

เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย
EXPLORATION EQUIPMENT FOR SURVIVORS IN DISASTER AREA



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย
EXPLORATION EQUIPMENT FOR SURVIVORS IN DISASTER AREA

โดย

นางสาวปิยนันท์	หาดขุนทด	63010606
นางสาวพรรณรัตน์	บริสุทธ์	63010643
นางสาวรุ่งตะวัน	อารีรัตน์	63010825

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

EXPLORATION EQUIPMENT FOR SURVIVORS IN DISASTER AREA

ผู้วิจัย

- | | | |
|--------------------|-----------|----------|
| 1. นางสาวปิยนันท์ | หาดขุนทด | 63010606 |
| 2. นางสาวพรรณรัตน์ | ปรีสุทธี | 63010643 |
| 3. นางสาวรุ่งตะวัน | อารีรัตน์ | 63010825 |



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพานิชย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินปริญญานิพนธ์เรื่อง “เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย” จะไม่สามารถสำเร็จจุล่งไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คือ ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์ และพี่ ๆ สมาชิกห้อง AERIAL LAB ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าวิจัยให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระหว่างการจัดทำโครงการ ขอขอบพระคุณในความปรารถนาดี และความห่วงใยที่มีให้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำวิชาภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมา และที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษามีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นางสาวปิยนันท์	หาดขุนทด
นางสาวพรรณรัตน์	บริสุทธิ์
นางสาวรุ่งตะวัน	อารีรัตน์
	ผู้จัดทำ

เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย
EXPLORATION EQUIPMENT FOR SURVIVORS IN DISASTER AREA

โดย นางสาวปิยนันท์ หาดขุนทด 63010606
นางสาวพรรณรัตน์ บริสุทธิ์ 63010643
นางสาวรุ่งตะวัน อารีรัตน์ 63010825

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ. ดร.ชวรงค์ พงศ์เจริญพาณิชย์

บทคัดย่อ

ปัญหาอาคารถล่มที่เป็นหนึ่งในความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ อุบัติเหตุ หรือโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงเพียงพอ ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและความเสียหายต่อชีวิตของผู้คนที่อาศัยภายในหรือรอบข้างอาคารประสบภัย ปริมาณนิพจน์นี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและสร้างเครื่องมือในการค้นหาผู้รอดชีวิตภายในพื้นที่ประสบภัยเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่กู้ภัยรับรู้สภาพแวดล้อมที่ยากต่อการเข้าค้นหา ลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทรุดตัวของอาคาร และช่วยให้เจ้าหน้าที่กู้ภัยสามารถวางแผนเส้นทางในการเข้าช่วยเหลือผู้รอดชีวิต โดยมีการใช้กล้องที่ส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุไปยังจอร์รับภาพในการมองสภาพแวดล้อม ใช้เซนเซอร์วัดระยะชนิดอัลตราโซนิกร่วมกับกล้องและจอยสติ๊กไร้สายในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย และมีการใช้เซนเซอร์ตัวต้านทานแปรค่าตามแสงร่วมกับไดโอดเปล่งแสงในการช่วยให้การมองภาพในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณแสงต่ำดีขึ้น ซึ่งการทำงานจะมีการเขียนโปรแกรมการทำงาน การเคลื่อนที่ และการเปิดปิดของไดโอดเปล่งแสงด้วยโปรแกรม ARDUINO IDE ร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยสามารถเข้าค้นหาในพื้นที่ขรุขระและลาดเอียงได้ อีกทั้งยังสามารถนำภาพที่ได้จากการสตรีมแบบเรียลไทม์จากจอร์รับภาพมาวิเคราะห์เพื่อนำมาวางแผนทำเส้นทางในการช่วยเหลือผู้รอดชีวิตของเจ้าหน้าที่กู้ภัยได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The building collapses is one of the damages caused by natural disasters, accidents or structures that are not strong enough. The problem resulted in accident and damage to people who living in or around the affected building. This thesis aims to design and create an equipment for explore survivors in disaster area to help rescue workers be aware of surroundings that are difficult to exploration, reduce the risk of dangers that may occur from building collapse, and help rescue workers to plan the routes to rescue survivors. The equipment uses a camera that sends information by radio waves to a monitor to view surroundings, uses an ultrasonic sensor along with a camera and wireless joystick to control the movement of exploration equipment for survivors in disaster area, and uses an light dependent resistor sensor with light emitting diode to improve visibility in low light environments. Moreover, the equipment work involves programming the movement and turning on or turning off the light emitting diode that uses the Arduino IDE program along with microcontroller. In conclusion, the exploration equipment for survivors in disaster area can explore in rugged terrain and inclines. Also, the streamed in real time from a monitor can be analyzed in order to plan the routes for rescue workers to rescue survivors.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1	บทนำ
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2	วัตถุประสงค์ 1
1.3	ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง
2.1	ภัยพิบัติที่เป็นสาเหตุของอาคารถล่ม 3
2.2	คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ 4
2.3	คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ 5
2.4	ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3 5
2.5	HC-SR04 ULTRASONIC 7
2.6	SG90 SERVO MOTOR 8
2.7	L298N MOTOR DRIVER 9
2.8	TT MOTOR GEAR 11
2.9	BATTERY 12
2.10	ล้อยาง 12
2.11	ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 13
2.12	LDR PHOTORESISTOR SENSOR 14
2.13	LED 18
2.14	กล้อง 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.15 ระบบภาพ	20
2.16 PS2 WIRELESS CONTROLLER	22
2.17 จอแสดงผลภาพ	25
2.18 ลักษณะพื้นที่ผิวที่ใช้ในการเคลื่อนที่	26
2.19 ARDUINO IDE	27
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	
3.1 การออกแบบ	29
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	44
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	46
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ทดสอบการทำงานของ ULTRASONIC SENSOR	48
4.2 ทดสอบการทำงานของ L298N MOTOR DRIVER	55
4.3 ทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ	55
4.4 ทดสอบการทำงานของ LDR SENSOR และ LED	59
4.5 ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต	63
4.6 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย	67
4.7 ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพ	69
4.8 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายใน แบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสมภย	71
4.9 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่	73
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	76
5.2 ข้อเสนอแนะ	76

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก ก คำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	83
ภาคผนวก ข คำสั่ง LDR SENSOR ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	91



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างเหตุการณ์อาคารทรุดด้วยยานพระราม 9	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3	6
2.3 พอร์ตการเชื่อมต่อ ARDUINO UNO R3	6
2.4 HC-SR04 ULTRASONIC	8
2.5 SG90 SERVO MOTOR	9
2.6 L298N MOTOR DRIVER	10
2.7 TT MOTOR GEAR	11
2.8 BATTERY	12
2.9 ล้อยาง	13
2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	13
2.11 พอร์ตการเชื่อมต่อ ESP32	14
2.12 LDR PHOTORESISTOR SENSOR	15
2.13 ลักษณะวงจรภายในโมดูลวัดความสว่างด้วย LDR	16
2.14 วงจรแบ่งแรงดัน	16
2.15 ขบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล	17
2.16 LED	18
2.17 วิธีดูขากการเชื่อมต่อของ LED	18
2.18 กล้อง	19
2.19 ระบบภาพ PAL และ NTSC	20
2.20 จอยสติ๊กไร้สายกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ	22
2.21 พอร์ตการเชื่อมต่อ PS2 WIRELESS CONTROLLER	23
2.22 ไตอะแกรมเวลาของการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และจอยสติ๊กไร้สาย PS2	24
2.23 วงจรสมบรูณ์ของแผงวงจรเชื่อมต่อจอยสติ๊กไร้สายสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์	24
2.24 จอแสดงผลภาพ FPV	25
2.25 ฟันเฮียง	26
2.26 ฟันอิฐตัวหนอน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.27	พื้นที่หिनกรวด	27
2.28	พื้นที่หินเกล็ด	27
2.29	โปรแกรม ARDUINO IDE	28
3.1	บล็อกไดอะแกรมของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	29
3.2	วงจรการเชื่อมต่อเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	30
3.3	ความสูงโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	31
3.4	ภาพมุมมองของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	31
3.5	ด้านหน้าของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	32
3.6	ด้านข้างของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	32
3.7	ด้านหลังของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	33
3.8	ภาพมุมมอง 45 องศา ของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	33
3.9	ด้านหน้าของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ	34
3.10	ด้านข้างของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ	34
3.11	ด้านหลังของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ	35
3.12	ภาพมุมมองของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ	35
3.13	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติ	36
3.14	วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	36
3.15	บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการ	37
3.16	วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	37
3.17	บล็อกไดอะแกรมระบบการทำงานของเซนเซอร์แสง	38
3.18	วงจรการเชื่อมต่อระบบการทำงานของเซนเซอร์แสง	38
3.19	แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	39
3.20	แผนผังการทำงานระบบการรับส่งภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21	44
4.1	48
4.2	50
4.3	51
4.4	52
4.5	53
4.6	54
4.7	55
4.8	56
4.9	57
4.10	57
4.11	57
4.12	58
4.13	58
4.14	58
4.15	59
4.16	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.17	วงจรถ่ายเชื่อมต่อของ LDR SENSOR และ LED	60
4.18	ทดสอบการทำงานของ LDR SENSOR และ LED ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก	61
4.19	ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR SENSOR ผ่าน SERIAL MONITOR ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก	61
4.20	ทดสอบการทำงานของ LDR SENSOR และ LED ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลาง	61
4.21	ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR SENSOR ผ่าน SERIAL MONITOR ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลาง	62
4.22	ทดสอบการทำงานของ LDR SENSOR และ LED ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย	62
4.23	ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR SENSOR ผ่าน SERIAL MONITOR ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย	62
4.24	วงจรถ่ายเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับเอง	63
4.25	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในสภาพพื้นที่ลาดเอียง	64
4.26	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในสภาพพื้นที่ปูอิฐตัวหนอน	64
4.27	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในสภาพพื้นที่บล็อกปูพื้นที่มีความไม่สม่ำเสมอ	64
4.28	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในสภาพพื้นที่หินกรวด	65
4.29	วงจรถ่ายเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ	65
4.30	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางชนิดต่าง ๆ	66
4.31	ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโหมดอัตโนมัติพื้นที่หินเกล็ด	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโหมดอัตโนมัติพื้นที่ปูอิฐตัวหนอน	67
4.33 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโหมดอัตโนมัติพื้นที่ลาดเอียง	67
4.34 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย	68
4.35 เมื่อจอยสติ๊กไร้สายกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่เป็นระยะทางประมาณ 14.5 เมตร	68
4.36 เมื่อจอยสติ๊กไร้สายอยู่นอกอาคารกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่เป็นระยะทางประมาณ 15.5 เมตร	69
4.37 ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืน	70
4.38 ภาพจากระยะใกล้ที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางวัน	70
4.39 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางวัน	70
4.40 ภาพจากระยะใกล้ที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางคืน	71
4.41 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางคืน	71
4.42 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย ในสภาพแวดล้อมกลางวัน	72
4.43 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย ในสภาพแวดล้อมกลางคืน	72
4.44 ภาพจากกล้องในสภาพแวดล้อมกลางวัน	72
4.45 ภาพจากกล้องในสภาพแวดล้อมกลางคืน	73
4.46 ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR SENSOR และ LED	73
4.47 กราฟแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR SENSOR และ LED ทุก 5 นาที	74
4.48 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต	74
4.49 กราฟแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต ทุก 5 นาที	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ARDUINO UNO R3	6
2.2 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ HC-SR04 ULTRASONIC	8
2.3 พอร์ตการทำงาน HC-SR04 ULTRASONIC	8
2.4 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ SG90 SERVO MOTOR	9
2.5 พอร์ตการเชื่อมต่อ SG90 SERVO MOTOR	9
2.6 ข้อมูลทางเทคนิคของ L298N MOTOR DRIVER	10
2.7 พอร์ตการเชื่อมต่อ L298N MOTOR DRIVER	10
2.8 ข้อมูลทางเทคนิคของ TT MOTOR GEAR	11
2.9 ข้อมูลทางเทคนิคของ BATTERY	12
2.10 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของล้อยาง	13
2.11 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	14
2.12 ข้อมูลทางเทคนิคของ LDR PHOTORESISTOR SENSOR	15
2.13 พอร์ตการเชื่อมต่อ LDR PHOTORESISTOR SENSOR	15
2.14 ตัวอย่างการแปลงแรงดันเป็นตัวเลขฐานสองขนาด 12 บิต	17
2.15 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของกล้อง	19
2.16 พอร์ตการเชื่อมต่อกล้อง	20
2.17 ข้อมูลทางเทคนิคของจอแสดงผลภาพ	25
4.1 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากก้อนหิน	49
4.2 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากไม้	51
4.3 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากเหล็ก	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีอุบัติเหตุต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย เช่น อาคารถล่ม (Building Collapses) ดินถล่ม และโคลนถล่ม (Landslides and Mudslides) เป็นต้น ซึ่งจากข่าวที่เห็นได้ในปัจจุบันเรื่องของปัญหาอาคารถล่ม (Building Collapse) จากโครงสร้างของอาคารที่มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ส่งผลทำให้เกิดอุบัติเหตุเกิดขึ้นกับผู้คนที่พักอาศัยอยู่ภายในอาคารหรือบริเวณรอบข้าง ก่อให้เกิดเป็นความสูญเสียเป็นจำนวนมากไม่น้อย แต่จากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าในเหตุการณ์นั้นมีผู้บาดเจ็บที่ติดอยู่ภายในอาคารที่ถล่มอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งในบางครั้งเจ้าหน้าที่ไม่สามารถเข้าไปค้นหาในบริเวณนั้นได้ เนื่องจากผู้ประสบภัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เข้าถึงได้ยาก และเป็นอันตรายต่อผู้ที่เข้าช่วยเหลือ คณะผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องที่สามารถใช้ในการสำรวจค้นหาผู้รอดชีวิตที่ติดอยู่ภายในอาคารถล่มได้ ปริญญาโทจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการช่วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยที่ได้ทราบถึงสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ประสบภัย ลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการหลุดตัวของตัวอาคารเพิ่มขึ้น สามารถค้นหาผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง และวางแผนเส้นทางในการเข้าช่วยเหลือผู้รอดชีวิตได้ โดยมีการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยด้วยจอยสติ๊กไร้สายที่จะมีการทำงานร่วมกับกล้องที่จะส่งข้อมูลภาพแล้วแสดงผลภาพสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ขึ้นบนจอร์รับภาพที่รับด้วยคลื่นความถี่วิทยุเดียวกัน และเพิ่มประสิทธิภาพของภาพสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณแสงต่ำด้วยการทำระบบเปิดปิดแสงที่เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการออกแบบและการสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย
- 2) เพื่อศึกษาการออกแบบอุปกรณ์การเขียนโปรแกรมต่าง ๆ ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
- 3) เพื่อลดความเสี่ยงในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยใช้การตรวจจับผู้รอดชีวิตจากกล้องซึ่งจะทำให้หน่วยกู้ภัยสามารถทำงานได้สะดวก และปลอดภัยขึ้น

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

ศึกษา ออกแบบ และสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย ซึ่งสามารถรับและแสดงผลผ่านกล้องแบบไร้สายได้ในย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ระยะไม่เกิน 40 เมตร จากผู้สังเกตการณ์ สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ไร้สายได้ในย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ระยะไม่เกิน 15.5 เมตร และสามารถปฏิบัติการได้ในพื้นที่ซบซบ และลาดเอียงที่มีการทำมุมกับพื้นประมาณ 15-35 องศา โดยมีระดับความเสียหายไม่เกินระดับที่ 2 ปานกลาง ความสูงระหว่างโครงสร้างของอาคารที่เครื่องค้นหาสามารถเข้าถึงได้ระยะ 1 เมตร และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในเวลากลางวันหรือในพื้นที่ที่มีปริมาณแสงไม่น้อยจนใกล้เคียงกับในช่วงเวลากลางคืน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญาานิพนธ์ “เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย” ได้ทำการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่ควบคุมการใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มีทฤษฎีและหลักการที่สำคัญเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ภัยพิบัติที่เป็นสาเหตุของอาคารถล่ม

ภัยพิบัติตึกถล่ม (Building Collapse Disaster) หมายถึง ภาวะที่มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมากจากการถล่ม ทรวดตัวของตึกอาคารสูง (High-Rise Building) ซึ่งอาจเกิดจากโครงสร้างอ่อนแอจากการออกแบบ สร้างผิดแบบ ต่อเติมผิดพลาด หรือเกิดจากไฟไหม้ เป็นต้น

2.1.1 สาเหตุของอาคารถล่ม

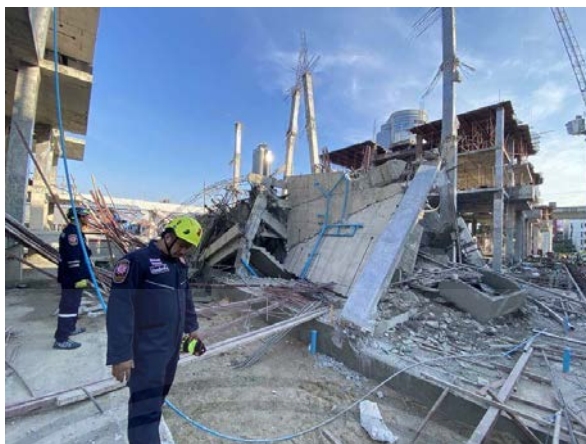
มักเกิดจากการออกแบบผิดพลาด การก่อสร้างไม่ได้มาตรฐาน รากฐานไม่แข็งแรง การรับน้ำหนักมากเกินไป ความผิดพลาดที่คาดไม่ถึง และการเกิดภัยธรรมชาติหรือภัยจากมนุษย์

2.1.2 การบาดเจ็บจากอาคารถล่ม

ผู้ที่เสียชีวิตในเหตุการณ์อาคารถล่มส่วนใหญ่จะเสียชีวิตทันที หรือเกือบจะทันที (Immediate Death) ส่วนน้อยจากการอัด (Crush Injuries) ผู้บาดเจ็บอาจเกิดจากบาดแผลทะลุ กระแทก แผลไหม้ เป็นต้น

2.1.3 ตัวอย่างการเกิดเหตุอาคารทรุดตัว

จากเหตุการณ์อาคารทรุดตัวย่านพระราม 9 เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2566 พบปัญหาอาจเกิดจาก “การก่อสร้างที่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนและโครงสร้างชั่วคราวไม่สามารถรองรับน้ำหนักบรรทุก” จึงทำให้เกิดการทรุดตัวลงมา จึงให้ประชาชนโดยรอบออกห่างจากบริเวณพื้นที่เกิดเหตุเพื่อความปลอดภัยของตนเอง และเพื่อความสะดวกในการดำเนินการของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการกู้ภัยในครั้งนี้ แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างเหตุการณ์อาคารทรุดตวย่านพระราม 9 [3]

2.2 คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์

คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เป็นส่วนหนึ่งของย่านความถี่ Industrial Scientific Medical (ISM) ที่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องขออนุญาต ย่านความถี่นี้ถูกใช้สำหรับการสื่อสารไร้สายหลากหลายประเภท เช่น เครือข่าย Wi-Fi อุปกรณ์ Bluetooth โทรศัพท์ไร้สาย เตาอบไมโครเวฟ กล้องวงจรปิดไร้สาย และอุปกรณ์ Zigbee

คุณสมบัติ

- ความถี่ 2.400 กิกะเฮิรตซ์ ถึง 2.4835 กิกะเฮิรตซ์
- ช่วงความถี่ 83.5 เมกะเฮิรตซ์
- ความยาวคลื่น 12.24 เซนติเมตร ถึง 12.5 เซนติเมตร

ข้อดี

- ใช้งานง่าย ไม่จำเป็นต้องขออนุญาต
- อุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ มักมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่อื่น
- อุปกรณ์จำนวนมากรองรับการใช้งานคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์
- คลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ สามารถทะลุผ่านวัสดุต่าง ๆ เช่น ผนังและคอนกรีต ได้ดีกว่าคลื่นความถี่อื่น

ข้อเสีย

- คลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ มีสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้คลื่นความถี่เดียวกัน เช่น เตาอบไมโครเวฟ
- ความเร็วสูงสุดของ Wi-Fi 2.4 กิกะเฮิรตซ์ อยู่ที่ 450 Mbps ซึ่งช้ากว่า Wi-Fi 5 กิกะเฮิรตซ์
- ระยะทางการส่งสัญญาณของคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ สั้นกว่าคลื่นความถี่อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์

คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ เป็นส่วนหนึ่งของย่านความถี่ Unlicensed National Information Infrastructure (UNII) ที่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องขออนุญาต ย่านความถี่นี้ถูกใช้สำหรับการสื่อสารไร้สายหลากหลายประเภท เช่น เครือข่าย Wi-Fi อุปกรณ์ไร้สาย วิดีโอไร้สาย กล้องวงจรปิดไร้สาย และอุปกรณ์ Zigbee

คุณสมบัติ

- ความถี่ 5.150 กิกะเฮิรตซ์ ถึง 5.850 กิกะเฮิรตซ์
- ช่วงความถี่ 700 เมกะเฮิรตซ์
- ความยาวคลื่น 5.17 เซนติเมตร ถึง 5.88 เซนติเมตร

ข้อดี

- ความเร็วสูงสุดของ Wi-Fi 5.8 กิกะเฮิรตซ์ อยู่ที่ 4.2 กิกะบิตต่อวินาที ซึ่งเร็วกว่า Wi-Fi 2.4 กิกะเฮิรตซ์มาก
- ระยะทางการส่งสัญญาณของคลื่นความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ไกลกว่าคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์
- คลื่นความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ มีสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่น ๆ น้อยกว่าคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์

ข้อเสีย

- อุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ มีราคาแพงกว่าอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์
- คลื่นความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ทะลุผ่านวัสดุต่างๆ เช่น ผนังและคอนกรีต ได้ไม่ดีเท่าคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

บอร์ด Arduino Uno ดังแสดงในรูปที่ 2.2 เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของ Arduino Uno R3 สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.1 และมีพอร์ตการเชื่อมต่อดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ Arduino Uno R3 (ต่อ)

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ขาดิจิตัล	14 ขา (6 ขา PWM output)
ขาแอนะล็อก	6 ขา
กระแสไฟฟ้า	40 มิลลิแอมแปร์
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 กิโลไบต์
พื้นที่แรม (SRAM)	2 กิโลไบต์
พื้นที่รอม (EEPROM)	1 กิโลไบต์
ความเร็วสัญญาณนาฬิกา	16 เมกะเฮิร์ตซ์
ขนาด	68.6 × 53.4 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	25 กรัม

2.5 HC-SR04 Ultrasonic

เซนเซอร์วัดระยะชนิดอัลตราโซนิกรุ่น HC-SR04 ดังแสดงในรูปที่ 2.4 เป็นโมดูลสำหรับใช้คำนวณระยะห่างของวัตถุกับตัวเซนเซอร์ ใช้หลักการทำงานของคลื่นเสียงความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งจัดอยู่ในย่านความถี่สูงกว่าที่มนุษย์จะสามารถได้ยิน อุปกรณ์จะทำการปล่อยคลื่นเสียงเป็นช่วงสั้น ๆ และทำการพิจารณาเวลาการปล่อยคลื่นและการสะท้อนกลับของคลื่นเมื่อมีการกระทบกับวัตถุ โดยความเร็วของคลื่นเสียงในอากาศมีค่าเท่ากับ 343 เมตรต่อวินาที สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 1

$$s = vt \quad (1)$$

โดยที่ s คือ ระยะทางระหว่างวัตถุ (เมตร)

v คือ ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)

t คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง (วินาที)

ทั้งนี้ในการคำนวณหาระยะห่างจะพิจารณาเพียงเวลาที่คลื่นนั้นกระทบกับวัตถุเท่านั้น กล่าวคือในการคำนวณเวลาที่พิจารณาจะเป็นครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด ดังสมการที่ 2

$$s = \frac{343t}{2} \quad (2)$$



รูปที่ 2.4 HC-SR04 Ultrasonic [11]

โดยข้อมูลทางเทคนิคของเซนเซอร์วัดระยะอัลตราโซนิก รุ่น HC-SR04 สามารถอธิบายพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 2.2 และพอร์ตการทำงานสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ HC-SR04 Ultrasonic

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ระยะการวัด	2 เซนติเมตร ถึง 400 เซนติเมตร
ความกว้างที่สามารถวัดได้	30 องศา
แรงดันไฟฟ้า	3.3 โวลต์ ถึง 5 โวลต์
ความละเอียด	± 3 มิลลิเมตร
ขนาด	45 x 20 x 15 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2.3 พอร์ตการทำงาน HC-SR04 Ultrasonic

พิน	ฟังก์ชัน
VCC	5 โวลต์
Trig	Trigger
Echo	Receive pin
GND	กราวนด์

2.6 SG90 Servo Motor

SG90 Tower Pro Micro Servo Motor ดังแสดงรูปที่ 2.5 เป็นอุปกรณ์มอเตอร์ที่สามารถควบคุมการหมุนที่แม่นยำ มีขนาดเล็กน้ำหนักเบาและกำลังขับสูง ซึ่งสามารถหมุนได้ประมาณ 180 องศา (90 องศาในแต่ละทิศทาง) ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของ Servo Motor 0-180 องศา สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.4 และพอร์ตการเชื่อมต่อดังตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.5 SG90 Servo Motor [14]

ตารางที่ 2.4 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ SG90 Servo Motor

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
แรงดันไฟฟ้าที่ใช้	4.8 - 5 โวลต์
แรงบิด	1.8 กิโลกรัม/เซนติเมตร
ความเร็วเมื่อไม่มีโหลด	0.1 วินาที/60 องศา (4.8 โวลต์)
ความกว้างของช่วงไร้การตอบสนอง (เดดแบนด์)	10 ไมโครวินาที
ทำงานที่อุณหภูมิ	0 - 55 องศาเซลเซียส
ขนาด	22.2 × 11.8 × 31 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	9 กรัม

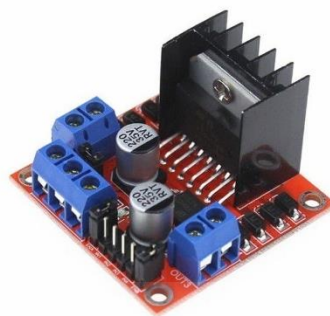
ตารางที่ 2.5 พอร์ตการเชื่อมต่อ SG90 Servo Motor

สีสายไฟ	คำอธิบาย
แดง	จ่ายไฟให้มอเตอร์ โดยทั่วไปจะใช้ 5 โวลต์
ดำ	สายกราวด์เพื่อเชื่อมต่อกับกราวด์ของระบบ
ส้ม	ส่งสัญญาณ PWM เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์

2.7 L298N Motor Driver

L298N Motor Driver เป็นชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ชนิด H-Bridge ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของ DC Motor ซึ่งสามารถควบคุม DC Motor ได้ทั้งหมด 2 Channel โดยวงจร H-Bridge ของ L298N จะขับกระแสไฟฟ้าเข้า DC Motor ตามขั้วที่กำหนดด้วยตรรกะเพื่อควบคุมทิศทาง ส่วนความเร็วของ DC Motor นั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) โดยข้อมูลทางเทคนิคของ L298N Motor Driver สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.6 และพอร์ตการเชื่อมต่อสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 L298N Motor Driver [6]

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลทางเทคนิคของ L298N Motor Driver

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ไมโครคอนโทรลเลอร์	L298N
แรงดันไฟฟ้า	5 ถึง 35 โวลต์
กระแสไฟฟ้า (สัญญาณลอจิก)	0 ถึง 36 มิลลิแอมแปร์
กระแสไฟฟ้า (ขับเคลื่อนมอเตอร์)	2 แอมแปร์ (เมื่อใช้มอเตอร์เดี่ยว)
กำลังไฟฟ้า	25 วัตต์
ขนาด	43 × 43 × 26 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	26 กรัม

ตารางที่ 2.7 พอร์ตการเชื่อมต่อ L298N Motor Driver

ชื่อพอร์ต	การใช้งานพอร์ต
OUT 1	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
OUT 2	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ A
OUT 3	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
OUT 4	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ B
ENA	ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ A
ENB	ช่องต่อสัญญาณ PWM สำหรับมอเตอร์ B
IN1	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
IN2	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ A
IN3	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
IN4	ช่องต่อสัญญาณลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ B
12 V	ช่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ามอเตอร์ 12 โวลต์ (ใช้ได้ 5 โวลต์ ถึง 35 โวลต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 พอร์ตการเชื่อมต่อ L298N Motor Driver (ต่อ)

ชื่อพอร์ต	การใช้งานพอร์ต
5 V	ช่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงมอเตอร์ 5 โวลต์
GND	ช่องต่อกราวด์

2.8 TT Motor Gear

TT Motor Gear ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เป็นอุปกรณ์มอเตอร์ DC เกียร์ขนาดเล็ก กำลังไฟต่ำ นิยมใช้ในงาน DIY หุ่นยนต์ และอุปกรณ์ขนาดเล็ก ที่ใช้สำหรับควบคุมรอบการทำงานของการเคลื่อนที่วัตถุ โดยอาศัยหลักการทำงานจากมอเตอร์แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่ได้ โดยข้อมูลทางเทคนิคของ TT Motor Gear สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.8



รูปที่ 2.7 TT Motor Gear [15]

ตารางที่ 2.8 ข้อมูลทางเทคนิคของ TT Motor Gear

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
แรงดันไฟฟ้า	3 ถึง 6 โวลต์
ความเร็ว	100 ถึง 200 รอบต่อนาที
แรงบิด	0.4 ถึง 0.8 กิโลกรัม-เซนติเมตร
อัตราทดเกียร์	48:1 (มาตรฐาน) หรือ 90:1 (แรงบิดสูง)
ขนาด	22 × 18 × 70 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	30 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 Battery

Panasonic NCR18650BD 18650 Lithium Battery ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าและสามารถชาร์จไฟใหม่ได้ มีความทนทาน โดยข้อมูลทางเทคนิคของ Battery สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.8 Battery

ตารางที่ 2.9 ข้อมูลทางเทคนิคของ Battery

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ปฏิกิริยาเคมี	ลิเธียมไอออน
แรงดันไฟฟ้า	3.6-3.7 โวลต์
แรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน	4.2 โวลต์
กระแสไฟไหลต่อเนื่องสูงสุด	10 แอมแปร์
ความต้านทานภายใน	22 มิลลิโอห์ม
กระแสไฟชาร์จบสูงสุด	1.5 แอมแปร์
ความจุ	3200 มิลลิแอมแปร์-ชั่วโมง
ขนาด	18.6 × 65.2 มิลลิเมตร
น้ำหนัก	50 กรัม

2.10 ล้อยาง

ล้อยาง ดังแสดงรูปที่ 2.9 ล้อประกอบด้วยยาง ซึ่งทำให้เกิดการยึดเกาะสูงสุดขณะใช้งาน ล้อมีความแข็งแรงและทนทานเนื่องจากมีขอบพลาสติกเสริมไนลอน และยางมีซับฟองน้ำที่ช่วยให้แข็งแรงยิ่งขึ้น ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของล้อยาง สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



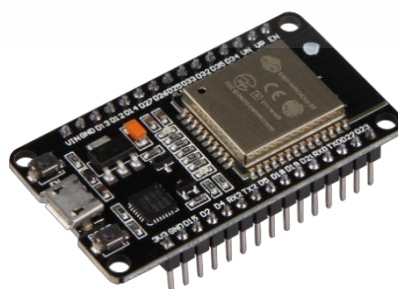
รูปที่ 2.9 ล้อยาง [19]

ตารางที่ 2.10 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของล้อยาง

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
เส้นผ่านศูนย์กลาง	65 มิลลิเมตร
ความกว้าง	26 มิลลิเมตร
รูตรงกลาง	22.2 × 11.8 × 31 มิลลิเมตร (ทั้งสองด้านเป็นครึ่งวงกลม)
น้ำหนัก	50 กรัม

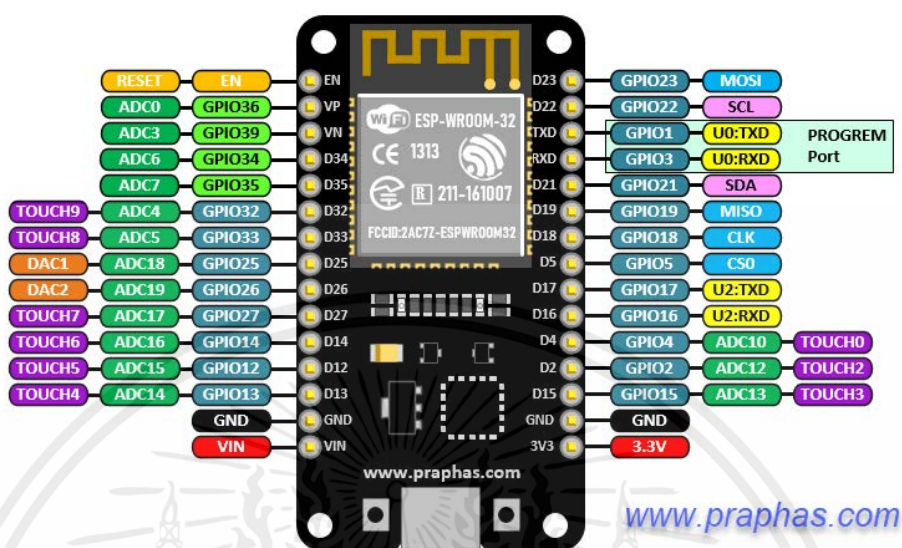
2.11 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

DOIT ESP32 DevKit V1 Development Board Wi-Fi + Bluetooth ดังแสดงในรูปที่ 2.10 เป็นชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ที่มี Wi-Fi และบลูทูธเวอร์ชัน 4.2 ในตัว รองรับการใช้งานโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE และรองรับไลบรารีส่วนใหญ่ของ Arduino ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย ทั้งยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังก์ชันการทำงานได้ใน Pin เดียวกัน เช่น การแปลง Analog to Digital หรือ Digital to Analog การเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของ Waterproof DS18B20 Sensor Kit สามารถแสดงพอร์ตการเชื่อมต่อ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 และสามารถอธิบายพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ESP32 ดังตารางที่ 2.11



รูปที่ 2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 พอร์ตการเชื่อมต่อ ESP32 [23]

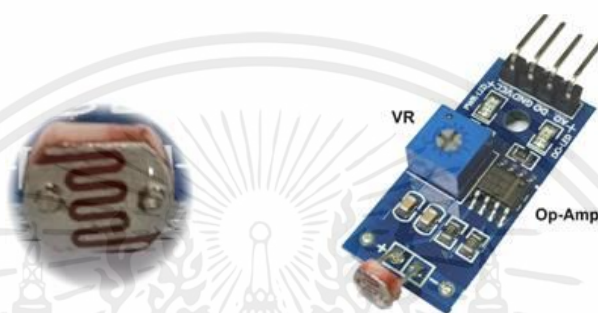
ตารางที่ 2.11 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
ไมโครคอนโทรลเลอร์	Tensilica LX6 Dual-Core
แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	3.3 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าขาเข้า	7 – 12 โวลต์
สัญญาณขาเข้า สัญญาณขาออกแบบดิจิทัล (DIO)	25
สัญญาณขาเข้าแบบแอนะล็อก (ADC)	6
สัญญาณขาออกแบบแอนะล็อก (DAC)	2
หน่วยความจำ	หน่วยความจำแบบแฟลช ขนาด 4 เมกะไบต์
SRAM	512 กิโลไบต์
ความเร็วสัญญาณนาฬิกา	240 เมกะเฮิร์ตซ์
Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n/e/i
ขนาด	48 × 26 × 11.5 มิลลิเมตร

2.12 LDR Photoresistor Sensor

ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (Light Dependent Resistor, LDR) หรือตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง คือ ตัวต้านทานชนิดที่เปลี่ยนสภาพความนำไฟฟ้า (Conductance) ได้เมื่อมีแสงมา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกกระทบ ทำจากวัสดุสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อแสง ดังแสดงดังรูปที่ 2.12 เป็นโมดูลนี้ให้สัญญาณเอาต์พุตได้ ทั้งแบบแอนะล็อกที่ช่อง (AO) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1023 และแบบดิจิทัลที่ช่อง (DO) ค่า 0 กับ 1 โดยสามารถปรับระดับแรงดันที่นำเปรียบเทียบได้โดยการหมุนตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) บนบอร์ด ซึ่งบนบอร์ดจะมีแอลอีดีแสดงสัญญาณไฟเลี้ยง (PWR LED) และระดับสัญญาณที่เปรียบเทียบ (DO LED) ด้วย ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของ LDR Photoresistor Sensor ดังตารางที่ 2.12 สามารถแสดงพอร์ตการเชื่อมต่อ LDR Photoresistor Sensor ดังตารางที่ 2.13



รูปที่ 2.12 LDR Photoresistor Sensor [25]

ตารางที่ 2.12 ข้อมูลทางเทคนิคของ LDR Photoresistor Sensor

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
แรงดันไฟฟ้า	3 ถึง 5 โวลต์
ขนาด	3.2 × 1.4 มิลลิเมตร

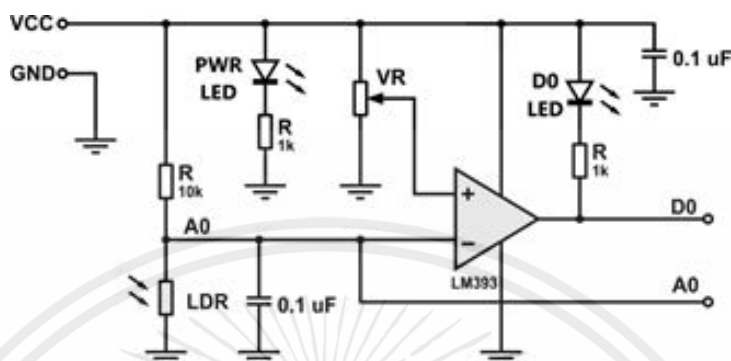
ตารางที่ 2.13 พอร์ตการเชื่อมต่อ LDR Photoresistor Sensor

พิน	ฟังก์ชัน
VCC	3.3 ถึง 5 โวลต์
AO	สัญญาณเอาต์พุตแอนะล็อก
DO	สัญญาณเอาต์พุตดิจิทัล
GND	กราวนด์

โดยลักษณะวงจรภายในโมดูล LDR นี้ แสดงดังรูปที่ 2.13 เมื่อมีการป้อนไฟเลี้ยง VCC และกราวด์ GND ให้กับบอร์ด ความต้านทานของ LDR จะถูกแปลงเป็นสัญญาณแรงดันผ่านวงจรแบ่งแรงดันเป็นสัญญาณแอนะล็อก AO แล้วสัญญาณนี้จึงนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันอีกวงจรที่สร้างด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ VR โดยออปแอมป์ (LM393) จะเป็นไอซีที่

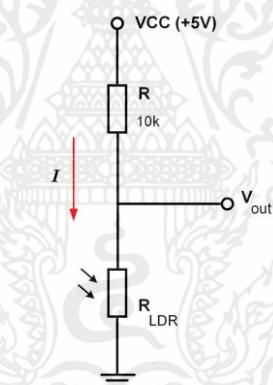
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เปรียบเทียบสัญญาณ จากนั้นจึงส่งสัญญาณดิจิทัลออกไปเป็นสัญญาณ D0 สามารถสังเกตระดับสัญญาณ D0 ผ่าน D0 LED ที่ต่ออยู่กับด้านขาออกของออปแอมป์ได้



รูปที่ 2.13 ลักษณะวงจรภายในโมดูลวัดความสว่างด้วย LDR [25]

จากค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงตามความสว่าง สามารถแปลงข้อมูลสัญญาณเป็นแรงดันได้โดยใช้กฎการแบ่งแรงดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 วงจรแบ่งแรงดัน

จากรูปวงจรที่ 2.14 สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้ดังสมการที่ (1) และแรงดันที่ตกคร่อม LDR หรือแรงดันที่ด้านออก (V_{out}) ดังสมการที่ (2)

$$I = \frac{V}{R + R_{LDR}} = \frac{5}{10k + R_{LDR}} \quad (1)$$

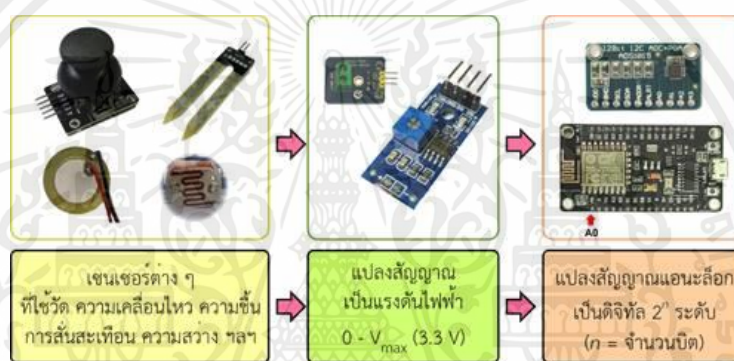
$$V_{out} = \frac{R_{LDR}}{10k + R_{LDR}} \times 5V \quad (2)$$

การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล

กระบวนการตรวจจับและแปลงสัญญาณหรือปริมาณทางกายภาพใดๆ มาเป็นสัญญาณไฟฟ้าเป็นกระบวนการแรกในการประมวลสัญญาณ อุปกรณ์ที่สำคัญคือ ตัวตรวจจับหรือเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนหรือแปลงปริมาณทางกายภาพมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เช่น จอยสติ๊ก (Joystick) โพรบวัดความชื้น โพรบวัดความสั่นสะเทือนที่ทำจากวัสดุเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Material) ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง (LDR) ใช้ในการตรวจจับความสว่าง เพื่อเปลี่ยนเป็นค่าความต้านทานทางไฟฟ้าแล้วจึงแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้า ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2.15

การปรับแต่งสัญญาณแรงดัน ซึ่งเป็นสัญญาณแอนะล็อกเป็นกระบวนการถัดมา โดยจะเป็นเรื่องของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการแรกเหมาะสมกับการเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Analog-to-Digital Conversion: ADC) โดยกระบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลเป็นกระบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นข้อมูลทางดิจิทัลเพื่อส่งไปประมวลผลยังไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป



รูปที่ 2.15 ขบวนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล [25]

เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับสัญญาณ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันไฟฟ้า ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวงจร ADC (Analog-to-Digital Conversion) โดยความละเอียดของสัญญาณดิจิทัลขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ โดย ESP32 จะมีความละเอียดอยู่ที่ 12 บิต ซึ่งมีความแตกต่าง 4096 ค่า (2 ยกกำลัง 12) แสดงดังตารางที่ 2.14

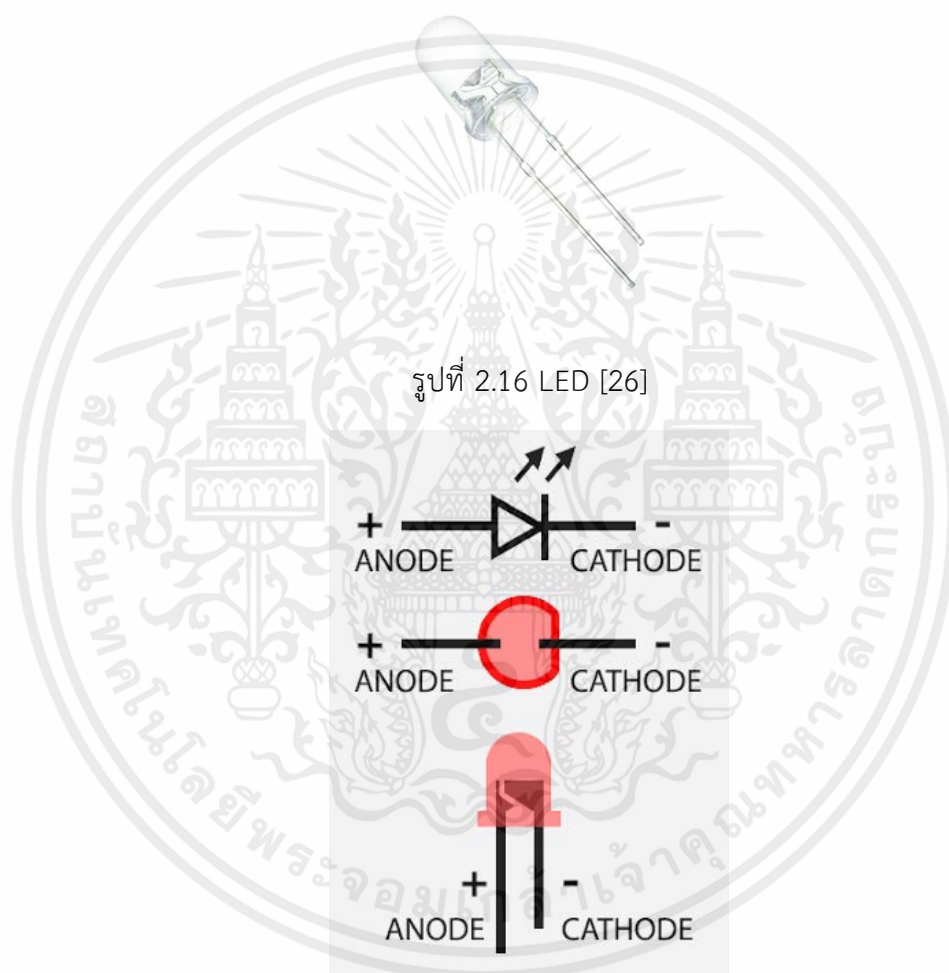
ตารางที่ 2.14 ตัวอย่างการแปลงแรงดันเป็นตัวเลขฐานสองขนาด 12 บิต

ค่าแรงดัน (โวลต์)	ข้อมูลเลขฐานสิบ	ข้อมูลเลขฐานสอง
0.0	0	0000 0000 0000
0.000805	1	0000 0000 0001
0.0805	100	0000 0110 0100
0.415	512	0010 0000 0000
0.825	1024	0100 0000 0000
3.30	4096	1111 1111 1111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 LED

LED (Light Emitting Diode) หรือ ไดโอดชนิดเปล่งแสง ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ที่สามารถนำไปติดตั้งในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงสถานะ รวมถึงเพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบต่าง ๆ มีแรงดัน 3-3.2 โวลต์ กระแสไฟ 20 มิลลิแอมแปร์ โดยขา A และ K ของ LED ซึ่ง Anode เป็นขาที่เชื่อมต่อกับไฟบวก และขา Cathode หรือขา K เป็นขาที่เชื่อมต่อกับไฟลบ แสดงดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 LED [26]

รูปที่ 2.17 วิธีดูขากการเชื่อมต่อของ LED [27]

2.14 กล้อง

5.8G 40CH AIO FPV Camera ดังแสดงรูปที่ 2.18 เป็นเครื่องส่งสัญญาณวิดีโอ FPV แบบบอลอินวัน มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ซึ่งมีมุมมองแนวนอน 150 องศา FOV และมุมมองแนวทแยงมุม 170 องศา DFOV โดยมีช่องสัญญาณไร้สาย 40 ช่องสัญญาณ ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคของ AIO FPV Camera สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 2.15 และพอร์ตการเชื่อมต่อดังตารางที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 กล้อง [29]

ตารางที่ 2.15 พารามิเตอร์ทางไฟฟ้าของกล้อง

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
เซนเซอร์	1/4 นิ้ว CMOS
เลนส์	M8 800TVL LENS
มุม	150 องศา มุมมองแนวนอน FOV มุมมองแนวทแยงมุม 170 องศา DFOV
รูปแบบวิดีโอ	NTSC/PAL
การใช้พลังงาน	380 มิลลิแอมแปร์ ที่ 3.7 โวลต์
แรงดันไฟฟ้า	3.6-5.5 โวลต์
เลนส์เส้นผ่าศูนย์กลางกระจก	2.1 มิลลิเมตร เคลือบ FOV150 (แนวนอน)
อิมพีแดนซ์เอาต์พุต	75 โอห์ม
ความแรงสัญญาณเอาต์พุต	23 - 24 เดซิเบลมิลลิวัตต์
กำลังขับ	25 มิลลิวัตต์
ช่องสัญญาณไร้สาย	40 ช่องสัญญาณ
เสาอากาศ	เสาอากาศไบโคลเวอร์โพลาไรซ์แบบวงกลม RHCP
กระแสไฟฟ้า	100 มิลลิแอมแปร์
เสียงแคเรียร์	6.5 เมกะเฮิร์ตซ์
น้ำหนัก	3.6 กรัม
ขนาด	26 × 20 × 18 มิลลิเมตร (ไม่มีเสาอากาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 พอร์ตการเชื่อมต่อกล้อง

สีสายไฟ	คำอธิบาย
แดง	ไฟเลี้ยง (3.7-5 โวลต์)
ดำ	กราวนด์
เหลือง	เชื่อมต่อกับพินอินพุตวิดีโอของ Flight Controller
ขาว	เชื่อมต่อกับพินเอาต์พุตวิดีโอของ Flight Controller

2.15 ระบบภาพ

ระบบภาพในแต่ละประเทศจะใช้ระบบของสีที่แตกต่างกัน โดยพื้นฐานแล้วสีคือส่วนประกอบของภาพ ตัวอย่างเช่น ในประเทศสิงคโปร์ (รวมทั้งประเทศไทย) จะใช้ภาพสีระบบ PAL และหากเลือกใช้ระบบ NTSC ภาพที่ได้จะไม่มีสี แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ระบบภาพ PAL และ NTSC [31]

2.15.1 ระบบ PAL

ระบบ PAL ย่อมาจาก Phase Alternating Line เป็นระบบมาตรฐานสำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบแอนะล็อกที่ใช้กันแพร่หลายในหลายประเทศในยุโรป เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ออสเตรเลีย และบางส่วนของอเมริกาใต้ ระบบ PAL พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบ NTSC ที่ใช้กันในอเมริกาเหนือและญี่ปุ่น

คุณสมบัติของระบบ PAL

- ความละเอียด 576 เส้น (PAL-B) หรือ 625 เส้น (PAL-G)
- อัตราเฟรม 25 เฟรมต่อวินาที
- อัตราส่วนภาพ 4:3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบสี YUV (Luminance Blue-Luminance Red-Luminance)
- สแกนแบบ Interlaced

ข้อดีของระบบ PAL

- ภาพมีความคมชัด
- สีสดใส
- มีเสถียรภาพ
- รองรับการใช้งานกับทีวีจอ CRT

ข้อเสียของระบบ PAL

- มีสัญญาณรบกวน (Ghosting)
- ไม่รองรับการใช้งานกับทีวีจอ HD

2.15.2 ระบบ NTSC

ระบบ NTSC ย่อมาจาก National Television System Committee เป็นระบบมาตรฐานสำหรับการส่งสัญญาณโทรทัศน์แบบอนาล็อกที่ใช้กันแพร่หลายในอเมริกาเหนือ ญี่ปุ่น และบางส่วนของอเมริกาใต้ ระบบ NTSC พัฒนาขึ้นในปี 1953 โดยคณะกรรมการระบบโทรทัศน์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา

คุณสมบัติของระบบ NTSC

- ความละเอียด 525 เส้น
- อัตราเฟรม 29.97 เฟรมต่อวินาที
- อัตราส่วนภาพ 4:3
- ระบบสี YIQ (Luminance In-Phase Quadrature)
- สแกนแบบ Interlaced

ข้อดีของระบบ NTSC

- ภาพมีความคมชัด
- สีสดใส
- รองรับการใช้งานกับทีวีจอ CRT

ข้อเสียของระบบ NTSC

- มีสัญญาณรบกวน (Ghosting)
- ไม่รองรับการใช้งานกับทีวีจอ HD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

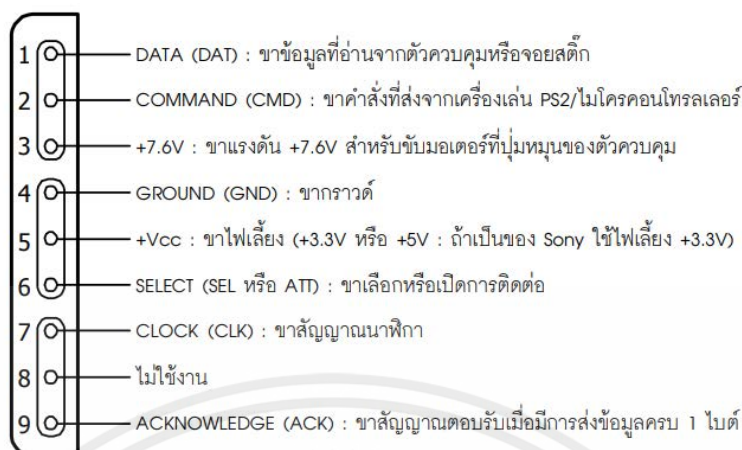
2.16 PS2 Wireless Controller

2.16.1 คุณสมบัติ

PS2 Wireless Controller ดังแสดงในรูปที่ 2.20 ใช้สำหรับทำงานร่วมกับแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับส่งข้อมูลจากจอยสติ๊กไร้สาย ตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ เช่น การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีล้อและรถควบคุมระยะไกล การควบคุมแขนหุ่นยนต์ การควบคุมกล้อง การควบคุมหุ่นยนต์บินได้ เป็นต้น โดยมีความถี่ในการสื่อสารข้อมูล (RF) ในย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ระยะเวลาที่สามารถรับส่งข้อมูลได้มีระยะ 8 เมตร สามารถใช้งานจอยสติ๊กไร้สายได้พร้อมกันจำนวนสูงสุด 20 คู่ (จอยสติ๊กไร้สาย 1 ตัวและกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ 1 ตัว) ซึ่งตัวจอยสติ๊กไร้สายทำงานเข้ากันได้กับตัวควบคุมที่ทำงานในโหมดแอนะล็อก สามารถใช้แบตเตอรี่ AAA ชนิดใดก็ได้ 2 ก้อน เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง กล่องรับส่งคลื่นวิทยุใช้ไฟเลี้ยง +3.3V หรือ +5V โดยต่อกับแผงวงจร PS2 Wireless Console Receiver ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ จะอยู่ที่ขั้วต่อของแผงวงจร การสื่อสารถูกขับเคลื่อนด้วย CLK (Clock) พร้อมกับโปรโตคอลที่ถูกนำมาใช้ด้วย ATT (Attention) หรือ SEL (Select) มี ACK (Acknowledge) ที่จะแสดงเฉพาะสัญญาณพัลส์สั้นๆ หลังจากแต่ละชุดของไบนารีมีการส่งและรับ โปรโตคอลการสื่อสารเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์และคล้ายกับ SPI ข้อมูลคอนโทรลเลอร์จะถูกอ่านเป็นชุดหลายไบต์ ในขณะเดียวกัน การสื่อสารจะส่งจากอินเตอร์เฟซกลับไปยังจอยสติ๊กไร้สายผ่าน CMD (Command) สามารถแสดงจอยสติ๊กไร้สายกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ และพอร์ตการเชื่อมต่อสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.20 จอยสติ๊กไร้สายกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ [38]



รูปที่ 2.21 พอร์ตการเชื่อมต่อ PS2 Wireless Controller [39]

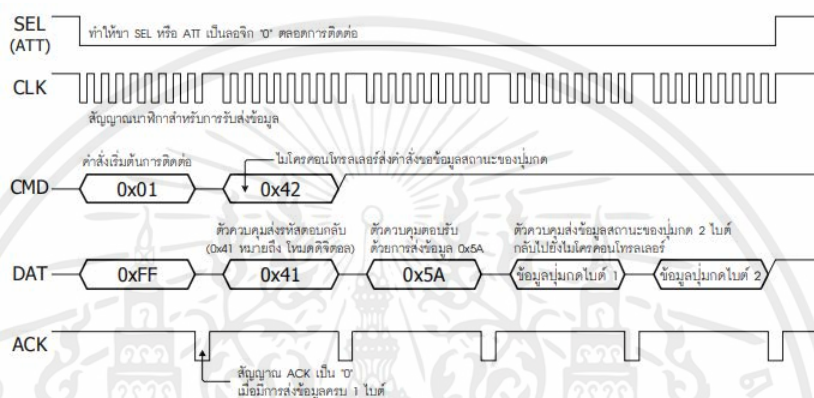
2.16.2 สัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อจอยสติ๊ก

ในการนำจอยสติ๊กไร้สายมาใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำได้ด้วยการเชื่อมต่อสายเข้ากับสายสัญญาณต่าง ๆ ที่ขั้วของแผงวงจร PS2 Wireless Console Receiver โดยสายสัญญาณที่ใช้งานมีทั้งสิ้น 4 เส้น คือ DAT, CMD, SEL และ CLK

- DAT (Data) เป็นสัญญาณข้อมูลปุ่มของจอยสติ๊กไร้สายที่ถูกกด สัญญาณจะถูกส่งมาจากจอยสติ๊ก โดยข้อมูลที่ส่งมามีขนาด 8 บิต ซึ่งจะมีการส่ง LSB มาก่อน
- CMD (Command) เป็นสัญญาณคำสั่งสำหรับจอยสติ๊กไร้สาย โดยสัญญาณจะถูกส่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์
- SEL (Select) เป็นสัญญาณการทำงานหรือเปิดการติดต่อทางไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นฝ่ายสร้างสัญญาณส่งมายังจอยสติ๊ก
- CLK (Clock) เป็นสัญญาณนาฬิกาสำหรับการกำหนดจังหวะการทำงาน ฟังก์ชันของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นฝ่ายสร้างสัญญาณเพื่อส่งมายังจอยสติ๊ก การตอบสนองต่อสัญญาณของอุปกรณ์จะเกิดขึ้นที่ขอบขาลงของสัญญาณนาฬิกา เมื่อมีการรับรู้คำสั่ง CMD จอยสติ๊กจะทำให้ขา ACK กลายเป็นลอจิก “0” (ในที่นี้หมายถึงไม่ได้มีการใช้งาน) เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากจอยสติ๊กไร้สาย จะต้องทำให้ขา SEL หรือ ATT เป็นลอจิก “0” แล้วส่งคำสั่งเริ่มต้น 0x01 ไปยังจอยสติ๊กไร้สาย เมื่อจอยสติ๊กได้รับก็จะตอบกลับด้วยรหัสหรือ ID ของตัวเอง เพื่อให้รู้ว่ามีงานอยู่ในโหมดการทำงานใด ซึ่งมีด้วยกัน 4 รหัสหลักคือ - 0x41 หมายถึง จอยสติ๊กทำงานในโหมดดิจิทัล
 - 0x23 หมายถึง จอยสติ๊กทำงานในโหมด NegCon (ในที่นี้หมายถึงไม่ได้มีการใช้งาน)
 - 0x73 หมายถึง จอยสติ๊กทำงานในโหมดแอนะล็อก LED สีแดง (Analog Red LED) โดยในจอยสติ๊กไร้สายจะได้รับการกำหนดให้ทำงานในโหมดนี้เพียงโหมดเดียว
 - 0x53 หมายถึง จอยสติ๊กทำงานในโหมดแอนะล็อก LED สีเขียว (Analog Green LED)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

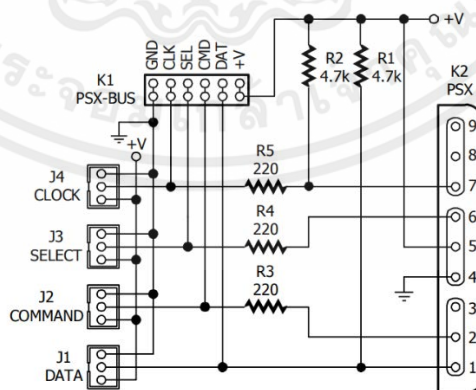
ในช่วงเวลาเดียวกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องส่งคำสั่ง 0x42 เพื่อร้องขอข้อมูลสถานะของปุ่มกดจาก จอยสติ๊ก จากนั้นขา CMD จะเข้าสู่ภาวะสงบ (Idle) เพื่อรอให้จอยสติ๊กส่งข้อมูลกลับมาไปยังขา DAT โดยจอยสติ๊กจะเริ่มต้นด้วยการส่งข้อมูล 0x5A เพื่อบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่า ข้อมูล 2 ถึง 6 ไบต์ถัดไปจากนี้คือ ข้อมูลสถานะของปุ่มกดทั้งหมด สามารถแสดงไต่อะแกรมเวลาที่อธิบายถึง กระบวนการในการติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และจอยสติ๊กไร้สาย PS2 เมื่อทำงานใน โหมดดิจิทัล ดังแสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ไต่อะแกรมเวลาของการติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และจอยสติ๊กไร้สาย PS2 [39]

2.16.3 วงจรแผงวงจรติดต่อ

วงจรของแผงวงจรติดต่อจอยสติ๊กไร้สายที่ทำงานเข้ากันได้กับจอยสติ๊กไร้สาย PS2 ดังแสดงในรูปที่ 2.23 จะเห็นว่ามียุโรปกร์ ขึ้นส่วนสำคัญคือ K2 คอนเน็กเตอร์ PS2 ที่ใช้ในการติดต่อ โดยตรงกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุในกรณีใช้จอยสติ๊กแบบไร้สาย



รูปที่ 2.23 วงจรสมบูรณ์ของแผงวงจรเชื่อมต่อจอยสติ๊กไร้สายสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ [39]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 จอแสดงผลภาพ

จอแสดงผลภาพ FPV ดังแสดงในรูปที่ 2.24 เป็นอุปกรณ์รับภาพที่จะมีการรับภาพจากกล้องหรืออุปกรณ์ส่งภาพ โดยภาพที่ได้จะมีมุมมองคล้ายกับการมองอยู่บนอุปกรณ์ที่เรานำกล้องหรืออุปกรณ์ส่งภาพไปติดตั้ง โดยข้อมูลทางเทคนิคของจอแสดงผลภาพ สามารถอธิบายได้ ดังตารางที่ 2.17



รูปที่ 2.24 จอแสดงผลภาพ FPV [40]

ตารางที่ 2.17 ข้อมูลทางเทคนิคของจอแสดงผลภาพ

ข้อมูลทางเทคนิค	คำอธิบาย
การแสดงผลละเอียดจอภาพ	920 × 240 พิกเซล
แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการส่องสว่างภาพบนหน้าจอตริททัศน์	LED
ค่าความสว่าง	350 ลักซ์
อัตราส่วนภาพ	4:3
ความเร็วในการตอบสนอง	<10 มิลลิวินาที
ระบบสี	PAL/NTSC
ปริมาณแบตเตอรี่	ประมาณ 2.5 ชั่วโมง
สัญญาณอินพุต	วีดีโอ (PAL/NTSC)
แม่ขึงสายอากาศอินเตอร์เฟซ	SMA
ขนาดจอภาพ	6.6 × 5.7 × 1.4 เซนติเมตร
น้ำหนัก	55 กรัม
ความไวในการรับข้อมูล	-94 เดซิเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 ลักษณะพื้นที่ผิวที่ใช้ในการเคลื่อนที่

ลักษณะพื้นที่ผิวที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย การเลือกใช้พื้นที่ผิวที่เหมาะสมสำหรับการเคลื่อนที่เป็นสำคัญ เนื่องจากมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงาน และประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อน

2.18.1 พื้นเอียง

พื้นเอียง ดังแสดงดังรูปที่ 2.25 เป็นเครื่องมือกลพื้นฐานชนิดหนึ่งที่ใช้ผ่อนแรง อาจอยู่ในรูปแบบเป็นไม้กระดานยาวเรียบ ใช้พาดบนที่สูง หรือพื้นผิวระหว่างพื้นต่างระดับ เคลื่อนที่วัตถุด้วยการลากหรือผลัก ช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการย้ายสิ่งของขึ้นหรือลง



รูปที่ 2.25 พื้นเอียง [42]

2.18.2 พื้นอิฐตัวหนอน

พื้นอิฐตัวหนอน แสดงดังรูปที่ 2.26 ใช้สำหรับปูพื้น หรือตกแต่งสวนหรือปูพื้นลานจอดรถ แข็งแรง ทนทานต่อแรงกดทับ ไม่แตกร้าว มีอายุการใช้งานยาวนาน

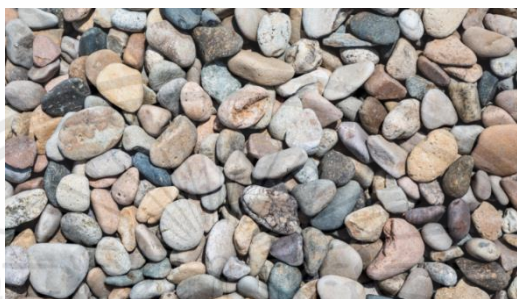


รูปที่ 2.26 พื้นอิฐตัวหนอน [44]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18.3 พื้นที่หินกรวด

พื้นที่หินกรวด แสดงดังรูปที่ 2.27 เป็นพื้นที่ที่มีการปูพื้นด้วยหินกรวดหรือหินขนาดเล็กที่ถูกเรียงต่อกัน ลักษณะนี้มักพบในทางเท้า ถนนขนาดเล็ก หรือพื้นที่ที่มีการใช้หินกรวดเป็นวัสดุสร้างสรรค์ พื้นที่หินกรวดมักนิยมในกิจกรรมกีฬาต่าง ๆ เช่น จักรยานเสือหมอบ (Mountain Biking) หรือการวิ่งทางป่า (Trail Running) เนื่องจากมีความทนทานต่อการใช้งานที่มีแรงกระแทก



รูปที่ 2.27 พื้นที่หินกรวด [45]

2.18.4 พื้นที่หินเกล็ด

พื้นที่ หินเกล็ด แสดงดังรูปที่ 2.28 เป็นพื้นที่ที่มีการใช้หินเกล็ดเป็นวัสดุที่ปูพื้นผิว หินเกล็ดมักเป็นหินที่มีลักษณะแผ่นบางและแข็งกระด้าง มักถูกนำมาใช้ในการปูพื้นที่ทางเท้า ทางลาด หรือสวนที่ต้องการความทนทานและลักษณะทางศิลปะที่สวยงาม การเลือกใช้หินเกล็ดในการปูพื้นที่มีผลต่อความสวยงามและความทนทานของพื้นที่นั้น ๆ



รูปที่ 2.28 พื้นที่หินเกล็ด [47]

2.19 Arduino IDE

Arduino IDE ดังแสดงในรูปที่ 2.29 ส่วน IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้งานลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Open source ซึ่ง Arduino IDE จะทำหน้าที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการ Windows Mac OS X หรือ Linux กับบอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนคำสั่งและอัปโหลดโปรแกรมที่เราเขียนเข้าลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 Modules NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น ส่วนในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าคำสั่ง AVR ปกติ เนื่องจากคำสั่ง AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่คำสั่ง Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชันเพื่อให้สามารถเขียนคำสั่งได้ง่ายมากกว่าการเขียนคำสั่งแบบ AVR หรือเวอร์ชันอื่น ๆ ของ Arduino



```

sketch_nov01a
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }

```

รูปที่ 2.29 โปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

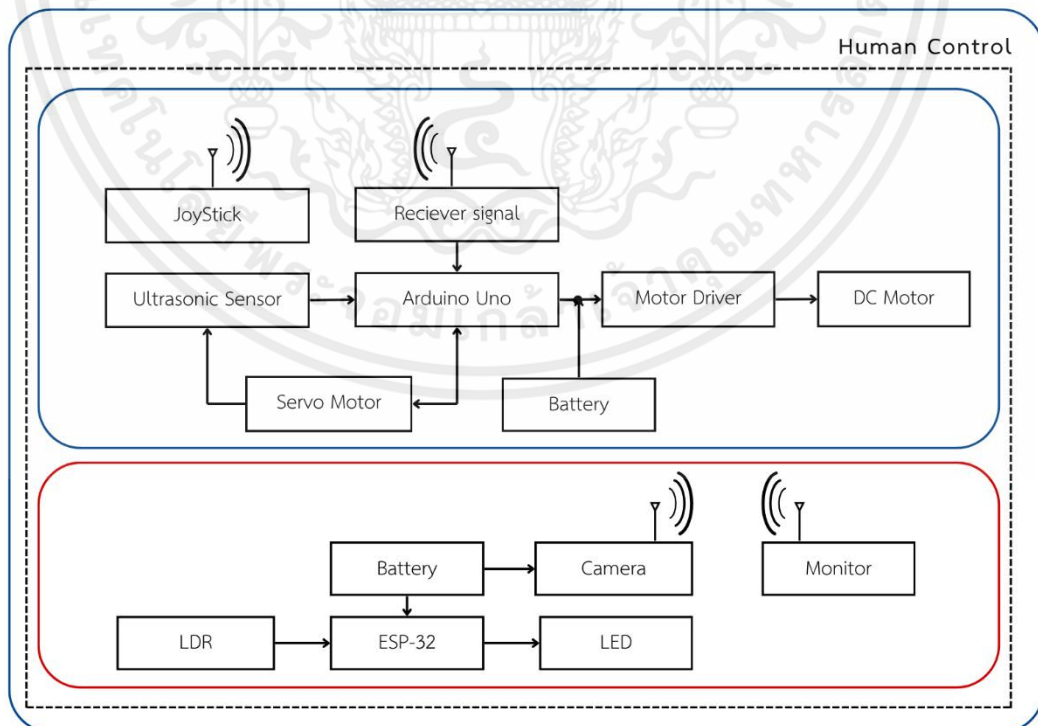
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปฏิญญาพันธ

3.1 การออกแบบ

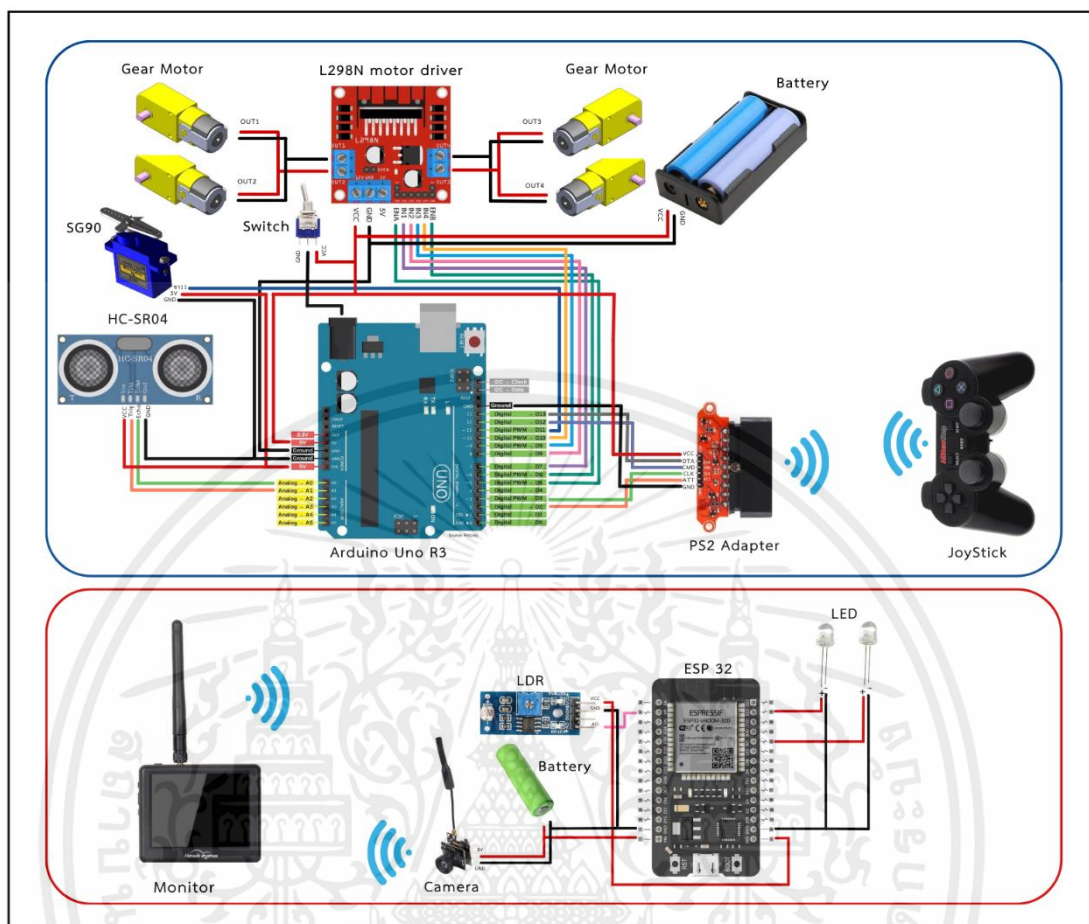
3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยประกอบด้วย Arduino UNO และ ESP32 ที่เป็นบอร์ดประมวลผลข้อมูล โดย Arduino UNO มีหน้าที่สั่งการให้ Motor driver ขับ DC Motor ควบคุมระยะไกลผ่าน Wireless Controller ให้เครื่องค้นหาสามารถเคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ และสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างอัตโนมัติ โดยมีการใช้ Ultrasonic Sensor และ กล้องที่ย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ในช่วยควบคุมการเคลื่อนที่ ใช้ กล้องที่ย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ มาช่วยในการตัดสินใจว่าพบสิ่งมีชีวิตใช่หรือไม่ ซึ่งจะมีการส่งภาพที่ได้จากกล้องไปยังจอมอนิเตอร์ที่สามารถรับข้อมูลได้ในย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์แบบเรียลไทม์ และมีการใช้ LDR Sensor และ LED ในการช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งแวดล้อมในตอนกลางคืนหรือในจุดที่มีปริมาณแสงน้อยได้ดียิ่งขึ้น โดยจะมี Battery เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 และวงจรการเชื่อมต่อระบบแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

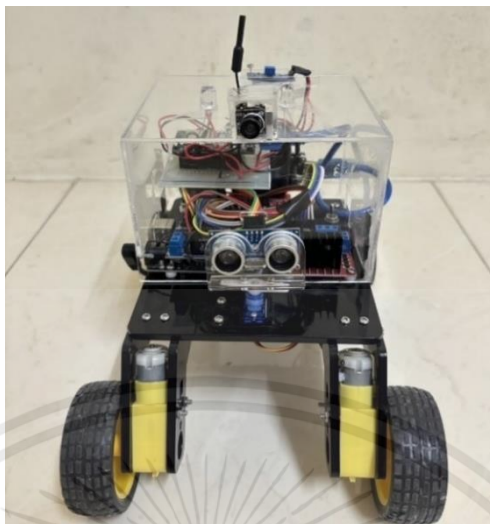


รูปที่ 3.2 วงจรการเชื่อมต่อเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

3.1.2 การประกอบโครงสร้าง

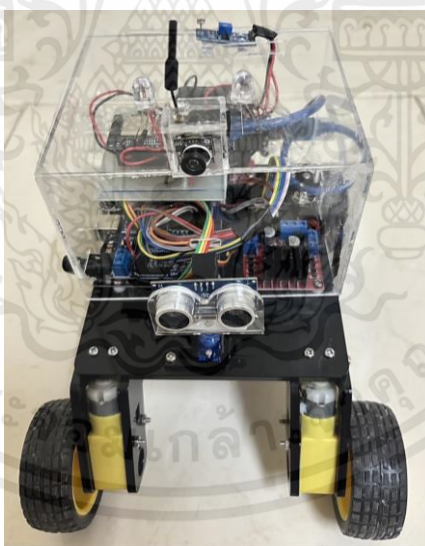
3.1.2.1 โครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

ผู้วิจัยได้ทำสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต โดยทำการประกอบโครงสร้างของเครื่องค้นหาที่มีความสูงประมาณ 18.8 เซนติเมตร (รวมความสูงของกล่องที่ทำจากแผ่นอะคริลิก) ซึ่งลักษณะโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ความสูงโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

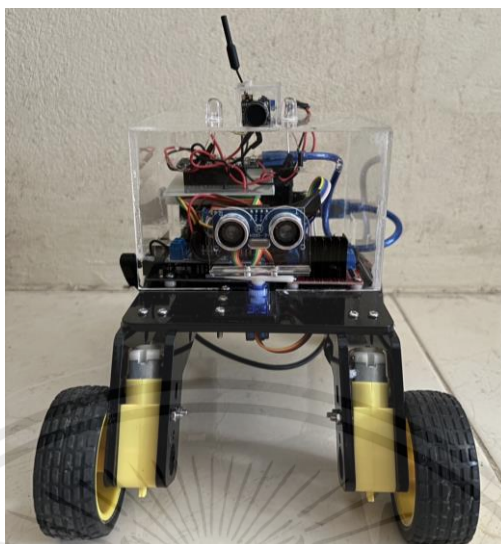
ผู้วิจัยได้ทำการสร้างกล่องที่ถูกทำจากแผ่นอะคริลิกที่มีขนาดกว้าง 11.7 เซนติเมตร ยาว 14.0 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการป้องกันการเกิดความเสียหายจากสภาวะแวดล้อมภายนอกของอุปกรณ์ เซนเซอร์ หรือสายที่ใช้ในการเชื่อมต่อ แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ภาพมุมมองสูงของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตมีขนาดกว้าง 18.7 เซนติเมตร ฐานด้านล่างมีความสูงเมื่อวัดจากพื้นประมาณ 9.5 เซนติเมตร ข้อต่อที่เชื่อมกันระหว่างล้อและฐานด้านล่างมีความสูงประมาณ 7.5 เซนติเมตร ล้อมีความกว้าง 2.6 เซนติเมตร กล่องที่ถูกทำจากแผ่นอะคริลิกมีขนาดสูง 9.2 เซนติเมตร กล่องอะคริลิกที่ใช้สำหรับใส่กล่องมีขนาดกว้าง 2.0 เซนติเมตร สูง 2.0 เซนติเมตร กล่องอะคริลิกที่ใช้สำหรับใส่ LDR Sensor มีขนาดกว้าง 2.0 เซนติเมตร สูง 0.8 เซนติเมตร และมีการติดตั้งมอเตอร์เกียร์ที่ข้อต่อทั้ง 4 ฝั่งของข้อต่อ แสดงดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ด้านหน้าของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

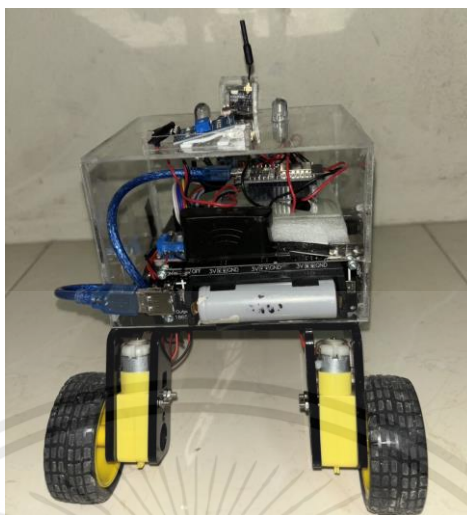
เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตมีขนาดยาว 26.5 เซนติเมตร ข้อต่อที่เชื่อมกันระหว่างล้อและฐานด้านล่างมีความยาวประมาณ 7.5 เซนติเมตร ฐานด้านล่างมีความยาว 17.0 เซนติเมตร ล้อมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร ก่องอะคริลิกที่ใช้สำหรับใส่ล้อมีความยาว 2.2 เซนติเมตร และก่องอะคริลิกที่ใช้สำหรับใส่ LDR Sensor มีความยาว 5.3 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.6



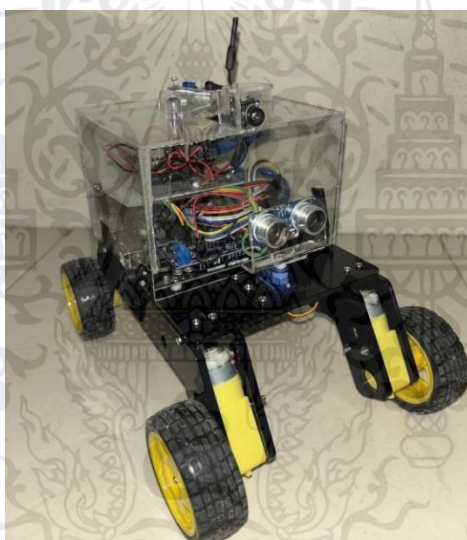
รูปที่ 3.6 ด้านข้างของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

มีการติดตั้งแบตเตอรี่ขนาดกว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 10.6 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.7 และภาพมุมมอง 45 องศา ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตแสดงดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ด้านหลังของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย



รูปที่ 3.8 ภาพมุมมอง 45 องศา ของโครงสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

3.1.2.2 โครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต โดยโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบมีขนาดความกว้าง 81.4 เซนติเมตร ยาว 122.3 เซนติเมตร สูง 59.8 เซนติเมตร ซึ่งโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบจะประกอบไปด้วยพื้นที่จำลองทั้งหมดสามส่วนหลัก คือ ทางลาดชันพื้นผิวขรุขระ ทางลาดชันพื้นผิวเรียบ และทางราบในส่วน of ทางลาดชันพื้นผิวขรุขระถูกออกแบบให้มีความลาดชันอยู่ที่มุม 21 องศา กว้าง 40.8 เซนติเมตร ยาว 63.0 เซนติเมตร สร้างด้วยการนำปูนซีเมนต์ราดลงบนทางลาด หลังจากนั้นนำหินขนาดต่าง ๆ วางให้ยึดติดกับปูนซีเมนต์ที่ได้ทำการราดไว้แล้วรอนแหน่งเพื่อให้หินติดกับปูน ทางลาดชันพื้นผิวเรียบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกออกแบบให้มีความลาดชันอยู่ที่มุม 21 องศา กว้าง 40.8 เซนติเมตร ยาว 58.8 เซนติเมตร และทางราบถูกออกแบบให้มีความกว้าง 41.2 เซนติเมตร ยาว 122.3 เซนติเมตร ซึ่งจะแสดงด้านหน้าของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 3.9 ด้านข้างของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 3.10 ด้านหลังของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 3.11 และภาพมุมสูงของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.9 ด้านหน้าของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.10 ด้านข้างของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ด้านหลังของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.12 ภาพมุมมองสูงของโครงสร้างแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ

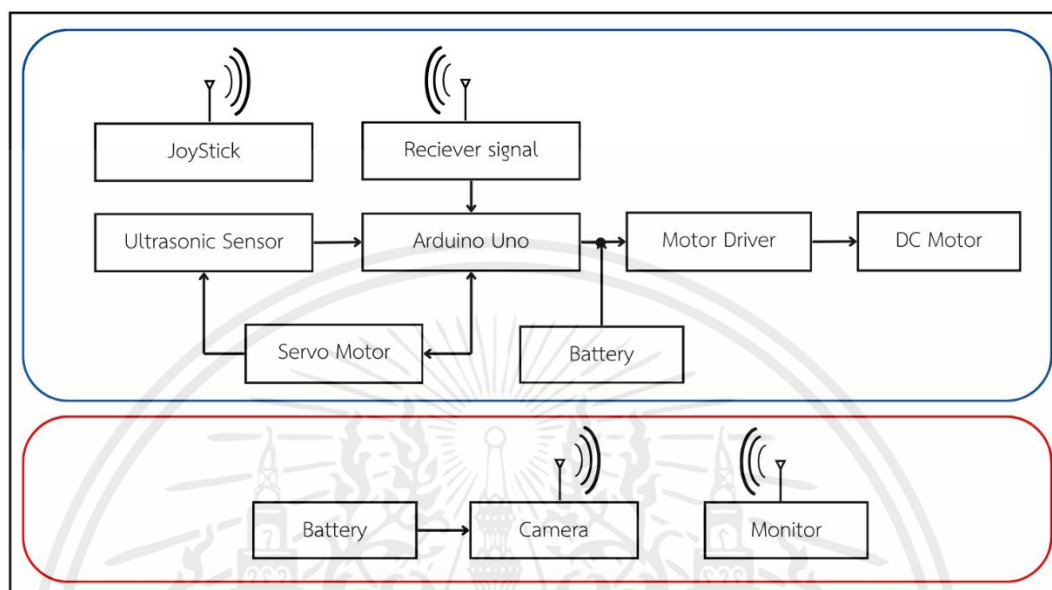
3.1.3 การออกแบบวงจร

3.1.3.1 การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ

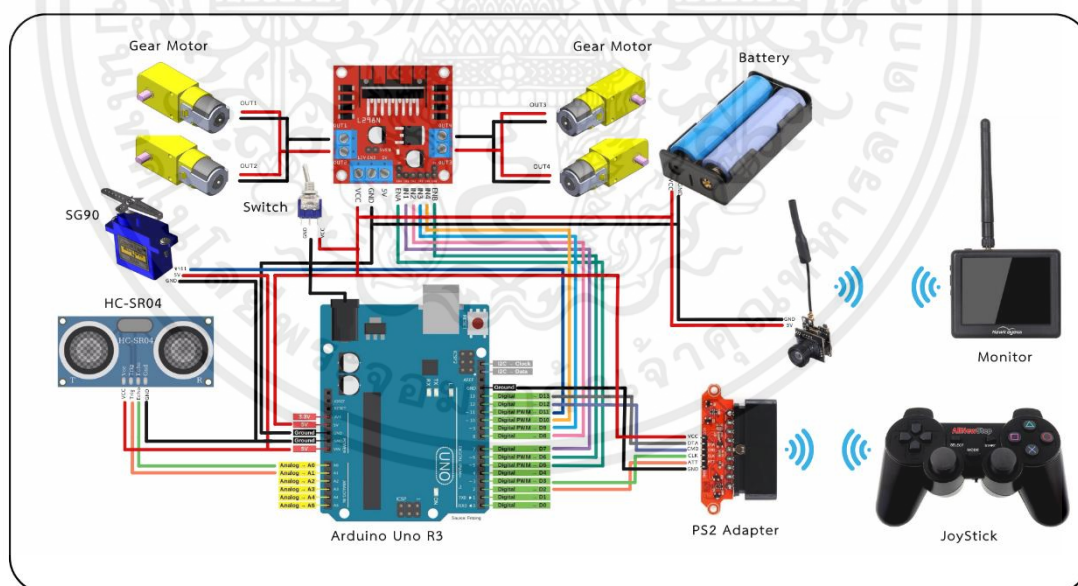
สำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติผ่าน Wireless Controller เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Wireless Controller กับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำการประมวลผล และสั่งการทำงานผ่าน L298N Motor Driver ให้ส่งต่อคำสั่งไปยัง DC Motor เพื่อขับให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้อย่างอัตโนมัติ แล้วหยุดการเคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งกีดขวาง จากนั้นให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตเลือกเส้นทางเพื่อหลบสิ่งกีดขวางเอง โดยมีการทำงานร่วมกันกับ Ultrasonic Sensor ที่มีการเชื่อมต่อกับ Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ บล็อกไดอะแกรมการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติแสดงได้ดังรูปที่ 3.13 และวงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยแสดงดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติ

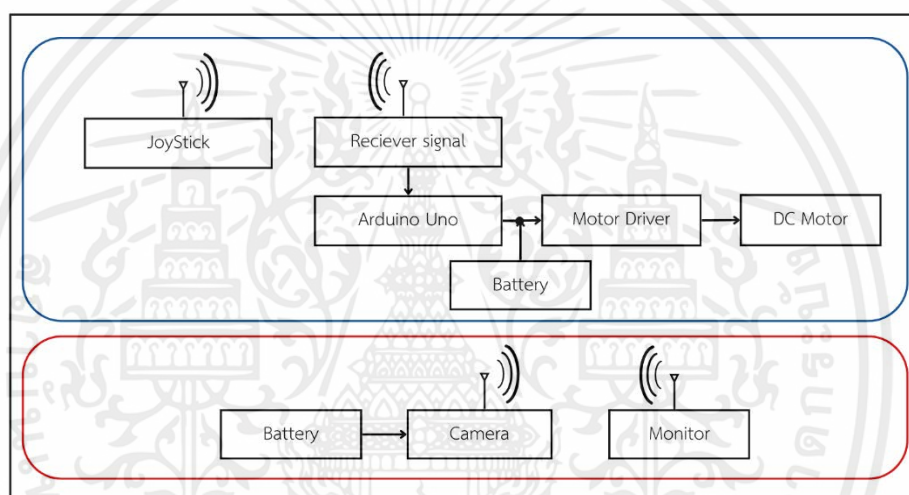


รูปที่ 3.14 วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบอัตโนมัติของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

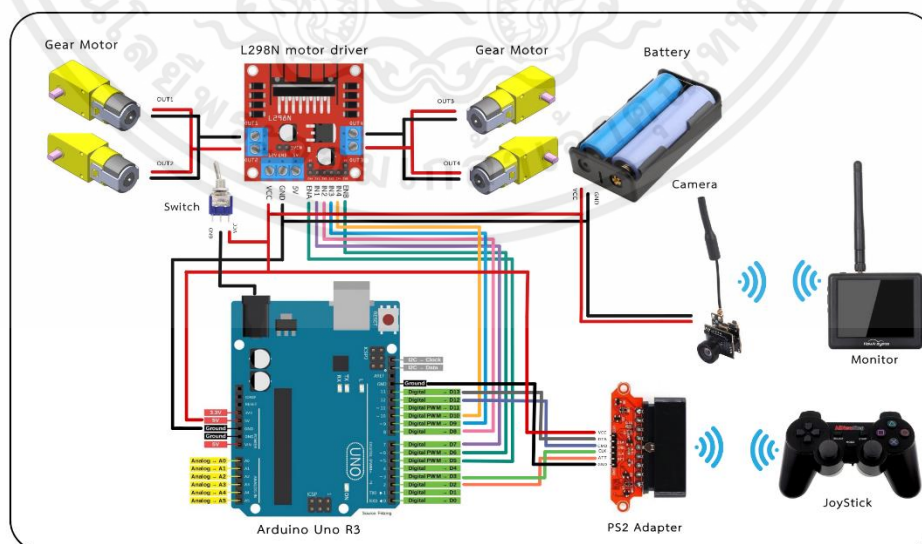
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 การออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่แบบสั่งการ

ในการควบคุมการเคลื่อนที่แบบสั่งการผ่าน Wireless Controller เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Wireless Controller กับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ เพื่อส่งคำสั่งการเชื่อมต่อไปยัง Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการทำการประมวลผล และสั่งการทำงานผ่าน L298N Motor Driver ให้ส่งต่อคำสั่งไปยัง DC Motor เพื่อขับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการแสดงดังรูปที่ 3.15 และวงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยแสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการ

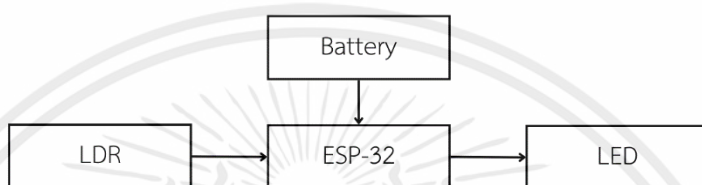


รูปที่ 3.16 วงจรการเชื่อมต่อการทำงานของระบบควบคุมระยะไกลแบบสั่งการของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

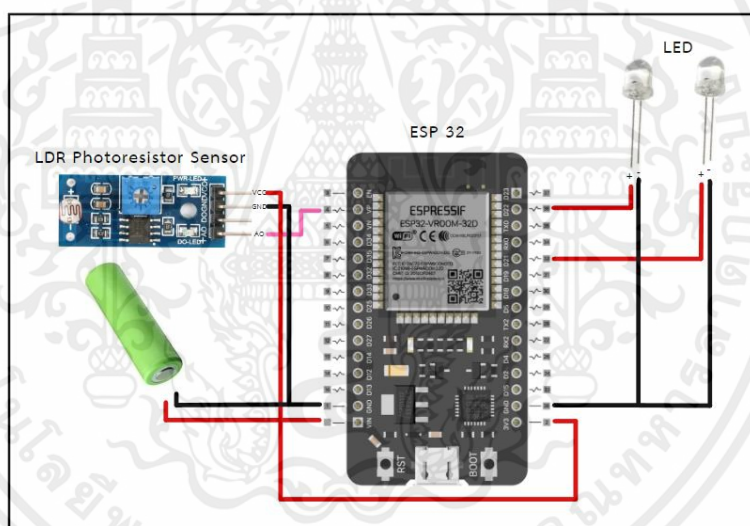
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.3 การออกแบบระบบการทำงานของเซนเซอร์

สำหรับระบบการทำงานของ LDR Sensor จะมีการเชื่อมต่อกับ ESP32 บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการส่งค่ากลับไปยังบอร์ด และมีการเชื่อมต่อ LED กับ ESP32 บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะรับค่าจากการประมวลผลของบอร์ดว่าควรแสดงสถานะอะไร บล็อกไดอะแกรมระบบการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ แสดงได้ดังรูปที่ 3.17 และวงจรการเชื่อมต่อระบบการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 บล็อกไดอะแกรมระบบการทำงานของเซนเซอร์แสง



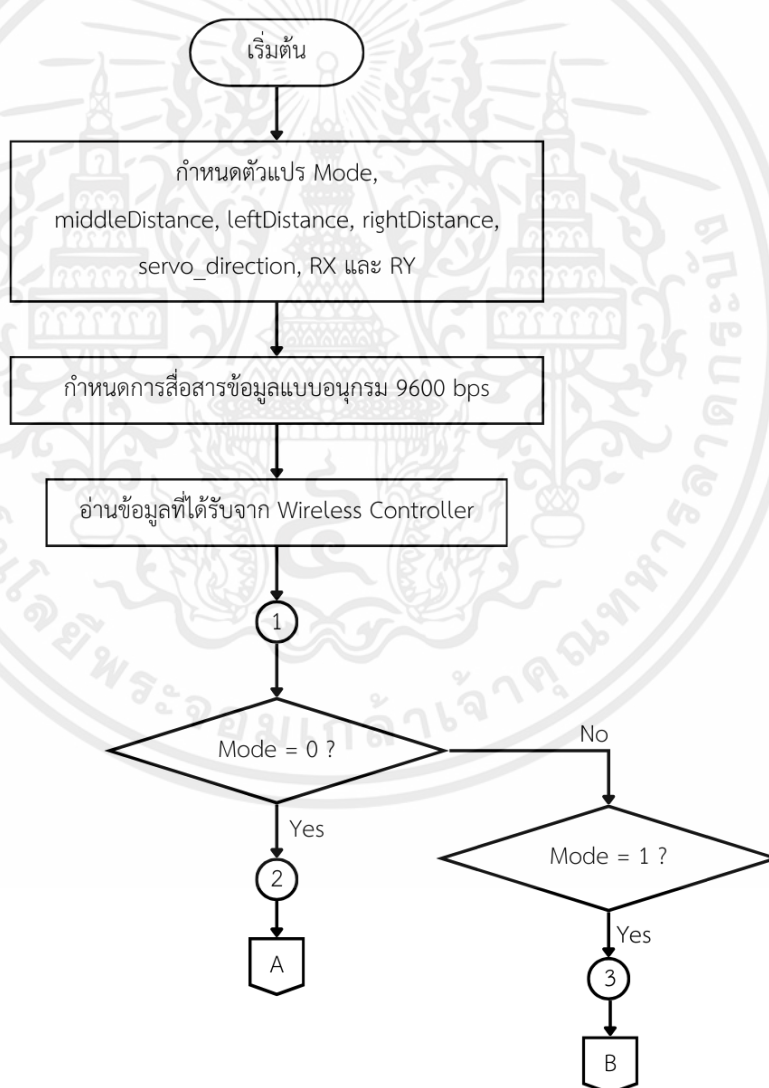
รูปที่ 3.18 วงจรการเชื่อมต่อระบบการทำงานของเซนเซอร์แสง

3.1.4 การออกแบบชุดคำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ผ่าน wireless controller

เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ Wireless Controller กับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ ผ่านคลื่นความถี่วิทยุย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ โดยมีการเชื่อมต่อกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ Servo และ Ultrasonic Sensor เข้ากับ Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล เนื่องจากการเชื่อมต่อเริ่มต้น สถานะโหมดของเครื่องค้นหาจะอยู่ในโหมดการควบคุมแบบคอนโทรล ดังนั้นเมื่อ Wireless Controller และกล่องรับส่งคลื่นวิทยุเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสังเกตได้จากสีของ LED ที่จะติดที่ทั้งจอยสติ๊กไร้สายและกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ เครื่องค้นหาจะสามารถควบคุมได้ผ่าน Wireless Controller โดยเครื่องค้นหาจะสามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอย

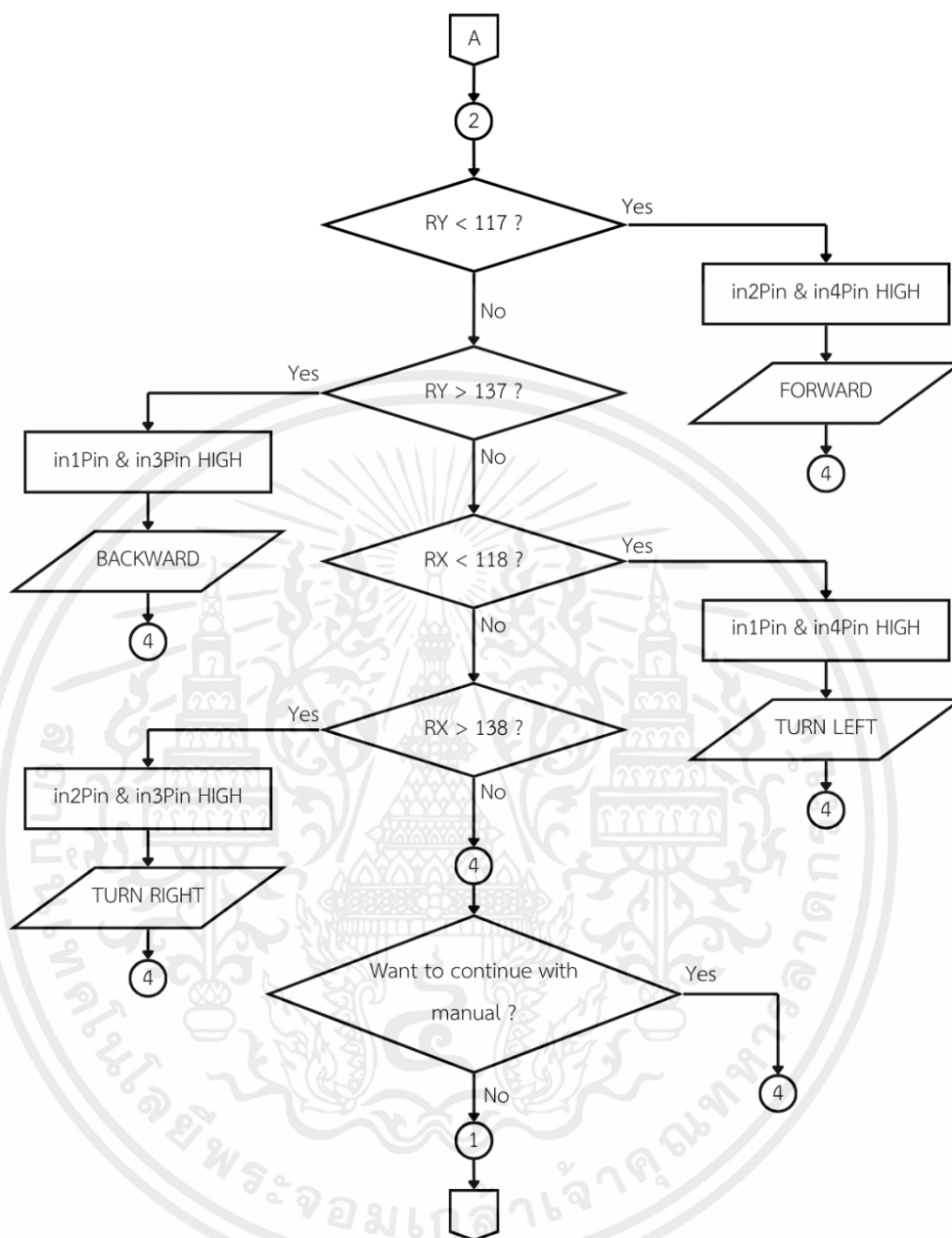
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลัง เลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวา หลังจากที่ Motor Driver ได้รับสัญญาณที่ถูกประมวลจาก Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อต้องการที่จะให้เครื่องค้นหาอยู่ในโหมดการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติให้ทำการกดปุ่ม Select บน Wireless Controller สัญญาณจาก Wireless Controller จะถูกส่งไปยังกล่องรับส่งคลื่นวิทยุและถูกส่งไปยัง Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลสัญญาณ การเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาจะเปลี่ยนเป็นโหมดการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติ ซึ่งจะมี Ultrasonic Sensor ที่จะทำงานร่วมกับ Servo ในการค้นหาเส้นทางในการเคลื่อนที่เพื่อที่จะหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องค้นหาและเส้นทางที่สะดวกต่อการค้นหาต่อไป และผลของการควบคุมในโหมดนี้จะสิ้นสุดเมื่อทำการกดปุ่ม Select เพื่อเปลี่ยนโหมดการเคลื่อนที่อีกครั้ง โดยการทำงานมีเงื่อนไขที่ถูกกำหนดไว้แสดงดังรูปที่ 3.19



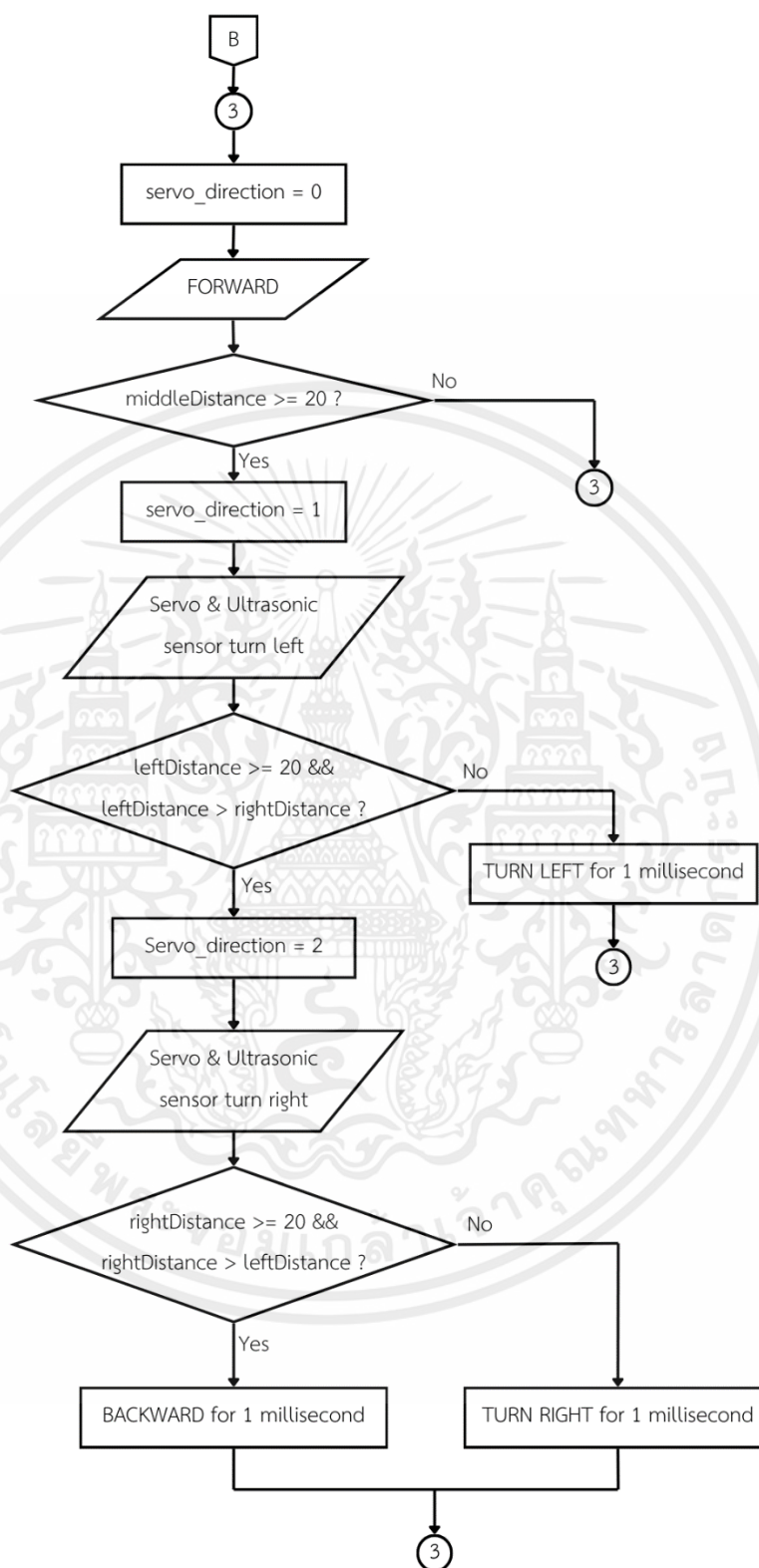
รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต
ในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต
ในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

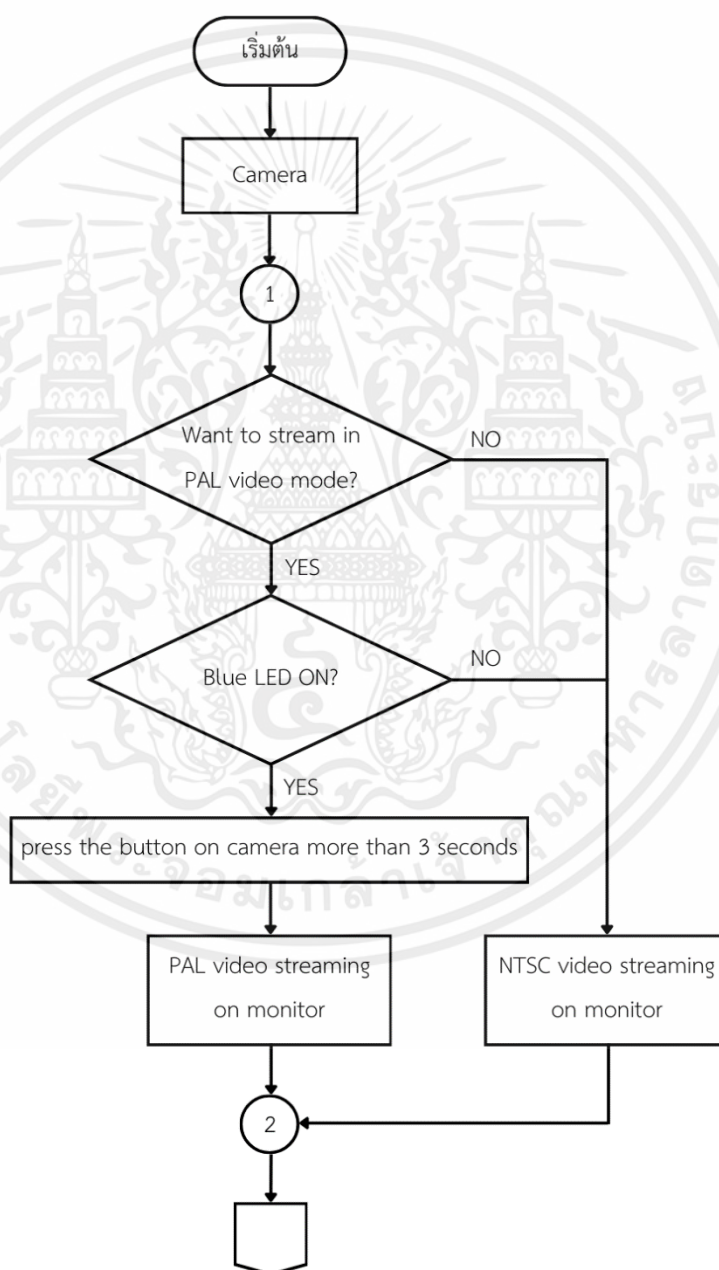


รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต
ในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

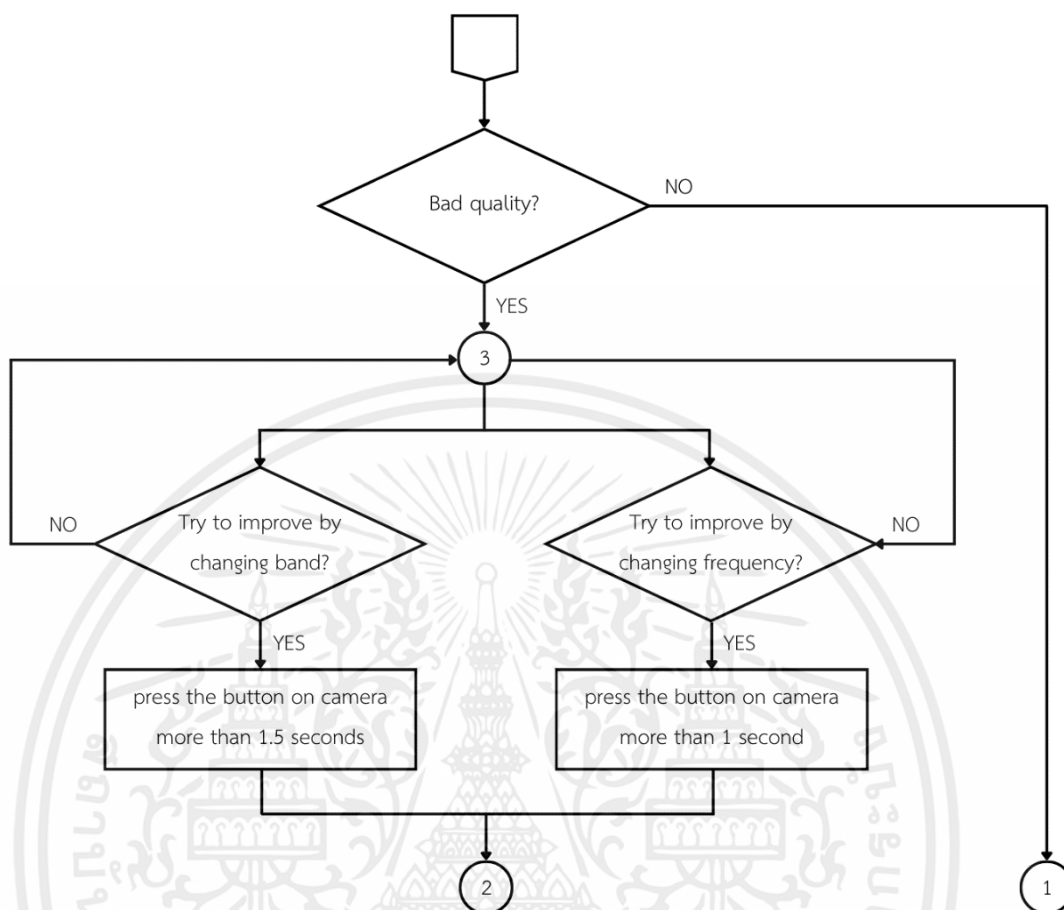
3.1.5 การออกแบบการทำงานระบบการรับส่งภาพ

เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อกล้องที่มีตัวส่งภาพในตัวกับจอร์รับภาพ ผ่านคลื่นความถี่วิทยุย่าน 5.8 กิกะเฮิร์ตซ์ โดยในการเชื่อมต่อจำเป็นต้องมีการปรับจูนความถี่ที่กล้องและจอร์รับภาพให้ให้ตรงกัน เพื่อให้จอร์รับภาพสามารถรับภาพจากกล้องมาแสดงสิ่งแวดล้อมที่เครื่องค้นหาอยู่แบบเรียลไทม์บนหน้าจอร์รับภาพ ซึ่งภาพที่สามารถรับได้จากกล้องสามารถเลือกแสดงได้สองระบบสี โดยมีเงื่อนไขที่ถูกกำหนดไว้และการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานระบบการรับส่งภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

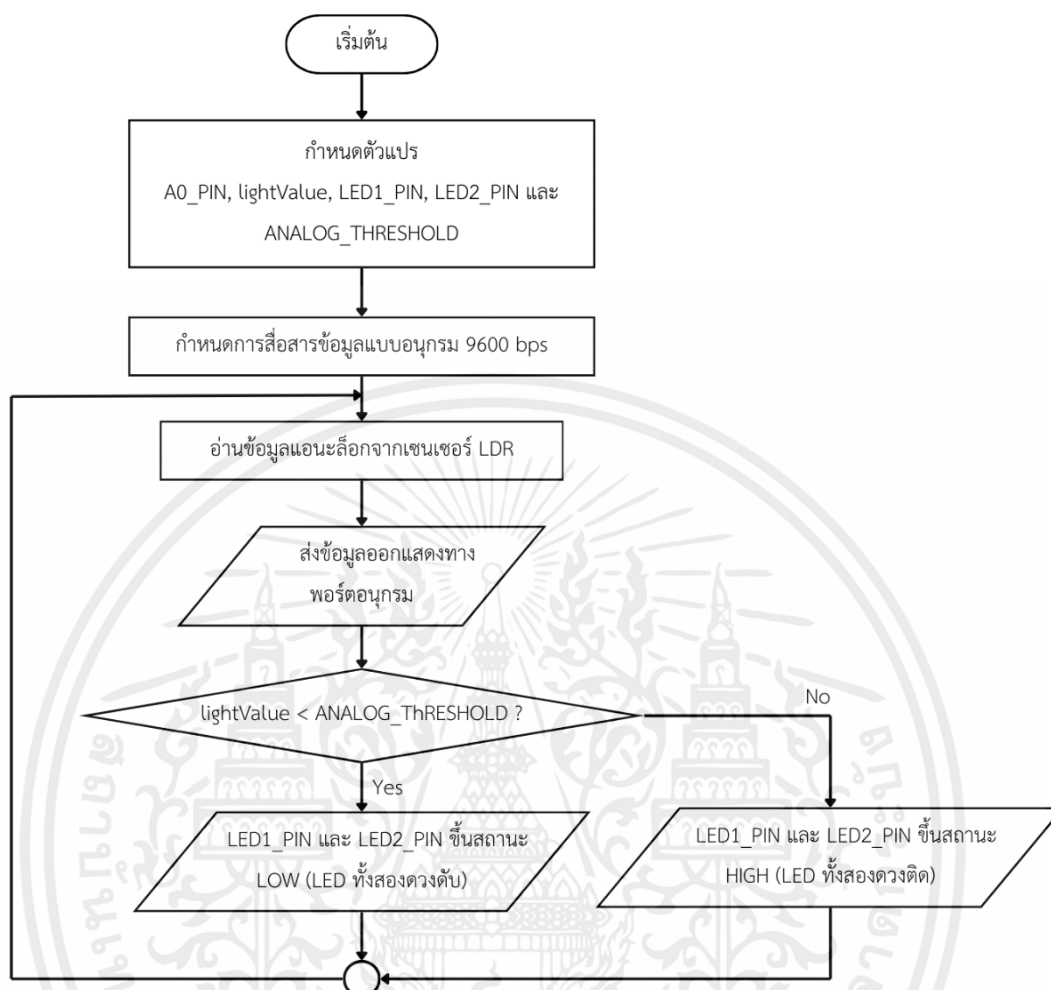
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานของระบบการรับส่งภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

3.1.6 การออกแบบชุดคำสั่งการทำงานของเซนเซอร์แสง

เริ่มต้นด้วยการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ LDR Sensor เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อที่จะทำการส่งสัญญาณข้อมูลไปยังบอร์ด แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปประมวลผล และเชื่อมต่อ LED กับ ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลจากการประมวลผลแล้วไปยัง LED ถ้าสภาพแวดล้อมเป็นสภาพแวดล้อมที่มืด (ปริมาณแสงต่ำ) LED จะแสดงสว่างขึ้น และหากเป็นสภาพแวดล้อมปกติที่มีปริมาณแสงเพียงพอ LED จะไม่แสดงผลลัพธ์อะไร ซึ่งค่าจาก LDR Sensor จะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขให้กับการติดของ LED โดยเงื่อนไขที่ถูกกำหนดแสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานของเซนเซอร์แสง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในปริญญาานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ ESP32 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากมีชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานได้กับหลากหลายอุปกรณ์ และได้ทำการเลือกใช้ Arduino UNO บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นบอร์ดที่นิยมใช้งานมากกว่ารุ่นอื่น ๆ เนื่องจากมี Shields ให้เลือกใช้งานมากกว่า และมี Library ต่าง ๆ ที่สนับสนุนในบอร์ด

3.2.2 L298N Motor driver

ในปริญญาานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ L298N Motor Driver สำหรับควบคุมความเร็ว และทิศทางของ DC Motor ให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตเคลื่อนที่ไปยังจุดหมายที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 DC motor

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ DC Motor แรงดัน 12 โวลต์ 170-350 รอบต่อนาที เนื่องจากมีแรงบิดสูงทำให้สามารถขับเคลื่อนผ่านสภาพแวดล้อมขรุขระหรือลาดเอียงได้

3.2.4 กล้อง

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้กล้องที่ย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งจะมีการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุ เนื่องจากการให้ผลภาพและวิดีโอที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว เหมาะสำหรับการใช้ในงานค้นหาที่อยู่ในพื้นที่ขาดสัญญาณระบบเครือข่าย

3.2.5 จอรับภาพ

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้จอรับภาพ ซึ่งจะมีการรับข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์ เนื่องจากสามารถรับภาพที่ย่านความถี่เดียวกับกล้องที่ใช้งาน เหมาะสำหรับการใช้ในงานค้นหาที่อยู่ในพื้นที่ขาดสัญญาณระบบเครือข่าย

3.2.6 Battery

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Battery ที่มีแรงดันไฟฟ้าขนาด 5 โวลต์ 3.2 แอมแปร์ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับส่วนของกล้อง LDR Sensor และ LED และที่มีแรงดันไฟฟ้าขนาด 7.4 โวลต์ 3.2 แอมแปร์ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับอุปกรณ์ส่วนอื่น ๆ

3.2.7 ล้อขับเคลื่อน

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ล้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 0.65 เซนติเมตร กว้าง 0.26 เซนติเมตร เป็นล้อสำหรับการขับเคลื่อนเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

3.2.8 Ultrasonic Sensor

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Ultrasonic Sensor เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ที่มีการทำงานในเรื่องของการวัดระยะทางที่แม่นยำและสามารถใช้ร่วมกันได้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO เหมาะสำหรับการนำมาใช้ในการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

3.2.9 LDR Sensor

ในปริญญานิพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ LDR Sensor เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ที่มีการทำงานในเรื่องของการตรวจจับปริมาณความเข้มของแสง ซึ่งสามารถนำมาใช้งานร่วมกันกับการทำงานเปิดหรือปิดของ LED ที่เหมาะกับการทำงานในสิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณแสงต่ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.10 LED

ในปฏิญานพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ LED เนื่องจากเหมาะสมกับการใช้งานในการช่วยให้สามารถมองเห็นสิ่งแวดล้อมในสิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณแสงต่ำ

3.2.11 Wireless Controller

ในปฏิญานพนธ์นี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ PS2 Wireless Controller ที่มีการใช้งานร่วมกับกล่องรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO ได้ และยังสามารถใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ด้วยการทำงานรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่วิทยุย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เหมาะสำหรับการใช้ในงานค้นหาที่อยู่ในพื้นที่ขาดสัญญาณระบบเครือข่าย

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบการทำงานของ Ultrasonic Sensor

ทดสอบค่าระยะทางที่ Ultrasonic Sensor สามารถวัดค่าได้เทียบกับค่าระยะทางจริงว่ามีความคลาดเคลื่อนหรือไม่ โดยมีการบันทึกค่าที่เทียบกันระหว่างระยะทางจริงและระยะทางที่วัดได้จาก Ultrasonic Sensor ทุก 10 เซนติเมตร ไปจนถึง 200 เซนติเมตร โดยวัดก้อนหิน ไม้และเหล็กที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วทำการวางหินแต่ละขนาดในระยะทางต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตมีประสิทธิภาพในการหยุดเคลื่อนที่ได้เมื่อพบสิ่งกีดขวางที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

3.3.2 การทดสอบการทำงานของ L298N Motor Driver

ทดสอบการควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของล้อ L298N Motor Driver ซึ่งต่อกับ DC Motor และล้อขับเคลื่อน โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน เพื่อให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างเหมาะสม

3.3.3 การทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ

ทดสอบกล้องที่ย่านความถี่ 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ว่ามีความสามารถในการรับส่งภาพไปยังจอร์รับภาพได้ปกติหรือไม่ การรับส่งภาพมีความเสถียรหรือไม่ สามารถรับภาพได้ทั้งที่มีปริมาณแสงเพียงพอและที่มีปริมาณแสงต่ำหรือไม่

3.3.4 การทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED

ทดสอบ LDR Sensor ว่ามีความสามารถในการตรวจจับปริมาณความเข้มของแสงในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้หรือไม่ เพื่อการนำไปใช้งานร่วมกับ LED ในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณความเข้มของแสงต่ำ

3.3.5 การทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับเองและโหมดอัตโนมัติในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตสามารถเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ และสามารถเคลื่อนที่ผ่านสภาพพื้นที่ที่ได้ทำการทดสอบและเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้หรือไม่

3.3.6 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย

ทดสอบจอยสติ๊กไร้สายว่าสามารถควบคุมการทำงานการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ที่ระยะไกลที่สุดเท่าไร เพื่อศึกษาระยะที่จอยสติ๊กไร้สายยังคงสามารถควบคุมการทำงานได้อยู่

3.3.7 การทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพ

ทดสอบกล้องและจอร์รับภาพว่ามีระยะการมองเห็นที่สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ผ่านจอร์รับภาพ ในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืนที่มีแสงสว่างแตกต่างกัน ได้ที่ระยะไกลที่สุดเท่าไร

3.3.8 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย

ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตว่าสามารถเคลื่อนที่ในโหมดบังคับเองไร้สายและในโหมดอัตโนมัติ ในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืน ภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัยได้มีประสิทธิภาพหรือไม่

3.3.9 การทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED และแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต บันทึกค่าความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที จนกระทั่งมีระดับแรงดันไฟฟ้าลดลง จนระบบของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตไม่สามารถทำงานได้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

สำหรับการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดสอบและจัดเก็บผลการทดสอบ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของ Ultrasonic Sensor

4.1.1 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากก้อนหิน

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากก้อนหิน โดยเขียนชุดคำสั่งควบคุมเซนเซอร์วัดค่าวัตรระยะทาง และเปรียบเทียบกับตลับเมตร ซึ่งได้ทำการทดลองกับก้อนหินที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความสูง ดังนี้ หินก้อนที่ 1 มีขนาด 6.4 13.5 และ 6 เซนติเมตร ตามลำดับ หินก้อนที่ 2 มีขนาด 8 7 และ 11 เซนติเมตร ตามลำดับ หินก้อนที่ 3 มีขนาด 10 9.5 และ 18 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทำการวัดระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร และเพิ่มระยะทีละ 10 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยผลการทดสอบการวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากก้อนหินทั้ง 3 ขนาด ดังตารางที่ 4.1 และเปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดได้จากก้อนหินที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด กับตลับเมตร แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และตลับเมตรที่วัดได้จากก้อนหินทั้ง 3 ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากก้อนหิน

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ HC-SR04 วัดได้จากก้อนหิน (เซนติเมตร)		
	หินก้อนที่ 1	หินก้อนที่ 2	หินก้อนที่ 3
10	ไม่สามารถวัดได้	ไม่สามารถวัดได้	10
20	26	23	23
30	34	34	30
40	41	45	41
50	51	50	50
60	60	61	60
70	69	71	70
80	80	81	80
90	90	90	90
100	99	100	100
110	109	110	111
120	120	121	119
130	129	130	129
140	138	139	142
150	147	149	147
160	157	158	158
170	168	170	169
180	176	179	180
190	186	188	188
200	196	198	196

ตารางที่ 4.1 แสดงการบันทึกค่าระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากก้อนหินทั้ง 3 ขนาด พบว่า เมื่อวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และตลับเมตรจากก้อนหินทั้ง 3 ขนาด สามารถวัดค่าระยะทางได้ดังนี้

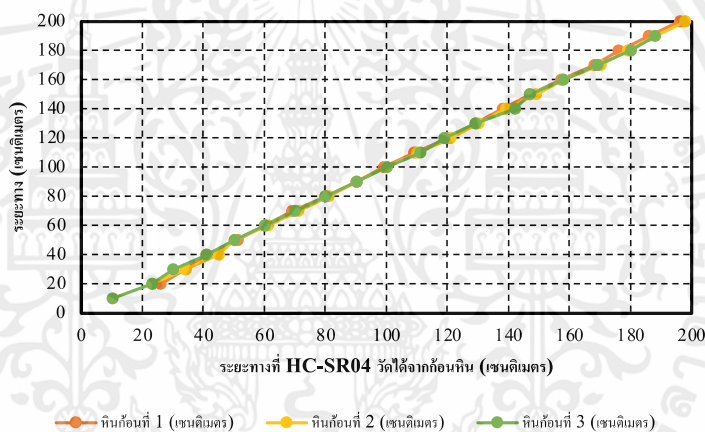
- หินก้อนที่ 1 ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 6.4 13.5 และ 6 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร โดยไม่สามารถวัดค่าระยะทางที่ระยะ 10 เซนติเมตรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หินก้อนที่ 2 ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 8 7 และ 11 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร โดยไม่สามารถวัดค่าระยะทางที่ระยะ 10 เซนติเมตรได้

- หินก้อนที่ 3 ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 10 9.5 และ 18 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร

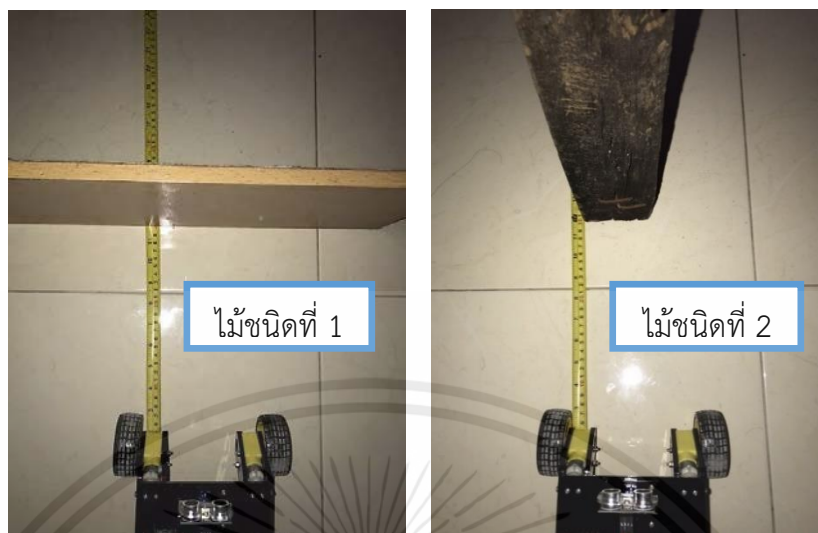
จากการทดลองสรุปได้ว่า หินก้อนที่ 3 มีความสูงมากที่สุด จึงทำให้ HC-SR04 Ultrasonic Sensor วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร เนื่องจากจัดวาง HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่ระยะ 14 เซนติเมตร จากพื้น ซึ่งพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของหินเป็นตัวแปรสำคัญในการตรวจจับของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และส่งผลต่อค่าความผิดพลาด



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดได้จากก้อนหินที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดกับตลับเมตร

4.1.2 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากไม้

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากไม้ โดยเขียนชุดคำสั่งควบคุมเซนเซอร์วัดค่าวัดระยะทาง และเปรียบเทียบกับตลับเมตร ซึ่งได้ทำการทดลองกับไม้ที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด ซึ่งมีความกว้าง ความยาว และความสูง ดังนี้ ไม้ชนิดที่ 1 มีขนาด 1 54 และ 17 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม้ชนิดที่ 2 มีขนาด 3 8.5 และ 74 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทำการวัดระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร และเพิ่มระยะทีละ 10 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.3 โดยผลการทดสอบการวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากไม้ทั้ง 2 ขนาด ดังตารางที่ 4.2 และเปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดได้จากไม้ที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาด กับตลับเมตร แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และตลับเมตรที่วัดได้จากไม้ทั้ง 2 ชนิด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากไม้

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ HC-SR04 วัดได้จากไม้ (เซนติเมตร)	
	ไม้ชนิดที่ 1	ไม้ชนิดที่ 2
10	10	10
20	20	19
30	30	29
40	39	40
50	49	50
60	59	59
70	68	70
80	77	79
90	89	88
100	97	99
110	110	107
120	120	117
130	128	129
140	137	138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากไม้ (ต่อ)

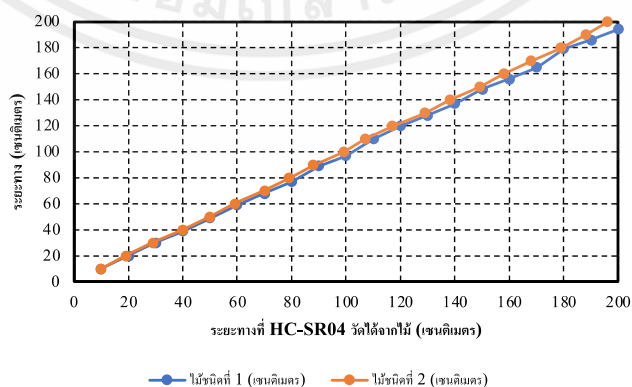
ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ HC-SR04 วัดได้จากไม้ (เซนติเมตร)	
	ไม้ชนิดที่ 1	ไม้ชนิดที่ 2
150	148	149
160	156	158
170	165	168
180	179	179
190	186	188
200	194	196

ตารางที่ 4.2 แสดงการบันทึกค่าระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากไม้ทั้ง 2 ขนาด พบว่า เมื่อวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และแปลงกลับเมตร จากไม้ทั้ง 2 ขนาด สามารถวัดค่าระยะทางได้ดังนี้

- ไม้ชนิดที่ 1 ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 1.54 และ 17 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร

- ไม้ชนิดที่ 2 ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 3.85 และ 74 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร

จากการทดลองสรุปได้ว่า ไม้ชนิดที่ 2 มีความสูงมากที่สุด จึงทำให้ HC-SR04 Ultrasonic Sensor วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร เนื่องจากจัดวาง HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่ระยะ 14 เซนติเมตร จากพื้น ซึ่งพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของไม้เป็นตัวแปรสำคัญในการตรวจจับของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และส่งผลต่อค่าความผิดพลาด



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดได้จากไม้ที่มีขนาดแตกต่างกัน 2 ขนาดกับตลับเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากเหล็ก

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากเหล็ก โดยเขียนชุดคำสั่งควบคุมเซนเซอร์วัดค่าวัดระยะทาง และเปรียบเทียบกับตลับเมตร ซึ่งได้ทำการทดลองกับเหล็กที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ดังนี้ 1 2.5 และ 41 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยทำการวัดระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร และเพิ่มระยะทีละ 10 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.5 โดยผลการทดสอบการวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากเหล็ก ดังตารางที่ 4.3 และเปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดจากเหล็ก และตลับเมตร แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 ทดสอบการทำงานของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และตลับเมตรที่วัดได้จากเหล็ก ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากเหล็ก

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ HC-SR04 วัดได้จากเหล็ก (เซนติเมตร)
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50
60	60
70	70
80	80
90	90
100	99
110	110
120	119

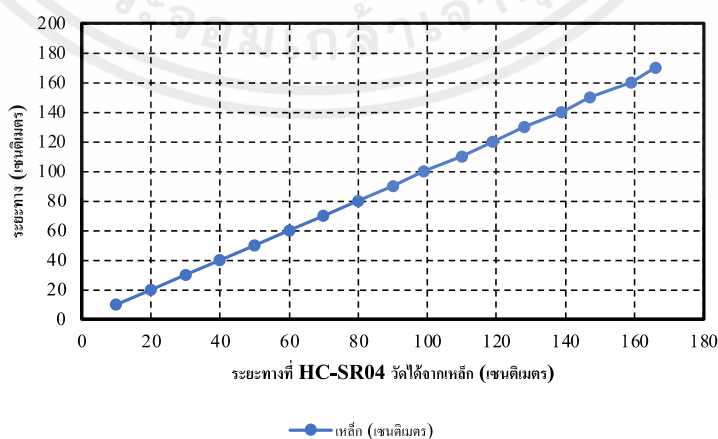
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวัดระยะทางจาก HC-SR04 ที่วัดได้จากเหล็ก (ต่อ)

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ HC-SR04 วัดได้จากเหล็ก (เซนติเมตร)
130	128
140	139
150	147
160	159
170	166
180	ไม่สามารถวัดได้
190	ไม่สามารถวัดได้
200	ไม่สามารถวัดได้

ตารางที่ 4.3 แสดงการบันทึกค่าระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่วัดได้จากเหล็ก พบว่า เมื่อวัดระยะทางของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และตลับเมตร จากเหล็ก สามารถวัดค่าระยะทางได้ดังนี้ เหล็กที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง คือ 1 2.5 และ 41 เซนติเมตร ตามลำดับ วัดค่าได้ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 170 เซนติเมตร

จากการทดลองสรุปได้ว่า เหล็กมีความกว้างและความยาวที่น้อย จึงทำให้ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ตรวจจับได้ไม่ถึงระยะ 200 เซนติเมตร เนื่องจากวัตถุมีพื้นที่หน้าตัดแคบ ทำให้ HC-SR04 Ultrasonic Sensor ตรวจจับไม่ได้ในระนาบทางที่ไกลขึ้นและจัดวาง HC-SR04 Ultrasonic Sensor ที่ระยะ 14 เซนติเมตร จากพื้น ซึ่งพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของเหล็กเป็นตัวแปรสำคัญในการตรวจจับของ HC-SR04 Ultrasonic Sensor และส่งผลต่อค่าความผิดพลาด

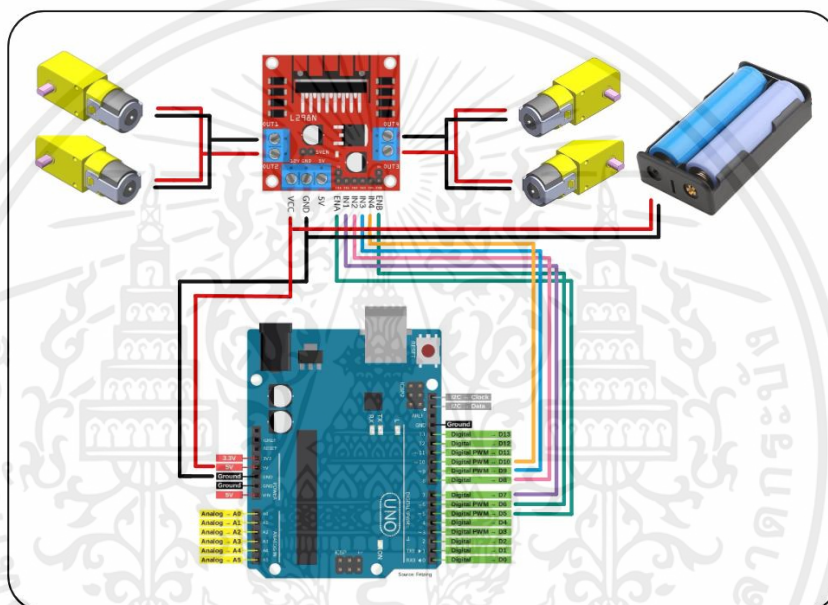


รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบระยะทางที่ HC-SR04 Ultrasonic วัดได้จากเหล็กกับตลับเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการทำงานของ L298N Motor driver

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของ L298N Motor Driver ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน ซึ่ง L298N Motor Driver จะสามารถควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของล้อ แสดงดังรูปที่ 4.7 โดยเขียนชุดคำสั่งกำหนดให้ L298N Motor Driver ควบคุมความเร็วและทิศทางของล้อเพื่อให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยสามารถเคลื่อนที่ได้เหมาะสม



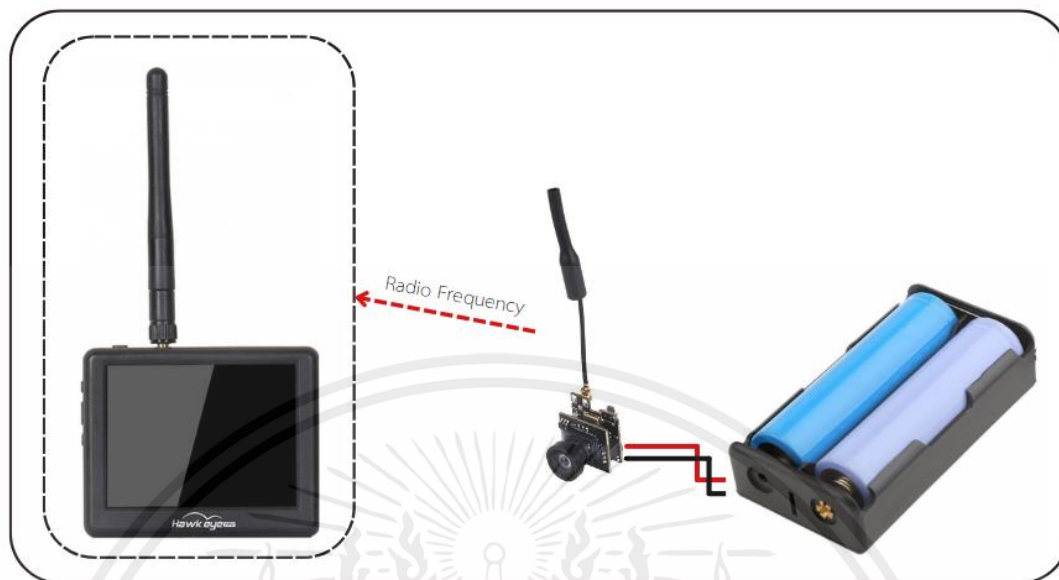
รูปที่ 4.7 ทดสอบการทำงานของ L298N Motor Driver

4.3 ทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์ับภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์ับภาพ โดยเริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อกล้องที่มีตัวส่งภาพในตัวกับจอร์ับภาพ ผ่านคลื่นความถี่วิทยุย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์

4.3.1 วงจรการเชื่อมต่อของกล้องและจอร์ับภาพ

ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อวงจรของกล้องและจอร์ับภาพ โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ให้กับกล้องผ่านคลื่นวิทยุย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ในการรับส่งสัญญาณภาพ แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 วงจรการเชื่อมต่อของกล่องและจอร์รับภาพ

4.3.2 ทดสอบการทำงานของกล่องและจอร์รับภาพ

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของกล่องและจอร์รับภาพ โดยใช้คลื่นวิทยุย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ในการรับส่งสัญญาณภาพ ซึ่งเมื่อทำการให้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ให้กับกล่อง และทำการกดปุ่มที่จอร์รับภาพเพื่อสแกนหาคลื่นในย่านความถี่ที่ใกล้เคียงกับกล่อง เพื่อให้ได้วิดีโอภาพที่มีความคมชัดแสดงดังรูปที่ 4.9 และ 4.10 ผลการทดสอบภาพที่แสดงผลที่จอร์รับภาพจะอยู่ในระบบภาพ PAL และเมื่อทำการ Interact ปุ่มที่กล่อง 1 ครั้ง ภาพที่แสดงผลที่จอร์รับภาพจะอยู่ในระบบภาพขาวดำ NTSC โดยทำการทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL และระบบภาพขาวดำ NTSC ในสถานะที่แตกต่างกัน ได้แก่ สถานะปกติ และสถานะที่มีสัญญาณรบกวน แสดงดังรูปที่ 4.11 ถึง 4.14 และทำการทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงแตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ที่มีความสว่างของแสงปกติ และพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงน้อย แสดงดังรูปที่ 4.15 และ 4.16 เมื่อทดสอบกล่องและจอร์รับภาพในระบบภาพสี PAL และระบบภาพขาวดำ NTSC ทั้งสถานะปกติ และสถานะที่มีสัญญาณรบกวน พบว่า จอร์รับภาพสามารถรับสัญญาณภาพจากกล่องได้ ซึ่งสามารถแสดงผลภาพในระบบภาพสี PAL และระบบภาพขาวดำ NTSC ที่มีความคมชัดและสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้เมื่ออยู่ในสถานะปกติ ส่วนในสถานะที่มีสัญญาณรบกวนจะแสดงผลภาพในระบบภาพสี PAL และระบบภาพขาวดำ NTSC ที่มีความคมชัดค่อนข้างน้อยและไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ และเมื่อทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงปกติ และพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงน้อย พบว่า จอร์รับภาพสามารถรับสัญญาณภาพจากกล่องได้ และแสดงผลภาพในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงปกติ ภาพที่ได้จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคมชัด และมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ ส่วนในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงน้อย ภาพที่ได้จะมีความคมชัดค่อนข้างน้อย และไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ แต่หากความสว่างของแสงมากเกินไป จะทำให้ภาพจากกล้องสว่างจนไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ และหากความสว่างของแสงน้อยเกินไป จะทำให้ภาพจากกล้องมืดจนไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้



รูปที่ 4.9 ทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ



รูปที่ 4.10 การสแกนหาคลื่นความถี่ที่กำหนด

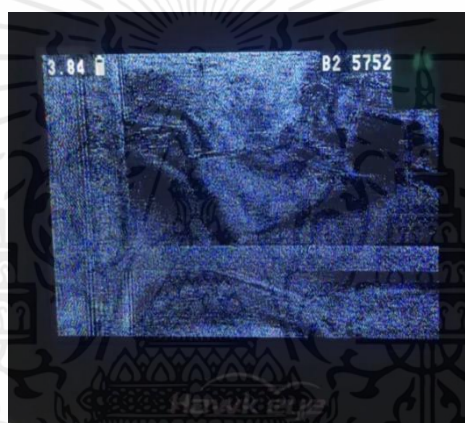


รูปที่ 4.11 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพสี PAL ในสภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพสี PAL ในสภาวะที่มีสัญญาณรบกวน



รูปที่ 4.13 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพขาวดำ NTSC ในสภาวะปกติ



รูปที่ 4.14 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพขาวดำ NTSC ในสภาวะที่มีสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงปกติ



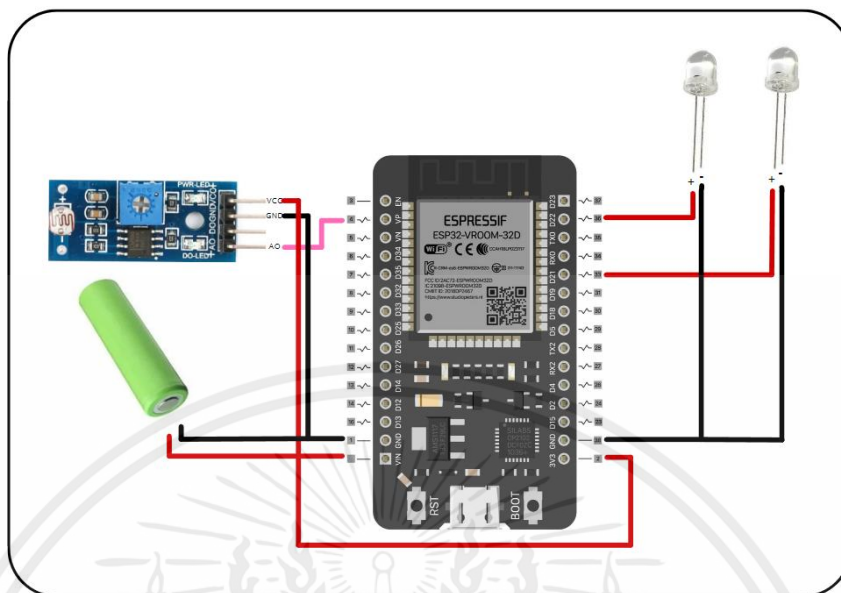
รูปที่ 4.16 ทดสอบการทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ เมื่อภาพอยู่ในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงน้อย

4.4 ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED โดยเริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อ LDR Sensor และ LED เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.4.1 วงจรการเชื่อมต่อของ LDR Sensor และ LED

ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อวงจรของ LDR Sensor และ LED เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อการค้นหาผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่มีแสงสว่างน้อย โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน แสดงดังรูปที่ 4.17

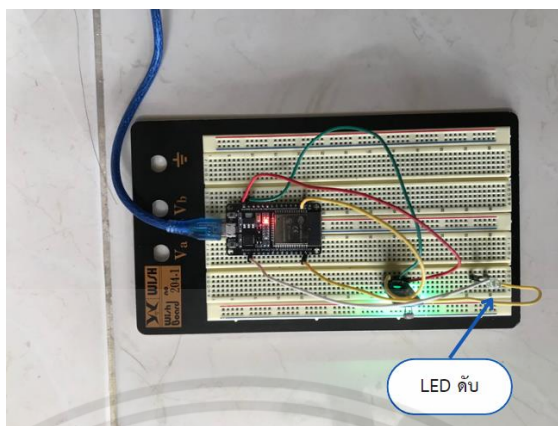


รูปที่ 4.17 วงจรการเชื่อมต่อของ LDR Sensor และ LED

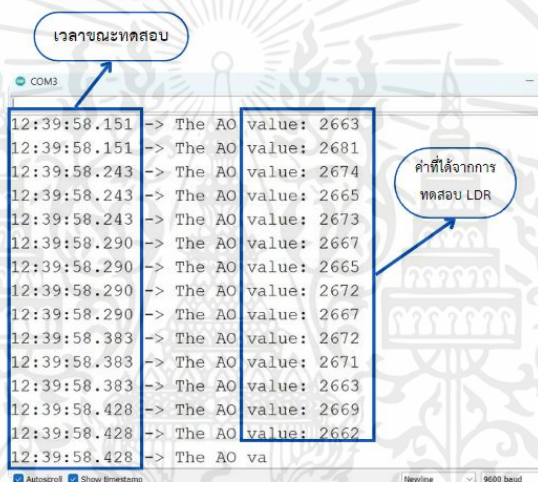
4.4.2 ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED

ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED โดยเขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการทำงานของ LDR Sensor และ LED ร่วมกัน โดยทำการทดสอบในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก แสงสว่างปานกลาง และแสงสว่างน้อย และแสดงผลค่าที่ได้ผ่าน Serial Monitor จากการทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED พบว่า เมื่อทดสอบในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก LED จะดับ แสดงดังรูปที่ 4.18 และค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor อยู่ในช่วง 2662 ถึง 2681 แสดงดังรูปที่ 4.19 เมื่อทดสอบในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลาง ซึ่งยังคงมีแสงสว่างส่องถึงอยู่ LED จะติด แสดงดังรูปที่ 4.20 และค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor เท่ากับ 4095 แสดงดังรูปที่ 4.21 และเมื่อทดสอบในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย LED จะติด แสดงดังรูปที่ 4.22 และค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor เท่ากับ 4095 แสดงดังรูปที่ 4.23 จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าการทำงานของ LDR Sensor และ LED สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้ คือในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลางไปจนถึงแสงสว่างน้อย LED จะติด ซึ่งเหมาะสมแก่การนำไปใช้ค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอได้ และในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก LED จะดับ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้และเป็นการประหยัดพลังงานในยามที่ไม่จำเป็น

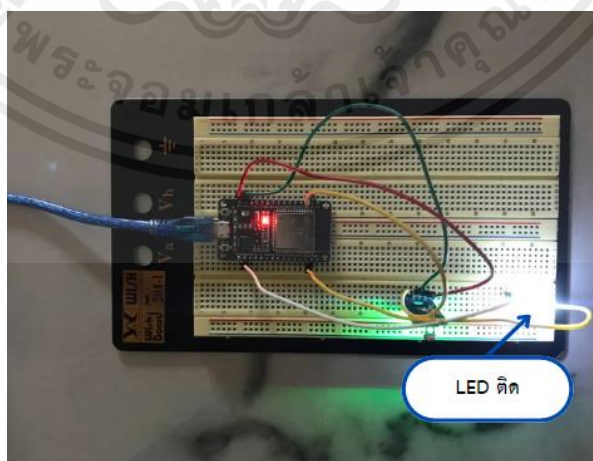
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก

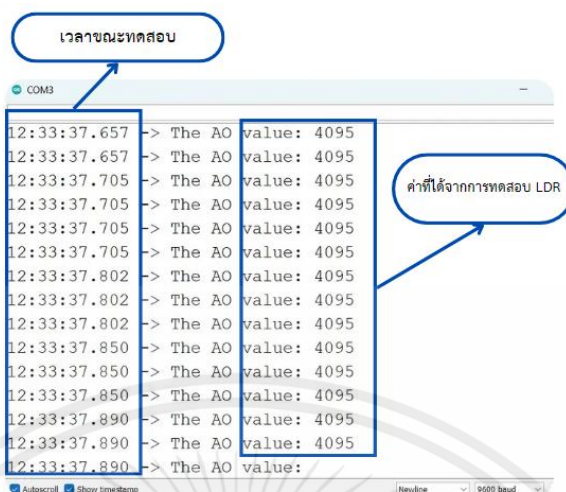


รูปที่ 4.19 ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor
ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก

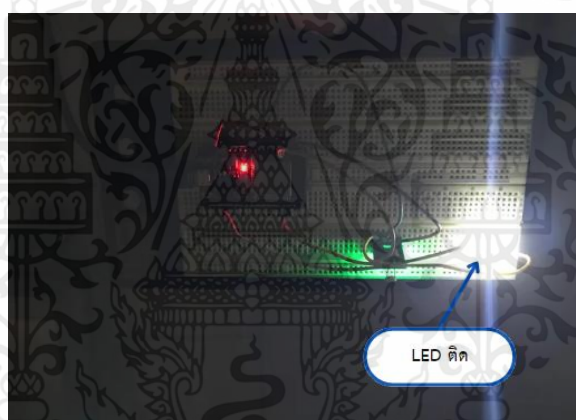


รูปที่ 4.20 ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED ในบริเวณที่มี
ปริมาณแสงสว่างปานกลาง

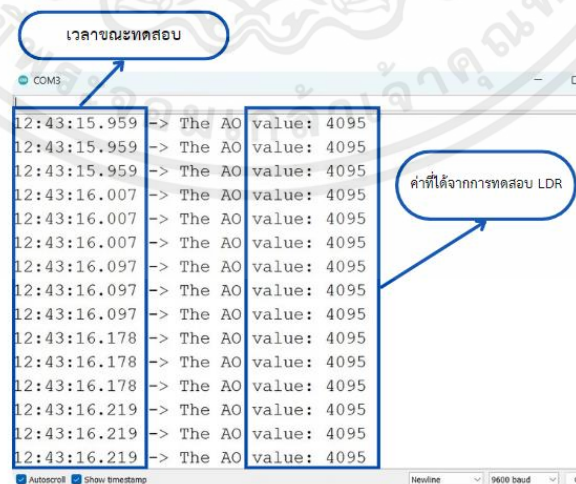
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลาง



รูปที่ 4.22 ทดสอบการทำงานของ LDR Sensor และ LED ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย



รูปที่ 4.23 ค่าที่อ่านได้จากการทดสอบ LDR Sensor ผ่าน Serial Monitor ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย

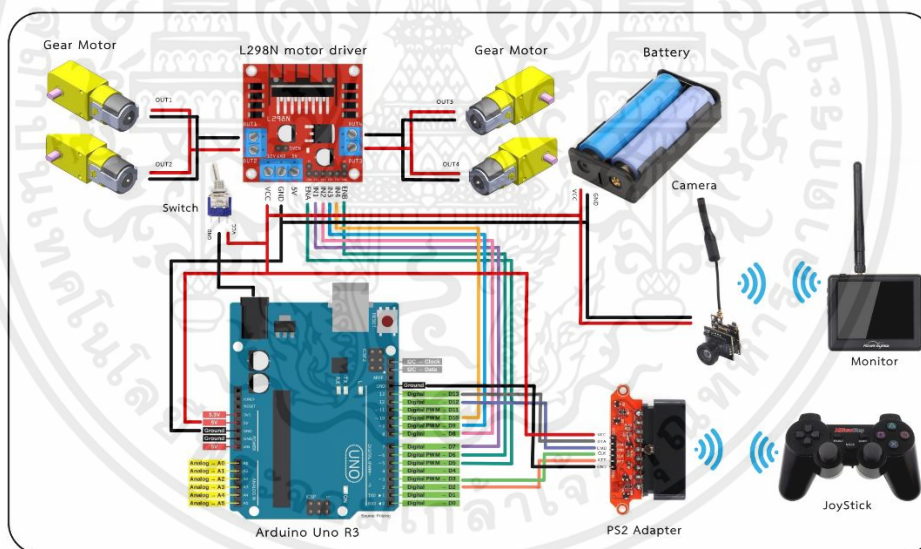
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

ผู้วิจัยได้ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต โดยเริ่มต้นการทำงานด้วยการเชื่อมต่อจอยสติ๊กไร้สายกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ และเชื่อมต่อ Servo และ Ultrasonic Sensor เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผล ซึ่งการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต จะมีการทำงาน 2 โหมด ได้แก่ โหมดบังคับตัวเอง และโหมดอัตโนมัติ

4.5.1 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับตัวเอง

ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อวงจรระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับตัวเอง โดยใช้ L298N Motor Driver ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ และมีการเชื่อมต่อจอยสติ๊กไร้สายกับกล่องรับส่งคลื่นวิทยุ ผ่านคลื่นความถี่วิทยุย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ผ่านจอยสติ๊กไร้สาย แสดงดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับตัวเอง

4.5.2 ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับตัวเอง

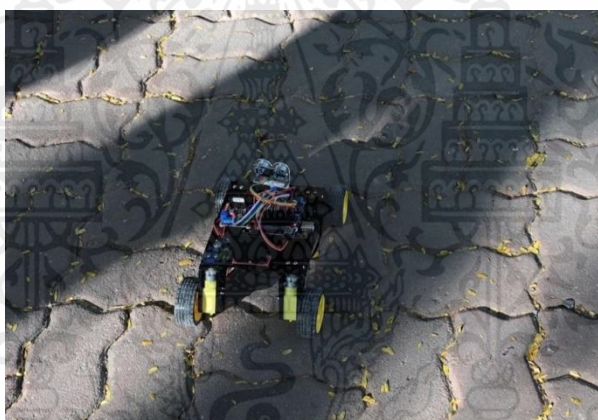
ผู้วิจัยได้เขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต และใช้จอยสติ๊กไร้สายในการควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมดบังคับตัวเอง โดยทดสอบในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ลาดเอียง พื้นที่ปฐิฐตัวหนอน พื้นที่ลื่นกบู่พื้นที่ที่มีความไม่สม่ำเสมอ และพื้นที่หินกรวด แสดงดังรูปที่ 4.25 ถึง 4.28 ตามลำดับ เมื่อทดสอบบังคับจอยสติ๊กไร้สายควบคุมการเคลื่อนที่ในสภาพพื้นที่ต่างๆ พบว่า เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต สามารถเคลื่อนที่ไปตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมทิศทางของจอยสติ๊กไร้สายตามที่ออกแบบไว้ได้ โดยสามารถเคลื่อนที่ผ่านสภาพพื้นที่ที่ได้ทำการทดสอบได้



รูปที่ 4.25 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สาย
ในสภาพพื้นที่ลาดเอียง

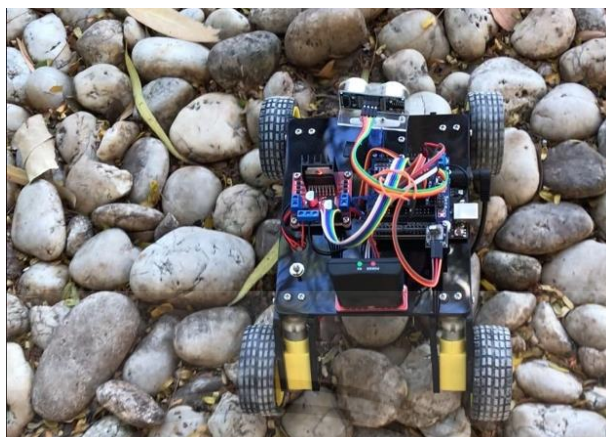


รูปที่ 4.26 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สาย
ในสภาพพื้นที่ปูอิฐตัวหนอน



รูปที่ 4.27 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สาย
ในสภาพพื้นที่บล็อกปูพื้นที่มีความไม่สม่ำเสมอ

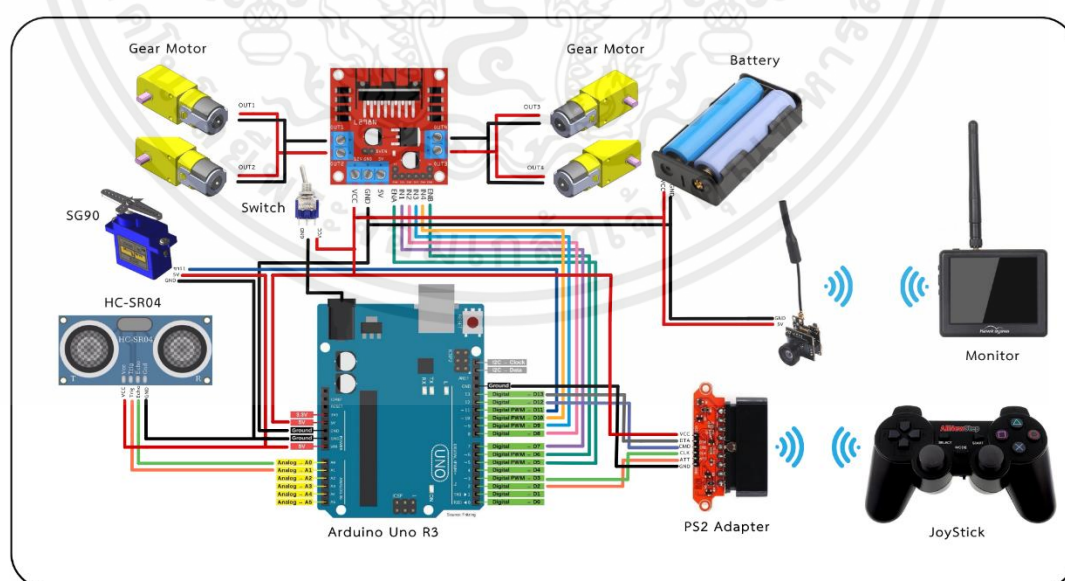
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโดยใช้จอยสติ๊กไร้สาย
ในสภาพพื้นที่หินกรวด

4.5.3 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตใน โหมดอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้เชื่อมต่อวงจรระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ โดยใช้ L298N Motor Driver ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ และมีการเชื่อมต่อ Servo และ Ultrasonic Sensor เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อค้นหาเส้นทางและหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสภภัยรวมถึงเส้นทางที่สะดวกต่อการค้นหาต่อไป ดังรูปที่ 4.29



รูปที่ 4.29 วงจรการเชื่อมต่อระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต
ในโหมดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้เขียนชุดคำสั่งจากโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ โดยใช้ Servo Motor ในการควบคุมทิศทางของ Ultrasonic Sensor ซึ่งจะทดสอบในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน ได้แก่ พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางชนิดต่าง ๆ พื้นที่หินเกล็ด พื้นที่ปูอิฐตัวหนอน และพื้นที่ลาดชัน แสดงดังรูปที่ 4.30 ถึง 4.34 ตามลำดับ เมื่อทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ในโหมดอัตโนมัติ พบว่าเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต สามารถเคลื่อนที่ในโหมดอัตโนมัติตามทีออกแบบไว้ได้ โดยสามารถเคลื่อนที่ผ่านสภาพพื้นที่ที่ได้ทำการทดสอบได้ และสามารถเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้



รูปที่ 4.30 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติ
พื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางชนิดต่าง ๆ

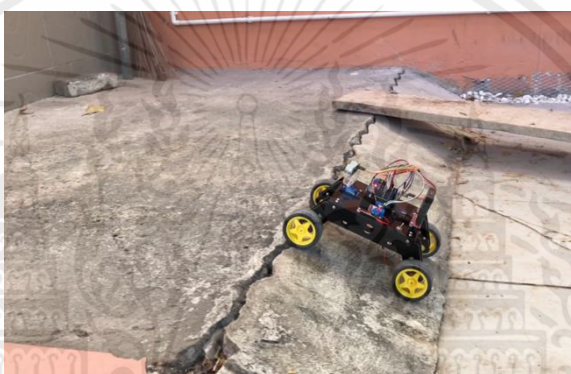


รูปที่ 4.31 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดอัตโนมัติพื้นที่หินเกล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโหมดอัตโนมัติพื้นปูอิฐตัวหนอน



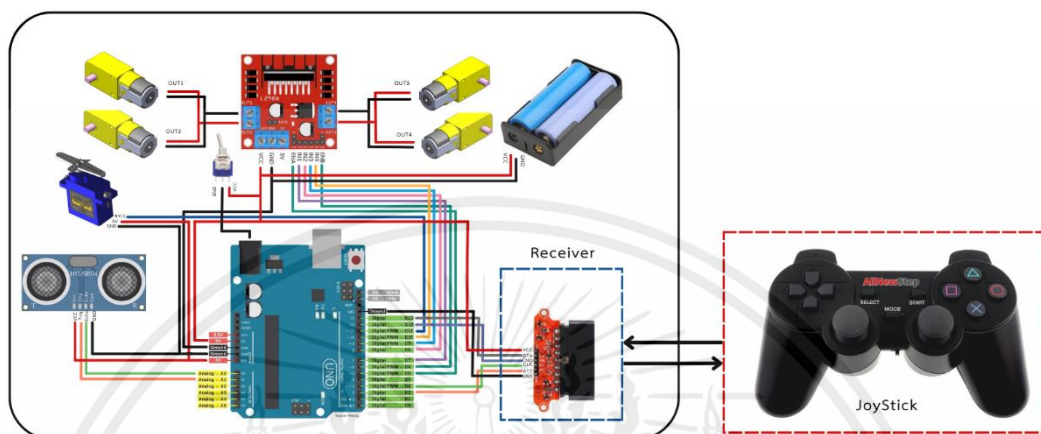
รูปที่ 4.33 ทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตโหมดอัตโนมัติพื้นลาดเอียง

4.6 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย แสดงดังรูปที่ 3.34 โดยทำการทดสอบระยะทางที่มากที่สุดที่จอยสติ๊กไร้สายจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ เพื่อหาระยะทางที่จอยสติ๊กไร้สายยังคงสามารถควบคุมการทำงานได้อยู่ โดยจอยสติ๊กไร้สายและกล่องรับส่งคลื่นวิทยุเมื่อเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์จะสังเกตได้จากสีของ LED ที่จะติดทั้งจอยสติ๊กไร้สายและกล่องรับส่ง หมายความว่าจอยสติ๊กไร้สายยังคงสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้อยู่ และหากจอยสติ๊กไร้สายและกล่องรับส่งคลื่นวิทยุไม่สามารถเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ จะสังเกตได้จากสีของ LED ที่จะดับทั้งจอยสติ๊กไร้สายและกล่องรับส่ง หมายความว่าจอยสติ๊กไร้สายจะไม่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการทดสอบทดสอบใน 2 กรณี ได้แก่ เมื่อจอยสติ๊กไร้สายกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร และเมื่อจอยสติ๊กไร้สายอยู่นอกอาคารกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร พบว่า เมื่อจอยสติ๊กไร้สายกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านจอยสติ๊กไร้สายเป็นระยะทางประมาณ 14.5 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.35 และเมื่อจอยสติ๊กไร้สายอยู่นอกอาคารกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านจอยสติ๊กไร้สายเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางประมาณ 15.5 เมตร แสดงดังรูปที่ 4.36 โดยวัดระยะทางจากตัวเมตร จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ระยะทางที่มากที่สุด เป็นระยะประมาณ 15.5 เมตร



รูปที่ 4.34 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย



รูปที่ 4.35 เมื่อจอยสติ๊กไร้สายกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่เป็นระยะทางประมาณ 14.5 เมตร

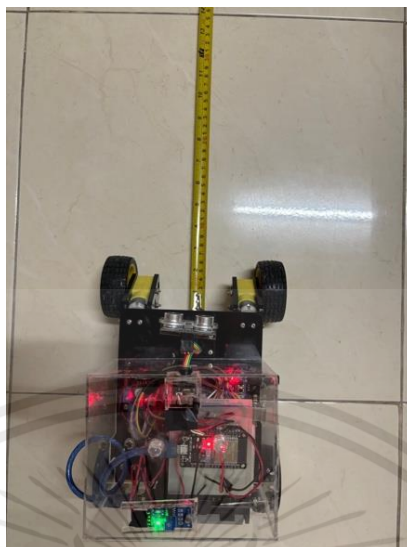
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 เมื่อจอยสติ๊กไร้สายอยู่ภายนอกอาคารกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตอยู่ในอาคาร จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่เป็นระยะทางประมาณ 15.5 เมตร

4.7 ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพ

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพ โดยการทดสอบวัดระยะการมองเห็นของกล้องที่สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ผ่านจอร์รับภาพ ซึ่งทำการทดสอบระยะการมองเห็นของกล้อง ในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืนที่มีแสงสว่างแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 4.37 จากการทดสอบประสิทธิภาพของกล้อง พบว่า ในสภาพแวดล้อมกลางวันที่มีแสงสว่างมาก ภาพที่ปรากฏที่จอร์รับภาพ จะมีระยะใกล้ที่สุดและระยะไกลที่สุดที่กล้องจะสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ เป็นระยะ 377.5 และ 1128 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.38 และ 4.39 ตามลำดับ และในสภาพแวดล้อมกลางคืนที่มีแสงสว่างน้อย ภาพที่ปรากฏที่จอร์รับภาพ จะมีระยะใกล้ที่สุดและระยะไกลที่สุดที่กล้องจะสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ เป็นระยะ 86.5 และ 747 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.40 และ 4.41 ตามลำดับ จากการทดสอบประสิทธิภาพของกล้องสามารถสรุปได้ว่า ในสภาพแวดล้อมกลางวันที่มีแสงสว่างมาก กล้องจะสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจน และง่ายต่อการสังเกตเห็นในระยะทางที่ไกลกว่า



รูปที่ 4.37 ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืน



รูปที่ 4.38 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางวัน



รูปที่ 4.39 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางคืน



รูปที่ 4.41 ภาพจากระยะไกลที่สุดที่กล้องสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ ในสภาพแวดล้อมกลางคืน

4.8 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย โดยการทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย ในโหมดบังคับเองผ่านจอยสติ๊กไร้สายและในโหมดอัตโนมัติ และทดสอบในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืน แสดงดังรูปที่ 4.42 ถึง 4.45 ตามลำดับ ซึ่งภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย พื้นที่เรียบ พื้นที่ขรุขระที่มีหินขนาดแตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่ และพื้นที่ลาดเอียงทำมุม 21 องศา และด้านบนเป็นเพดานปิด จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย พบว่า ในโหมดบังคับเองผ่านจอยสติ๊กไร้สาย ในสภาพแวดล้อมกลางวัน เมื่อทดสอบการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย หรือ เลี้ยวขวา และสามารถเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ขรุขระ พื้นที่ลาดเอียง และพื้นที่เรียบภายในแบบจำลองได้ และในโหมดอัตโนมัติ การตัดสินใจไปในทิศทางที่ถูกต้องและหลบสิ่งกีดขวางได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัยที่มีขนาดภายในไม่ใหญ่มากจนเกินไป และมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังกันด้านข้างและด้านบนทำให้การมองเห็นของเซนเซอร์เป็นไปได้อย่างยาก จึงควรใช้โหมดอัตโนมัติสำหรับพื้นที่โล่งและไม่คับแคบ ในส่วนของกล้องในสภาพแวดล้อมกลางวัน สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมภายในได้อย่างชัดเจน ส่วนในสภาพแวดล้อมกลางคืน กล้องไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเท่ากับในสภาพแวดล้อมกลางวัน เนื่องจากมีแสงสว่างที่น้อยกว่าทำให้ยากต่อการสังเกตเห็นวัตถุ



รูปที่ 4.42 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสพภัย ในสภาพแวดล้อมกลางวัน

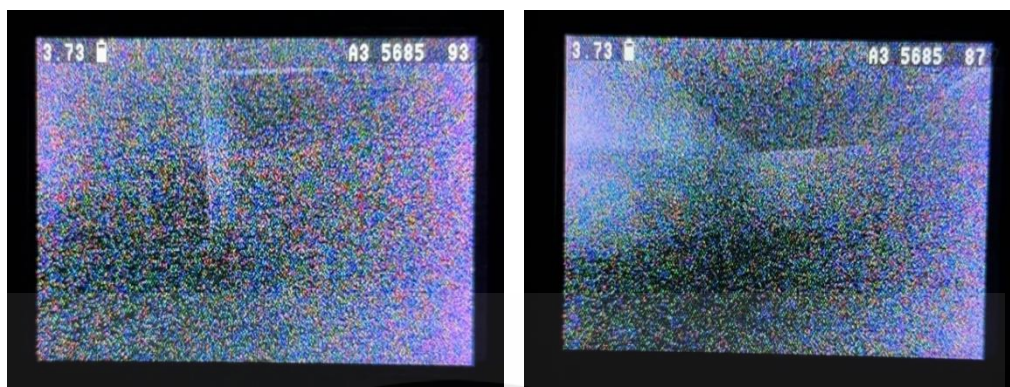


รูปที่ 4.43 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสพภัย ในสภาพแวดล้อมกลางคืน



รูปที่ 4.44 ภาพจากกล้องในสภาพแวดล้อมกลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



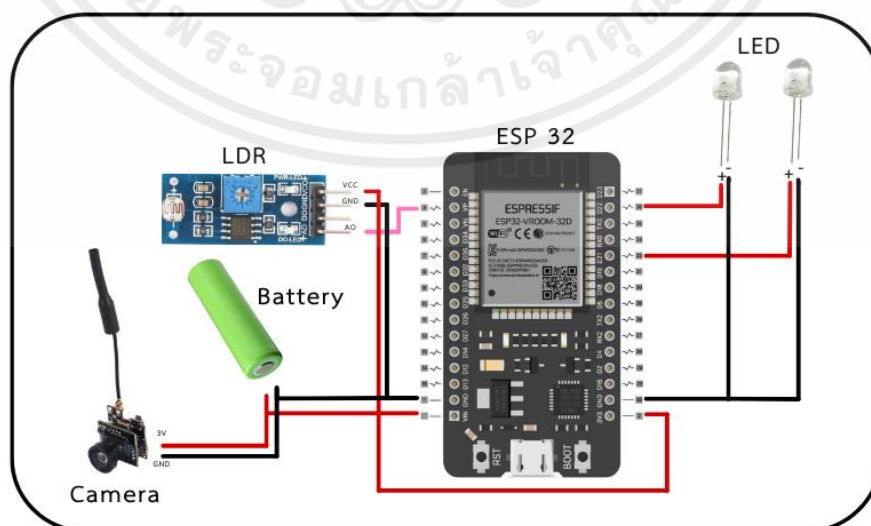
รูปที่ 4.45 ภาพจากกล้องในสภาพแวดล้อมกลางคืน

4.9 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

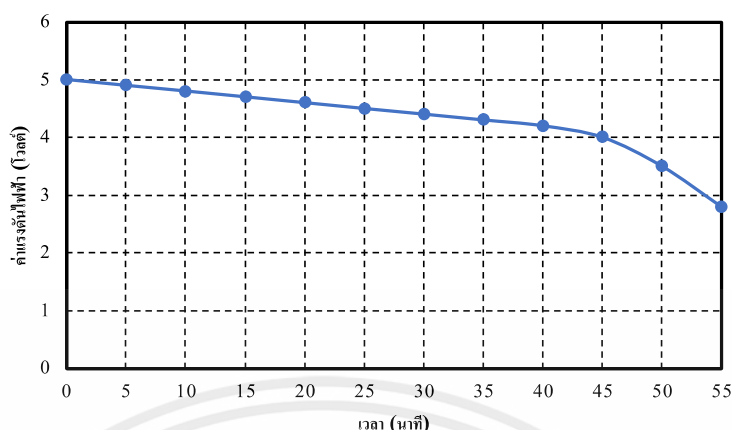
ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED และทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

4.9.1 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED โดยค่า แบตเตอรี่เริ่มต้นมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 5 โวลต์ นำมาต่อเข้ากับกล้อง LDR Sensor และ LED แสดงดังรูปที่ 4.46 จากนั้นเขียนชุดคำสั่งให้อุปกรณ์ทั้งหมดในวงจรทำงานตลอดเวลา และทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที จนกระทั่งแรงดันแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายไฟให้ระบบทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 4.47



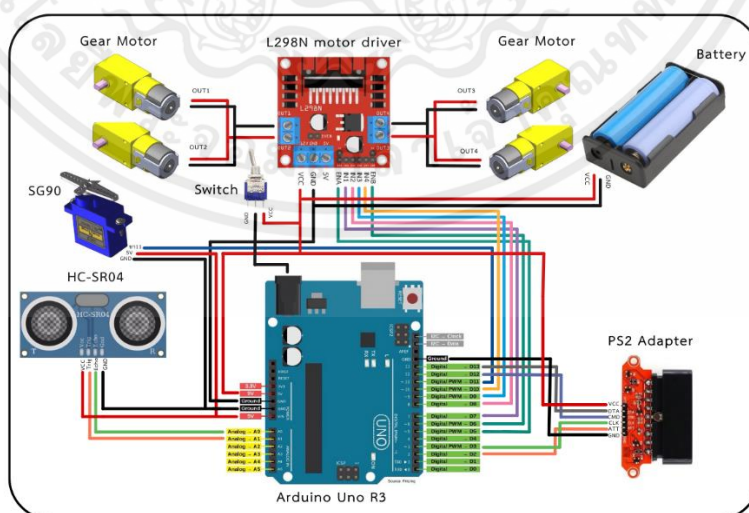
รูปที่ 4.46 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 กราฟแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED ทุก 5 นาที จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป จะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงจนถึง 2.8 โวลต์ และไม่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ระบบทำงานต่อไปได้

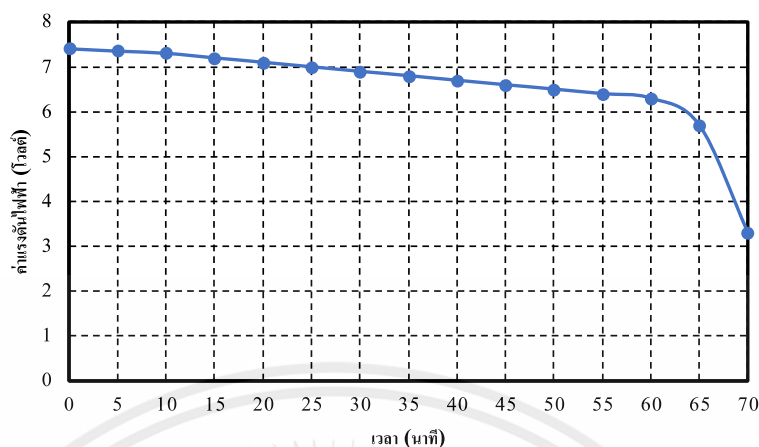
4.9.2 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต โดยค่าแบตเตอรี่เริ่มต้นมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 7.4 โวลต์ นำมาต่อเข้ากับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต แสดงดังรูปที่ 4.48 จากนั้นเขียนชุดคำสั่งให้อุปกรณ์ทั้งหมดในวงจรทำงานตลอดเวลา และทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทุก 5 นาที จนกระทั่งแรงดันแบตเตอรี่ไม่สามารถจ่ายไฟให้ระบบทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 4.49



รูปที่ 4.48 ทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.49 กราฟแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต ทุก 5 นาที

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป จะส่งผลให้ค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ลดลงจนถึง 3.3 โวลต์ และไม่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ระบบทำงานต่อไปได้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญาบัตรนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการออกแบบและการสร้างเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย เพื่อเป็นการช่วยเจ้าหน้าที่กู้ภัยให้ได้ทราบถึงสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ประสบภัย ลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการหลุดตัวของตัวอาคารเพิ่มขึ้น และสามารถค้นหาผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่ยากต่อการเข้าถึง จึงได้ทำการศึกษาและจัดทำเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัยขึ้นมา โดยเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต จะมีการทำงาน 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนโหมดบังคับตัวเองโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต และส่วนโหมดอัตโนมัติที่จะใช้ Ultrasonic Sensor และ Servo ในการค้นหาเส้นทางในการเคลื่อนที่เพื่อที่จะหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตและเส้นทางที่สะดวกต่อการค้นหาผู้รอดชีวิตต่อไป โดยทั้งสองโหมดการทำงานจะทำงานร่วมกันกับกล้อง รวมถึง LDR Sensor และ LED ซึ่งกล้องจะส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุไปยังจอร์รับภาพในการสำรวจดูสภาพแวดล้อมและการค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย และแสดงสภาพแวดล้อมที่เครื่องค้นหาทำการสำรวจได้แบบเรียลไทม์ ส่วน LDR Sensor และ LED จะช่วยให้สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมในตอนกลางคืนหรือในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างน้อย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย โดยทำการทดสอบการทำงานของ Ultrasonic Sensor ซึ่งทดสอบกับก้อนหิน ไม้และเหล็กที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยทำการวัดระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร และเพิ่มระยะที่ละ 10 เซนติเมตร พบว่า วัตถุที่ Ultrasonic Sensor ตรวจจับได้จะต้องมีความกว้าง ความยาว และความสูง ที่มาก หรืออยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับการมองเห็นของ Ultrasonic Sensor จึงจะทำให้ Ultrasonic Sensor ตรวจจับวัตถุได้ในระยะทางที่ไกลขึ้น ซึ่งพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของวัตถุมีส่วนในการส่งผลต่อความผิดพลาดในการตรวจจับของเซนเซอร์ ทดสอบการทำงานของ L298N Motor driver ซึ่งต่อกับมอเตอร์เกียร์และล้อ โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน พบว่า L298N Motor Driver สามารถควบคุมความเร็วและทิศทางของล้อทำให้เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตสามารถเคลื่อนที่ได้เหมาะสมได้ ทดสอบการทำงานของกล้องและจอร์รับภาพ โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ ให้กับกล้อง ผ่านคลื่นวิทยุ ย่าน 5.8 กิกะเฮิรตซ์ ในการรับส่งสัญญาณภาพ โดยทำการทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL และระบบภาพขาวดำ NTSC ในสภาวะที่แตกต่างกัน และทำการทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงแตกต่างกัน พบว่า ในสภาวะปกติและสภาวะที่มีสัญญาณรบกวน จอร์รับภาพสามารถรับสัญญาณภาพจากกล้องได้ และในสภาวะปกติภาพที่ได้จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคมชัดและสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้มากกว่าในสถานะที่มีสัญญาณรบกวน และเมื่อทดสอบการแสดงผลของภาพในระบบภาพสี PAL ในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงแตกต่างกัน พบว่า จอรับภาพสามารถรับสัญญาณภาพจากกล้องได้ โดยในพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงปกติ ภาพที่ได้จะมีความคมชัด และสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้มากกว่าพื้นที่ที่มีความสว่างของแสงน้อย ทดสอบการทำงาน LDR Sensor และ LED ร่วมกัน โดยทำการทดสอบในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างแตกต่างกัน พบว่า ในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างปานกลางไปจนถึงแสงสว่างน้อย LED จะติดเพื่อให้แสงสว่างแก่เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ที่มีปริมาณแสงสว่างน้อยหรือในเวลากลางคืนและในบริเวณที่มีปริมาณแสงสว่างมาก LED จะดับ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้ ทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในโหมดบังคับตัวเองโดยใช้จอยสติ๊กไร้สายในการควบคุมและในโหมดอัตโนมัติโดยใช้ Ultrasonic Sensor และ Servo ในการค้นหาเส้นทางและหลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยทดสอบในสภาพพื้นที่แตกต่างกัน พบว่า ในการควบคุมการเคลื่อนที่ในโหมดบังคับตัวเองและในโหมดอัตโนมัติ เครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตสามารถเคลื่อนที่ไปตามการควบคุมทิศทางของจอยสติ๊กไร้สายตามที่ได้ออกแบบไว้ได้ และสามารถเคลื่อนที่ผ่านสภาพพื้นที่ที่ได้ทำการทดสอบได้ และสามารถเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ได้ ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย โดยทำการทดสอบหาระยะทางที่มากที่สุดที่จอยสติ๊กไร้สายจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ พบว่า จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ที่ประสบภัยได้ ระยะทางที่มากที่สุด เป็นระยะประมาณ 15.5 เมตร ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอรับภาพ โดยทดสอบวัดระยะการมองเห็นของกล้องที่สามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะทดสอบในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืนที่มีแสงสว่างแตกต่างกัน พบว่า ในสภาพแวดล้อมกลางวัน กล้องจะสามารถมองเห็นสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจน และง่ายต่อการสังเกตเห็นมากกว่าในสภาพแวดล้อมกลางคืน ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ที่ประสบภัย โดยทดสอบในโหมดบังคับตัวเองและในโหมดอัตโนมัติ และทดสอบในสภาพแวดล้อมกลางวันและกลางคืน พบว่า ในโหมดบังคับตัวเองในสภาพแวดล้อมกลางวัน สามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ออกแบบไว้ได้ ส่วนในโหมดอัตโนมัติ การหลบสิ่งกีดขวางได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ที่ประสบภัยที่มีขนาดภายในไม่ใหญ่มากจนเกินไป และมีผนังกั้นด้านข้างและด้านบนทำให้การมองเห็นวัตถุของเซนเซอร์เป็นไปได้ยาก จึงควรใช้โหมดอัตโนมัติสำหรับพื้นที่โล่งและไม่คับแคบ และการมองเห็นของกล้องในสภาพแวดล้อมกลางวัน สามารถมองเห็นสภาพแวดล้อมภายในอย่างชัดเจนได้มากกว่าสภาพแวดล้อมกลางคืน และทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED และทดสอบประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต พบว่า แบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับกล้อง LDR Sensor และ LED เมื่อเวลาผ่านไป 55 นาที แบตเตอรี่ มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 2.8 โวลต์ แล้วระบบไม่สามารถทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อได้ ส่วนแบตเตอรี่ที่เชื่อมต่อกับเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิต เมื่อเวลาผ่านไป 70 นาที แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 3.3 โวลต์ แล้วระบบไม่สามารถทำงานต่อได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของจอยสติ๊กไร้สาย ปัญหาที่พบคือ ระยะทางที่จอยสติ๊กไร้สายสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตได้ มีระยะทางที่จำกัด สามารถพัฒนาต่อโดยการใช้ระบบไร้สายที่ควบคุมได้ในระยะที่ไกลยิ่งขึ้น จากการทดสอบประสิทธิภาพของกล้องและจอร์รับภาพ ปัญหาที่พบคือ ในสภาพแวดล้อมกลางคืนประสิทธิภาพในการมองเห็นน้อยกว่าในสภาพแวดล้อมกลางวัน เนื่องจากในสภาพแวดล้อมกลางคืนมีปริมาณแสงสว่างน้อยกว่า ทำให้กล้องไม่สามารถมองเห็นและสังเกตเห็นสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจนเท่าในสภาพแวดล้อมกลางวัน สามารถพัฒนาต่อโดยการเลือกใช้กล้องที่มีความละเอียดในการมองเห็นภาพที่สูงขึ้นและสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจนและคมชัดมากยิ่งขึ้นในสภาพแวดล้อมกลางคืน และจากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตภายในแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัย ปัญหาที่พบคือ ในโหมดอัตโนมัติ ตัดสินใจไปในทิศทางที่ถูกต้องและหลบสิ่งกีดขวางได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากผู้วิจัยออกแบบแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัยที่มีขนาดภายในไม่ใหญ่มากจนเกินไป และมีผนังด้านข้างและด้านบนทำให้การมองเห็นของเซนเซอร์เป็นไปได้ยาก จึงควรใช้โหมดอัตโนมัติสำหรับพื้นที่โล่งและไม่คับแคบ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อโดยการออกแบบคำสั่งในโปรแกรม Arduino IDE ให้สามารถตรวจจับวัตถุหรือสิ่งกีดขวางได้แม่นยำและรวดเร็วขึ้น และออกแบบแบบจำลองสภาพแวดล้อมพื้นที่ประสบภัยให้มีขนาดใหญ่และไม่คับแคบจนเกินไป และสามารถพัฒนาต่อโดยการเลือกอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพการมองเห็น หรือมุมในการตรวจจับมากและมีความแม่นยำสูงขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] Pongsak. “เลขที่ ๓๓ - webportal bangkok – กรุงเทพมหานคร” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://webportal.bangkok.go.th/upload/user/00000112/News/npt/2563/33/7pongsak.pdf>
- [2] Bangkokbiznews. “แจงเหตุ..อาคารทรุดตัวย่านพระราม 9 ใช้ชีวิตต้องระวัง” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.bangkokbiznews.com/health/social/1052960>
- [3] Naewna. “ระทึก!!! ตึกกำลังสร้างย่านพระราม 9 ทรุดตัว คนงาน 130 ชีวิตปลอดภัย” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.naewna.com/local/710637>
- [4] Wikipedia. “2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ radio use” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://en.wikipedia.org/wiki/2.4_กิกะเฮิร์ตซ์
- [5] Afar. “FCC Rules for Unlicensed Wireless Equipment operating in the ISM bands” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://afar.net/tutorials/fcc-rules/>
- [6] Wikipedia. “Electromagnetic Spectrum” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum
- [7] CSA. “Zigbee Alliance” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/>
- [8] Ai-Corporation. “ทำความรู้จัก : บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ai-corporation.net/2021/11/19/arduino-uno-r3/>
- [9] Mcucity. “Arduino UNO R3 (พร้อมสาย USB) ATMEGA328P DIP28 ATMEGA16U2” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.mcucity.com/product/26/arduino-uno-r3-พร้อมสาย-usb-atmega328p-dip28-atmega16u2>
- [10] Fitrox Electronics. “[Tutorial] การใช้งาน HC-SR04 Ultrasonic Module” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://fitrox.lnwshop.com/article/27/tutorialการใช้งาน-hc-sr04-ultrasonic-module>
- [11] sparkfun. “เซนเซอร์วัดระยะอัลตราโซนิก - HC-SR04 (5V) - SEN-15569.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.sparkfun.com/products/15569#:~:text=This%20is%20the%20HC%20SR04,receiver%20and%20a%20control%20circuit.>
- [12] Components101. “SG90 9g Micro Servo” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/SG90%20Servo%20Motor%20Datasheet.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [13] Components101. “Servo Motor SG-90 Basics, Pinout, Wire” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://components101.com/motors/servo-motor-basics-pinout-datasheet>
- [14] Robocraze. “Buy Servo Motor SG90 Online in India” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://robocraze.com/products/sg90-micro-servo-motor>
- [15] Advanced. “3V - 6V DUAL AXIS TT GEAR MOTOR” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก
<https://advanced.mu/motor/194-3v-6v-dual-axis-tt-gear-motor-for-arduino-raspberry-pi.html>
- [16] RKB Battery. “Panasonic 18650 3200mAh 10A Lithium Battery (NCR18650BD)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
[https://www.rkbbattery.com/product/ncr18650bd/#:~:text=%20ความจุ%20\(Capacity\)%20%3A,Discharge%20Current\)%20%3A%203C%20%2F%2010A](https://www.rkbbattery.com/product/ncr18650bd/#:~:text=%20ความจุ%20(Capacity)%20%3A,Discharge%20Current)%20%3A%203C%20%2F%2010A)
- [17] Cyber Tice. “ถ่านชาร์จ NCR18650BD power 10A 3200mAh 18650 แบตเตอรี่ ลิเธียม” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: cybertice.com/product/2378/ถ่านชาร์จ-ncr18650bd-power-10a-3200mah-18650-แบตเตอรี่-ลิเธียม?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAj_CrBhD-ARIsAlIMxT8gqW-A3HMawlPpy6F_-IXGhtj3CMQ_T1O9o7KgbPViC11VY-CkOj8aAt2aEALw_wcB
- [18] ELECTROBES. “65mm Smart Robot Car Tyres Wheel for Gear Motor (Yellow)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://electrobes.com/product/65mm-smart-robot-car-tyres-wheel-for-gear-motor-yellow/>
- [19] ADALINE. “Rubber wheel - Adaline Co., Ltd. จำหน่ายบอร์ด” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.adaline.co.th/product/240/rubber-wheel>
- [20] Robot Siam. “DOIT ESP32 DevKit V1 Development Board WiFi + Bluetooth.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.robotsiam.com/product/119/doit-esp32-devkit-v1-development-board-wifi-bluetooth>
- [21] joy-it.net. “NODEMCU ESP32.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://joy-it.net/de/products/SBC-NodeMCU-ESP32>
- [22] PRAPHAS. “[Basic ESP32] การใช้งานสวิตช์สัมผัส.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.praphas.com/forum/index.php?topic=400.0>
- [23] PRAPHAS. “การเรียนรู้ครั้งที่ 8 [Basic ESP32] การใช้งานสวิตช์สัมผัส.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://www.praphas.com/forum/index.php?topic=400.0>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [24] Medium. “บทที่ 4 ESP32 อ่านค่าเซนเซอร์แสง LDR แสดงผล LED 3 ดวง เพิ่มโค้ดแก้ Non-Linear” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://medium.com/@KruRin/บทที่-4-esp32-อ่านค่าเซนเซอร์แสง-ldr-แสดงผล-led-3-ดวง-d8fe1eba737f>
- [25] SUWITKIRAVITTAYA. “การวัดความสว่างด้วยเซนเซอร์ LDR” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://suwitkiravittaya.eng.chula.ac.th/B2i2019BookWeb/ldr.html>
- [26] ChinPower. “หลอดไฟ LED คืออะไร? เข้าใจให้กระจ่างชัดที่นี่.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://chinpower.net/knowledge/what-is-an-led-bulb/>
- [27] Zero Controller. “จะดูขา LED อย่างไร” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://zerocontroller.blogspot.com/2016/05/led.html>
- [28] Fullspeed. “5.8G 40CH AIO FPV Camera” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fullspeedrc.com/u_file/1909/file/22d3e21237.pdf
- [29] AliExpress. “JMT กล้อง Micro FPV AIO 5.8G 25MW 40CH 800TVL เครื่องส่งสัญญาณ LST-S2 + กล้อง FPV OSD อะไหล่” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://th.aliexpress.com/item/32866913954.html?gatewayAdapt=glo2tha#nav-specification>
- [30] Audio. “ระบบภาพ” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.audio.co.th/articles/42207430/ระบบภาพ.html>
- [31] Delta Production. “NTSC vs PAL GoPro Hero 3 - 1080p & 720p” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.youtube.com/watch?v=KQasiuiOZIA>
- [32] Wikipedia. “PAL” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://en.wikipedia.org/wiki/PAL>
- [33] Britannica. “PAL System” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.britannica.com/technology/PAL-system>
- [34] Video MAKER. “PAL, NTSC and Legality” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.videomaker.com/article/d2/7260-pal-ntsc-and-legality/>
- [35] Wikipedia. “NTSC” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://en.wikipedia.org/wiki/NTSC>
- [36] Britannica. “National Television Systems Committee” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.britannica.com/topic/National-Television-Systems-Committee>
- [37] Video MAKER. “NTSC: Yesterday, Today, Forever?” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.videomaker.com/article/f6/10000-ntsc-yesterday-today-forever/>

- [38] Whizzbizz. “Remote control with 2.4กิกะเฮิร์ตซ์ PS2 controller” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.whizzbizz.com/en/ps2.controller>
- [39] inex. “Wireless Joystick kit” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://inex.co.th/store/manual/WirelessPSX140913.pdf>
- [40] Hawk eye. “Hawkeye Flight Master FPV Monitor 2.5 inch” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.cnfpv.com/portal.php?mod=view&aid=205>
- [41] Wikipedia. “พื้นเอียง” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://th.wikipedia.org/wiki/พื้นเอียง#แหล่งข้อมูลอื่น>
- [42] Bspfloors. “บันไดขึ้นลงพื้นยกแบบทางลาดเอียง (Ramp)” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.bspfloors.com/743848/7-บันไดขึ้นลงพื้นยกแบบทางลาดเอียง-ramp>
- [43] Build Mate. “อิฐตัวหนอน บล็อกตัวหนอน ขนาด 11 x 22 ซม.หนา 6 ซม. - Buildmate” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://buildmate.co.th/product/อิฐตัวหนอน-บล็อกตัวหนอน/#:~:text=อิฐตัวหนอน%20ผลิตจาก,ทนต่อสภาพอากาศ>
- [44] CCP Pavingstone. “บล็อกตัวหนอน” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ccp-pavingstone.com/product/11332-12921/บล็อกตัวหนอน>
- [45] BTD Home Service. “กระเบื้องที่เหมาะสมกับพื้นที่ภายนอก” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.btdhomeservice.com/knowledge-detail.php?pageid=Ng==&dir=MA==&project=MjMy>
- [46] Kacha. “ทำความเข้าใจ หินคลุก และ หินเกล็ด คืออะไร? การใช้งานแบบไหนบ้าง?” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.kacha.co.th/articles/หินคลุก-หินเกล็ด/>
- [47] Stonemill Lnw Shop. “หินคลุก หินเกล็ด คืออะไร? ใช้งานแบบไหนบ้าง?” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://stonemill.lnwshop.com/>
- [48] Ai Corporation. “รู้จักและใช้งาน Arduino IDE เป็นใน 4 ขั้นตอน” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.ai-corporation.net/2021/11/18/what-is-arduino-ide/>



ภาคผนวก ก

คำสั่งควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#include "PS2X_lib.h"
#include <Servo.h>
Servo myservo;

#define ECHO_PIN A0 //define Echo pin in ultrasonic
#define TRIG_PIN A1 //define Trig pin
#define PS2_DAT 13 //define Data pin in PS2 Receiver
#define PS2_CMD 12 //define Command pin
#define PS2_CLK 3 //define Clock pin
#define PS2_SEL 2 //define Select pin
int speedPinA = 5; //define speedmotorA pin
int speedPinB = 6; //define speedmotorB pin
int speed_t = 180;
#define IN1 7 // define input motor1 pin ;
#define IN2 8 // define input motor2 pin ;
#define IN3 9 // define input motor3 pin ;
#define IN4 10 // define input motor4 pin ;
unsigned long turnaroundTime = 1000; //การควบคุมเวลาในการบังคับเลี้ยว ยิ่งเลี้ยวด้วย
เวลานาน มุมในการเลี้ยวจะมากขึ้นเพื่อใช้ในการหลบสิ่งกีดขวางได้ดีขึ้น

#define pressures true
#define rumble true
PS2X ps2x; // create PS2 Controller Class
int servo_direction = 0; //0 middle, 1 left, 2 right
int mode = 0; //0 control 1 auto

//PWM control pin ;
int rightDistance = 0, leftDistance = 0, middleDistance = 0;
int RX;
int RY;
int LY;

int error = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

byte type = 0;
byte vibrate = 0;
unsigned long speed_time = 0;
unsigned long mode_time = 0;
unsigned long avoidance_time = 0;
unsigned long avoidance_move_time = 0;
bool servomode = false;
bool avoidance_move = false;
void setup() {
  pinMode(IN1, OUTPUT);
  pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(IN3, OUTPUT);
  pinMode(IN4, OUTPUT);
  pinMode(speedPinB, OUTPUT);
  pinMode(speedPinA, OUTPUT);
  myservo.attach(11); // attach servo on pin 3 to servo object
  myservo.write(85);
  pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
  pinMode(TRIG_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  error = ps2x.config_gamepad(PS2_CLK, PS2_CMD, PS2_SEL, PS2_DAT, pressures,
  rumble);
  stop();
}
void loop() {
  //ps2x.read_gamepad(false, vibrate);
  ps2x.read_gamepad();

  RY = ps2x.Analog(PSS_RY);
  RX = ps2x.Analog(PSS_RX);
  LY = ps2x.Analog(PSS_LY);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (millis() - speed_time >= 500) {
  if (ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_UP) != 0) {
    Serial.println("up");
    speed_time = millis();
    speed_t += 25;
    if (speed_t >= 255)
      speed_t = 255;
  }
  else if (ps2x.ButtonReleased(PSB_PAD_DOWN) != 0) {
    Serial.println("down");
    speed_time = millis();
    speed_t -= 25;
    if (speed_t <= 180)
      speed_t = 180;
  }
}
if (millis() - mode_time >= 1000) {
  if (ps2x.ButtonReleased(PSB_SELECT) == true) {
    mode = !mode;
    Serial.println("mode=" + String(mode));
    stop();
    mode_time = millis();
  }
}
if (mode == 0) {
  servomode = false;
  avoidance_move = false;
  servo_direction = 0;
  turn_forward();
  Serial.println("RY:" + String(RY) + "|" + "RX:" + String(RX) + "|" + "SPEED:" +
String(speed_t) + "|" + "MODE:" + String(mode));
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (RY < 117) forward();
else if (RY > 137) back();
else if (RX < 118) left();
else if (RX > 138) right();
else if (RY >= 117 && RY <= 137 && RX >= 118 && RX <= 138) stop();
else {
  stop();
}
}
else if (mode == 1) {
  middleDistance = getDistance();
  //if (middleDistance <= 20 && servomode == false && avoidance_move == false)
  Serial.println(middleDistance);
  if (middleDistance <= 20 && servomode == false && avoidance_move == false) {
    servomode = true;
    stop();
  }
  else if (middleDistance >= 20 && servomode == false && avoidance_move ==
false)
    forward();
  if (servomode == true) {
    if (servo_direction == 0) {
      turn_left();
      Serial.println("turnleft");
      servo_direction = 1;
      avoidance_time = millis();
    }
    if (millis() - avoidance_time >= 1000 && millis() - avoidance_time <= 2000 &&
servo_direction == 1) {
      leftDistance = getDistance();
      turn_right();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.println("turnright");
servo_direction = 2;
}
if (millis() - avoidance_time >= 2000 && servo_direction == 2) {
    rightDistance = getDistance();
    turn_forward();
    Serial.println("turnforward");
    servo_direction = 0;
    servomode = false;
    avoidance_move = true;
    avoidance_move_time = millis();
}
}
if (avoidance_move == true) {
    if ((rightDistance >= 20) && (rightDistance > leftDistance)) {
        right();
    }
    else if ((leftDistance >= 20) && (leftDistance > rightDistance)) {
        left();
    }
    else if ((rightDistance <= 20) && (leftDistance <= 20)) {
        back();
    }
    if (millis() - avoidance_move_time >= turnaroundTime) {
        rightDistance = 0;
        leftDistance = 0;
        avoidance_move = false;
        Serial.println(" avoidance_move = false");
    }
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

int getDistance() {
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(TRIG_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIG_PIN, LOW);
    return (int)pulseIn(ECHO_PIN, HIGH) / 58;
}

void left() {
    Serial.println("left");
    analogWrite(speedPinA, speed_t);
    analogWrite(speedPinB, speed_t);
    digitalWrite(IN1, HIGH);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(IN3, LOW);
    digitalWrite(IN4, HIGH);
}

void right() {
    Serial.println("right");
    analogWrite(speedPinA, speed_t);
    analogWrite(speedPinB, speed_t);
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, HIGH);
    digitalWrite(IN3, HIGH);
    digitalWrite(IN4, LOW);
}

void back() {
    Serial.println("back");
    analogWrite(speedPinA, speed_t);
    analogWrite(speedPinB, speed_t);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(IN1, HIGH);
digitalWrite(IN2, LOW);
digitalWrite(IN3, HIGH);
digitalWrite(IN4, LOW);
}
void forward() {
  Serial.println("forward");
  analogWrite(speedPinA, speed_t);
  analogWrite(speedPinB, speed_t);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, HIGH);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, HIGH);
}
void stop() {
  analogWrite(speedPinA, 0);
  analogWrite(speedPinB, 0);
  digitalWrite(IN1, LOW);
  digitalWrite(IN2, LOW);
  digitalWrite(IN3, LOW);
  digitalWrite(IN4, LOW);
}
void turn_left() {
  myservo.write(180);
}
void turn_right() {
  myservo.write(0);
}
void turn_forward() {
  myservo.write(85);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

คำสั่ง LDR Sensor ของเครื่องค้นหาผู้รอดชีวิตในพื้นที่ประสบภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

#define AO_PIN 36 // ESP32's pin GPIO36 connected to AO pin of the ldr module
// #define DO_PIN 13 // ESP32's pin GPIO13 connected to DO pin of the ldr module
#define LED1_PIN      21 // ESP32 pin GPIO22 connected to LED
#define LED2_PIN      22
#define ANALOG_THRESHOLD 3000

void setup() {
  // initialize serial communication
  Serial.begin(9600);
  // // initialize the ESP32's pin as an input
  // pinMode(DO_PIN, INPUT);
  // initialize the ESP32's pin as an output
  pinMode(LED1_PIN, OUTPUT); // set ESP32 pin to output mode
  pinMode(LED2_PIN, OUTPUT); // set ESP32 pin to output mode
}
void loop() {
  int lightValue = analogRead(AO_PIN);
  // int lightState = digitalRead(DO_PIN);

  Serial.print("The AO value: ");
  Serial.println(lightValue);

  // if (lightState == HIGH)
  //   Serial.println("It is dark");
  // else
  //   Serial.println("It is light");
  if (lightValue < ANALOG_THRESHOLD){
    digitalWrite(LED1_PIN, LOW); // turn off LED
    digitalWrite(LED2_PIN, LOW);
  }
  else{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(LED1_PIN, HIGH); // turn on LED  
digitalWrite(LED2_PIN, HIGH);  
}  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้