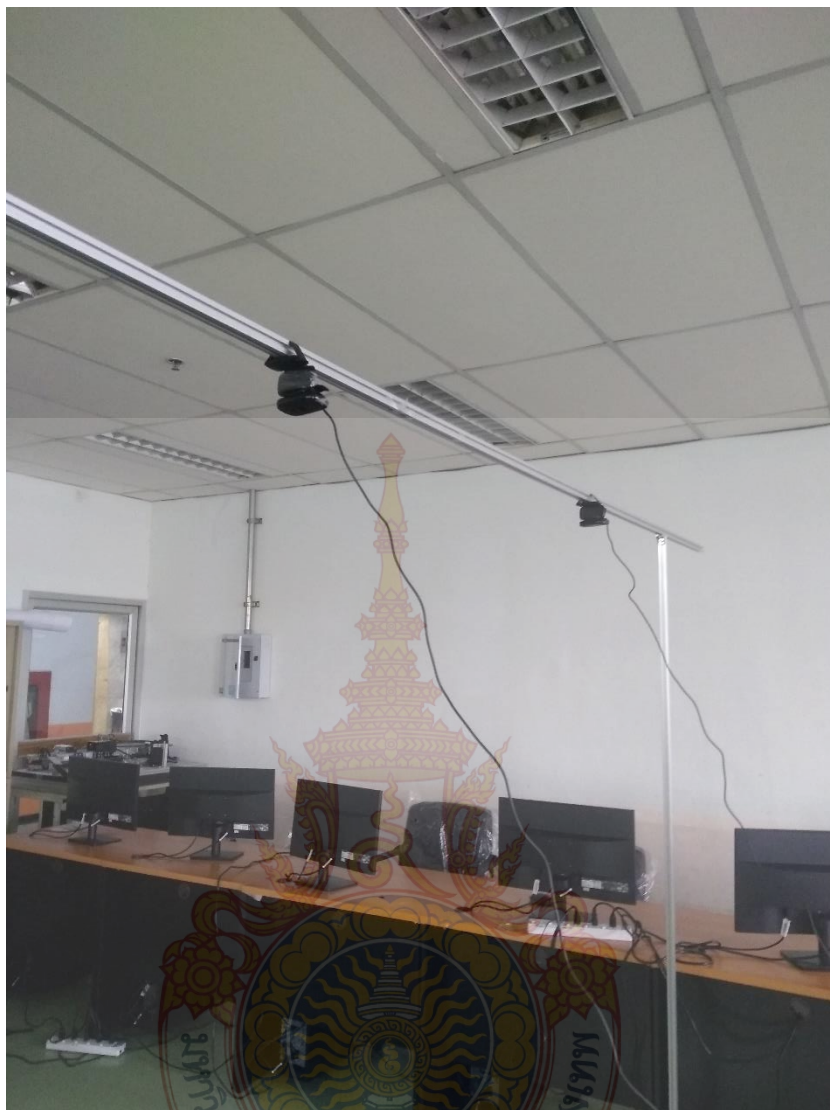
มีหน้าที่บันทึกภาพการเคลื่อนที่ของรถ เพื่อนำภาพเหล่านั้นส่งไปให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของรถ โดยกล้องเว็บแคมจะเชื่อมต่อส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB โดยกล้องจะถูกติดตั้งไว้ด้านบนมุมสูงเพื่อมองเห็นสภาพแวดล้อมโดยจะต้องครอบคลุมพื้นที่โดยรอบที่รถเคลื่อนที่จาก จุดเริ่มต้นตลอดระยะทางที่กำหนดให้รถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายที่กำหนด



ภาพที่ 3.7 กล้องเว็บแคม

3.5.7 ฐานกล้อง

โดยการใช้กล้องติดบนแนวสูงเพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยกล้องจะถูกยึดติดกับฐานกล้อง โดยใช้กล้องเว็บแคมจำนวน 2 ตัว เพื่อให้ได้พื้นที่ในการมองเห็นและควบคุม หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้กว้างเพิ่มมากกว่าใช้กล้องเพียงตัวเดียว โดยกล้องจะยึดติดกับฐานกล้องที่มีความสูง 1.8 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 3.8

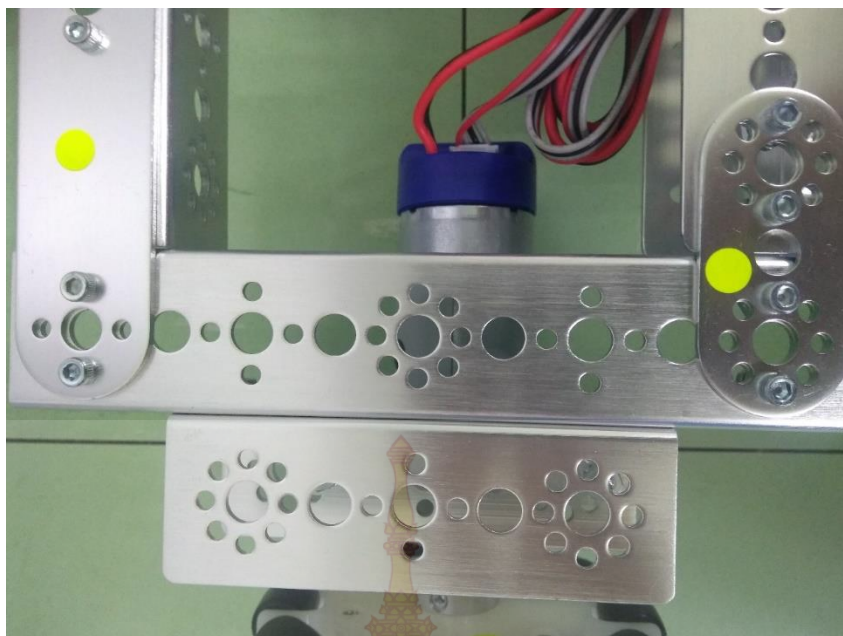


ภาพที่ 3.8 ฐานตั้งกล้อง

3.5.8 การสร้างรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

ทำการประกอบโครงรถด้วยแผ่นสแตนเลสตามแบบที่ได้ออกแบบไว้

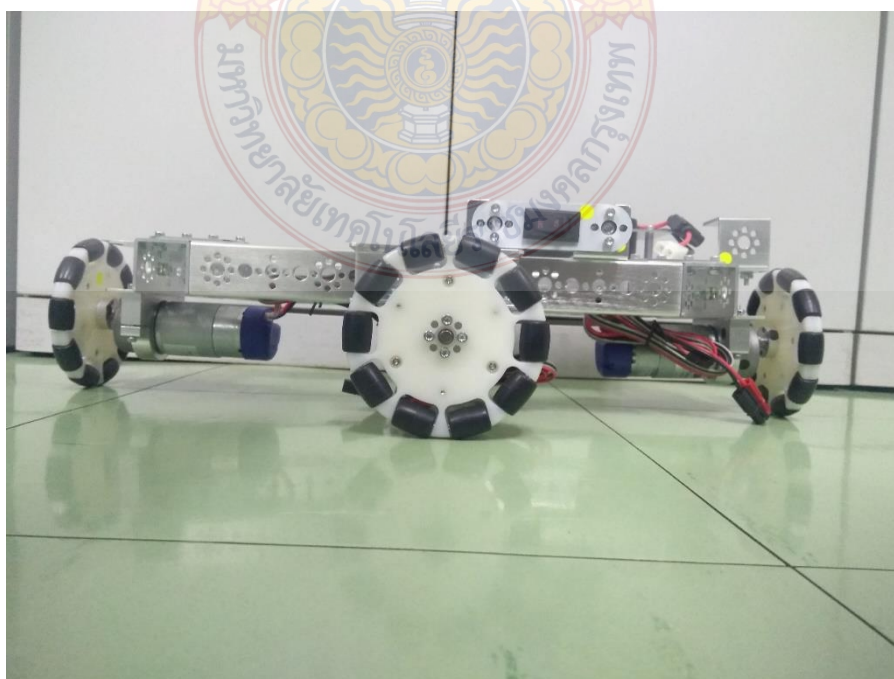
โครงสร้างรถจะมีความกว้าง 32 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร ความสูง 18 เซนติเมตร โดยใช้ล้อติดกับโครงสร้างรถประกอบออกมาเป็นรูปร่าง



ภาพที่ 3.9 การตัดสแตนเลส

3.5.9 ติดล้อ

ติดล้อออกมทั้งหมด 4 ด้าน กับเพลลาของมอเตอร์เพื่อให้ล้อหมุนไปตามการหมุนของมอเตอร์ โดยรถจะสามารถเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ด้านหลัง ด้านซ้าย และด้านขวา ได้



ภาพที่ 3.10 สแตนเลสประกอบโครงสร้าง

3.5.10 นำแบตเตอรี่มาใส่ในโครงรถ

แบตเตอรี่จะเป็นต้นกำลังในการจ่ายไฟ 12 โวลต์ ให้กับมอเตอร์ ทั้ง 4 ล้อ บอร์ดขับเคลื่อน และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



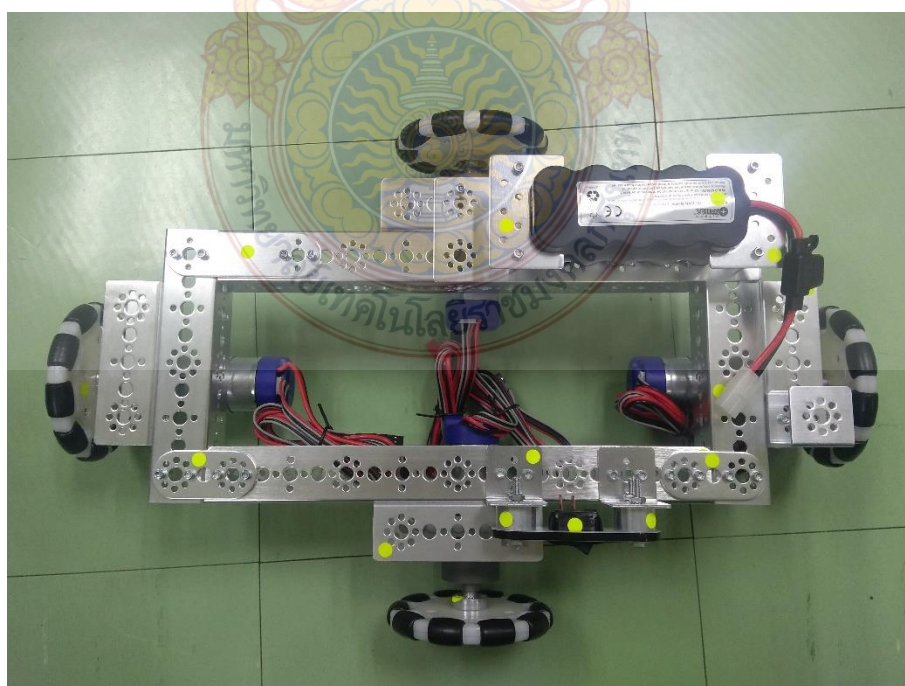
ภาพที่ 3.11 การติดตั้งแบตเตอรี่

3.5.11 ทำการนำเซนเซอร์ไลด้า ประกอบเข้ากับโครงรถ

เซนเซอร์ไลด้า จะเป็นเซนเซอร์สามารถตรวจสอบวัตถุด้านหน้าหรือไม่ และระยะห่างจากวัตถุและรถมีค่าเป็นระยะทางห่างมากน้อยเพียงใด โดยจะวัดค่าออกมาเป็นหน่วยมิลลิเมตร



ภาพที่ 3.12 การติดตั้งไล้ด้า



ภาพที่ 3.13 โครงรถ

สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ควรพิจารณาประเด็นสำคัญสองประการ: หนึ่งคือวิธีการตรวจจับสิ่งกีดขวางบนสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน อีกประการหนึ่งคือ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ขนาดเล็กเหล่านี้ต้องใช้เซ็นเซอร์ที่เหมาะสมสามารถทำงานและกำหนดค่าอุปกรณ์ได้ เครื่องมือที่ใช้ในระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบการมองเห็นโครงสร้างของระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ระบบประมวลผลภาพ ระบบถูกยึดอยู่กับที่เพื่อทำการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ 2. ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ จะเป็นส่วนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางที่กำหนดได้ ภายในระบบจะมีอุปกรณ์ และหน้าที่ ดังนี้

3.6. ระบบประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพโดยจะใช้กล้องถ่ายภาพจากมุมสูง พื้นที่ที่กล้องมองเห็น จะถูกถ่ายออกมาเป็นรูปภาพโดยระบุขอบเขต และขนาดพื้นที่ออกมาเป็นพิกเซล เพื่อกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของหุ่นยนต์ออกมาเป็นค่าพิกัด 2 มิติ อุปกรณ์ของระบบประมวลผลภาพจะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1. กล้องเว็บแคม 2. ฐานกล้อง และ 3. คอมพิวเตอร์ โดยกล้องเว็บแคมมีหน้าที่บันทึกภาพการเคลื่อนที่ของรถ และนำภาพส่งไปให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของรถ โดยกล้องจะถูกติดตั้งไว้ด้านบนที่มีความสูง 1.8 เมตร ดังรูป 3.14 เพื่อมองเห็นสภาพแวดล้อมโดยรอบที่หุ่นยนต์และครอบคลุมพื้นที่ ตลอดระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นที่กำหนดให้รถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทาง



ภาพที่ 3.14 ฐานกล้อง

ในการประมวลผลภาพ หุ่นยนต์เคลื่อนที่จำเป็นต้องเอกลักษณ์เฉพาะเพื่อให้สามารถแยกออกจากสภาพแวดล้อมได้โดยง่าย เพื่อให้ระบบประมวลผลภาพจดจำเอกลักษณ์ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์มีพื้นหลังสีดำที่มีขนาด 15x30 ซม.ติดไว้ด้านบนตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.15 หุ่นยนต์เคลื่อนที่

3.7. ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

กล้องจะต่อเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB และข้อมูลภาพจะประมวลผลภาพด้วยโปรแกรม LabVIEW เพื่อทำการประมวลผลภาพระบุค่าตำแหน่งที่รถเคลื่อนที่ และส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์บังคับรถ ให้ไปถึงจุดหมาย คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ในเวลาเดียวกันซึ่งจะร้องขอคำสั่งเพื่อดำเนินการตามการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โปรแกรมจะแสดงกราฟิกวิถีหุ่นยนต์เคลื่อนที่ภายในตำแหน่งที่กำหนดในพิกเซลของจอภาพดังแสดงในรูปที่ 3.15 ดังนั้นระบบการมองเห็นจึงไม่เพียง แต่แสดงแผนที่กราฟิกโดยวิธีการประมวลผลภาพเท่านั้น แต่ยังนำทางเพื่อนำทางหุ่นยนต์ไปยัง เป้าหมายตามที่กำหนดโดยการวางแผนเส้นทาง

3.7.1 การระบุพิกัดหุ่นยนต์

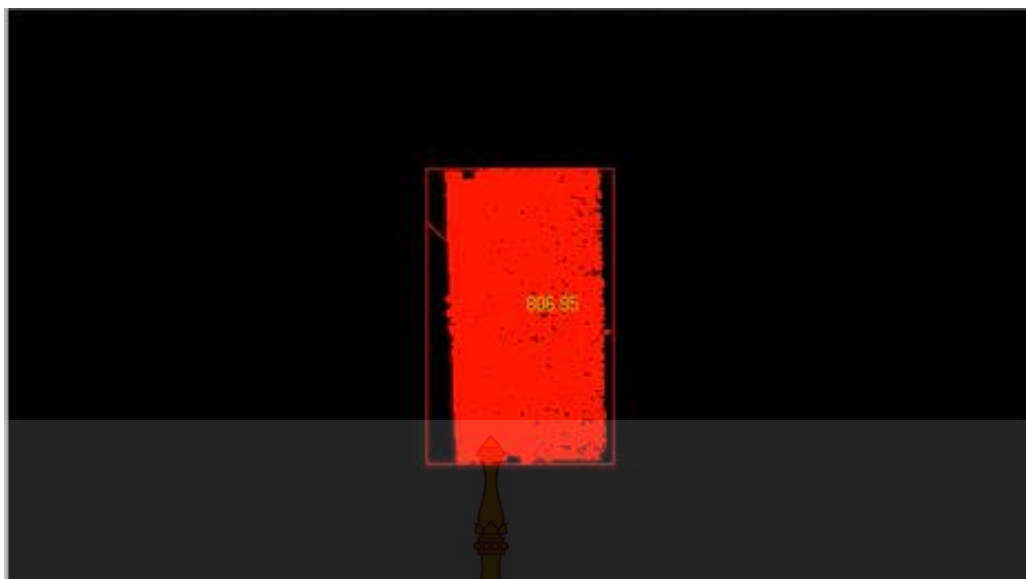
สำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบเคลื่อนที่อัตโนมัติเพื่อให้ทราบตำแหน่งของตนเองในระบบพิกัด การระบุตำแหน่งและการทำแผนที่เป็นงานที่สำคัญสำหรับการนำทางด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จัก[11] ปัญหาการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ได้รับการแก้ไขในสภาพแวดล้อมแบบคงที่โดยการเพิ่มเซ็นเซอร์ที่จำเป็นเพื่อช่วยในการเดินทางของหุ่นยนต์ การใช้

ข้อมูลภาพเพื่อทำหน้าที่ให้ข้อมูลสำหรับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น[12] ในสภาวะแสงที่เหมาะสมระบบสามารถรับรู้ข้อมูลวิดีโอในสภาพแวดล้อมเพื่อระบุตำแหน่งเป้าหมายได้อย่างแม่นยำ

[13] การทำงานของระบบการประมวลผลภาพจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลจากภาพวิเคราะห์ระบุตำแหน่งหุ่นยนต์ โดยระบบจะมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้ อินพุต : กล้องเว็บแคมจะเชื่อมต่อส่งข้อมูลภาพที่ถ่ายได้เข้าคอมพิวเตอร์ผ่านสาย USB เพื่อทำการประมวลผลภาพถ่ายของหุ่นยนต์และระบุตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ การประมวลผลภาพจะใช้โปรแกรม LabVIEW โดยมีอัตราการถ่ายภาพ 30 fps ขนาด 1600X890 พิกเซล

หน่วยประมวลผลกลาง : คอมพิวเตอร์จะรับภาพจากกล้องเว็บแคมและจะทำการประมวลผลภาพเพื่อระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ในภาพโดยขั้นตอนการประมวลผลภาพจะมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ปรับความสว่างของภาพให้เหมาะสมตามสภาพแสงบริเวณโดยรอบโดยปรับค่า ความสว่าง ความคมชัด และ แกมมา(Gamma) เพื่อให้ภาพมองเห็นหุ่นยนต์ได้คมชัดขึ้น
2. Threshold ปรับสภาพสีขึ้นงานแยกหุ่นยนต์ออกจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยปรับขอบเขตค่าระบบสีของแสง (RGB R: min, max: 0-255, G: min, max: 0-255, B: min, max: 0 – 122) ให้มีขนาด 32 บิต หลังจากนั้นปรับภาพให้มีขนาด 2 บิต เพื่อปรับภาพให้อยู่โทนสีขาวดำ
3. กำจัดสิ่งรบกวนขนาดเล็กที่ยังเหลือออกจากชิ้นงาน
4. ทำการระบุชิ้นงานโดยนำภาพต้นแบบมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้จากกล้อง โดยทำการเปรียบเทียบค่าความคล้ายกันของภาพต้นแบบและภาพจากที่กล้องถ่ายได้โดยอ้างอิงรูปทรง สีและขนาดของชิ้นงาน แสดงจำนวนชิ้นงานและประมวลผลระบุพิกัดเป็นตำแหน่ง 2 มิติ (X,Y) หุ่นยนต์เพื่อนำค่าระบุตำแหน่งไปควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โดยส่งข้อมูลไปให้ไมโครคอนโทรเลอร์
5. การแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงรอบรูปวัตถุที่จับได้ และแสดงค่าและระบุค่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางของชิ้นงานในรูปตัวเลขพิกเซล แสดงดังรูป 3.16



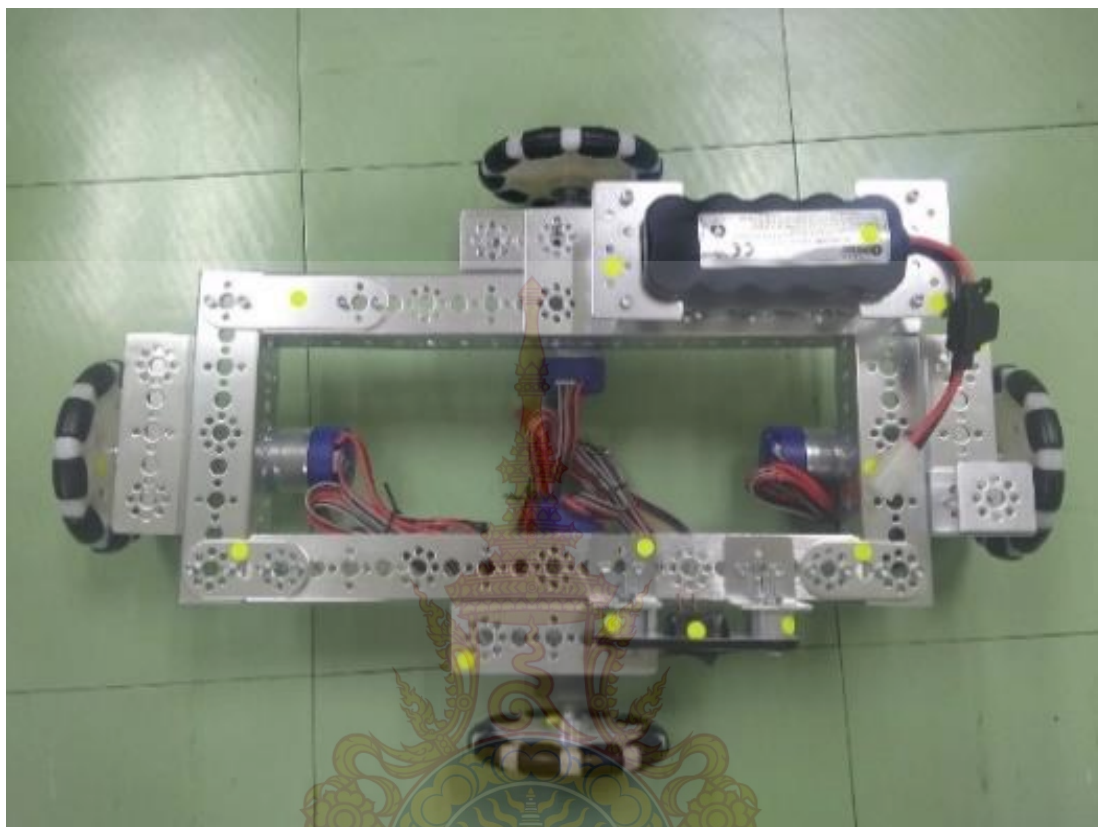
รูปที่ 3.16 การประมวลผลภาพ

เอาท์พุต : การแสดงผลระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ได้จากการประมวลผลภาพจากคอมพิวเตอร์ จะถูกส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เป็นตัวประมวลผลกลางของระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ และ ผู้ใช้งานจะสามารถสังเกตเห็นพฤติกรรมเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ผ่านจอมอนิเตอร์ในคอมพิวเตอร์ แบบประมวลผลให้ทราบทันที เมื่อต้องการเริ่มต้นหรือหยุดการทำงานของหุ่นยนต์สามารถสั่งผ่าน โปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ได้

3.7.2 ระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่

การจัดเตรียมกรอบการเคลื่อนไหวเพื่อออกแบบระบบสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เป็น ปัจจัยสำคัญที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในสถานะที่ต้องการได้ การออกแบบโครงหุ่นยนต์ที่สำคัญที่สุดอีก ประการหนึ่งคือการใช้ทิศทางเพิ่มเติมในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ล้อที่มีลักษณะพิเศษสามารถทำให้ หุ่นยนต์ของคุณเปลี่ยนทิศทางได้อย่างราบรื่นจากการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเปลี่ยนทิศทางเป็นด้านซ้าย หรือขวาได้อิสระ โดยไม่ต้องทำการเลี้ยว การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดังกล่าวจะทำให้หุ่นยนต์สามารถ เปลี่ยนทิศทางโดยมีตำแหน่งคงที่ ลดปัญหาการทำการเลี้ยวบริเวณหัวมุม ซึ่งอาจจะมีพื้นที่จำกัดไม่ สามารถให้ตัวในการเลี้ยวหุ่นยนต์ได้ หุ่นยนต์จะสามารถไปถึงจุดหมายโดยที่หุ่นยนต์ไม่ต้องหัน ด้านหน้าไปตามการเคลื่อนที่ ทำให้ทิศในการควบคุมไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งการเลี้ยวจะทำให้เสียเวลา และทำให้ตำแหน่งก่อนการเลี้ยวและหลังการเลี้ยวของหุ่นยนต์คลาดเคลื่อนไปจากเดิม โดยโครงสร้าง

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ประกอบด้วยโครงแผ่นสแตนเลสมีความกว้าง 32 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร ความสูง 18 เซนติเมตร



รูปที่ 3.17 โครงหุ่นยนต์

การขับเคลื่อนของหุ่นยนต์โดยใช้แบตเตอรี่ 12 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ให้กับอุปกรณ์ ดังนี้ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ไลด้า บอร์ดขับเคลื่อนมอเตอร์ และมอเตอร์ โดยมีมอเตอร์ จะมีทั้งหมด 4 ตัว แต่ละตัวจะเชื่อมติดกับ ล้อของหุ่นยนต์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ซม.

3.8 การทำงานในระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติ เป็นหุ่นยนต์ที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์ เพื่อตรวจรู้สภาพแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ และนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์สร้างเงื่อนไขในการเคลื่อนที่ หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit) หน่วยประมวลผล (Process Unit) และหน่วยแสดงผล (Output Unit) และหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปตามเป้าหมาย จำเป็นต้องตรวจสอบตำแหน่งเพื่อระบุทิศทางของหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆและหุ่นยนต์รับข้อมูลจากระบบประมวลผลภาพ และทราบตำแหน่งของตนเองในขณะที่หุ่นยนต์ทำการเคลื่อนที่เดินทางไปยังเป้าหมาย

3.8.1 หน่วยรับข้อมูล

หน่วยรับข้อมูลของระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่ตรวจสอบสภาพแวดล้อมเพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมระบบ หุ่นยนต์เคลื่อนที่จะได้รับสัญญาณจาก ระบบและอุปกรณ์ดังนี้ 1.ระบบประมวลผลภาพ 2.เซนเซอร์ไคลด์

3.8.2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

จำเป็นอย่างยิ่งที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่จะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในสภาพแวดล้อมโดยรอบ การตรวจจับและหลบหลีกอุปสรรคเป็นปัญหาที่สำคัญและท้าทายที่ต้องพิจารณาในระบบการนำทางให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อย่างปลอดภัย มีการนำเสนอวิธีการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาการหลบหลีกสิ่งกีดขวางเซนเซอร์ไคลด์สามารถบอกระยะห่างระหว่างวัตถุที่อยู่หน้าบริเวณด้านหน้าเซนเซอร์โดยปล่อยคลื่นใกล้เสียงรบกวนพาราเรตเพื่อตรวจสอบวัตถุที่กีดขวางในบริเวณที่ทำการตรวจสอบเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ กำหนดระยะในการหลบหลีกสิ่งกีดขวางกับระยะห่างระหว่างหุ่นยนต์ เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบสิ่งกีดขวางที่มีระยะห่างน้อยกว่า 10 ซม. ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เปลี่ยนทิศจากการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเป็นสไลด์ด้านข้างแทน

3.8.3 หน่วยประมวลผล

การวางแผนเส้นทางสำหรับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่จะดำเนินการเพื่อกำหนดเส้นทางเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปลายทาง ตัวอัลกอริธึมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างกัน อัลกอริธึมการเคลื่อนที่จะทำการวางแผนเส้นทางเพื่อกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมให้กับหุ่นยนต์มุ่งสู่เป้าหมายอย่างปลอดภัย ข้อมูลตัวแปรสถานะอินพุตทำหน้าที่กำหนดค่าปัจจุบันของตัวแปรสถานะ (ตำแหน่ง ทิศทาง และอื่นๆ) เทียบกับเวลาในขณะนั้น จากนั้นค่าอินพุตเหล่านี้จะถูกส่งไปยังอัลกอริธึมการวางแผนเส้นทางเพื่อให้หุ่นยนต์ ตัดสินใจควบคุมกำหนดท่าทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จากจุดเริ่มต้นที่กำหนดไปยังจุดหมายปลายทาง จุดประสงค์หลักของการวางแผนเส้นทางคือเพื่อนำทางหุ่นยนต์ไปสู่เป้าหมายโดยการตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งปลายทาง ตำแหน่งปัจจุบันของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ โดยจะมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่[14] ตำแหน่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่และตำแหน่งปลายทางสามารถรับได้โดยใช้พารามิเตอร์ดังนี้:

$$[(X_d - X_c), (Y_d - Y_c)] \leq \pm 100 \quad (1)$$

โดยที่

X_d = ตำแหน่งปลายทางที่กำหนด ตำแหน่ง X

X_c = ตำแหน่งขณะหุ่นยนต์วิ่งได้จริงตำแหน่ง X

Y_d = ตำแหน่งปลายทางที่กำหนด ตำแหน่ง Y

Y_c = ตำแหน่งขณะหุ่นยนต์วิ่งได้จริงตำแหน่ง Y

3.8.4 ระบบนำทางหุ่นยนต์

หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายได้ถ้าหุ่นยนต์สามารถระบุตำแหน่งของตนเอง รู้สภาพแวดล้อมโดยรอบ และระบุจุดหมายปลายทางที่กำหนด ดังนั้น การทำงานของระบบนำทางจำเป็นต้องทราบตำแหน่งในขณะที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ (X_c, Y_c) ตลอดเส้นทางเดินค่าตำแหน่งปัจจุบัน และตำแหน่งจุดหมายปลายทางของหุ่นยนต์ (X_d, Y_d) ที่ผู้ใช้งานต้องการให้หุ่นยนต์ไปถึงเป้าหมาย เพื่อสร้างแผนที่ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลักการออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ใช้สำหรับนำทางเส้นทางหุ่นยนต์ โดยประกอบด้วยหกข้อดังนี้:

- 1) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตรงไปด้านหน้าในทิศทางแกน X เมื่อเป้าหมายและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ($X_d - X_c$) มีค่าเป็นบวก
- 2) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตรงไปด้านหลังในทิศทางแกน $-X$ เมื่อเป้าหมายและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ($X_d - X_c$) มีค่าเป็นลบ
- 3) หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในแนวแกน X จนกระทั่งระยะห่างระหว่างตำแหน่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่และตำแหน่งเป้าหมายน้อยกว่าหรือเท่ากับ ± 100 พิกเซล หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะหยุดการเคลื่อนที่ เพื่อเปลี่ยนทิศทาง
- 4) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางด้านขวาเมื่อผลของระยะทางในทิศทางแกน Y ระหว่างเป้าหมายและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ($Y_d - Y_c$) มีค่าเป็นบวก
- 5) หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายเมื่อผลของระยะทางในทิศทางแกน $-Y$ ระหว่างเป้าหมายและหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ($Y_d - Y_c$) มีค่าเป็นลบ
- 6) หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y จนกระทั่งระยะห่างระหว่างตำแหน่งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่และตำแหน่งเป้าหมายน้อยกว่าหรือเท่ากับ ± 100 พิกเซล หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะหยุดการเคลื่อนที่

หมายเหตุ

ถ้าหุ่นยนต์เจอสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะทำการหลบสิ่งกีดขวางโดยเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดังนี้

- 1) หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่จากด้านหน้าเป็นด้านขวา เมื่อ ($Y_m - Y_c$) มีค่าเป็นบวก
- 2) หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศจากด้านหน้าเป็นไปด้านซ้าย เมื่อ ($Y_m - Y_c$) มีค่าเป็นลบ

Y_m = ตำแหน่งค่า Y ที่กึ่งกลางเฟรมกล้อง

เมื่อตรวจไม่พบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศไปด้านหน้าจนกว่าจะถึงจุดที่กำหนด

3.8.5 เอาท์พุต

การค้นหาเส้นทางให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เดินทางถึงเป้าหมายด้วยความปลอดภัยเป็นข้อกำหนดเบื้องต้น -ของ การควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติการบังคับท่าทางเพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่อย่างถูกต้องมีความสัมพันธ์โดยตรงที่ ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้

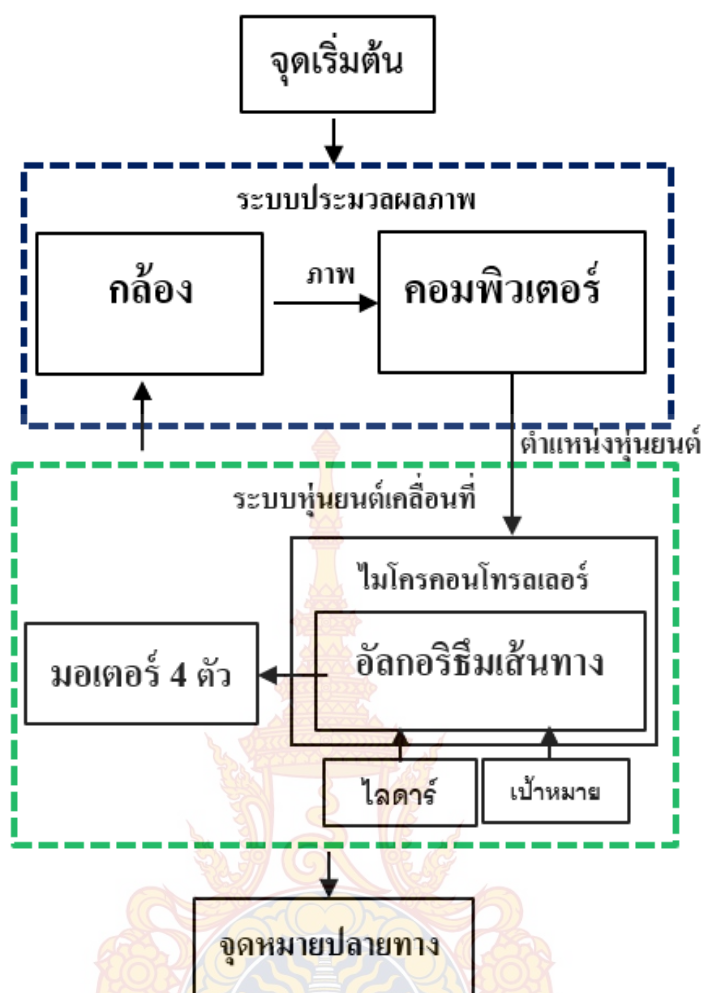
ตารางที่ 1 การควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

การทำงาน	มอเตอร์			
	หน้า	หลัง	ซ้าย	ขวา
เดินหน้า	Low	Low	High (CW)	High (CW)
ถอยหลัง	Low	Low	High (CCW)	High (CCW)
เดินซ้าย	High (CW)	High (CW)	Low	Low
เดินขวา	High (CCW)	High (CCW)	Low	Low
หยุด	Low	Low	Low	Low

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นฟังก์ชัน บังคับท่าทางการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ โดยจะควบคุม การหมุนของมอเตอร์ 4 ตัว ที่ติดอยู่กับล้อ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้ การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 5 ฟังก์ชัน การทำงานได้แก่ เคลื่อนที่ไปด้านหน้า ถอยหลัง ด้านซ้าย และขวา และหยุด โดยจะมีการ ออกแบบควบคุมการหมุนของล้อ 4 ล้อ

3.9. การทำงานระหว่างระบบการประมวลผลภาพและระบบหุ่นยนต์

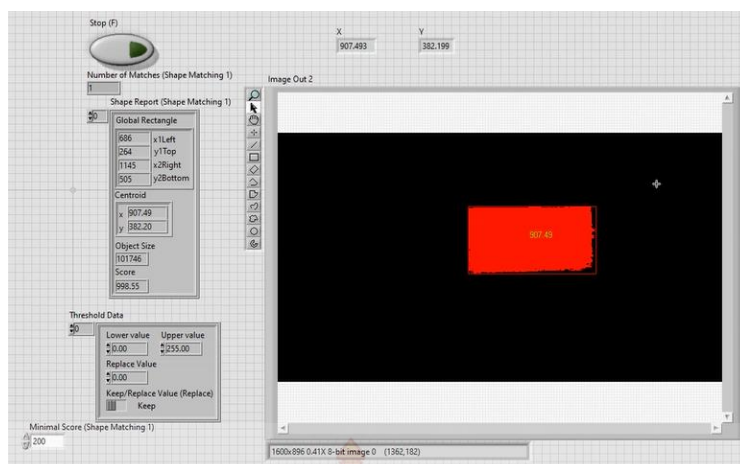
การทำงานระหว่างระบบการประมวลผลภาพ และระบบหุ่นยนต์เคลื่อนที่จะสื่อสารผ่านระบบสัญญาณแบบ ไร้สาย โดยจะมีการประสานงานสื่อสารระหว่างระบบประมวลผลสองระบบ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ในระบบประมวลผล ภาพ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้สำหรับนำทางเส้นทางหุ่นยนต์ โดยประกอบด้วยหกข้อดังนี้ หุ่นยนต์จะ สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติอยู่ภายในพื้นที่ที่กล้องสามารถมองเห็น กล้องทำหน้าที่ถ่ายภาพส่งไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลภาพและระบุตำแหน่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ 2 มิติ(X,Y) หลังจากคอมพิวเตอร์ทำ การประมวลผลภาพเพื่อระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ ข้อมูลจะถูกส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสัญญาณแบบไร้สาย เพื่อเป็นอินพุตของการออกแบบเส้นทางเดินของหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ตามระบบเดินทางโดยกำหนดท่าทาง ควบคุมมอเตอร์ให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามอัลกอริธึมที่ผู้ใช้งานออกแบบ ในระหว่างการเดินทางของหุ่นยนต์ระบบ ประมวลผลภาพจะทำการประมวลผลตำแหน่งหุ่นยนต์อย่างต่อเนื่อง ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ตลอดเวลา และเมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางบริเวณด้านหน้าหุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีด ขวาง และเดินทางต่อไปจนกระทั่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ถึงเป้าหมายที่กำหนด



รูปที่ 3.18 ระบบการทำงาน

3.10 การจำลองการเคลื่อนที่ของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติ

การจำลองการเคลื่อนที่ของรถเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยโปรแกรม เพื่อทดสอบโปรแกรมการทำงานจากอัลกอริทึมที่ทำการออกแบบ แสดงผลการทดสอบก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง เพื่อแก้ไขและพัฒนาโปรแกรมทำให้การทดลองจริงมีความผิดพลาดน้อยที่สุด การสร้างโปรแกรมจำลองจะใช้โปรแกรม LabVIEW โดยกำหนดสถานะและเงื่อนไขให้ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง จากนั้นทำการทดสอบและเก็บผลระบบจำลองเพื่อนำไปวิเคราะห์ และพัฒนาแก้ไขโปรแกรม ให้ใช้งานได้จริงก่อนจะนำไปใช้



ภาพที่ 3.19 โปรแกรมตำแหน่งรถ

ตารางที่ 2 ข้อมูลตำแหน่งของรถ

Time - Plot 0	X Position	Y Position		24	284.854	809.659
0	49.5321	804.663		25	284.854	809.659
1	50.1265	805.551		26	319.142	808.908
2	54.4089	805.75		27	351.816	809.28
3	54.4089	805.75		28	373.699	809.587
4	59.9133	799.864		29	373.699	809.587
5	68.5298	797.801		30	406.458	809.954
6	78.0817	797.141		31	406.458	809.954
7	89.1945	797.912		32	438.35	810.47
8	100.799	799.57		33	438.35	810.47
9	113.635	801.173		34	469.883	810.662
10	126.54	802.564		35	490.846	811.34
11	126.54	802.564		36	490.846	811.34
12	138.332	803.244		37	523.634	811.738
13	150.937	803.914		38	555.105	815.687
14	163.142	804.539		39	577.666	815.913
15	175.507	804.815		40	577.666	815.913
16	187.591	805.61		41	610.664	816.303
17	187.591	805.61		42	632.926	813.789
18	200.574	806.538		43	632.926	813.789
19	217.43	808.327		44	664.48	814.027
20	217.43	808.327		45	664.48	814.027
21	234.647	808.605		46	726.118	711.159
22	234.647	808.605		47	727.937	817.486
23	263.107	809.224		48	727.937	817.486

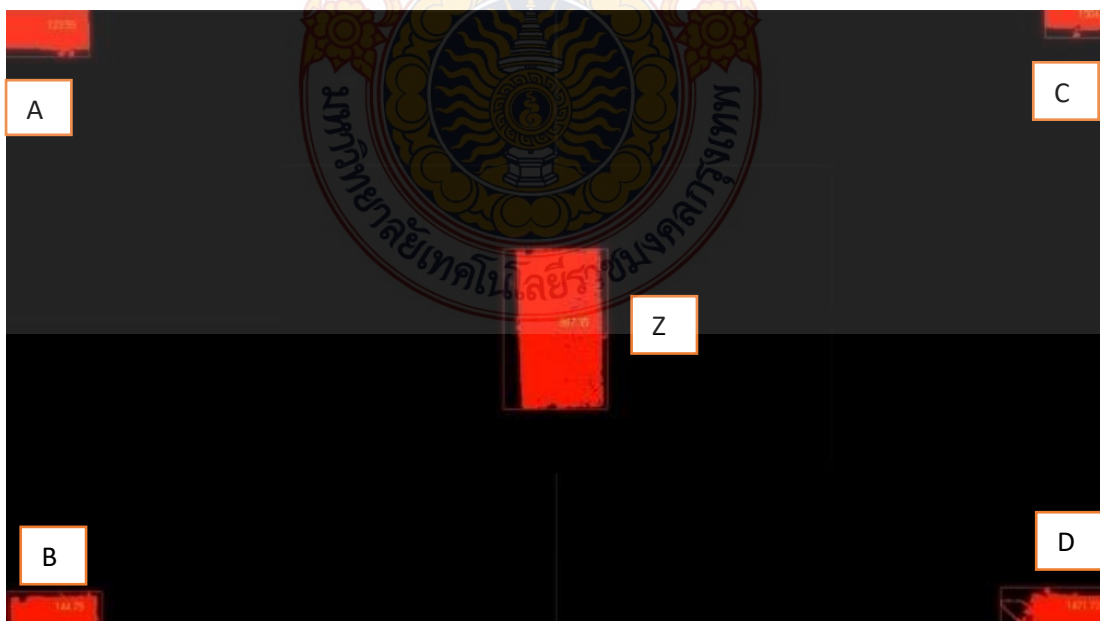
บทที่ 4

ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

ในบทนี้เป็นการแสดงการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองของหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยการใช้กล้องติดบนแนวสูงเพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รถขนส่งของภายในอาคารด้วยระบบวิชันซึ่งมีโครงเป็นแผ่นสเตนเลสมีความกว้าง 32 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร ความสูง 18 เซนติเมตรนำมาสร้างเป็นโครงรถ จากนั้นทำการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ การดำเนินการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 โดยมีเป้าหมายให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังบริเวณกึ่งกลางเมื่อกำหนดจุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน ส่วนที่ 2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และส่วนที่ 3 การขยายพื้นที่การเคลื่อนที่โดยใช้กล้องมากกว่า 1 ตัว ซึ่งต่อไปนี้จะนำเสนอผลการดำเนินงานตามลำดับ

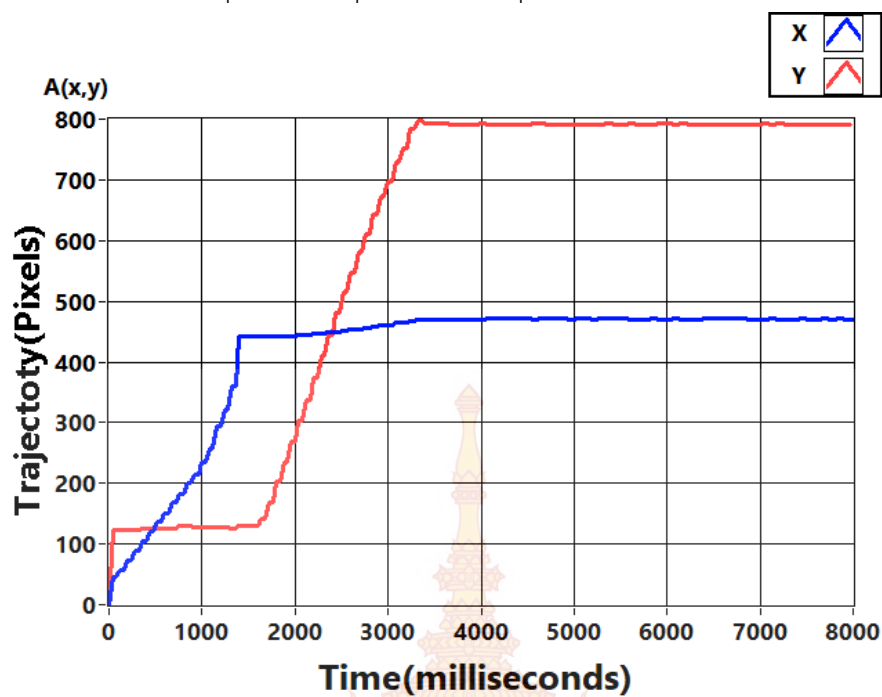
4.1 ส่วนที่ 1 ทดสอบการเคลื่อนที่หุ่นยนต์อัตโนมัติในจุดเริ่มต้นที่เปลี่ยนไป

4.1.1 การทดสอบโดยเริ่มจากการระบบประมวลผลภาพ กำหนดจุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 4 จุด คือ A(45,124), B(850,145), C(32,1503), D(848,1472) โดยมีเป้าหมายให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังบริเวณกึ่งกลาง Z(450,800) รูปที่ 4.1

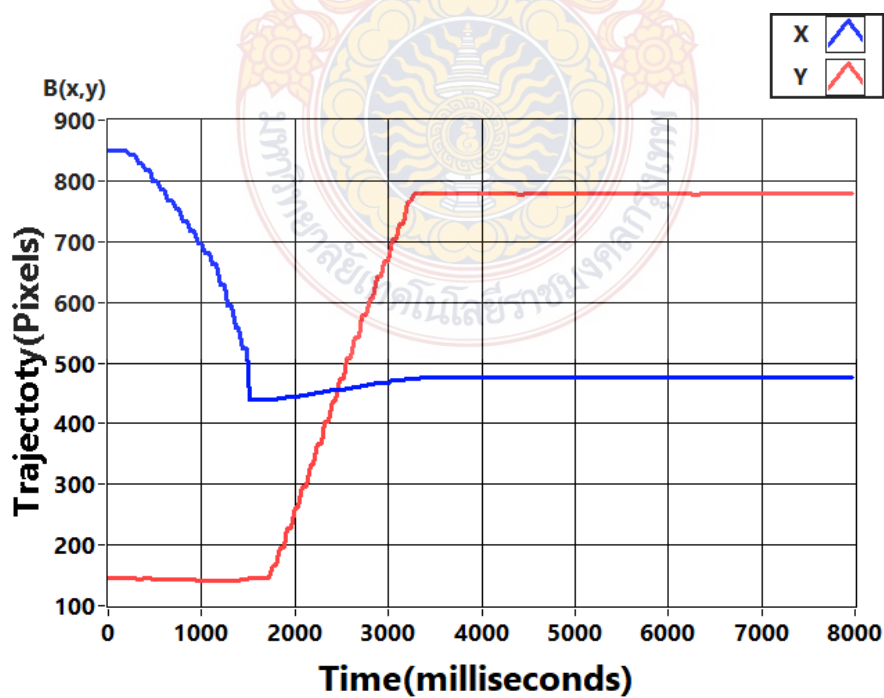


รูปที่ 4.1 การทดลองที่ 1

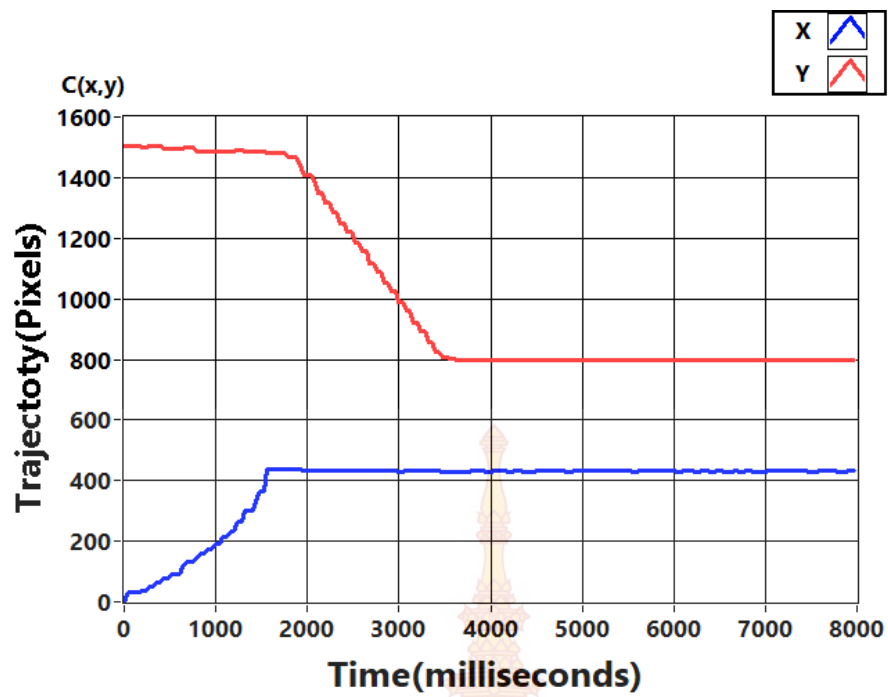
เส้นทางการเดินหุ่นยนต์จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายที่กำหนด



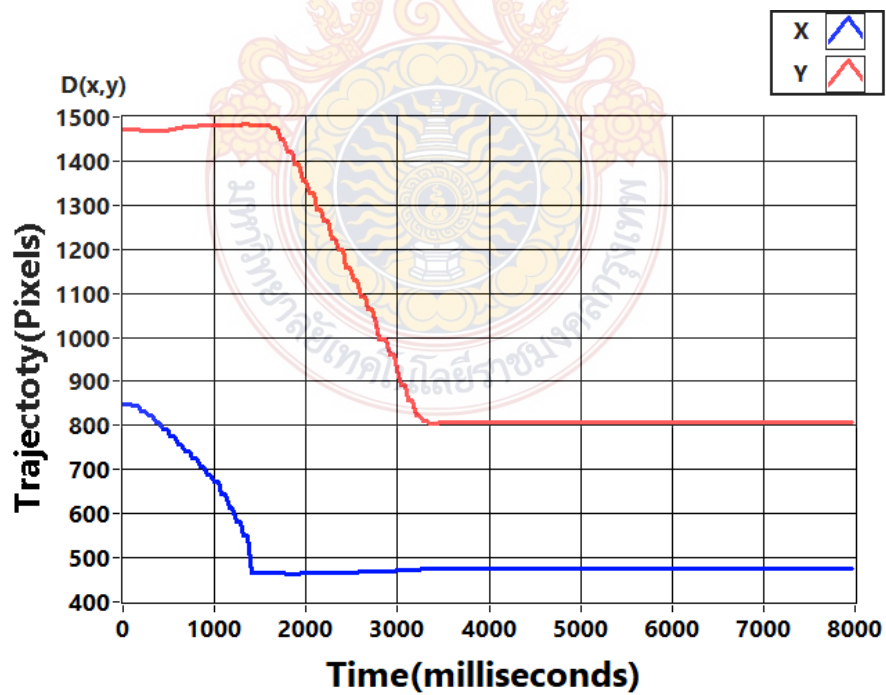
รูปที่ 4.2 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตำแหน่ง A



รูปที่ 4.3 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตำแหน่ง B



รูปที่ 4.3 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตำแหน่ง C

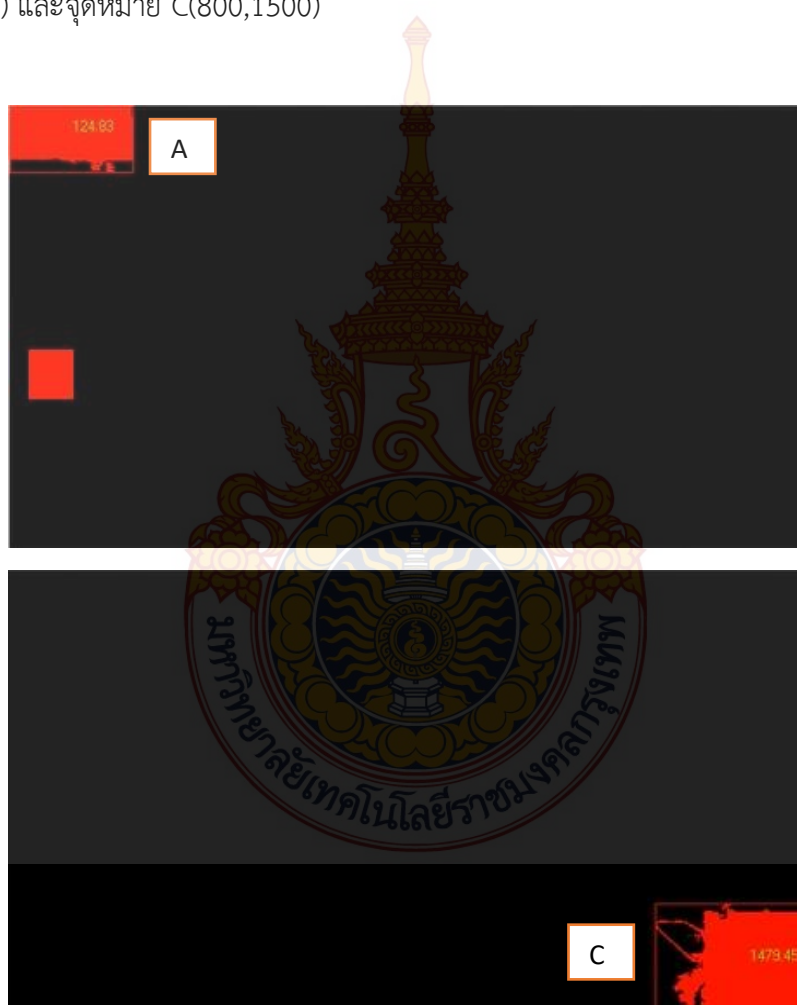


รูปที่ 4.4 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตำแหน่ง D

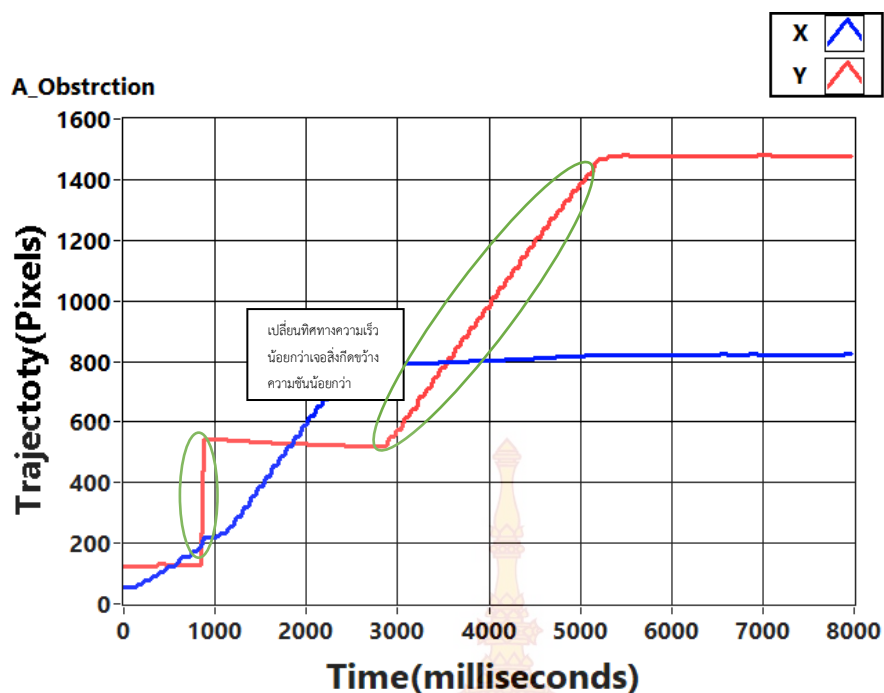
จากการทดสอบ เมื่อนำหุ่นยนต์ไปวางไว้ตำแหน่งหัวมุม ทั้ง 4 ด้าน ระบบประมวลผลภาพสามารถระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ตลอดเส้นทางเดินและส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อบังคับให้หุ่นยนต์วิ่งไปถึงจุดหมายที่กำหนดได้ ผลการทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เมื่อให้จุดเริ่มต้นที่แตกต่างกัน แต่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่จุดหมายที่กำหนดได้แสดงดังรูปที่ 4.1 - 4.3

4.2 การทดสอบที่ 2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

ทดสอบการเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์ กำหนด จุดที่ 1 จุดเริ่มต้นตำแหน่ง A(56,125) และจุดหมาย C(800,1500)



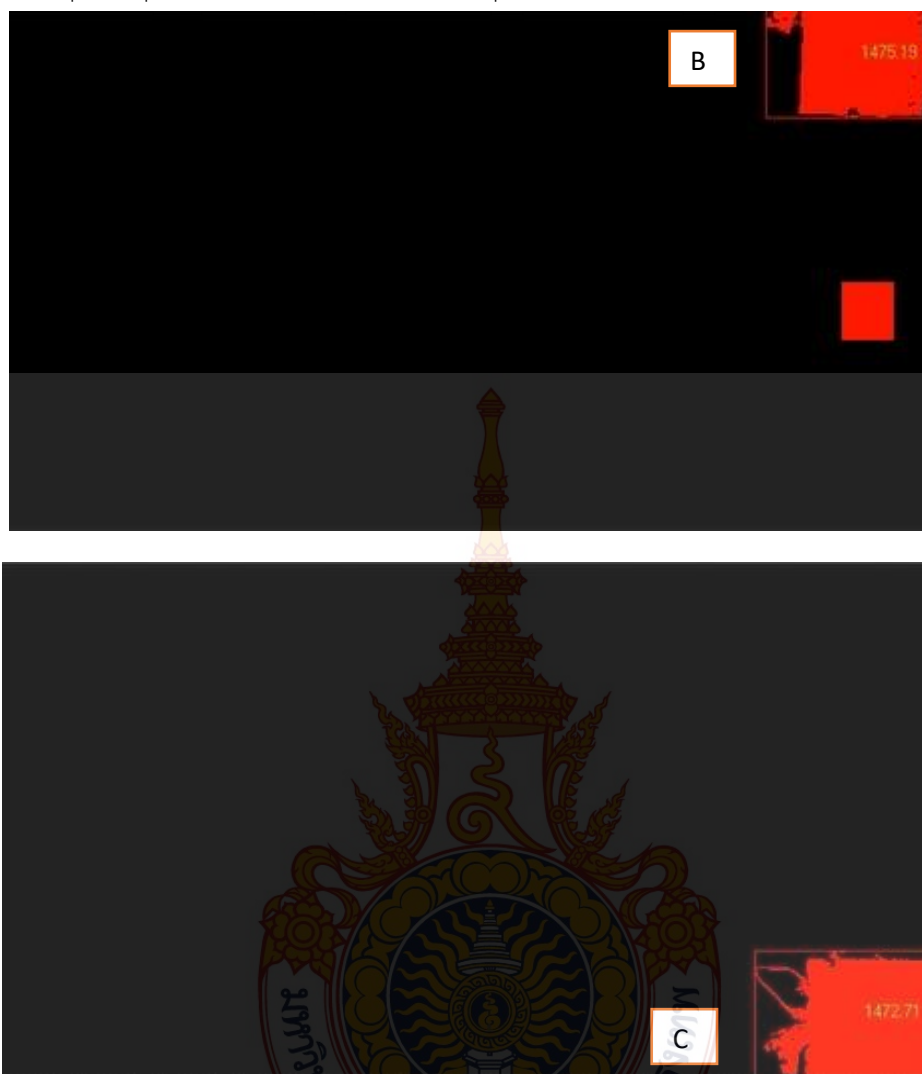
รูปที่ 4.5 ตำแหน่งการเคลื่อนที่รูปแบบที่ 1



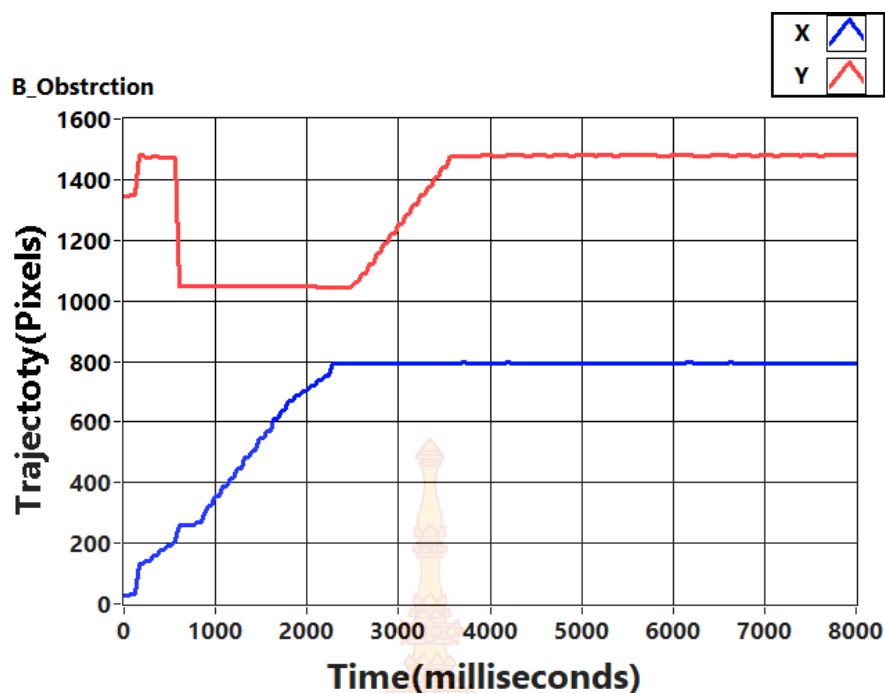
รูปที่ 4.6 การเคลื่อนที่หลบหลีกรูปแบบที่ 1

การทดสอบครั้งที่ 1 หุ่นยนต์ทำการเคลื่อนที่ตรงไปด้านหน้าเมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางอยู่บริเวณทางเดิน จากรูปที่ 9 ช่วงเวลาประมาณ 1 -3 วินาที หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวาง กราฟค่า Y จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม เนื่องจากหุ่นยนต์เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเปลี่ยนทิศเป็นด้านซ้ายมือ เมื่อค่า X อยู่ในตำแหน่งที่กำหนด หุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ตามเงื่อนไขโปรแกรมการออกแบบอัลกอริทึม

จุดที่ 2 จุดเริ่มต้นตำแหน่ง B(88,1476) และจุดหมายตำแหน่ง C(800,1500)



รูปที่ 4.7 ตำแหน่งการเคลื่อนที่รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.8 การเคลื่อนที่หลบหลีกรูปแบบที่ 2

การทดสอบครั้งที่ 2 หุ่นยนต์ทำการเคลื่อนที่ตรงไปด้านหน้าเมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางอยู่บริเวณทางเดิน จากรูปที่ 4.6 ช่วงเวลาประมาณ 500 -2500 มิลลิวินาที หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวาง กราฟค่า Y จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าลดลงจากเดิมเนื่องจากหุ่นยนต์เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเปลี่ยนทิศเป็นด้านขวามือ(ค่าลดลง) เมื่อค่า X อยู่ในตำแหน่งที่กำหนด หุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ตามเงื่อนไขโปรแกรมการออกแบบ เมื่อสังเกตกราฟค่า Y โดยหุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย(ค่าเพิ่มขึ้น) จากรูปที่ 4.8 ช่วงเวลาประมาณ 2500 -3500 มิลลิวินาที เพื่อเคลื่อนตัวไปยังจุดหมายที่กำหนดตามการออกแบบระบบได้อย่างปลอดภัย

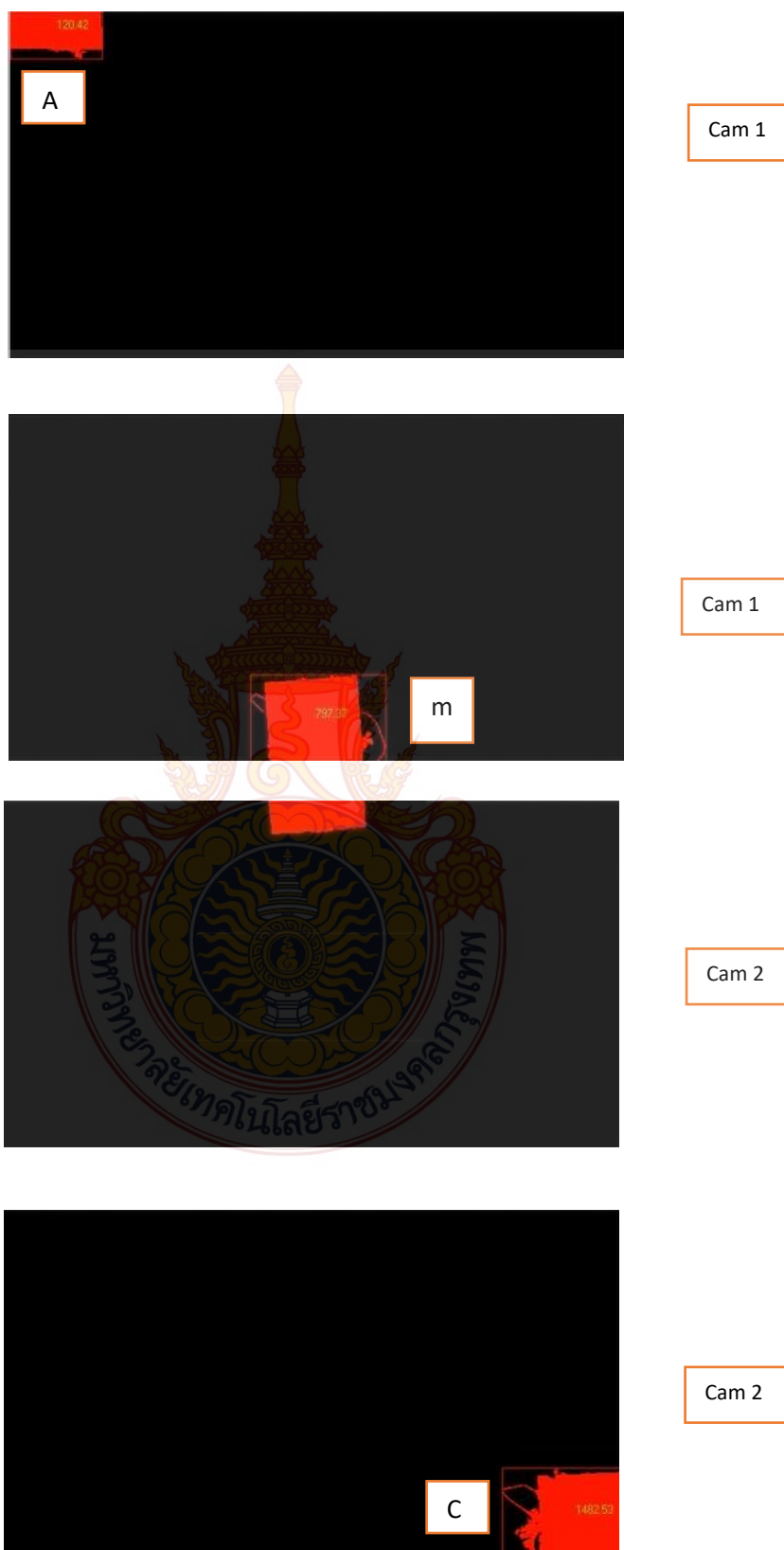
4.3 การขยายพื้นที่การเคลื่อนที่

เป็นการเพิ่มพื้นที่ของระบบการมองเห็นโดยเพิ่มจำนวนกล้องเป็น 2 ตัว อาณาเขตพื้นที่ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะขึ้นอยู่กับ ระดับความสูงและความละเอียดของกล้อง โดยหุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ภายในพื้นที่ที่กล้องถ่ายรูปได้ ซึ่งพื้นที่ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อาจไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องการ ดังนั้นการเพิ่มจำนวนกล้องจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถเพิ่มพื้นที่และทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในพื้นที่ที่กว้างมากขึ้น



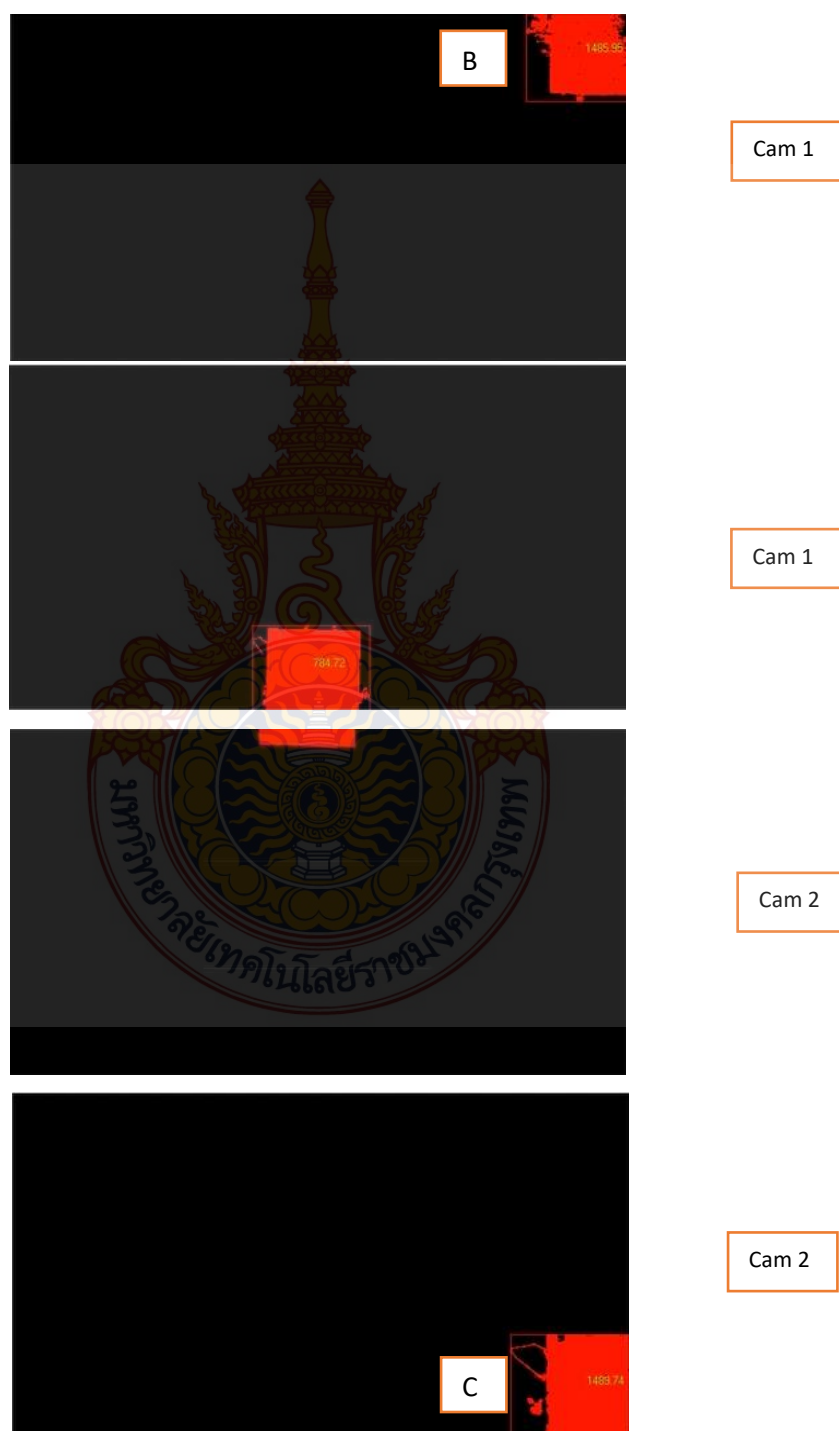
รูปที่ 4.9 ระยะห่างระหว่างกล้อง

กำหนดให้จุดเริ่มต้นเป็นจุดจากกล้องที่ 1 และจุดหมายปลายทางเป็นจุดจากกล้องที่ 2 ระหว่างทางเดินที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไป จะพบสิ่งกีดขวางในพื้นที่ กล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 โดยกำหนดให้การทดลองที่ 1 จุดเริ่มต้นที่ 1 ตำแหน่ง (50,120) (กล้องตัวที่ 1) และจุดหมาย (800,1500) (กล้องตัวที่ 2) ดังรูปที่ 4.10

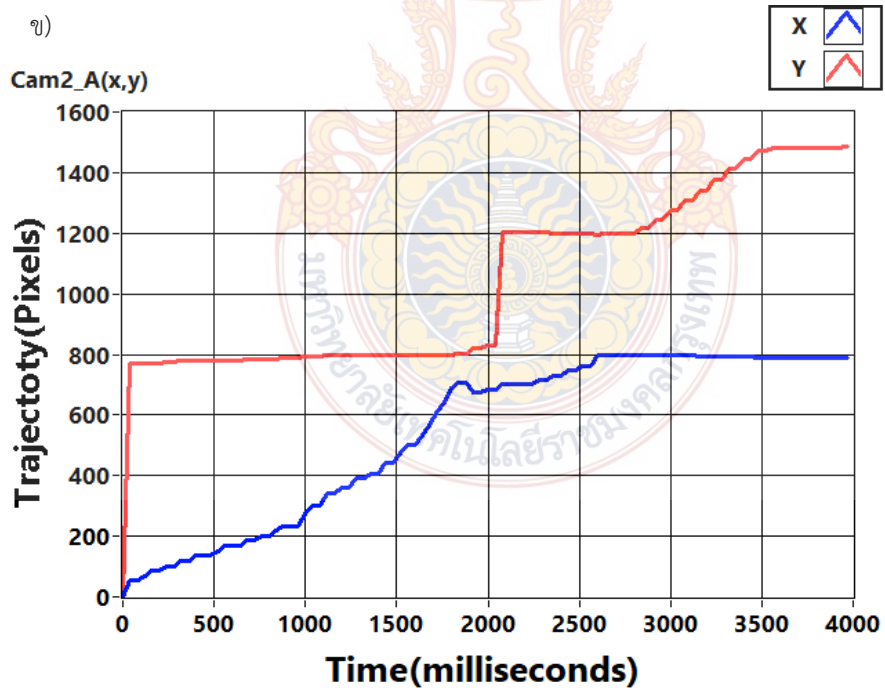
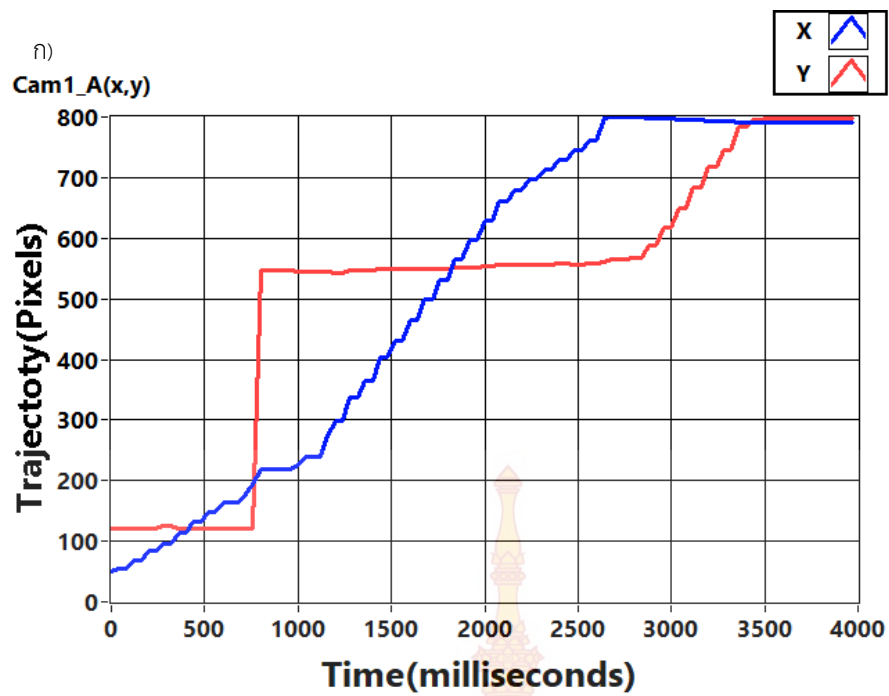


รูปที่ 4.10 ตำแหน่งการเคลื่อนที่รูปแบบที่ 1

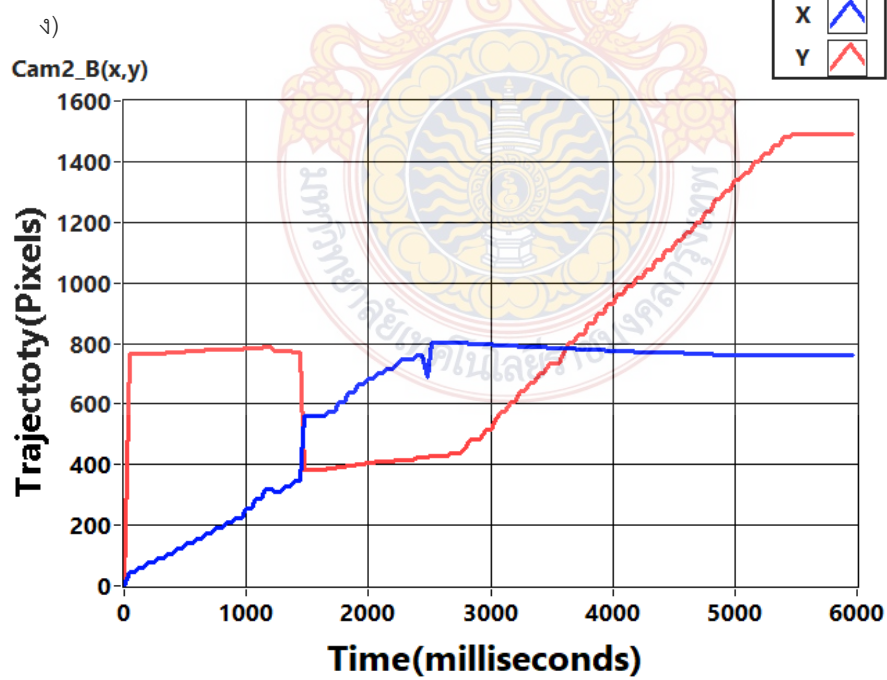
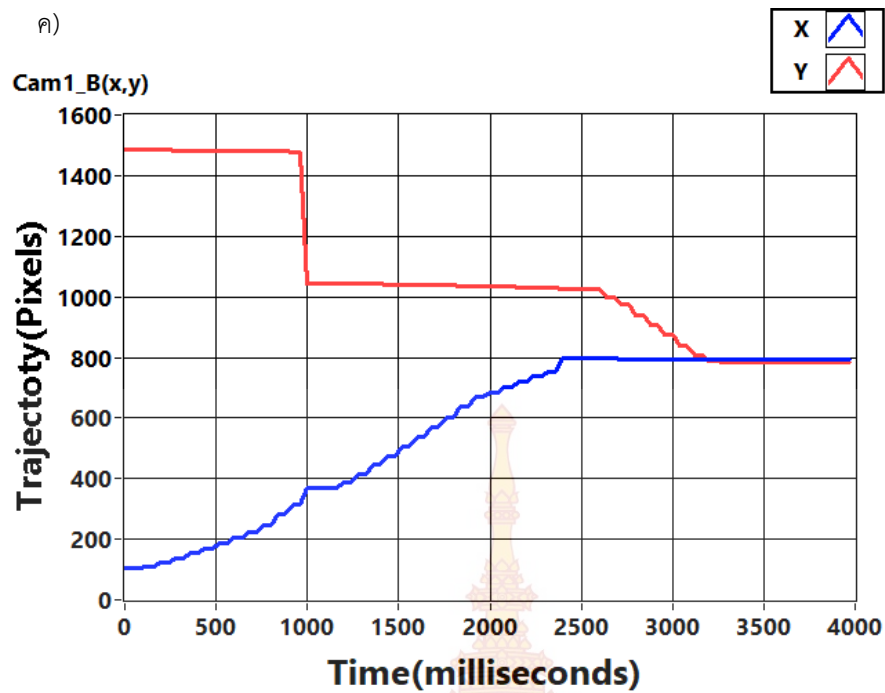
การทดลองที่ 2 เปลี่ยนจุดเริ่มต้นในการเคลื่อนที่แต่กำหนดจุดปลายไว้ตำแหน่งเดิม โดยระหว่างเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่จะพบสิ่งกีดขวางในพื้นที่กล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 โดยกำหนดให้การทดลองที่ 2 จุดเริ่มต้นที่ 1 ตำแหน่ง (104,1488) (กล้องตัวที่ 1) และจุดหมาย (800,1500) (กล้องตัวที่ 2) ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ตำแหน่งการเคลื่อนที่รูปแบบที่ 2



รูปที่ 4.13 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รูปแบบที่ 1



รูปที่ 4.14 วิธีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รูปแบบที่ 2

จากผลการทดลองดังรูปที่ 4.10 หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นเมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะทำการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ กราฟค่า Y จะมีค่าสูงขึ้น ในช่วงเวลาประมาณ 750 มิลลิวินาที หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะทำการเดินหน้าต่อไป เมื่อได้ระยะทางในแนวแกน x ที่กำหนดหุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาประมาณ 3000 มิลลิวินาที กราฟค่า Y จะมีค่าเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.13 ก) จนถึงค่าที่จุด m ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างกล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 จากรูปที่ 4.13 ข) เป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ได้จากกล้องตัวที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์เจอสิ่งกีดขวางที่เวลาประมาณ 2000 วินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เป็นซ้าย หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะทำการเดินหน้าต่อไป เมื่อได้ระยะทางในแนวแกน x ที่กำหนดหุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาประมาณ 2750 มิลลิวินาที กราฟค่า Y จะมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายอย่างปลอดภัย และเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งจุดเริ่มต้นจากผลการทดลองดังรูปที่ 4.11 หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นเมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะทำการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ กราฟค่า Y จะมีค่าลดลง ในช่วงเวลาประมาณ 1000 มิลลิวินาที หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะทำการเดินหน้าต่อไป เมื่อได้ระยะทางในแนวแกน x ที่กำหนดหุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาประมาณ 2500 มิลลิวินาที กราฟค่า Y จะมีค่าลดลง ดังรูปที่ 4.14 ค) จนถึงค่าที่จุด m ซึ่งเป็นรอยต่อระหว่างกล้องตัวที่ 1 และกล้องตัวที่ 2 จากรูปที่ 4.14 ง) เป็นการแสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่ได้จากกล้องตัวที่ 2 เมื่อหุ่นยนต์เจอสิ่งกีดขวางที่เวลาประมาณ 1500 มิลลิวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่เป็นซ้าย หลังจากนั้นหุ่นยนต์จะทำการเดินหน้าต่อไป เมื่อได้ระยะทางในแนวแกน x ที่กำหนดหุ่นยนต์จะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ ในช่วงเวลาประมาณ 2750 มิลลิวินาที กราฟค่า Y จะมีค่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายอย่างปลอดภัย จากผลการทดลองหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นกล้องตัวที่ 1 จับภาพ ไปยังจุดหมายปลายทางยังกล้องตัวที่ 2 ได้ เมื่อใช้กล้องเพิ่มขึ้น จะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ในบริเวณที่มีขนาดพื้นที่กว้างขึ้น โดยหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังเป้าหมายที่กำหนด โดยสามารถกำหนดจุดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ภายในขอบเขตที่กล้องมองเห็นได้ นอกจากนี้เมื่อหุ่นยนต์ตรวจพบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์ก็สามารถเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางและเดินไปยังเป้าหมายที่กำหนดได้อย่างปลอดภัย

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหุ่นยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติโดยใช้กล้องติดบนแนวสูงเพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รถขนส่งของภายในอาคารด้วยระบบวิชั่น เพื่อพิจารณาการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่แบบอัตโนมัติโดยใช้กล้องติดบนแนวสูงเพื่อบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยทำการทดสอบเปลี่ยนจุดการเคลื่อนที่ทั้งจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางเพื่อทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดหมายปลายทางอย่างปลอดภัยได้ โดยมีโครงเป็นแผ่นสแตนเลสมีความกว้าง 32 เซนติเมตร ความยาว 48 เซนติเมตร ความสูง 18 เซนติเมตรนำมาสร้างเป็นโครงรถ

ในส่วนการทดสอบการเคลื่อนที่อัตโนมัติของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ นั้นสามารถสรุปเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์อัตโนมัติในจุดเริ่มต้นที่เปลี่ยนไป โดยกำหนดจุดหมายปลายทางเป็นจุดเดียวกันหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่อัตโนมัติไปยังจุดหมายปลายทางได้ในระยะที่กำหนด ± 100 พิกเซล ถึงแม้จุดเริ่มต้นของหุ่นยนต์จะเป็นจุดที่ต่างกันหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างปลอดภัย

ส่วนที่ 2 การหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เมื่อมีสิ่งกีดขวางขวางบนทางเดินของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อยู่บริเวณด้านหน้าของหุ่นยนต์ได้ โดยหุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนตัวไปด้านข้างเมื่อหุ่นยนต์ตรวจสอบไม่พบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ต่อไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างปลอดภัย ถึงแม้กำหนดจุดเริ่มต้นที่ต่างกันหุ่นยนต์ก็สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายปลายทางได้

ส่วนที่ 3 การขยายพื้นที่การเคลื่อนที่โดยการเพิ่มจำนวนกล้องจะทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในพื้นที่ที่กว้างขึ้นโดยตามพื้นที่ที่กล้องทั้งสองสามารถมองเห็นได้ โดยหุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่อิสระโดยกำหนดจุดเริ่มต้นที่กล้องที่ 1 ไปยังจุดหมายปลายทางที่กล้องที่ 2 ได้อย่างปลอดภัยถึงแม้ว่ามีสิ่งกีดขวาง บริเวณด้านหน้าการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่หลบหลีกและไปถึงเป้าหมายที่กำหนดได้

หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางโดยไม่ต้องทำการเลี้ยวการสไลด์ไปด้านข้างเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเลี้ยว และทำให้กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลงส่งผลให้การเขียนอัลกอริทึมของหุ่นยนต์ง่ายขึ้น นอกจากนี้ระบบประมวลผลภาพสามารถระบุ

ตำแหน่งหุ่นยนต์ และเซนเซอร์สามารถระบุสิ่งกีดขวางที่อยู่บริเวณหน้าหุ่นยนต์ส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางและเดินทางไปถึงเป้าหมายได้อย่างปลอดภัยถึงแม้ย้ายตำแหน่งจุดเริ่มต้น หรือเปลี่ยนตำแหน่งเป้าหมายในการเคลื่อนที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างปลอดภัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ความเข้มแสงมีผลต่อการประมวลผลภาพแสงภายในห้องควรมีค่าคงที่

5.2.2 ขนาดความสูงที่ติดกล้องและความขนาดของกล้องเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ตามจุดได้อย่างแม่นยำตามที่กำหนด

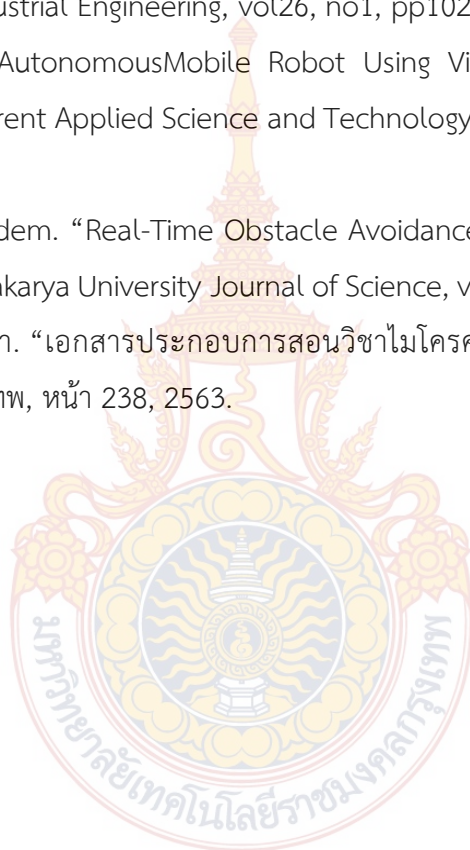
5.2.3 การออกแบบหุ่นยนต์ อัลกอริธึมที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างปลอดภัย



รายการอ้างอิง

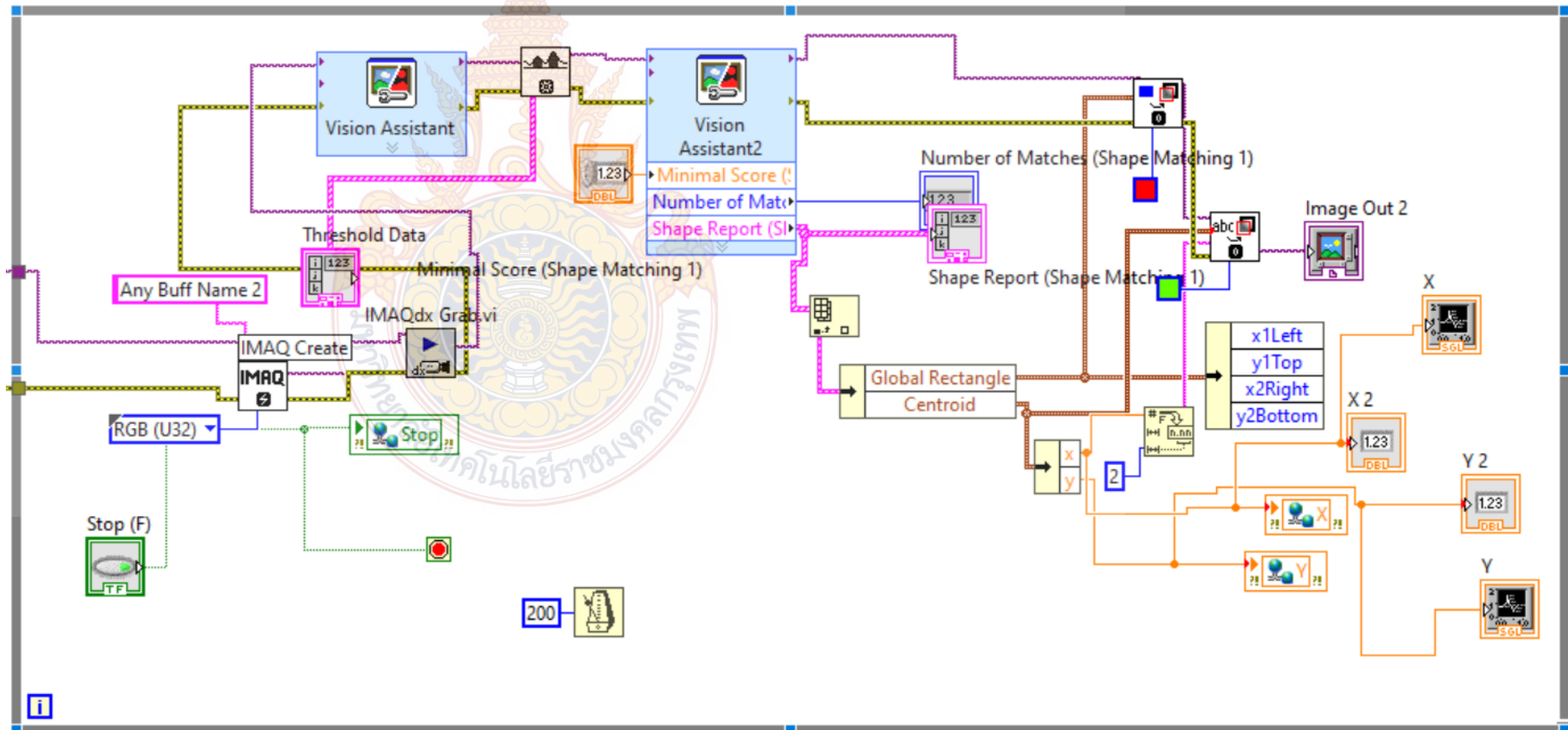
- [1] A.A. Aldair, A.L. Mayyahi A. Maze Maneuvering and Colored Object Tracking for Differential Drive Mobile Robot. Iraqi Journal for Electrical & Electronic Engineering, vol 15, no.1, pp. 47-52, 2019.
- [2] J. Ping, C. Liang, G. Hang, Y. Min, X. Jian. Novel indoor positioning algorithm based on Lidar/inertial measurement unit integrated system. International Journal of Advanced Robotic Systems, vol18, no2, pp1-11, 2021.
- [3] M. Rivai, D. Hutabarat, Z. M. Jauhar Nafis. 2D mapping using omni-directional mobile robot equipped with LiDAR. Telkomnika, vol18, no3, pp1467-1474, 2020.
- [4] L. Juncheng, R. Maopeng, W. Han, X. Lihua. A Behavior-Based Mobile Robot Navigation Method with Deep Reinforcement Learning. Unmanned Systems. vol 9, no3, pp 201-209, 2021.
- [5] C. Wei, S. Jian, L. Weishuo, Z Dapeng. A real-time multi-constraints obstacle avoidance method using LiDAR. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, vol 39,no1, pp119-131, 2020.
- [6] S.A. Li, H.M. Feng, K.H. Chen, W.H. Huang. Highly Autonomous Visualization Map-Generation Mobile Robot System Design Through the Robot Operating System Platform. Journal of Imaging Science & Technology, vol62, no3, pp1-9, 2020.
- [7] X. Yuan, L. Tongqian, S. Bin, Z. Yong, K. Siamak, S. Mingxu. Indoor Vision/INS Integrated Mobile Robot Navigation Using Multimodel-Based Multifrequency Kalman Filter. Mathematical Problems in Engineering, pp1-8, 2021.
- [8] C. Peñaranda, J. Palanca, V. Julian,V. Botti. “A flexible and dynamic mobile robot localization approach”. Logic Journal of the IGPL, vol 28, no2, pp197-210, 2020.
- [9] C. Pang, X. Zhong, H. Hu, J. Tian, X. Peng, J. Zeng. “Adaptive Obstacle Detection for Mobile Robots in Urban Environments Using Downward-Looking 2D LiDAR”. Sensors, vol 18, no6, 2018.
- [10] C. Boris. “Use of Artificial Neural Networks for Fusion of Infrared and Vision Sensors in a Mobile Robot Navigation System”. Annals of DAAAM & Proceedings, vol7, no,1, pp80-87, 2020

- [11] X. Li, S. Du, G. Li, H. Li. "Integrate Point-Cloud Segmentation with 3D LiDAR Scan-Matching for Mobile Robot Localization and Mapping". *Sensors*, vol 20, no.1, pp 237-261, 2019.
- [12] K. Misu , J Miura . "Specific person tracking using 3D LIDAR and ESPAR antenna for mobile service robots". *Advanced Robotics*.vol29, no.22, pp1483-1495, 2015.
- [13] B. Ali, Y. Ayaz, M. Jamil, S.O. Gilani, N Muhammad. "Improved method for stereo vision-based human detection for a mobile robot following a target person". *South African Journal of Industrial Engineering*, vol26, no1, pp102-119, 2015.
- [14] N. Singhata "AutonomousMobile Robot Using Vision System and ESP8266 NodeMCU Board" *Current Applied Science and Technology*, vol. 21, no. 3, pp. 467-480, 2021.
- [15] H. Adem, T. Adem. "Real-Time Obstacle Avoidance Based on Floor Detection for Mobile Robots". *Sakarya University Journal of Science*, vol24, no5, pp845-853, 2020.
- [16] นภัสดล สิงหะตา. "เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์". มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, หน้า 238, 2563.



ภาคผนวก ก
คำสั่งโปรแกรม LabVIEW







ภาคผนวก ข
คำสั่งโปรแกรม LIDAR



```

#include<SoftwareSerial.h>//Soft serial header file

SoftwareSerial Serial1(2,3); //Define the name of the soft serial port as Serial1, and
pin2 as RX, pin3 as TX

/*For arduino boards with multiple serial ports such as DUE boards, comment out the
above two codes and use Serial1 directly*/

int dist;//The measured distance value of radar
int strength;//Radar signal strength, data with strength below 100 is not credible
int IH=230;//The radar installation height (need to set), need to be corrected according
to the actual black object
int H;//Height value
int h=0;//Last height value
int check;//Check value storage
int i;
int Number=0;//Number
int Height=0;//Maximum height
int up=50;//Height limit (need to be set), the height of the object is only valid above
this value
int down=40;//The lower limit (need to be set), the height will be counted if the
height is below the lower limit and the height limit will be counted, to prevent the
data fluctuation when the height is just at the height limit, resulting in incorrect data
int uart[9];//Store radar measurement data
const int HEADER=0x59;//The packet header
void setup()
{
    Serial.begin(115200);//Set the serial port baud rate between arduino and computer
    Serial1.begin(115200);//Set the baud rate of the serial port connecting the radar
and arduino
}
void loop()
{
    if (Serial1.available())//Check if there is data input in the serial port

```

```

{
    if(Serial1.read() == HEADER) // judgment packet header 0x59
    {
        uart[0] = HEADER;
        if(Serial1.read() == HEADER) // judgment packet header 0x59
        {
            uart[1] = HEADER;
            for(i=2; i<9; i++) // Store data to array
            {
                uart[i] = Serial1.read();
            }
            check = uart[0] + uart[1] + uart[2] + uart[3] + uart[4] + uart[5] + uart[6] + uart[7];
            if(uart[8] == (check & 0xff)) // Check the received data according to the
agreement
            {
                dist = uart[2] + uart[3] * 256; // calculate the distance value
                strength = uart[4] + uart[5] * 256; // Calculate the signal strength value
                H = IH - dist; // Calculate the height value
                /*Number of people measured*/
                /*Principle: When the data breaches the height limit from the lower
limit, the number of people increases by 1*/
                if(H >= up & h < down) // When a person enters the measurement area, the
number of people increases by one
                {
                    Number = Number + 1;
                    h = H;
                    Height = H;
                    Serial.print("Number = ");
                    Serial.print(Number); // Output number value
                    Serial.print("\t");
                }
            }
        }
    }
}

```

if($H \geq up$ & $h \geq down$)//When the person is in the measurement area,
the maximum value in this period can be obtained by comparison

```
{
  if(Height<H)
  {
    Height=H;
  }
}
```

if($H < down$ & $h \geq up$)//When a person walks out of the measurement
area, the maximum height is output, and the maximum value is reset to zero

```
{
  Serial.print("Height = ");
      Serial.print(Height);//Output height value
  Serial.print('\n');
  h=H;
  Height=0;
}
//      Serial.print("H = ");
//      Serial.print(H);//Output height value
//      Serial.print('\t');
//      Serial.print("dist = ");
//      Serial.print(dist);//Output radar test distance value
//      Serial.print('\t');
//      Serial.print("strength = ");
//      Serial.print(strength);//Output signal strength value
//      Serial.print('\n');
  }
}
}
}
```