

การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์โดยการใช้ระยะเวลาการคายประจุ
ของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICROMOUSE ROBOT USING
DICHARGING TIME OF CAPACITOR WITH INFRARED SENSOR



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2563

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

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

DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICROMOUSE ROBOT USING
DICHARGING TIME OF CAPACITOR WITH INFRARED SENSOR



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์โดยใช้ระยะเวลา
การคายประจุของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด	
รายชื่อนักศึกษา	นายบุญยวิทย์ บุญยสาระนัย รหัสนักศึกษา 60010556
	นายภักชนันท์ หนูคง รหัสนักศึกษา 60010764
	นายเศรษฐ์ ขานอยู่ รหัสนักศึกษา 60011009
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	ผศ.ดร.วันวิสา ชัชวงษ์
	รศ.บุญยชนะ ภูระหงษ์

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรม
ศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง


.....
(ผศ.ดร.วันวิสา ชัชวงษ์)


.....
(รศ.บุญยชนะ ภูระหงษ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์โดยการใช้ระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด			
รายชื่อนักศึกษา	นายบุญยวีร์	บุญยสารระนัย	รหัสนักศึกษา	60010556
	นายภัชชนันท์	หนูคง	รหัสนักศึกษา	60010764
	นายเศรษฐ์	ชานอยู่	รหัสนักศึกษา	60011009
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ			
พ.ศ.	2563			
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดร.วันวิสา ชัชวงษ์ รศ.บุญยชนะ ภูระหงษ์			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์โดยการใช้ระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด หุ่นยนต์ไมโครเมาส์เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กถึงปานกลางที่ใช้แนวคิดในการค้นหาเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด มีกระบวนการทำงานที่สำคัญคือการค้นหาเส้นทาง ทางคณะผู้จัดทำได้มีการออกแบบรูปทรงของหุ่นยนต์ ออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ PCB ขึ้นมาและได้ทำการทดลองอัลกอริทึมของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ เพื่อแก้ไขปัญหาการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดในช่วงกต อีกทั้งยังค้นคว้าและทดลองวิจัยการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรดให้เหมาะสมโดยใช้ระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด ผลการทดลองหาการต่อวงจรที่เหมาะสมที่สุดของอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรดระหว่างการต่อวงจรแบบตัวต้านทานแบ่งแรงดันและการต่อวงจรแบบใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุและแสดงผลลัพธ์การอ่านค่าที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับพบว่ากราฟเชิงเส้นของการต่อวงจรแบบใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าการต่อวงจรแบบตัวต้านทานแบ่งแรงดัน ส่งผลให้หุ่นยนต์ไมโครเมาส์สามารถประมวลผลคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุดและเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทางได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Thesis Title	DESIGN AND DEVELOPMENT OF MICROMOUSE ROBOT USING DICHARGING TIME OF CAPACITOR WITH INFRARED SENSOR		
Student	Mr.Boonyawee	Boonyasarnai	Student ID. 60010556
	Mr.Patchanan	Nookong	Student ID. 60010764
	Mr.Set	Khanyoo	Student ID. 60011009
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Year	2020		
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Vanvisa	Chutchavong	
	Assoc.Prof.Boonchana	Purahong	

ABSTRACT

This thesis is presented Design and Development of Micromouse robot using dicharging time of capacitor with infrared sensor. The Micromouse robot is a small to medium sized robot that uses the concept of finding the shortest path from the starting point to the destination point. This type of robot has one important workflow and thinking process, or path-finding algorithm is a process or algorithm for finding a path. The organizers can design the shape of the robot, designing an electronic PCB and experimented with the algorithm of the Micromouse robot to solve the problem of finding the best path in the maze. In addition, it is also researching suitable applications using dicharging time of capacitor with infrared sensor. The results of the experiment were to find the optimum circuit connection of the infrared sensor during connection with resistors, voltage divider and capacitor discharging time connection and shows that the linear curve of the capacitor discharging time circuit is more efficient than the voltage divider circuit. As a result, the Micromouse robot can process, calculate the best route and move better from the starting point to the destination.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์ และรองศาสตราจารย์บุญยชนะ ภูระหงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและให้กำลังใจที่เต็มเปี่ยมตลอดในการจัดทำปริญญาบัตรฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบคุณ นายธนวิชัย อนุวงศ์พินิจ และ นายธนภูมิ ภูมิ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการที่ได้ดูแลให้คำแนะนำความรู้ ให้คำปรึกษา แนวคิดการทำงาน การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และให้กำลังใจที่เต็มเปี่ยมตลอดในการจัดทำปริญญาบัตรฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบคุณคุณพ่อคุณแม่สมาชิกในครอบครัวทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจเสมอมา ขอบคุณสำหรับการเรียนรู้ศึกษาสิ่งใหม่ ๆ การเรียนรู้ยอมรับข้อผิดพลาด การแก้ไขปรับปรุงปัญหาในแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้ปริญญาบัตรฉบับนี้สมบูรณ์มากที่สุด และนำไปใช้ประโยชน์ได้ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้



บุญยวีร์ บุญยสาระนัย
ภัชชนันท์ หนูคง
เศรษฐ์ ขานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	2
1.5.1 Hardware	2
1.5.2 Software	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 โปรแกรม Arduino IDE	4
2.2 โปรแกรม Visual Studio	5
2.3 โปรแกรม Solidworks	5
2.4 โปรแกรม Altium Designer	7
2.5 สเต็ปป์มอเตอร์ (STEPPING MOTOR)	8
2.5.1 การทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปมอเตอร์.....	10
2.5.2.1 แบบ Bipolar	10
2.5.2.2 แบบ Unipolar.....	10
2.5.3 การสั่งงานควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์.....	10
2.5.3.1 แบบเวฟ (wave).....	10
2.5.3.2 แบบ 2 เฟส (2 Phase)	11
2.5.3.3 แบบครึ่งสเต็ป.....	12
2.5.4 H-Bridge.....	12
2.6 Stepping Motor Drive	15
2.6.1 Dual H-Bridge Stepping Motor Driver DRV8834RGET.....	15
2.7 Module ESP32-WROOM-32D.....	16
2.7.1 สเปคของ ESP32-WROOM-32D.....	16
2.7.2 Pin ต่าง ๆ ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบบััส.....	17
2.8 อุปกรณ์ตรวจจู้อินฟราเรด.....	20
2.9 Regulator.....	22
2.10 ตัวเก็บประจุ.....	22
2.11 Recursive Function	24
2.12 อัลกอริทึม Depth First Search.....	24
2.13 Breadth first search.....	27
2.14 อัลกอริทึม Backtracking.....	27
2.15 Analog to Digital Converter (ADC).....	29
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ภาพรวมแนวคิดของงาน..... 31

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ..... 33

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

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 ขั้นตอนการเลือก Motor.....	33
3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบตัวหุ่นยนต์ Micromouse.....	33
3.2.2.1 การออกแบบฐาน.....	33
3.2.2.2 การออกแบบล้อ.....	35
3.2.2.3 การออกแบบยาง.....	36
3.2.2.4 การออกแบบโครงหลัก.....	37
3.2.2.5 โครงหลักของตัวหุ่นยนต์.....	39
3.2.2.6 การออกแบบฝาปิดส่วนท้าย.....	43
3.2.2.7 การประกอบชิ้นส่วน.....	44
3.2.3 ขั้นตอนการออกแบบวงจรด้วยซอฟต์แวร์ Altium Designer.....	46
3.2.3.1 การออกแบบ Schematic.....	46
3.2.3.2 การดาวน์โหลด Libraries.....	47
3.2.3.3 ขั้นตอนการออกแบบลายวงจร PCB (Print Circuit Board).....	47
3.2.4 ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของซอฟต์แวร์.....	48
3.2.4.1 การใช้หุ่นยนต์วิ่งจดจำแผนที่.....	48
3.2.4.2 Depth first search algorithm.....	49
3.2.4.3 Backtracking.....	49
3.2.5 ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด.....	50
3.2.5.1 การทดลองวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	50
3.2.5.2 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	52
3.2.6 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างโปรแกรมตัวกรอง.....	54

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.1 การประกอบหุ่นยนต์ Micromouse..... 56

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.1 โครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse.....	56
4.1.2 Print Circuit Board (PCB).....	58
4.1.3 ขั้นตอนการนำ PCB ประกอบเข้ากับโครงร่างของหุ่นยนต์	60
4.1.4 ขั้นตอนการติดตั้งแบตเตอรี่.....	60
4.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองอัลกอริทึมระบบการทำงานของ Micromouse.....	61
4.3 ผลการดำเนินงานของอุปกรณ์ตรวจรู้ของหุ่นยนต์ Micromouse	68
4.3.1 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้ระยะทางจาก การต่อวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	68
4.3.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้ระยะทางจาก วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	70
4.3.3 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด โดยใช้ตัวกรองค่าเฉลี่ย.....	72
4.4 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Micromouses ในเขาวงกต.....	73
บทที่ 5 สรุปผลวิจัย และข้อเสนอแนะเชิงทฤษฎีจากการวิจัย	76
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	76
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	77
บรรณานุกรม.....	78
ภาคผนวก.....	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางการเปิดปิดสัญญาณของวงจร H-Bridge.....	16
2.2 ตารางอธิบายแต่ละ Pin ของ ESP32-WROOM-32D.....	18
2.3 ตารางแสดงลำดับการสำรวจโหนดของอัลกอริทึม Depth First Search.....	26
4.1 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้จากการต่อวงจรแบบใช้ ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	48
4.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้จากการต่อวงจรแบบการ ใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	50



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โปรแกรม Arduino IDE.....	4
2.2 โปรแกรม Visual Studio.....	5
2.3 โปรแกรม Solidworks.....	7
2.4 ตัวอย่างการออกแบบโมเดลในโปรแกรม Solidworks.....	7
2.5 โปรแกรม Altium Designer.....	8
2.6 Stepping Motor 17HM08-12045.....	8
2.7 รูปโครงสร้างภายในสเต็ปมอเตอร์.....	9
2.8 การควบคุมของ Stepping Motor.....	9
2.9 การพันขดลวดบน Stator ของ Stepping Motor.....	10
2.10 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบ Wave.....	11
2.11 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบ 2 เฟส.....	11
2.12 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป.....	12
2.13 วงจร H-Bridge (1).....	13
2.14 วงจร H-Bridge (2).....	13
2.15 วงจร H-Bridge (3).....	14
2.16 วงจร H-Bridge (4).....	14
2.17 แผนผังการทำงานของ Stepping Motor Drive.....	15
2.18 H-Bridge Stepping Motor Driver DRV8834RGET.....	16
2.19 ESP32-WROOM-32D.....	17
2.20 Pinout ของ ESP32.....	19
2.21 Infrared Sensor Module.....	20
2.22 การทำงานของ Infrared Sensor Module.....	20
2.23 ภาพจำลองการสะท้อนลำแสงที่แสดงค่าเป็น 0.....	21
2.24 ภาพจำลองการสะท้อนลำแสงที่แสดงค่าเป็น 1.....	21
2.25 Linear Voltage Regulator UA78M33CDCYR.....	22
2.26 ตัวเก็บประจุ.....	22
2.27 แผนภาพของ Recursive function.....	24
2.28 ลำดับการเดินทางบนโหนดของการค้นหาแบบลึกก่อนบนโครงสร้างต้นไม้.....	25
2.29 โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องขออนุญาตเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.30 แผนภาพของ Breadth-first search.....	27
2.31 แผนภาพหลักการทำงานของ Backtracking.....	27
2.32 ตัวอย่างโจทย์ที่ใช้แก้ปัญหาโดยอัลกอริทึม Backtracking.....	28
2.33 แผนภาพการแก้ไขปัญหแบบกำหนดผลลัพธ์จากความน่าจะเป็นทั้งหมด.....	28
2.34 แผนภาพการแก้ไขปัญหแบบ Backtracking.....	29
2.35 การแปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital.....	30
2.36 กราฟการแสดงค่า Digitization.....	30
3.1 มุมมองจากด้านหน้าของโมเดลหุ่นต้นแบบ.....	31
3.2 มุมมองจากด้านข้างของโมเดลหุ่นต้นแบบ.....	32
3.3 มุมมองจากด้านหลังของโมเดลหุ่นต้นแบบ.....	32
3.4 มอเตอร์ Nema 17 Bipolar Stepping Motor รุ่น 17HM08-1204.....	33
3.5 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองฐาน.....	33
3.6 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองฐาน.....	34
3.7 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองฐานของตัวหุ่นยนต์.....	34
3.8 มุมมองจากด้านหน้าแบบจำลองล้อ.....	35
3.9 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองล้อ.....	35
3.10 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองของตัวหุ่นยนต์.....	36
3.11 มุมมองจากด้านหน้าแบบจำลองของยาง O ring ที่ใส่กับล้อ.....	36
3.12 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองของยาง O ring ที่ใส่กับล้อ.....	37
3.13 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองโครงหลัก.....	37
3.14 มุมมองจากด้านหลังแบบจำลองโครงหลัก.....	38
3.15 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองโครงหลัก.....	38
3.16 แบบจำลองเสาที่ใช้นำไปยึดตัวโครงหลัก.....	39
3.17 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองโครงหลักที่ยึดกับฐานโดยเสาและยึดกับมอเตอร์.....	39
3.18 มุมมองจากด้านหลังแบบจำลองโครงหลักที่ยึดกับฐานโดยเสาและยึดกับมอเตอร์.....	40
3.19 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองโครงหลักที่ยึดกับฐานโดยเสาและยึดกับมอเตอร์.....	40
3.20 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองโครงหลักที่ยึดกับฐานโดยเสาและยึดกับมอเตอร์.....	41
3.21 แบบจำลองเสาทั้ง 4 และการยึดโครงหลักกับฐานโดยการขันน็อตจากทั้งสองด้าน.....	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีเผยแพร่เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา และหากมีข้อสงสัยประการใด กรุณาติดต่อฝ่ายบริหาร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โทร. 02-214-9999 หรือ 02-214-9998

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

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.22 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของโครงหลักยึดกับมอเตอร์ทั้งสองตัวและฐาน.....	42
3.23 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของโครงหลักยึดกับมอเตอร์ทั้งสองตัวและฐาน.....	42
3.24 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์.....	43
3.25 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์.....	43
3.26 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์.....	44
3.27 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์.....	44
3.28 มุมมองจากด้านบน แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์.....	45
3.29 มุมมองจากด้านล่าง แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์.....	45
3.30 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของการติดตั้งจอ LCD และสวิตช์ของตัวหุ่นยนต์.....	45
3.31 การทำ Schematic.....	46
3.32 เว็บไซต์ SnapEDA.....	47
3.33 การออกแบบลายวงจรแผ่น PCB.....	47
3.34 ตัวอย่างของการเก็บแผนที่ในโปรแกรม.....	48
3.35 แผนที่ของ Micromouse ที่จำลองขึ้นมา.....	49
3.36 การใช้ Depth first search algorithm.....	49
3.37 การใช้ Backtracking algorithm.....	50
3.38 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	51
3.39 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	51
3.40 การทดสอบวัฏระยะทางของวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	52
3.41 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	53
3.42 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	53
3.43 การทดสอบวัฏระยะทางของวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	54
3.44 ตัวกรองแบบเฉื่อย.....	55
3.45 ตัวกรองแบบ median.....	55
4.1 การพิมพ์สามมิติโครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse.....	56
4.2 โครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse ที่ถูกพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์สามมิติ.....	57
4.3 ล้อของหุ่นยนต์ Micromouse ที่ถูกพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์สามมิติ.....	57
4.4 โครงหลักและล้อของหุ่นยนต์ Micromouse เมื่อลองประกอบกับสเต็ปเปอร์มอเตอร์.....	57
4.5 PCB ที่ออกแบบโดยโปรแกรม Altium Designer.....	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 PCB ที่สั่งพิมพ์ออกมา.....	58
4.7 ด้านบนของ PCB ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว.....	59
4.8 ด้านล่างของ PCB ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว.....	59
4.9 หุ่นยนต์ Micromouse ที่ทำการประกอบเข้ากับ PCB	60
4.10 หุ่นยนต์ Micromouse ที่ทำการประกอบเข้ากับแบตเตอรี่.....	60
4.11 เขาวงกตที่นำมาใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง ขนาด 8 x 8.....	61
4.12 เขาวงกตในรูปแบบเลขฐานสองขนาด 8 x 8.....	61
4.13 การเก็บค่าของเขาวงกตในรูปแบบของเลขฐานสอง.....	62
4.14 ค่าของเขาวงกตที่ถูกเก็บไว้ในรูปแบบเลขฐานสิบ.....	62
4.15 โปรแกรมที่ใช้ในการสำรวจเขาวงกตและบันทึกค่าการเดินสำรวจ.....	62
4.16 ผลลัพธ์ที่ได้ของการสำรวจเขาวงกต.....	63
4.17 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อไปถึงเป้าหมาย.....	63
4.18 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด.....	64
4.19 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาทิศทางของเขาวงกต.....	64
4.20 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าสังกาศทางของหุ่นยนต์ Micromouse.....	66
4.21 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าสังกาศทางของหุ่นยนต์ Micromouse.....	66
4.22 ผลลัพธ์ของค่าสังกาศทางการเดินของหุ่นยนต์ Micromouse.....	67
4.23 อุปกรณ์ตรวจรู้ TCRT5000.....	68
4.24 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	68
4.25 แผนภูมิแสดงผลค่าที่วัดได้ของวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน.....	70
4.26 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	70
4.27 แผนภูมิแสดงผลค่าที่วัดได้ของวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ.....	72
4.28 แผนภูมิแสดงค่าที่วัดได้ของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเทียบกับค่าเฉลี่ย.....	73
4.29 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ในพื้นที่เส้นชัย.....	74
4.30 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ในเขาวงกต.....	74
4.31 การทดลองการหันเลี้ยวทิศทางของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ในเขาวงกต.....	75
4.32 การทดลองการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทาง.....	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิได้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้งานและได้รับการพัฒนาต่อเนื่องตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในระบบโรงงานอุตสาหกรรมที่นิยมมากขึ้นและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าในสายการผลิตหรือโกดังสินค้า ซึ่งความต้องการใช้งานหุ่นยนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมาก สำหรับหุ่นยนต์ประเภทนี้มีกระบวนการทำงานและการคิดที่สำคัญอยู่ประการหนึ่ง คือ กระบวนการหรืออัลกอริทึมในการค้นหาเส้นทางเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยตัวอย่างการของการประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ชนิดนี้ คือการคำนวณเส้นทางจากจุดรับพัสดุเริ่มต้นไปยังจุดส่งพัสดุที่มุ่งหมายโดยให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยหลักการทำงานของหุ่นยนต์ในรูปแบบนี้ มีแนวคิดและหลักการการทำงานที่คล้ายคลึงกับหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่ใช้หลักการดังกล่าว คือ หุ่นยนต์ไมโครเมาส์ (Micromouse Robot)

หุ่นยนต์ไมโครเมาส์ เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กถึงปานกลางที่ใช้แนวคิดในการค้นหาเส้นทางเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด โดยเส้นทางในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์นั้นอาจมีความซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นเขาวงกต โดยการออกแบบและพัฒนาของปริญญานิพนธ์นี้ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการแข่งขันหุ่นยนต์ The 39th All Japan Micromouse Contest[1] ซึ่งเป็นการแข่งขัน โดยที่หุ่นยนต์มีขนาดไม่เกิน 150 มิลลิเมตร คูณ 168 มิลลิเมตร และให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในเขาวงกตขนาด 16 หน่วย คูณ 16 หน่วย โดยหุ่นยนต์ไมโครเมาส์สามารถเริ่มต้นเส้นทางจากจุดใดจุดหนึ่งในเขาวงกตก็ได้จากนั้นทำการค้นหาเส้นทางไปยังจุดเส้นชัยที่กำหนดไว้เปรียบเสมือนการปล่อยหนูไว้ในเขาวงกตเพื่อให้หนูจำเส้นทางและจุดหมายนั้นคืออาหารได้นั่นเอง ซึ่งอัลกอริทึมในการเคลื่อนที่ของหุ่นไมโครเมาส์มีลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงกับหุ่นยนต์ในระบบโรงงานอุตสาหกรรม จึงเป็นที่มาของการศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ตั้งในปริญญานิพนธ์นี้

อย่างไรก็ตามปัญหาหนึ่งของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ คือ ปัญหาในเรื่องของระบบเซ็นเซอร์ ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้กับหุ่นยนต์ไมโครเมาส์นี้ คือ อุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด โดยทั่วไปมิจะใช้การอ่านจากแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานด้วยวิธีการอ่าน ADC (Analog-to-digital converter) ซึ่งค่าที่อ่านได้นั้นไม่เหมาะกับการนำมาใช้งาน เนื่องจากค่าที่อ่านได้จากระยะตั้งแต่ 10-20 เซนติเมตร มีแรงกัตกคร่อมที่ตัวต้านทานใกล้เคียงกันเกินไป ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำวิธีการแก้ไขปัญหาที่กล่าวข้างต้น โดยนำระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ ประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

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

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

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท

1. เพื่อพัฒนาและต่อยอด Micromouse Robot ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. เพื่อศึกษาและออกแบบรูปทรงของหุ่นยนต์ด้วยโปรแกรม Solidworks
3. เพื่อศึกษาการทำแผงวงจร Print Circuit Board ด้วยโปรแกรม Altium Designer
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งด้วยโปรแกรม Arduino IDE
5. เพื่อให้ Micromouse Robot สามารถคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในเขาวงกตได้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1. สามารถเคลื่อนที่ในแนวตรงและเลี้ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. สามารถตรวจจับกำแพงในเขาวงกตได้
3. สามารถเก็บข้อมูลเส้นทางในเขาวงกตได้
4. สามารถคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในรอบถัดไปได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาการออกแบบรูปทรงของหุ่นยนต์ด้วยโปรแกรม Solidworks
2. ศึกษาการทำแผงวงจร Print Circuit Board ด้วยโปรแกรม Altium Designer
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมคำสั่งด้วยโปรแกรม Arduino IDE
4. ศึกษาหลักการทำงานของมอเตอร์
5. ศึกษาการทำงานของ Sensor ตรวจจับกำแพง
6. ศึกษา Algorithm ในการทำงาน
7. ประเมินผลจากการทดลองและปรับปรุงแก้ไขปัญหา
8. สรุปผลการทดลอง

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 Hardware

- Battery 800 mAh
- ESP32
- Print Circuit Board
- Infrared Sensor
- Stepping Motor
- Motor Driver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังอาจมีการอัปเดตเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- Switch
- Regulator
- Phototransistors
- Resistor
- Diode
- USB Bridge
- เครื่องพิมพ์สามมิติ
- ตะกั่ว
- หัวแร้งบัดกรี
- แหนบ
- ไขควง

1.5.2 Software

- Solidworks
- Altium Designer
- Arduino IDE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรม Arduino IDE

Arduino Integrated Development Environment (IDE) หรือที่เรียกว่า Arduino Environment เป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนซอฟต์แวร์สำหรับแพลตฟอร์มไอเฟ้นซอร์สนี้ แพลตฟอร์ม Arduino เป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมที่ออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การใช้งานทั่วไป ได้แก่ หุ่นยนต์ เทคโนโลยีการปรับปรุงบ้านคอมพิวเตอร์ที่สวมใส่ได้และแอปพลิเคชันอิเล็กทรอนิกส์ที่แปลกใหม่

สิ่งประดิษฐ์ Arduino ส่วนใหญ่ได้รับการพัฒนาโดยใช้ Arduino IDE มักใช้โดยโปรแกรมเมอร์เพื่อเร่งกระบวนการเขียนโปรแกรม คุณสมบัติทั่วไปของ IDE รวมถึงการกำหนดหมายเลขบรรทัดอัตโนมัติ การเน้นไวยากรณ์และการรวบรวมแบบรวม แม้ว่าจะเป็นไปได้ในทางเทคนิคที่จะเขียนซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรมแก้ไขข้อความอย่างง่าย แต่กระบวนการนั้นง่ายกว่ามากเมื่อเขียนโค้ดใน IDE ภาษาการเขียนโปรแกรมจำนวนมากมี IDEs ของตนเองและมีการพัฒนา IDE สำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไปหลายอย่าง IDE วัตถุประสงค์ทั่วไปเหล่านี้สามารถใช้กับภาษาการเขียนโปรแกรมที่รองรับได้หลากหลาย



รูปที่ 2.1 โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.2 โปรแกรม Visual Studio

Visual Studio คือ โปรแกรมตัวหนึ่งที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่ยังไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบเองได้ เหมาะสมสำหรับภาษา VB และ VB.NET เนื่องจากไมโครซอฟต์ได้พัฒนาโปรแกรมและภาษาขึ้นมาควบคู่กันเพื่อให้ใช้งานได้ซึ่งกันและกัน ซึ่งนักโปรแกรมเมอร์จะนำเครื่องมือมาใช้ในการพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นระบบต่าง ๆ หรือเป็นเว็บไซต์ และแอปพลิเคชันต่างๆ วิชวลสตูดิโอจึงเป็นโปรแกรมตัวหนึ่งที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่าง ๆ ซึ่งโปรแกรมได้มีการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ในระดับหนึ่งแล้ว แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบได้ด้วยตนเอง นักพัฒนาจะนำเครื่องมือของโปรแกรมมาใช้ในการพัฒนาต่อให้เกิดเป็นซอฟต์แวร์หรือระบบต่าง ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก และลดเวลาการทำงานและข้อผิดพลาดได้เป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.2 โปรแกรม Visual Studio

2.3 โปรแกรม Solidworks

Solidworks พัฒนาขึ้นในปี 1995 โดยบริษัท Dassault System ในฝรั่งเศสเป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้ทันก้ออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering (CADD = Computer Aided Design and Drafting)

โปรแกรม Solidworks เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงมาก คือ สามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น solid หรือ surface ก็มีเครื่องที่

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

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

รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงาน ก็เพียงลากชิ้นงานมาวางในใบงานแล้วขนาด จะมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งานสามารถที่จะประหยัดเวลาในการทำงานและสนุกกับการทำงานอีกด้วย ส่วนในด้านประสิทธิภาพของ Solidworks เป็นการเจาะลึกให้นักออกแบบสามารถสร้างชิ้นงานจำลองทางด้าน Mechanical Engineering Design ได้อย่างสมบูรณ์แบบ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรม และการตรวจสอบความผิดพลาดของ 3D Solid Models เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและลดระยะเวลาการทำงานในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทและองค์กร

สำหรับการใช้งาน Solidworks นั้นจะแบ่งหมวดการทำงานหลัก ๆ ออกเป็น 3 หมวดคือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งาน ดังนี้ Part Mode เป็นหมวดการทำงานเริ่มต้นก่อนที่จะก้าวสู่การทำงานในหมวด Assembly และ Drawing ในขั้นนี้จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้ 2D Sketch เพื่อนำไปสู่การสร้างเป็น 3D Feature และมีเงื่อนไขเป็น Feature-Based Modeling และ Parametric โดยมีการอ้างอิงจาก Solid Mode ต่อมาเป็นหมวด Assembly Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลหรือกลไกต่างๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใด อีก หรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไปด้วย การทำงานใน Assembly สามารถช่วยให้นักออกแบบหรือวิศวกรสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการสร้าง Part ได้โดยการใช้คำสั่งต่าง ๆ เช่น คำสั่ง Interference Detection เพื่อตรวจสอบการขัดกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยใช้คำสั่ง Move Component เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลไก คำสั่ง Simulation เพื่อจำลองต้นกำลังในการทำงานจริงของเครื่องจักร หรือหากชิ้นงานจำลองที่ออกแบบมีข้อผิดพลาด ก็สามารถแก้ไข Part ใน Assembly ได้เลย ทำให้การออกแบบเป็นเรื่องง่าย และผู้ออกแบบจะสนุกกับการทำงาน Design และหมวดสุดท้าย Drawing Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ Generative Drafting ส่วนแรก ซึ่งเป็นการสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็นการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวางใน Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting จะมีลักษณะเป็น Parametric และ Relation เช่นกัน แต่จะไม่สามารถใช้คำสั่งใน Drawing Commands ได้ เพราะคำสั่งต่าง ๆ จะต้องอ้างอิงกับ 3D Model และ Interaction Drafting ส่วนแรก คือ การนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting การทำงานในหมวดนี้สามารถใช้คำสั่งจาก Annotation Command และ Drawing Command เพื่อสร้างมุมมอง

ตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้งาน Solidworks (3D CAD Models) ใช้งานกันหลากหลายกลุ่ม เช่น ยานยนต์, เครื่องใช้ไฟฟ้า, เครื่องจักร, เครื่องมือต่าง ๆ, อุตสาหกรรมการบินอุตสาหกรรมพลังงาน,

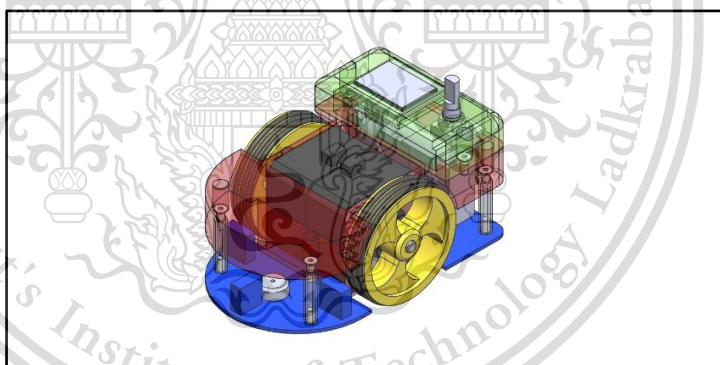
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

อุตสาหกรรมอาหาร, หุ่นยนต์, Line การผลิตอัตโนมัติ และอื่น ๆ อีกหลายประเภท เนื่องจากทำงานบน 3D ทำให้สามารถสื่อสารกับผู้เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้นไม่ว่าจะเป็นรูปร่างหน้าตา ลักษณะการประกอบ หรือแม้กระทั่งจำลองการเคลื่อนที่ของชิ้นงานก่อนผลิตจริง หลังจากออกแบบแล้วสามารถวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ทางวิศวกรรม เช่น ความแข็งแรง อายุการใช้งาน การไหล การถ่ายเทความร้อน หรือวิเคราะห์ผลกระทบ ในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยการฉีดพลาสติก รวมถึงสร้างออกมาเป็น G-code เพื่อส่งไปผลิตยังเครื่อง CNC หรือจะส่งไฟล์งาน 3D ไปผลิตด้วย 3D Printer ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมโดยตรงเลยก็ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.3 โปรแกรม Solidworks



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการออกแบบโมเดลในโปรแกรม Solidworks

2.4 โปรแกรม Altium Designer

Altium Designer เป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบวงจร PCB ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาพร้อมกับเทคโนโลยีการออกแบบ PCB ที่ล้ำสมัยและทรงพลังช่วยออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คุณภาพสูงได้อย่างมืออาชีพ สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติ, enhanced HDI, routing automation และอื่น ๆ อีกมากมาย Altium เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ออกแบบมาสำหรับ e-ECAD หรือ EDA (Electronic Design Automation) ที่ได้รับความนิยมไว้วางใจจากวิศวกรทั่วโลกมากที่สุดมาพร้อมกับอินเทอร์เฟซที่เรียบง่ายพร้อมด้วยเครื่องมือและฟังก์ชันในการใช้งานที่มีประสิทธิภาพมากมาย

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

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



รูปที่ 2.5 โปรแกรม Altium Designer

2.5 สเต็ปป์มอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปป์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะเมื่อเราป้อนไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ทำให้หมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุดซึ่งต่างจากมอเตอร์ทั่วไปที่จะหมุนทันทีและตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าข้อดีของสเต็ปป์มอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุนด้วยตัวเลข (องศาหรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียดโดยใช้คอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบน Stator ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวนที่มีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้น ๆ โดยที่แต่ละชั้นนั้นจะมีคอยล์ (ขดลวด) พันสวมอยู่ เมื่อมีการป้อนกระแสผ่านคอยล์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) จะเห็นได้จากรูปที่ 2.7 ซึ่งแสดงถึงองค์ประกอบที่กล่าวมา

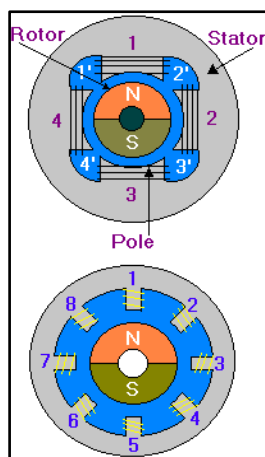


รูปที่ 2.6 Stepping Motor 17HM08-12045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

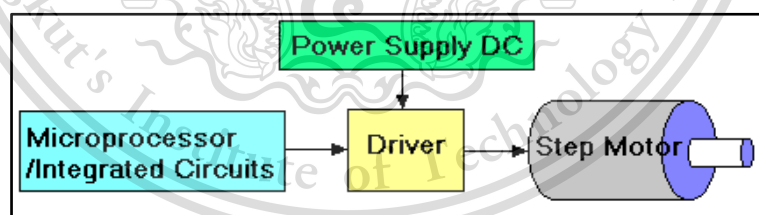
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.7 รูปโครงสร้างภายในสเต็ปมอเตอร์

2.5.1 การทำงานของสเต็ปมอเตอร์

ลักษณะการนำไปใช้งานสเต็ปมอเตอร์ ใช้งานลักษณะ Open Loop System แปลเป็นภาษาไทย ระบบเปิด คือ สเต็ปมอเตอร์สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการป้อนค่าพารามิเตอร์กลับมา (Feedback) แต่ทุกวิธีที่ต้องการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนนั้นละ จะต้องการป้อนกลับไปยังระบบและตัวบอก ตำแหน่งว่าถูกต้องหรือผิดพลาดให้รับทราบ เช่นวิธีที่ใช้กับสเต็ปมอเตอร์ คือ การนำลิทสวิตซ์ติดตามตำแหน่งที่จะตรวจจับ เมื่อสเต็ปมอเตอร์เริ่มหมุนแล้วหมุนไปจนถึงตำแหน่งของสวิตซ์ตรวจจับสัญญาณ สวิตซ์ทำงานก็จะป้อนกลับไปสู่ระบบ ซึ่งก็จะทำให้รู้การทำงานของสเต็ปมอเตอร์ตลอด ตัววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เองจะมีจุดอ้างอิง ไว้ให้เริ่มต้นการทำงานและอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง

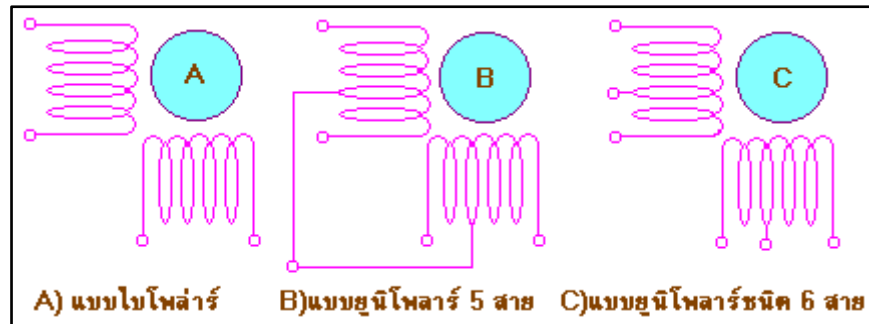


รูปที่ 2.8 การควบคุมของ Stepping Motor

จากรูปที่ 2.8 แนวทางสเต็ปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้าโดยมีกรุปของไบนารีโวลต์เตตเป็นอินพุตและการเคลื่อนที่ แบบเชิงมุมเป็นเอาต์พุต หรือการหมุนที่ละสเต็ปซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 30 องศา อยู่ที่โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ โดยตามสัญญาณพัลส์ที่จ่ายให้กับขดสเตเตอร์ทำให้เกิดแรงผลักแกโรเตอร์หมุนไปสเต็ปมอเตอร์มีขดลวดหลายชุดในนี้เรียกว่า Phase (เฟส) ดังนั้นสัญญาณที่ต่อเนื่องเป็น Sequence (ซีเควน) ลักษณะของการ Binary ซึ่งจะต้องไปผ่านวงจร Driver (ไดรเวอร์) ก็จะทำให้โรเตอร์หมุนไปอย่างต่อเนื่อง

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

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



รูปที่ 2.9 การพันขดลวดบน Stator ของ Stepping Motor

2.5.2 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปมอเตอร์

2.5.2.1 แบบ Bipolar

จะมีการพันขดลวดหนึ่งขดในแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดโดยทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้าซึ่งสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้เพียง การกลับทิศทางของการไหลในกระแสไฟฟ้า โดยมาจากการควบคุมของวงจรสวิตซ์ซึ่งให้กลับขั้วไฟฟ้า

2.5.2.2 แบบ Unipolar

แบบนี้มี 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเต็ปมอเตอร์ ทำให้แต่ละขดลวดเกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม เช่นกัน การกลับทิศทางขั้วแม่เหล็กทำได้โดยใช้วงจรสวิตซ์ซึ่งให้สลับหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งแทน

2.5.3 การสั่งงานควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

การควบคุมและสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานไปที่ละสเต็ปสามารถทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟไปยังขดลวด ในแต่ละขอบนสเตเตอร์ โดยการป้อนจะทำได้โดยเป็นลำดับหรือเรียกว่า ซีควเอนเวียลในรูปที่ถูกต้อง ซึ่งจะแบบ ได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบเวฟ (wave) แบบ 2 เฟส (2 phase) และแบบครึ่งสเต็ป (half step) ทั้ง 3 แบบนี้ก็จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันไป

2.5.3.1 แบบเวฟ (wave)

จะเป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุดซึ่งจะทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งๆเรียงกันไป ตัวอย่างเช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4 เป็นลำดับอย่างนี้ หรือ ขด 1, 4, 3, 2, 1, 4, 3, 2 เป็นลำดับกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางที่เราต้องให้มอเตอร์หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในวงกว้าง การจ่ายไฟที่อยู่ด้านบนนั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เราสามารถเขียนขั้นตอนการทำงานเป็นตารางออกมาได้ดังนี้

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2		ON		
3			ON	
4				ON
5	ON			
6		ON		

รูปที่ 2.10 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบ Wave

2.5.3.2 แบบ 2 เฟส (2 Phase)

แบบ 2 เฟสคล้ายกับการกระตุ้นในแบบเวฟแต่จะต่างกันตรงที่ แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นทีละ 2 ขด ที่อยู่ใกล้กันใน เวลาเดียวกัน และจะเรียงลำดับกันไป ดังเช่น แบบเดียวกับแบบเวฟครึ่ง จะยกตัวอย่างการกระตุ้นขดลวดในลักษณะ ซีควนให้ดู ดังนี้ 12, 23, 34, 41, 12, 23, 34, 41 เรียงลำดับกันไปเรื่อย ๆ หรือจะเป็น 14, 43, 32, 21, 14, 43, 32, 21 เรียงกันไปเรื่อย ๆ เช่นกัน ถ้าจะมากล่าวถึงข้อดีข้อเสียของ แบบ 2 เฟส มีดังนี้

ข้อดี การที่เราจะเพิ่มจำนวนขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้แรงบิดได้มากกว่า แบบเวฟ ซึ่งโรเตอร์จะหมุนด้วยแรงดึงแบเต็มที่แรงจากทั้ง 2 ขดลวดที่กระตุ้นพร้อมกัน

ข้อเสีย แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นขดลวดนั้นต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นเป็น 2 เท่า ของแบบเวฟ ก็เป็นไปตามธรรมชาติได้อย่างก็ต้องเสียอย่าง

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON	ON		
2		ON	ON	
3			ON	ON
4	ON			ON
5	ON	ON		
6		ON	ON	

รูปที่ 2.11 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบ 2 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 2.11 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบ 2 เฟส

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

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

2.5.3.3 แบบครึ่งสเต็ป

จะเป็นรูปแบบผสมผสานของการกระตุ้นระหว่าง แบบเวฟ กับ แบบ 2 เฟส เพื่อให้จำนวนรอบของสเต็ปให้ มากขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้น ขดลวดเรียงกันไปเรื่อย ๆ เป็นลำดับ ดังจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1 เป็นลำดับอยู่อย่างนี้เรื่อยไปแต่ถ้าเราจะทำการ กลับทิศทางของการหมุนผลที่ได้ก็จะได้เป็นดังนี้ 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1 เป็นลำดับ กันไปเราจะมาพูดกันถึงข้อดีและข้อเสียของการ กระตุ้นแบบครึ่งสเต็ปกัน ข้อดี คือมีการกระตุ้นแบบนี้จะให้แรงบิดที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงสเต็ปที่มีระยะสั้นลงอีกประการหนึ่งแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกันเป็นผลให้ค่าตำแหน่งความถูกต้องมากขึ้นไปด้วย ส่วน ข้อเสียก็คงจะเช่นเดียวกับแบบ 2 เฟส ที่ต้องจ่ายกำลังไฟเป็น 2 เท่าของแบบเวฟหรือ จะใช้เท่ากับแบบ 2 เฟส นั้นเอง

Step No.	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2	ON	ON		
3		ON		
4		ON	ON	
5			ON	
6			ON	ON
7				ON
8	ON			ON
9	ON			
10	ON	ON		

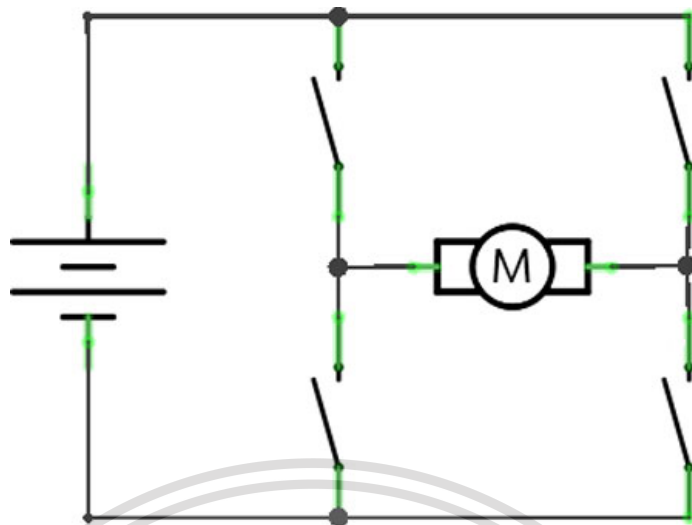
รูปที่ 2.12 รูปตารางขั้นตอนการกระตุ้นขดลวดของมอเตอร์แบบครึ่งสเต็ป

2.5.4 H-Bridge

H-Bridge เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่สลับขั้วไฟฟ้าให้กับโหลด ซึ่งส่วนมากนั้น เรามักพบวงจร H-Bridge ในหุ่นยนต์ หรืออุปกรณ์ที่มี DC motor และต้องมีการหมุนใน ทิศทางไป-กลับ สลับกันตลอดเวลา หากจะกล่าวถึงคือวงจร AC-DC Converter, AC-AC Converter วงจรควบคุมมอเตอร์ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะวงจรควบคุม Bipolar Stepping Motor ล้วนใช้วงจร H-Bridge ในการทำงานทั้งสิ้น เราสามารถสร้างวงจร H-Bridge อย่างง่าย ๆ จาก สวิตช์ 4 ตัว ดังรูปที่ 2.13

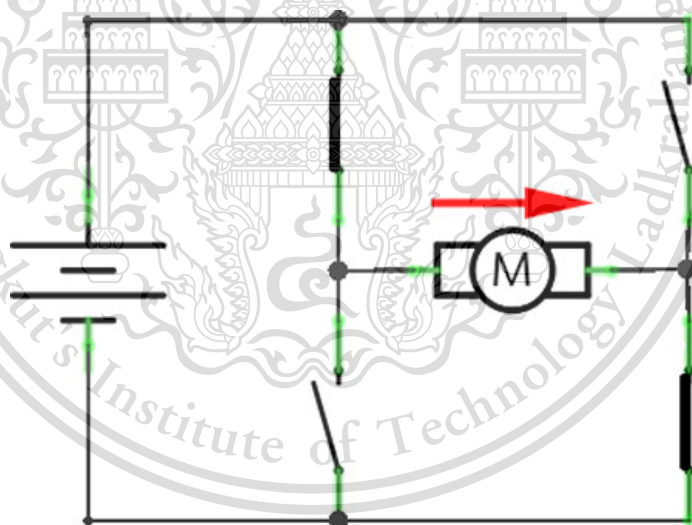
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 2.13 วงจร H-Bridge (1)

เมื่อเราปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 1 และตัวที่ 4 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 1 ผ่านมอเตอร์จากซ้ายไปขวา ผ่านสวิตช์ 4 แล้วไหลลงกราวด์ ดังรูปที่ 2.14



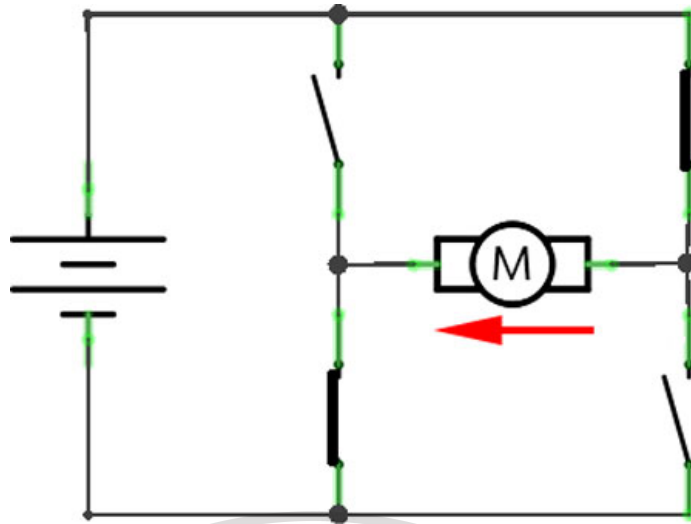
รูปที่ 2.14 วงจร H-Bridge (2)

เมื่อเราทำการปิดวงจรสวิตช์ตัวที่ 3 และตัวที่ 2 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสวิตช์ 3 ผ่านมอเตอร์จากขวาไปซ้าย ผ่านสวิตช์ 2 ซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นจึงไหลลงกราวด์ ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

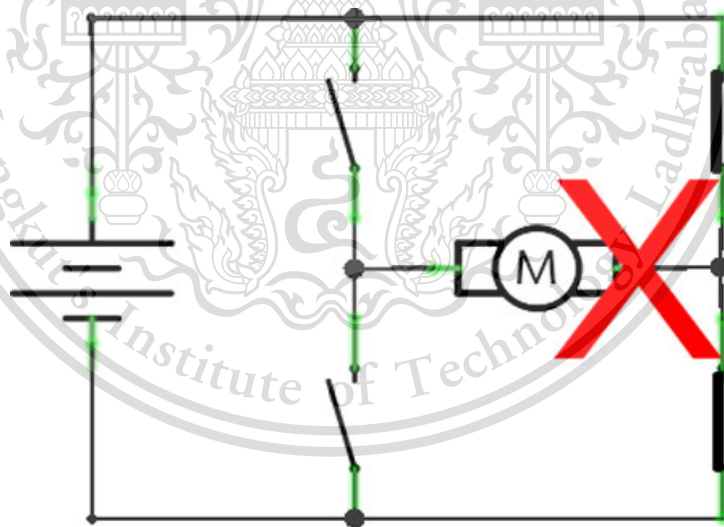
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 2.15 วงจร H-Bridge (3)

ข้อควรระวัง คือ หากเราควบคุมผิดพลาด เช่นรูปด้านล่างเราทำการปิดวงจรสวิตช์ 3 และ 4 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านวงจรโดยไม่มีความต้านทานใด ๆ ทำให้เกิดการลัดวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับวงจร วงจรอาจไหม้จากความร้อนที่เกิดขึ้นได้ ดังในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 วงจร H-Bridge (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

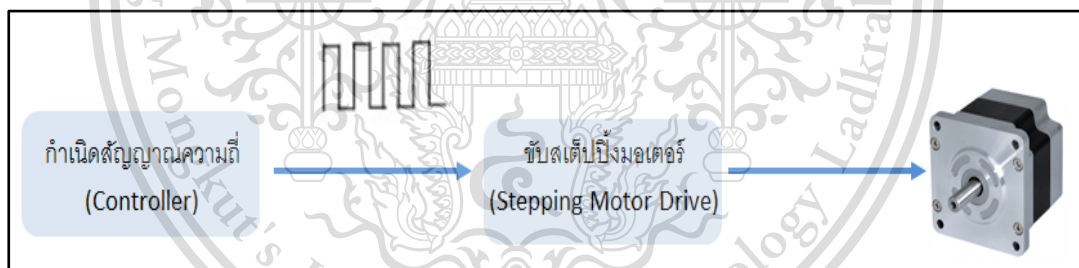
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.1 ตารางการเปิดปิดสัญญาณของวงจร H-Bridge

A	B	C	D	ผลที่ได้
1	0	0	1	เดินหน้า
0	1	1	0	ถอยหลัง
1	1	0	0	เบรก
0	0	1	1	เบรก
1	0	1	0	! ลัดวงจร ! ห้ามทำเด็ดขาด
0	1	0	1	

2.6 Stepping Motor Drive

Stepping Motor Drive เป็นที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้ ซึ่ง Stepping Motor Drive ก็ทำงานร่วมกับตัวควบคุมด้วยเช่นกัน โดยมี Controller เป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณหรือเป็นตัวจ่ายพัลส์ไปให้วงจร Stepping Motor Drive ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะคอยขับเคลื่อน Stepping Motor ให้สามารถหมุนไปตามตำแหน่งและทิศทางตามที่ต้องการ



รูปที่ 2.17 แผนผังการทำงานของ Stepping Motor Drive

2.6.1 Dual H-Bridge Stepping Motor Driver DRV8834RGET

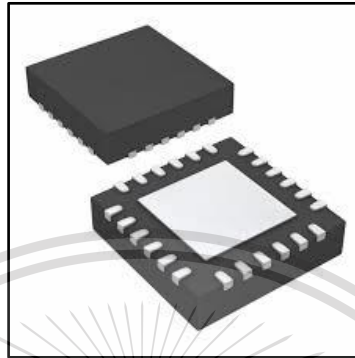
DRV8834 เป็นไดรเวอร์มอเตอร์ที่ยืดหยุ่นสำหรับของเล่น เครื่องพิมพ์ กล้องถ่ายรูป และแอปพลิเคชันแมคคาทรอนิกส์อื่น ๆ อุปกรณ์นี้มีไดรเวอร์ H-bridge สองตัวมีไว้เพื่อขับมอเตอร์ สเต็ปสองขั้วหรือมอเตอร์กระแสตรงสองตัว บล็อกไดรเวอร์เอาต์พุตของ H-Bridge แต่ละตัวประกอบด้วย MOSFET กำลัง N-channel ที่กำหนดค่าเป็น H-Bridge เพื่อขับเคลื่อนขดลวดของมอเตอร์ H-Bridge แต่ละตัวมีวงจรเพื่อควบคุมหรือ จำกัด กระแสที่คดเคี้ยวด้วยการออกแบบ PCB ที่เหมาะสม H-bridge แต่ละตัวของ DRV8834 สามารถขับได้สูงถึง 1.5-A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สิ่งนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้ทั้งหมดและห้ามมิให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

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

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

สามารถรองรับกระแสสูงสุดได้ถึง 2.2 แอมป์ ต่อ Bridge ความสามารถในปัจจุบันจะลดลงเล็กน้อยเมื่อแรงดัน VM ต่ำลง ฟังก์ชันการปิดเครื่องภายในที่มีขาเอาต์พุตผิดพลาดมีไว้สำหรับการป้องกันกระแสเกิน การป้องกัน การลัดวงจร การล๊อคไฟตกและอุณหภูมิที่สูงเกินไป นอกจากนี้ยังมีโหมดพักการทำงานพลังงานต่ำ



รูปที่ 2.18 H-Bridge Stepping Motor Driver DRV8834RGET

2.7 Module ESP32-WROOM-32D

ESP32 เป็นชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อม WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n และบลูทูธ เวอร์ชัน 4.2 เป็นรุ่นต่อยอดความสำเร็จของ ESP8266 โดยในรุ่นนี้ได้ออกมาแก้ไขข้อเสียของ ESP8266 ทั้งหมด โดย CPU ใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 จำนวน 2 คอร์ สัญญาณนาฬิกา 240 เมกกะเฮิร์ตซ์ สามารถแยกการทำงานระหว่างโปรแกรมจัดการ WiFi และแอปพลิเคชันออกจากกันได้ ทำให้มีเสถียรภาพเพิ่มขึ้นมาก มีแรม 520 กิโลบิต มาในตัว นอกจากนี้ยังมี GPIO เพิ่มขึ้นมาก และมีช่อง ADC เพิ่มขึ้นเป็น 12 ช่อง จากเดิม ESP8266 มีเพียงช่องเดียว ใช้แรงดันไฟฟ้า 3.3 โวลต์ ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5 มิลลิแอมป์ ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน

2.7.1 สเปคของ ESP32-WROOM-32D

ในส่วนของ CPU ใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240 เมกกะเฮิร์ตซ์ มี RAM ในตัวขนาด 512 กิโลบิต รองรับการทำงานนอกสูงสุด 16 เมกกะเฮิร์ตซ์ มาพร้อมกับ WiFi มาตรฐาน 802.11b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station soft AP และ Wi-Fi direct มี Bluetooth ในตัวรองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 โวลต์ ถึง 3 โวลต์ ทำงานได้ในที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณ เซ็นเซอร์แม่เหล็ก เซ็นเซอร์สัมผัสที่รองรับได้ 10 ช่อง รองรับการทำงานต่อคริสตอล 32.768 ใช้ในส่วนวงจรกิโลเฮิร์ตซ์นับเวลา

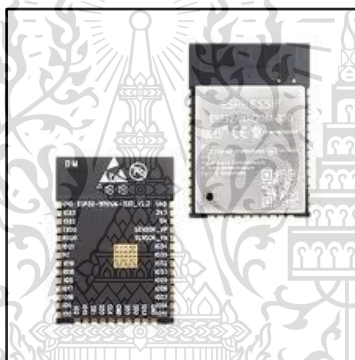
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.7.2 Pin ต่าง ๆ ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบบััส

1. GPIO จำนวน 32 ช่อง
2. UART จำนวน 3 ช่อง
3. SPI จำนวน 3 ช่อง
4. I2C จำนวน 2 ช่อง
5. ADC จำนวน 12 ช่อง
6. DAC จำนวน 2 ช่อง
7. I2S จำนวน 2 ช่อง
8. PWM/Timer ทุกช่อง
9. รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card



รูปที่ 2.19 ESP32-WROOM-32D

ตารางที่ 2.2 ตารางอธิบายแต่ละ Pin ของ ESP32-WROOM-32D

Name	No.	Type	Function
GND	1	P	Ground
3V3	2	P	Power supply
EN	3	I	Module-enable signal. Active high.
SENSOR_VP	4	I	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_VN	5	I	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
IO34	6	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
IO35	7	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
IO32	8	I/O	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์ใช้ในงานวิจัยหรือการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

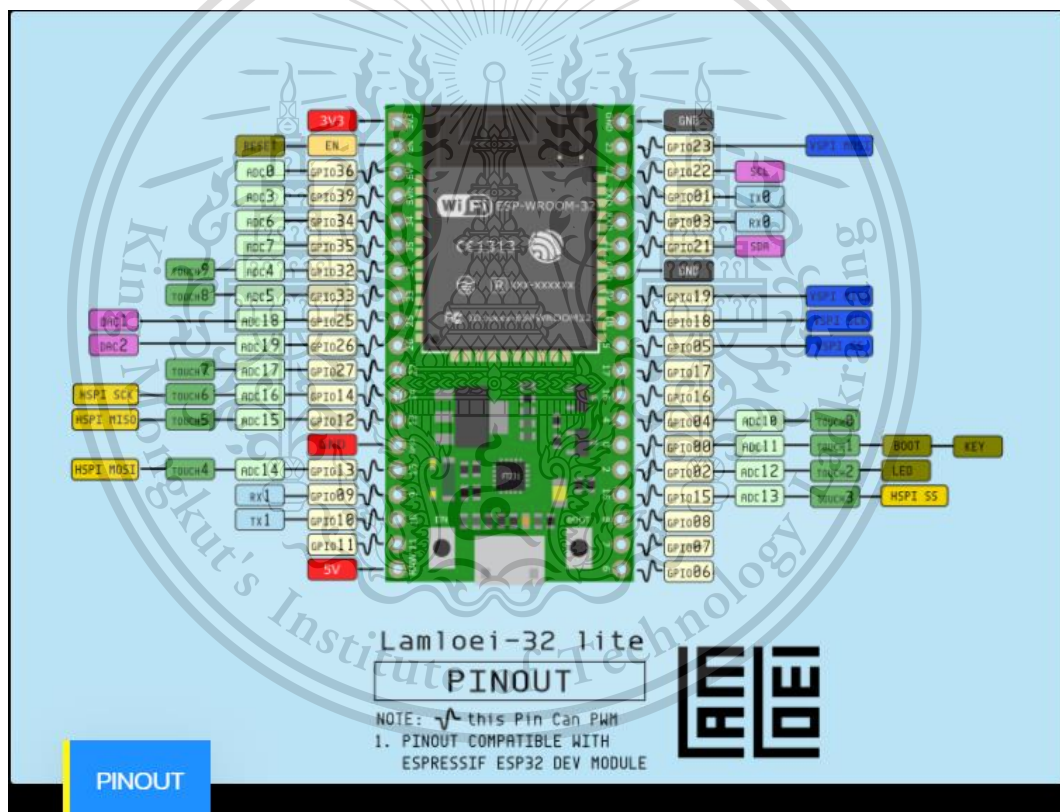
IO33	9	I/O	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	10	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	11	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	12	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
IO14	13	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
IO12	14	I/O	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
GND	15	P	Ground
IO13	16	I/O	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
SHD/SD2*	17	I/O	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
SPW/SD3*	18	I/O	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
SCS/CMD*	19	I/O	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
SCK/CLK*	20	I/O	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
SDO/SD0	21	I/O	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
SDI/SD1*	22	I/O	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
IO15	23	I/O	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3
IO2	24	I/O	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPiWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	25	I/O	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	26	I/O	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPiHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
IO16	27	I/O	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
IO17	28	I/O	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
IO5	29	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากท่านมีข้อคิดเห็นหรือข้อสงสัย กรุณาติดต่อฝ่ายบริการลูกค้า

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

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

IO18	30	I/O	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
IO19	31	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
NC	32	-	-
IO21	33	I/O	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
RXD0	34	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
TXD0	35	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO22	36	I/O	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
IO23	37	I/O	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
GND	38	P	Ground



รูปที่ 2.20 Pinout ของ ESP32

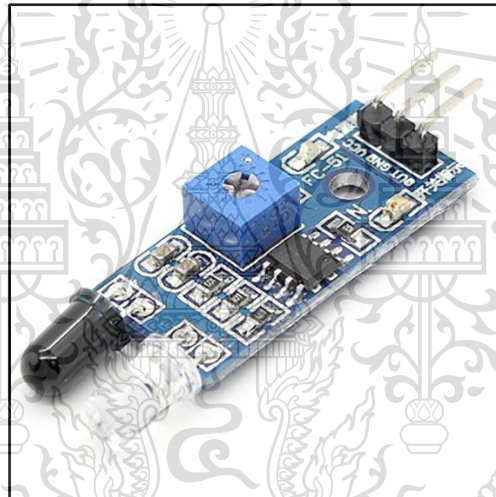
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

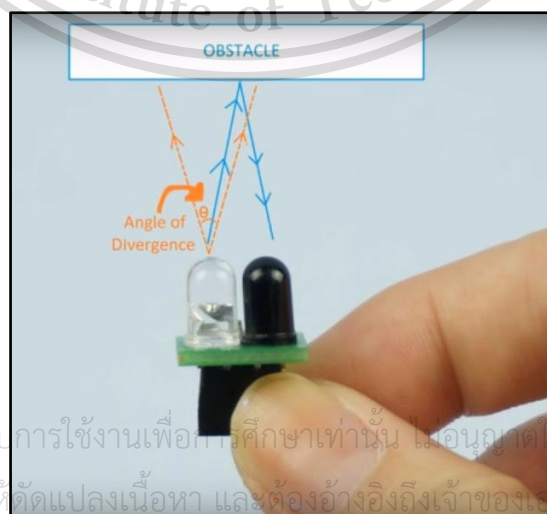
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.8 อุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด

โมดูลเซ็นเซอร์แสงสำหรับตรวจจับวัตถุกีดขวาง IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module โดยโมดูลนี้ จะมีตัวรับและตัวส่ง infrared ในตัว ตัวส่งสัญญาณ (สีขาว) infrared จะส่งสัญญาณออกมา และเมื่อมีวัตถุมาบัง คลื่นสัญญาณ infrared ที่ถูกส่งออกมาจะสะท้อนกลับไปเข้าตัวรับสัญญาณ (สีดำ) สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ และสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับใกล้หรือไกลได้ ภายตัวเซ็นเซอร์แบบนี้จะมีตัวส่ง Emitter และ ตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัวเดียวกัน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนหรือ Reflector ไว้ตรงข้ามกับตัวเซ็นเซอร์เอง โดยโพโตเซ็นเซอร์แบบที่ใช้แผ่นสะท้อนแบบนี้จะเหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวเซ็นเซอร์เข้าใจผิดว่าเป็นตัวแผ่นสะท้อน และ ทำให้ทำงานผิดพลาดได้



รูปที่ 2.21 Infrared Sensor Module



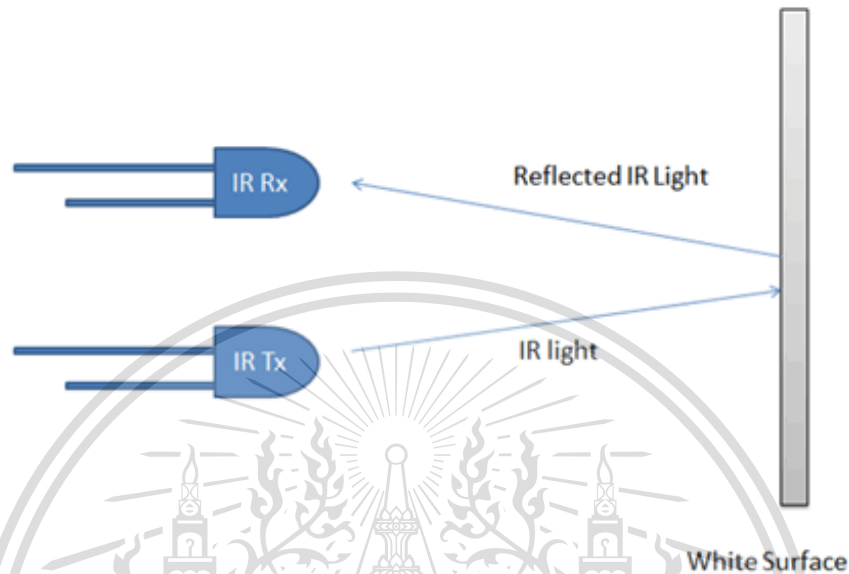
รูปที่ 2.22 การทำงานของ Infrared Sensor Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

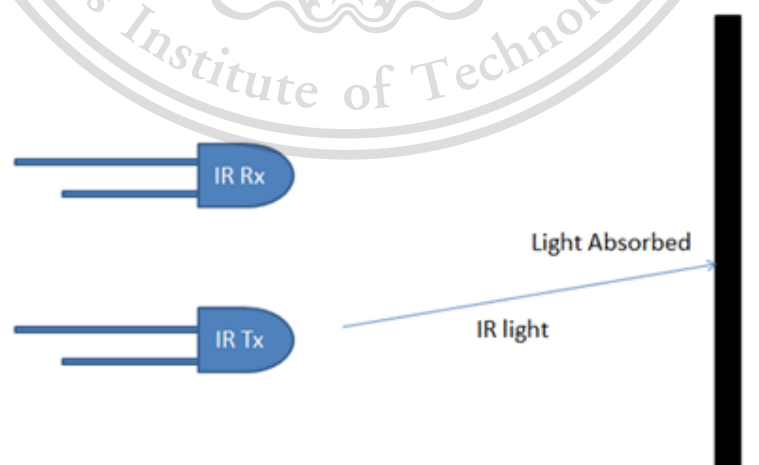
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เซ็นเซอร์แบบนี้จะมีช่วงในการทำงาน หรือระยะในการตรวจจับจะได้ไกลกว่าแบบ Opposed mode ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติรับ Receiver จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง Emitter ได้ตลอดเวลา เนื่องจากลำแสงจะสะท้อนกับแผ่นสะท้อน Reflector อยู่ตลอดเวลาจะแสดงค่าเป็น 0



รูปที่ 2.23 ภาพจำลองการสะท้อนลำแสงที่แสดงค่าเป็น 0

หน้าที่หลักของเซ็นเซอร์ชนิดนี้ จะคอยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ เมื่อวัตถุหรือ ชิ้นงานผ่านเข้ามาที่หน้าเซ็นเซอร์ แล้วจะการขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ที่ส่งไปยังแผ่นสะท้อน จึงทำให้ตัวรับ Receiver ไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ จะแสดงค่า เป็น 1



รูปที่ 2.24 ภาพจำลองการสะท้อนลำแสงที่แสดงค่าเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

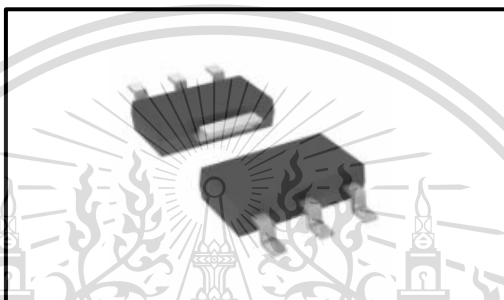
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากศูนย์ฯ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.9 Regulator

ชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้าวงจรรวมแบบคงที่นี้ได้รับการออกแบบมาสำหรับการใช้งานที่หลากหลายแอปพลิเคชันรวมถึงการควบคุมบนการ์ดสำหรับการจัดปัญหาเสียงรบกวนและการกระจายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมจุดเดียว ตัวควบคุมเหล่านี้แต่ละตัวสามารถจ่ายกระแสเอาต์พุตได้ถึง 500 มิลลิแอมแปร์ คุณสมบัติการ จำกัด กระแสไฟฟ้าภายในและการปิดระบบด้วยความร้อนของหน่วยงานกำกับดูแลเหล่านี้ทำให้พวกมันไม่เกิดการโอเวอร์โวลตจนนอกเหนือจากการใช้เป็นตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าคงที่แล้วอุปกรณ์เหล่านี้ยังสามารถใช้กับส่วนประกอบภายนอกเพื่อให้ได้แรงดันและกระแสเอาต์พุตที่ปรับได้และยังเป็นองค์ประกอบจ่ายไฟในตัวควบคุมความแม่นยำ



รูปที่ 2.25 Linear Voltage Regulator UA78M33CDCYR

2.10 ตัวเก็บประจุ

คาปาซิเตอร์ หรือตัวเก็บประจุ เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์อีกชนิดหนึ่ง สามารถเก็บสะสมประจุไว้ และสามารถคายประจุที่เก็บสะสมออกมาได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นตัวเก็บประจุจึงทำหน้าที่เก็บประจุและคายประจุ ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.26 ตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ คือ ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟที่ตกคร่อมตัวมัน เช่น ถ้ามีแรงดันไฟตกคร่อมตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นทันทีทันใด ตัวเก็บประจุจะทำให้แรงดันไฟตกคร่อมตัวมันลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงจุดอิ่มตัวจึงจะหยุดการเปลี่ยนแปลงและในกรณีแรงดันไฟลดลงอย่างทันทีทันใด ตัวเก็บประจุก็หน่วงแรงดันไฟให้ลดลงช้า ๆ จนถึงจุดต่ำสุดจึงจะหยุดการหน่วงแรงดันไฟ จากคุณสมบัตินี้ตัวเก็บประจุมักจะนำไปใช้ในวงจรกรองความถี่ต่างๆ

ค่าความจุของตัวเก็บประจุเรียกว่าค่าความจุไฟฟ้า (CAPACITANCE) เป็นตัววัดว่าตัวเก็บประจุสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้มากน้อยเพียงใดหรืออาจจะกล่าวได้ว่า ตัวเก็บประจุแปรผันได้โดยตรงกับจำนวนประจุ (ประจุมีหน่วยนับเป็น คูลอมป์) ที่ถูกเก็บไว้ในตัวเก็บประจุต่อแรงดันไฟฟ้า 1 โวลต์ ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ ความจริงแล้วประจุที่ถูกเก็บอยู่ในตัวเก็บประจุจะเป็นศูนย์ (0) เพราะแผ่นตัวนำทั้งสองมีประจุต่างกัน ปริมาณเท่ากัน ฉะนั้นจึงขอเน้นว่า ประจุที่ได้สะสมอยู่ในตัวประจุ หมายถึง ประจุที่ถูกเก็บไว้ที่แผ่นบวกหรือแผ่นลบเท่านั้น ตัวอย่างเช่นตัวเก็บประจุ 2 ตัว แต่ละตัวป้อนด้วยแรงดัน 100 โวลต์ ปรากฏว่าตัวหนึ่งเก็บประจุได้ 5 คูลอมป์ อีกตัวหนึ่งเก็บประจุได้ 2 คูลอมป์ ดังนั้นตัวเก็บประจุที่เก็บประจุได้ 5 คูลอมป์จะมีค่าความจุไฟฟ้ามากกว่าตัวเก็บประจุที่เก็บประจุไว้ 2 คูลอมป์หรือถ้าตัวเก็บประจุ 2 ตัวเก็บประจุได้เท่ากัน แต่ตัวหนึ่งต้องการแรงดันไฟตกคร่อม 100 โวลต์ อีกตัวหนึ่งต้องการแรงดันไฟตกคร่อม 50 โวลต์ ตัวที่ต้องการแรงดันไฟตกคร่อมน้อยกว่าจะมีค่าความจุไฟฟ้ามากกว่าค่าของตัวเก็บประจุเรียกว่าค่าความจุ กำหนดให้มีหน่วยเป็นไมโครฟารัด (MICROFARAD) นอกจากบอกค่าความจุแล้วตัวเก็บประจุมักบอกขนาดทนแรงดันไฟตรงไว้ด้วย ขนาดทนแรงดันไฟตรงของตัวเก็บประจุ จะพิมพ์บอกไว้บนตัวเก็บประจุ บางบริษัทจะบอกค่าความจุและขนาดทนแรงดันไฟตรงเป็นรหัส ค่าความจุของตัวเก็บประจุมีช่วงกว้างมากคือเริ่มจาก 0.0000001 ถึง 10,000 ไมโครฟารัด ดังนั้นจึงมีการกำหนดหน่วยเป็น พิกโกฟารัด (PICO FARAD) และหน่วยเป็นนาโนฟารัด (NANO FARAD)

การเทียบหน่วยเรียกค่าความจุ

1 ฟารัด (F)	=	1,000,000	ไมโครฟารัด(mF)
1 ไมโครฟารัด (mF)	=	1,000,000	พิกโกฟารัด (pF)
1 ไมโครฟารัด (mF)	=	1,000	นาโนฟารัด (nF)

ค่าความจุที่เรียกว่าเป็นพิกโกฟารัด จะแบ่งค่าที่ 1,000 PF หรือ 0.001 mF ถ้าค่าต่ำกว่าค่านี้จะเรียกเป็นพิกโกฟารัดหรือ พี เอฟ เช่น ค่า 500 PF จะไม่เรียกเป็น 0.005 mF หรือค่า 0.047 mF จะไม่นิยมเรียกเป็น 47,000 PF เป็นต้น

เมื่อต่อแรงดันไฟตรงให้กับตัวเก็บประจุ การประจุจะเกิดขึ้นเร็วมากถ้าไม่มีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่ในวงจร ตัวเก็บประจุจะประจุเต็มเกือบจะทันทีที่ต่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงการต่อตัว

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

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

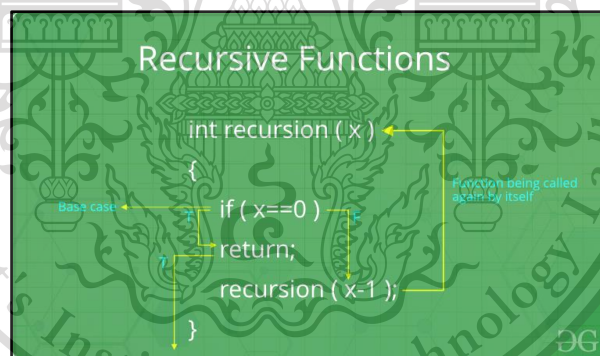
ด้านทานเข้าไปในวงจร จะทำให้เวลาในการประจุกีตออกไป ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสองจึงเขียนเป็นสมการได้ดังนี้คือ

T	=	R × C
T	คือ	เวลาในการประจุเป็นวินาที
R	คือ	ค่าความต้านทานเป็นโอห์ม
C	คือ	ค่าความจุที่ถูกประจุเป็นฟารัด

ในการคิดเวลาการคายประจุใช้สมการเดียวกันกับการประจุค่าความจุของตัวเก็บประจุ จะมากหรือน้อยอยู่กับค่าความจุ

2.11 Recursive Function

ฟังก์ชันเวียนบังเกิด (Recursive function) หมายถึง ฟังก์ชันที่เรียกตัวเอง หลักการฟังก์ชันเวียนเกิด คือ เขียนโปรแกรมวนซ้ำเพื่อลดปัญหาของโปรแกรมที่ซับซ้อนหรือเรียกตัวเองซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเจอคำตอบ



รูปที่ 2.27 แผนภาพของ Recursive function

2.12 อัลกอริทึม Depth First Search

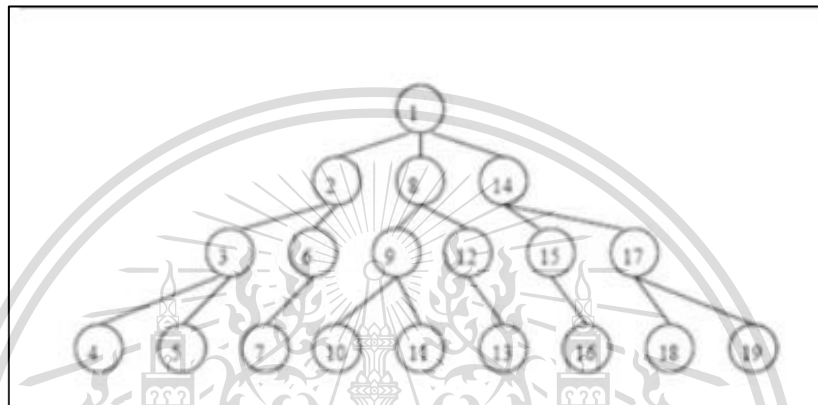
การค้นหาแบบลึกก่อน (Depth first search) เป็นการค้นหาที่กำหนดทิศทางจากรูปของโครงสร้างต้นไม้ ที่เริ่มต้นจากโหนดราก (Root node) ที่อยู่บนสุดแล้วเดินลงมาให้ลึกที่สุด เมื่อถึงโหนดล่างสุด (Terminal node) ให้ย้อนขึ้นไปที่จุดสูงสุดของกิ่งเดียวกันที่มีกิ่งแยกและยังไม่ได้เดินผ่าน แล้วเริ่มเดินลงจนถึงโหนดลึกสุดอีกทำเช่นนี้สลับไปเรื่อยๆจนพบโหนดที่ต้องการหาหรือสำรวจ

ครบทุกโหนดแล้วตามรูปที่ 2.28 การค้นหาแบบลึกก่อนจะมีลำดับการเดิน ตามโหนดตั้งตัวเลขที่กำกับไว้ในแต่ละโหนด. ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า โครงสร้างข้อมูลที่ใช้สำหรับการค้นหาสามารถใช้กับ

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

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

โครงสร้างกราฟได้ด้วย โดยอาศัยหลักการเดียวกัน แต่สำหรับการเดินทางบนกราฟนั้นจะไม่มีโหนดลึกสุด ดังนั้นการเดินทางบนกราฟจะ ต้องปรับวิธีการเป็นดังนี้ โดยเริ่มจากโหนดเริ่มต้น จากนั้นให้นำโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่กำลังสำรวจอยู่ (ที่ยังไม่ได้ทำการสำรวจและยังไม่ได้อยู่ในแสต็กมาใส่แสต็ก) มาเก็บไว้ในแสต็กเมื่อสำรวจโหนดนั้นเสร็จ ให้พอพ (pop) ตัวบนสุดของโหนดออกมาทำการสำรวจ แล้วนำโหนดข้างเคียงทั้งหมดที่ยังไม่ได้สำรวจมาต่อท้ายแสต็ก แล้วพอพตัวบนสุดออกมาสำรวจ ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่งพบโหนดที่ต้องการ หรือสำรวจครบทุกโหนด



รูปที่ 2.28 ลำดับการเดินทางบนโหนดของการค้นหาแบบลึกก่อนบนโครงสร้างต้นไม้

การสำรวจจะเริ่มต้นที่ A และนำโหนดข้างเคียง B และ C มาเก็บไว้ในแสต็ก เมื่อสำรวจ A เสร็จข้อมูลจากแสต็กออกมาได้ C ทำการสำรวจ C และนำโหนดข้างเคียงกับ C ที่ยังไม่ได้ทำการสำรวจและยังไม่ได้อยู่ในแสต็กมาใส่แสต็ก D และ F Push ใส่แสต็ก ดังนั้นในแสต็กตอนนี้มี B D F อยู่ เมื่อสำรวจ C เสร็จ F ออกมาทำการสำรวจ แล้วนำโหนดข้างเคียงที่ยังไม่ได้สำรวจและยังไม่ได้อยู่ในแสต็กมาใส่แสต็ก ซึ่งก็คือ G ดังนั้นข้อมูลในแสต็กจะเป็น B D G ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบการทำงาน ก็จะได้ลำดับการสำรวจคือ A C F G H E D B ตามตาราง 2.3 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

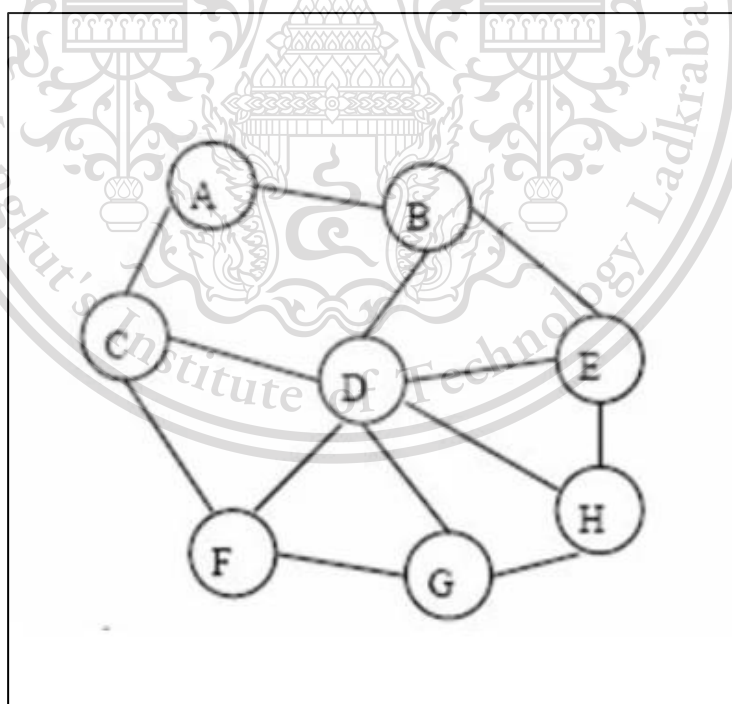
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงลำดับการสำรวจโหนดของอัลกอริทึม Depth First Search

โหนดที่สำรวจ	คิว
A	B C
B	C D E
C	D E F
D	E F G H
E	F G H
F	G H
G	H
H	-

ในการค้นหาข้อมูลแบบนี้บนโครงสร้างของกราฟ มีข้อที่น่าสังเกตคือ โหนดที่เริ่มต้นการสำรวจ จะต้องมีกำหนดมาให้ว่าโหนดใดเป็นโหนดเริ่มต้น และข้อสังเกตอีกประการหนึ่งคือวิธีการค้นหาแบบลึกก่อนที่ใช้สำหรับโครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ สามารถใช้กับโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ได้ด้วย



รูปที่ 2.29 โครงสร้างข้อมูลแบบกราฟ

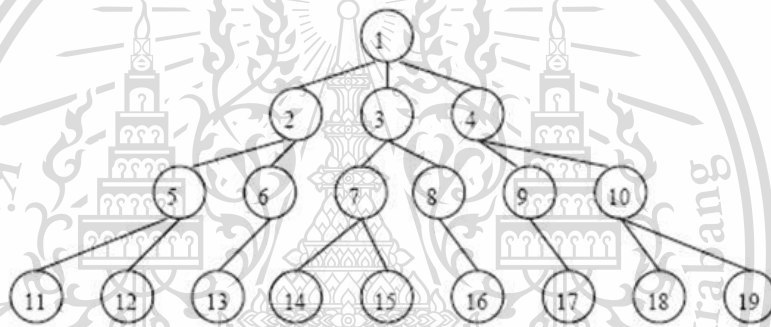
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.13 Breadth first search

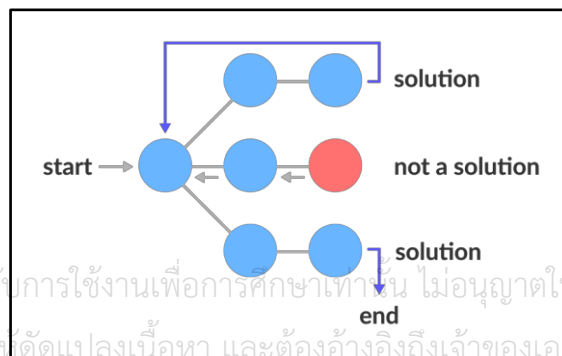
เป็นขั้นตอนการหากราฟทั้งหมดที่โหนดเริ่มต้น (Root) และทำการสำรวจโหนดของเพื่อนบ้าน การค้นหาแบบกว้างก่อนเป็นการกำหนดทิศทางการค้นหาแบบที่ละระดับของโครงสร้างต้นไม้โดยเริ่มจากโหนดราก(ระดับที่ 0) แล้วลงมาระดับที่ 1 จากซ้ายไปขวา เมื่อเสร็จระดับที่ 1 ไประดับที่ 2 จากซ้ายไปขวาเช่นกัน ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนพบโหนดที่ต้องการตามรูปข้างล่าง ลำดับการเดินทางของโหนด เป็นไปตามหมายเลขที่กำหนดไว้บนโหนด จะพบว่า Breadth first search นั้นจะทำการเช็คข้อมูล ทั้งหมดที่มีจนกว่าจะเจอเป้าหมายที่กำหนดโดยไม่ว่าจะลึกกี่ลำดับขั้นตอนสั้นหรือยาวเพียงใด ซึ่งวิธีแบบ Breadth first search นั้นไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้กับการหาเส้นทางของหุ่นยนต์ Micromouse เนื่องจากเป็นการค้นหาแบบแนวกว้าง ค้นหาที่ละชั้นต่างจาก Depth first search ที่เป็นการค้นหาแบบเชิงลึก ที่มีการค้นหาที่รวดเร็วกว่าและเหมาะกับเขาวงกตซึ่งเส้นทางจะเป็น ระยะทางยาวลึกเข้าไปที่เส้นชัย



รูปที่ 2.30 แผนภาพของ Breadth-first search

2.14 อัลกอริทึม Backtracking

Backtracking คือการพยายามค้นหาทุกทางที่เป็นไปได้ของคำตอบโดยค่อย ๆ สร้างผลเฉลยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบขึ้นมา และในระหว่างทางถ้าเจอว่าผลเฉลยนั้นไม่สามารถที่จะเป็นคำตอบได้แน่ ๆ ก็จะไม่ไปต่อและถอยหลังกลับไปหาผลเฉลยในทางอื่นที่เป็นไปได้ต่อไป



รูปที่ 2.31 แผนภาพหลักการทำงานของ Backtracking

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ยกตัวอย่างโจทย์ที่ใช้หลักการการทำงานของ Backtracking ในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ซึ่งโจทย์กำหนดให้สมมติว่ามีของอยู่ 4 ชิ้นมีน้ำหนักและมูลค่าตามลำดับดังรูปที่ 2.33

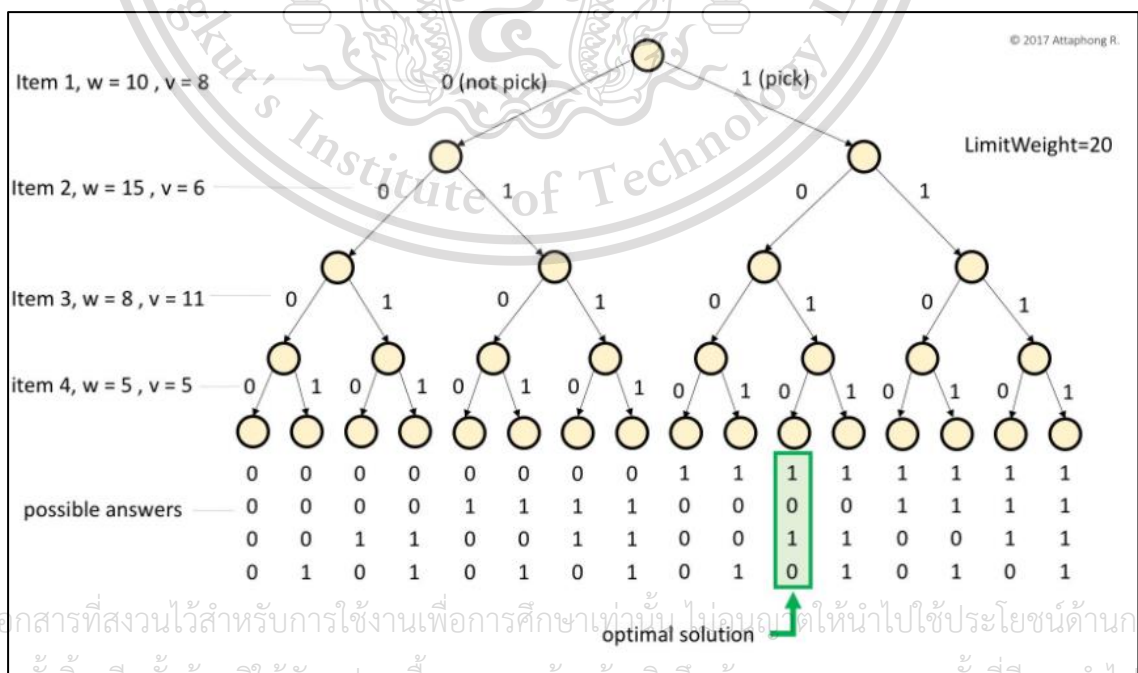
```

Item i has weight[i] and values[i]

weights = [10,15,8,5]
values = [8,6,11,5]
limitWeight = 20
    
```

รูปที่ 2.32 ตัวอย่างโจทย์ที่ใช้แก้ปัญหาโดยอัลกอริทึม Backtracking

ถ้ากำหนดให้ถุงเป็บรรจุสิ่งของที่มีน้ำหนักรวมกันได้ไม่เกิน 20 หน่วย และถ้ามีเงื่อนไขในการเลือกสิ่งของว่าให้เลือกหยิบสิ่งของที่ได้มูลค่ารวมกันมากที่สุด ในความเป็นจริงคือต้องเลือกหยิบสิ่งของชิ้นที่ 1 และ 3 เพราะจะทำให้ได้มูลค่ารวมสูงสุดที่ $8+11 = 19$ หน่วย โดยที่น้ำหนักรวมอยู่ที่ 18 หน่วย ซึ่งไม่เกินเงื่อนไขที่ถุงเป็บรรจุน้ำหนักได้ไม่เกิน 20 หน่วย แต่ในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีที่ตรงไปตรงมามากที่สุดก็คือการกำหนดความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ทุกวิธีและเลือกวิธีที่ดีที่สุดในระดับตอนสุดท้ายโดยสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.33 แผนภาพการแก้ปัญหาแบบกำหนดผลลัพธ์จากความน่าจะเป็นทั้งหมด

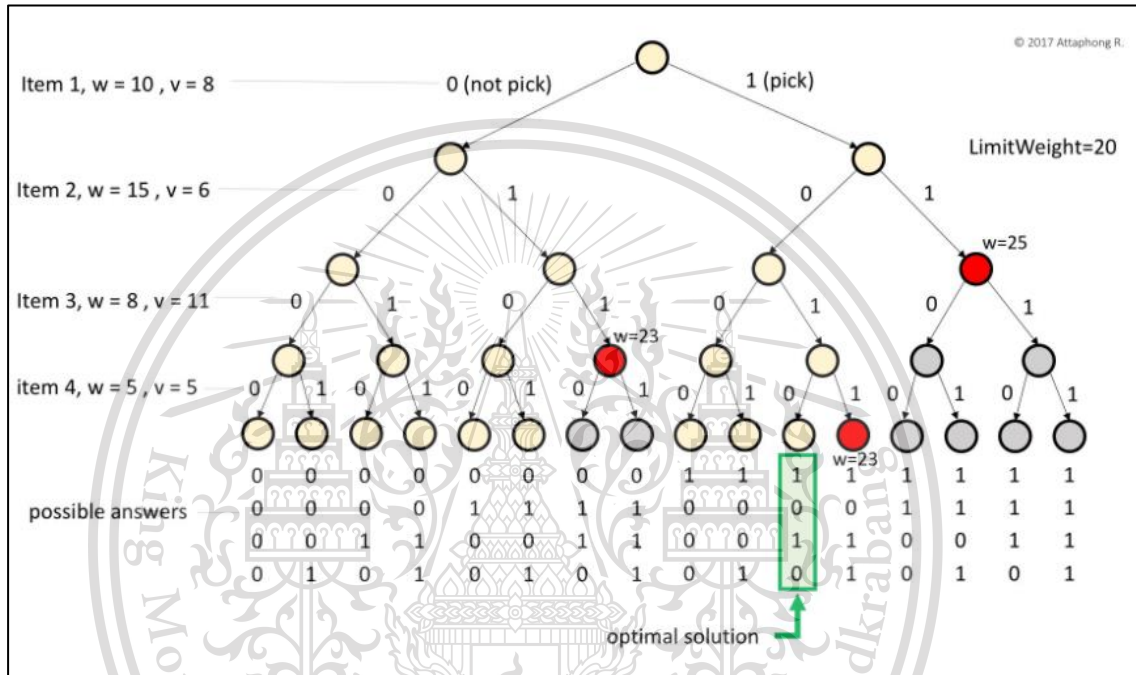
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบต่อสิ่งที่ปรากฏบนเว็บไซต์ และต้องรับผิดชอบต่อสิ่งที่ปรากฏบนเว็บไซต์

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

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

จากรูปภาพที่ 2.33 จะเห็นได้ว่าจะต้องเริ่มคิดจากการหยิบหรือไม่หยิบสิ่งของชิ้นแรกและทยอยหยิบหรือไม่หยิบสิ่งของชิ้นถัด ๆ ไป จำนวนของความน่าจะเป็นทั้งหมดคือ $2^4 = 16$ ซึ่งการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีจะค่อนข้างช้าเพราะต้องกำหนดความน่าจะเป็นทั้งหมดที่จะสามารถเป็นไปได้ขึ้นมาก่อนแล้วจึงจะสามารถหาผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุดได้ ซึ่งมีวิธีที่สามารถหาผลลัพธ์ได้เร็วกว่าโดยใช้ อัลกอริทึม Backtracking มาช่วยในการแก้ปัญหาดังรูปภาพที่ 2.34



รูปที่ 2.34 แผนภาพการแก้ไขปัญหาแบบ Backtracking

จากรูปภาพที่ 2.34 จะเห็นได้ว่าปมสีแดงที่แสดงถึงผลลัพธ์ที่มีน้ำหนักเกินก็จะส่งผลให้ไม่ไปค้นหาผลลัพธ์ในจุดสีเทาต่อไป แล้วจะดำเนินการค้นหาคำตอบในเส้นทางต่อไปทันที ทำให้สามารถกำจัดเส้นทางการค้นหาผลลัพธ์ที่เป็นไปไม่ได้ออกไป ส่งผลให้ใช้เวลาในการแก้ไขปัญหารวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.15 Analog to Digital Converter (ADC)

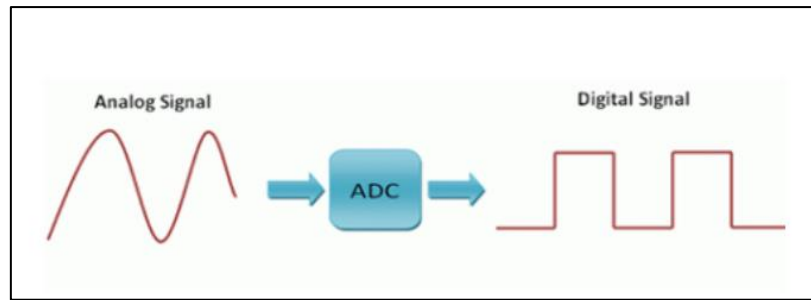
โดยทั่วไปแล้วสัญญาณต่างๆที่อยู่รอบตัวเราโดยพื้นฐานแล้วจะเป็นสัญญาณ Analog แทบทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นคลื่นน้ำ คลื่นลม คลื่นเสียง ความดันอากาศ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และอีกมากมาย ซึ่งการนำสัญญาณเหล่านี้ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์วิเคราะห์หรือประมวลผลอะไรบางอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

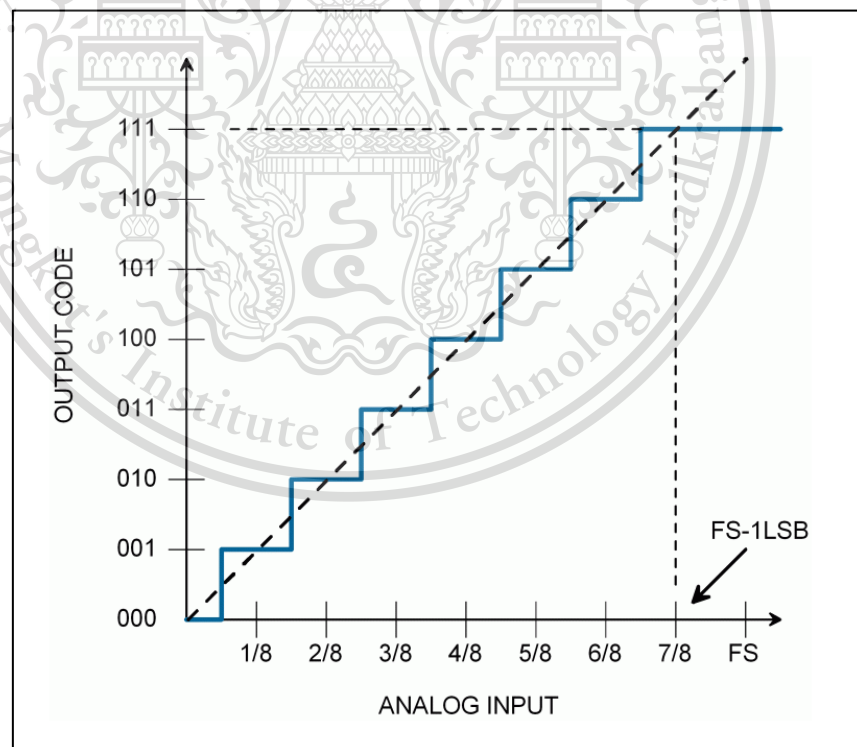
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 2.35 การแปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital

การแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอลจะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่เรียกว่า A/D converter หรือ Analog to Digital converter โดยอุปกรณ์นี้จะตรวจจับสัญญาณที่ได้จากหัววัดสัญญาณ จากนั้นจะแปลงค่าต่างๆ ที่สุ่มได้เป็นค่านับวัดในระบบดิจิตอลตามระดับที่กำหนดด้วยค่า Bit ที่ใช้ เรียกการแปลงค่านี้ว่า Digitization และค่า Bit ที่ใช้ในการกำหนดจำนวนระดับของค่าดิจิตอลหรือรายละเอียดที่ต้องการเรียกว่า Bit Resolution ซึ่งเป็นค่าบ่งบอกความละเอียดของสัญญาณนั่นเอง



รูปที่ 2.36 กราฟการแสดงค่า Digitization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดโดยแบ่งออกเป็นสองหัวข้อหลักๆ คือ ภาพรวมแนวคิดของงาน และขั้นตอนการออกแบบหุ่นยนต์ Micromouse ในแต่ละส่วนประกอบ อาทิ ขั้นตอนการเลือกมอเตอร์ ขั้นตอนการออกแบบตัวหุ่นยนต์ Micromouse ด้วยโปรแกรม SolidWork ขั้นตอนการออกแบบวงจรด้วย Altium Designer ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของซอฟต์แวร์ของหุ่นยนต์ Micromouse ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด ขั้นตอนการดำเนินการสร้างโปรแกรมตัวกรอง

3.1 ภาพรวมแนวคิดของงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงประดิษฐ์ เพื่อนำเสนอการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในเขาวงกตสำหรับหุ่นยนต์ Micromouse และในอนาคตอาจนำไปต่อยอดเป็นหุ่นยนต์ที่มีฟังก์ชันหรือมีประสิทธิภาพในการสำรวจเส้นทางหรือพื้นที่แคบ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น หุ่นยนต์ Micromouse ที่เราได้ออกแบบนั้น มีโมเดลต้นแบบมาจากหุ่นยนต์ Micromouse ของประเทศญี่ปุ่น ที่มีชื่อรุ่นว่า Pi:Co Classic2 ของบริษัท RT Corporation นี้เป็นพื้นฐาน เพราะ หุ่นยนต์ตัวนี้ ทางบริษัท RT Corporation ที่ได้ทำขึ้นนั้นสามารถวิ่งได้จริงและทำภารกิจที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จ โดยเราได้นำโมเดลของหุ่นยนต์ตัวนี้มาศึกษา ประยุกต์และดัดแปลงเอง ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 มุมมองจากด้านหน้าของโมเดลหุ่นต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

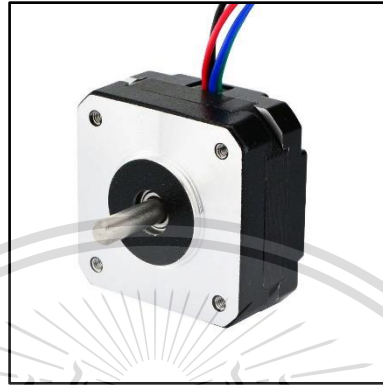
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

3.2.1 ขั้นตอนการเลือก Motor

ศึกษามอเตอร์ที่จะใช้ในการขับเคลื่อนของตัวหุ่นยนต์ Micromouse หลังจากที่ได้เลือกได้แล้ว จึงได้เลือกมอเตอร์ Nema 17 Bipolar Stepping Motor รุ่น 17HM08-1204S

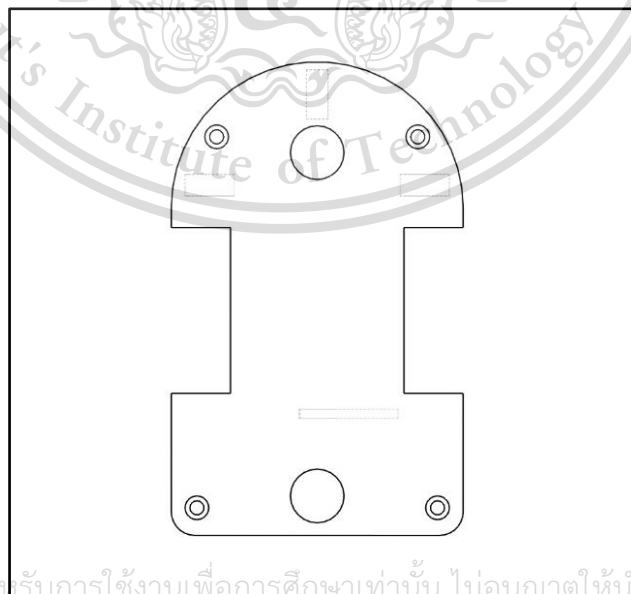


รูปที่ 3.4 มอเตอร์ Nema 17 Bipolar Stepping Motor รุ่น 17HM08-1204

3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบตัวหุ่นยนต์ Micromouse

3.2.2.1 การออกแบบฐาน

ตำแหน่งการวางของแผงวงจรบนตัวของหุ่นยนต์ Micromouse ตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดตำแหน่งล้อซึ่งใช้ขับเคลื่อนที่ต้องสอดคล้องกับการวางมอเตอร์ด้วยและตำแหน่งของสายไฟหลัก ๆ

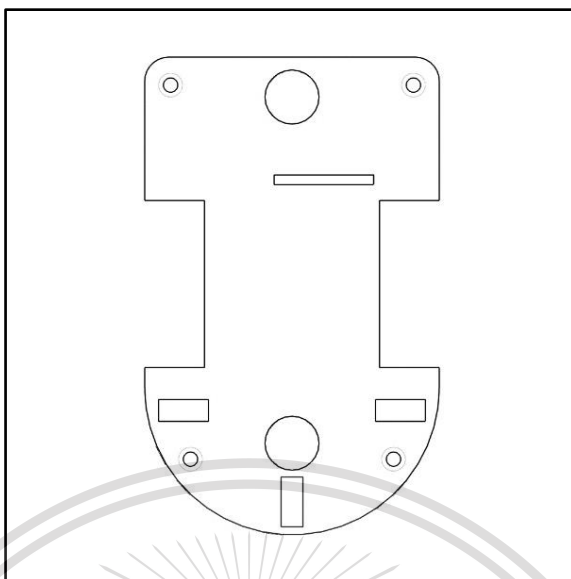


รูปที่ 3.5 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองฐาน

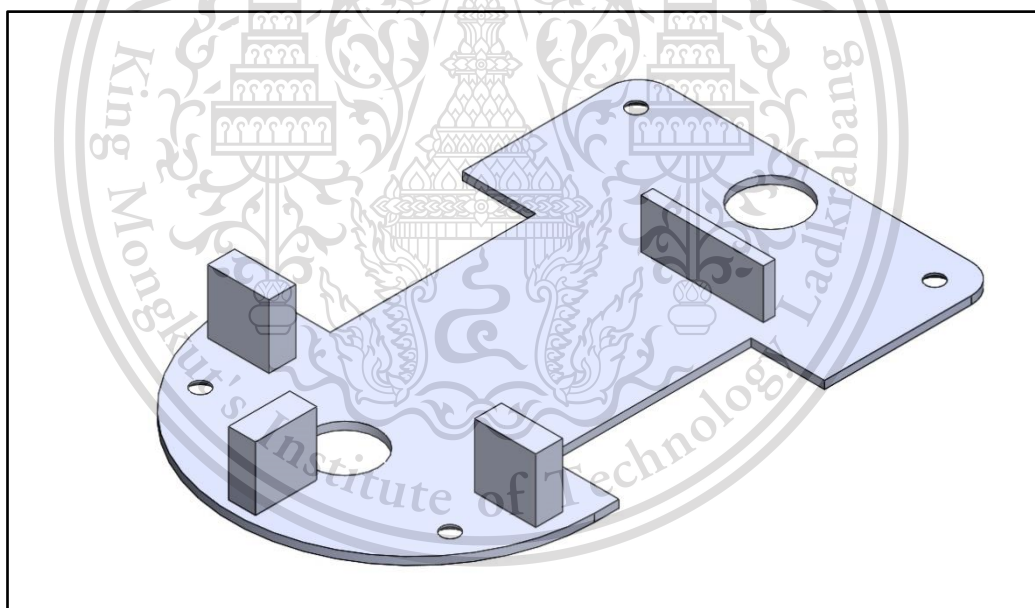
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.6 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองฐาน



รูปที่ 3.7 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองฐานของตัวหุ่นยนต์

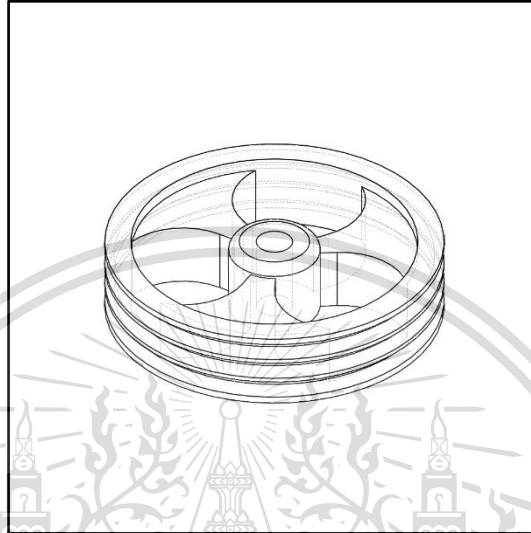
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

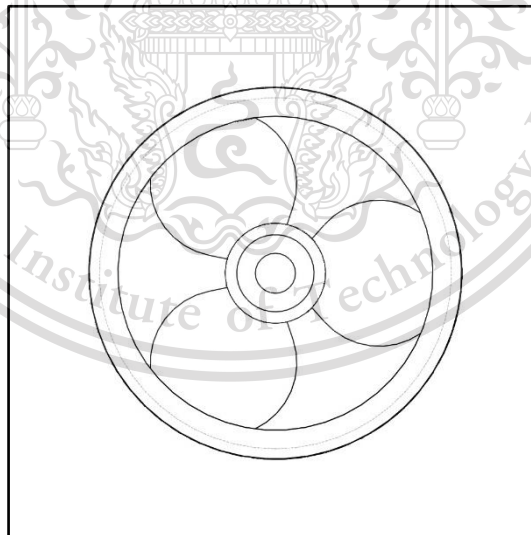
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2.2 การออกแบบล้อ

ออกแบบล้อของตัวหุ่นยนต์ Micromouse ที่สามารถสวมเข้ากับเพลลาของมอเตอร์ได้ โดยล้อได้ค่านวมนั้น มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 52 มิลลิเมตร เพราะขนาดล้อจะพอดีกับตัวรถ



รูปที่ 3.8 มุมมองจากด้านหน้าแบบจำลองล้อ

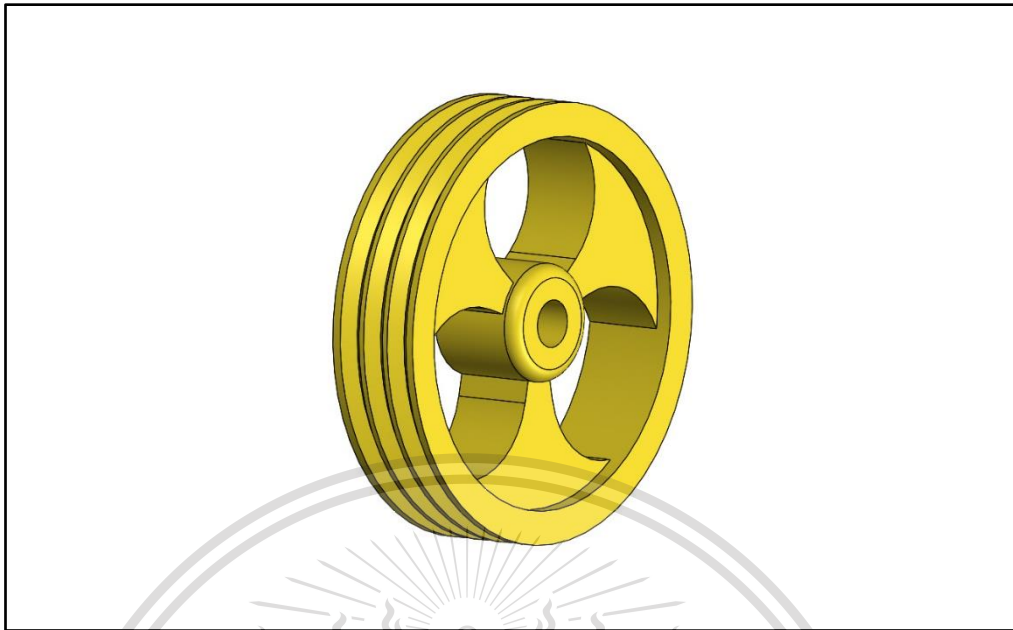


รูปที่ 3.9 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

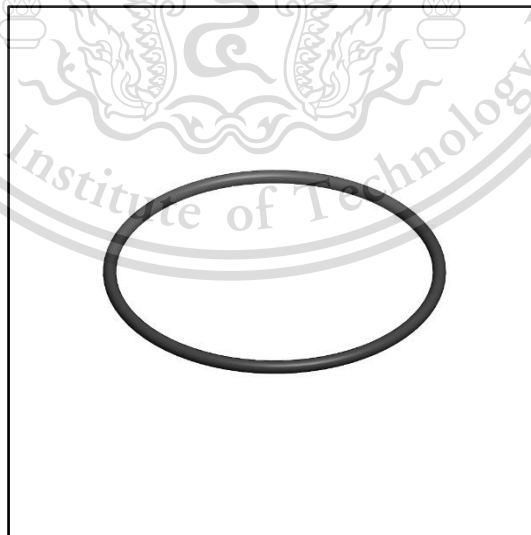
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.10 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองของตัวหุ่นยนต์

3.2.2.3 การออกแบบยาง

ยางที่ใช้กับตัวของหุ่นยนต์ Micromouse นั้นคือ ยาง O ring ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความหนา 2 มิลลิเมตร ใช้ยาง 3 เส้นต่อ 1 ล้อ เพราะว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดเกาะของล้อกับพื้นผิว

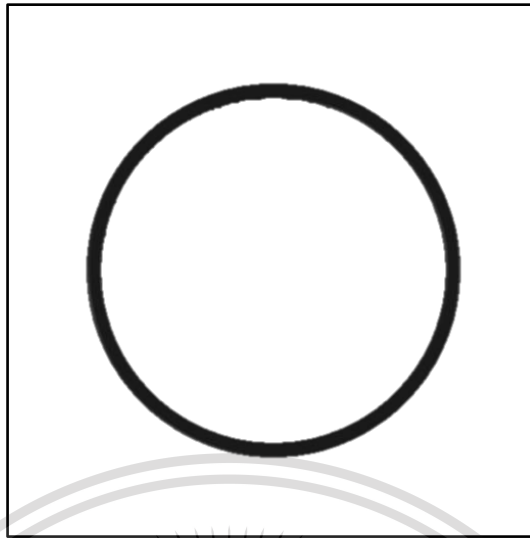


รูปที่ 3.11 มุมมองจากด้านหน้าแบบจำลองของยาง O ring ที่ใส่กับล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

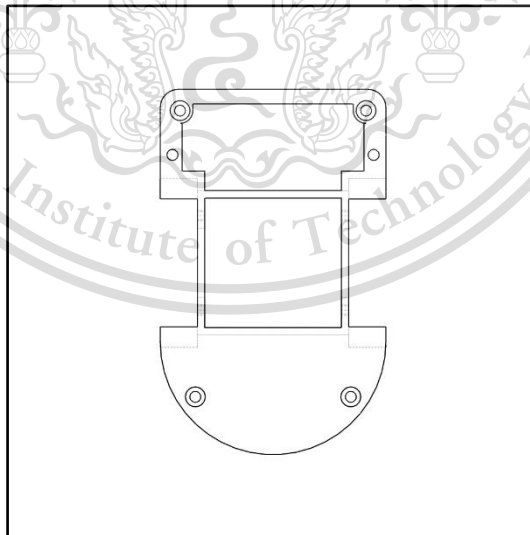
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.12 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองของยาง O ring ที่ใส่กับล้อ

3.2.2.4 การออกแบบโครงหลัก

ส่วนต่อมาเป็นส่วนของโครงหลักของตัวของหุ่นยนต์ Micromouse ซึ่งตัวโครงหลักตัวของหุ่นยนต์ Micromouse นั้น จะมีพื้นฐานมาจากส่วนของฐาน โครงหลักจะยึดเกาะกับส่วนฐาน ซึ่งใช้เสา 4 เสา โดยการขันน็อตยึดไว้ และมอเตอร์ทั้งสองตัวก็จะยึดกับตัวโครงหลักของตัวหุ่นด้วยเช่นกัน

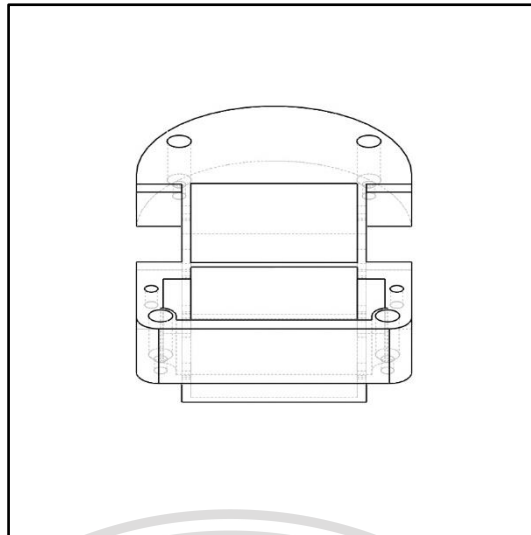


รูปที่ 3.13 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองโครงหลัก

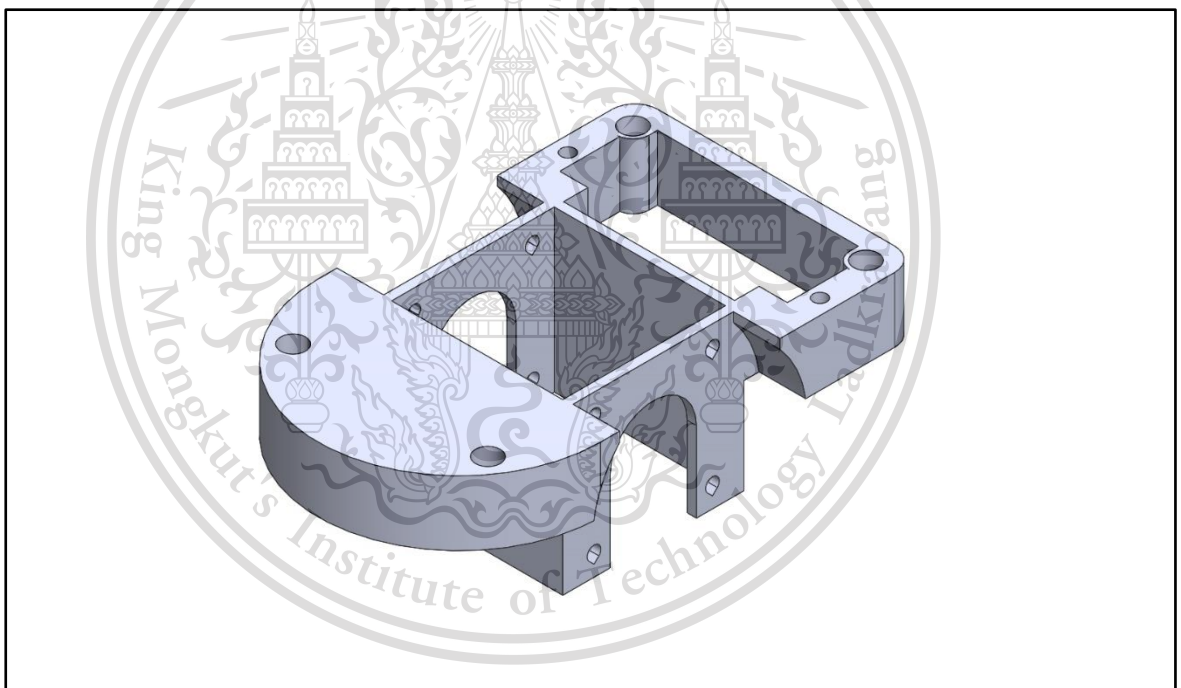
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.14 มุมมองจากด้านหลังแบบจำลองโครงหลัก



รูปที่ 3.15 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองโครงหลัก

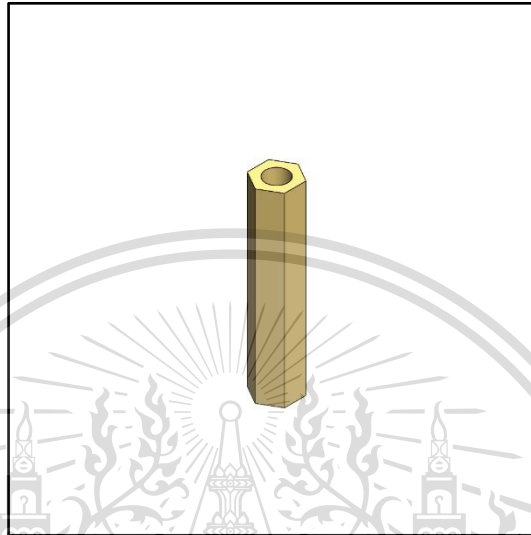
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

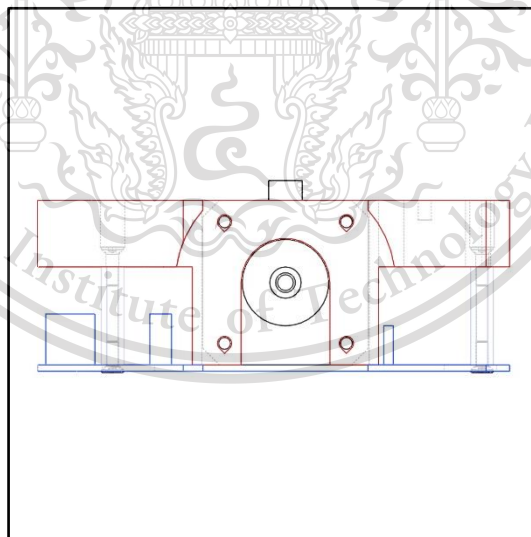
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2.5 โครงหลักของตัวหุ่นยนต์

Micromouse จะยึดเกาะกับส่วนฐาน ซึ่งใช้เสาที่มีขนาดความสูง 25 มิลลิเมตร จำนวน 4 เสา โดยการขันน็อตยึดไว้ทั้งสองด้าน และมอเตอร์ทั้งสองตัวก็จะยึดกับตัวโครงหลักของตัวหุ่นโดยการขันน็อตยึดไว้ด้วยเช่นกัน



รูปที่ 3.16 แบบจำลองเสาที่ใช้เข้าไปยึดตัวโครงหลัก

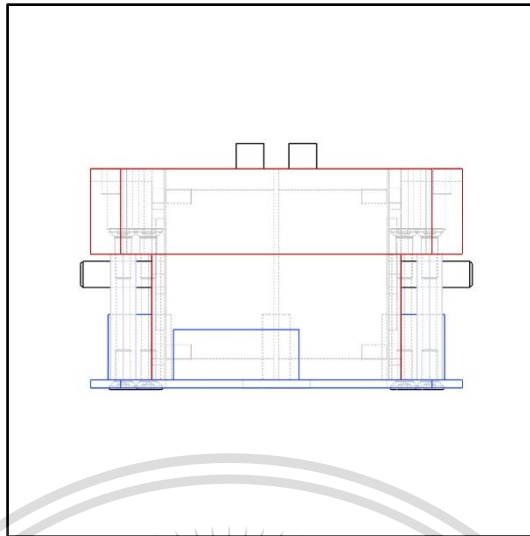


รูปที่ 3.17 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองโครงหลักที่ได้ยึดกับฐานโดยเสาและยึดกับมอเตอร์

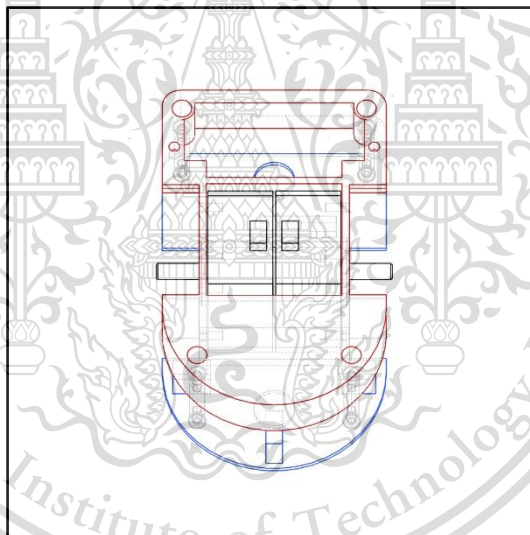
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.18 มุมมองจากด้านหลังแบบจำลองโครงหลักที่ได้ยึดกับฐานโดยเสาะและยึดกับมอเตอร์

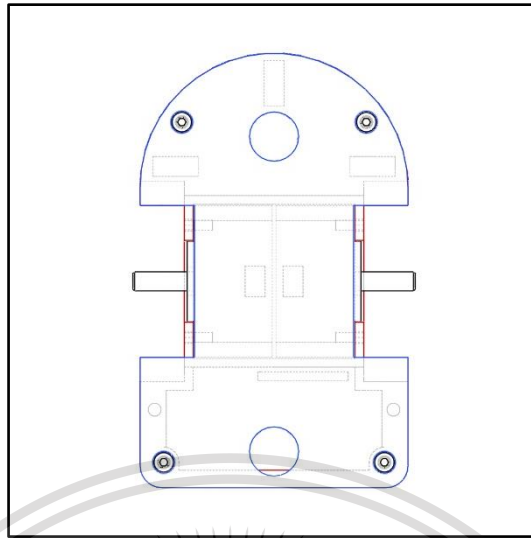


รูปที่ 3.19 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองโครงหลักที่ได้ยึดกับฐานโดยเสาะและยึดกับมอเตอร์

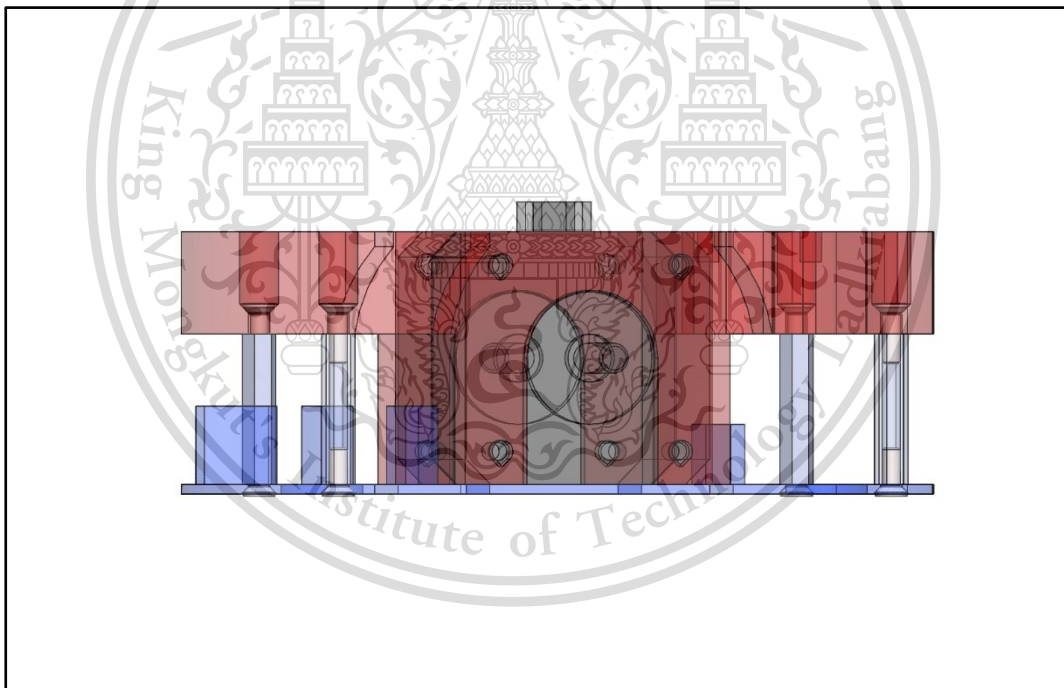
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.20 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองโครงหลักที่ได้ยึดกับฐานโดยเสาะและยึดกับมอเตอร์

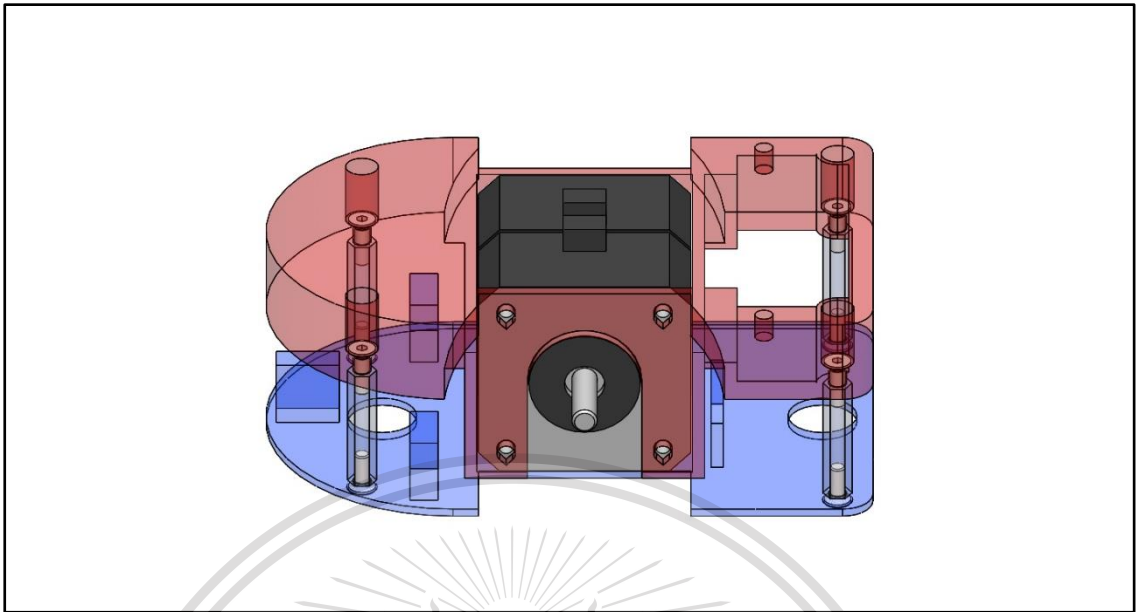


รูปที่ 3.21 แบบจำลองเสาทั้ง 4 และการยึดโครงหลักกับฐานโดยการขันน็อตจากทั้งสองด้าน

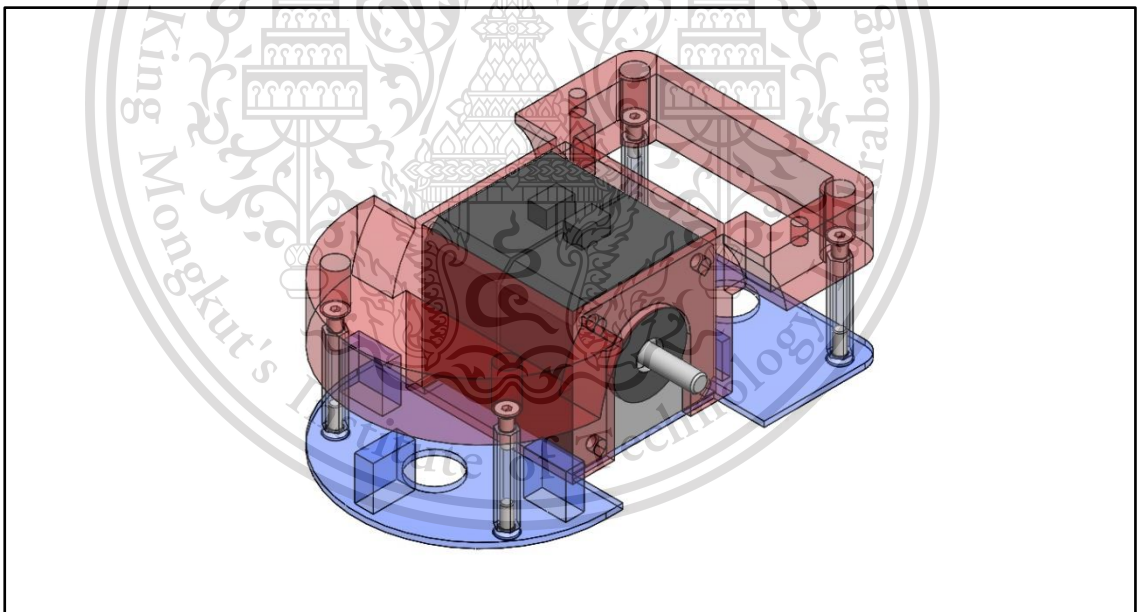
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.22 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของโครงหลักยึดกับมอเตอร์ทั้งสองตัวและฐาน



รูปที่ 3.23 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของโครงหลักยึดกับมอเตอร์ทั้งสองตัวและฐาน

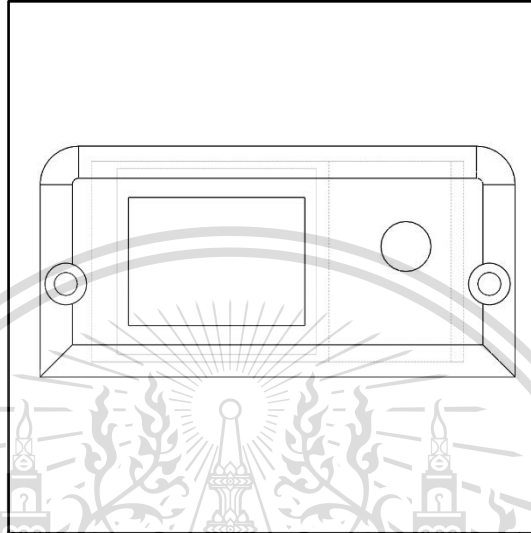
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

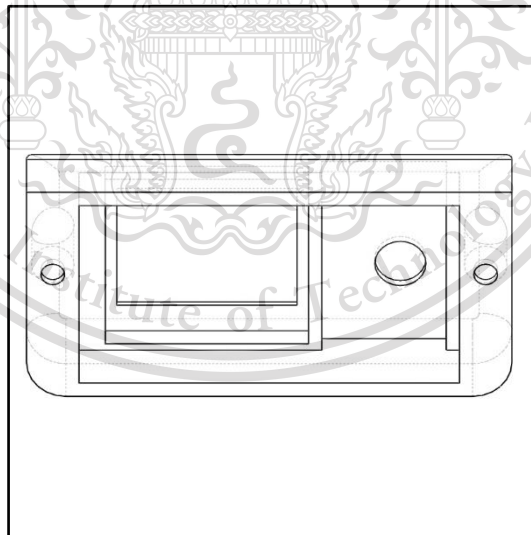
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2.6 การออกแบบฝาปิดส่วนท้าย

ชิ้นส่วนต่อมาเป็นชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์ Micromouse เป็นชิ้นส่วนที่เอาไว้ติดตั้งจอ LED และสวิทช์ และจะจัดเก็บแบตเตอรี่สายไฟไว้ด้วย ซึ่งจะขันน็อตยึดไว้กับชิ้นส่วนโครงหลัก



รูปที่ 3.24 มุมมองจากด้านบนแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์

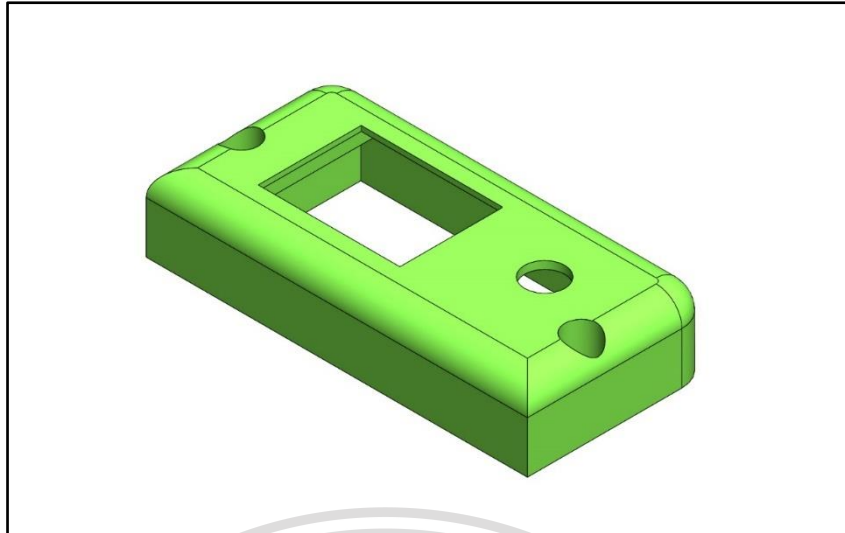


รูปที่ 3.25 มุมมองจากด้านล่างแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

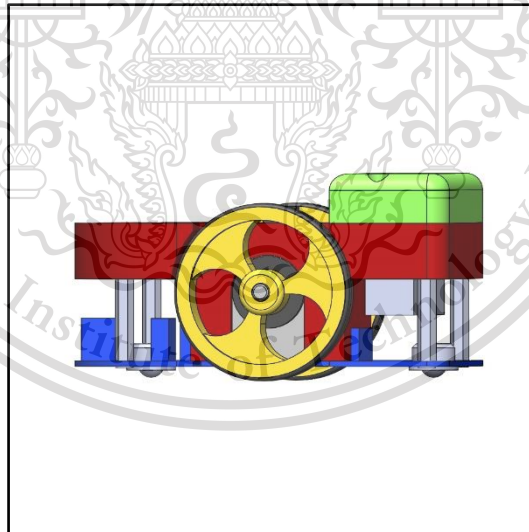
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.26 มุมมองจากด้านข้างแบบจำลองของชิ้นส่วนฝาปิดที่อยู่ส่วนท้ายของตัวหุ่นยนต์

3.2.2.7 การประกอบชิ้นส่วน

เมื่อออกแบบชิ้นส่วนต่างๆของตัวหุ่นยนต์ Micromouse เสร็จแล้ว ก็นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันให้เป็นชิ้นงานของตัวหุ่นยนต์ Micromouse จะได้ดังรูปต่อไป

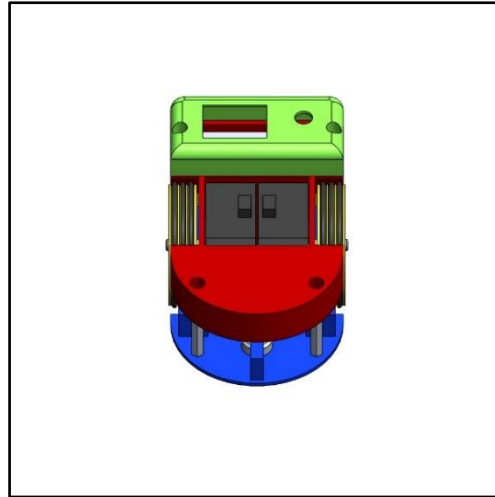


รูปที่ 3.27 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์

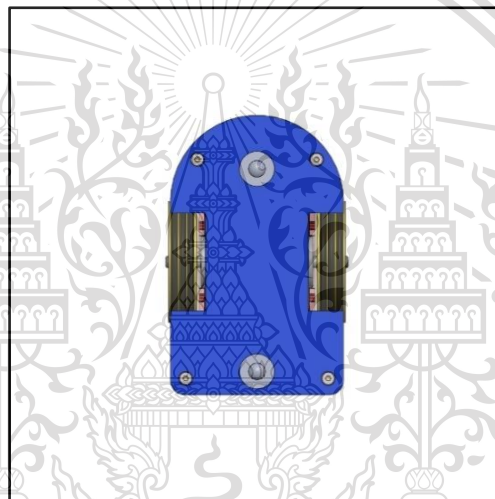
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

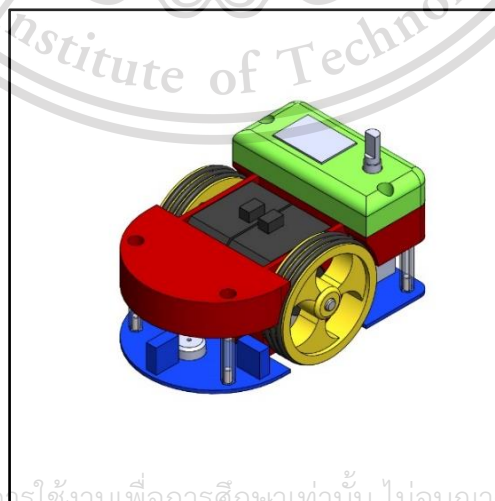
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.28 มุมมองจากด้านบน แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.29 มุมมองจากด้านล่าง แบบจำลองของตัวหุ่นยนต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกระใช้เฉพาะที่อาคารศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.30 มุมมองจากด้านข้าง แบบจำลองของการติดตั้งจอ LCD และสวิตช์ของตัวหุ่นยนต์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

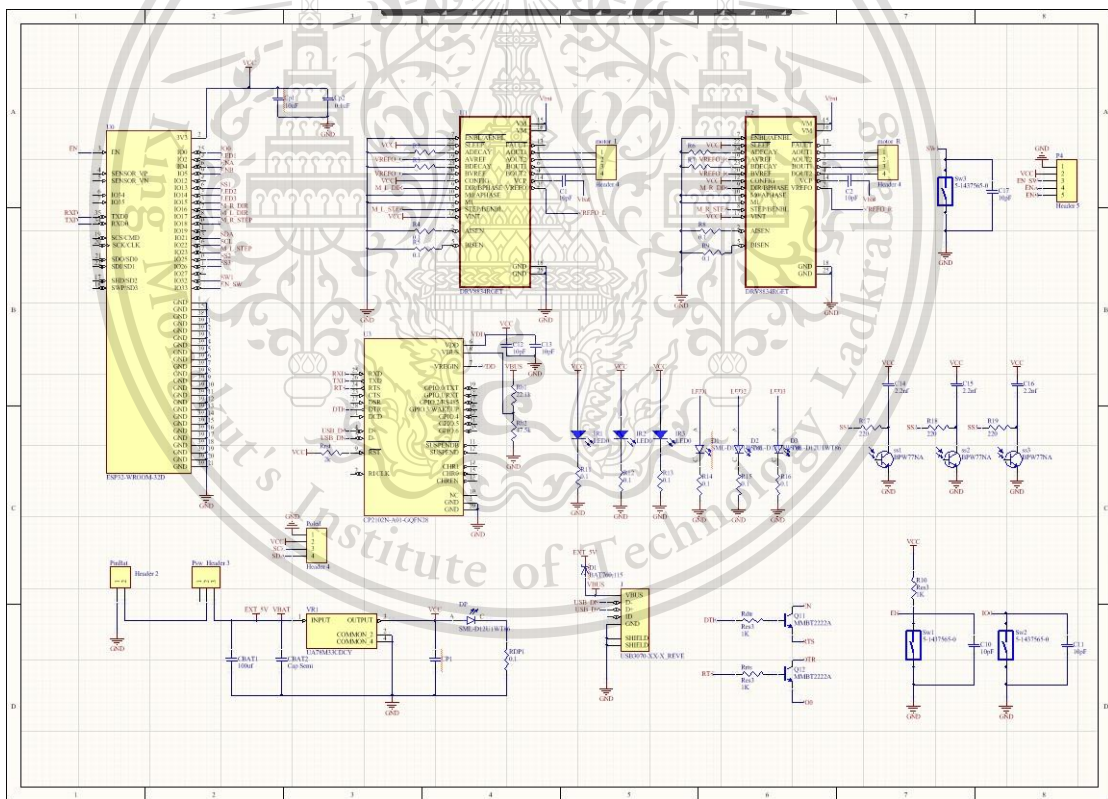
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

3.2.3 ขั้นตอนการออกแบบวงจรด้วยซอฟต์แวร์ Altium Designer

3.2.3.1 การออกแบบ Schematic

เป็นการเขียนแบบของ Schematic Diagram คือ การเขียนวงจรด้วยสัญลักษณ์ที่มีการลากเส้นต่อถึงกัน ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเขียนแบบมากที่สุด เพราะสามารถเขียนได้ทั้งระบบซึ่งแสดง ความหมายด้วยสัญลักษณ์ได้แบบจะไม่ยุ่งยากมากนัก และใช้พื้นที่ในการเขียนวงจรมนุษย์ การอ่านและดูทางเดินของสัญญาณทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็วช่างอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความรู้ในเรื่องของสัญลักษณ์สามารถไล่ทิศทางเดินของสัญญาณและสามารถอ่านวงจรในรูปแบบของ Schematic Diagram ได้เป็นส่วนมากวงจรในการเขียนของ Schematic Diagram จะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานสากลที่ใช้กันทั่วโลก เช่น วงจรของเครื่องขยายเสียงวิทยุและโทรทัศน์ ในปัจจุบันส่วนมากแล้วจะเขียนแบบออกมาเป็น Schematic Diagram ทั้งสิ้น



รูปที่ 3.31 การทำ Schematic

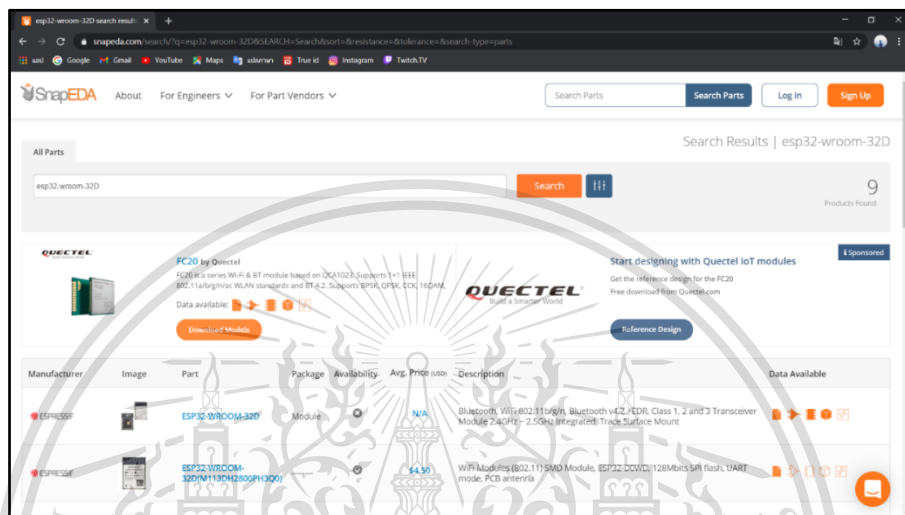
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.2.3.2 การดาวน์โหลด Libraries

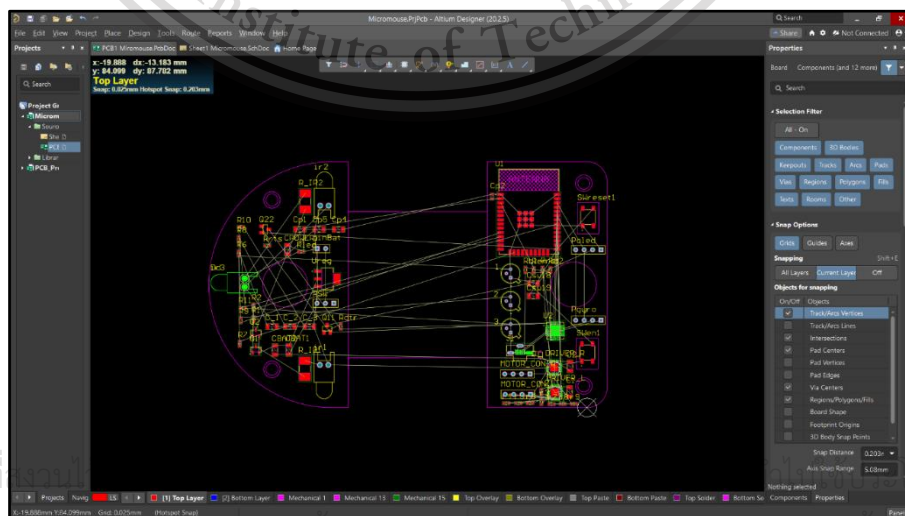
ขั้นตอนการดาวน์โหลด Libraries ผ่าน SnapEDA เป็นขั้นตอนการดาวน์โหลด Libraries ที่ไม่มีให้ในโปรแกรม Altium Designer เพื่อนำ Footprint ที่ได้มาใส่ในส่วนของ Schematic เช่น ESP32, Motor Driver, Switches, Regulator, Sensor, ET



รูปที่ 3.32 เว็บไซต์ SnapEDA

3.2.3.3 ขั้นตอนการออกแบบลายวงจร PCB (Print Circuit Board)

เป็นขั้นตอนการกำหนดรูปทรงตามที่ฝ่ายแมคคาทรอนิกส์ได้ออกแบบมาเพื่อนำมาเป็นรูปร่างของแผ่น PCB จากนั้นทำการลากอุปกรณ์ที่ได้ Update มาจากการทำ Schematic เพื่อกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ดังในรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 การออกแบบลายวงจรแผ่น PCB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลบางอย่างที่ต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.2.4 ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของซอฟต์แวร์

ด้านซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยได้ทำการวางแผนโดยทำการแบ่งกระบวนการออกเป็น 3 ส่วน

1. การใช้หุ่นยนต์วิ่งจดจำแผนที่
2. ค้นหาเส้นทางทั้งหมดที่เป็นไปได้โดยการใช้ Depth first search
3. ประมวลผลหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดที่ไปถึงเส้นชัยโดยใช้ Backtracking

3.2.4.1 การใช้หุ่นยนต์วิ่งจดจำแผนที่

แต่ในขณะนี้ทางผู้วิจัยยังไม่มีหุ่นยนต์เพื่อมาวิ่งเก็บแผนที่ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการจำลองแผนที่ขึ้นมาเพื่อเก็บค่าในการทดสอบอัลกอริทึม ผู้วิจัยได้สร้างแอเรย์ (Array) ชื่อ map ขึ้นมาเพื่อเก็บค่าแผนที่ โดยจากบรรทัดแรก map[0][0] = 0b00001100 ; ตัวเลขใน [] แรกเป็นแถวและ [] ต่อมาเป็น หลัก 0b คือการเก็บค่าอยู่ในรูปของเลขฐานสอง และเลข 0000 คือเลขที่สร้างไว้เก็บข้อมูลในขนาดจากนั้นเลข 4 ตัวสุดท้ายเรียงจากซ้ายไปขวา คือ ซ้าย บน ขวา ล่าง ที่ใช้เก็บสถานะกำแพงในช่อง ๆ นั้น โดยเลข 4 ตัวสุดท้ายเลขตำแหน่งไหนมีค่าเป็น 1 คือมีกำแพงส่วนถ้าเป็น 0 คือไม่มีกำแพง โดยจะได้กราฟฟิกดังรูปที่ 3.34

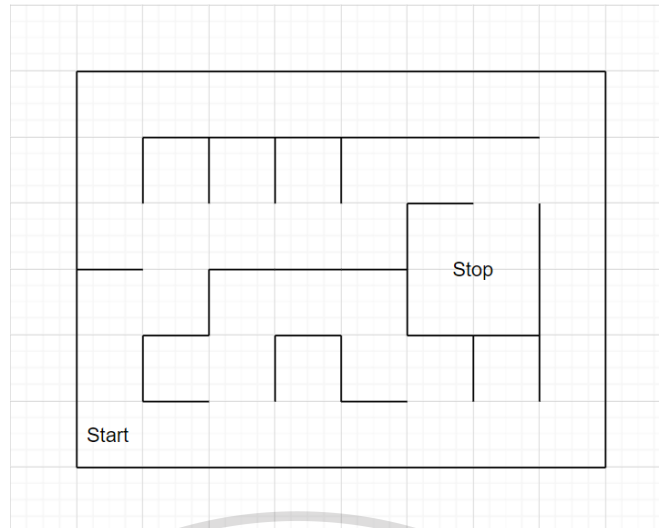
```
map[0][0] = 0b00001100;
map[0][1] = 0b00000101;
map[0][2] = 0b00000101;
map[0][3] = 0b00000101;
map[0][4] = 0b00000101;
map[0][5] = 0b00000101;
map[0][6] = 0b00000101;
map[0][7] = 0b00000110;
```

รูปที่ 3.34 ตัวอย่างของการเก็บแผนที่ในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

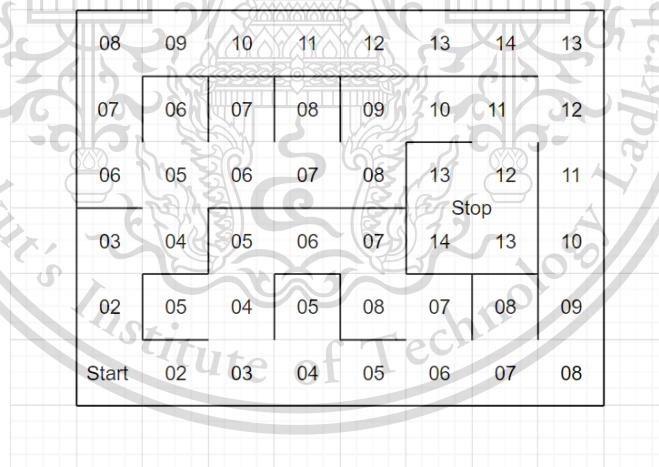
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.35 แผนที่ของ Micromouse ที่จำลองขึ้นมา

3.2.4.2 Depth first search algorithm

ค้นหาเส้นทางทั้งหมดที่เป็นไปได้โดยอ้างอิงจากแผนที่ที่จำลองและการใช้ Depth first search ที่เขียนด้วย Recursive function สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.36



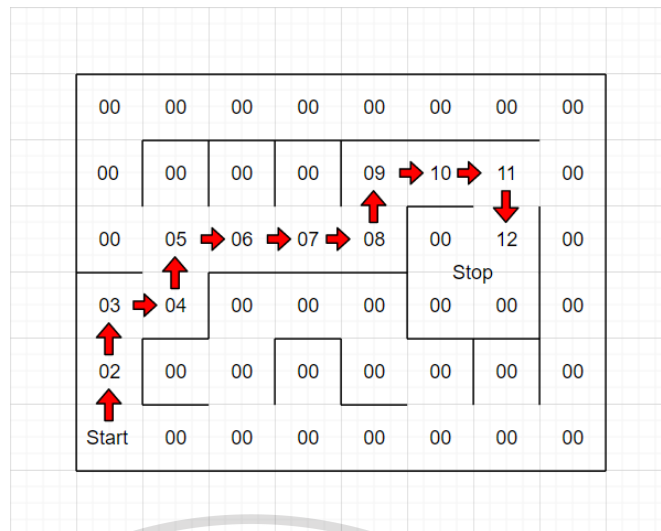
รูปที่ 3.36 การใช้ Depth first search algorithm

3.2.4.3 Backtracking

ประมวลผลหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดที่ไปถึงเส้นชัยโดยใช้ Backtracking หลังจากที่ได้ทำการค้นหาเส้นทางทั้งหมดที่เป็นได้แล้วจากกระบวนการ Depth first search จากข้อมูลที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยผ่านกระบวนการ Backtracking โดยได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.37

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

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



รูปที่ 3.37 การใช้ Backtracking algorithm

3.2.5 ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด

ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดได้ถูกออกแบบเพื่อทดสอบเป็นวงจรสองแบบ คือ การทดลองวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน และการทดลองวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุซึ่งเป็นหัวข้อหลักหัวข้อหนึ่งในปฏิญานินพนธ์ฉบับนี้โดยรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

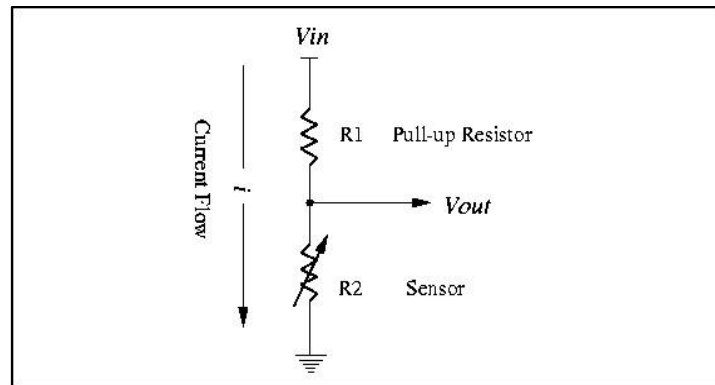
3.2.5.1 การทดลองวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

การทดลองวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดันเพื่อต่อยอดกับอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าแรงดันตกคร่อมของตัวต้านทานด้วยอนาล็อกดิจิตอลคอนเวอร์เตอร์จำนวน 12 บิต คือ สามารถอ่านค่าแรงดัน 0 โวลต์ ถึง 3.3 โวลต์ สามารถอ่านค่าได้ 0 ถึง 4095 จากการทดลองได้ทดสอบค่าตัวต้านทานในวงจรเท่ากับ 500 โอห์ม 1K โอห์ม และ 10K โอห์ม โดยวงจรจะเป็นไปดังรูปที่ 3.38 วงจรนี้เป็นวงจรมาตรฐานทั่วไปเมื่อต้องการใช้ ADC ในการวัดค่าแรงดันที่ตกคร่อมที่ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจรู้ให้กับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นได้ทำการวัดระยะห่างกับกำแพงเทียบกับไม้บรรทัดด้วยระยะห่างที่ละ 1 เซนติเมตร ดังในรูปที่ 3.39 และรูปที่ 3.40 หลังจากการทดลองแล้วบันทึกผลแรงดันที่อ่านได้เทียบกับระยะห่างของกำแพง

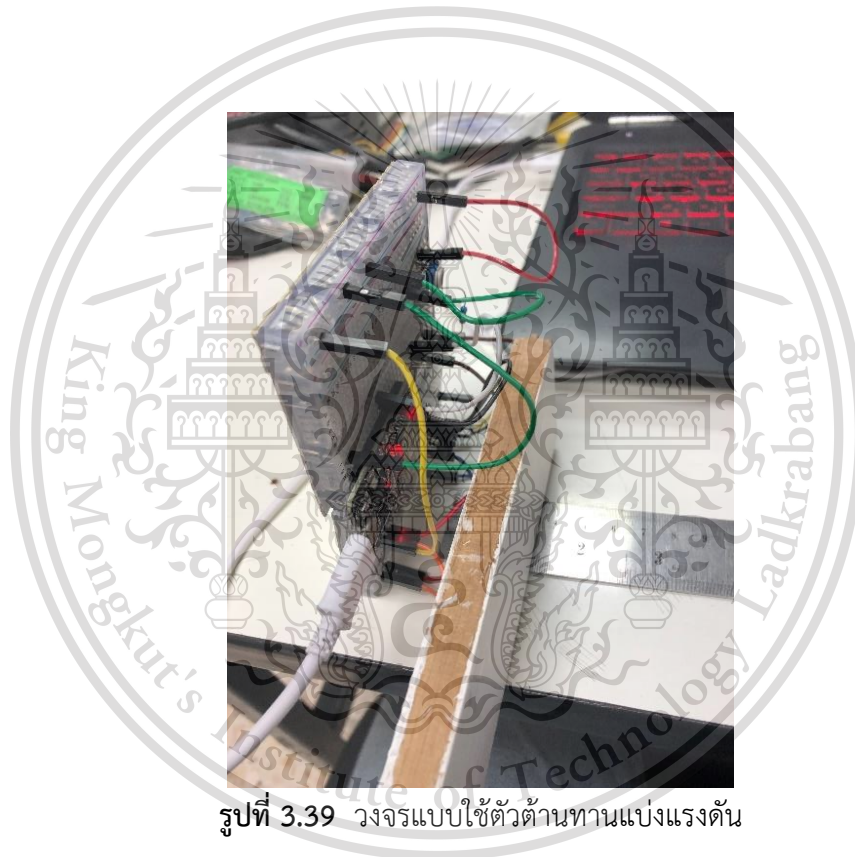
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.38 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

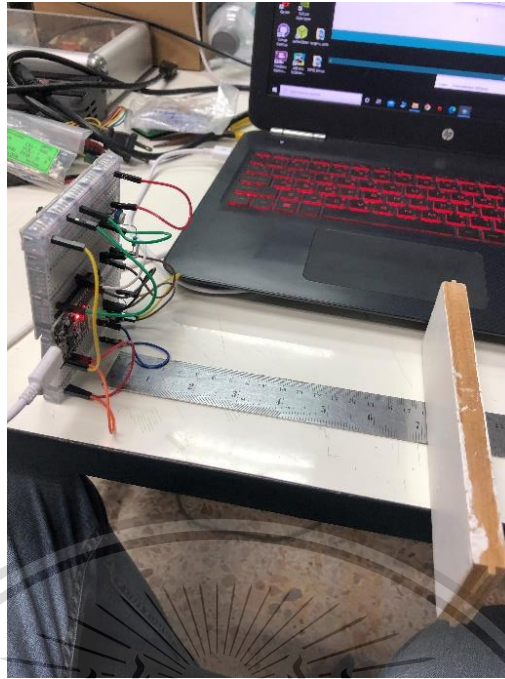


รูปที่ 3.39 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.40 การทดสอบวัฏระยะทางของจจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

3.2.5.2 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

การทดลองวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุได้รับแนวคิดมาจากหุ่นยนต์ 3PI POLOLU [10] ซึ่งเป็นวงจรของหุ่นยนต์เดินตามเส้นที่มีความเร็วเป็นอย่างมาก ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาวงจรของหุ่นยนต์ตัวนี้โดยวงจรงดรูปที่ 3.41 โดยวงจรมีเป็นการประยุกต์ใช้ศาสตร์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และการประยุกต์ใช้การเขียนคอนโทรลเลอร์เข้าด้วยกัน วงจรประกอบอุปกรณ์ที่สำคัญคือ ตัวเก็บประจุค่าเท่ากับ 2.2 นาโนฟารัด ตัวต้านทาน 220 โอห์ม และ อุปกรณ์ตรวจจับแบบอินฟราเรดรหัส TCRT 5000 ซึ่งจะมีตัวต้านทานภายในของอุปกรณ์ตรวจจับที่เหมาะสม วงจรมีขั้นตอนในการอ่านคือ ขั้นตอนให้ระบบเก็บประจุ การเริ่มจับเวลา ขั้นตอนการส่งคายประจุ และส่งหยุดเวลาเมื่อประจุในตัวเก็บประจุถูกคายจนหมด หลังจากนั้นเวลาที่ไ้ได้รับ จะนำมาเป็นมาตรฐานวัฏระยะห่างของกำแพง หากแสงของอินฟราเรดสะท้อนมามาก จะทำให้แหล่งจ่ายกระแสของชาคอลเล็กเตอร์ใน Photo transistor นั้นมีกระแสค่อนข้างมาก ทำให้การคายประจุนั้นรวดเร็ว หากแสงอินฟราเรดสะท้อนมาน้อย แหล่งจ่ายกระแสของชาคอลเล็กเตอร์ใน Photo transistor นั้นมีกระแสค่อนข้างน้อย ทำให้เวลาในการคายประจุของประจุนั้นมีระยะเวลานาน ทำให้น้ำเวลาสามารถนำมาใช้เพื่อบอกระยะห่างของกำแพงให้กับคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นได้ทำ

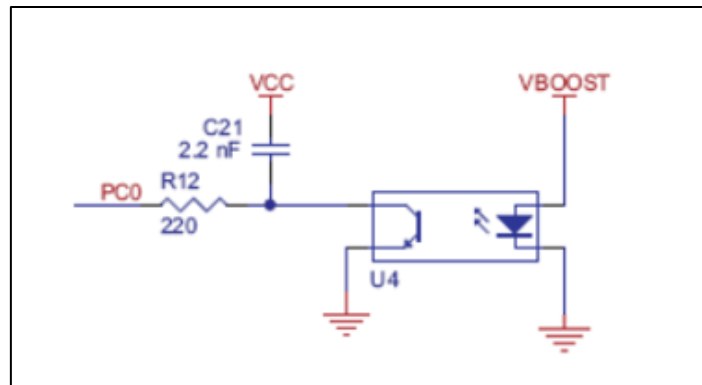
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนการวัฏระยะห่างกับกำแพงเทียบกับไม้บรรทัดด้วยระยะห่างที่ละ 1 เซนติเมตร ดังในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 3.42 และรูปที่ 3.43 หลังจากการทดลองแล้วบันทึกผลแรงดันที่อ่านได้เทียบกับ

ระยะห่างของกำแพง

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

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



รูปที่ 3.41 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

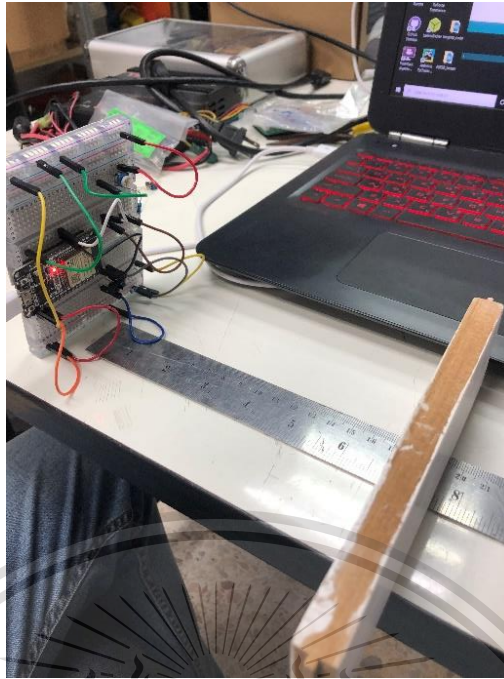


รูปที่ 3.42 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.43 การทดสอบวัตรยะทางของวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

3.2.6 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างโปรแกรมตัวกรอง

การดำเนินการสร้างโปรแกรมตัวกรองเฉลี่ยให้อุปกรณ์ตรวจรู้ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากอุปกรณ์ตัวรู้ค่าที่ได้มีการแกว่ง ผู้จัดทำได้สร้างโปรแกรมตัวกรองต่าง ๆ ละทำการทดสอบตัวกรองต่างชนิด เริ่มต้นจากตัวกรองเฉลี่ย เนื่องจากค่าที่ได้นั้นมีขนาดการแกว่งอย่างคงที่ การออกแบบและสร้างวงจรตัวกรองนั้นได้เริ่มจากการประกาศตัวแปรประเภท อาร์เรย์จำนวน N ช่อง หลังจากนั้นนำค่าที่อ่านจากอุปกรณ์ตรวจรู้ได้มาเก็บในตัวแปรนี้หลังจากนั้นนำข้อมูลในอาร์เรย์มารวม และหารด้วยจำนวน N ต่อมาได้ทดลองการสร้างความโปรแกรมตัวกรองแบบค่ากลาง median โดยการประกาศตัวแปรประเภทอาร์เรย์ จำนวน N ตัว นำค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ตรวจรู้ หลังจากนั้นนำข้อมูลในอาร์เรย์ทั้งหมดนั้น นำมาทำการเรียงจากน้อยไปมาก และหาค่าที่อยู่ตำแหน่งกลางของอาร์เรย์ หาก N เป็นจำนวนเลขคู่ จะนำข้อมูลที่อยู่ในตัวแปร

อาร์เรย์ที่อยู่ตำแหน่ง $\frac{N}{2}$ ไปใช้ หาก N เป็นจำนวนคี่ จะนำข้อมูลที่อยู่ในตัวแปรอาร์เรย์ที่

$\frac{N}{2} + 1$ โปรแกรมตัวกรองประเภทนี้เหมาะสมเมื่อข้อมูลของอุปกรณ์ตรวจรู้มีการแกว่งที่กระจายตัวจำนวนมากบางครั้ง หรือที่เรียกว่าการบวกรบกวนแบบ salt and pepper ที่จะมีค่าโดดมาค่าใดค่านึง หากทำการเรียงจากน้อยไปมาก และหาค่ากลางมาใช้เพียงตัวเดียว โอกาสที่จะได้ข้อมูลที่ถูกต้องจะโอกาสมากขึ้น และ โอกาสที่จะหาค่าที่เป็นการบวกรบกวนน้อยลง สุดท้าย

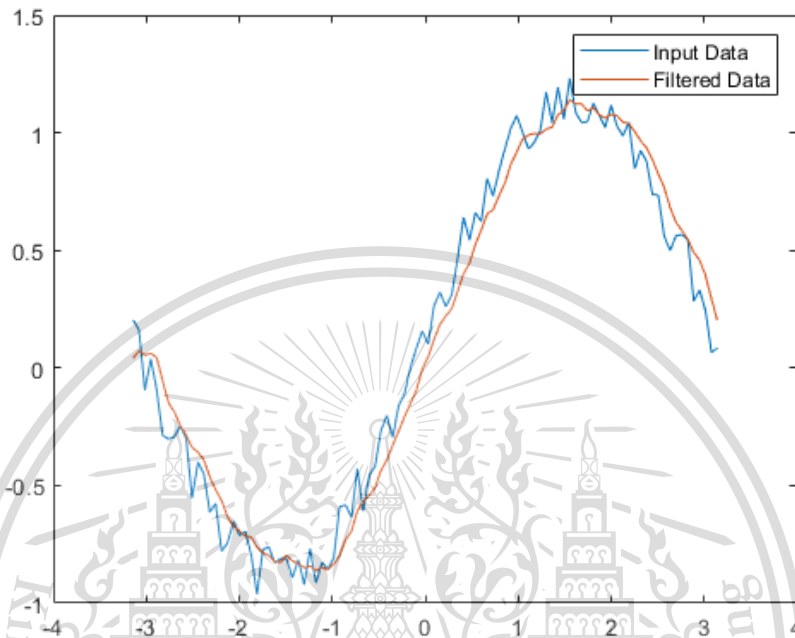
ทางผู้จัดทำทดสอบวงจรตัวกรองแบบ mode หรือการเลือกข้อมูลจากความถี่ข้อมูลไหนที่มีความถี่มากที่สุด ข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เพื่อเป็นผลลัพธ์ วิธีการถูกสร้างโดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์ตัวแปรนำเข้านั้นเก็บในข้อมูลอาร์เรย์และเขียนโปรแกรมตรวจวัดความถี่ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

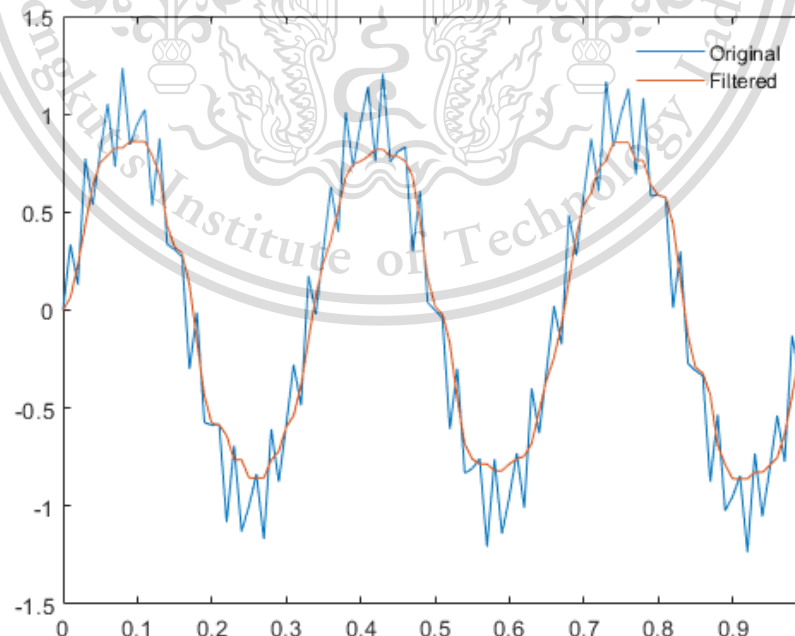
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่มีความถี่มากที่สุดเป็นผลลัพธ์ ตัวกรองดังกล่าวนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีความแปรปรวนระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากกระบวนการที่มากและใช้ระยะเวลามากเกินไปอาจจะไม่เหมาะสมในการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้ในระบบของหุ่นยนต์



รูปที่ 3.44 ตัวกรองแบบเฉลี่ย



รูปที่ 3.45 ตัวกรองแบบ median

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 4

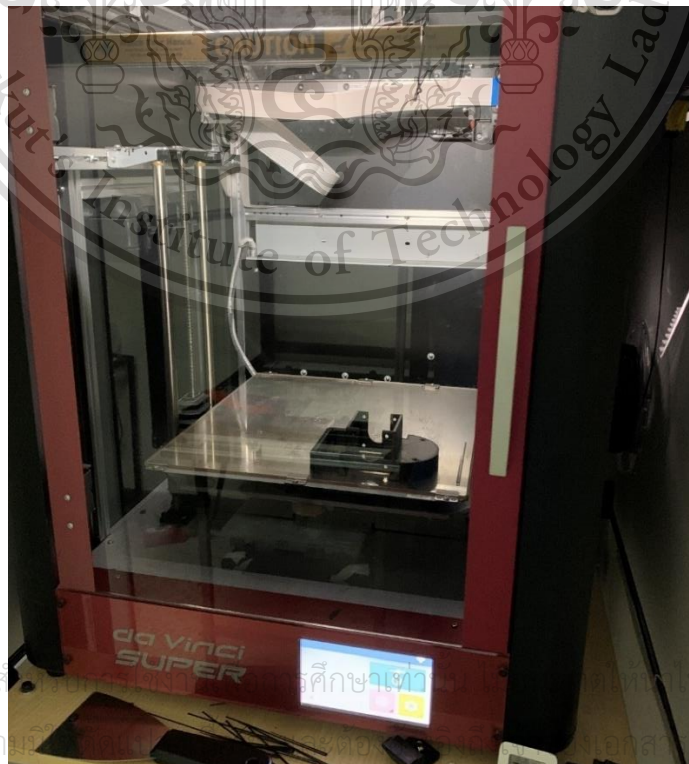
ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินการงานวิจัยทั้งหมดโดยแบ่งออกเป็นสี่หัวข้อ คือ การประกอบหุ่นยนต์ Micromouse ร่วมกับส่วน PCB และแบตเตอรี่ ผลการทดลองอัลกอริทึมของหุ่นยนต์ Micromouse เพื่อแก้ไขปัญหาของเขาวงกต ผลการทดลองหาการต่อวงจรที่เหมาะสมที่สุดของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดระหว่างการต่อวงจรแบบตัวต้านทานแบ่งแรงดันและการต่อวงจรแบบใช้เวลากาการคายประจุของตัวเก็บประจุและแสดงผลการทดลองอุปกรณ์ตรวจรู้โดยใช้ตัวกรองค่าเฉลี่ยและผลการทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Micromouse ในเขาวงกต

4.1 การประกอบหุ่นยนต์ Micromouse

4.1.1 โครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse

หลังจากที่ทำการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ ของตัวหุ่นยนต์ โดยโปรแกรม Solidwork เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น นำแบบที่ออกแบบมาได้ไปพิมพ์กับเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) ดังในรูปที่ 4.1 เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะได้โครงหลักและล้อออกมา ดังในรูปที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



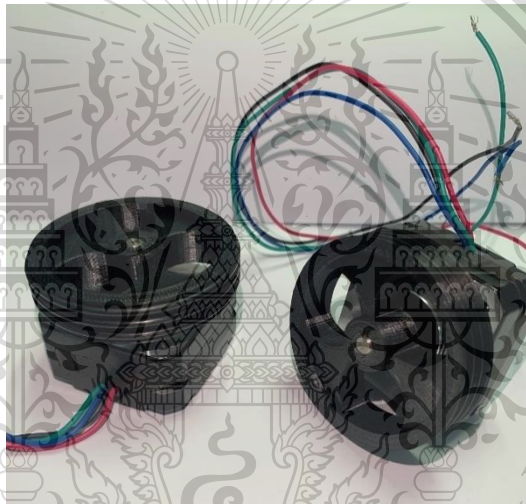
รูปที่ 4.1 การพิมพ์สามมิติโครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse

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

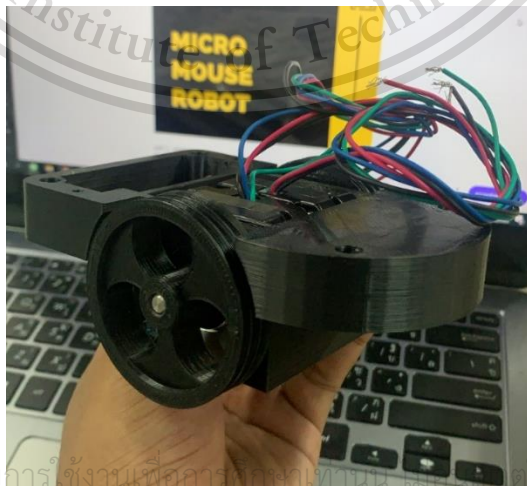
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 โครงหลักของหุ่นยนต์ Micromouse ที่ถูกพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์สามมิติ



รูปที่ 4.3 ล้อของหุ่นยนต์ Micromouse ที่ถูกพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์สามมิติ

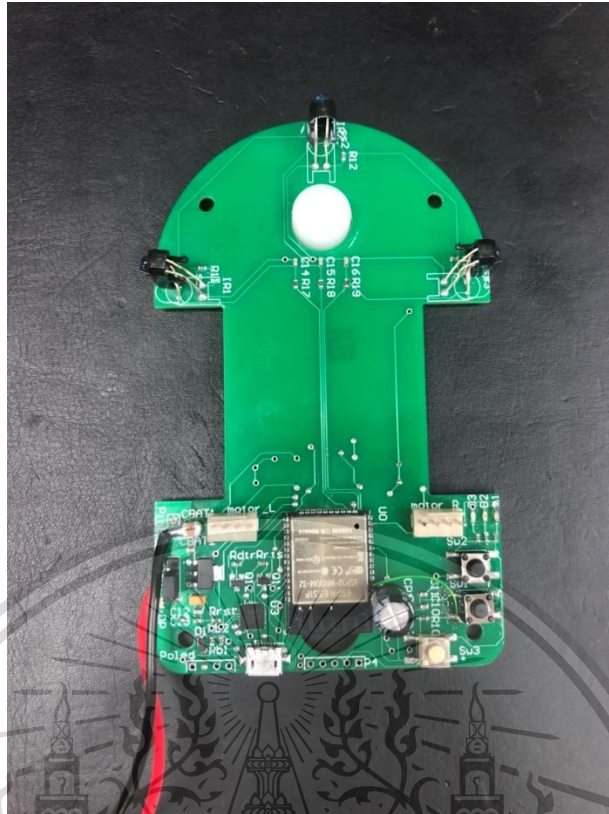


รูปที่ 4.4 โครงหลักและล้อของหุ่นยนต์ Micromouse เมื่อลองประกอบกับสตีปเปอร์มอเตอร์

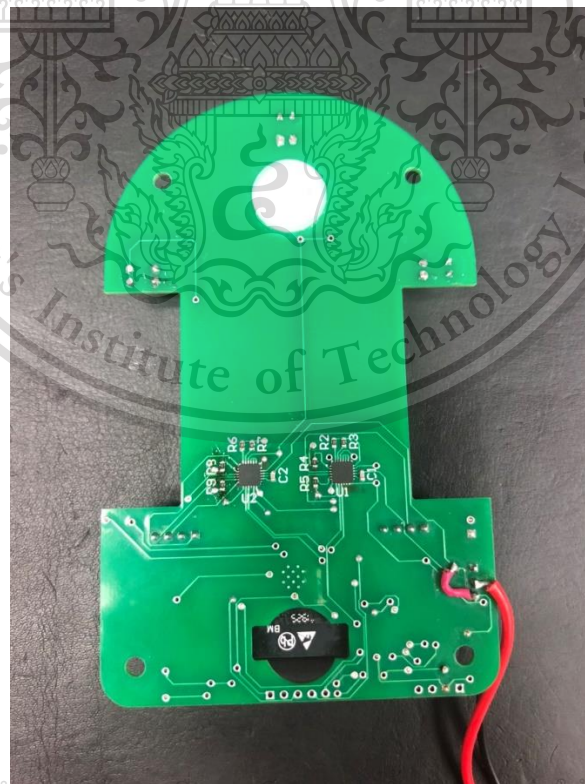
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ออกฤทธิ์ของปัญญาประดิษฐ์ที่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.7 ด้านบนของ PCB ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว



รูปที่ 4.8 ด้านล่างของ PCB ที่ทำการบัดกรีเสร็จแล้ว

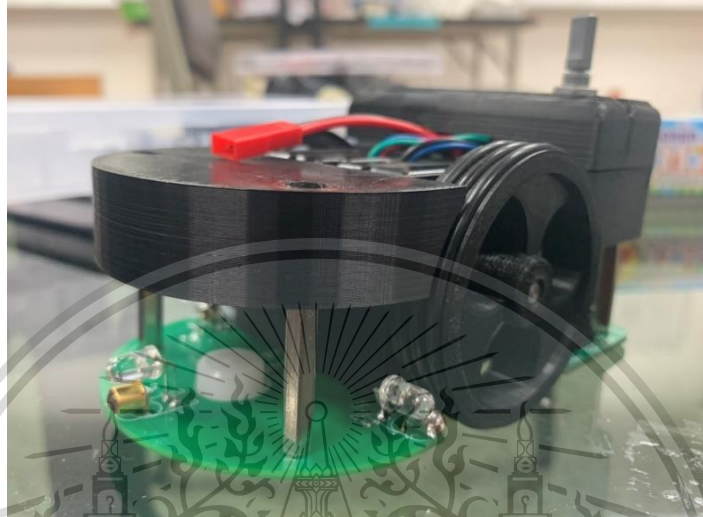
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

4.1.3 ขั้นตอนการนำ PCB ประกอบเข้ากับโครงร่างของหุ่นยนต์

หลังจากที่การบัดกรี PCB เสร็จแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำ PCB ไปประกอบเข้ากับตัวโครงร่างของหุ่นยนต์ที่พิมพ์สามมิติออกมา โดยการใช้เสาที่มีความยาว 25 มิลลิเมตร ทั้ง 4 เสา เป็นตัวเชื่อมระหว่าง โดยการขันน็อตยึดไว้ในทุกเสา จะได้ดังในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 หุ่นยนต์ Micromouse ที่ทำการประกอบเข้ากับ PCB

4.1.4 ขั้นตอนการติดตั้งแบตเตอรี่

ในขั้นตอนนี้จะนำแบตเตอรี่ขนาด 800 mAh แรงดันไฟฟ้า 7.4 โวลต์ มาประกอบเข้ากับหุ่นยนต์ โดยจะวางอยู่ในตำแหน่งด้านของตัวหุ่นยนต์ micromouse เพื่อถ่วงน้ำหนักของตัวหุ่นยนต์ Micromouse เหตุผลที่ใช้แบตเตอรี่ขนาดเล็กเนื่องจากขนาดที่เล็กและน้ำหนักที่เบาจะส่งผลให้หุ่นยนต์ Micromouse เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น



รูปที่ 4.10 หุ่นยนต์ Micromouse ที่ทำการประกอบเข้ากับแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรนำออกจำหน่ายหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

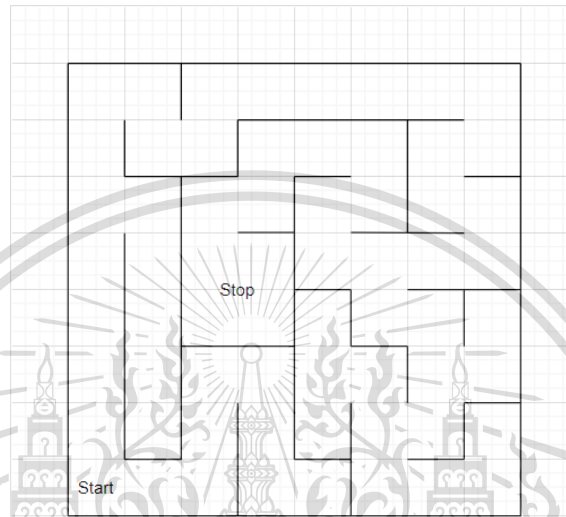
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่อจากนี้ไปเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

4.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองอัลกอริทึมระบบการทำงานของ Micromouse

ผลการดำเนินงานของการทดลองพัฒนาอัลกอริทึมโดยใช้อัลกอริทึม Depth first search และ Backtracking ในการแก้ไขปัญหาเขาวงกตโดยจะแบ่งออกเป็นสามหัวข้อวิจัย คือ การสำรวจเส้นทางในเขาวงกต การคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไปถึงเป้าหมาย และการควบคุมทิศทางการเดินของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.11 เขาวงกตที่นำมาใช้ในการคำนวณหาเส้นทาง ขนาด 8 x 8

1100	0110	1100	0101	0101	0101	0101	0110
1010	1001	0011	1100	0101	0110	1100	0011
1000	0110	1100	0011	1100	0011	1001	0110
1010	1010	1000	0110	1001	0100	0101	0011
1010	1010	1001	0011	1110	1001	0110	1110
1010	1010	1100	0110	1000	0110	1000	0011
1010	1011	1010	1010	1011	1000	0011	1110
1001	0101	0011	1001	0111	1001	0101	0011

รูปที่ 4.12 เขาวงกตในรูปแบบเลขฐานสองขนาด 8 x 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

```
int Map[8][8] =
    {{0b00001100, 0b00000110, 0b00001100, 0b00000101, 0b00000101, 0b00000101, 0b00000101, 0b00000110},
     {0b00001010, 0b00001001, 0b00000011, 0b00001100, 0b00000101, 0b00000110, 0b00001100, 0b00000011},
     {0b00001000, 0b00000110, 0b00001100, 0b00000011, 0b00001100, 0b00000011, 0b00001001, 0b00000110},
     {0b00001010, 0b00001010, 0b00001000, 0b00000110, 0b00001001, 0b00000100, 0b00000101, 0b00000011},
     {0b00001010, 0b00001010, 0b00001001, 0b00000011, 0b00001110, 0b00001001, 0b00000110, 0b00001110},
     {0b00001010, 0b00001010, 0b00001100, 0b00000110, 0b00001000, 0b00000110, 0b00001000, 0b00000011},
     {0b00001010, 0b00001011, 0b00001010, 0b00001010, 0b00001011, 0b00001000, 0b00000011, 0b00001110},
     {0b00001001, 0b00000101, 0b00000011, 0b00001001, 0b00000111, 0b00001001, 0b00000101, 0b00000011}
    };
```

รูปที่ 4.13 การเก็บค่าของเขาวงกตในรูปแบบของเลขฐานสอง

จากรูปที่ 4.13 แสดงถึงการเก็บค่าของเขาวงกตในรูปแบบของเลขฐานสองใน Array 2 มิติชื่อ Map ขนาด 8 x 8 โดยให้เลข 1 คือ มีกำแพง และเลข 0 คือ ไม่มีกำแพง โดยเริ่มการเก็บข้อมูลจากทิศซ้ายบน ขวา และล่าง ตามลำดับ

```
12 06 12 05 05 05 05 06
10 09 03 12 05 06 12 03
08 06 12 03 12 03 09 06
10 10 08 06 09 04 05 03
10 10 09 03 14 09 06 14
10 10 12 06 08 06 08 03
10 11 10 10 11 08 03 14
09 05 03 09 07 09 05 03
```

รูปที่ 4.14 ค่าของเขาวงกตที่ถูกเก็บไว้ในรูปแบบเลขฐานสิบ

```
int search_map (int _j , int _i , int path)
{
    path++;
    if (Map_robot[_j][_i] != 0 && Map_robot[_j][_i] < path ) {
        return 0;
    }

    Map_robot[_j][_i] = path ;
    if ((Map[_j][_i] & 0b00000100) == 0) // บน
    {
        search_map(_j - 1, _i, path);
    }

    if ((Map[_j][_i] & 0b00001000) == 0) // ซ้าย
    {
        search_map(_j, _i - 1, path);
    }

    if ((Map[_j][_i] & 0b00000010) == 0) // ขวา
    {
        search_map(_j, _i + 1, path);
    }

    if ((Map[_j][_i] & 0b00000001) == 0) // ล่าง
    {
        search_map(_j + 1, _i, path);
    }
}
```

รูปที่ 4.15 โปรแกรมที่ใช้ในการสำรวจเขาวงกตและบันทึกค่าการเดินทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

จากรูปที่ 4.15 แสดงถึงการนำ Recursive function มาใช้กับอัลกอริทึม Depth first search โดยเริ่มสำรวจจาก ซ้าย บน ขวา และล่าง ตามลำดับ อัลกอริทึมจะทำงานโดยสั่งให้เดินสำรวจไปเรื่อยๆ จนกว่าจะเดินครบทั่วทั้งเขาวงกต เมื่อครบแล้วจะเก็บค่าการสำรวจเขาวงกตและแสดงค่าของเขาวงกต

08	09	12	13	14	15	16	17
07	10	11	30	29	28	19	18
06	07	32	31	26	27	20	21
05	08	33	34	25	24	23	22
04	09	34	35	32	25	26	29
03	10	05	06	31	30	27	28
02	11	04	07	32	29	28	33
01	02	03	08	09	30	31	32

รูปที่ 4.16 ผลลัพธ์ที่ได้ของการสำรวจเขาวงกต

จากรูปที่ 4.16 แสดงจำนวนค่าของการเดินไปในเส้นทางต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ และทำให้ได้จำนวนช่องในการเดินไปถึงเป้าหมายคือ 33 ช่องจากเส้นทางการเดินต่าง ๆ

```

void find_ans(int j_current , int i_current , int j_final , int i_final , int _power)
{
    if (Map_robot[j_current][i_current] != _power + 1)
    {
        return ;
    }
    if ((j_current == j_final) && (i_current == i_final) && (_power + 1 == Map_robot[j_final][i_final]))
    {
        founded = true ;
        ans[j_current][i_current] = _power + 1 ;
        if (founded == true)
        {
            return ;
        }
    }
    if ((Map[j_current][i_current] & 0b00000100) == 0) // บน
    {
        find_ans(j_current - 1, i_current, j_final, i_final, _power + 1);
    }
    if ((Map[j_current][i_current] & 0b00001000) == 0) // ขวา
    {
        find_ans(j_current, i_current - 1, j_final, i_final, _power + 1);
    }
    if ((Map[j_current][i_current] & 0b00000010) == 0) // ล่าง
    {
        find_ans(j_current, i_current + 1, j_final, i_final, _power + 1);
    }
    if ((Map[j_current][i_current] & 0b00000001) == 0) // ซ้าย
    {
        find_ans(j_current + 1, i_current, j_final, i_final, _power + 1);
    }
    if (founded == true)
    {
        ans[j_current][i_current] = _power + 1 ;
    }
}

```

รูปที่ 4.17 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อไปถึงเป้าหมาย

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

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

จากรูปที่ 4.17 แสดงถึงการนำ Recursive function มาใช้กับอัลกอริทึม Backtracking ทำการแสดงเส้นทางที่สั้นที่สุดจากปลายทางย้อนกลับมาสู่จุดเริ่มต้นโดยเริ่มจากโปรแกรมได้รับค่าของตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งเป้าหมายมาแล้วจากการทำ Depth first search จากนั้นจะทำการเดินจากจุดเริ่มต้นโดยเริ่มจาก ซ้าย บน ขวา และล่าง ตามลำดับ เลือกเส้นทางที่ตำแหน่งต่อไปที่เป็นค่าบวกด้วย 1 ที่มีการเดินไปถึงเป้าหมายพอดีจากนั้นจะทำการเก็บค่าเส้นทางจากเป้าหมายย้อนกลับมายังจุดเริ่มต้น ทำให้จะได้เส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินไปถึงเป้าหมาย

08	09	12	13	14	15	16	17
07	10	11	30	29	28	19	18
06	00	32	31	26	27	20	21
05	00	33	00	25	24	23	22
04	00	00	00	00	00	00	00
03	00	00	00	00	00	00	00
02	00	00	00	00	00	00	00
01	00	00	00	00	00	00	00

รูปที่ 4.18 ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

```

void search_way(int j , int i , int _power)
{
    if(A == 32 )
    {
        return ;
    }
    if(Map[j-1][i] == _power + 1 )//N
    {
        direct_goal[A] = 0 ;
        A++ ;
        search_way(j - 1 , i , _power + 1);
    }

    if(Map[j][i+1] == _power + 1 ) // E
    {
        direct_goal[A] = 1;
        A++ ;
        search_way(j , i + 1 , _power + 1);
    }

    if(Map[j][i-1] == _power + 1 ) // W
    {
        direct_goal[A] = 3 ;
        A++ ;
        search_way(j , i - 1 , _power + 1);
    }

    if(Map[j+1][i] == _power + 1 ) // S
    {
        direct_goal[A] = 2 ;
        A++ ;
        search_way(j+1 , i , _power + 1);
    }
}

```

รูปที่ 4.19 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาทิศทางของเขาวงกต

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

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

จากรูปที่ 4.19 ในส่วนนี้จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดมาคำนวณหาทิศทางที่จะนำไปใช้เป็นคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Micromouse โดยจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการหาทิศทางของเขาวงกตไปคำนวณเป็นทิศทางของตัวหุ่นยนต์ Micromouse ทำการเก็บค่าดังนี้ ทิศเหนือ คือ 0 ทิศตะวันตก คือ 3 ทิศตะวันออก คือ 1 และทิศใต้คือ 2 ส่วนทิศทางของตัวหุ่นยนต์ Micromouse นั้นจะใช้ทิศของตัวหุ่นยนต์เป็นหลัก โดยคำสั่งทิศทาง 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง คำสั่ง 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง คำสั่ง 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง และคำสั่ง 2 คือ หันหุ่นยนต์ไปทิศใต้จากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง

ผลลัพธ์การคำนวณทิศทางจะได้ดังต่อไปนี้

- | | | |
|------------------------|------|-------------------|
| 1) 0 คือ ทิศเหนือ | 17) | 2 คือ ทิศใต้ |
| 2) 0 คือ ทิศเหนือ | 18) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 3) 0 คือ ทิศเหนือ | 19) | 2 คือ ทิศใต้ |
| 4) 0 คือ ทิศเหนือ | 20) | 1 คือ ทิศตะวันออก |
| 5) 0 คือ ทิศเหนือ | 21) | 2 คือ ทิศใต้ |
| 6) 0 คือ ทิศเหนือ | 22) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 7) 0 คือ ทิศเหนือ | 23) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 8) 1 คือ ทิศตะวันออก | 24) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 9) 2 คือ ทิศใต้ | 25) | 0 คือ ทิศเหนือ |
| 10) 1 คือ ทิศตะวันออก | 26) | 1 คือ ทิศตะวันออก |
| 11) 0 คือ ทิศเหนือ | 27) | 0 คือ ทิศเหนือ |
| 12) 1 คือ ทิศตะวันออก | 28) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 13) 1 คือ ทิศตะวันออก | 29) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 14) 1 คือ ทิศตะวันออก | 30) | 2 คือ ทิศใต้ |
| 15) 1 คือ ทิศตะวันออก | 31) | 3 คือ ทิศตะวันตก |
| 16) 1 คือ ทิศตะวันออก | 32) | 2 คือ ทิศใต้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

```

direct_robot = 0 ;
int direct2motor(int D_robot , int D_Goal)
{
    int temp , ans ;
    temp = D_Goal - D_robot ;
    if(temp < 0 )
    {
        temp = temp+4 ;
    }
    ans = temp % 4 ;
    return ans ;
}

```

รูปที่ 4.20 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณคำสั่งทิศทางของหุ่นยนต์ Micromouse

```

for(int i = 0 ; i < 32 ; i++)
{
    path[i] = direct2motor(direct_robot , direct_goal[i]);
    direct_robot = direct_goal[i] ;
}

for(int i = 0 ; i < 32 ; i++)
{
    Serial.println(path[i]);
}

```

รูปที่ 4.21 โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณคำสั่งทิศทางของหุ่นยนต์ Micromouse

ผลลัพธ์จากการคำนวณของโปรแกรมจะได้ออกมาดังนี้

- 1) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 2) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 3) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 4) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 5) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 6) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 7) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 8) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 9) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 10) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 11) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง

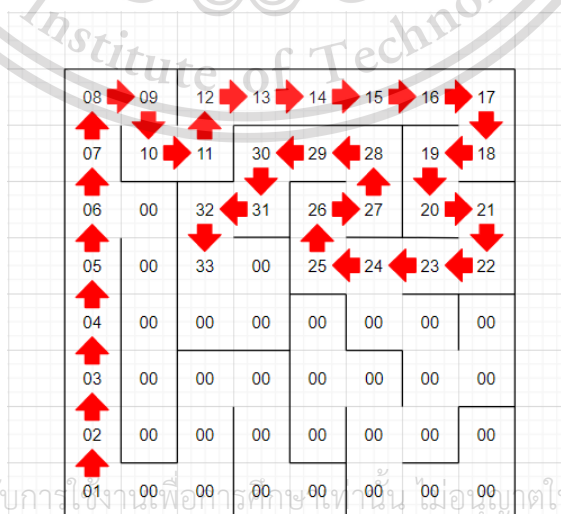
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- 12) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 13) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 14) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 15) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 16) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 17) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 18) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 19) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 20) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 21) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 22) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 23) 0 คือ เดินหุ่นยนต์ไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 24) 0 คือ เดินหุ่นยนต์ไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 25) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 26) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 27) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 28) 3 คือ หันไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 29) 0 คือ เดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 30) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 31) 1 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันตกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง
- 32) 3 คือ หันหุ่นยนต์ไปทางทิศตะวันออกจากนั้นเดินไปทิศเหนือ 1 ช่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.22 ผลลัพธ์ของคำสั่งทิศทางการเดินของหุ่นยนต์ Micromouse

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

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

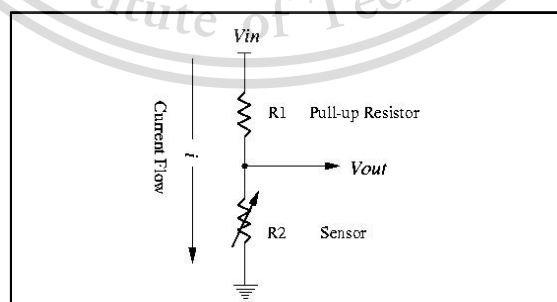
4.3 ผลการดำเนินงานของอุปกรณ์ตรวจจับของหุ่นยนต์ Micromouse

ผลการดำเนินงานของอุปกรณ์ตรวจจับของหุ่นยนต์ Micromouse เป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างการต่อวงจรแบบตัวต้านทานแบ่งแรงดันและการต่อวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับ TCRT5000 ดังในรูปที่ 4.23 เป็นตัวทดลองเพื่อหาวงจรที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน



รูปที่ 4.23 อุปกรณ์ตรวจจับ TCRT5000

4.3.1 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจจับระยะทางจากการต่อวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน



รูปที่ 4.24 วงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

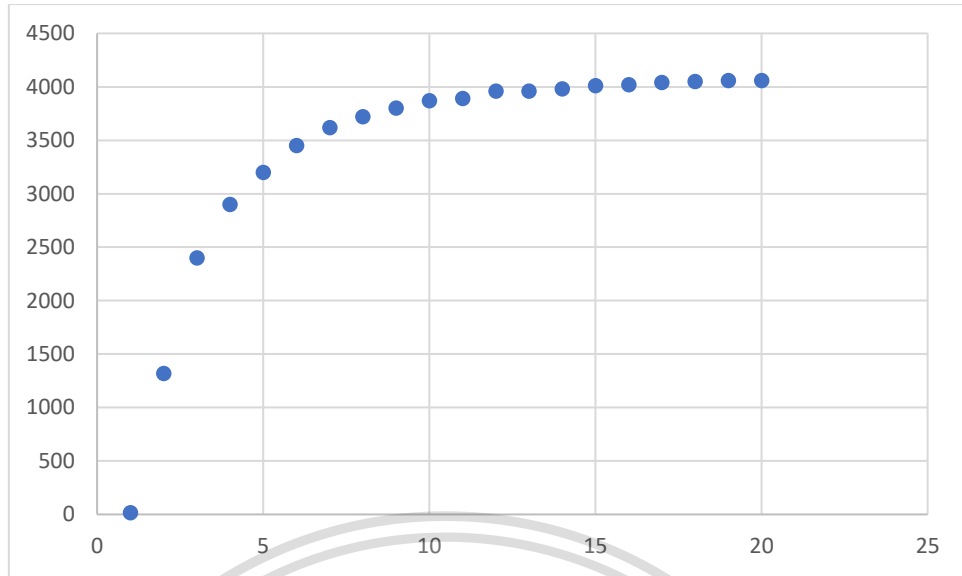
ตารางที่ 4.1 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้จากการต่อวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

ระยะทาง(เซนติเมตร)	ค่าที่วัดได้
1	16
2	1320
3	2400
4	2900
5	3200
6	3450
7	3620
8	3720
9	3800
10	3870
11	3890
12	3960
13	3960
14	3980
15	4010
16	4020
17	4040
18	4050
19	4060
20	4060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

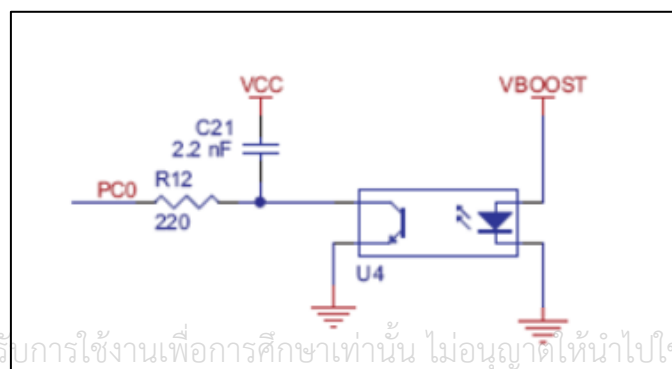
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.25 แผนภูมิแสดงผลค่าที่วัดได้ของวงจรแบบใช้ตัวต้านทานแบ่งแรงดัน

จากรูปที่ 4.25 แสดงให้เห็นค่าของการทดลองการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด โดยใช้วงจรตัวต้านทานแบ่งแรงดันและใช้ ADC ในการเก็บค่าแรงดัน แนวตั้งของแผนภูมิแสดงให้เห็นถึง ค่าจาก ADC ซึ่ง ADC ของ ESP32 โดยปกติแล้วเป็น ADC แบบ 12 บิต หรืออ่านค่าได้สูงสุดคือ $2^{12} - 1$ หรือ เท่ากับ 4095 ซึ่งค่านี้ หมายถึง แรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานอยู่ที่ 3.3 v และแวนอนของแผนภูมิ แสดงให้เห็นถึงระยะห่างของกำแพง และ อุปกรณ์ตรวจรู้ โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร จากภาพจะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์ของ ADC มีความเป็นเชิงเส้นอยู่ที่ 0 ถึง 5 เซนติเมตร และจากแผนภาพจะแสดงให้เห็นอีกว่า ในช่วง 10 ถึง 20 เซนติเมตร ผลลัพธ์ของ ADC นั้น จะมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก จึงไม่เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

4.3.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้ระยะทางจากการต่อวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 วงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

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

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

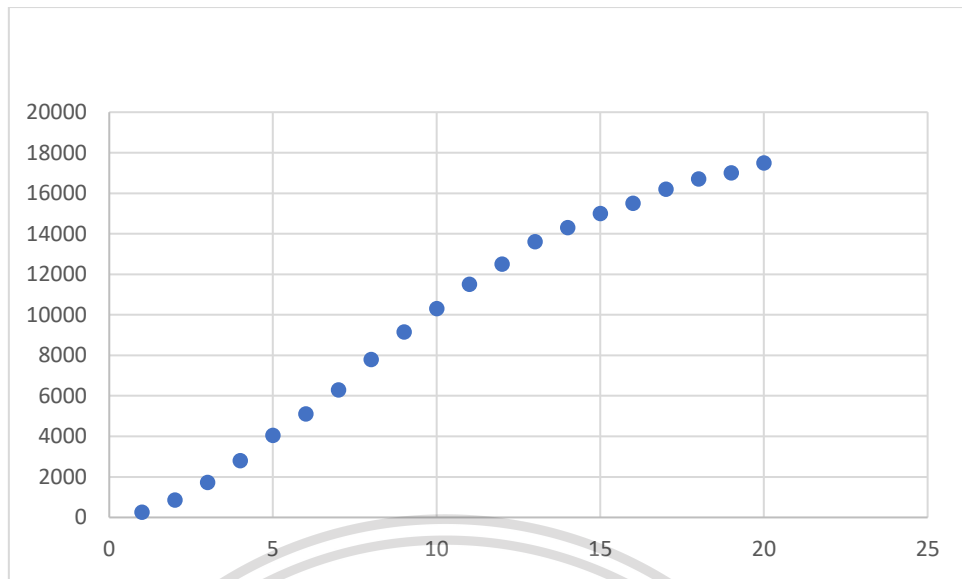
ตารางที่ 4.2 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้จากการต่อวงจรแบบการ
ใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

ระยะทาง(เซนติเมตร)	ค่าที่วัดได้
1	260
2	850
3	1720
4	2800
5	4050
6	5100
7	6300
8	7800
9	9150
10	10300
11	11500
12	12500
13	13600
14	14300
15	15000
16	15500
17	16200
18	16700
19	17000
20	17500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.27 แผนภูมิแสดงผลค่าที่วัดได้ของวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ

จากรูปที่ 4.27 แสดงให้เห็นค่าของการทดลองการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด โดยใช้วงจรแบบการใช้เวลาคายประจุของตัวเก็บประจุ ที่มีค่าเท่ากับ 2.2 นาโนฟารัด ตัวต้านทาน 220 โอห์ม แนวตั้งของแผนภูมิแสดงให้เห็นถึง ค่าของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดที่ใช้ร่วมกับการคายประจุของตัวเก็บประจุ โดยได้กำหนดค่าของเวลาที่ใช้เป็น 300 วินาที หรือ ค่าเป็น 30000 หน่วย และหากไม่อยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด จะส่งค่า ณ เวลาสูงสุดกลับออกมา และแนวนอนของแผนภูมิ แสดงให้เห็นถึง ระยะห่างของกำแพง และ อุปกรณ์ตรวจรู้ โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร จากภาพจะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์ของการใช้การคายประจุของตัวเก็บประจุ มีความเป็นเชิงเส้นอยู่ที่ 0 ถึง 20 เซนติเมตร ต่อเนื่องกัน และมีช่วงของแต่ละระยะห่างของกำแพงที่ห่างกันอย่างชัดเจน ทำให้การใช้ตัวคายประจุร่วมอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งาน

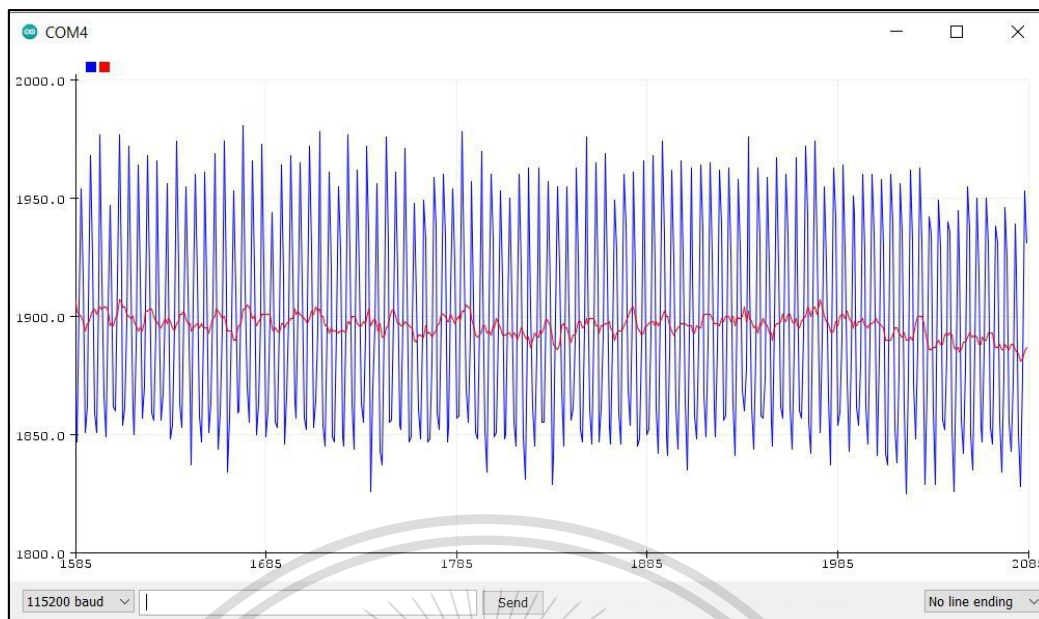
4.3.3 ผลการดำเนินงานของการทดลองหาค่าการอ่านอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดโดยใช้ตัวกรองค่าเฉลี่ย

การนำตัวกรองค่าเฉลี่ยมาใช้กับอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเป็นวิธีการลดสัญญาณรบกวนของค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด ให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน โดยใช้ค่าที่วัดได้ 5 ค่า มาหาค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำไปใช้งาน ดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.28 แผนภูมิแสดงค่าที่วัดได้ของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเทียบกับค่าเฉลี่ย

จากรูปที่ 4.28 แสดงให้เห็นแผนภูมิตัดค่าที่วัดได้ของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดเทียบกับค่าเฉลี่ย โดยแกนแนวนอนตั้งเป็นระยะเวลาของวงจรแบบการใช้เวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุ และแกนแนวตั้งเป็นค่าของเวลา เห็นได้ว่าข้อมูลของเส้นสีน้ำเงินเป็นค่าที่วัดได้ของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด จะมีความผันผวนที่มากกว่าเส้นสีแดงซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากใช้ตัวกรองค่าเฉลี่ย

4.4 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ Micromouse ในเขาวงกต

หลังจากที่ประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนเข้าด้วยกันครบแล้วขั้นตอนต่อไปเป็นการนำหุ่นยนต์ Micromouse ไปทดลองเคลื่อนที่ในเขาวงกต ผลลัพธ์ที่ได้คือหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในเขาวงกตได้ โดยไม่มีการชนกำแพงและสามารถหันเลี้ยวทิศทางของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้องแต่ยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้างในส่วนของการเคลื่อนที่เก็บเส้นทางได้ไม่ครบทุกขอกทุกมุมของเขาวงกต ในส่วนของการคำนวณเส้นทาง ผลลัพธ์ที่ได้คือหุ่นยนต์สามารถประมวลผลคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุดและเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทางได้ ดังในรูปดังต่อไปนี้

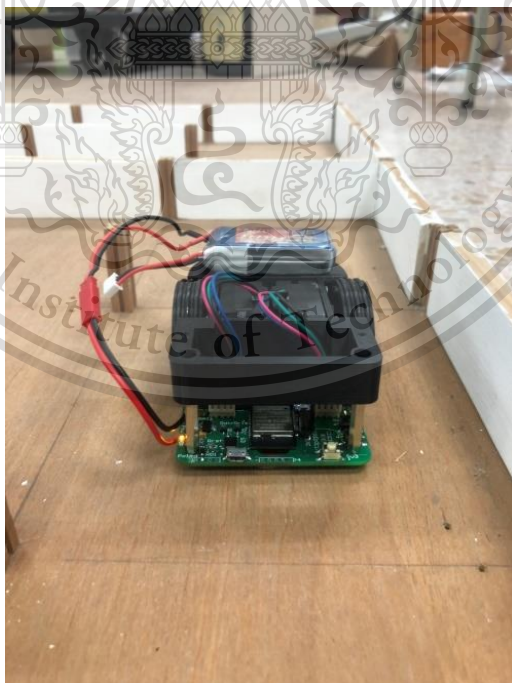
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.29 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไมโครเมสในพื้นที่เส้นชัย

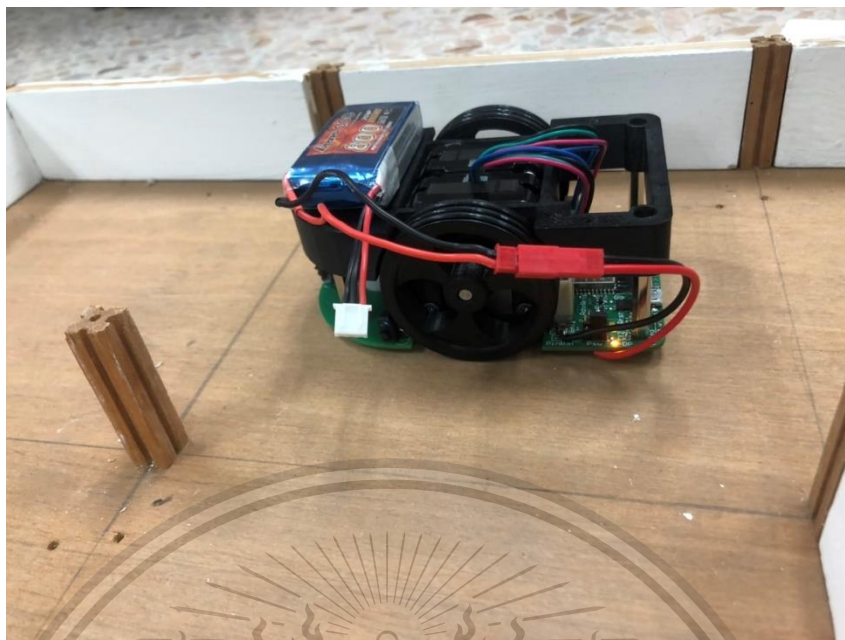


รูปที่ 4.30 การทดลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไมโครเมสในเขวงกต

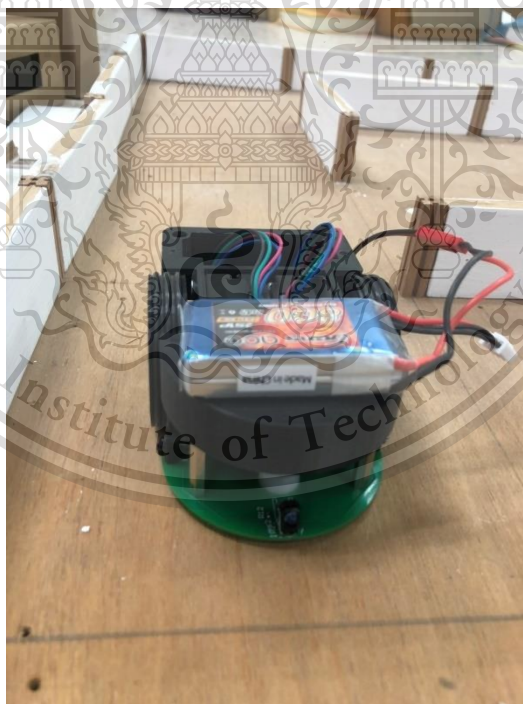
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.31 การทดลองการหันเลี้ยวทิศทางของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ในเขวงกต



รูปที่ 4.32 การทดลองการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 5

สรุปผลวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปัจจุบันการขนส่งสินค้าในระบบโรงงานภาคอุตสาหกรรมมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้มีบทบาทที่สำคัญในการจัดการและประยุกต์ใช้งานภายในระบบการขนส่งสินค้า เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคมีสูงขึ้น การผลิตสินค้าหรือการจัดการในสายการผลิต จึงต้องมีความรวดเร็ว การผลิตปริมาณสินค้าจำนวนมากได้ในระยะเวลาอันสั้น ถูกต้องและแม่นยำ ไม่สามารถอาศัยแรงงานจากมนุษย์ได้อย่างเพียงพอ และด้วยความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยี การแข่งขันทางธุรกิจจึงมีสูงขึ้นตามไปด้วย การพัฒนาและออกแบบหุ่นยนต์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการนำมาประยุกต์ใช้งานสำหรับระบบโรงงานภาคอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานและความถูกต้องสูงที่สุด เพื่อลดความผิดพลาดและปัญหาในภายหลัง ซึ่งหุ่นยนต์ในระบบโรงงานอุตสาหกรรมนั้นมีกระบวนการทำงานและการคิด หรือ อัลกอริทึม อย่างหนึ่งที่คล้ายคลึงกับหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ ด้วยความคล้ายคลึงกันของอัลกอริทึมนี้ ทางคณะจัดทำจึงได้เลือกหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ มาสำหรับทำการวิจัยและศึกษาหลักการทำงานและแนวคิด เพื่อพัฒนาและต่อยอดสำหรับหุ่นยนต์ในระบบอุตสาหกรรมในอนาคต

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ โดยการใช้ระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรด ซึ่งหุ่นยนต์ไมโครเมาส์นั้นเอาไว้ใช้ในการสำรวจเส้นทางในเขาวงกตแล้วคำนวณหาระยะทางที่เร็วและสั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นสู่จุดหมายปลายทาง เริ่มต้นจากการออกแบบรูปทรงของตัวหุ่นยนต์ ทางคณะผู้จัดทำเลือกออกแบบให้มีสองล้อด้านข้างและมีล้อลูกกลิ้งอีกหนึ่งล้อที่ด้านหน้าเพื่อไม่ให้ตัวหุ่นยนต์เกิดการกระดกขณะเคลื่อนที่ อีกทั้งยังเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาเพื่อให้ส่งผลต่อความเร็วของตัวหุ่นยนต์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อออกแบบเสร็จขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบและสร้างโครงร่างของหุ่นยนต์ ด้วยโปรแกรม Solidworks เพื่อนำไปพิมพ์ออกมาด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ขั้นตอนต่อไปคือการออกแบบแผงวงจร PCB ด้วยโปรแกรม Altium Designer เป็นการทำให้ Schematic เพื่อกำหนดอุปกรณ์ทั้งหมดที่จะใช้ทำแผ่น PCB จากนั้นทำการสั่งทำจากประเทศจีน เมื่อได้แผ่น PCB มาแล้วจึงทำการบัดกรีอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับแผ่น PCB แล้วนำไปประกอบกับตัวหุ่นยนต์และติดตั้งแบตเตอรี่ ขนาด 800 มิลลิแอมแปร์ แรงดันไฟฟ้า 7.4 โวลต์ ในขั้นตอนต่อไปคือการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งเข้าสู่ตัว Module ESP32 ด้วยโปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำการทดลองอัลกอริทึม Depth first search และ Backtracking สำหรับการแก้ไขปัญหาเขาวงกต จำลองเขาวงกตขึ้นมาหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดในการไปถึงจุดหมายปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในเชิงพาณิชย์โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ห้ามทำซ้ำหรือเผยแพร่ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงแหล่งที่มาของเอกสารนี้เมื่อมีการนำไปใช้

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

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

จากนั้นทำการทดลองหาการต่อวงจรที่เหมาะสมที่สุดของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดระหว่างการต่อวงจรแบบตัวต้านทานแบ่งแรงดันและการต่อวงจรแบบใช้เวลาคายประจุของตัวเก็บประจุ ซึ่งจากการทดลองนั้นการต่อวงจรแบบการใช้เวลาคายประจุของตัวเก็บประจุมีค่าของผลลัพธ์เป็นเชิงเส้นต่อเนื่องกันจึงมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานตรวจจับกำพวดในเขาวงกต และขั้นตอนต่อไปได้นำตัวกรองค่าเฉลี่ยมาใช้กับค่าผลลัพธ์ของอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรด เพื่อให้ได้ค่าที่มีสัญญาณรบกวนที่น้อยลง ซึ่งจากการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาได้นำไปสู่ขั้นตอนการทดลองขั้นสุดท้ายคือการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ในเขาวงกตว่าสามารถวิ่งได้ตามโปรแกรมที่ทดลองและค่าผลลัพธ์ของอุปกรณ์ตรวจรู้ โดยใช้ Stepper motor เป็นอุปกรณ์ในการควบคุมการหมุนของล้อ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ โดยการใช้ระยะเวลาการคายประจุของตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ตรวจรู้อินฟราเรดนั้น ได้ผลลัพธ์การทำงานที่ดี แต่ยังมีปัญหาในแต่ละส่วนของการทดลอง การใช้อุปกรณ์ตรวจรู้ที่ต้องมีค่าของตัวเก็บประจุและค่าของตัวต้านทานที่เหมาะสมกับการเลือกตัวกรองที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการทำงาน การควบคุมล้อของ Stepper motor นั้นมีการใช้ไฟฟ้าในระบบที่มาก จึงจำเป็นจะต้องคำนวณกระแสไฟฟ้าให้ดี เลือกใช้แบตเตอรี่และการออกแบบวงจรไฟฟ้าของหุ่นยนต์ไมโครเมาส์ให้เหมาะสมเพราะจากการทดลองเมื่อคำนวณกระแสไฟฟ้าได้ไม่ดีจะส่งผลให้อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ตรวจรู้นั้นไม่สามารถทำงานร่วมกับ Stepper motor ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บรรณานุกรม

- [1] การแข่งขัน Micromouse contest ครั้งที่ 39 ณ ประเทศญี่ปุ่น
แหล่งข้อมูล: https://www.ntf.or.jp/mouse/micromouse2018/index_EN.html
ค้นหาข้อมูลวันที่ 16 ธันวาคม 2563
- [2] ความรู้เบื้องต้นและหลักการทำงานของ Stepping Motor [Online]
แหล่งข้อมูล: <http://www.thaiio.com/Hardware/stepmoter.html>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 16 ธันวาคม 2563
- [3] การใช้วงจร H-bridge ขับมอเตอร์และสแต็ปมอเตอร์ [Online]
แหล่งข้อมูล: <http://fitrox.lnwshop.com/article/102>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 12 มกราคม 2564
- [4] Stepping Motor Drive คืออะไร [Online]
แหล่งข้อมูล: <https://mall.factomart.com/what-is-stepping-motor-drive/>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2564
- [5] Node32Lite การใช้งานอินพุตเอาต์พุตพื้นฐานของ ESP32 [Online]
แหล่งข้อมูล: <http://www.ayarafun.com/2019/01/node32lite-fun-with-basic-gpio/>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2564
- [6] ESP32-WROOM-32D Datasheet [Online]
แหล่งข้อมูล: <https://www.snapeda.com/parts/ESP32-WROOM-32D>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2564
- [7] การใช้งาน IR Infrared Obstacle Avoidance Sensor Module [Online]
แหล่งข้อมูล: <https://robotsiam.blogspot.com>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 20 มีนาคม 2564
- [8] คู่มือเรียนโครงสร้างข้อมูลอัลกอริทึม Data Structure & Algorithm [Online]
แหล่งข้อมูล: <https://serazu.com/library/products/528/previewFile.pdf>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 22 มีนาคม 2564
- [9] Backtracking Algorithm [Online]
แหล่งข้อมูล: <https://www.programiz.com/dsa/backtracking-algorithm>
ค้นหาข้อมูลวันที่ 14 เมษายน 2564
- [10] หุ่นยนต์ 3PI POLOLU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แหล่งข้อมูล: <https://www.pololu.com/product/975> กรุณาอย่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ค้นหาข้อมูลวันที่ 20 เมษายน 2564 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

**Department of Computer Engineering
(Information Engineering)**

Micromouse Robot


**Boonyawee Boonyasaranai¹, Patchanan Nookong², Set Khanyoo³
Asst.Prof.Dr. Vanvisa Chutchavong**

Abstract

The Micromouse is a small robot that searches for directions in a 16 × 16 maze, started in the late 1970s, has held events around the world and is most popular in the United Kingdom, United States, Japan, Singapore, India, South Korea and the United States. Popular in subcontinent countries such as Sri Lanka, the maze consists of an area of 16 × 16 square, each 180 mm square with walls 50 mm high, the micro-mouse robot can start from any point in the maze and then perform Find the route to the designated finish point. It runs through the maze, then collects data and processes it to select the shortest and least time-consuming route to the finish.

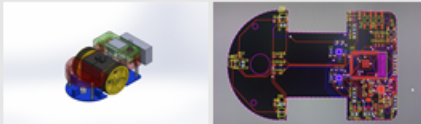
Introduction

The researcher has designed and developed a micro-mouse robot that can be used to find paths in the maze measuring 6 × 8 units, a wall height of 20 mm, as a model for training, designing and developing the robot to be more efficient. The researcher has designed the shape and used the material to be suitable for use. We practice writing commands, programs, functions to collect routing information and perform accurate processing.



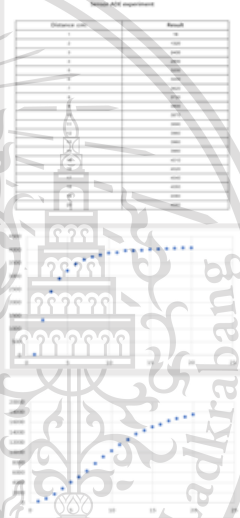
Methodology

The first step was to design the shape of the robot in a solidwork program. The second step is to take the finished shape and print it from the 3D printer. The third step is to design the electronic circuit board with the Altium designer program and then order the production from China. The fourth step is to put all the parts together. The fifth step is to write a program to give commands to the robot by using the Arduino program. The sixth step is test the robot to move to collect data and calculate the distance in the maze. The seventh step is to collect information and correct any errors.



Results

This is a table of results and a graph to measure the distance between the sensor and the wall in the maze.



Conclusion

The result is that after 3D printing, it is assembled into the PCB and then programmed to enter the data instructions. The robot can move in a straight line, backward and turn, but there are still some data capture errors, such as turning against a wall or processing a wrong path and being unable to reach its destination. In this regard, the publisher still has to modify the command program and develop the robot for better performance.

References

- [1] Online : <http://www.snapeda.com>
- [2] Online : <https://www.programiz.com/dsa/backtracking-algorithm>
- [3] Online : <http://www.thaijo.com/Hardware/stepmotor.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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