

การเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับ
ด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด

INFRARED LASER-BASED TRACKING SYSTEM
CONNECTED BY BLUETOOTH



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเอกสารนี้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน
ปีการศึกษา 2560

INFRARED LASER-BASED TRACKING SYSTEM
CONNECTED BY BLUETOOTH



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้รู้ได้เห็นใบรับรองฉบับนี้ให้ทำการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อโครงการพิเศษ การเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์
ย่านอินฟราเรด
Infrared Laser-based Tracking System Connected by Bluetooth

ชื่อนักศึกษา นางสาวพิมพ์ศิลป์ แก้วมีศรี รหัสนักศึกษา 57051009
นางสาวพิมพ์สุนันท์ จันทโคตร รหัสนักศึกษา 57051010

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2560
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กฤษกร โล้เจริญรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์)
ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.สาทราย เล็กชะอุ่ม ประธานกรรมการ	
ดร.วรการ นียากกร กรรมการ	
ผศ.ฉนภรณ์ สีลาพัฒนานนท์ กรรมการ	
ผศ.ดร.กฤษกร โล้เจริญรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ของคณะวิทยาศาสตร์ ขออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์ ย่านอินฟราเรด	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพิมพ์ศิลป์ แก้วมีศรี	รหัสนักศึกษา 57051009
	นางสาวพิมพ์สุนันท์ จันทโคตร	รหัสนักศึกษา 57051010
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)	
ภาควิชา	ฟิสิกส์	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2560	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กฤษกร โฉมเจริญรัตน์	

บทคัดย่อ

ปัจจุบันในการดำเนินชีวิตของผู้พิการทางสายตาพวกเขา มักประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการนำทาง โดยโครงการพิเศษนี้เป็นการออกแบบการเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับระบบตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีระบบตรวจจับและระบบสื่อสารแบบไร้สายในรูปแบบเสียง โดยใช้โมดูล MP3 โดยมีการตรวจจับวัตถุ 3 ชนิดคือ มนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ซึ่งการทำงานของระบบสื่อสารแบบไร้สายจะรับข้อมูลที่เป็นค่าระยะทางจากระบบตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดโดยใช้บลูทูธ (HC-05 Bluetooth) ในการรับ-ส่งข้อมูล และมีการประมวลผลการตรวจจับวัตถุที่ระยะทางตั้งแต่ 0-3000 cm จากนั้นมีการสื่อสารออกมาในรูปแบบเสียง 9 รูปแบบคือ เมื่อพบสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-30 cm แจ้งเตือนเสียง “บี๊บ”, ระยะ 55-65 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 60 cm”, ระยะ 85-95 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 90 cm ahead”, ระยะ 115-125 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 120 cm ahead”, ระยะ 245-255 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 250 cm ahead”, ระยะ 495-505 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 500 cm ahead”, ระยะ 995-1005 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 1000 cm ahead”, ระยะ 1995-2005 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 2000 cm ahead” และ ระยะ 2995-3005 cm แจ้งเตือนเสียง “Obstacle 3000 cm ahead” เป็นเสียงแจ้งเตือนออกไปยังหูฟังแก่ผู้พิการทางสายตา โดยความแม่นยำของงานวิจัยนี้อ้างอิงได้จากค่า R-Square (R^2) ซึ่งงานวิจัยนี้มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.9996-0.9999 เป็นค่า R^2 ที่มากกว่า 0.97 แสดงให้เห็นว่าระบบตรวจจับวัตถุด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดมีการตรวจจับวัตถุที่แม่นยำและน่าเชื่อถือมาก นอกจากนั้นความแม่นยำยังสามารถอ้างอิงได้จากค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของวัตถุแต่ละชนิดที่มีความสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนแบบเป็นปฏิภาคผกผัน

คำสำคัญ : ระบบสื่อสารแบบไร้สาย, บลูทูธ, เสียงแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Infrared Laser-based Tracking System Connected by Bluetooth
Students	Miss Pimsin Kaewmeesri Student ID 57051009 Miss Pimsunan Jantakot Student ID 57051010
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Asst. Prof. Dr. Kitsakorn Locharoenrat

Abstract

Nowadays the blind people always encountered about travelling problem. They must use electronics device for navigators. This special project was design Infrared Laser-based Tracking System Connected by Bluetooth. We made smart can with infrared laser distance sensor and voice alert sensor with MP3 module, as it can detect obstacle (Human, Cement, Wood) and receive distance data from infrared laser distance sensor via HC-05 Bluetooth. After that, This device assess detection distance data 0-3000 cm and send distance data to headset. Finally this distance data matching with voice alert conditions 1-9 sound are going to play. When infrared laser distance sensor detects target at 25-30 cm, it will alert "Beep", 55-65 cm will alert "Obstacle 60 cm ahead", 85-95 will alert "Obstacle 90 cm ahead", 115-125 cm will alert "Obstacle 120 cm ahead", 245-255 cm will alert "Obstacle 250 cm ahead", 495-505 cm will alert "Obstacle 500 cm ahead", 995-1005 cm will alert "Obstacle 1000 cm ahead", 1995-2005 cm will alert "Obstacle 2000 cm ahead", 2995-3005 cm will alert "Obstacle 3000 cm ahead", to blind people. The accuracy can explain by R^2 . So the accuracy of this work is in range of 0.9996-0.9999 that is more than 0.97, saying that Infrared Laser-based Tracking System Connected by Bluetooth is very accuracy and very reliable. The accuracy can be explained by refractive index of obstacles. It is inversely proportional to % error.

Keywords : Wireless system, Bluetooth, Voice alert.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเล่มนี้สามารถเสร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการช่วยเหลือและสนับสนุนจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษกร โล้เจริญรัตน์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำปรึกษาทางด้านวิชาการ การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัยที่ติดตลอดมา ทั้งนี้ยังให้คำแนะนำเรื่องการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมและความละเอียดรอบคอบในการทำงาน ทำให้ผู้จัดทำมีความรู้ ความเข้าใจและแนวทางที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำงานวิจัยนี้ด้วย

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์สาหร่าย เล็กชะอุ่ม ที่คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก้ไขปัญหาต่างๆ และยังสอนคุณธรรม การใช้ชีวิตที่สามารถนำมาปรับใช้ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

ขอขอบคุณ อาจารย์สาโรจน์ ชูอำไพ และอาจารย์ประจำตี๊กซ่อมสร้าง คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในส่วนของสถานที่ปฏิบัติงานและเครื่องมือที่สำคัญในการทำโครงการวิจัย ทำให้โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ Mr. Chi Fung Wong, นายคิงชาติ แสนยศ และนางสาวฐิติภรณ์ เดชโหมด ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และการช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ที่คอยให้การช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่เมตตาและให้ความรู้ตั้งแต่เข้ารับการศึกษาตลอดจนถึงปัจจุบัน ทำให้ผู้จัดทำสามารถนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการทำงานวิจัยนี้ด้วย

สุดท้ายนี้ กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่คอยให้คำปรึกษา เป็นทุนทรัพย์และคอยเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้จัดทำมีกำลังใจในการทำวิจัยซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการศึกษาและการทำงานวิจัยนี้ ตลอดจนบุคคลต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลืออีกมากมายที่ผู้จัดทำไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมดในที่นี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

พิมพ์ศิลป์ แก้วมีศรี
พิมพ์สุนันท์ จันทโคตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เสียงและการได้ยิน	4
2.1.1 เสียง	4
2.1.2 การได้ยิน	4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.2.1 C++	6
2.2.2 Arduino Uno R3	34
2.3 MPEG Audio Layer 3 (MP3)	34
2.3.1 ThaiEasyElec MP3 Embedded Module	35
2.3.2 ตารางแสดงส่วนประกอบของบอร์ด MP3 Embedded Module	36
2.4 รูปแบบในการส่งข้อมูล	37
2.4.1 การส่งข้อมูลแบบขนาน	37
2.4.2 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	37
2.5 Bluetooth	40
2.5.1 รายละเอียดทางเทคนิค	40
2.5.2 ความสามารถในการส่งข้อมูล	40
2.5.3 Bluetooth Module HC05	40
2.6 หูฟัง (Headphone)	42
2.6.1 หลักการทำงานของหูฟัง	42
2.6.2 ประเภทของหูฟัง	42
2.6.3 เปรียบเทียบหูฟังแต่ละประเภท	45
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ	45
2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ	46
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	49
3.1 ออกแบบระบบแจ้งเตือนและอุปกรณ์การสร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง	49
3.1.1 การออกแบบระบบการแจ้งเตือน	49
3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง	50
3.2 ออกแบบแผนภาพการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมและ การสร้างอุปกรณ์	52
3.2.1 การออกแบบแผนภาพการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุม	52
3.2.2 การสร้างอุปกรณ์	54
3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการแจ้งเตือน	58
3.3.1 ส่วนของการเชื่อมต่อ HC-05 Bluetooth	58
3.3.2 ส่วนของระบบเสียงจาก ThaiEasyElec MP3 Embedded Module	62
3.4 ทดลองการแจ้งเตือนจากการตรวจจับวัตถุ	66
3.5 ทดสอบและวิเคราะห์ผลการทำงานของระบบการแจ้งเตือน	67
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	68
4.1 การทดสอบอุปกรณ์และการทำงานของระบบแจ้งเตือนแบบไร้สาย ในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3	69
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	69
4.1.2 การทดสอบและวิเคราะห์เพื่อใช้ในการแจ้งเตือนแบบไร้สาย ในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3	69
4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าระยะทางที่มีระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียง โดยใช้โมดูล MP3 ที่ได้รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์กับค่าระยะทาง	72
4.2.1 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุ ที่เป็นมนุษย์ (Human)	72
4.2.2 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุ ที่เป็นซีเมนต์ (Cement)	75
4.2.3 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุ ที่เป็นไม้ (Wood)	78
4.4 อภิปรายผล	81
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	83
5.1 สรุปผลการวิจัย	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	84

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย	2
2.1 ตารางแสดงส่วนประกอบของบอร์ด MP3 Embedded Module	36
3.1 แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง	50
3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ MP3 Module	53
3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ HC-05 Bluetooth Module	53
4.1 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุสูง ต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	72
4.2 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	73
4.3 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_3 โดยวัตถุสูง 81-180 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	74
4.4 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุสูง ต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	75
4.5 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	76
4.6 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_3 โดยวัตถุสูงกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	77
4.7 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุสูง ต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	78
4.8 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	79
4.9 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_3 โดยวัตถุสูงกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	80
4.10 ผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างระยะทางที่วัดได้ของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ของ θ_2	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ผลการเปรียบเทียบระหว่างดัชนีหักเหของมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และ ไม้ (wood) กับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างระยะทางที่วัดได้ของวัตถุ ที่เป็นมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ของ θ_2	81



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การเกิดคลื่นเสียง	5
2.2 Arduino Uno R3	34
2.3 MP3 Embedded Module (ด้านหน้า)	35
2.4 MP3 Embedded Module (ด้านหลัง)	35
2.5 การส่งข้อมูลแบบขนาน	37
2.6 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม	38
2.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (แบบอะซิงโครนัส)	39
2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (แบบซิงโครนัส)	39
2.9 Bluetooth Module HC05	40
2.10 การส่งข้อมูลจาก Master ไปยัง Slave เพียง Slave เดียว	41
2.11 การส่งข้อมูลจาก Master ไปยัง Slave หลาย Slave	41
2.12 ประเภทหูฟังขนาดเล็ก คือ Ear bud (a), In Ear (b) และ Hybrid (c)	43
2.13 ประเภทหูฟังขนาดกลาง คือ Street Style (a) และ Ear Clip (b)	44
2.14 ประเภทหูฟังขนาดใหญ่ คือ หูฟังแบบเปิด (a), หูฟังแบบปิด (b) และ หูฟังกึ่งเปิดกึ่งปิด (c)	44
3.1 แสดงการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง (สีเหลี่ยมสีแดง)	49
3.2 บอร์ด HC-05 Bluetooth Module ด้านหน้า (a) และด้านหลัง (b)	50
3.3 บอร์ด Arduino Uno R3	51
3.4 บอร์ด ThaiEasyElec MP3 Embedded Module ด้านหน้า (a) และด้านหลัง (b)	52
3.5 แสดงการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง (เส้นสีแดง)	52
3.6 ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแต่ละตัวเข้ากับ Arduino Uno R3	53
3.7 วงจร PCB	54
3.8 การขีดแผ่น PCB	54
3.9 รีดลายวงจรลงแผ่น PCB	55
3.10 กัดทองแดงออกจากแผ่น PCB ที่มีลายวงจรแล้ว	55
3.11 ทำความสะอาดแผ่น PCB (a) บอร์ด PCB ที่มีวงจรแล้ว (b)	56
3.12 เชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน	56
3.13 รวมอุปกรณ์ทั้งหมด	57
3.14 อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบแจ้งเตือน	57
3.15 บลูทูธพร้อมเข้าสู่โหมดการตั้งค้	58
3.16 การตั้งชื่อบลูทูธ	58
3.17 การตั้งรหัสบลูทูธ	59
3.18 HC-05 ส่งค่า MAC Address ของตัวมันเอง	59
3.19 HC-05 Bluetooth อยู่ในโหมด Slave	60

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.20 แสดงข้อความจากการพิมพ์ AT+BIND=(ตามด้วย MAC Address)	60
3.21 การตรวจสอบ HC-05 Bluetooth อยู่ในโหมด master	61
3.22 การตรวจสอบ HC-05 Bluetooth (master) กับ HC-05 Bluetooth (slave)	61
3.23 คำสั่งประกาศชื่อขาที่ใช้งาน	62
3.24 กำหนดขา Input และ Output (สีเหลี่ยมสีแดง)	62
3.25 ประกาศฟังก์ชัน send_CMD(unsigned char cmd)	63
3.26 ในช่วง void setup ใช้ฟังก์ชัน set_port() (สีเหลี่ยมสีแดง)	63
3.27 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-35 cm และระยะ 55-65 cm	64
3.28 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 85-95 cm ระยะ 115-125 cm ระยะ 245-255 cm และระยะ 495-505 cm	65
3.29 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 995-1005 cm และระยะ 1995-2005 cm	65
3.30 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 79-89 cm ระยะ 99-109 cm และระยะ 129-149 cm	65
4.1 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human)	69
4.2 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement)	70
4.3 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood)	71
4.4 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นมนุษย์ (Human) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	73
4.5 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นซีเมนต์ (Cement) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	76
4.6 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นไม้ (Wood) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันประชากรในประเทศไทยอ้างอิงโดยกรมการปกครองมีจำนวน 65.93 ล้านคน เป็นผู้พิการที่จดทะเบียนถูกต้องจากกรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ จำนวน 1,756,849 คน ในจำนวนนี้เป็นผู้พิการทางสายตาสีถึง 900,000 คน

ในการดำเนินชีวิตของผู้พิการทางสายตา พวกเขา มักประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการนำทาง อย่างเช่น ไม้เท้าขาวที่มีระบบแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา เมื่อพบเจอสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้าจะมีการแจ้งเตือน 2 รูปแบบ คือ 1) โดยการส่งสัญญาณเสียงบีบโดยใช้ Buzzer 2) การสั่นโดยใช้ Vibration Motor แต่ระบบแจ้งเตือนยังมีข้อบกพร่องด้านการแจ้งเตือนออกมาในรูปแบบของเสียง คือการบอกระยะทางที่ผิดพลาดโดยเสียงแจ้งเตือนที่เปล่งออกมาไม่ได้บอกระยะทางที่ชัดเจนทำให้เกิดความบกพร่องในการแจ้งเตือนและเสียงที่เปล่งออกมาเสียงดังรบกวน

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงจัดทำระบบแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียง โดยนำการใช้งานของ Bluetooth และ MP3 มาเกี่ยวข้อง ในการส่งสัญญาณการตรวจจับจาก Lidar sensor ไปยังบลูทูธ จากนั้นบลูทูธจะส่งไปยัง MP3 ออกมาในรูปแบบของการแจ้งเตือนแบบเสียง ในงานนี้เสียงที่แจ้งเตือนมีการบอกระยะทางที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น อีก 2 ก้าวถึงวัตถุ หรือเสียงของการแจ้งเตือนเมื่อเข้าใกล้วัตถุมากขึ้นเสียงบีบจะดังถี่ขึ้น การแจ้งเตือนในรูปแบบเสียงถูกบันทึกไว้ในเครื่องมือ MP3 ถูกส่งออกมาเป็นเสียงทางหูฟัง เพื่อไม่ให้เสียงดังรบกวนผู้อื่น และยังสามารถโพลีไฟล์เสียงอื่นๆ ไว้ฟัง เช่น เสียงเพลง หรือเสียงอ่านหนังสือเพื่อความบันเทิงอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

นำเสนอระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 ที่ได้รับคำสั่งจากไม้เท้าอัจฉริยะที่มีระบบตรวจจับวัตถุและนำทางสำหรับคนพิการทางสายตา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะทำการพัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อระบบแจ้งเตือนเข้ากับระบบตรวจจับวัตถุ โดยจะรับคำสั่งจากระบบตรวจจับวัตถุไปยังระบบสื่อสารแบบไร้สายและแจ้งเตือนออกมาในรูปแบบเสียง โดยงานวิจัยนี้เป็น การทดลองภายในอาคารที่อยู่อาศัย

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยมีระยะเวลาในการจัดทำรวมทั้งสิ้น 11 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แนวทางการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
1. ค้นคว้าและศึกษางานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานที่ผู้จัดทำสนใจ	↔											
2. ศึกษาคุณสมบัติของระบบแจ้งเตือนที่สนใจในงานนี้คือ ThaiEasyElec MP3 Embedded Module		↔										
3. ศึกษาและใช้งานโปรแกรม Arduino และตรวจสอบคุณสมบัติของ ThaiEasyElec MP3 Embedded Module โดยใช้โปรแกรม Arduino			↔									
4. นำ Bluetooth HC-05 มาเชื่อมระหว่างระบบตรวจจับกับ ThaiEasyElec MP3 Embedded Module					↔							
5. ทำบอร์ดวงจรเพื่อลดขนาดของชิ้นงานให้เล็กลง จากนั้นประกอบชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต่างๆ เกิดเป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์						↔						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 (ต่อ) แนวทางการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา										
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
4. เก็บผลการทดลองและประมวลผลข้อมูล							←→				
5. สรุปงานวิจัยพร้อมเขียนรายงาน									←→		

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งาน ไร้สาย ไม่มีสายมาเกะเกะหรือพันกันยุ่งเหยิงในระหว่างการใช้งาน
- 2) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้หลากหลาย การเชื่อมต่อผ่านสัญญาณบลูทูธไม่ได้ถูกจำกัดอยู่ที่ไม่เท่านั้นทาง เราสามารถนำไปเชื่อมต่อกับสมาร์ตโฟนหรือคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เสียงมีความสำคัญมากอย่างหนึ่งในการกระตุ้นให้คนเรามีการเจริญเติบโตตามปกติตั้งแต่แรกเกิดคนที่เกิดมาตาบอดทั้ง 2 ข้างแต่หูได้ยินปกติจะมีความเจริญเติบโตทั้งร่างกายและสมอง ดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้ เช่น แยกแยะบุคคลจากเสียงพูด ช่วยในการทำงาน และเสพสิ่งบันเทิง เป็นต้น

เสียงมีอิทธิพลต่อการใช้ชีวิตของคนตาบอดมาก เพราะสามารถช่วยให้คนตาบอดจำแนกสิ่งรอบตัวได้ ซึ่งแท้จริงแล้วคนตาบอดไม่ได้หูดีไปกว่าคนทั่วไป เพียงแค่ต้องใช้หูในชีวิตประจำวันมากกว่า จึงสังเกตสิ่งต่างๆ ได้ละเอียด เมื่อคนตาบอดต้องการรู้ตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ใกล้ๆ พวกเขาจะทำเสียงด้วยการเดาะลิ้น ตบมือ หรืออื่นๆ ตามความถนัด แล้วคอยฟังคลื่นเสียงที่ตกกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังหูและสมอง เพื่อหาตำแหน่งของสิ่งนั้นๆ [1] และในการเดินทางของคนตาบอดจะใช้ไม้เท้าในการนำทาง เมื่อนำระบบเสียงมาใช้ร่วมกับไม้เท้าของคนตาบอดจะทำให้คนตาบอดใช้ชีวิตและเดินทางไปไหนมาไหนได้อย่างปลอดภัยและสะดวกมากขึ้น จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดนี้ทำให้เราได้แนวคิดที่จะทำการศึกษาและพัฒนาระบบการแจ้งเตือนในรูปแบบเสียงโดยทำการพัฒนาระบบการแจ้งเตือนแบบไร้สาย

2.1 เสียงและการได้ยิน

2.1.1 เสียง

คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ เมื่อวัตถุเกิดการสั่นสะเทือนจะเกิดการถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่น แล้วถ่ายโอนไปยังอนุภาคอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียงให้สั่นตาม เป็นอย่างนี้ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงอนุภาคตัวกลางที่อยู่ติดกับเยื่อแก้วหู อนุภาคเหล่านี้สั่นไปกระทบเยื่อแก้วหู ทำให้เยื่อแก้วหูสั่นตาม จึงทำให้เราได้ยินเสียง ดังรูปที่ 2.1

2.1.2 การได้ยิน

หูเป็นอวัยวะสำคัญในการรับเสียงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) หูส่วนนอก (external ear) ประกอบด้วยใบหู รูหูหรือช่องหู จนถึงแก้วหูทำหน้าที่รับเสียงจากภายนอก คลื่นเสียงเดินทางไปที่รูหูโดยมีช่องหูทำหน้าที่รวมเสียงไปสู่แก้วหู

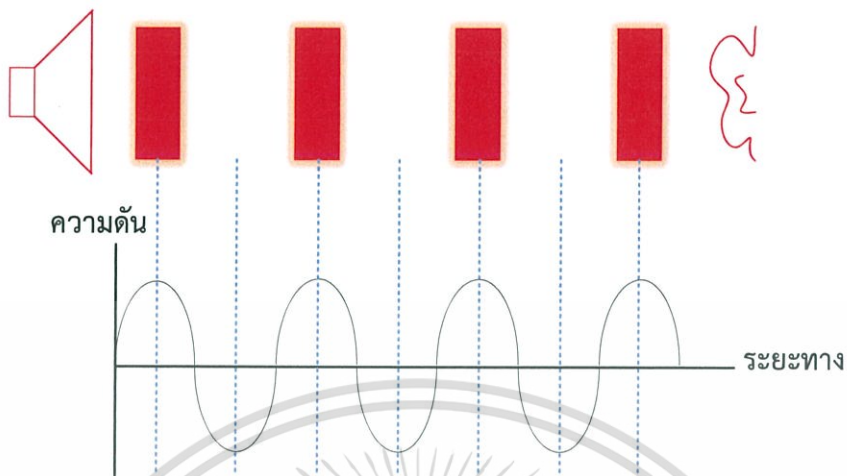
2) หูส่วนกลาง (middle ear) อยู่ถัดจากแก้วหูเข้าไปมีลักษณะเป็นโพรงอากาศ ภายในมีกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ กระดูกค้อนอยู่ชิดแนบกับแก้วหู กระดูกโกลนมีฐานวางปิดช่องที่ต่อไปยังหูชั้นใน และกระดูกทั่งทำหน้าที่ส่งต่อแรงสั่นสะเทือนของเสียงไปยังหูส่วนในและหูส่วนกลาง นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในให้เท่ากับความดันอากาศภายนอก โดยอาศัยท่อที่ติดต่อกับโพรงอากาศ หากความดันไม่เท่ากันจะทำให้หูอื้อได้ยินเสียงไม่ชัดเจน

3) หูส่วนใน (inner ear) ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

ส่วนแรก คือคอเคลีย (cochlea) เป็นท่อขดคล้ายรูปหอยโข่งภายในมีของเหลวมีเซลล์รับความรู้สึกของของเหลวภายในคอเคลีย ทำหน้าที่รับคลื่นเสียงและแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าไปตามประสาทได้ยินไปยังสมองเพื่อรับรู้การได้ยินและแปลความหมายโดยสมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สอง คือท่อครึ่งวงกลม 3 ท่อ ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ทำหน้าที่รับการทรงตัวของร่างกาย และการเคลื่อนไหวของศีรษะ [2]



รูปที่ 2.1 การเกิดคลื่นเสียง

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller หรือ MCU)

คืออุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอา ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถใช้โปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน Digital และ Analog

ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้น สามารถทำการเชื่อมต่อกับระบบ Network ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานที่อยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ได้ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 C++

ภาษาของการเขียนโปรแกรมใช้งาน Arduino Board ใช้ภาษา C/C++ โดยประกอบด้วย Structure, values (variables and constants) และ Functions

2.2.1.1 ฟังก์ชันหลัก(Structure) เป็นฟังก์ชันหลักในการเขียนโปรแกรม จำเป็นต้องมีในทุกโปรแกรม

Setup()

คือฟังก์ชันใช้ในการประกาศค่าเริ่มต้นตำแหน่งพอร์ตที่ใช้งานรวมถึงฟังก์ชันที่อยู่ไลบรารีที่ใช้งานเป็นฟังก์ชันที่ทำงานเพียงครั้งเดียวจะทำงานทุกครั้งที่มีการรีเซตหรือรีบูตเครื่องใหม่เท่านั้น เช่น

```
int buttonPin = 3; // การตั้งค่าตัวแปร buttonPin เท่ากับ 3
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // ประกาศการใช้งานการสื่อสารรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตRS232
  pinMode(buttonPin, INPUT); // การตั้งค่าโหมดของตัวแปรแบบคงที่
  buttonPin เป็นโหมด อินพุต
}
void loop()
{
  loop ()
  คือ ฟังก์ชันใช้ในการเขียนโค้ดโปรแกรมการทำงานของ Arduino เป็นฟังก์ชัน
```

การวนลูปไปเรื่อยๆ เช่น

```
const int buttonPin = 3; // การตั้งค่าตัวแปร buttonPin เท่ากับ 3
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // ประกาศการใช้งานการสื่อสารรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตRS232
  pinMode(buttonPin, INPUT); // การตั้งค่าโหมด ของตัวแปรแบบคงที่ buttonPin เป็นโหมด
  อินพุต
}
void loop ()
{
  if (digitalRead(buttonPin) == HIGH) // ตรวจสอบค่าอินพุตที่รับมาเป็น HIGH ใช่หรือไม่
    Serial.write('H'); // ถ้าใช่ จะส่งค่าอักษร H ผ่าน พอร์ตRS232
  else
    Serial.write('L'); // ถ้าไม่ จะส่งค่าอักษร L ผ่าน พอร์ตRS232
  delay(1000); // หน่วงเวลา 1 วินาที
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ชุดคำสั่งในการควบคุม (Control Structures)

เป็นชุดคำสั่งในการใช้ในการตัดสินใจหาทางออกเพื่อใช้ในการทำงาน

If

คือ คำสั่งในการตัดสินใจแบบตัวเลือกเดียว โดยใช้งานร่วมกับ And, Or Not, ==, !=,

<, > เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการหาคำตอบ เช่น

```
if (ตัวแปร > 50)
{
  // .....
}
if (ตัวแปร > 120)digitalWrite(LEDpin, HIGH);
if (ตัวแปร > 120)
digitalWrite(LEDpin, HIGH);

if (ตัวแปร > 120) { digitalWrite(LEDpin, HIGH); }
```

If...else

คือ คำสั่งในการตัดสินใจ แบบหลายตัวเลือก โดยใช้งานร่วมกับ And, Or Not, ==,

!=, <, > เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการหาคำตอบ เช่น

```
If (pinFiveInput < 500)
{
  // action A
}
Else
{
  // action B
}
```

For

คำสั่ง FOR เป็นคำสั่งกำหนดเงื่อนไขเป็นจำนวนครั้งที่จะทำตามชุดคำสั่งต่างๆ ภายใน loop เหมาะที่จะใช้กับงานประเภทที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น

```
void setup(){
  // no setup needed
}
```

void loop(){
 for (int ตัวแปร=0; ตัวแปร<= 255; ตัวแปร++){

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

analogWrite(PWMPin, i);
delay(10);
}
}

```

Switch case

คำสั่ง switch case ใช้ในการจัดการเงื่อนไขหลายเงื่อนไขโดยเฉพาะการใช้งานโครงสร้าง การจำแนกเงื่อนไขไม่จำเป็นต้องอาศัยเฉพาะตัวแปรที่เก็บค่าจำนวนเต็มเท่านั้น ข้อมูลแบบอื่นก็ใช้ได้

เช่น

```

switch (var) {
  case 1:
    //do something when var equals 1
    break;
  case 2:
    //do something when var equals 2
    break;
  default:
    // if nothing else matches, do the default
    // default is optional
}

```

While

คำสั่ง While คือเงื่อนไขที่จะทำการตรวจสอบว่าเป็นจริงหรือเท็จ ชุดคำสั่งก็คือส่วนที่ทำงานซ้ำๆ โดยจะต้องมีคำสั่งที่จะทำให้เงื่อนไขเป็นเท็จด้วย เช่น

```

ตัวแปร = 0;
while(ตัวแปร < 200){
  // do something repetitive 200 times
  ตัวแปร++;
}

```

Do... while

คำสั่ง do while เป็นคำสั่งที่กำหนดให้มีการทำงานวนรอบคล้ายๆ คำสั่ง While แต่แตกต่างที่คำสั่ง do while จะให้ทำคำสั่งใน loop do ก่อน แล้วค่อยพิจารณาเงื่อนไขใน while ถ้าค่าเงื่อนไขใน while เป็นจริง จึงจะวนรอบทำคำสั่งใน loop do ต่อไป เช่น

```

do {
  delay(50); // wait for sensors to stabilize
  ตัวแปร = readSensors(); // check the sensors
} while (ตัวแปร < 100);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Break

คำสั่ง break เป็นคำสั่งที่ให้โปรแกรมออกจาก loop ทันที โดยไม่ทำคำสั่งที่เหลือต่อ ส่วนมากก่อนจะใช้คำสั่งนี้ก็จะมีการตรวจสอบอะไรซักอย่างเสียก่อน ซึ่งคำสั่ง break นี้สามารถใช้ได้กับ loop หลายๆ loop ไม่ว่าจะเป็น while, do while, for, switch และอื่นๆ เช่น

```
for ( ตัวแปร = 0; ตัวแปร < 255; ตัวแปร ++ )
{
  digitalWrite(PWMPin, ตัวแปร);
  sens = analogRead(sensorPin);
  if (sens > threshold){ // bail out on sensor detect
    ตัวแปร = 0;
    break;
  }
  delay(50);
}
```

Continue

คำสั่ง continue ใช้สำหรับสั่งให้กลับไปเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่ ใช้ร่วมกับคำสั่งการวนลูปต่างๆ จะต่างกับคำสั่งเพราะว่าคำสั่ง break นั้นจะเป็นคำสั่งเพื่อออกจาก loop ส่วนคำสั่ง continue นั้นจะเป็นคำสั่งเพื่อกระโดดไปยังต้น loop เช่น

```
for ( x = 0; ตัวแปร < 255; ตัวแปร ++ )
{
  if (ตัวแปร > 40 && ตัวแปร < 120){ // create jump in values
    continue;
  }
  digitalWrite(PWMPin, ตัวแปร);
  delay(50);
}
```

Return

คำสั่ง return คือคำสั่งที่ส่งค่าอะไรก็ได้กลับออกไปจากฟังก์ชัน เช่น

```
int checkSensor(){
  if (analogRead(0) > 400) {
    return 1;
  }
  else{
    return 0;}
}
```

goto

คำสั่ง goto เป็นคำสั่งที่ทำให้ กระโดดไปทำบรรทัดนั้น เช่น

```
for(byte ตัวแปรตัวที่1 = 0; ตัวแปรตัวที่1 < 255; ตัวแปรตัวที่1 ++){
  ...
  goto ...
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงใจของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for(byte ตัวแปรตัวที่2 = 255; ตัวแปรตัวที่2 > -1; ตัวแปรตัวที่2--){
    for(byte ตัวแปรตัวที่3 = 0; ตัวแปรตัวที่3 < 255; ตัวแปรตัวที่3++){
        if (analogRead(0) > 250){ goto bailout;}
        // more statements ...
    }
}

```

bailout:

Further Syntax

; (semicolon) จะใช้ ; (semicolon) เมื่อจบคำสั่ง

เช่น int ตัวแปร = 13;

{ } (curly braces)

วงเล็บปีกกาหรือ {} เป็นส่วนที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมภาษา C มีการใช้ในโครงสร้างที่แตกต่างกันหลายประการที่ระบุและบางครั้งอาจจะทำให้เกิดความสับสน เช่น

Functions

```

void myfunction(datatype argument){
    statements(s)
}

```

Loops

```

while (10oolean expression) {
    statement(s)
}
do {
    statement(s)
} while (10oolean expression);

```

```

for (10oolean10zation; termination condition; incrementing expr) {
    statement(s)
}

```

Conditional statements

```

if (10oolean expression)
{
    statement(s)
}
else if (10oolean expression)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
statement(s)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
else
{
statement(s)
}

```

// (single line comment)

คำสั่งสำหรับอธิบายหรือ comment ในภาษาซี คือส่วนที่หมายถึงเหตุของโปรแกรมมีไว้เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมอธิบายกำกับลงไป ใน source code ซึ่งคอมไพเลอร์จะข้ามการแปลผลในส่วนที่เป็นคอมเมนต์ ส่วนของ // (single line comment) จะเป็นการคอมเมนต์บรรทัดเดียว เช่น

```

ตัวแปร = 5; // This is a single line comment. Anything after the slashes is a comment
// to the end of the line

```

/* */ (multi-line comment)

คำสั่งสำหรับอธิบายหรือ comment ในภาษาซี คือส่วนที่หมายถึงเหตุของโปรแกรมมีไว้เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรมอธิบายกำกับลงไป ใน source code ซึ่งคอมไพเลอร์จะข้ามการแปลผลในส่วนที่เป็นคอมเมนต์ ส่วนของ /* */ (multi-line comment) จะเป็นการคอมเมนต์หลายบรรทัด เช่น

```

/* this is multiline comment - use it to comment out whole blocks of code
if (gwb == 0){ // single line comment is OK inside a multiline comment
x = 3; /* but not another multiline comment - this is invalid */
}
// don't forget the "closing" comment - they have to be balanced!
*/

```

#define

Define เป็นการกำหนดค่านิพจน์ต่างๆ ให้กับชื่อของตัวคงที่ เช่น

```

#define ledPin 3
// the compiler will replace any mention of ledPin with the value 3 at compile time.

```

#include

การกำหนดชื่อไฟล์ตามหลัง Include จะใช้เครื่องหมาย <> ซึ่งจะเป็นการอ่านไฟล์จากไดเรกทอรีหรือโพลเดอร์ที่กำหนดไว้ก่อนแล้ว โดยปกติจะเป็นโพลเดอร์ include แต่ถ้าใช้เครื่องหมาย “ ” เป็นการอ่านไฟล์จากโพลเดอร์หรือไดเรกทอรีที่กำลังติดต่อยู่และไฟล์ที่จะ include เข้ามานี้จะต้องไม่มีฟังก์ชัน main() โดยมากจะประกอบไปด้วยโปรแกรมย่อยค่าคงที่หรือข้อความต่างๆ เช่น

```

#include <avr/pgmspace.h>
prog_uint16_t myConstants[] PROGMEM = {0, 21140, 702 , 9128, 0, 25764, 8456,
0,0,0,0,0,0,0,29810,8968,29762,29762,4500};

```

2.2.1.3 Arithmetic Operators

= (assignment operator)

เครื่องหมาย = หมายถึงนำค่าจาก operand ฝั่งขวาไปใส่ใน operand ฝั่งซ้าย เช่น

```

int sensVal; // declare an integer variable named sensVal

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นเข้าโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าการแก้ไขใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
senVal = analogRead(0);    // store the (digitized) input voltage at analog pin 0 in
SensVal
```

+ (addition)

เครื่องหมาย + หมายถึงการบวก เช่น

```
y = y + 3;
```

- (subtraction)

เครื่องหมาย - หมายถึงการลบ เช่น

```
x = x - 7;
```

* (multiplication)

เครื่องหมาย * หมายถึงการคูณ เช่น

```
i = j * 6;
```

/ (division)

เครื่องหมาย / หมายถึงการหาร เช่น

```
r = r / 5;
```

% (modulo)

เครื่องหมาย % หมายถึงหาเศษจากการหาร เช่น

```
x = 7 % 5; // x now contains 2
```

```
x = 9 % 5; // x now contains 4
```

```
x = 5 % 5; // x now contains 0
```

```
x = 4 % 5; // x now contains 4
```

2.2.1.4 Comparison Operators

== (equal to)

เครื่องหมาย == หมายถึงเท่ากับ เช่น

```
x == y (x is equal to y)
```

!= (not equal to)

เครื่องหมาย != หมายถึงไม่เท่ากับ เช่น

```
x != y (x is not equal to y)
```

< (less than)

เครื่องหมาย < หมายถึงน้อยกว่า เช่น

```
x < y (x is less than y)
```

> (greater than)

เครื่องหมาย > หมายถึงมากกว่า เช่น

```
x > y (x is greater than y)
```

<= (less than or equal to)

เครื่องหมาย <= หมายถึงน้อยกว่าหรือเท่ากับ

เช่น

```
x <= y (x is less than or equal to y)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

>= (greater than or equal to)

เครื่องหมาย >= หมายถึงมากกว่าหรือเท่ากับ

เช่น

```
x >= y (x is greater than or equal to y)
```

2.2.1.5 Boolean Operators

&& (and)

เครื่องหมาย && (and) หมายถึงและ (and) เช่น

```
if (digitalRead(2) == HIGH &&digitalRead(3) == HIGH) { // read two switches
  // ...
}
```

|| (or)

เครื่องหมาย || (or) หมายถึงหรือ (or) เช่น

```
if (x > 0 || y > 0) {
  // ...
}
```

! (not)

เครื่องหมาย ! (not) หมายถึงไม่ (not) เช่น

```
if (!x) {
  // ...
}
```

2.2.1.6 Pointer Access Operators

*** dereference operator**

* dereference operator หมายถึงตัวดำเนินการคูณ

& reference operator

& reference operator หมายถึงตัวดำเนินการและ

2.2.1.7 Bitwise Operators

& (bitwise and)

เครื่องหมาย & (bitwise and) หมายถึงการ and บิตต่อบิต เช่น

```
int a = 92; // in binary: 000000001011100
int b = 101; // in binary: 000000001100101
int c = a & b; // result: 000000001000100, or 68 in decimal.
```

| (bitwise or)

เครื่องหมาย | (bitwise or) หมายถึงการ or บิตต่อบิต เช่น

```
int a = 92; // in binary: 000000001011100
int b = 101; // in binary: 000000001100101
int c = a | b; // result: 000000001111101, or 125 in decimal.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

^ (bitwise xor)

เครื่องหมาย ^ (bitwise xor) หมายถึงการ xor บิตต่อบิต เช่น

```
int x = 12; // binary: 1100
int y = 10; // binary: 1010
int z = x ^ y; // binary: 0110, or decimal 6
```

~ (bitwise not)

เครื่องหมาย ~ (bitwise not) หมายถึงการกลับบิตทั้งหมดเป็นค่าตรงกันข้าม เช่น

```
int a = 103; // binary: 000000001100111
int b = ~a; // binary: 111111110011000 = -104
```

<< (bitshift left)

เครื่องหมาย<< (bitshift left) หมายถึงการเลื่อนบิตมาทางซ้าย เช่น

```
int a = 5; // binary: 0000000000000101
int b = a << 3; // binary: 000000000101000, or 40 in decimal
int c = b >> 3; // binary: 000000000000101, or back to 5 like we started with
```

>> (bitshift right)

เครื่องหมาย>> (bitshift right) หมายถึงการเลื่อนบิตมาทางขวา เช่น

```
int a = 5; // binary: 0000000000000101
int b = a << 3; // binary: 000000000101000, or 40 in decimal
int c = b >> 3; // binary: 000000000000101, or back to 5 like we started with
```

2.2.1.8 Compound Operators**++ (increment)**

เครื่องหมาย++ (increment) หมายถึงการเพิ่มค่าหนึ่งค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
y = ++x; // x now contains 3, y contains 3
```

-- (decrement)

เครื่องหมาย-- (decrement) หมายถึงการลดค่าหนึ่งค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
y = x--; // x contains 2 again, y still contains 3
```

+= (compound addition)

เครื่องหมาย+= (compound addition) หมายถึงการบวกค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
x += 4; // x now contains 6
```

-= (compound subtraction)

เครื่องหมาย-= (compound subtraction) หมายถึงการลบค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
x -= 3; // x now contains 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***= (compound multiplication)**

เครื่องหมาย*= (compound multiplication) หมายถึงการคูณค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
```

```
x *= 10; // x now contains 30
```

/= (compound division)

เครื่องหมาย/= (compound division) หมายถึงการหารค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
x = 2;
```

```
x /= 2; // x now contains 15
```

&= (compound bitwise and)

เครื่องหมาย&= (compound bitwise and) หมายถึงการ and ค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
myByte = 10101010;
```

```
myByte&= B1111100 == B10101000;
```

|= (compound bitwise or)

เครื่องหมาย |= (compound bitwise or) หมายถึงการ or ค่าให้กับตัวแปร เช่น

```
myByte = B10101010;
```

```
myByte |= B00000011 == B10101011;
```

2.2.1.9 Variables**Constants**

เป็นค่าคงที่ตัวแปรที่กำหนดไว้ล่วงหน้าคือตัวอักขระที่นำมาประกอบกันตั้งแต่ 1 ตัว อักขระขึ้นไป เพื่อบอกลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของข้อมูล

```
INPUT | OUTPUT | INPUT_PULLUP
```

ค่าคงที่เหล่านี้แสดงถึงระดับลอจิกที่ขาไอซีว่าเป็น HIGH หรือ LOW และใช้เมื่อมีการอ่านหรือเขียนไปที่ขาไอซี HIGH จะแทนระดับลอจิก 1, ON, หรือ 5 volts ในขณะที่ LOW คือระดับลอจิก 0, OFF, หรือ 0 volts เช่น

```
digitalWrite(13, HIGH)
```

```
true | false
```

ค่าเหล่านี้เป็นค่าคงที่ Boolean ซึ่งบอกสถานะระดับลอจิก FALSE หมายถึง 0 (ศูนย์) ในขณะที่ TRUE จะหมายถึง 1, หรืออะไรก็ได้ที่ไม่ใช่ ศูนย์ ดังนั้นในทางลอจิกแล้ว -1, 2, -200 จะหมายถึง TRUE เช่น

```
if (b == TRUE);
```

```
{
```

```
doSomething;
```

```
}
```

Integer constants

เป็นตัวแปรพื้นฐานที่เก็บตัวเลขโดยไม่มีจุดทศนิยม และเก็บค่า 16 bit มีค่าระหว่าง

32,767 ถึง -32,768 เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
intledPin = 13;
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Floating point constants

เป็นตัวแปรพื้นฐานที่เก็บตัวเลขโดยไม่มีจุดทศนิยม และเก็บค่า 16 bit มีค่าระหว่าง

32,767 ถึง -32,768 เช่น

```
floatmyfloat;
```

```
floatsensorCalbrate = 1.117;
```

Data Types

Void

เป็นตัวแปรประเภทหนึ่ง ไม่มีขนาด เช่น

```
void setup()
```

```
{
  // ...
}
```

```
void loop()
```

```
{
  // ...
}
```

Boolean

เป็นค่าคงที่มีสองค่า คือ true และ false เช่น

```
intLEDpin = 5; // LED on pin 5
```

```
intswitchPin = 13; // momentary switch on 13, other side connected to ground
```

```
boolean running = false;
```

```
void setup()
```

```
{
  pinMode(LEDpin, OUTPUT);
  pinMode(switchPin, INPUT);
  digitalWrite(switchPin, HIGH); // turn on pullup resistor
}
```

```
void loop()
```

```
{
  if (digitalRead(switchPin) == LOW)
  { // switch is pressed - pullup keeps pin high normally
    delay(100); // delay to debounce switch
    running = !running; // toggle running variable
    digitalWrite(LEDpin, running) // indicate via LED
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Char

ข้อมูลชนิดอักขระ ใช้เนื้อที่ 1 byte เช่น

```
charmyChar = 'A';
```

```
charmyChar = 65;
```

Unsigned char

ข้อมูลชนิดอักขระ ไม่คิดเครื่องหมาย เช่น

```
unsigned char myChar = 240;
```

Byte

ตัวแปร byte เก็บตัวเลข 8 bit ไม่มีทศนิยม มีค่า 0 – 255 เช่น

```
byte b = B10010; // "B" is the binary formatter (B10010 = 18 decimal)
```

Int

เป็นตัวแปรพื้นฐานที่เก็บตัวเลขโดยไม่มีจุดทศนิยม และเก็บค่า 16 bit มีค่าระหว่าง 32,767 ถึง -32,768 เช่น

```
IntledPin = 13;
```

UnsignedInt

ข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม ไม่คิดเครื่องหมาย เช่น

```
unsignedintledPin = 13;
```

Word

ค่าเก็บ 16 บิต เก็บค่าตั้งแต่ 0-65535 เช่นเดียวกับ int เช่น

```
word w = 10000;
```

Long

เป็นตัวแปรจำนวนเต็มแบบขยายโดยไม่มีจุดทศนิยม เก็บค่าแบบ 32 bit มีค่าระหว่าง 2,147,483,647 ถึง -2,147,483,648 เช่น

```
ongspeedOfLight = 186000L; // see Integer Constants for explanation of the 'L'
```

Unsigned long

ข้อมูลชนิดจำนวนเต็มแบบยาว ไม่คิดเครื่องหมาย เช่น

```
unsigned long time;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
Serial.print("Time: ");
```

```
time = millis();
```

```
//prints time since program started
```

```
Serial.println(time);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// wait a second so as not to send massive amounts of data
delay(1000);
}
```

Short

ข้อมูลชนิดจำนวนเต็มแบบสั้น ใช้เนื้อที่ 1 byte เช่น

```
shortledPin = 13;
```

Float

ตัวแปรชนิด floating-point หรือตัวแปรที่มีจุดทศนิยม ตัวแปรนี้มีค่ามากกว่าค่าของตัวแปรจำนวนเต็ม โดยใช้เนื้อที่เก็บ 32 bit เช่น

```
floatmyfloat;
```

```
floatsensorCalbrate = 1.117;
```

Double

ข้อมูลชนิดเลขทศนิยม ใช้เนื้อที่ 8 byte

String - char array

จะมีการเก็บข้อมูลอยู่ 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นข้อมูลตัวอักษรโดยเก็บเรียงกันไป และส่วนที่ 2 จะเก็บจุดสิ้นสุดของสตริง เช่น

```
char Str1[15];
```

```
char Str2[8] = {'a', 'r', 'd', 'u', 'i', 'n', 'o'};
```

```
char Str3[8] = {'a', 'r', 'd', 'u', 'i', 'n', 'o', '\0'};
```

```
char Str4[] = "arduino";
```

```
char Str5[8] = "arduino";
```

```
char Str6[15] = "arduino";
```

String - object

การเก็บข้อมูลของสตริงบนหน่วยความจำ

Array

ตัวแปร arrays หรือตัวแปรหลายมิติเป็นตัวแปรที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยค่าตัวชี้หรือ index ค่าตัวแปรใน array อาจเรียกใช้โดยระบุชื่อ array และระบุตัวชี้ index number ตัวแปร array จะมี index เริ่มต้นจาก 0 ตัวแปร array จะต้องตั้งค่า ก่อนจะนำไปใช้งาน และอาจกำหนดค่าเริ่มต้นหรือไม่ก็ได้ เช่น

```
intmyInts[6];
```

```
intmyPins[] = {2, 4, 8, 3, 6};
```

```
intmySensVals[6] = {2, 4, -8, 3, 2};
```

```
char message[6] = "hello";
```

2.2.1.10 Conversion การแปลงค่า

Char() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น char

Byte() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น byte

Int() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น int

Word() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Long() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น long

Float() แปลงค่าข้อมูลให้เป็น float

2.2.1.11 Variable Scope & Qualifiers

Variable scope

ตัวแปรสามารถตั้งค่าตอนเริ่มต้นโปรแกรมก่อน void setup(), หรือตั้งค่าตัวแปรภายในฟังก์ชัน, และบางครั้งก็ตั้งค่าตัวแปรภายในกลุ่มคำสั่ง for loop ซึ่งการตั้งค่าตัวแปรในแบบต่างๆ มีผลถึงขอบเขตการใช้ตัวแปร, หรืออีกนัยหนึ่งการที่โปรแกรมจะสามารถใช้ตัวแปรนั้น ตัวแปรแบบ global เป็นตัวแปรที่โปรแกรมมองเห็นและใช้งานได้จากทุกฟังก์ชันและทุกกลุ่มคำสั่งในโปรแกรม ตัวแปรนี้จะตั้งค่าที่ตอนเริ่มต้นโปรแกรม, ก่อน setup() function ตัวแปรแบบ local เป็นตัวแปรที่ตั้งค่าภายในฟังก์ชันหรือภายในกลุ่มคำสั่ง for loop ตัวแปรนี้จะมองเห็นและใช้งานได้เฉพาะภายในฟังก์ชันที่มันตั้งค่า ชื่อตัวแปรแบบนี้อาจมีชื่อซ้ำกันในแต่ละฟังก์ชัน แต่ในการทำงานฟังก์ชันแต่ละตัวจะใช้ตัวแปรตัวนั้นเฉพาะที่ตั้งค่าภายในตัวมันเท่านั้น เช่น

```
intgPWMval; // any function will see this variable
```

```
void setup()
```

```
{
  // ...
}
```

```
void loop()
```

```
{
  inti; // "i" is only "visible" inside of "loop"
  float f; // "f" is only "visible" inside of "loop"
  // ...
}
```

```
for (int j = 0; j < 100; j++){
  // variable j can only be accessed inside the for-loop brackets
}
```

```
}
```

Static

คำหลักแบบคงที่ใช้ในการสร้างตัวแปร ได้เพียงหนึ่งฟังก์ชัน เช่น

```
/* RandomWalk
```

```
* Paul Badger 2007
```

```
* RandomWalk wanders up and down randomly between two
```

```
* endpoints. The maximum move in one loop is governed by
```

```
* the parameter "stepsize".
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
* A static variable is moved up and down a random amount.
```

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* This technique is also known as "pink noise" and "drunken walk".

*/

```
#define randomWalkLowRange -20
```

```
#define randomWalkHighRange 20
```

```
int stepsize;
```

```
int thisTime;
```

```
int total;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{  // tetstrandomWalk function
```

```
  stepsize = 5;
```

```
  thisTime = randomWalk(stepsize);
```

```
  Serial.println(thisTime);
```

```
  delay(10);
```

```
}
```

```
int randomWalk(int moveSize){
```

```
  static int place;  // variable to store value in random walk - declared static so that it stores
```

```
  // values in between function calls, but no other functions can change its value
```

```
  place = place + (random(-moveSize, moveSize + 1));
```

```
  if (place < randomWalkLowRange){  // check lower and upper limits
```

```
    place = place + (randomWalkLowRange - place);  // reflect number back in positive direction
```

```
  }
```

```
  else if (place > randomWalkHighRange){
```

```
    place = place - (place - randomWalkHighRange);  // reflect number back in negative direction
```

```
  }
```

```
  return place;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

volatile

volatile เอาไว้บอกคอมไพเลอร์ว่าตัวแปรที่ถูกประกาศมีโอกาสที่จะถูกเปลี่ยนค่าได้

เช่น

```
// toggles LED when interrupt pin changes state
```

```
int pin = 13;
volatile int state = LOW;
void setup()
{
  pinMode(pin, OUTPUT);
  attachInterrupt(0, blink, CHANGE);
}
```

```
void loop()
{
  digitalWrite(pin, state);
}
```

```
void blink()
{
  state = !state;
}
```

Const

คำหลัก const ย่อมาจากค่าคงที่ มันเป็นตัวแปรที่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของตัวแปรที่ทำให้ตัวแปร "อ่านอย่างเดียว" เช่น

```
const float pi = 3.14;
```

```
float x;
```

```
// ....
```

```
x = pi * 2; // it's fine to use const's in math
```

```
pi = 7; // illegal - you can't write to (modify) a constant
```

Utilities

sizeof() นับจำนวน element ใน array เช่น

```
char myStr[] = "this is a test";
```

```
int i;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void setup(){
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  for (i = 0; i < sizeof(myStr) - 1; i++){
    Serial.print(i, DEC);
    Serial.print(" = ");
    Serial.write(myStr[i]);
    Serial.println();
  }
  delay(5000); // slow down the program
}

```

2.2.1.12 Functions

Digital I/O

- Pin Mode ()

Pin Mode ใช้ในกลุ่ม void setup() เพื่อกำหนดหน้าที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เป็น ขารับสัญญาณ INPUT หรือขาส่งสัญญาณ OUTPUT เช่น

```

int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

```

```

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000); // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // sets the LED off
  delay(1000); // waits for a second
}

```

- Digital Write ()

Digital Write คือส่งค่าลอจิก HIGH หรือ LOW (เปิด หรือ ปิด) ไปยังขา digital ที่กำหนดหมายเลขขาไอซีอาจกำหนดเป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ (0-13) เช่น

```

int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
void setup()

```

```

{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
void loop()
{
digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
delay(1000);                // waits for a second
digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
delay(1000);                // waits for a second
}

```

- Digital Read ()

Digital Read คำสั่งนี้อ่านค่าจากขาไอซีที่ถูกกำหนดให้เป็น digital pin ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็น HIGH หรือ LOW หมายเลขขาไอซีจากกำหนดเป็นตัวแปรหรือค่าคงที่ (0-13) เช่น

```

int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
int inPin = 7;  // pushbutton connected to digital pin 7
int val = 0;    // variable to store the read value

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin 13 as output
  pinMode(inPin, INPUT);   // sets the digital pin 7 as input
}
void loop()
{
  val = digitalRead(inPin); // read the input pin
  digitalWrite(ledPin, val); // sets the LED to the button's value
}

```

Analog I/O

- Analog Reference ()

คำสั่งนี้ควรจะใช้ในการตั้งแรงดันอ้างอิงซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอนาล็อก ตัวเลือกที่เป็นไปได้หลังจากที่แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงอนาล็อกที่มีการเปลี่ยนแปลงก็อาจจะตีว่าผลแรกจากอนาล็อกอ่าน () จะไม่ถูกต้อง

- Analog Read ()

คำสั่งนี้อ่านค่าจากขา Analog จะได้ค่า 10 bit คำสั่งนี้จะทำงานกับขา analog input (0-5) เท่านั้น และได้ผลลัพธ์เป็นเลขจำนวนเต็มค่า 0-1023 เช่น

```

int analogPin = 3; // potentiometer wiper (middle terminal) connected to analog pin 3
// outside leads to ground and +5V
int val = 0; // variable to store the value read

```

```

void setup()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 {
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.begin(9600); // setup serial
}
void loop()
{
val = analogRead(analogPin); // read the input pin
Serial.println(val); // debug value
}

```

- AnalogWrite() - PWM

เป็นคำสั่งเขียนค่า analog เทียบโดยใช้ hardware enabled pulse width modulation (PWM) ไปยังขา output ที่สามารถทำ PWM ได้ใน Arduino รุ่นใหม่ที่ใช้ชิพ Atmega168 คำสั่งนี้จะทำงานกับขา 3, 5, 6, 9, 10, และ 11 ส่วน Arduino รุ่นเก่าที่ใช้ Atmega8 จะรองรับเพียงขา 9, 10 และ 11 ค่าที่เขียนสามารถใช้เป็นตัวแปรหรือค่าคงที่จาก 0-255 เช่น

```

int ledPin = 9; // LED connected to digital pin 9
int analogPin = 3; // potentiometer connected to analog pin 3
int val = 0; // variable to store the read value
void setup()
{
pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the pin as output
}
void loop()
{
val = analogRead(analogPin); // read the input pin

analogWrite(ledPin, val / 4); // analogRead values go from 0 to 1023, analogWrite
values from 0 to 255
}

```

- AnalogReadResolution()

Analog Read Resolution () เป็นส่วนขยายของ API อนาคตสำหรับ Arduino เนื่องจากขีดขนาด (ในบิต) ของค่าที่ส่งกลับโดย Analog Read Resolution () มันเริ่มต้นเป็น 10 บิต (ค่าตอบแทนระหว่าง 0-1023) สำหรับความเข้ากันได้ย้อนหลังกับตามแผง AVR เช่น

```

void setup() {
// open a serial connection
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
// read the input on A0 at default resolution (10 bits)

```

```

// and send it out the serial connection

```

```

analogReadResolution(10);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("ADC 10-bit (default) : ");
Serial.print(analogRead(A0));

// change the resolution to 12 bits and read A0
analogReadResolution(12);
Serial.print(", 12-bit : ");
Serial.print(analogRead(A0));

// change the resolution to 16 bits and read A0
analogReadResolution(16);
Serial.print(", 16-bit : ");
Serial.print(analogRead(A0));

// change the resolution to 8 bits and read A0
analogReadResolution(8);
Serial.print(", 8-bit : ");
Serial.println(analogRead(A0));

// a little delay to not hog serial monitor
delay(100);
}

```

- AnalogWriteResolution()

Analog Write Resolution () เป็นส่วนขยายของ API อนุาล็อกสำหรับ Arduino เนื่องจาก Analog Write Resolution () กำหนดความละเอียดของการ Analog Write Resolution () ฟังก์ชัน มันเริ่มต้นเป็น 8 บิต (ค่าระหว่าง 0-255) สำหรับความเข้ากันได้ย้อนหลังกับตามแผง AVR เช่น

```

void setup(){
  // open a serial connection
  Serial.begin(9600);
  // make our digital pin an output
  pinMode(11, OUTPUT);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop(){
  // read the input on A0 and map it to a PWM pin
  // with an attached LED

```

```
int sensorVal = analogRead(A0);
```

```
Serial.print("Analog Read) : ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print(sensorVal);

// the default PWM resolution
analogWriteResolution(8);
analogWrite(11, map(sensorVal, 0, 1023, 0, 255));
Serial.print(" , 8-bit PWM value : ");
Serial.print(map(sensorVal, 0, 1023, 0, 255));

// change the PWM resolution to 12 bits
// the full 12 bit resolution is only supported
// on the Due
analogWriteResolution(12);
analogWrite(12, map(sensorVal, 0, 1023, 0, 4095));
Serial.print(" , 12-bit PWM value : ");
Serial.print(map(sensorVal, 0, 1023, 0, 4095));

// change the PWM resolution to 4 bits
analogWriteResolution(4);
analogWrite(13, map(sensorVal, 0, 1023, 0, 127));
Serial.print(" , 4-bit PWM value : ");
Serial.println(map(sensorVal, 0, 1023, 0, 127));
delay(5);
}

```

Advanced I/O

- Tone ()

Tone คือการ สร้างคลื่นสี่เหลี่ยมความถี่ที่ระบุ (50% และเอฟเอ็ม) ในขา ระยะเวลาที่สามารถระบุมิฉะนั้นคลื่นจะไม่หยุดจนกว่าจะได้รับการเรียกร้องให้ NOTONE () ฟินสามารถเชื่อมต่อกับออก Piezo หรือสถานที่ตั้งลำโพง

มันสามารถเสมอถูกสร้างขึ้นพร้อมกันหนึ่งเสียง ถ้าเสียงที่มีอยู่แล้วเล่นบนขาที่แตกต่างกันเสียงโทร () ไม่มีผล ถ้าเสียงที่เล่นบนขาเดียวกันจะมีการกำหนดความถี่ของการโทร

- No Tone()

No Tone คือ หยุดการสร้างคลื่นสี่เหลี่ยมที่เกิดจาก Tone () มีผลถ้าไม่มีเสียงจะถูกสร้างขึ้นไม่มี

- Shift Out()

Shift Out ของข้อมูลหนึ่งบิต เริ่มต้นจากสิ่งที่สำคัญที่สุด (เช่นซ้ายสุด) ที่สำคัญน้อยที่สุด (ขวาสุด IE) บิต บิตในการเปิดแต่ละครั้งจะถูกเขียนด้วยขาข้อมูลหลังจากที่เข็มนาฬิกาชีพจร (สูงต่ำแล้ว) คือ การแสดงให้เห็นว่าเราสามารถใช้ได้ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

//*****

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// Name   : shiftOutCode, Hello World           //
// Author : CarlynMaw,TomIgoe                   //
// Date   : 25 Oct, 2006                         //
// Version : 1.0                                 //
// Notes  : Code for using a 74HC595 Shift Register //
//         : to count from 0 to 255             //
//*****
//Pin connected to ST_CP of 74HC595
int latchPin = 8;
//Pin connected to SH_CP of 74HC595
int clockPin = 12;
////Pin connected to DS of 74HC595
int dataPin = 11;
void setup() {
  //set pins to output because they are addressed in the main loop
  pinMode(latchPin, OUTPUT);
  pinMode(clockPin, OUTPUT);
  pinMode(dataPin, OUTPUT);
}
void loop() {
  //count up routine
  for (int j = 0; j < 256; j++) {
    //ground latchPin and hold low for as long as you are transmitting
    digitalWrite(latchPin, LOW);
    shiftOut(dataPin, clockPin, LSBFIRST, j);
    //return the latch pin high to signal chip that it
    //no longer needs to listen for information
    digitalWrite(latchPin, HIGH);
    delay(1000);
  }
}

```

- ShiftIn()

Shift In () ของข้อมูลหนึ่งบิต เริ่มต้นจากสิ่งที่สำคัญที่สุด (เช่นซ้ายสุด) ที่สำคัญน้อยที่สุด (ขวาสุด IE) บิต สำหรับบิตของขานาฬิกาแต่ละคนจะตั้งค่าให้สูงอ่านบิตต่อไปจากสายข้อมูล และเชื่อมนาฬิกาให้ต่ำลงอีกครั้ง

- Pulse In ()

Pulse In (สูงหรือต่ำ) เมื่อขาออก ตัวอย่างเช่นถ้าค่าสูงรอ Pulse In จนกระทั่งขาไป HIGH, เวลาเริ่มต้นแล้วรอจนขาอยู่ในระดับต่ำและเวลาที่หยุด ถูกส่งกลับไปตามความยาวของ Pulse ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In ใน microseconds หลังจากเวลาที่แน่นอน, 0 ถูกส่งกลับถ้าไม่มี Pulse In มานานับเวลาฟังก์ชันนี้ได้รับการพิจารณาตามประสบการณ์และจะแสดงข้อผิดพลาดในอีกพอร์ตอื่นต่อไป ทำงานร่วมกับพอร์ตไมโครระหว่าง 10 วินาทีและ 3 นาที เช่น

```
int pin = 7;
unsigned long duration;
void setup()
{
  pinMode(pin, INPUT);
}
void loop()
{
  duration = pulseIn(pin, HIGH);
}
```

Time

- Millis ()

คำสั่งนี้จะได้ผลลัพธ์ค่าเวลาเป็นมิลลิวินาทีแสดงค่าที่ Arduino board 1 เริ่มต้นทำโปรแกรมปัจจุบัน ค่าที่ได้เป็นค่า unsigned long ขนาด 32 bit เช่น

```
unsigned long time;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  Serial.print("Time: ");
  time = millis();
  //prints time since program started

  Serial.println(time);
  // wait a second so as not to send massive amounts of data
  delay(1000);
}
```

- Micros ()

ส่งกลับจำนวนของ microseconds ที่ได้ผ่านไบนับตั้งแต่บอร์ด Arduino ทำงานปัจจุบันโปรแกรมจำนวน microseconds ตั้งแต่โปรแกรมเริ่มต้น เช่น

```
unsigned long time;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
void loop(){
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("Time: ");
time = micros();
  //prints time since program started
Serial.println(time);
  // wait a second so as not to send massive amounts of data
delay(1000);
}

```

Delay ()

หยุดการทำงานโปรแกรมสำหรับจำนวนของเวลา (ใน milliseconds) ระบุเป็นพารามิเตอร์ (มี 1,000 มิลลิวินาทีในที่สองเป็น.) Milliseconds = จำนวนมิลลิวินาทีในการหยุดการทำงานชั่วคราว

เช่น

```

int ledPin = 13;           // LED connected to digital pin 13
void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);                // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
  delay(1000);                // waits for a second
}

```

- Delay Microseconds ()

จำนวน microseconds เพื่อหยุดโปรแกรมจำนวนของเวลา (ใน microseconds) ระบุเป็นพารามิเตอร์ มีพัน microseconds ในมิลลิวินาที เช่น

```

int outPin = 8;           // digital pin 8
void setup()
{
  pinMode(outPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}
void loop()
{
  digitalWrite(outPin, HIGH); // sets the pin on
  delayMicroseconds(50);      // pauses for 50 microseconds
  digitalWrite(outPin, LOW);  // sets the pin off
  delayMicroseconds(50);      // pauses for 50 microseconds
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

}

Math**- Min ()**

คำสั่งนี้คำนวณหาค่าที่น้อยกว่าของค่าที่ให้มาในวงเล็บและคืนค่าที่น้อยกว่า เช่น

```
sensVal = min(sensVal, 100); // assigns sensVal to the smaller of sensVal or 100
// ensuring that it never gets above 100.
```

- Max ()

คำสั่งนี้คำนวณหาค่าที่มากกว่าของค่าที่ให้มาในวงเล็บและคืนค่าที่มากกว่า เช่น

```
sensVal = max(sensVal, 20); // assigns sensVal to the larger of sensVal or 20
// (effectively ensuring that it is at least 20)
```

- Abs ()

คำนวณค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเนื่องจากวิธีการ abs () ฟังก์ชันจะดำเนินการหลีกเลี่ยงการใช้ฟังก์ชันอื่นๆ ภายในวงเล็บอาจนำไปสู่ผลลัพธ์ที่ไม่ถูกต้อง เช่น

- Constrain ()

Constrain คือการจำกัดจำนวน Constrain จะจำกัดประเภทข้อมูลทั้งหมดทั้งปลายบนและปลายล่างของช่วงประเภทข้อมูล เช่น

```
sensVal = constrain(sensVal, 10, 150); // limits range of sensor values to between 10
and 150
```

- Map()

แผนที่จำนวนจากช่วงหนึ่งไปยังอีก นั่นคือค่าของ from Low จะได้รับการ map ไป to Low ค่าของจากสูงไป to High ค่าในระหว่างกับค่าในระหว่าง ฯลฯ เช่น

```
/* Map an analog value to 8 bits (0 to 255) */
```

```
void setup() {}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
  int val = analogRead(0);
```

```
  val = map(val, 0, 1023, 0, 255);
```

```
  analogWrite(9, val);
```

```
}
```

- Pow ()

คำนวณค่าของจำนวนที่ยกกำลัง Pow () สามารถใช้เพื่อเพิ่มจำนวนการใช้พลังงานที่เป็นเศษส่วนนี้จะ เป็นประโยชน์สำหรับการสร้างแผนที่การชี้แจงของค่าหรือเส้นโค้ง

- Sort ()

คำนวณค่ารากที่สองของจำนวน

Trigonometry**- Sin ()**

คำนวณค่า sin ของมุม (เรเดียน) ผลที่ได้จะอยู่ระหว่าง -1 และ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cos ()

คำนวณค่า cos ของมุม (เรเดียน) ผลที่ได้จะอยู่ระหว่าง -1 และ 1

- Tan ()

คำนวณแทนเจนต์ของมุม (เรเดียน) ผลที่ได้จะอยู่ระหว่างอินฟินิตี้ลบและ

อินฟินิตี้

Random Number

- Random Seed ()

เป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ function random. Random() ที่จะใช้ในครั้งต่อไป โดยค่าที่ออกมาจะเป็นค่าเดิมเสมอ ซึ่ง function นี้ไม่มีการ return ค่าออกมา เช่น

```
longrandNumber;
```

```
void setup(){
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
randomSeed(analogRead(0));
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
randNumber = random(300);
```

```
Serial.println(randNumber);
```

```
delay(50);
```

```
}
```

- Random ()

ฟังก์ชันสุ่มตัวเลข เช่น

```
longrandNumber;
```

```
void setup(){
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
// if analog input pin 0 is unconnected, random analog
```

```
// noise will cause the call to randomSeed() to generate
```

```
// different seed numbers each time the sketch runs.
```

```
// randomSeed() will then shuffle the random function.
```

```
randomSeed(analogRead(0));
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
// print a random number from 0 to 299
```

```
randNumber = random(300);
```

```
Serial.println(randNumber);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// print a random number from 10 to 19
randNumber = random(10, 20);
Serial.println(randNumber);
delay(50);
}
```

Bits and Bytes

- Low Byte ()

แยกตัวแปรที่เป็น byte ที่ต่ำสุดออก

- High Byte ()

แยกตัวแปรที่เป็น byte ที่สูงสุดหรือมีขนาดใหญ่ออก

- Bit Read ()

อ่านบิตของจำนวน

- Bit Write ()

เขียนบิตของตัวแปรที่เป็น "0", "1"

- Bit Set ()

เซตค่าบิตของตัวแปรที่เป็น "1"

- Bit Clear ()

Clear บิตของตัวแปรที่เป็น "0"

- Bit ()

คำนวณค่าของบิตที่ระบุ

External Interrupts การขัดจังหวะจากภายนอก

- Attach Interrupt ()

การกำหนดฟังก์ชันให้เกิดการขัดจังหวะที่ภายนอก เช่น

```
int pin = 13;
volatile int state = LOW;

void setup()
{
  pinMode(pin, OUTPUT);
  attachInterrupt(0, blink, CHANGE);
}

void loop()
{
  digitalWrite(pin, state);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 void blink()
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  state = !state;
}
```

- Detach Interrupt ()

ปิดการกำหนดการขัดจังหวะ

2.2.1.13 Interrupts การขัดจังหวะจากภายใน

- Interrupts ()

การขัดจังหวะ เช่น

```
void setup() {}
void loop()
{
  noInterrupts();
  // critical, time-sensitive code here
  interrupts();
  // other code here
}
```

- No Interrupts ()

ปิดการใช้งานการขัดจังหวะ

เช่น

```
void setup() {}

void loop()
{
  noInterrupts();
  // critical, time-sensitive code here
  interrupts();
  // other code here
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.14 Communication การสื่อสารข้อมูล

- Serial

ใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างบอร์ด Arduino และคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ ทั้งหมด

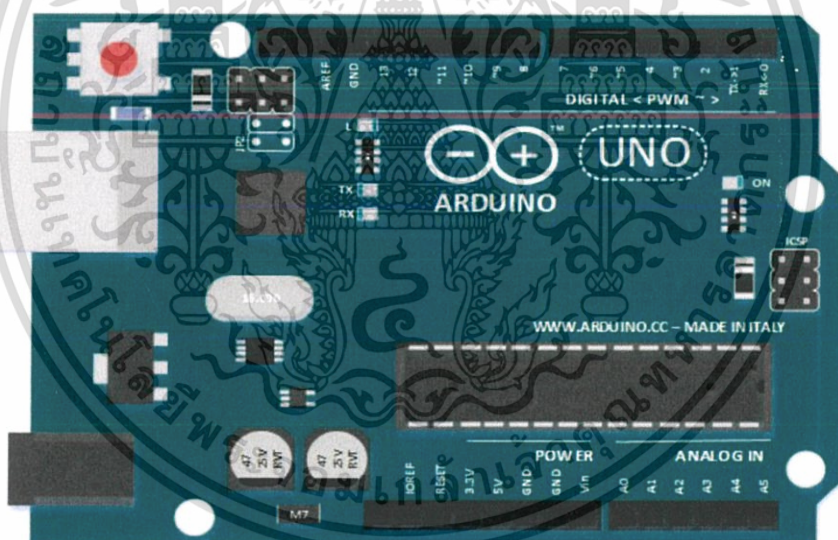
- Stream

Stream เป็นพื้นฐานสำหรับลักษณะตามไบนารี [4]

2.2.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 ดังรูปที่ 2.2 มีขนาด ประมาณ 68.6 x 53.4 mm. เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2, R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซี เป็นแบบ SMD

Arduino Uno R3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง และส่วนใหญ่โปรเจกต์ และ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP [3]



รูปที่ 2.2 Arduino Uno R3

2.3 MPEG Audio Layer 3 (MP3)

เป็นวิธีการเข้ารหัสสัญญาณเสียงดิจิทัลที่เป็นที่นิยมแบบหนึ่ง ใช้วิธีการบีบอัดข้อมูลแบบมีการสูญเสียข้อมูลบางส่วนหรือ lossy ออกแบบมา เพื่อใช้ลดปริมาณข้อมูลเสียงให้เหลือเพียงเล็กน้อย แต่ข้อมูลที่ลดลงมานี้ก็ยังให้คุณภาพเสียงที่ดีใกล้เคียงกับสัญญาณเสียงต้นฉบับโดยทดสอบกับผู้ฟังส่วนใหญ่ ในการใช้งานส่วนใหญ่คำว่า MP3 จะเป็นกล่าวอ้างถึงแฟ้มที่ใช้เก็บเสียงหรือดนตรีในรูปแบบ MP3 บนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องเล่น MP3 [5]

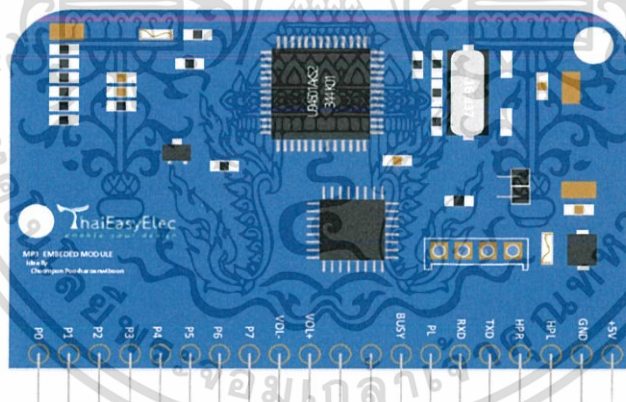
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ThaiEasyElec MP3 Embedded Module ดังรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4

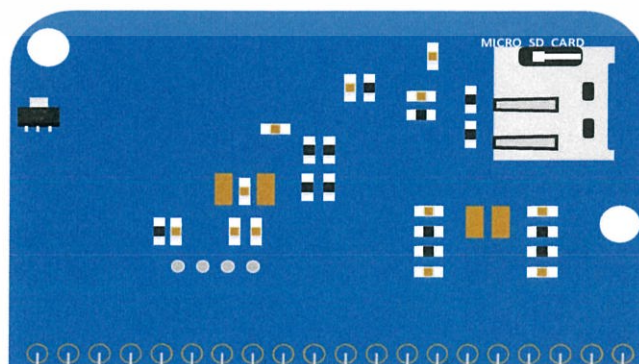
เป็นโมดูลที่ออกแบบมาสำหรับเล่นไฟล์เสียงเพลงนามสกุล .MP3 ง่ายต่อการใช้งาน ราคาถูก โดยใช้ IC decode เบอร์ BU94502AKS2 ซึ่งให้เสียงคุณภาพดี รองรับอัตราการ Sample Rates ตั้งแต่ 8kHz ถึง 48kHz. สามารถควบคุมการใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือโหมด Parallel และ Serial ผู้ใช้งานสามารถใช้ MCU เบอร์ต่างๆ เพื่อมาควบคุมได้ง่าย โดยมีชุดคำสั่งต่างๆ ในการเล่นไฟล์เพลง เช่น คำสั่งเล่นเพลง, คำสั่งปรับเปลี่ยนระดับความดังของเสียงเพลง, คำสั่งเปลี่ยนแปลงโพลเดอร์ที่ต้องการจะเล่นไฟล์เสียงเพลง เป็นต้น ไฟล์เสียงเพลงจะจัดเก็บอยู่ใน micro SD Card และรองรับขนาดความจุของ micro SD Card ได้สูงสุดถึง 32GByte สามารถนำไปประยุกต์ในการใช้งานต่างๆ ได้ง่าย เช่น เสียงเรียกลำดับคิว, เสียงตอบรับอัตโนมัติ, เสียงบอกสถานี เป็นต้น

2.3.1.1 ความสามารถของบอร์ด MP3 Embedded Module

- รองรับการเล่นไฟล์นามสกุล .MP3 แบบ Stereo
- สามารถควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 รูปแบบ Serial และ Parallel
- รองรับระบบไฟล์ FAT32 และ FAT16
- รองรับ micro SD Card SDHC(สูงสุด 32 GB).
- รองรับ Sample-rates of 8 kHz - 48 kHz.
- ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 5 VDC
- Connector ขนาด 2.54 mm 20 ขา
- บอร์ดมีขนาด 35 x 51 mm.



รูปที่ 2.3 MP3 Embedded Module (ด้านหน้า)



รูปที่ 2.4 MP3 Embedded Module (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง

รูปที่ 2.4 MP3 Embedded Module (ด้านหลัง) เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ตารางแสดงส่วนประกอบของบอร์ด MP3 Embedded Module

เพื่ออธิบายหน้าที่ของขาแต่ละขาในบอร์ด MP3 Embedded Module ดังตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของบอร์ด MP3 Embedded Module

ขาที่	ชื่อ	หน้าที่
1-8	P0-P7	ขา Data Input
9	VOL-	ขา ลดระดับเสียง
10	VOL+	ขา เพิ่มระดับเสียง
11	RESERVE	ไม่ใช้
12	RESERVE	ไม่ใช้
13	BUSY	แสดงสถานะของโมดูล Active Low
14	PL	ขา Trigger Active Low
15	RXD	ขา RX พอร์ต Serial
16	TXD	ขา TX พอร์ต Serial
17	HPR	สัญญาณเสียงด้านขวา
18	HPL	สัญญาณเสียงด้านซ้าย
19	GND	กราวด์
20	+5V	ไฟ+5V

2.3.1.3 โหมดการทำงานของ MP3 Embedded Module

สามารถเลือกใช้โหมดการทำงานได้ 2 โหมดคือ

1. การใช้งานโหมด Serial ใช้ Jumper เชื่อมต่อ M0 ให้ต่อกับกราวด์

2. การใช้งานโหมด Parallel ตัวอย่างการใช้งานจะต่อร่วมกับบอร์ด Arduino UNO

R3 (EADN014) โดยใช้ขาสัญญาณควบคุมทั้งหมด 10 เส้น คือ ขา Data 8 bits, ขา PL และขา BUSY ซึ่งอาจจะต่อสวิตซ์ที่ขา -VOL, +VOL เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระดับเสียงโดยตรง [6]

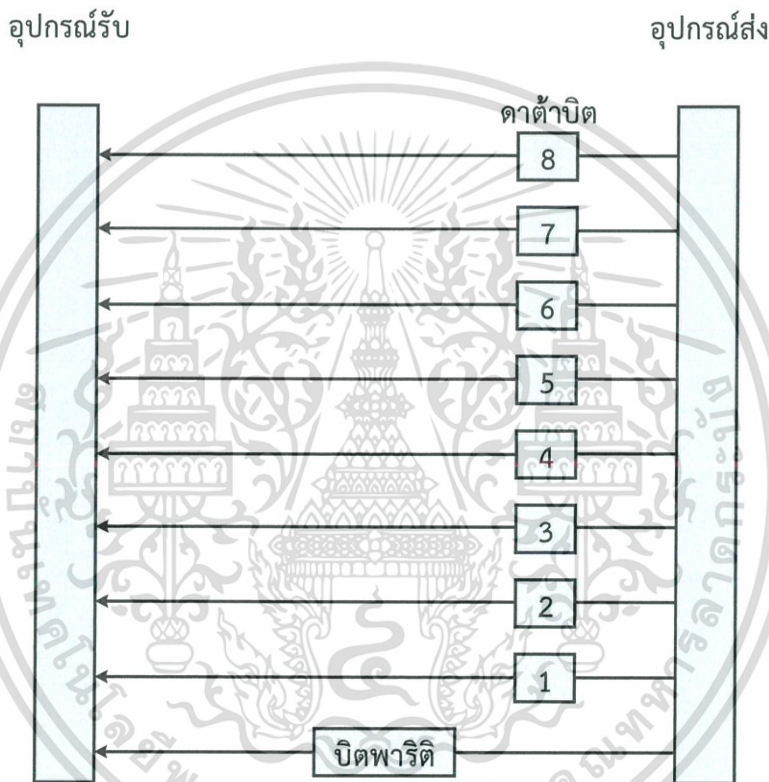
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 รูปแบบในการส่งข้อมูล (Transmission mode)

2.4.1 การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel transmission)

คือการส่งข้อมูลพร้อมกันทีละหลายๆ บิตในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา โดยการส่งจะรวมบิต 0 และ 1 หลายๆ บิตเข้าเป็นกลุ่มจำนวน n บิต ผู้ส่ง ส่งครั้งละ n บิต ผู้รับจะรับครั้งละ n บิตเช่นกัน ซึ่งจะคล้ายกับเวลาที่เราพูดคุยเราจะพูดเป็นคำๆ ไม่พูดทีละตัวอักษร

กลไกการส่งข้อมูลแบบขนานใช้หลักการง่ายๆ เมื่อส่งครั้งละ n บิต ต้องใช้สาย n เส้น แต่ละบิตมีสายของตนเอง ในการส่งแต่ละครั้งทุกเส้นต้องใช้สัญญาณนาฬิกาอันเดียวกัน ทำให้สามารถส่งออกไปยังอุปกรณ์อื่นพร้อมกันได้ ดังรูปที่ 2.5



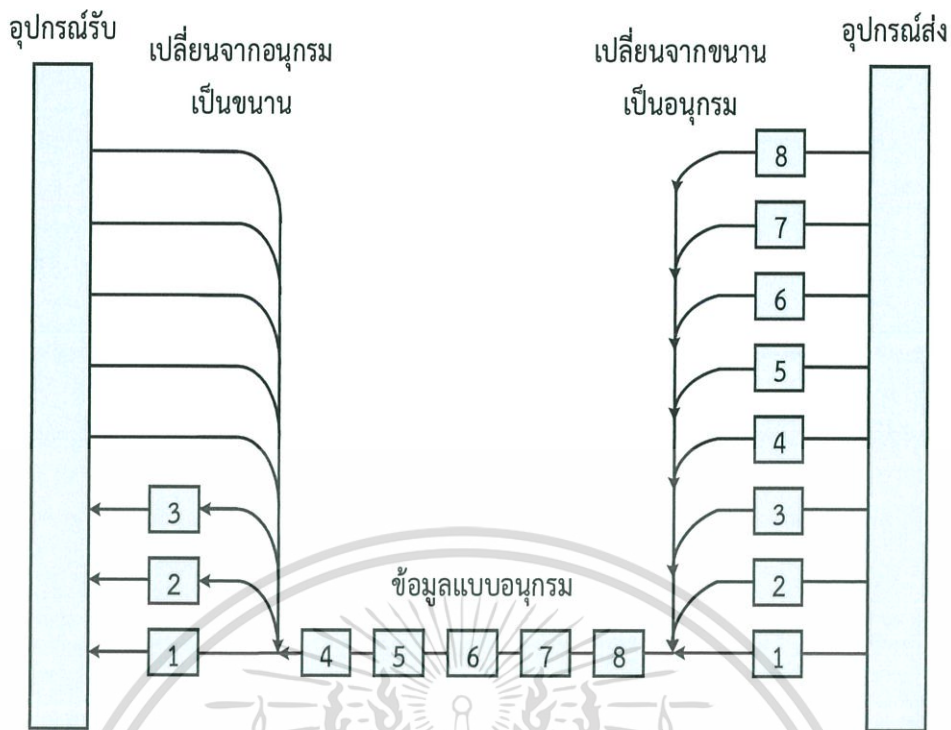
รูปที่ 2.5 การส่งข้อมูลแบบขนาน

จากรูปที่ 2.5 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน โดยให้ $n=8$ โดยทั่วไปแล้วปลายของสายทั้ง 2 ข้างจะถูกต่อด้วยคอนเน็กเตอร์ด้านละ 1 ตัว ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบขนานคือ ความเร็ว เพราะส่งข้อมูลได้ครั้งละ n บิต ดังนั้น ความเร็วจึงเป็น n เท่าของการส่งแบบอนุกรม แต่ข้อเสียที่สำคัญคือ ค่าใช้จ่าย ทั้งนี้เพราะต้องใช้สายจำนวน n เส้น

2.4.2 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial transmission)

จะใช้วิธีการส่งทีละ 1 บิตในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา ทำให้ดูเหมือนว่าบิตต่างๆ เรียงต่อเนื่องกันไป จากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอีกอุปกรณ์หนึ่ง ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

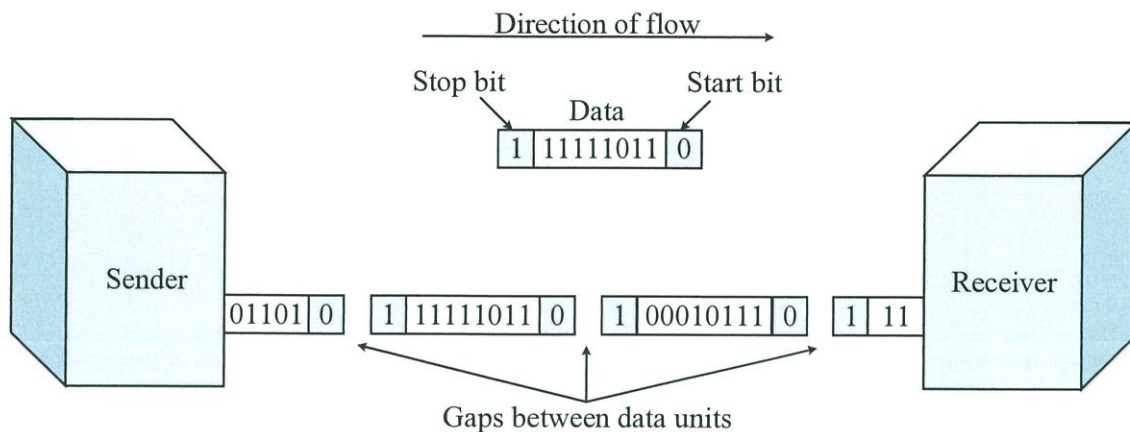
ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือการใช้ช่องทางการสื่อสารเพียง 1 ช่อง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายลง แต่ข้อเสียคือ ความเร็วของการส่งที่ต่ำ ตัวอย่างของการส่งข้อมูลแบบอนุกรม เช่น โมเด็ม จะใช้การส่งแบบอนุกรมเนื่องจากในสัญญาณโทรศัพท์ที่มีสายสัญญาณเส้นเดียว และอีกเส้นหนึ่งเป็นสายดิน

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม แบ่งได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1) การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (asynchronous transmission) ดังรูปที่ 2.7

เป็นการส่งข้อมูลที่ได้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน แต่ข้อมูลที่รับต้องถูกแปลตามรูปแบบที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้ โดยการเพิ่มบิตพิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้ก่อนหน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (start bit) โดยทั่วไปมักใช้บิต 0 และเพื่อให้ผู้รับทราบจุดสิ้นสุดของข้อมูลจึงต้องมีการเพิ่มบิตพิเศษอีกหนึ่งบิต เรียกว่าบิตจบ (stop bit) มักใช้บิต 1 นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่างกลุ่ม โดยช่องว่างระหว่างไบต์อาจใช้วิธีปล่อยให้ช่องสัญญาณว่าง หรืออาจใช้กลุ่มของบิตพิเศษที่มีบิตจบก็ได้ รูปต่อไปนี้แสดงการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ให้บิตเริ่มเป็นบิต 0 บิตจบเป็นบิต 1 และให้ช่องว่างแทนไม่มีการส่งข้อมูล (สายว่าง)

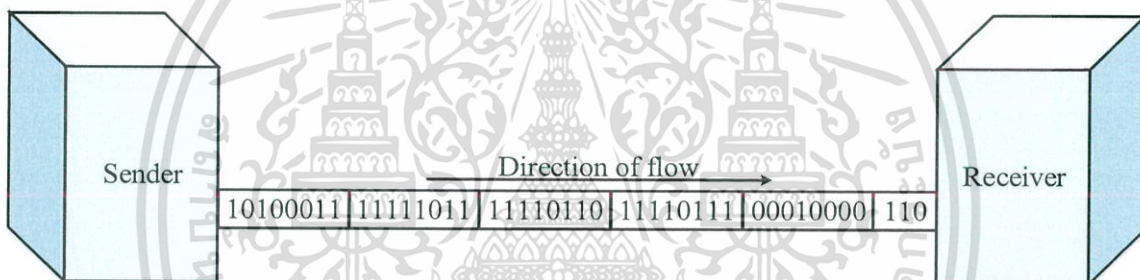
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (แบบอะซิงโครนัส)

2) การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (synchronous transmission) ดังรูปที่ 2.8

เป็นการส่งบิต 0 และ 1 ที่ต่อเนื่องกันไปโดยไม่มีการแบ่งแยก ผู้รับต้องแยกบิตเหล่านี้ ออกมาเป็นไบต์ หรือเป็นตัวอักษรเอง



รูปที่ 2.8 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (แบบซิงโครนัส)

จากรูปที่ 2.8 แสดงการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส ผู้ส่งทำการส่งบิตติดต่อกันยาวๆ ถ้าผู้ส่ง ต้องการแบ่งช่วงกลุ่มข้อมูลก็ส่งกลุ่มบิต 0 หรือ 1 เพื่อแสดงสถานะว่าง เมื่อแต่ละบิตมาถึงผู้รับ ผู้รับจะ นับจำนวนบิตแล้วจับกลุ่มของบิตให้เป็นไบต์ที่มี 8 บิต

การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอะซิงโครนัสมาก และทำให้มีการใช้ ความสามารถของสายสื่อสารได้เกือบทั้งหมด ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส คือความเร็วในการส่ง ข้อมูล ทั้งนี้เพราะไม่มีบิตพิเศษหรือช่องว่างที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้เมื่อถึงผู้รับ จึงทำให้ความเร็วของการส่ง ข้อมูลแบบซิงโครนัสเร็วกว่าแบบอะซิงโครนัส ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำไปใช้งานที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Bluetooth

บลูทูธ (Bluetooth) เป็นข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมเครือข่ายส่วนบุคคล (Personal Area Networks-PAN) แบบไร้สาย บลูทูธช่วยให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถเชื่อมต่อกันได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ พีดีเอ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยผ่านทางคลื่นวิทยุ

2.5.1 รายละเอียดทางเทคนิค

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. Bluetooth จะสามารถส่งสัญญาณได้ที่ระยะ 5-100 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อและป้องกันการดักสัญญาณระหว่างการสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยบลูทูธจะออกแบบเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก ใช้พลังงานต่ำ

2.5.2 ความสามารถในการส่งข้อมูล

ขึ้นอยู่กับแต่ละ class ที่ใช้ ซึ่งมี 4 class ดังนี้

1. Class 1 กำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 100 เมตร
2. Class 2 กำลังส่ง 2.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 10 เมตร
3. Class 3 กำลังส่ง 1 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 1 เมตร
4. Class 4 กำลังส่ง 0.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 0.5 เมตร [8]

2.5.3 Bluetooth module HC05

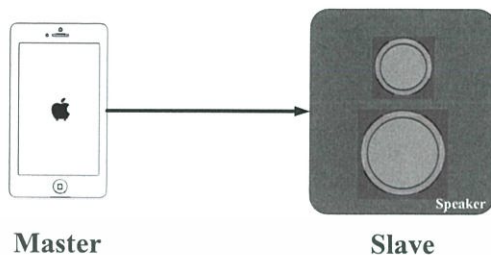
เป็นโมดูลไร้สายที่ใช้สื่อสารกันด้วย Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) โดย Serial Port เป็น Bluetooth V2.0+EDR (Enhance Data Rate) 3 Mbps Modulation พร้อมกับความถี่ใช้งาน 2.4 GHz สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บลูทูธอื่นๆ ได้ รวมทั้งเชื่อมต่อกับ Serial Interface ระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยวงจร RS232 เพื่อเข้าสู่ AT Command ในการปรับแต่งค่าต่างๆ ของโมดูล โมดูลรุ่นนี้สามารถตั้งค่าให้เป็นได้ทั้ง Master และ Slave Mode [9] ดังรูปที่ 2.9



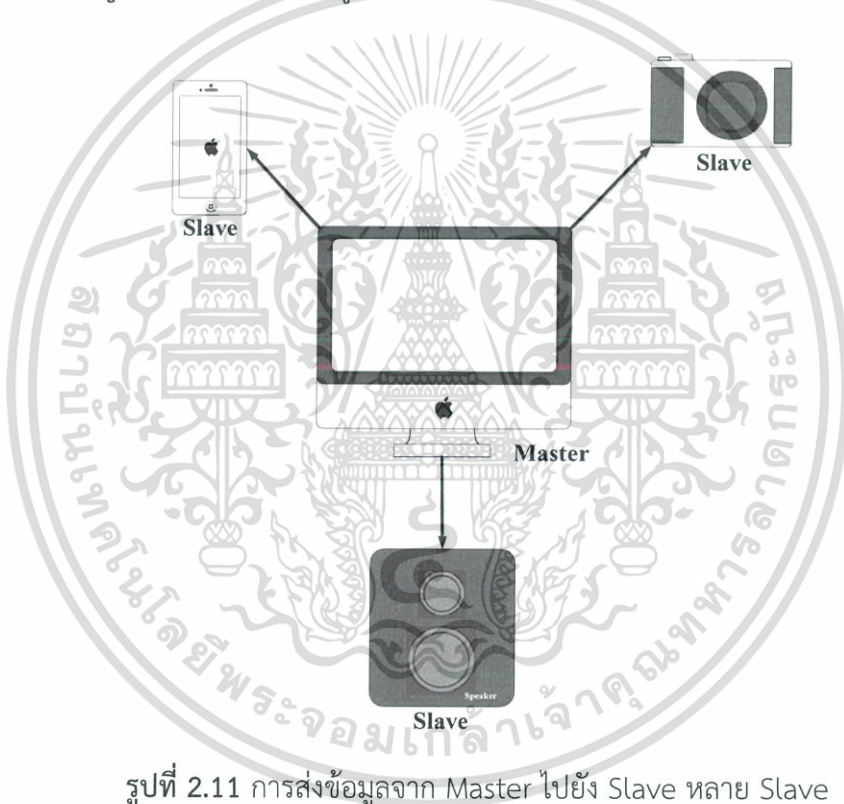
รูปที่ 2.9 Bluetooth module HC05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Master เรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า สถานีกระตุ้น (Active stations) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Slave ภายในระบบ และทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ให้กับระบบ แลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะวนมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบ ในการส่งข้อมูลสามารถส่งข้อมูลให้ทีละ Slave เดียวหรือครั้งละหลายๆ Slave ก็ได้ ดังรูปที่ 2.10 และรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 การส่งข้อมูลจาก Master ไปยัง Slave เพียง Slave เดียว



รูปที่ 2.11 การส่งข้อมูลจาก Master ไปยัง Slave หลาย Slave

2) Slave เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สถานีถูกระทำ (Passive Stations) เนื่องจากไม่มีอำนาจในการถือครองบัส มีความสามารถเพียงรับส่งข้อมูลจากการร้องขอของ Master ได้แก่ อุปกรณ์อินพุทเอาต์พุทต่างๆ โดยที่ Master จะเป็นผู้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดต่างๆ ของรูปแบบการสื่อสาร เพื่อเป็นข้อตกลงที่ใช้ระหว่างร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะวนมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 หูฟัง (Headphone)

เป็นอุปกรณ์เครื่องเสียงชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในประเภทอุปกรณ์แสดงผลข้อมูลในรูปแบบเสียง โดยมีหน้าที่คล้ายกับลำโพง ประกอบด้วยตัวหูฟัง จะได้ยินเสียงเมื่อนำไปครอบกับหู และไมโครโฟนขนาดเล็กในตัวสำหรับใช้ติดต่อสื่อสารเพื่อการพูดได้ เช่นทางโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น รวมถึงใช้เป็นสิ่งบันเทิงในการฟังเพลงเล่นวิดีโอเกม ปรับให้เข้ากับกระบวนการทำงานต่างๆ ที่ต้องใช้เสียง สามารถพกพาไปในสถานที่ต่างๆ ได้เพราะมีน้ำหนักเบา

2.6.1 หลักการทำงานของหูฟัง

หากแบ่งตามประเภท Driver ของหูฟังจะสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทหลัก

1) Dynamic Transducer

ในส่วนของ Driver ประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร ที่ยึดติดกับกรอบของ Driver หรือ Chamber ของหูฟัง แม่เหล็กนี้จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เพื่อให้ Diaphragm ที่ยึดติดกับ Voice Coil โดย Diaphragm และ Voice จะอยู่ในสนามแม่เหล็กอันนี้ เมื่อเวลาฟังเพลงจะมีสนามแม่เหล็กอีกสนาม ถูกสร้างขึ้นจากกระแสไฟจากเครื่องเล่นเมื่อเวลาเล่นเพลงต่างๆ ที่ Voice Coil โดยสนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะไปสร้างแรงอันตรกิริยา (Reaction Force) กับสนามแม่เหล็กเดิม ซึ่งทำให้เกิดการสั่นของ Diaphragm ทำให้เกิดเสียงที่ได้ยิน

2) Electrostatic

ในส่วนของ Driver ประกอบด้วย Charged membrane เมื่อเริ่มใช้งานประจุไฟฟ้าจะถูกอาบอยู่ที่ผิวของ Charged membrane เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าไปกระตุ้น ทำให้ประจุไฟฟ้าเกิดแรงผลักหรือดึงดูดกัน ทำให้แผ่น Membrane ขยับและเกิดเสียงต่างๆ แต่อย่างไรก็ตาม Electrostatic Transducer ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟที่สามารถให้ความต่างศักย์ได้สูง เพื่อที่จะให้เกิดประจุไฟฟ้าได้ทั่วทั้งแผ่น Membrane ซึ่งไม่สะดวกในการพกพาเท่า Dynamic Transducer

3) Planar Magnetic

หูฟัง Planar Magnetic เป็นหูฟังที่อยู่กึ่งกลางระหว่างหูฟังชนิด Dynamic และ Electrostatic โดยมีหลักการทำงานคล้ายกับหูฟังทั้งสองชนิดข้างต้น ส่วนที่เหมือนกับหูฟังชนิด Dynamic ก็คือการใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่รอบๆ ตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเพื่อทำการขับเคลื่อน Driver และในส่วนที่เหมือนกับ Electrostatic ก็คือแผ่นไดอะเฟรมที่อยู่ในตัวหูฟังนั้นเป็นแผ่นฟิล์มเรียบบางๆ และนำไฟฟ้า (มีสายไฟและสายวงจร)

2.6.2 ประเภทของหูฟัง

1) หูฟังขนาดเล็ก หูฟังจะมีขนาดเล็กกว่าใบหู เพื่อที่จะพกพาและสามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น จุดเด่นของหูฟังประเภทนี้คือ มีระยะที่ใกล้ชิดกับหูทำให้ได้ยินเสียงทุกมิติชัดเจน ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกได้ดี และยังมีน้ำหนักเบาทำให้พกพาได้สะดวก จุดด้อยของหูฟังประเภทนี้คือ ทำให้ไม่ได้ยินเสียงภายนอกที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัว เนื่องจากเวลาใช้งานจะต้องใส่เข้าไปในรูหูให้แน่น จึงอาจทำให้เกิดอันตรายได้ หากใช้ขณะทำกิจกรรมบางอย่าง เช่น การขับรถหรือการเดินทางเท้าที่มีการจราจรหนาแน่น และอัตราคุณภาพต่อราคามีความคุ้มค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังประเภทอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้ ดังรูปที่ 2.12

1. Ear Bud หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะกลมแบนขนาดใหญ่กว่ารูหูไม่มาก เมื่อสวมใส่หูฟังตัวหูฟังจะปิดรูหูไว้พอดี

2. In Ear หูฟังประเภทนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Ear Plug หูฟังประเภทนี้จะมีจุกยางโค้งมนครอบตัวปล่อยเสียงไว้เพื่อสวมใส่เข้าที่รูหู

3. Hybrid หูฟังประเภทนี้เกิดขึ้นจากการผสมผสานระหว่างหูฟังประเภท Ear Bud และหูฟังประเภท In Ear หูฟังประเภทนี้ที่ตัวฐานจะมีลักษณะกลมแบนคล้ายกับหูฟังประเภท Ear Bud ส่วนตัวลำโพงจะต่อยื่นจากฐานออกมา โดยมีรูปร่างคล้ายหูฟังประเภท In Ear คือจะมีจุกยางที่โค้งมนไว้เพื่อสวมใส่เข้าที่รูหู



รูปที่ 2.12 ประเภทหูฟังขนาดเล็ก คือ Ear Bud (a), In Ear (b) และ Hybrid (c)

2) หูฟังขนาดกลาง เป็นหูฟังที่มีขนาดใหญ่กว่าหูฟังขนาดเล็กเพียงเล็กน้อย ลักษณะของหูฟังขนาดกลาง จะมีขนาดใกล้เคียงกับใบหู เมื่อใส่แล้วจะแนบหูพอดี ไม่ได้ครอบปิดหูทั้งหมดเหมือนแบบหูฟังขนาดใหญ่ จุดเด่นของหูฟังขนาดกลางคือ จะได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้นจากหูฟังขนาดเล็กเพราะว่าหูฟังขนาดกลางจะมีตัวขับเสียงที่ใหญ่กว่าหูฟังขนาดเล็ก ทำให้มีเวทีของเสียงที่กว้างกว่า จุดด้อยของหูฟังขนาดกลางคือ การป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก จะทำได้ไม่ดีเท่าหูฟังขนาดเล็ก และเนื่องจากน้ำหนักและขนาดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับหูฟังขนาดเล็ก ทำให้หูฟังขนาดกลางจะไม่เหมาะสมสำหรับการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา เช่น การวิ่ง เป็นต้น

แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ดังนี้ ดังรูปที่ 2.13

1. Street Style หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นหูฟังที่มีก้านเชื่อมหูฟังทั้งสองข้างอ้อมไปทางด้านหลังหัวหรือจะเป็นก้านเชื่อมหูฟังทั้งสองข้างแบบคาดหัว

2. Ear Clip หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นหูฟังที่มีก้านถือตรงใบหูทั้งสองข้าง แต่จะไม่มีก้านที่เชื่อมหูฟังทั้งสองข้างเหมือนกับหูฟังประเภท Street style เพราะจะทำให้ใส่แล้วรู้สึกไม่สบายและยังทำให้พกพาได้สะดวกมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ตัวลำโพงของหูฟังประเภทนี้ก็จะมีความแนบพอดีกับใบหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ประเภทหูฟังขนาดกลาง คือ Street Style (a) และ Ear Clip (b)

3) หูฟังขนาดใหญ่ จะมีขนาดใหญ่พอสมควร สามารถครอบได้ทั้งใบหู หรือแค่แนบบนใบหูก็เป็นได้ โดยส่วนมากจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 10 เซนติเมตรต่อหนึ่งข้าง และมีก้านคอดหัวระหว่างสองข้างทุกคู่ จุดเด่นของหูฟังขนาดใหญ่คือ จะมีลำโพงขนาดค่อนข้างใหญ่ พอที่จะครอบหูได้ทั้งหมด ซึ่งช่วยให้เสียงที่ได้มีคุณภาพ มีบรรยากาศ มีมิติที่ดี มากกว่าหูฟังประเภทอื่นๆ ทั้งหมด ทำให้เสียงที่ได้ยินนั้น สมจริงใกล้เคียงกับลำโพงเครื่องเสียงที่ใช้ภายในบ้าน ที่ลำโพงจะมีฟองน้ำหุ้มครอบหูเอาไว้ ทำให้ตัวลำโพงไม่ต้องกดทับที่ใบหูมาก ทำให้ไม่รู้สึกเจ็บใบหูเวลาใช้งานไปนานๆ และอัตราคุณภาพต่อราคามีความคุ้มค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังประเภทอื่นๆ จุดด้อยของหูฟังขนาดใหญ่คือ พกพาไม่สะดวก เนื่องจากขนาดใหญ่และน้ำหนักที่มากพอสมควร จึงไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานที่ต้องเคลื่อนไหวตลอดเวลา

แบ่งออกได้อีกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ดังนี้ ดังรูปที่ 2.14

1. หูฟังแบบเปิด หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะเด่นคือเสียงจะสามารถผ่านออกทางด้านข้างของตัวหูฟังได้ เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้หูฟังสามารถฟังได้นานโดยไม่รู้สึกอึดอัด เหมาะสำหรับผู้ใช้ฟังเพลงทั่วไป
2. หูฟังแบบปิด หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะที่สำคัญคือด้านข้างของตัวหูฟังจะถูกปิดเอาไว้อย่างดี เพื่อป้องกันไม่ให้เสียงจากภายนอกเข้ามารบกวนได้ ถ้ามีก็จะอยู่ในปริมาณที่น้อยมากในทางกลับกันเสียงจากหูฟังก็จะไม่ดังออกมาภายนอกได้เช่นกัน
3. หูฟังแบบกึ่งเปิดกึ่งปิด หูฟังประเภทนี้จะมีลักษณะเด่นคือเสียงจากตัวหูฟังสามารถออกมาภายนอกได้เล็กน้อยและเสียงจากภายนอกก็สามารถผ่านเข้าไปได้เล็กน้อย



รูปที่ 2.14 ประเภทหูฟังขนาดใหญ่ คือ หูฟังแบบเปิด (a), หูฟังแบบปิด (b), หูฟังแบบกึ่งเปิดกึ่งปิด (c) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้หากมีการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 เปรียบเทียบหูฟังแต่ละประเภท

1) เปรียบเทียบจากลักษณะการใช้งาน

หูฟังขนาดเล็กถูกออกแบบมาเพื่อเน้นความสะดวกในการพกพาเป็นหลัก หากผู้ใช้กำลังมองหาหูฟังที่สามารถนำมาฟังในขณะที่เดินทาง, เล่นกีฬา, หรือทำกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องเคลื่อนไหวเยอะๆ หรือมีเสียงรบกวนมาก ควรจะพิจารณาหูฟังประเภทนี้เป็นหลัก หูฟังขนาดกลางเป็นหูฟังที่ออกแบบมาให้มีตัวขับเคลื่อนเสียงที่ใหญ่ขึ้น และยังคงสามารถพกพาได้สะดวก แต่ไม่เหมาะกับการใส่ขณะทำกิจกรรมที่ต้องเคลื่อนไหวเยอะๆ ไม่ควรใส่ขณะที่ออกกำลังกาย เพราะเหงื่ออาจซึมเข้าไปในฟองน้ำ ทำให้เกิดความชื้นข้างในหูฟังซึ่งอาจจะทำให้หูฟังเสียหายได้ หูฟังขนาดใหญ่ไม่เหมาะกับการใส่ขณะเดินทาง เนื่องจากเป็นหูฟังที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักค่อนข้างเยอะกว่าหูฟังประเภทอื่น จึงทำให้พกพาไม่สะดวก โดยส่วนมากแล้วหูฟังขนาดใหญ่จึงถูกใช้ภายในที่พักอาศัย หรือสถานที่ใดสถานที่หนึ่งที่ไม่ต้องเคลื่อนย้ายไปไหนมาก

2) เปรียบเทียบจากคุณภาพของเสียง

การเปรียบเทียบเสียงของหูฟังจะมีปัจจัยหลักๆ อยู่ 4 ประการ

1. เสียงทุ้ม (Bass) ของหูฟัง เสียงทุ้มในที่นี้หมายถึงเสียงในย่านความถี่ต่ำที่หูฟังขับออกมา
2. เสียงกลาง (Mid range, Vocal) ของหูฟัง หมายถึงเสียงที่หูฟังขับออกมาและอยู่ในช่วงความถี่ 250 ถึง 6,000 เฮิร์ตซ์โดยประมาณ
3. เสียงสูง/แหลม (High frequencies) ของหูฟัง เป็นเสียงที่หูฟังขับออกมาและอยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 6,000 ถึง 20,000 เฮิร์ตซ์ เสียงที่อยู่ในช่วงความถี่นี้ได้แก่ เสียงเครื่องเคาะ, นักร้อง และเครื่องดนตรีบางชนิด เป็นต้น
4. เวทีเสียง (Sound stage) ของหูฟัง เป็นเวทีเสมือนที่หูฟังสามารถถ่ายทอดให้ผู้ฟังรู้สึกได้ถึงความมีมิติของเสียง เช่น ความกว้าง, ตำแหน่งและระยะห่างของเครื่องดนตรีแต่ละชิ้น, ความเป็น สามมิติ เป็นต้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อสิ่งเหล่านี้มีด้วยกันหลายปัจจัย เช่น รูปทรง, ตำแหน่งของตัวขับเคลื่อนเสียง, ชนิดของตัวขับเคลื่อนเสียง, ขนาดของตัวขับเคลื่อนเสียงของหูฟัง, และปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย [11]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ในปี ค.ศ.2015 ยุพดี หัตถสิน, ณิชวีวัฒน์ พยาราชภูร์ และชาญณรงค์ ธรรมเสนา ได้มีการศึกษาและพัฒนาเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้พิการทางสายตา ในการดำเนินชีวิตของผู้พิการทางสายตา พวกเขาอาจจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง พวกเขาต้องใช้นาฬิกาทาง เช่น ไม้เท้า การนำทางโดยใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ผู้วิจัยทำการพัฒนาเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตามากมาย ในงานนี้ได้ทำการจัดทำแว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา ซึ่งประยุกต์ใช้ Ultrasonic Sensor ให้วางไว้ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของแว่นตา เพื่อค้นหาสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้า แล้วให้ Ultrasonic Sensor ซ้ายและขวาทำงานร่วมกัน มี Accelerometer Sensor สนับสนุนการหาค่าความเอียง เพื่อที่จะคำนวณหาการก้ม และการเงยของศีรษะมาช่วยในการวิเคราะห์ลักษณะมุมมองของผู้ใช้ มี Microcontroller รุ่น Arduino เป็นตัวประมวลผลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการแจ้งเตือนใน 4 รูปแบบคือ

- 1) การสั่นโดยใช้ Vibration Motor
- 2) เสียงบี๊บ โดยใช้ Buzzer
- 3) ทำงานร่วมกันระหว่าง สั่น กับ บี๊บ
- 4) เสียงพูด [12]

ในปี ค.ศ.2016 ปานรวี มณีอินทร์, ทิพย์วิภา ทองเอิบ, อรอนงค์ เมืองพิน และ ศัชชญาส์ ดวงจันทร์ ได้มีการมีการนำระบบ RFID มาใช้ สนับสนุนคนพิการทางการมองเห็นทำให้คนพิการทางการมองเห็นเดินทางได้สะดวกมากขึ้น เนื่องจากระบบ RFID มีระบบเสียงและระบบเซนเซอร์อัลตราโซนิกที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการปรับปรุงการเดินทาง ซึ่งระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ไม้เท้าสำหรับอ่านป้ายสัญญาณ ชุดอุปกรณ์ประมวลผล และหูฟัง ทำให้ช่วยลดอุปสรรคทางการเดินทาง ประโยชน์ของ RFID นอกจากทางด้านเทคโนโลยีที่ทำให้คนพิการทางการมองเห็นเดินทางได้สะดวกแล้วยังส่งเสริมในด้านสังคมที่ทำให้คนพิการทางการเห็นมีความเสมอภาคกับคนทั่วไป ระบบ RFID จึงมีความสำคัญต่อคนพิการทางการเห็น ทำให้มีอิสรภาพในการเดินทางเพิ่มโอกาสทางการศึกษาและโอกาสทางสังคมมากขึ้น [13]

ในปี ค.ศ.2015 อนุสรณ์ เราเท่า, ดิเรก มณีวรรณ, สันติชาติ พันตา และ เอกรัตน์ ตีตาวงศ์ ได้ทำการศึกษาออกแบบและพัฒนาระบบนำทางสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยหลักการคลื่นสะท้อน ให้ผู้พิการทางสายตาสสามารถเดินทางหรือเคลื่อนที่ผ่านวัตถุต่างๆ ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย โดยอุปกรณ์นำทางใช้งานด้วยการผูกติดกับข้อมือ รองรับระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 18 ชั่วโมง ในการนำทางอาศัยหน่วยประมวลผลขนาดเล็ก ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิก อุปกรณ์วัดโมเมนต์ตั้งเชิงมุม และอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงช่วยในการอธิบายสถานการณ์ ให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบและเข้าใจต่อความหมายของการแจ้งเตือนได้ง่ายขึ้น การออกแบบชิ้นงานให้ความสำคัญต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง ความสวยงาม ขนาดที่เล็ก กะทัดรัด จากการศึกษาออกแบบทดสอบและประเมินผลการทำงาน พบว่างานวิจัยนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ NOKIA BL-4CT ขนาดความจุ 860 mAh ซึ่งมีขนาดเล็กที่สุด แต่ยังคงสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงได้ยาวนานมากกว่า 18 ชั่วโมง อุปกรณ์นำทางสามารถตรวจหาวัตถุได้ในรัศมีสูงสุดที่ 2 เมตร แต่ทั้งนี้ระยะทางจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ลักษณะพื้นผิวสัมผัสและลักษณะรูปทรง ในการทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้งานจริง ทำการอธิบายการใช้งานเบื้องต้นและตลอดช่วงการทดสอบอยู่ภายใต้การดูแลของผู้ดูแลผู้พิการทางสายตา เพื่อยืนยันความถูกต้องของการประเมินผลลักษณะการทำงานและการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยผู้ใช้งานจริง [14]

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ในปีค.ศ.2016 E.A. Williams, S.M. Cobbina และ S.K. Okrah ได้มีการออกแบบและการใช้วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดแบบคู่สำหรับตรวจจับผู้บุกรุกมีการออกแบบและดำเนินการให้ระบบมีการตรวจจับผู้บุกรุกโดยใช้วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดแบบคู่ ซึ่งวงจรรับสัญญาณอินฟราเรดแบบคู่เป็นวงจรที่มีการตรวจจับการกระจายแสง เป็นพื้นที่กว้าง ถูกกำหนดให้เป็นเขตป้องกันผู้บุกรุก ซึ่งวงจรรับอินฟราเรดแบบคู่เหมาะในการป้องกันความปลอดภัยที่แม่นยำที่จะถูกมนุษย์บุกรุกอย่าง เช่น ในธนาคาร ในทรัพย์สิน ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้ออกแบบระบบการตรวจจับผู้บุกรุกแบบไร้สายที่มีเอกลักษณ์เฉพาะและเชื่อถือได้ซึ่งเหมาะสำหรับการป้องกันทรัพย์สินของมีค่าของมนุษย์ให้ปลอดภัยจากรัก้าผู้บุกรุกซึ่งมีความผิดพลาดในการตรวจจับน้อยและมีการแจ้งเตือนแบบเสียง เสียงที่ได้จากระบบนี้

ตรวจจับผู้บุกรุกในงานวิจัยนี้จะช่วยให้เจ้าของทรัพย์สินสามารถเตรียมตัวป้องกันผู้บุกรุกและสามารถติดต่อเจ้าหน้าที่เพื่อขอความช่วยเหลือได้ [15]

ในปี ค.ศ.2012 Y.S.H. Khraisat ทำการออกแบบระบบเรดาร์อินฟราเรด ซึ่งในบทความนี้ได้ทำการออกแบบระบบเรดาร์อินฟราเรดเพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุ โดยการสแกน ด้วยมุม 180° และระยะห่างระหว่างเรดาร์กับวัตถุอยู่ที่ 10 เซนติเมตร ถึง 80 เซนติเมตร ระบบนี้มีการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการออกแบบ ซึ่งผู้ใช้งานจะได้ยินเสียงแจ้งเตือนและระยะห่างของวัตถุจะสามารถอ่านได้บนหน้าจอ LCD ขนาดเล็ก ในการดำเนินงานและการออกแบบถ้าทำการเปิดสวิทช์มอเตอร์จะเริ่มหมุนเป็นมุม 180° โดยมอเตอร์ Stepper จะขับเซ็นเซอร์ IR (ซึ่งประกอบด้วย emitter และเครื่องตรวจจับ emitter) จะส่งสัญญาณอินฟราเรดเพื่อตรวจจับวัตถุ เมื่อสัญญาณนี้กระทบวัตถุสัญญาณจะสะท้อนกลับไปยังเครื่องตรวจจับจากนั้นเครื่องตรวจจับจะส่งสัญญาณอะนาล็อกที่มีแรงดันไฟฟ้าและมุมที่เหมาะสม แรงดันไฟฟ้าของสัญญาณนี้จะขึ้นอยู่กับระยะทาง 16F877A จะดำเนินการทางซอฟต์แวร์และแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลโดยใช้ A/D และให้คำสั่งไปที่แอลอีดีซึ่งจะบอกถึงทิศทางของวัตถุและแสดงระยะทางบนหน้าจอ LCD และจะส่งสัญญาณเตือนไปที่ลำโพง [16]

ในปี ค.ศ.2016 S.K. Nandini และ R. Pradeepa ทำการตรวจวัดระดับการข้ามทางรถไฟแบบอัตโนมัติที่มีระบบเตือนภัยโดยใช้อินฟราเรด ในบทความนี้นำเสนอแนวคิดเรื่อง "AUTOMATIC LEVEL CROSSING SAFETY SYSTEM" วัตถุประสงค์หลักของบทความนี้คือการติดตั้งระบบในการข้ามทางรถไฟในระดับที่ไม่มีความสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้ใช้ถนนตระหนักถึงขบวนรถไฟใกล้ทางข้ามรถไฟและลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละวันในการข้ามระดับที่ไม่มีความสม่ำเสมอที่เพิ่มขึ้นและไม่มีการดำเนินการใดๆ ในพื้นที่เหล่านี้ โดยใช้โซเรนวางไว้ที่ทางข้ามรถไฟหากรถไฟมาถึงจะถูกตรวจจับโดยเครื่องตรวจจับ IR ซึ่งวางอยู่ใต้รางรถไฟและห่างจากทางข้ามรถไฟประมาณ 3 กม. ซึ่งเมื่อโซเรนเริ่มส่งสัญญาณเตือนระบบนี้ให้ความปลอดภัยกับผู้ใช้งานโดยหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุและเป็นประโยชน์ต่อสาธารณชน [17]

ในปี ค.ศ.2015 A.B.M. Kassim, T. Yasuno, H.I. Jaafar, M.S.M. Aras และ N. Abas ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เตือนภัยแบบไร้สายสำหรับคนหูหนวกตาบอดเป็นเรื่องยากสำหรับผู้พิการทางสายตาที่จะสามารถสังเกตเห็นอุปสรรคที่มีอยู่รอบตัวได้ยกเว้น โดยรับรู้ได้จากการสัมผัสวัตถุและโดยการได้ยินเสียง ปัญหาจะรุนแรงขึ้นเมื่อผู้พิการทางสายตามีปัญหาทางประสาทสัมผัสหลายอย่าง เช่น การได้ยินบกพร่อง โดยปกติแล้วผู้พิการทางสายตาพึ่งพาไม้เท้าหรือสุนัขนำทางเพื่อช่วยให้พวกเขารับรู้จุดหมายปลายทางที่ต้องการได้ อย่างไรก็ตามวิธีการแบบธรรมดาจะเป็นประโยชน์เฉพาะในกรณีที่สิ่งกีดขวางอยู่ด้านล่างระดับของร่างกาย หากพวกเขา ไม่สามารถรับรู้และได้ยินสภาพแวดล้อมโดยรอบและไม่สามารถรับรู้สถานที่ได้จะเป็นเรื่องยากสำหรับผู้พิการทางสายตาที่จะเดินทางโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือนำทางที่เหมาะสม ในงานนี้เป็นการวัดประสิทธิภาพการวิเคราะห์อุปกรณ์เตือนภัย โดยการสั่นสะเทือนแบบไร้สายเพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวาง ในระดับส่วนบนของร่างกายสำหรับคนหูหนวกตาบอดใช้เครื่องสั่นสะเทือน 4 ชิ้นเพื่อให้สัญญาณเตือนเมื่อมีการตรวจพบอุปสรรคโดยใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกที่ติดตั้งเพื่อตรวจจับอุปสรรคที่ 4 ทิศทาง คือ ด้านหน้า ด้านล่าง ซ้ายและขวา จากการทดลองมีการกำหนดค่าของเครื่องสั่น เพื่อเตือนผู้ใช้เมื่อมีการตรวจพบอุปสรรค ได้รับการยืนยันแล้วว่า การใช้อุปกรณ์ป้องกันการสั่นสะเทือนแบบไร้สายที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจพบได้โดยไม่ต้องสัมผัสวัตถุและอุปกรณ์เตือนภัยการสั่นสะเทือนไร้สายที่มีประสิทธิภาพทำงาน [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษา พบว่าในการสร้างเครื่องมือสำหรับระบบแจ้งเตือนส่วนใหญ่แล้ว มักมีการแจ้งเตือน 2 รูปแบบคือ โดยการส่งสัญญาณเสียงบีบโดยใช้ Buzzer และการสั่นโดยใช้ Vibration Motor แต่ยังมีข้อบกพร่องด้านการทำงานของการแจ้งเตือนออกมาในรูปแบบของเสียง คือ การบอกระยะทางที่ผิดพลาดโดยเสียงแจ้งเตือนที่เปล่งออกมาไม่ได้บอกระยะทางที่ชัดเจน ทำให้เกิดความบกพร่องในการแจ้งเตือน อาจทำให้ผู้ใช้เป็นอันตรายได้และนอกจากนั้นเสียงที่เปล่งออกมาทำให้เสียงดังรบกวนผู้อื่นได้

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงระบบแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงให้ดีกว่าเดิม โดยการนำการใช้งานของ Bluetooth และ MP3 มาเกี่ยวข้อง ในการส่งสัญญาณ การตรวจจับจาก Lidar sensor ไปยังบลูทูธ จากนั้นบลูทูธจะส่งข้อมูลไปยัง MP3 module โดยผ่านบอร์ด Arduino จากนั้น MP3 module จะส่งคำสั่งการแจ้งเตือนไปยังหูฟัง จะออกมาในรูปแบบของการแจ้งเตือนแบบเสียง ในงานนี้เสียงที่แจ้งเตือนมีการบอกระยะทางที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น เช่น อีก 2 ก้าวถึงวัตถุ หรือเสียงของการแจ้งเตือนเมื่อเข้าใกล้วัตถุมากขึ้นเสียงบีบจะดังถี่ขึ้น การแจ้งเตือนในรูปแบบเสียงถูกบันทึกไว้ในเครื่องมือ MP3 ถูกส่งออกมาเป็นเสียงทางหูฟัง เพื่อไม่ให้เสียงดังรบกวนผู้อื่น ทั้งนี้และยังสามารถโหลดไฟล์เสียงอื่นๆ ที่เหมาะสำหรับผู้ใช้งาน เช่น เสียงเพลง หรือเสียงอ่านหนังสือ เพื่อตอบสนองความต้องการในด้านของความรู้และความบันเทิงแก่ผู้ใช้งานอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

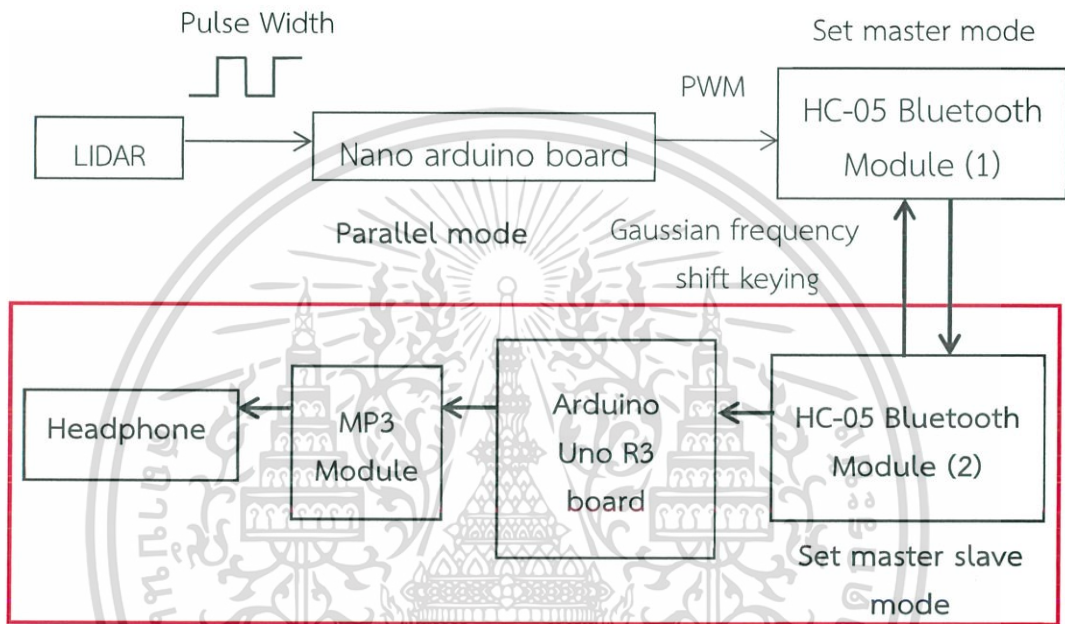
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ออกแบบระบบแจ้งเตือนและอุปกรณ์การสร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง

3.1.1 การออกแบบระบบการแจ้งเตือน

เราได้ทำการออกแบบระบบการแจ้งเตือน ให้มีระบบการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง (สีเหลี่ยมสีแดง)

จากรูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง โดย HC-05 Bluetooth จากระบบตรวจจับจะส่งข้อมูลเป็นค่าระยะทางมายัง HC-05 Bluetooth ของระบบตรวจแจ้งเตือนเมื่อได้รับค่าระยะทาง จะส่งเข้าไปยังบอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อทำการเช็คเงื่อนไขให้ เป็นไปตามที่ผู้จัดทำต้องการ จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยัง MP3 Module ซึ่งโมดูลนี้จะประมวลผลตาม คำสั่งเพื่อเลือกไฟล์เสียงในการทำงานและไฟล์เสียงที่ตรงตามเงื่อนไขจะแสดงเป็นเสียงออกไปยัง Headphones เกิดเป็นเสียงแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งาน

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง แสดงดังตารางที่ 3.1

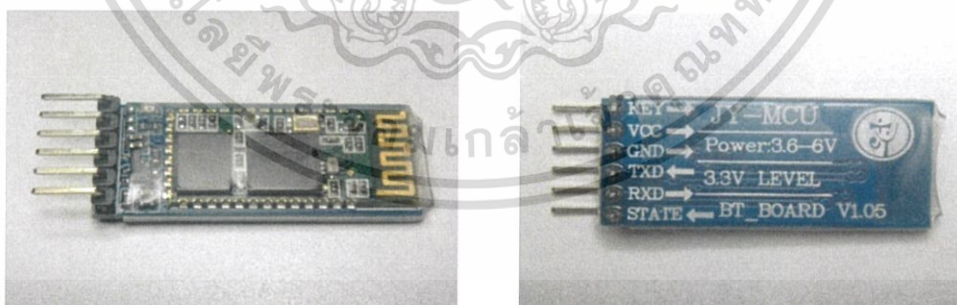
ตารางที่ 3.1 แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้สร้างระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง

รายการอุปกรณ์	จำนวน
HC-05 Bluetooth Module	1 บอร์ด
Arduino Uno R3	1 บอร์ด
ThaiEasyElec MP3 Embedded Module	1 บอร์ด
Resistor 1 k Ω , 2 k Ω	1 , 1 ตัว
Micro SD Card	1 ชิ้น
Headphone	1 อัน
ถ่าน 9 Volt	1 ก้อน

ส่วนที่ 1 HC-05 Bluetooth Module

ในที่นี้ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ตัว HC-05 Bluetooth Module ดังรูปที่ 3.2 เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและใช้สำหรับรับส่งข้อมูลอนุกรมและทำงานแบบ Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) เหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูลในระยะใกล้ๆ

การใช้โมดูล HC-05 เป็นอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างระบบตรวจจับกับระบบแจ้งเตือน ให้มีการทำงานไปตามคำสั่งตามที่ต้องการ โดยโมดูลตัว HC-05 Bluetooth ในงานวิจัยนี้ได้รับข้อมูลจากระบบตรวจจับ โดยตัว HC-05 Bluetooth ที่ตั้งค่าเป็นโหมด Master หรือตัวส่งข้อมูลจากระบบตรวจจับ จะส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) ไปยังตัว HC-05 Bluetooth ของระบบแจ้งเตือน ที่ตั้งค่าเป็นโหมด Slaves หรือตัวรับข้อมูลจะรับข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) เช่นกัน



(a)

(b)

รูปที่ 3.2 บอร์ด HC-05 Bluetooth Module ด้านหน้า (a) และด้านหลัง (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 Arduino Uno R3

ทางผู้จัดทำได้เลือกใช้บอร์ด Arduino Uno R3 ดังรูปที่ 3.3 มาใช้ในการเช็คเงื่อนไขที่ได้รับข้อมูลมาจาก HC-05 Bluetooth ซึ่งข้อมูลที่รับเป็นข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) จากนั้นจะส่งเงื่อนไขที่ได้รับ ไปยัง MP3 Module บอร์ด Arduino Uno R3

บอร์ด Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดี อีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP



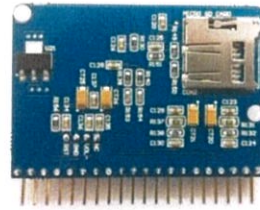
รูปที่ 3.3 บอร์ด Arduino Uno R3

ส่วนที่ 3 ThaiEasyElec MP3 Embedded Module

โมดูลที่เลือกใช้ในระบบแจ้งเตือนคือ ThaiEasyElec MP3 Embedded Module ดังรูปที่ 3.4 เป็นโมดูลที่ออกแบบมาสำหรับเล่นไฟล์เสียงนามสกุล MP3 ง่ายต่อการใช้งาน โดยใช้ IC decode เบอร์ BU94502AKS2 ซึ่งให้เสียงคุณภาพดี รองรับอัตราการ Sample Rates ตั้งแต่ 8kHz ถึง 48kHz. สามารถควบคุมการใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือโหมด Parallel และ Serial ผู้ใช้งานสามารถใช้ MCU เบอร์ต่างๆ เพื่อมาควบคุมได้ง่าย โดยมีชุดคำสั่งต่างๆ ในการเล่นไฟล์เสียง ไฟล์เสียงจะจัดเก็บอยู่ใน micro SD Card และรองรับขนาดความจุของ micro SD Card ได้สูงสุดถึง 32 GByte.

โดยโมดูล MP3 ในงานนี้จะใช้โหมด Parallel ในการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อรับเงื่อนไขข้อมูล ซึ่งโมดูล MP3 จะทำการประมวลผลตามคำสั่งเพื่อเลือกไฟล์เสียงในการทำงาน ไฟล์เสียงที่ตรงตามเงื่อนไขจะแสดงออกไปยัง Headphones เกิดเป็นเสียงแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



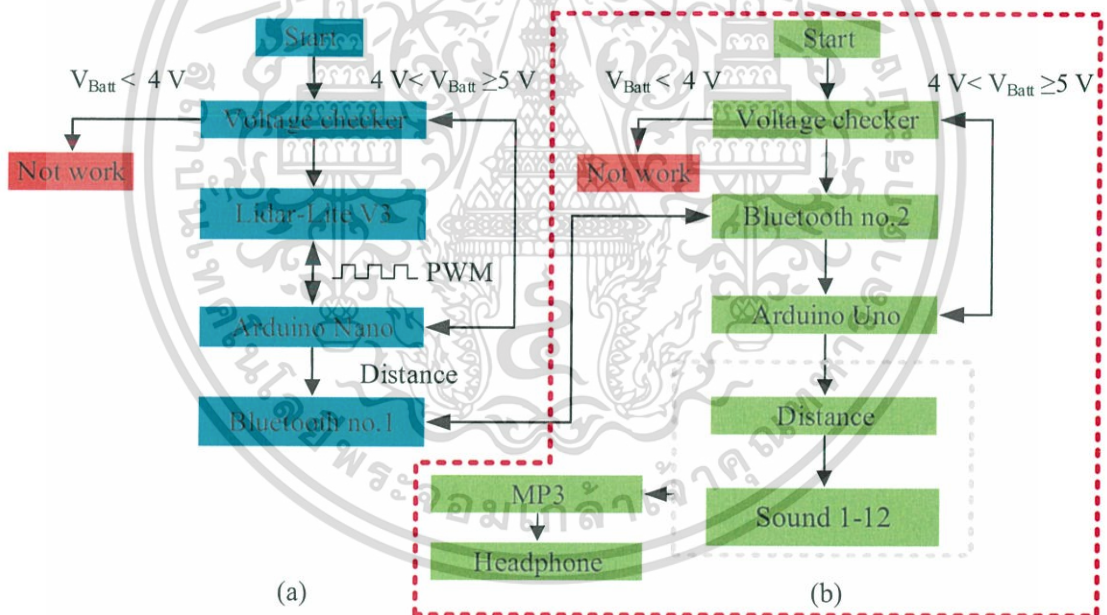
(a)

(b)

รูปที่ 3.4 บอร์ด ThaiEasyElec MP3 Embedded Module ด้านหน้า (a) และด้านหลัง (b)

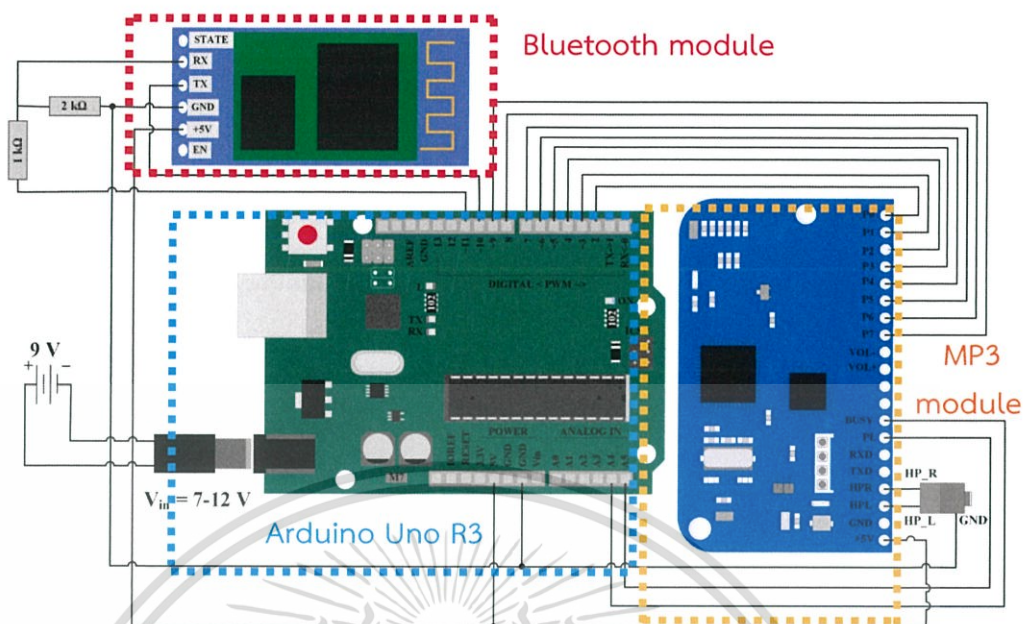
3.2 ออกแบบแผนภาพการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมและการสร้างอุปกรณ์

3.2.1 การออกแบบแผนภาพการทำงานของระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุม ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของระบบการแจ้งเตือนด้วยเสียง (เส้นสีแดง)

จากรูปที่ 3.5 บอกถึงการทำงานของระบบแจ้งเตือนที่ใช้ ไมโครคอนโทรเลอร์ชนิด Arduino Uno R3 จะรับข้อมูลจาก HC-05 Bluetooth no.2 เพื่อเช็คข้อมูลให้ตรงกับเงื่อนไข หากเงื่อนไขการทำงานถูกต้อง จะแสดงออกไฟล์เสียง Sound 1-12 เพื่อเลือกไฟล์เสียงในการทำงาน โดยเขียนคำสั่งไฟล์เสียงที่แสดงผลตรงตามเงื่อนไข จากนั้นจะส่งข้อมูลไปประมวลผลที่ MP3 เมื่อประมวลผลแล้วจะแสดงออกไปยัง Headphones เกิดเป็นเสียงแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้งาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ของแต่ละตัวเข้ากับ Arduino Uno R3

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ระหว่าง Arduino Uno R3 กับ MP3 Module ได้ดังตารางที่ 3.2 และอธิบายการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ระหว่าง Arduino Uno R3 กับ HC-05 Bluetooth Module ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ MP3 module

Arduino Uno R3	MP3 module
+ 5 V	+5 V
GND	GND
A4	BUSY
A5	PL
D2-D9	P0-P7

ตารางที่ 3.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Arduino Uno R3 กับ HC-05 Bluetooth Module

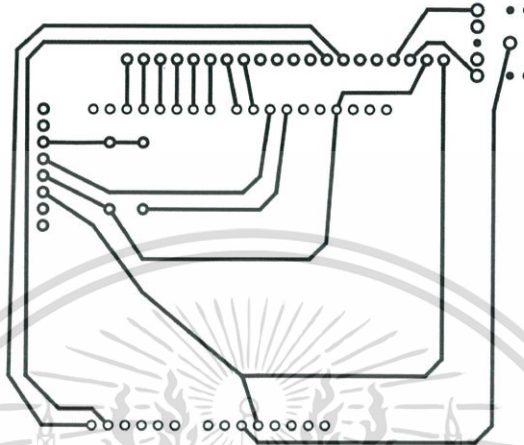
Arduino Uno R3	HC-05 Bluetooth Module
+5 V	+5 V
GND	GND
D10	TX
D11	RX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การสร้างอุปกรณ์

หลังจากที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสร้างบอร์ด PCB เพื่อที่จะลดการใช้สายไฟในวงจรและง่ายต่อการดูแลรักษา โดยขั้นตอนการทำ PCB มีดังนี้

1. ทำการออกแบบวงจรที่ใช้ใน PCB วงจรที่เสร็จแล้วแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจร PCB

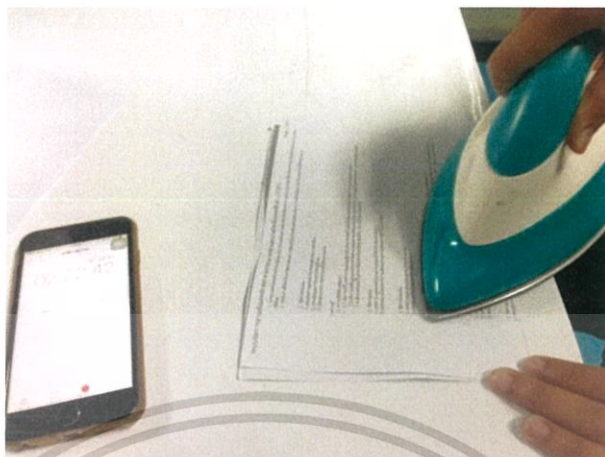
2. จากนั้นนำแผ่น PCB ไปขัดเพื่อลอกสารที่เคลือบบนแผ่นนั้นออก แผ่นที่ขัดแล้วจะขึ้นเงา ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การขัดแผ่น PCB

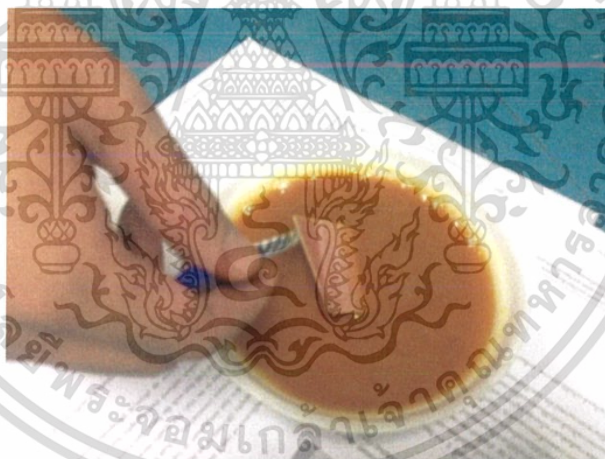
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรีนลายวงจรที่ออกแบบไว้ นำมาติดลงในแผ่น PCB จากนั้นนำกระดาษมาหุ้มแผ่น PCB แล้วรีดลงบนกระดาษที่หุ้มทั้ง พร้อมจับเวลา ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 รีดลายวงจรลงแผ่น PCB

4. นำแผ่น PCB ที่มีลายวงจรไปก๊ากับกับน้ำกรดก๊าดทองแดงเพื่อที่จะลอกทองแดงออก ดังรูปที่ 3.10



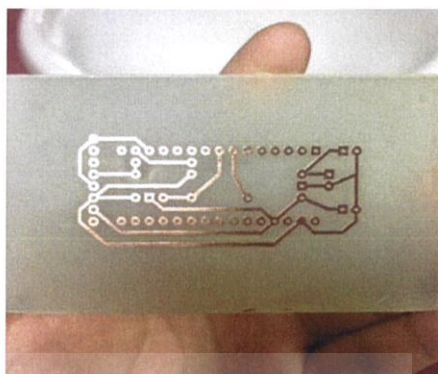
รูปที่ 3.10 กัดทองแดงออกจากแผ่น PCB ที่มีลายวงจรแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อกัดเสร็จแล้วนำไปทำความสะอาด ก็จะได้วงจบบอร์ด PCB ดังรูปที่ 3.11



(a)



(b)

รูปที่ 3.11 ทำความสะอาดแผ่น PCB (a) บอร์ด PCB ที่มีวงจรแล้ว (b)

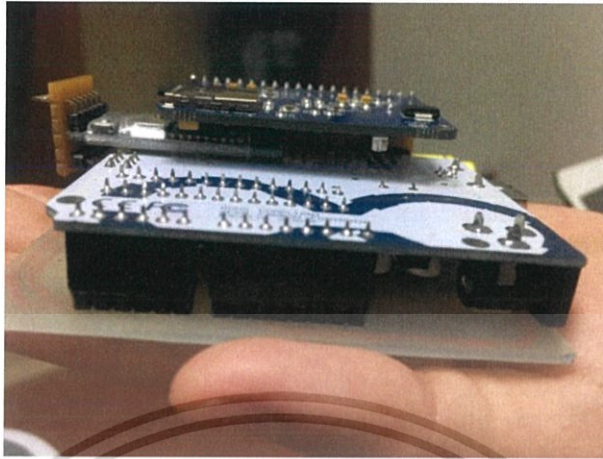
6. หลังจากกัดเสร็จเรียบร้อยแล้วนำบอร์ด PCB ที่มีวงจรไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมด ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รวมอุปกรณ์ทั้งหมดบนบอร์ด PCB ประกอบด้วย HC-05 Bluetooth Module, บอร์ด Arduino Uno R3 และ MP3 Module ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 รวมอุปกรณ์ทั้งหมด

8. ชุดอุปกรณ์ระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง ปอบกอบด้วย Headphone, บอร์ด PCB ที่รวมอุปกรณ์ของระบบแจ้งเตือน และถ่าน 9 Volt ดังรูปที่ 3.14



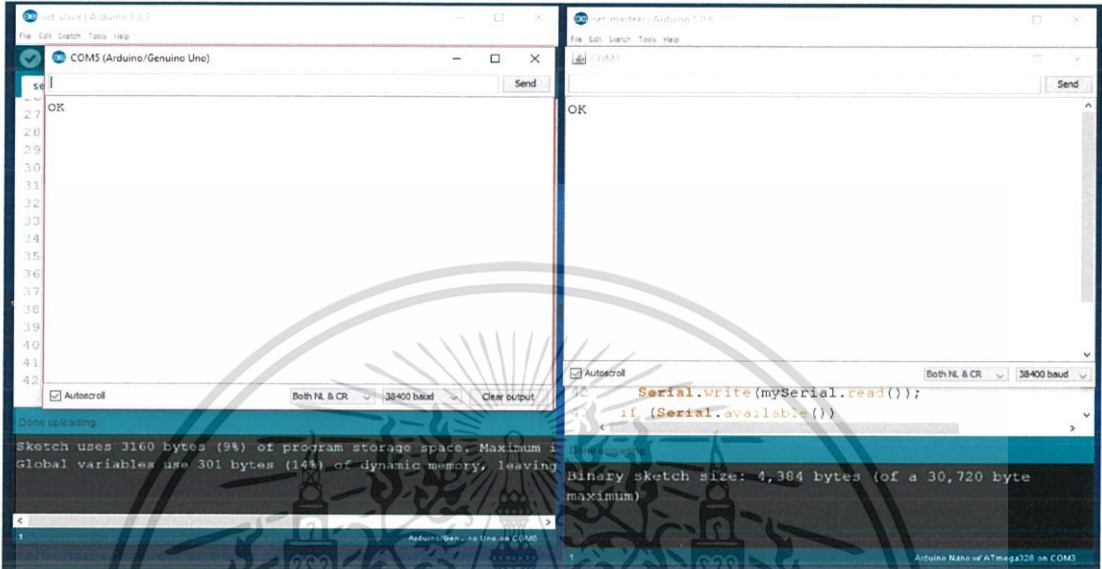
รูปที่ 3.14 อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบการแจ้งเตือน

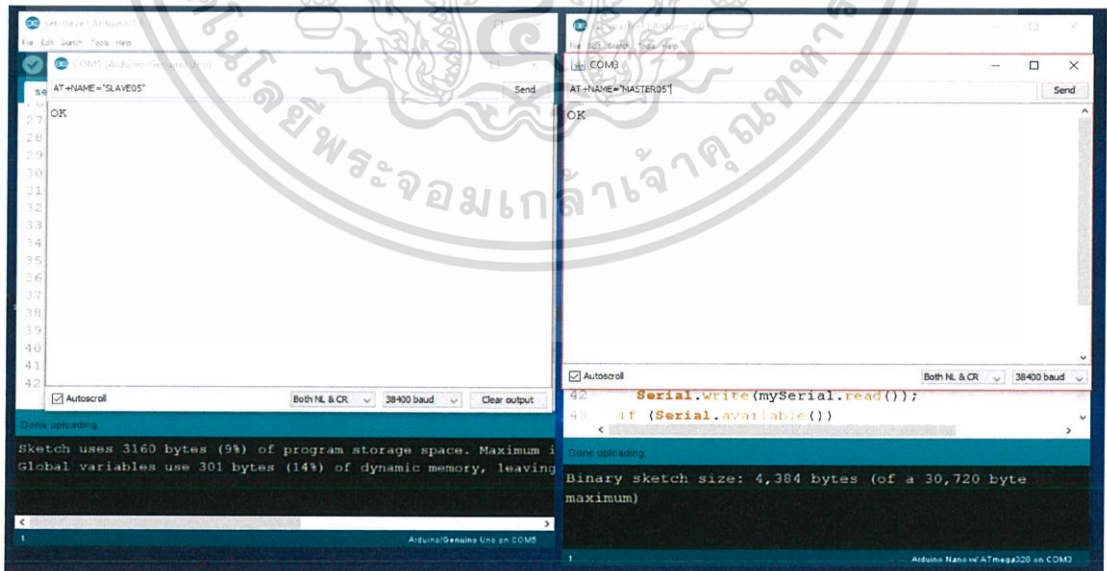
3.3.1 ส่วนของการเชื่อมต่อ HC-05 Bluetooth

1. ตรวจสอบว่าโมดูลบลูทูธพร้อมเข้าสู่โหมดการตั้งค่าหรือยัง โดยการพิมพ์ AT ที่หน้าจอ ถ้าเข้าสู่โหมดการตั้งค่าแล้วจะขึ้นข้อความ OK ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 บลูทูธพร้อมเข้าสู่โหมดการตั้งค่า

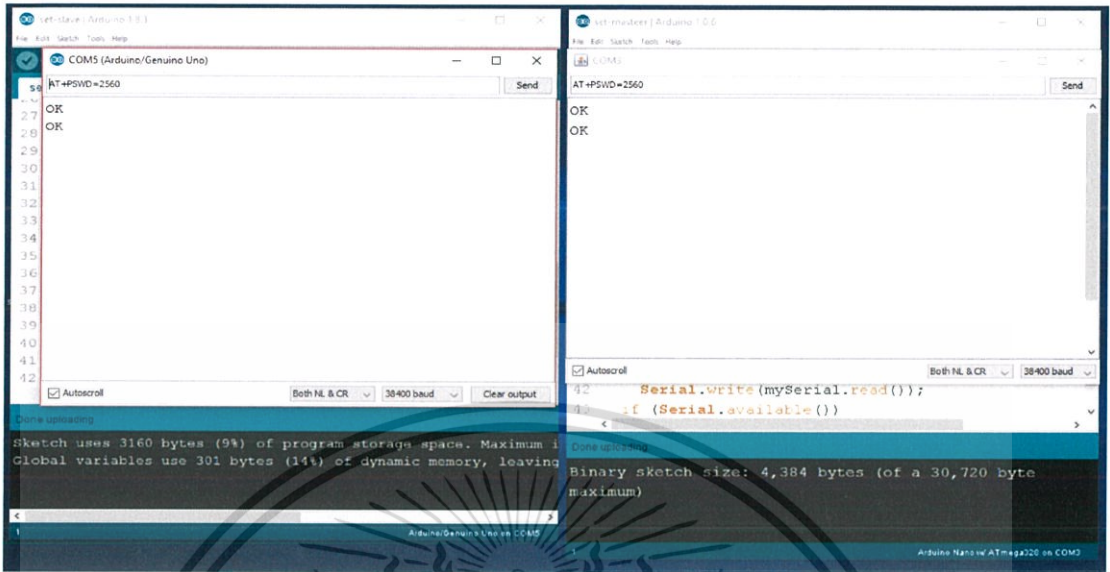
2. การตั้งชื่อบลูทูธ โดยพิมพ์คำสั่ง AT+”NAME” แล้วกด Enter ถ้าสำเร็จจะขึ้นข้อความ OK ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การตั้งชื่อบลูทูธ

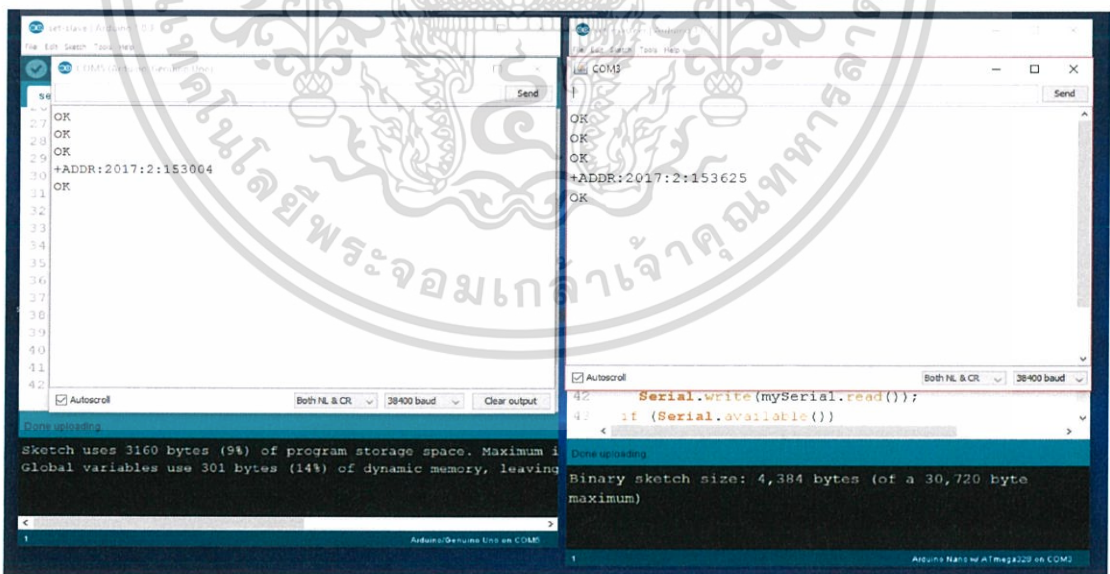
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตั้งรหัสพาสวอร์ดให้ตรงกัน โดยใช้คำสั่ง AT+PSWD=New Password แล้วกด Enter ถ้าสำเร็จจะขึ้นข้อความ OK ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การตั้งรหัสพาสวอร์ด

4. พิมพ์ AT+ADDR? เพื่อให้ HC-05 ส่งค่า MAC Address ของตัวมันเองออกมา ข้อความที่ได้จะมีลักษณะแบบนี้ +ADDR:98d3:31:900fe7 ให้เก็บค่านี้ไว้ (เอาเฉพาะ 98d3:31:900fe7) ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 HC-05 ส่งค่า MAC Address ของตัวมันเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิมพ์ AT+ROLE? เพื่อตรวจสอบให้แน่ชัดว่าเป็น Slave Mode จริงๆ ค่าที่แสดงออกมาจะเป็น +ROLE:0 แต่หากค่าที่แสดงออกมาเป็น +ROLE:1 แสดงว่าเป็น Master Mode เปลี่ยนให้เป็น Slave Mode ด้วยคำสั่ง AT+ROLE=0 ดังรูปที่ 3.19

```

set slave - Arduino IDE
COM5 (Arduino/Gemini Uno)
56
27 OK
28 OK
29 OK
30 +ADDR:2017:2:153004
31 OK
32 +ROLE:0
33 OK
34
35
36
37
38
39
40
41
42
Autoscroll Both NL & CR 38400 baud Clear output
Done uploading
Sketch uses 3160 bytes (9%) of program storage space. Maximum i
Global variables use 301 bytes (14%) of dynamic memory, leaving
Arduino/Gemini Uno on COM5

set master - Arduino IDE
COM3
OK
OK
OK
+ADDR:2017:2:153625
OK
+ROLE:0
OK
OK
Autoscroll Both NL & CR 38400 baud
42 Serial.write(mySerial.read());
43 if (Serial.available())
Done uploading
Binary sketch size: 4,384 bytes (of a 30,720 byte
maximum)
Arduino Nano ATmega328 on COM3
  
```

รูปที่ 3.19 HC-05 Bluetooth อยู่ในโหมด Slave

6. พิมพ์ AT+BIND= (ตามด้วย MAC Address) จะได้คำสั่งตามนี้
AT+BIND=98d3,31,900fe7 MAC Address เามาจากค่าที่เราเก็บไว้ก่อนหน้านี้ ดังรูปที่ 3.20

```

set slave - Arduino IDE
COM5 (Arduino/Gemini Uno)
56
27 OK
28 OK
29 OK
30 +ADDR:2017:2:153004
31 OK
32 +ROLE:0
33 OK
34
35
36
37
38
39
40
41
42
Autoscroll Both NL & CR 38400 baud Clear output
Done uploading
Sketch uses 3160 bytes (9%) of program storage space. Maximum i
Global variables use 301 bytes (14%) of dynamic memory, leaving
Arduino/Gemini Uno on COM5

set master - Arduino IDE
COM3
OK
OK
OK
+ADDR:2017:2:153625
OK
+ROLE:0
OK
+ROLE:1
OK
ERROR: (7)
OK
OK
Autoscroll Both NL & CR 38400 baud
42 Serial.write(mySerial.read());
43 if (Serial.available())
Done uploading
Binary sketch size: 4,384 bytes (of a 30,720 byte
maximum)
Arduino Nano ATmega328 on COM3
  
```

รูปที่ 3.20 แสดงข้อความจากการพิมพ์ AT+BIND= (ตามด้วย MAC Address)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตรวจสอบว่าเป็น master จริงหรือเปล่า เพื่อตรวจสอบให้แน่ชัดว่าเป็น Master Mode จริงๆ ค่าที่แสดงออกมาจะเป็น +ROLE:1 ดังรูปที่ 3.21

```

Slave Serial Monitor Output:
27 OK
28 OK
29 OK
30 +ADDR:2017:2:153004
31 OK
32 +ROLE:0
33 OK

Master Serial Monitor Output:
+ADDR:2017:2:153625
OK
+ROLE:0
OK
+ROLE:1
OK
ERROR:(7)
OK
+ROLE:1
OK
  
```

รูปที่ 3.21 การตรวจสอบ HC-05 Bluetooth อยู่ในโหมด master

8. ตรวจสอบว่า Master กับ Slave เชื่อมต่อกันไหม โดยในช่องสีเหลี่ยมของฝั่ง master (สีแดง) กับ slave (สีเขียว) ผลลัพธ์ต้องตรงกัน ถ้าตรงกันแสดงว่าจับคู่บลูทูธสำเร็จและทำงานได้ ดังรูปที่ 3.22

```

Slave Serial Monitor Output:
27 OK
28 OK
29 OK
30 +ADDR:2017:2:153004
31 OK
32 +ROLE:0
33 +UART:38400,0,0
34 OK

Master Serial Monitor Output:
+ROLE:0
OK
+ROLE:1
OK
ERROR:(7)
OK
+ROLE:1
OK
+UART:9600,0,0
OK
  
```

รูปที่ 3.22 การตรวจสอบ HC-05 Bluetooth (master) กับ HC-05 Bluetooth (slave)

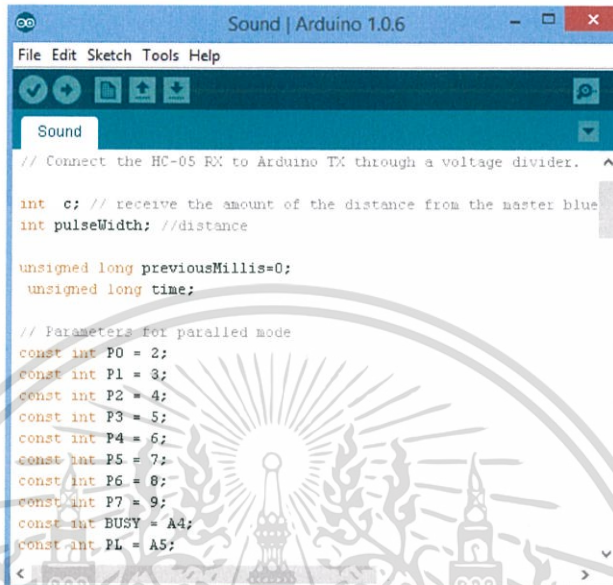
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ส่วนของระบบเสียงจาก ThaiEasyElec MP3 Embedded Module

ในระบบนี้ มีการต่อบอร์ด MP3 กับ บอร์ด Arduino โดยใช้โหมด Parallel

1. เขียนคำสั่งเบื้องต้นของบอร์ด MP3 โดยขั้นแรกต้องประกาศชื่อขาที่ใช้งานก่อน

ดังรูปที่ 3.23



```

// Connect the HC-05 RX to Arduino TX through a voltage divider.

int c; // receive the amount of the distance from the master blue
int pulseWidth; //distance

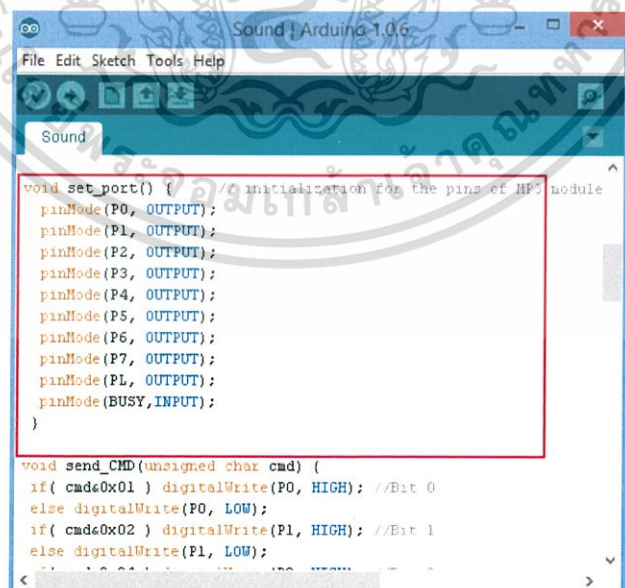
unsigned long previousMillis=0;
unsigned long time;

// Parameters for parallel mode
const int P0 = 2;
const int P1 = 3;
const int P2 = 4;
const int P3 = 5;
const int P4 = 6;
const int P5 = 7;
const int P6 = 8;
const int P7 = 9;
const int BUSY = A4;
const int PL = A5;

```

รูปที่ 3.23 คำสั่งประกาศชื่อขาที่ใช้งาน

2. ต่อไปเป็นการประกาศฟังก์ชัน set_port () ใช้ในการกำหนดให้ขาที่กำหนดไว้เป็น Input หรือ Output ในสี่เหลี่ยมสีแดง ดังรูปที่ 3.24



```

void set_port() { // initialization for the pins of MP3 module
  pinMode(P0, OUTPUT);
  pinMode(P1, OUTPUT);
  pinMode(P2, OUTPUT);
  pinMode(P3, OUTPUT);
  pinMode(P4, OUTPUT);
  pinMode(P5, OUTPUT);
  pinMode(P6, OUTPUT);
  pinMode(P7, OUTPUT);
  pinMode(PL, OUTPUT);
  pinMode(BUSY, INPUT);
}

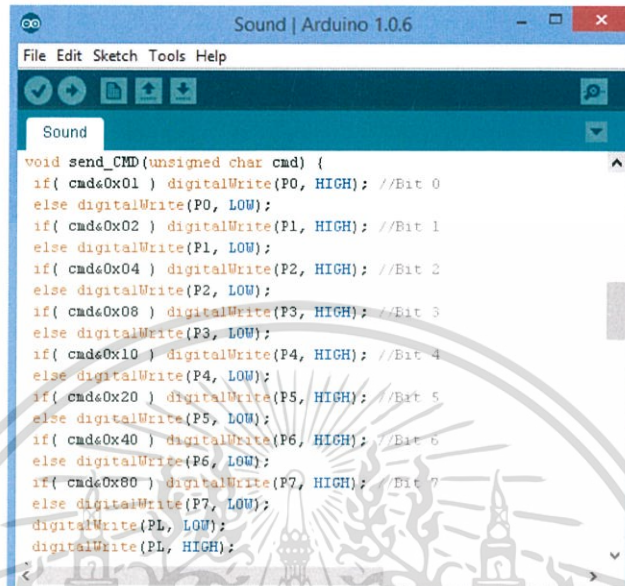
void send_CMD(unsigned char cmd) {
  if( cmd&0x01 ) digitalWrite(P0, HIGH); //Bit 0
  else digitalWrite(P0, LOW);
  if( cmd&0x02 ) digitalWrite(P1, HIGH); //Bit 1
  else digitalWrite(P1, LOW);
}

```

รูปที่ 3.24 กำหนดขา Input และ Output (สี่เหลี่ยมสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประกาศฟังก์ชัน send_CMD(unsigned char cmd) เป็นฟังก์ชันส่งคำสั่งไปที่โมดูล โดยรับพารามิเตอร์ชนิด char ชื่อ cmd และนำตัวแปร cmd ไปตรวจสอบข้อมูลที่ละบิต ถ้าบิตนั้นเป็น 1 ให้เซตขานั้นเป็นลอจิก “High” แต่ถ้าเป็น 0 เซตขานั้นเป็นลอจิก “Low” จนครบ 8 บิต จากนั้นสั่งให้ ขา PL เปลี่ยนลอจิกจาก “Low” เป็น “High” ดังรูปที่ 3.25



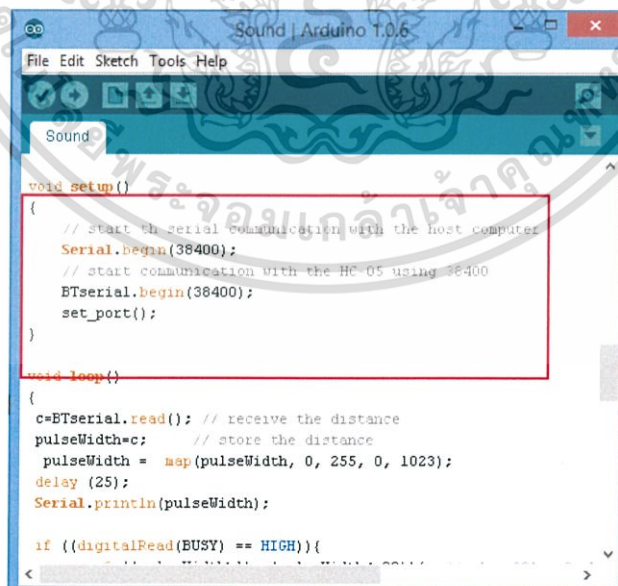
```

void send_CMD(unsigned char cmd) {
  if( cmd&0x01 ) digitalWrite(P0, HIGH); //Bit 0
  else digitalWrite(P0, LOW);
  if( cmd&0x02 ) digitalWrite(P1, HIGH); //Bit 1
  else digitalWrite(P1, LOW);
  if( cmd&0x04 ) digitalWrite(P2, HIGH); //Bit 2
  else digitalWrite(P2, LOW);
  if( cmd&0x08 ) digitalWrite(P3, HIGH); //Bit 3
  else digitalWrite(P3, LOW);
  if( cmd&0x10 ) digitalWrite(P4, HIGH); //Bit 4
  else digitalWrite(P4, LOW);
  if( cmd&0x20 ) digitalWrite(P5, HIGH); //Bit 5
  else digitalWrite(P5, LOW);
  if( cmd&0x40 ) digitalWrite(P6, HIGH); //Bit 6
  else digitalWrite(P6, LOW);
  if( cmd&0x80 ) digitalWrite(P7, HIGH); //Bit 7
  else digitalWrite(P7, LOW);
  digitalWrite(PL, LOW);
  digitalWrite(PL, HIGH);
}

```

รูปที่ 3.25 ประกาศฟังก์ชัน send_CMD(unsigned char cmd)

4. ก่อนที่จะทำส่วนของคำสั่ง void loop ต้องทำการ setup ก่อน ในช่วง void setup ใช้ฟังก์ชัน set_port() ในสี่เหลี่ยมสีแดง ดังรูปที่ 3.26



```

void setup()
{
  // start the serial communication with the host computer
  Serial.begin(38400);
  // start communication with the HC-05 using 38400
  BTserial.begin(38400);
  set_port();
}

void loop()
{
  c=BTserial.read(); // receive the distance
  pulseWidth=c; // store the distance
  pulseWidth = map(pulseWidth, 0, 255, 0, 1023);
  delay (25);
  Serial.println(pulseWidth);

  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){

```

รูปที่ 3.26 ในช่วง void setup ใช้ฟังก์ชัน set_port() (สี่เหลี่ยมสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กำหนดเงื่อนไข ถ้าโลจิกขา BUSY เป็น “High” แสดงว่าระบบตรวจจับเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะถูกต้องตามเงื่อนไข จากนั้นจะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์เสียงทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดเงื่อนไขมีดังนี้

- ไฟล์ 001 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-35 cm ดังรูปที่ 3.27
- ไฟล์ 002 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 55-65 cm ดังรูปที่ 3.27
- ไฟล์ 003 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 85-95 cm ดังรูปที่ 3.28
- ไฟล์ 004 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 115-125 cm ดังรูปที่ 3.28
- ไฟล์ 005 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 245-255 cm ดังรูปที่ 3.28
- ไฟล์ 006 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 495-505 cm ดังรูปที่ 3.28
- ไฟล์ 007 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 995-1005 cm ดังรูปที่ 3.29
- ไฟล์ 008 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 1995-2005 cm ดังรูปที่ 3.29
- ไฟล์ 009 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 2995-3005 cm ดังรูปที่ 3.29
- ไฟล์ 010 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 79-89 cm ดังรูปที่ 3.30
- ไฟล์ 011 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 99-109 cm ดังรูปที่ 3.30
- ไฟล์ 012 ทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 129-149 cm ดังรูปที่ 3.30

```

108 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
109   if (Distance == 'E'){ // set a warning if the distance <= 30cm
110     send_CMD(0x01); // play the file
111   }
112 }
113 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
114   if (Distance == 'F'){ // set a warning if the distance <= 60cm
115     send_CMD(0x02); // play the file
116   }
117 }

```

รูปที่ 3.27 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-35 cm และระยะ 55-65 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

118 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
119     if (Distance == 'G'){ // set a warning if the distance <= 90cm
120         send_CMD(0x03); // play the file
121     }
122 }
123 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
124     if (Distance == 'H'){ // set a warning if the distance <= 120cm
125         send_CMD(0x04); // play the file
126     }
127 }
128 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
129     if (Distance == 'I'){ // set a warning if the distance <= 250cm
130         send_CMD(0x05); // play the file
131     }
132 }
133 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
134     if (Distance == 'J'){ // set a warning if the distance <= 500cm
135         send_CMD(0x06); // play the file
136     }

```

รูปที่ 3.28 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 85-95 cm ระยะ 115-125 cm ระยะ 245-255 cm และระยะ 495-505 cm

```

139 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
139     if (Distance == 'K'){ // set a warning if the distance <= 1000cm
140         send_CMD(0x07); // play the file
141     }
142 }
143 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
144     if (Distance='L'){ // set a warning if the distance <= 2000cm
145         send_CMD(0x08); // play the file
146     }
147 }

```

รูปที่ 3.29 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 995-1005 cm และระยะ 1995-2005 cm

```

93 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
94     if (Distance == 'B'){ // set a warning if the distance <= 60cm
95         send_CMD(0x09); // play the file
96     }
97 }
98 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
99     if (Distance == 'C'){ // set a warning if the distance <= 90cm
100         send_CMD(0x0A); // play the file
101     }
102 }
103 if ((digitalRead(BUSY) == HIGH)){
104     if (Distance == 'D'){ // set a warning if the distance <= 120cm
105         send_CMD(0x0B); // play the file
106     }
107 }

```

รูปที่ 3.30 กำหนดเงื่อนไขที่ไฟล์เสียงทำงานเมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 79-89 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับระยะ 99-109 cm และระยะ 129-149 cm
 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ทดลองการแจ้งเตือนจากการตรวจจับวัตถุ

หลังจากเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ ThaiEasyElec MP3 Embedded Module ที่เชื่อมต่อกับบลูทูธเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการทดลอง พบว่าเมื่อตรวจจับกีดขวางที่ระยะถูกต้องตามเงื่อนไข Arduino จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์เสียงทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

1. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-35 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 001 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Beep”
2. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 55-65 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 002 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 60 cm ahead”
3. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 85-95 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 003 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 90 cm ahead”
4. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 115-125 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 004 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 120 cm ahead”
5. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 245-255 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 005 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 250 cm ahead”
6. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 495-505 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 006 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 500 cm ahead”
7. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 995-1005 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 007 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 1000 cm ahead”
8. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 1995-2005 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 008 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 2000 cm ahead”
9. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 2995-3005 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 009 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 3000 cm ahead”
10. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 79-89 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 010 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “60 cm below”
11. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 99-109 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 011 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “90 cm below”
12. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 129-149 cm จะส่งคำสั่งเพื่อให้ไฟล์ 012 จะทำงานพร้อมแจ้งเตือนเป็นเสียง “120 cm below”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ทดสอบและวิเคราะห์ผลการทำงานของระบบการแจ้งเตือน

1. เริ่มจากการเตรียมอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ให้ครบ ตัวอุปกรณ์มีดังนี้
 - HC-05 Bluetooth Module
 - Arduino Uno R3
 - ThaiEasyElec MP3 Embedded Module
 - Resistor 1 k Ω , 2 k Ω
 - micro SD Card
 - Headphone
 - ถ่าน 9 Volt
2. ศึกษาข้อมูล คุณสมบัติ และหลักการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวที่นำมาใช้งานว่ามีการทำงานแบบไหน มีการเชื่อมต่ออย่างไร และมีการรับส่งสัญญาณแบบไหน
3. ทำการเขียนโค้ดคำสั่งการทำงานโดยใช้โปรแกรม Arduino ในการเขียนโค้ดคำสั่งนั้น เราจำเป็นอย่างมากที่จะต้องกำหนดขาการเชื่อมต่อของแต่ละตัวอุปกรณ์ว่าจะให้อุปกรณ์แต่ละตัวต่อเข้ากับ Pin ช่องไหนของตัว Arduino
4. ทำการเช็คตัวอุปกรณ์แต่ละตัวที่นำมาใช้งาน ให้อุปกรณ์แต่ละชนิดตรงตามคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์นั้นๆ และตรวจเช็คตัวอุปกรณ์แต่ละตัวว่าสามารถทำงานได้จริงหรือเปล่า หากอุปกรณ์ตัวไหนมีปัญหา จะได้ทำการแก้ไขหรือทำการเปลี่ยนตัวอุปกรณ์ได้ทัน
5. เมื่อทำการเขียนโค้ดคำสั่งการทำงานและกำหนดขาที่จะต่อเข้ากับ Pin ของ Arduino แล้ว จากนั้นจะนำอุปกรณ์ทั้งหมดต่อเข้าด้วยกัน เหมือนเป็นการต่อวงจร แต่ในที่นี้เราจะต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับ Arduino และนำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบเป็นเครื่องสำหรับระบบแจ้งเตือน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้จัดทำจะต้องออกแบบเครื่องเองทั้งหมดว่าจะให้อุปกรณ์ออกมาในรูปแบบอย่างไร หรือมีหน้าตาแบบไหน
6. ทำการทดสอบรันโค้ดคำสั่งที่ได้เขียนไว้ เพื่อทดสอบว่าโค้ดคำสั่งสามารถใช้งานได้ และอุปกรณ์ไม่มีปัญหาอะไร จากนั้นเราจะนำไปทดลองใช้ในการใช้งานจริง
7. ทดสอบ Design and Actual voice alert
8. วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบแจ้งเตือน จากความสัมพันธ์ของดัชนีหักเหของสิ่งกีดขวางแต่ละชนิด (n)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

การทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดลองของโครงการการเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด เพื่อนำเสนอระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 ที่ได้รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีระบบตรวจจับวัตถุและนำทางสำหรับคนพิการทางสายตา โดยจะทำการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียง ที่ได้รับข้อมูลจากระบบตรวจจับวัตถุวัตถุที่นำมาทดสอบจะมี 3 ชนิด คือ มนุษย์ (Human) ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) จะมีการทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียงที่ 9 ระยะ คือ

1. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 25-35 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง “Beep”
แทนด้วย #1 ในตารางที่ 4.1-4.9
2. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 55-65 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 60 cm ahead”
แทนด้วย #2 ในตารางที่ 4.1-4.9
3. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 85-95 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง “Obstacle 90 cm ahead”
แทนด้วย #3 ในตารางที่ 4.1-4.9
4. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 115-125 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 120 cm ahead” แทนด้วย #4 ในตารางที่ 4.1-4.2 และ 4.4-4.9
5. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 245-255 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 250 cm ahead” แทนด้วย #5 ในตารางที่ 4.2, 4.5, 4.6 และ 4.8-4.9
6. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 495-505 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 500 cm ahead” แทนด้วย #6 ในตารางที่ 4.2, 4.5 และ 4.8
7. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 995-1005 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 1000 cm ahead” แทนด้วย #7 ในตารางที่ 4.5 และ 4.8
8. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 1995-2005 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 2000 cm ahead” แทนด้วย #8
9. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 2995-3005 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“Obstacle 3000 cm ahead” แทนด้วย #9
10. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 79-89 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“60 cm below” แทนด้วย #10
11. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 99-109 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“90 cm below” แทนด้วย #11
12. เมื่อเจอสิ่งกีดขวางที่ระยะ 129-149 cm แจ้งเตือนเป็นเสียง
“120 cm below” แทนด้วย #12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดสอบอุปกรณ์และการทำงานของระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3

การทดสอบการแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 จะทำการทดสอบทั้งหมด 3 ตอน คือ

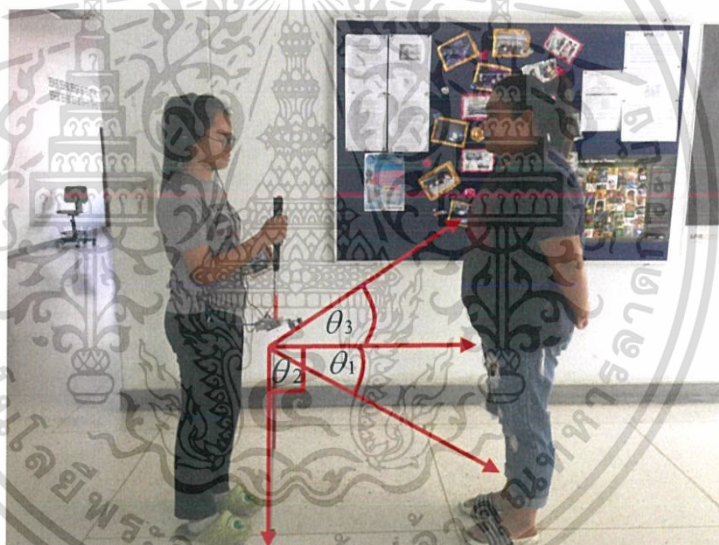
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- 1) ไมโครโฟนที่มีระบบตรวจจับวัตถุด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด
- 2) ชุดระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3
- 3) วัตถุ 3 ชนิด คือ มนุษย์ (Human) ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood)

4.1.2 การทดสอบและวิเคราะห์เพื่อใช้ในการแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3

ตอนที่ 1 ทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยการรับข้อมูลจากระบบตรวจจับที่ตรวจจับมนุษย์ (Human)

- 1) จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human)

- 2) วัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) ยืนที่ระยะทางที่กำหนดไว้
- 3) ผู้ทดลองเตรียมทำการทดลอง โดยยืนที่จุดเริ่มต้นที่ระยะ 0 cm
- 4) ทำการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) โดยมีการแจ้งเตือนจากระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 และนำค่าจากผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ ดังตารางที่ 4.1-4.4

- 5) กำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) โดย

5.1 วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1

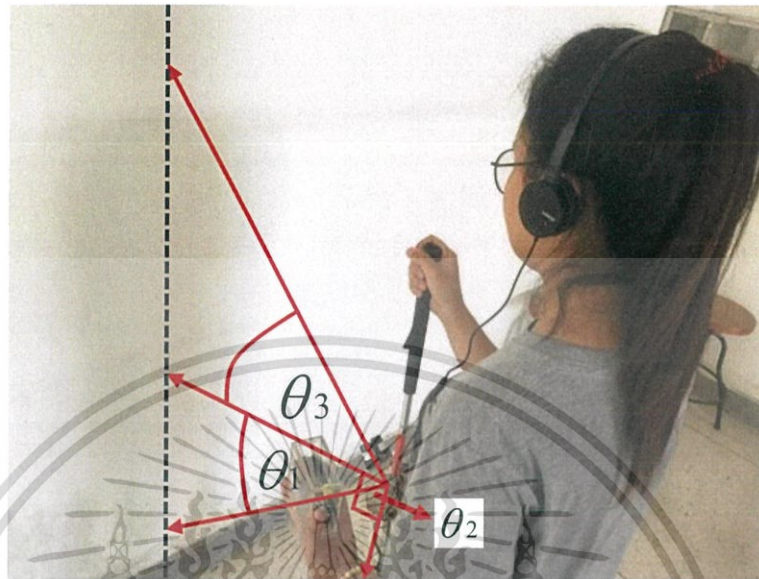
5.2 วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2

5.3 วัตถุสูง 81-180 cm เป็นระยะทางของ θ_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยการรับข้อมูลจากระบบตรวจจับที่ตรวจจับซีเมนต์ (Cement)

1) จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.2



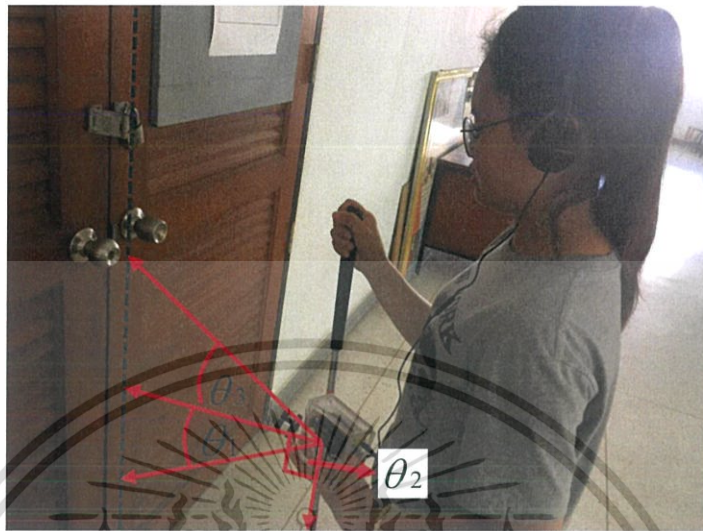
รูปที่ 4.2 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement)

- 2) กำหนดวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) ที่ระยะทางที่กำหนดไว้
- 3) ผู้ทดลองเตรียมทำการทดลอง โดยยืนที่จุดเริ่มต้นที่ระยะ 0 cm
- 4) ทำการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) โดยมีการแจ้งเตือนจากระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 และนำค่าจากผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ ดังตารางที่ 4.5-4.8
- 5) กำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) โดย
 - 5.1 วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1
 - 5.2 วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2
 - 5.3 วัตถุสูงกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 ทดสอบการแจ้งเตือนด้วยเสียงโดยการรับข้อมูลจากระบบตรวจจับที่ตรวจจับไม้ (Wood)

1) จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood)

- 2) กำหนดวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) ที่ระยะทางที่กำหนดไว้
- 3) ผู้ทดลองเตรียมทำการทดลอง โดยยืนที่จุดเริ่มต้นที่ระยะ 0 cm
- 4) ทำการทดลองตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) โดยมีการแจ้งเตือนจากระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 และนำค่าจากผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ ดังตารางที่ 4.9-4.12
- 5) กำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) โดย
 - 5.1 วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1
 - 5.2 วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2
 - 5.3 วัตถุสูงกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าระยะทางที่มีระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 ที่ได้รับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์กับค่าระยะทาง

4.2.1 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human)

ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ โดย

กำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) คือ

- วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1

- วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2

- วัตถุสูง 81-180 cm เป็นระยะทางของ θ_3

ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง มีการแจ้งเตือนในรูปแบบเสียง และหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1-4.3

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

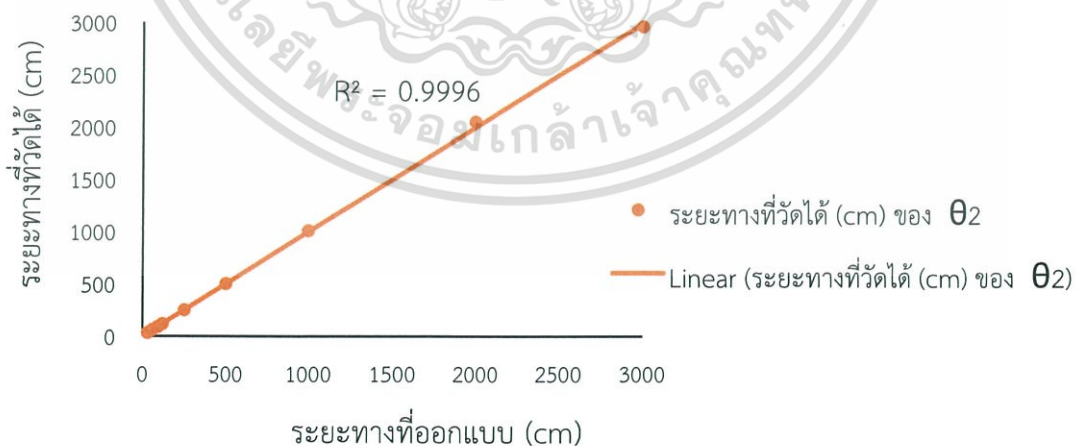
ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_1					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	77	76	70	76	62	72.2	#1
60	119	124	155	129	143	134.0	#10
90	139	132	127	126	132	131.2	#11
120	144	148	143	147	141	144.6	#12
250	A	A	A	A	A	A	-
500	A	A	A	A	A	A	-
1000	A	A	A	A	A	A	-
2000	A	A	A	A	A	A	-
3000	A	A	A	A	A	A	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_2					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5			
30	31	31	29	31	32	30.8	#1	2.67
60	59	60	60	59	62	60.0	#2	0
90	90	86	87	86	86	87.0	#3	3.33
120	119	117	117	117	123	118.6	#4	1.17
250	251	251	251	249	252	250.8	#5	0.32
500	502	500	502	500	501	501.0	#6	0.20
1000	1008	1002	1008	1014	1012	1008.8	-	0.88
2000	2052	2049	2045	2047	2057	2050.0	-	2.50
3000	2972	2956	-	-	-	2964.0	-	1.20

จากตารางที่ 4.2 นำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของมนุษย์ (Human) แสดงดังรูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของมนุษย์ (Human)



รูปที่ 4.4 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นมนุษย์ (Human) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.36 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_3 โดยวัตถุสูง 81-180 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_3					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	74	107	94	75	101	90.2	#1
60	308	223	303	310	300	288.8	#2
90	305	307	308	B	307	306.2	#3
120	B	B	B	B	B	B	-
250	B	B	B	B	B	B	-
500	B	B	B	B	B	B	-
1000	B	B	B	B	B	B	-
2000	B	B	B	B	B	B	-
3000	B	B	B	B	B	B	-

***หมายเหตุ A คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบพื้น)
B คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบเพดาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement)

ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 เปรียบเทียบกับค่าระยะทาง โดยกำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) คือ

- วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1
- วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2
- วัตถุสูงกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_3

ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง มีการแจ้งเตือนในรูปแบบเสียง และหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4-4.6

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

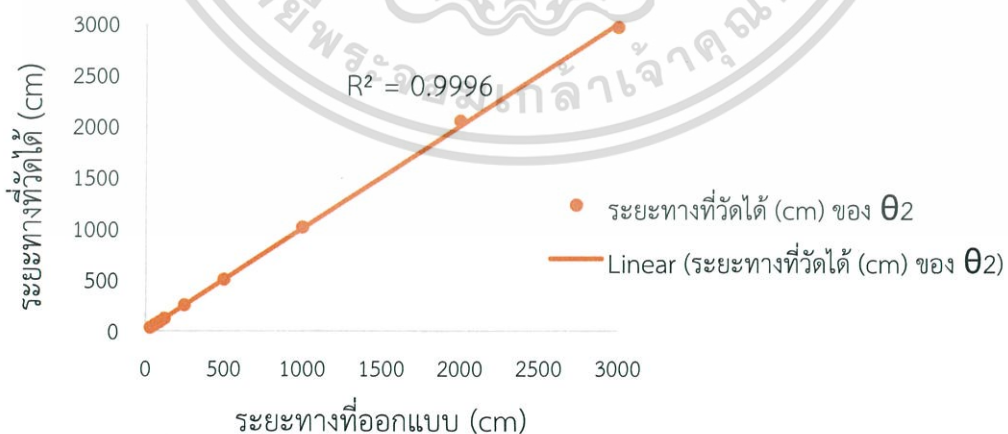
ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_1					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	53	52	58	52	58	54.6	#1
60	88	85	90	86	91	88.0	#10
90	127	119	138	119	130	126.6	#11
120	145	140	153	151	162	150.2	#12
250	A	A	A	A	A	A	-
500	A	A	A	A	A	A	-
1000	A	A	A	A	A	A	-
2000	A	A	A	A	A	A	-
3000	A	A	A	A	A	A	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_2					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5			
30	30	29	31	30	31	30.2	#1	0.67
60	59	60	59	59	60	59.4	#2	1.00
90	90	90	90	91	89	90.0	#3	0
120	121	120	120	119	119	119.8	#4	0.17
250	249	250	248	247	247	248.2	#5	1.20
500	500	500	500	500	501	500.2	#6	0.04
1000	1001	1002	998	1001	1012	1002.8	#7	0.28
2000	1978	1977	1986	1970	1970	1976.2	-	1.19
3000	2830	2839	2806	2814	-	2822.3	-	5.92

จากตารางที่ 4.5 นำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของซีเมนต์ (Cement) แสดงดังรูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของซีเมนต์ (Cement)



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นซีเมนต์ (Cement) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.55 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_3 โดยวัตถุสูงกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทาง ที่ ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_3					ระยะทาง ที่วัดได้ เฉลี่ย (cm)	เสียง แจ้ง เตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	88	81	84	84	81	83.6	#1
60	111	111	113	112	115	112.4	#2
90	167	167	201	206	191	186.4	#3
120	251	232	263	257	267	254.0	#4
250	278	282	286	282	286	282.8	#5
500	B	B	B	B	B	B	-
1000	B	B	B	B	B	B	-
2000	B	B	B	B	B	B	-
3000	B	B	B	B	B	B	-

*** หมายถึง A คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบพื้น)

B คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบเพดาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood)

ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 เปรียบเทียบกับค่าระยะทาง โดย

กำหนดความสูงของวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) คือ

- วัตถุต่ำกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_1
- วัตถุสูง 80 cm เป็นระยะทางของ θ_2
- วัตถุสูงกว่า 80 cm เป็นระยะทางของ θ_3

ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง มีการแจ้งเตือนในรูปแบบเสียง และหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7-4.9

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_1 โดยวัตถุต่ำกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทาง ที่ ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_1					ระยะทาง ที่วัดได้ เฉลี่ย (cm)	เสียง แจ้ง เตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	76	60	58	62	77	66.6	#1
60	97	98	93	87	86	92.2	#10
90	129	125	124	134	124	127.2	#11
120	150	143	147	144	151	147.0	#12
250	A	A	A	A	A	A	-
500	A	A	A	A	A	A	-
1000	A	A	A	A	A	A	-
2000	A	A	A	A	A	A	-
3000	A	A	A	A	A	A	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_2					ระยะทางที่วัดได้เฉลี่ย (cm)	เสียงแจ้งเตือน	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5			
30	30	30	29	29	29	29.4	#1	2.00
60	59	59	61	60	62	60.2	#2	0.33
90	92	89	89	90	88	89.6	#3	0.44
120	119	120	119	119	121	119.6	#4	0.33
250	249	249	250	251	252	250.2	#5	0.08
500	501	502	501	500	500	500.8	#6	0.16
1000	1002	1005	1001	1000	1001	1001.8	#7	0.18
2000	1974	1978	-	-	-	1976.0	-	1.20
3000	2917	2912	-	-	-	2914.5	-	2.85

จากตารางที่ 4.8 นำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของไม้ (Wood) แสดงดังรูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ออกแบบ (cm) กับระยะทางที่วัดได้ (cm) ที่ θ_2 ของไม้ (Wood)



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการตรวจจับสิ่งกีดขวางที่เป็นไม้ (Wood) ที่ระยะทางที่วัดได้ของ θ_2 โดยวัตถุสูง 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองตรวจจับและแจ้งเตือนในรูปแบบของเสียงที่ตรวจจับวัตถุที่เป็นไม้ (Wood) มีค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เท่ากับ 1.60 ที่ระยะทางที่วัดได้ ของ θ_3 โดยวัตถุสูงกว่า 80 cm เปรียบเทียบกับค่าระยะทางที่ออกแบบ

ระยะทาง ที่ออกแบบ (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm) ของ θ_3					ระยะทาง ที่วัดได้ เฉลี่ย (cm)	เสียง แจ้ง เตือน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
30	88	109	96	95	92	96.0	#1
60	301	297	305	306	304	302.6	#2
90	304	301	309	312	B	306.5	#3
120	B	B	B	B	B	B	-
250	B	B	B	B	B	B	-
500	B	B	B	B	B	B	-
1000	B	B	B	B	B	B	-
2000	B	B	B	B	B	B	-
3000	B	B	B	B	B	B	-

*** หมายถึง A คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบพื้น)
B คือ จุดที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ (พบเพดาน)

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างระยะทางที่วัดได้ของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ของ θ_2

ระยะทางที่ออกแบบ (cm)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)		
	มนุษย์ (Human) n=1.36	ซีเมนต์ (Cement) n=1.55	ไม้ (Wood) n=1.60
30	2.67	0.67	2.00
60	0	1.00	0.33
90	3.33	0	0.44
120	1.17	0.17	0.33
250	0.32	1.20	0.08
500	0.20	0.04	0.16
1000	0.88	0.28	0.18
2000	2.50	1.19	1.20
3000	1.20	5.92	2.85
เฉลี่ย	1.36	1.16	0.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
 ไม้ว่า การณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อภิปรายผล

จากการทดลอง เมื่อนำผลการทดลองของวัตถุแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับกันพบว่า วัตถุแต่ละชนิดมีค่า R-Squared (R^2) ที่แตกต่างกัน ซึ่งค่า R-Squared (R^2) คือตัวแปรที่บ่งบอกถึงความแม่นยำในการนำไปวิเคราะห์ผล ทั้งนี้ค่า R-Squared (R^2) ที่เหมาะในการนำไปวิเคราะห์ผลมี 3 ช่วง คือ $R^2=0.70-0.90$ เป็นค่าที่ไม่ละเอียดมากพอที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผล, $R^2=0.90-0.97$ เป็นค่าที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลได้แต่ยังไม่เป็นที่น่าเชื่อถือพอ และ $R^2=0.97-0.99$ เป็นค่าที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ผลได้และเป็นที่น่าเชื่อถือมากที่สุด [19]

ในการทดลองนี้พบว่า ค่า R-Squared (R^2) ของมนุษย์ (Human) มีค่า 0.9996 ดังรูปที่ 4.4 ค่า R-Squared (R^2) ของซีเมนต์ (Cement) มีค่า 0.9996 ดังรูปที่ 4.5 และค่า R-Squared (R^2) ของไม้ (wood) มีค่า 0.9999 ดังรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่า R-Squared (R^2) ของวัตถุทั้งสามชนิดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.97-0.99 แสดงให้เห็นว่าระบบตรวจจับวัตถุด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดมีการตรวจจับวัตถุที่มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม การมองเฉพาะค่า R-Squared (R^2) อย่างเดียวไม่สามารถตอบได้ว่าวัตถุแต่ละชนิดมีการตรวจจับที่แม่นยำมากเพียงใด จึงต้องมีการพิจารณาจากค่าดัชนีหักเห (Refractive index) และค่าเปอร์เซ็นต์การคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลอง

โดยค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) เป็นค่าตัวเลขที่บ่งชี้ถึงกำลังหักเหแสงของวัตถุ ยิ่งตัวเลขมีค่ามากเท่าใดก็จะมีกำลังการหักเหแสงที่สูงขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งวัตถุที่มีดัชนีหักเหแสงที่สูงกว่าจะสามารถหักเหลำแสงได้มากกว่าวัตถุที่มีดัชนีหักเหแสงต่ำกว่า [20] จากค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของไม้ (wood) มีค่า $n=1.60$ [21], ค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของซีเมนต์ (Cement) มีค่า $n=1.55$ [22] และค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของมนุษย์ (Human) มีค่า $n=1.36$ [23] จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของไม้ (wood) มีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของซีเมนต์ (Cement) จึงมีผลต่อกำลังการหักเหของแสงย่านอินฟราเรด (IR) ทำให้ไม้ (wood) กับซีเมนต์ (Cement) มีการตรวจจับที่แม่นยำมากกว่าวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) เนื่องจากร่างกายมนุษย์มีคุณสมบัติเป็น inhomogeneous ซึ่งมีเนื้อเยื่อที่ไม่เหมือนกันตลอดทั้งร่างกาย จึงทำให้มีผลต่อกำลังการหักเหของแสงย่านอินฟราเรด (IR) จึงมีผลต่อการตรวจจับ ทำให้มีความตรวจจับที่แม่นยำน้อยกว่าวัตถุที่เป็นไม้ (wood) และซีเมนต์ (Cement) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น homogeneous ที่มีสารเนื้อเดียวกันตลอดทั้งแผ่น สรุปการอภิปรายผลได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบระหว่างดัชนีหักเหของมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (wood) กับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างระยะทางที่วัดได้ของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ของ θ_2

วัตถุที่ใช้ในการทดลอง	ดัชนีหักเห (Refractive index : n)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%)	จำนวนเสียงแจ้งเตือน (เสียง)
มนุษย์ (Human)	1.36	1.36	6
ซีเมนต์ (Cement)	1.55	1.16	7
ไม้ (Wood)	1.60	0.84	7

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) มีความสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนแบบเป็นปฏิภาคผกผัน คือถ้าค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) เพิ่มขึ้นตามลำดับ จะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของระยะทางที่วัดได้ของวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human), ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood) ลดลงตามลำดับ จากผลการทดลองและการเปรียบเทียบข้างต้น ทำให้ทราบได้ว่าค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของซีเมนต์ (Cement) อยู่กึ่งกลางระหว่างมนุษย์ (Human) กับ ไม้ (Wood) เช่นเดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของซีเมนต์ (Cement) อยู่กึ่งกลางระหว่างมนุษย์ (Human) กับ ไม้ (Wood) และสอดคล้องกับจำนวนเสียงแฉ่งเตือนที่แฉ่งเตือนออกมาคือวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีเสียงแฉ่งเตือนจำนวน 6 เสียง, ซีเมนต์ (Cement) มีเสียงแฉ่งเตือนจำนวน 7 เสียง และ ไม้ (Wood) มีเสียงแฉ่งเตือนจำนวน 7 เสียง ทำให้ทราบว่าวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) กับ ไม้ (Wood) มีความสามารถในการถูกตรวจจับแม่นยำและว่องไวกว่าวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในบทที่ 5 นี้เป็นข้อสรุปผลการดำเนินงานวิจัยในการเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด ซึ่งระบบสื่อสารแบบไร้สายเป็นระบบแฉ่งเตอนในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 ที่ได้รับคำสั่งมาจากไม้เท้าอัจฉริยะที่มีระบบตรวจจับวัตถุและระบบนำทางสำหรับคนพิการทางสายตา ซึ่งวัตถุที่ใช้ในการทดสอบจะมี 3 ชนิด คือมนุษย์ (Human) ซีเมนต์ (Cement) และไม้ (Wood)

เมื่อไม้เท้าอัจฉริยะทำการตรวจจับวัตถุดังกล่าวได้จะมีการประมวลผลผ่าน Arduino Nano ที่ติดบนไม้เท้าอัจฉริยะ แล้วจึงส่งข้อมูลเป็นค่าระยะทางจาก HC-05 Bluetooth 1 (ทำหน้าที่เป็น Master) ไปยัง HC-05 Bluetooth 2 (ทำหน้าที่เป็น Slave) จากนั้น Arduino Uno R3 จะรับข้อมูลเป็นค่าระยะทางจาก HC-05 Bluetooth 2 (ทำหน้าที่เป็น Slave) เพื่อทำการเช็คเงื่อนไขให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นจะส่งข้อมูลที่ถูกต้องตามเงื่อนไขไปยังโมดูล MP3 ซึ่งโมดูล MP3 นี้จะประมวลผลตามคำสั่ง เพื่อเลือกไฟล์เสียงในการทำงานและไฟล์เสียงที่ตรงตามเงื่อนไขจะแสดงเป็นเสียงแฉ่งเตอนออกไปยังหูฟังแล้วเกิดเป็นเสียงแฉ่งเตอนแก่ผู้ใช้งาน

จากการเชื่อมต่อระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด ซึ่งระบบสื่อสารแบบไร้สายเป็นระบบแฉ่งเตอนในรูปแบบเสียงโดยใช้โมดูล MP3 จะได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลว่าวัตถุแต่ละชนิดมีค่า R-Squared (R^2) ที่แตกต่างกัน ซึ่งค่า $R^2_{Human}=0.9996$, $R^2_{Cement}=0.9996$ และ $R^2_{Wood}=0.9999$ จะเห็นได้ว่าค่า R-Squared (R^2) ของวัตถุทั้งสามชนิดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.97-0.99 แสดงให้เห็นว่าระบบตรวจจับวัตถุด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดมีการตรวจจับวัตถุที่มีแม่นยำและน่าเชื่อถือมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม การมองเฉพาะค่า R-Squared (R^2) อย่างเดียวไม่สามารถตอบได้ว่าวัตถุแต่ละชนิดมีการตรวจจับที่แม่นยำมากเพียงใด จึงต้องมีการพิจารณาจากค่าดัชนีหักเห (Refractive index) และค่าเปอร์เซ็นต์การคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลอง ซึ่งค่า $n_{Wood}=1.60$ [21], $n_{Cement}=1.55$ [22] และ $n_{Human}=1.36$ [23] จะเห็นได้ว่าค่า n_{Wood} ใกล้เคียงกับ n_{Cement} จึงมีผลต่อกำลังการหักเหของแสงย่านอินฟราเรด (IR) ทำให้ไม้ (wood) กับซีเมนต์ (Cement) มีการตรวจจับที่แม่นยำมากกว่าวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) และจากค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) นั้นมีความสอดคล้องกับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนแบบเป็นปฏิภาคผกผัน ทำให้ทราบได้ว่าค่าดัชนีหักเห (Refractive index : n) ของซีเมนต์ (Cement) อยู่กึ่งกลางระหว่างมนุษย์ (Human) กับไม้ (Wood) เช่นเดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของซีเมนต์ (Cement) อยู่กึ่งกลางระหว่างมนุษย์ (Human) กับไม้ (Wood) และสอดคล้องกับจำนวนเสียงแฉ่งเตอนที่แฉ่งเตอนออกมาคือวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) มีเสียงแฉ่งเตอนจำนวน 6 เสียง, ซีเมนต์ (Cement) มีเสียงแฉ่งเตอนจำนวน 7 เสียง และไม้ (Wood) มีเสียงแฉ่งเตอนจำนวน 7 เสียง ทำให้ทราบว่าวัตถุที่เป็นซีเมนต์ (Cement) กับไม้ (Wood) มีความสามารถในการถูกตรวจจับแม่นยำและว่องไวกว่าวัตถุที่เป็นมนุษย์ (Human) เป็นข้อสรุปได้ว่าการตรวจจับวัตถุโดยไม้เท้าอัจฉริยะที่มีระบบตรวจจับวัตถุด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดมีการตรวจจับวัตถุที่แม่นยำและถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำงานของระบบตรวจจับจึงมีผลต่อการทำงานของระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียง โดยใช้โมดูล MP3 ทำให้มีการแจ้งเตือนที่ถูกต้องแม่นยำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากปัญหาที่ผู้ทำการทดลองได้พบจะเป็นในส่วนของ การเชื่อมต่อ ระหว่างไม้อัดอัจฉริยะที่มีระบบตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดกับส่วนของระบบแจ้งเตือนแบบไร้สายในรูปแบบเสียงโดยการใช้โมดูล MP3 ทั้งสองส่วนจะต้องเชื่อมต่อกันโดยการใช้ Bluetooth HC-05 ก่อนที่จะทดลองผู้ทำการทดลองจะต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน แต่ในการทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่ออุปกรณ์ทั้งสองส่วนอยู่ใกล้กันจะไม่สามารถเชื่อมต่อ Bluetooth เข้าด้วยกันได้ จึงไม่สามารถทำการทดลองได้ ทางผู้ทำการทดลองจึงได้มีการแก้ไขปัญหานี้ โดยก่อนที่จะทำการทดลองจะนำอุปกรณ์ทั้งสองส่วนเข้าใกล้กัน เพื่อที่จะทำการเชื่อมต่อ Bluetooth ของอุปกรณ์ทั้งสอง จึงทำให้สามารถทำการทดลองได้
2. จากปัญหาที่พบ คือระบบตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรด ไม่สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้อย่างแม่นยำตามระยะทางที่กำหนดไว้ ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบแจ้งเตือน ระบบแจ้งเตือนไม่สามารถแจ้งเตือนได้อย่างถูกต้อง จึงมีการแก้ไขปัญหานี้โดยการกำหนดช่วงของการตรวจจับเจอสิ่งกีดขวาง เมื่อเราทำการแก้ไขปัญหานี้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้แล้ว พบว่าเราสามารถใช้งานระบบสื่อสารแบบไร้สายกับการตรวจจับด้วยเลเซอร์ย่านอินฟราเรดได้อย่างแม่นยำและถูกต้องตามที่ผู้ทำการทดลองต้องการ
3. จากปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่พบ คือไม่มีเสียงแจ้งเตือนในช่วงที่ข้อมูลประมวลผลผิดพลาด ควรแก้ปัญหาโดยการเพิ่มเสียงในช่วงที่มีการส่งข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อน
4. ควรเพิ่มเสียงแจ้งเตือนหากพบพื้นต่างระดับหรือพื้นขรุขระ โดยให้มีเสียงแจ้งเตือนที่แตกต่างจากเสียงแจ้งเตือนข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] มุลนิธิธรรมิกชนเพื่อคนตาบอดในประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 30 มิถุนายน 2560. โลกของคนตาบอด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://cfbt.or.th/kr/index.php/article/12-blind-world>
- [2] คลื่นเสียง. [ออนไลน์]. 11 สิงหาคม 2558. เข้าถึงได้จาก : <http://fahthansound.blogspot.com>
- [3] ทันพงษ์ ภูริรักษ์. เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf
- [4] ภาษาของการเขียนโปรแกรมใช้งาน Arduino Board. [ออนไลน์]. 19 เมษายน 2559. เข้าถึงได้จาก : <https://arduinothing.blogspot.com/2016/04/arduino-cc.html>
- [5] เอ็มพีสาม. [ออนไลน์]. 21 สิงหาคม 2560. เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B9%87%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%B53>
- [6] คู่มือการใช้งาน ThaiEasyElec MP3 Embedded Module Version 1.3. [ออนไลน์]. 29 กันยายน 2560. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaieasyelec.com/products/embedded-module/mp3modules/thaieasyelec-mp3-embedded-module-detail.html>
- [7] สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ม.มหิดล. 2004. รูปแบบในการส่งข้อมูล (transmission mode). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.il.mahidol.ac.th/emedial/computer/network/netdatacom3.html>
- [8] บลูทูธ. [ออนไลน์]. 30 กันยายน 2560. เข้าถึงได้จาก : <https://th.wikipedia.org/wiki/บลูทูธ>
- [9] การใช้งาน Bluetooth module HC05. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://synes.co.th/media/wysiwyg/Product/Wireless/RF/2400/Bluetooth/HC-05_Thai-Manual.pdf
- [10] pongsakriverplus. การสื่อสารแบบ Profibus. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://riverplusblog.com/2011/07/11/plcprotocol%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%AAE0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A-profibus/>
- [11] หูฟัง. [ออนไลน์]. 25 กรกฎาคม 2560. เข้าถึงจาก : <https://th.wikipedia.org/wiki/หูฟัง>
- [12] ยพุดี หัตถสิน, ณัฐวัฒน์ พยาราชภูริ และ ชาญณรงค์ ธรรมเสนา, พัฒนาระบบเสียงและการทดสอบระบบตรวจจบบัณฑิตในโครงการแว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา, The Eleventh National Conference on Computing and Information Technology NCCIT2015, 553-558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [13] ปานรวี มณีอินทร์, ทิพย์วิภา ทองเอิบ, อรอนงค์ เมืองพิณ และ ศัชชญาส์ ดวงจันทร์, ระบบ RFID สำหรับสนับสนุนคนพิการทางการเห็นในการเดินทาง, วารสารวิทยาลัยราชสุดา, ปีที่ 12, ฉบับที่ 15, 171-185
- [14] อนุสรณ์ เราเท่า, ดิเรก มณีวรรณ, สันติชาติ พันทา และ เอกรัตน์ ตีตาวงศ์, เครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตาด้วยระบบคลื่นสะท้อน, การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 7, 7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand, 275-380
- [15] E.A. Williams, S.M. Cobbina and S.K. Okrah, Design and Implementation of a Dual Infra-Red Receiver Circuit for Intruder Detection, International Journal of Scientific and Research Publications, Vol. 6, Issue 5, 2016, 494-497
- [16] Y.S.H. Khraisat, Design Infrared Radar System, Contemporary Engineering Sciences, Vol. 5, Issue 3, 2012, 111-117
- [17] S.K. Nandini and R. Pradeepa, Auto Sensing Railway Level Crossing Safety Alarm System Using Infrared, International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, Vol. 4, Issue 6, 2016, 11056-11059
- [18] A.M. Kassim, T. Yasuno, H.I. Jaafar, M.S.M. Aras and N. Abas, Performance Analysis of Wireless Warning Device for Upper Body Level of Deaf-Blind Person, SICE Annual Conference 2015 July 28-30, 2015, Hangzhou, China, 252-257
- [19] F. E. Dowell, E. B. Maghirang, F. Xie, G. L. Lookhart, R. O. Pierce, B. W. Seabourn, S. R. Bean, J. D. Wilson, and O. K. Chung, Predicting Wheat Quality Characteristics and Functionality Using Near-Infrared Spectroscopy, Cereal Chem, Vol 85, Issue 5, 2006, 529-536
- [20] Thaioptic. ดัชนีหักเหแสง (Refractive index, RI). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.thaioptic.com/2011/06/refractive-index.html>
- [21] H. Ding, J. Q. LU, W. A. Wooden, P. J. Kragel, and X. H. Hu, Refractive Indices of Human Skin Tissues at Eight Wavelengths and Estimated Dispersion Relations between 300 and 1600 nm, Phys. Med. Biol., Vol. 51, Issue 6, 2006, 1479-1489
- [22] M. P. Gorsky, P. P. Maksimyak and A. P. Maksimyak, Optical Sizing of Cement Particles, Optica Applicata, Vol. 11, Issue 2, 2010, 459
- [23] A. Kienle, C. D'Andrea, F. Foschum, P. Taroni and A. Pifferi, Light Propagation in Dry and Wet Softwood, Opt. Exp, Vol. 16, Issue 13, 2008, 989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พัฒนาระบบเสียงและการทดสอบระบบตรวจจับวัตถุในโครงการแว่นตาแจ้งเตือน

สิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา

Development of a Sound System and Detection Safety Tests in the Obstacle-Warning Glasses for the Visually Impaired

ยุพดี หัตถสิน (Upady Hatthasin)¹ ณัฐวัฒน์ พยาราชกูร์ (Nattawat Payarach)²และชาญณรงค์ ธรรมเสนา (Chanarong Tamasena)³

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

¹UHT@rmu.ac.th, ²c.curaga@gmail.com, ³davil_sunlife@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้พัฒนาเพิ่มเติมงานวิจัยเดิมซึ่งมีระบบเสียงที่เคยแสดงผลได้ล่าช้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงอัลกอริทึมโดยให้ไปแก้ไขในส่วน Delay ทั้งหมด ซึ่งจะช่วยให้ผลแปลงเสียงเข้าใกล้ Real Time ได้มากที่สุดและมีการทดสอบด้านความแม่นยำการวัดระยะทางอันสัมพันธ์กันกับมุมด้านหน้าของ Ultrasonic Sensor และการสะท้อนของคลื่น Ultrasonic ที่ไปตกกระทบกับวัตถุ 5 ชนิดคือ ฟองน้ำ กระดาษไม้ เหล็ก และขวดน้ำพลาสติก ผลทดสอบมี 2 ส่วน ๆ แรกเป็นการวัดระยะทางกับวัตถุ 5 ชนิด ผลทดสอบแสดงให้เห็นว่าเฉพาะวัตถุฟองน้ำเท่านั้นที่ไม่ตอบสนองต่อ Ultrasonic ในขณะที่วัตถุอีก 4 ชนิดที่เหลือจะมีการสะท้อนคลื่นกลับ ผลค่าความแม่นยำระยะทางในการสะท้อนของคลื่นจากวัตถุแต่ละชนิดได้ส่งผลให้ต้องคำนึงถึงกลไกในการวางตำแหน่งอุปกรณ์และการออกแบบระบบเพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้พิการทางสายตา ส่วนที่สองเป็นแบบประเมินจากคนสายตาปกติและผู้พิการทางสายตา ด้านความแม่นยำในการวัดระยะทางได้ 93.61% และได้ 85.41% ด้านความสามารถแจ้งเตือนด้วยเสียงเร็วขึ้นได้ 94.16% และได้ 87.50% ด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีสวมใส่แว่นตาได้ 86.87% และได้ 79.68% ตามลำดับ

คำสำคัญ: การวัดระยะทาง ระบบเสียง ผู้พิการทางสายตา

อัลตราโซนิคเซนเซอร์

Abstract

This article is a further development of previous research which has been shown to delay the audio system. Therefore, it is necessary to improve the algorithm by the editor of a Delay. It gives the utterance approaches Real Time as possible. It is aimed to test the accuracy of measuring the distance associated with the angle in front of Ultrasonic Sensor. Also, it is examined the reflection of Ultrasonic wave to the incident with the five materials of sponges, glass, wood, metal, and plastic bottle of water. The testing result has two parts. The first is experiments to measure the distance for those five materials. Their testing results shows that only sponges did not respond to Ultrasonic while other four materials reflect back. Their reflecting results of the precise distance from the object of each type of wave were diagnosed in a need to consider mechanisms to position equipment and system design to ensure safety for the visually impaired. The second part is assessments from the normal vision people and the blindness which shown that the accuracy of the measured distance as 93.61% and 85.41%, the faster warning sound as 94.16% and 87.50%, the convenience and versatility of wearing glasses as 86.87% and 79.68%, respectively.

Keywords: Distance Measurement, Sound System, The Visually Impaired, Ultrasonic Sensor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ผู้มีความบกพร่องด้านสายตาหรือคนตาบอด เป็นผู้ที่ไม่สามารถมองเห็นได้หรืออาจมองเห็นได้ไม่มากนัก ไม่สามารถรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบตัวได้ [1] ในการดำเนินชีวิตของผู้พิการทางสายตา พวกเขามักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการเดินทาง พวกเขาต้องใช้การนำทาง เช่น ไม้เท้าหรือสุนัขนำทาง และต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ทักษะการทำ ความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม การเคลื่อนไหว และเทคนิคในการใช้ไม้เท้าหรืออุปกรณ์ช่วยในการเดินทางชนิดอื่นๆ โดยการเดินทางด้วยวิธีดังกล่าวนี้ใช้ว่าจะปลอดภัยเสมอไป

การนำทางโดยใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้มีผู้วิจัยทำการพัฒนาเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตามากมายเช่น แวนดาแจ้ง เตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา [2] ได้สร้างเครื่องมือเป็นแวนดา ซึ่งประยุกต์ใช้ Ultrasonic Sensor ให้วางไว้ที่ด้านซ้ายและด้านขวาของแวนดา เพื่อค้นหาสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้า แล้วให้ Ultrasonic Sensor ซ้ายและขวาทำงานร่วมกัน มี Accelerometer Sensor ๗ นิ้ว สนุน การหาค่าความเอียง เพื่อที่จะคำนวณหาการก้ม-เงยของศีรษะมาช่วยในการวิเคราะห์ ลักษณะมุมมองของผู้ใช้ มี Microcontroller รุ่น Arduino เป็นตัวประมวลผลระบบ มีการแจ้งเตือนใน 4 รูปแบบคือ 1) สั่น โดยใช้ Vibration Motor, 2) เสียงบี๊บ โดยใช้ Buzzer, 3) ทำงานร่วมกันระหว่าง สั่นกับบี๊บ, และ 4) เสียงพูด แต่ยังมีข้อบกพร่องด้านการทำงานแจ้งเตือนออกมาในรูปแบบของเสียงพูดคือการบอกระยะทางที่ผิดพลาด โดยเสียงแจ้งเตือนที่เปล่งออกมามีความล่าช้ามากกว่าระยะเวลาจริงที่วัดได้

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นด้านความแม่นยำและความคล่องตัวขณะใช้งาน โดยทดสอบการวัดระยะทางของ Ultrasonic Sensor ที่ใช้สองเซตให้วัดระยะทางให้ถูกต้องและพัฒนามาในส่วนของการแสดงผลด้านเสียงให้มีการตอบสนองที่รวดเร็วเพื่อทำให้ระบบการวัดระยะทางและการแสดงผลเป็นแบบ Real Time คือการทำงานแบบตลอดเวลาและทันทีทันใดให้ได้มากที่สุด

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

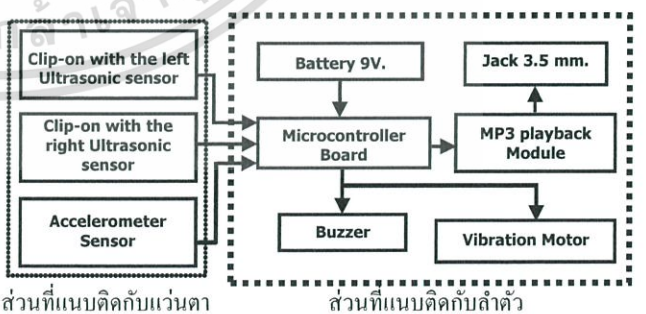
นอกเหนือจากงานวิจัยด้านแวนดา ยังมีอีกหลากหลายเอกสารที่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยที่พยายามพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลบางประการและปัญหาที่ผู้สวมใส่แว่นมีใบหน้าขนาดเล็ก / ให้ผู้แตกต่างกัน

ผู้พิการทางสายตาสามารถพึ่งพาตนเองได้ อย่างเช่น งานวิจัย วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียน ผู้พิการทางสายตา [3] งานวิจัย โมเดลบอกสเกลเวลาและ น้ำหนักเพื่อฝึกทักษะสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ [4] และงานวิจัย พัฒนาระบบช่วยอ่านสื่อการสอนจากบาร์โค้ดสำหรับโรงเรียน สอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัด เชียงใหม่ [5] ที่ส่งเสริมให้ผู้พิการทางสายตาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่วนงานวิจัย ไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา [6] มีการใช้เอาต์พุตเป็นสัญญาณเสียงและมีการนำ เทคโนโลยีตัวตรวจจับชนิดจําแนกความถี่วิทยุเข้ามาประยุกต์ รวม งานวิจัยวิศวกรรมเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ยาในคนตาบอด [7] และงานวิจัยเครื่องอ่านฉลากยา [8] ก็เป็นงานวิจัยที่ช่วยให้ ผู้พิการสามารถ ใช้ยาหรือทานยาได้ด้วยตัวเอง จุดด้อยของทั้งสองงานวิจัยนี้คือ บนขวดยาที่ติดบาร์โค้ดหรือฉลากยาอยู่นั้น ไม่มีตำแหน่งที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้พิการ ได้สัมผัสหรือนำ ไปสแกนได้ ทำให้ลำบากและยากต่อการใช้งานของผู้พิการ

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 โครงสร้างกรอบแนวคิด

โครงสร้างพื้นฐานของงานวิจัยนี้แสดงเป็นกรอบแนวคิดได้ ดังภาพที่ 1 โดยต้องอาศัยส่วนประกอบการทำงานของ ฮาร์ดแวร์ สามารถบรรยายหลักการทำงานของแต่ละบล็อก ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดองค์ประกอบของระบบ

- บล็อก Clip-on with the left / right Ultrasonic Sensor ทั้งข้างขวาและซ้าย มีหน้าที่ตรวจจับสิ่งกีดขวาง ใช้ 2 เซตเพื่อ ป้องกันการผิดพลาด (Error) ซึ่งเพิ่มเติม Clip-on เพื่อรองรับ ปัญหาผู้สวมใส่แว่นมีใบหน้าขนาดเล็ก / ให้ผู้แตกต่างกัน

- บล็อก **Accelerometer Sensor** มีหน้าที่ตรวจวัดการก้มเงยของศีรษะ เพื่อแยกโหมดการแจ้งเตือนเป็น 3 กรณี คือ 1) กรณีหน้าตรง จะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้า 2) กรณีก้มหน้า จะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างล่าง และ 3) กรณีเงยหน้า จะแจ้งว่ามีสิ่งกีดขวางอยู่ข้างบน

- บล็อก **Microcontroller Board** ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณอินพุตจาก Ultrasonic Sensor และ Accelerometer Sensor เพื่อส่งสัญญาณให้อุปกรณ์เอาท์พุท คือ Vibration Motor, Buzzer, และ Embedded MP3 Module เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาได้รับรู้เมื่อมีสิ่งกีดขวาง

- บล็อก **Buzzer** มีหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจาก Microcontroller Board ให้เป็นสัญญาณเสียง

- บล็อก **Vibration Motor** มีหน้าที่ให้สัญญาณสั่นเตือนเมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจาก Microcontroller Board ส่งมาให้เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง

- บล็อก **Embedded MP3 Module** ทำหน้าที่อ่านไฟล์ MP3 ที่บันทึกอยู่ในหน่วยความจำ และจากนั้นก็ส่งสัญญาณเสียงไปยัง Jack Stereo

- บล็อก **Jack Stereo 3.5 mm.** เป็นตัวเชื่อมต่อสำหรับหูฟัง เพื่อส่งเสียงพูดเตือนว่ามีสิ่งกีดขวางระยะกิโลเมตร และวัดอุณหภูมิข้างหน้า ข้างล่างหรือ ข้างบน ของผู้พิการทางสายตา

- บล็อก **Battery 9V.** มีหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทุกตัวในระบบตามปกติ ซึ่ง Battery มีขนาด 9V. (Volts)

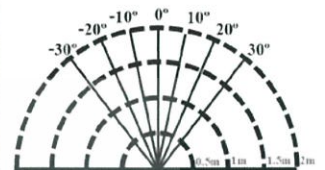
3.2 การออกแบบสนามทดสอบ

เนื่องจากการหาความแม่นยำ ต้องอาศัยระยะทางจริงกับระยะทางที่วัด ได้มาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นจึงมีการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์ระยะทาง Ultrasonic Sensor ที่เป็นส่วนประกอบของระบบแว่นตาแจ้งเตือนดังกล่าว โดยสร้างสนามที่เป็นพื้นที่จริง แสดงได้ดังภาพที่ 2.ก) ที่มีอักษรบอกระยะทางช่วงๆละ 50 cm. เป็นลำดับจนถึง 2 m. และมีการบอกระยะรัศมีด้านซ้ายมือ (ให้เป็นค่าลบ) / ขวามือ(ให้เป็นค่าบวก) สำหรับการวัดด้านหน้าตรงให้เป็น 0 องศา โดยแบบร่างสามารถพล็อตเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 2.ข)

3.3 การออกแบบ Clip-On เพื่อติดตั้ง Ultrasonic Sensor

เพื่อให้เกิดความสะดวกและความคล่องตัวสำหรับผู้สวมใส่แว่นตาที่อาจมีรูปร่างใบหน้าใหญ่ / เล็ก / อ้วน / ผอม แตกต่างไม่เท่ากันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ

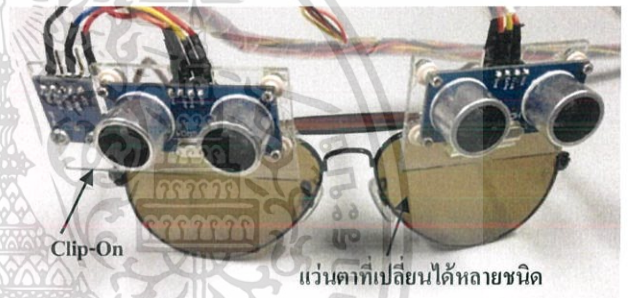
กัน ซึ่งจะส่งผลให้ขนาดของแว่นตามีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะรูปพรรณของผู้ใช้งาน ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น จึงมีการออกแบบ Clip-On เพื่อหนีบขอบบนของตัวแว่นตา โดย Clip-On จะประกอบด้วย Ultrasonic Sensor และ Accelerometer ใช้อะคริลิกใสหนา 2mm. ที่มีน้ำหนักเบาเป็นพื้นฐานสำหรับยึดอุปกรณ์ แสดงได้ดังภาพที่ 3



ก) เมื่อสร้างเป็นสนามทดสอบจริง

ข) แบบร่างสนามวัดระยะทาง

ภาพที่ 2: สนามทดสอบวัดระยะทางโดยใช้ Ultrasonic Sensor



Clip-On

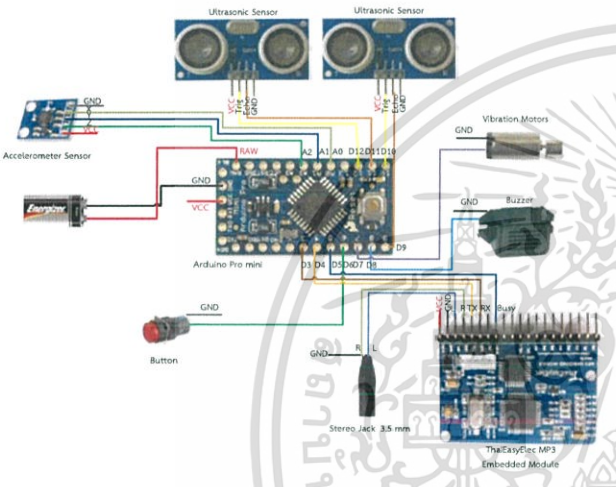
แว่นตาที่เปลี่ยนได้หลายชนิด

ภาพที่ 3: คู่ Clip-On สำหรับหนีบขอบบนของตัวแว่นตา

3.4 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

จากภาพที่ 4 เป็นการแสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อของระบบ โดยเริ่มจากการต่อแบตเตอรี่เข้ากับ Raw ของ Arduino Pro mini เพื่อทำหน้าที่แปลงไฟ 9V. ให้เลือก 5V. ทั้งหมดในวงจรเนื่องจาก Arduino Pro mini และ Accelerometers GY-61 ไม่สามารถรับไฟเกิน 5V. ได้ โดยสามารถใช้ไฟ 5V. จากขา VCC ได้ ซึ่งขา VCC จะเป็นไฟเลี้ยงอุปกรณ์ในระบบทุกตัวแทนอินพุตของระบบ เริ่มจากขา trig และขา Echo ของ Ultrasonic Sensor ทั้งสองต่อเข้ากับขา D9-D12 เป็นอินพุตของ Arduino Pro mini ทำหน้าที่ตรวจวัดระยะของสิ่งกีดขวาง ขา X, Y, และ Z ของ Accelerometers ต่อกับ ขา A0, A1, และ A2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นขาอินพุตอนาล็อกของ Arduino Pro mini เพื่อประมวลผลการก้มเงยของศีรษะ ขาวกของ Vibration Motor กับ Buzzer ต่อกับขา D7 และ D8 ซึ่งเป็นเอาต์พุตของ Arduino Pro mini ส่งกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์แจ้งเตือนทั้งสอง มีสวิทช์ต่อ

กับขา D6 เป็นอินพุต โดยสวิตช์จะต่อกับตัวต้านทาน Pull-down เพื่อให้ได้ลอจิกที่แน่นอน ส่วน ThaiEasyElec MP3 Embedded Module จะสื่อสารกับ Arduino Pro mini ผ่านทางขา D3-D4 ซึ่งเป็นขา Rx และ Tx เป็นการสื่อสารแบบอนุกรม ที่ได้กำหนดขึ้นมาใหม่ และมีขา Busy เป็นขาออกสถานะของโมดูล เสี่ยงว่าพร้อมเล่นไฟล์เสียงหรือไม่ต่อกับขา D5 ขา PH_R กับ PH_L เป็นเอาต์พุตเสียงต่อกับแจ๊ค 3.5 mm. สำหรับเสียบหูฟัง เพื่อกำเนิดสัญญาณเตือนแบบเสียงพูดที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



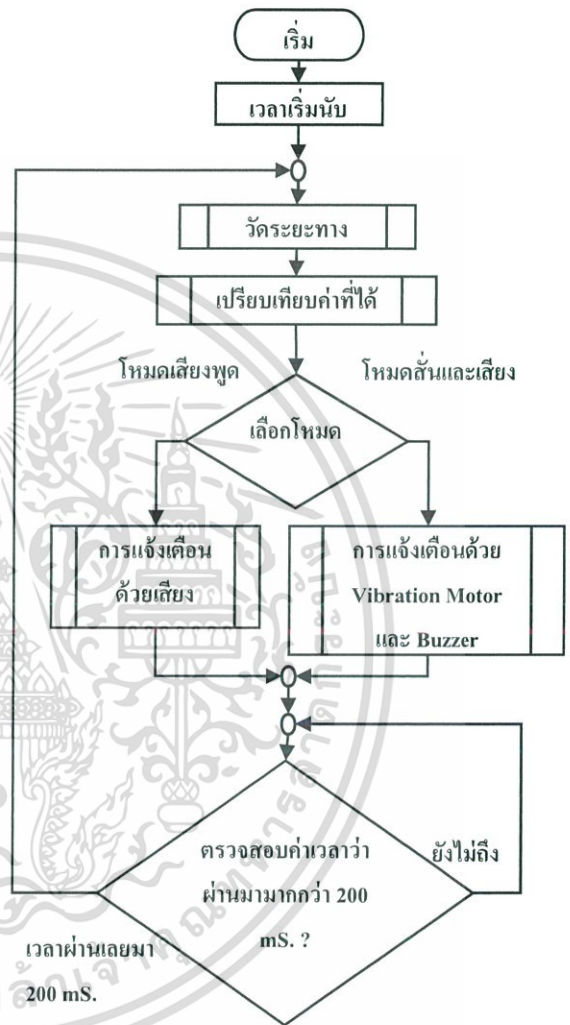
ภาพที่ 4: การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ

3.5 การออกแบบทางด้านซอฟต์แวร์

การแก้ปัญหาคำสั่ง Delay ของ Arduino Pro mini นั้นเป็นการทำงานแบบ Sequence ที่ต้องทำแบบรอคำสั่งก่อนหน้าที่ทำเสร็จก่อน ถึงจะเริ่มคำสั่งใหม่ได้เป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะทำให้เกิดความหน่วงของโปรแกรมขึ้นได้เพราะต้องรอคำสั่งที่ทำอยู่เสร็จไปก่อน การแก้ไขปัญหานี้ทำได้โดยใช้หลักการของ Multithreading เข้ามาช่วย ซึ่งหลักการของ Multithreading ใน Arduino นั้นไม่สามารถใช้ Threading ได้จึงจำเป็นต้องใช้คำสั่ง millis() เข้ามาช่วยแทนในการเขียน โปรแกรมแทนให้เสมือน Arduino ทำงานหลายๆได้พร้อมกัน ซึ่ง millis() คือค่าเวลาของ Arduino

การทำงานของระบบเริ่มจากการเริ่มนับเวลาและเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้คือ 200 ms. (milli-Seconds) จะเริ่มการทำงานโดยเริ่มที่ Ultrasonic Sensor ทั้งสองวัดระยะทาง แล้วทำการ

เปรียบเทียบค่าที่ได้ค่าที่วัดได้ทั้งสองค่าเพื่อทำการตรวจสอบและตัดสินใจว่าจะให้ทำงานต่อไปหรือไม่ หากเปรียบเทียบผ่านก็ให้ทำงานต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านก็ให้ไปปรับอีก 200 ms. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าผ่านจะทำการเลือกโหมด โดยมีอยู่ 2 โหมด ระบบการทำงานขึ้นมาใหม่แสดงดังภาพที่ 5.



ภาพที่ 5: ขั้นตอนการทำงานของของระบบ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลทดสอบการวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Sensor

มีการคำนวณหาระยะทางของสิ่งกีดขวางที่อยู่ข้างหน้า Ultrasonic sensor โดยภาคส่งจะส่งคลื่นเสียงออกไป ณ เวลา T_1 เมื่อเสียงกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมา ภาครับจะได้รับคลื่นเสียงนั้น ณ เวลา T_2 จะได้ผลต่างของเวลา คือ $(T_2 - T_1)$ หรือ ΔT ซึ่งสามารถนำมาคำนวณหาระยะทางที่วัดได้ (Distance1) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการนำไปหาร 2 และเปลี่ยนหน่วยเป็น cm. จากการหารด้วยความเร็วเสียงต่อเซนติเมตรคือ 29.4 μ S/cm. ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ (1) และการหาความแม่นยำแสดงได้ดังสมการที่ (2)

$$Distance_1 = (\Delta T / 2) / 29.4 \quad (1)$$

$$\text{ค่าความแม่นยำ} = 100\% - \left| \frac{(Distance_1 - Distance_2)}{Distance_2} \right| \times 100\% \quad (2)$$

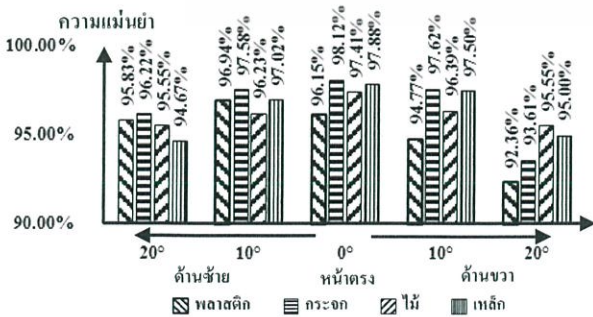
โดยที่ ΔT คือ ผลต่างของเวลา $T_2 - T_1$

$Distance_1$ คือ ระยะทางที่วัดได้ หน่วยเป็น cm. (เซนติเมตร)

$Distance_2$ คือ ระยะทางจริง หน่วยเป็น cm. (เซนติเมตร)

การทดสอบเพื่อวัดระยะทางด้วย Ultrasonic Sensor มีการพิสูจน์การสะท้อนของวัตถุที่ถูกลำนำวางกีดขวาง โดยทำการจำลองสนามทดสอบขึ้นมาเพื่อให้ระบบทำการประมวลผลหาระยะทางและหารัศมีการทำงานของระบบที่วัดได้ ซึ่งใช้วัตถุ 5 ชนิดเป็นตัวแทนสื่อกีดขวางต่างๆ รองรับการตกกระทบคลื่นอันคือ 1) ฟองน้ำ 2) กระดาษ 3) ไม้ 4) เหล็ก และ 5) ขวดน้ำพลาสติก

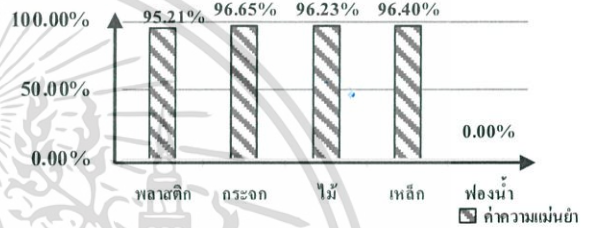
ผลที่ได้จากการทดสอบ โดยเฉพาะฟองน้ำเท่านั้นที่ไม่มีการตอบสนองใดๆต่อการทำงานระบบ ส่วนผลทดสอบจาก 4 วัตถุที่เหลือจะมีค่าความแม่นยำระยะทางในแต่ละองศาแสดงได้ดังภาพที่ 6 ส่วนค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสะท้อนคลื่นจากทุกองศาสำหรับทั้ง 5 วัตถุแสดงได้ดังภาพที่ 7 ส่วนค่าความแม่นยำการวัดระยะทางโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยของทั้ง 4 วัตถุแสดงได้ดังภาพที่ 8 และส่วนบริเวณย่านที่สามารถวัดได้ของ Ultrasonic Sensor จากทั้งสอง Clip-On แสดงได้ดังภาพที่ 9



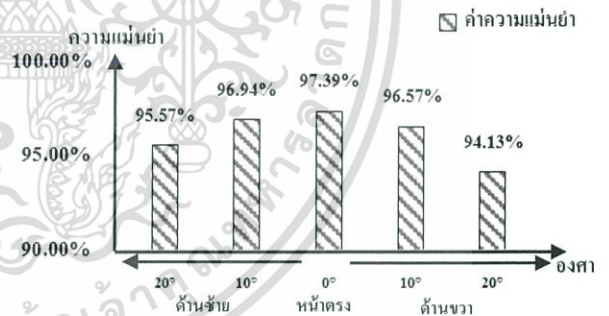
ภาพที่ 6: ค่าความแม่นยำด้านการวัดระยะทางในแต่ละองศาของทั้ง 4 วัตถุ

4.2 ผลการประเมินความแม่นยำจากผู้ใช้งาน

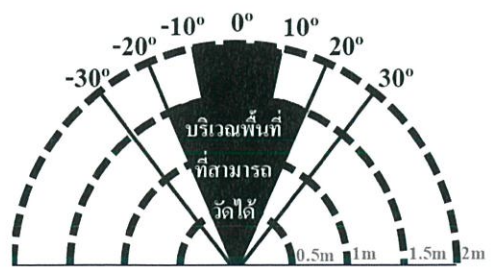
ความแม่นยำในการวัดระยะทางมีผลการประเมินอยู่ 3 หมวดคือ 1) ทดสอบในระยะไม่เกิน 3m, 2) ทดสอบในระยะ 2m. และ 3) ทดสอบในระยะ 1m. ผู้ทดสอบจำนวน 34 คน โดยผู้สายตาคบถิ 30 คน ผู้สายตาคบถิ 4 คน ผลประเมินสามารถให้ผลลัพธ์งานวิจัยเพิ่มเติมเทียบกับงานวิจัยเดิม ทางด้านความแม่นยำในการวัดระยะทางแสดงได้ดังตารางที่ 1 และทางด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีสวมใส่แว่นตาแสดงได้ดังตารางที่ 2 ในขณะที่งานวิจัยนี้ได้เพิ่มเติมการทดสอบทางด้านความสามารถแจ้งเตือนด้วยเสียงได้เร็วขึ้น 94.16% และได้ 87.50% สำหรับผู้สายตาคบถิและผู้สายตาคบถิ ตามลำดับ



ภาพที่ 7: ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสะท้อนคลื่นจากทุกองศาสำหรับทั้ง 5 วัตถุ



ภาพที่ 8: ค่าความแม่นยำระยะทางที่ใช้ข้อมูลเฉลี่ยรวมของทั้ง 4 วัตถุ



ภาพที่ 9: บริเวณย่านที่สามารถวัดได้ของ Ultrasonic Sensor จากทั้งสอง Clip-On

ตารางที่ 1: ผลความแม่นยำเมื่อวัดในระยะทางที่ต่างกัน

ผู้มี สายตา	ระยะ 1 m.		ระยะ 2 m.		ระยะ 3 m.	
	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม	วิจัยเดิม	วิจัยเพิ่ม
ปกติ	-	91.67%	-	92.50%	85.00%	96.67%
พิการ	-	81.25%	-	87.50%	93.05%	93.75%

-ไม่มีข้อมูลปรากฏในงานวิจัยเดิม

ตารางที่ 2: ผลประเมินด้านความสะดวกคล่องตัวกรณีใช้งาน

ผู้มี สายตา	ความสะดวกคล่องตัวกรณีใช้งานตัวเครื่อง	
	งานวิจัยเดิมไม่มี Clip-on	งานวิจัยเพิ่มเติม Clip-on
ปกติ	87.50%	89.38%
พิการ	90.27%	79.68%

5. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเพื่อแก้ปัญหา และตอบ โจทย์ใน 6 ประเด็นดังนี้

1) พัฒนาแว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา ให้สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งกีดขวางในระดับสายตาถึงเอวระยะไม่เกิน 3m. โดยมีระยะหวังผลที่ 2m. ได้โดยความผิดพลาดของการวัดระยะทางจะคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 10 cm.

2) มีการใช้ Ultrasonic Sensor ตรวจจับ 2 เซ็ต โดยอุปกรณ์ทั้งสองจะทำงานร่วมกัน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวัดระยะทาง แต่ไม่สามารถเพิ่มรัศมีในการวัดได้

3) มีโหมดการใช้งานได้ทั้งหมด 5 โหมด ได้แก่ โหมดเสียงเตือน โหมดสั่นเตือน โหมดเสียงเตือนและสั่นเตือน โหมดเสียงพูดภาษาไทย และ โหมดเสียงพูดภาษาอังกฤษ

4) มีการแจ้งเตือนตามระยะใกล้ / ไกลได้โดยใช้ระยะเป็นตัวกำหนดจังหวะ ซึ่งใน โหมดเสียงเตือนและสั่นเตือนนั้น จังหวะความถี่ในการแจ้งเตือนที่ไวที่สุดจะอยู่ที่ 200mS. และจังหวะในการแจ้งเตือนที่นานที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ 1S.

5) ในโหมดเสียงพูด ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าต้องการให้เสียงเป็นภาษาไทยหรืออังกฤษได้โดยจะบอกระยะเป็นเมตร โดยจะเตือนบอกระยะทางตั้งแต่ 2m., 1m., และ 50cm.

6) ในโหมดเสียงพูด สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางที่อยู่ต่ำและเหนือกว่าศีรษะได้ แต่ต้องงยและก้มหน้าเพื่อสำรวจวัตถุ เพราะรัศมีในการค้นหาของ Ultrasonic Sensor กว้างไม่พอ อันเป็นขีดจำกัดของบริษัทผู้ผลิต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ศิริพร วงศ์รุจิโรจน์และคณะโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ขอขอบคุณทุนวิจัยในโครงการ HRS2015 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

- [1] พรพรรณ ชินฉพงษ์, "ทัศนคติของคนตาบอดต่อการเข้าถึงสภาพแวดล้อม," คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, JARS 2010, หน้า 141-157.
- [2] ยุพดี หัตถสิน, ณัฐพงษ์ ชุ่มแสง, และศุภชัย ชุ่มแก้ว, "แว่นตาแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางสำหรับผู้พิการทางสายตา", ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่, EENET 2014, จำนวน 4 หน้า.
- [3] ยุพดี หัตถสิน, ธวัชชัย คาใจ, และอรุณพล ณ ตะกั่วทุ่ง, "วัสดุช่วยชี้ตำแหน่งบาร์โค้ดของระบบสื่อการสอนเพื่อนักเรียนผู้พิการทางสายตา," NCCIT 2013, กทม.๑, จำนวน 6 หน้า.
- [4] ยุพดี หัตถสิน, สิทธิพงษ์ มาทาเม, และสรวิทย์ ทิมอ้อม, "โมเดลบอกสเกลเวลาและน้ำหนักเพื่อฝึกทักษะสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่," NCCIT 2014, ภูเก็ต, จำนวน 6 หน้า.
- [5] ยุพดี หัตถสิน, "พัฒนาระบบช่วยอ่านสื่อการสอนจากบาร์โค้ดสำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่", RCCON 2015 "สหวิทยาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน", วันที่ 23-24 มีนาคม 2558, โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย, หน้า 439-442.
- [6] มนุ กวางแก้ว และสิทธิชัย จันทพิมพ์, "ไม้เท้าพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา" โครงการเยาวชนยอดนักประดิษฐ์ฟิลิปส์ ครั้งที่ 6, วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์, 2549 หน้า 35 – 36.
- [7] พรัญญา จงจรัสพันธ์, รุจิศา ทรงไครจักร และธวัชชัย เหลืองโสภภาพรรณ, "นวัตกรรมเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ยานคนตาบอด", คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.
- [8] วสันต์ ซ่อมแก้ว และศรัณยู ขามกุล, "เครื่องอ่านฉลากยา" ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 22 เม.ย. 2553.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ RFID สำหรับสนับสนุนคนพิการทางการเห็นในการเดินทาง

ปานรวี มณีอินทร์¹, ทิพย์วิภา ทองเอิบ², อรอนงค์ เมืองพิณ³, ศัชชญาส์ ดวงจันทร์⁴

^{1,2,3,4} คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

¹ E-mail : panrawee007@outlook.co.th

บทคัดย่อ

เทคโนโลยี RFID เป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ และมีการนำระบบ RFID มาใช้สนับสนุนคนพิการทางการเห็นทำให้คนพิการทางการเห็นเดินทางได้สะดวกมากขึ้น เนื่องจากระบบ RFID มีระบบเสียงและระบบเซนเซอร์อัลตราโซนิกที่ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยในการปรับปรุงการเดินทาง ซึ่งระบบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ไม้เท้าสำหรับอ่านป้ายสัญญาณ ชุดอุปกรณ์ประมวลผลและหูฟัง ทำให้ช่วยลดอุปสรรคทางการเดินทาง ประโยชน์ของ RFID นอกจากทางด้านเทคโนโลยีที่ทำให้คนพิการทางการเห็นเดินทางได้สะดวกแล้วยังส่งเสริมในด้านสังคมที่ทำให้คนพิการทางการเห็นมีความเสมอภาคกับคนทั่วไป ระบบ RFID จึงมีความสำคัญต่อคนพิการทางการเห็น ทำให้มีอิสระภาพในการเดินทาง เพิ่มโอกาสทางการศึกษาและโอกาสทางสังคมมากขึ้น

คำสำคัญ: คนพิการทางการเห็น, RFID, การเดินทาง

A RFID system for supporting persons with visual impairment in traveling

Panrawee Maneein¹, Thipvipa Tongaueb², Ornanong Muangpin³, Shatchaya Duangchant⁴

^{1,2,3,4} Faculty of Science and Technology, Division of Information Technology,
Suandusit University.

¹ E-mail: panrawee007@outlook.co.th

Abstract

RFID technology is constantly applied for daily conveniences, especially for supporting visually impaired individuals in traveling because the system offers a sound and ultra-sonic sensor system designed for travel improvement. The system consists of 3 parts, which are a cane for signal reading, a processing unit and a set of ear pods, to avoid obstacles in travelling. Beside the benefit on its convenience, the system also promotes equity for visually impaired individuals. Therefore, the RFID system is essential to freedom, educational and societal opportunity of visually impaired individuals.

Keyword: Persons with Visual Impairment, RFID, Traveling

บทนำ

คุณรู้ไหมว่าประสาทสัมผัสทั้ง 5 ที่ประกอบด้วย การมองเห็นด้วยดวงตา การดมกลิ่น จากจมูก การรับรู้การได้ยินจากหู การรับรสชาติ ด้วยลิ้น และการรับรู้ด้วยการสัมผัส สิ่งใดจำเป็นที่สุดในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และหากร่างกายขาดอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งไปคุณก็จะขาดการรับรู้ส่วนนั้นไปด้วย แต่คุณก็ยังสามารถใช้ชีวิตคล้ายกับคนทั่วไปได้ แต่ถ้าหากขาดดวงตาคุณจะไม่สามารถมองเห็นหรือเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ และทำกิจกรรมบางอย่างร่วมกับบุคคลอื่นได้ ดังนั้นดวงตาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด เพราะดวงตาเปรียบเสมือนประตูที่ทำให้มนุษย์มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในโลกกว้าง มนุษย์เราอาศัยดวงตาในการดำเนินชีวิตเพื่อความอยู่รอด โดยดวงตาสามารถรับรู้ข้อมูลได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และอีก 30 เปอร์เซ็นต์รับรู้ได้จากส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย (นนทิตา, 2555) แต่รู้หรือไม่ว่า ถ้าหากมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้จะเป็นเช่นไร การดำเนินชีวิตจะแตกต่างจากมนุษย์ที่มองเห็นได้ปกติหรือไม่ และในปัจจุบันมีคนพิการทางการเห็นจำนวนมากที่ได้ฝึกฝนและพัฒนาตนเอง ทั้งทางการแสวงหาโอกาสในการเข้าศึกษา ทั้งการฝึกฝนทักษะ จนเกิดความชำนาญและความสามารถเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานได้ดี เทียบเท่ากับบุคคลที่มีความปกติทางร่างกาย ในปัจจุบันประเทศไทยมีพระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ.2550 ซึ่งเป็นกฎหมายที่ช่วยส่งเสริมและคุ้มครองสิทธิขั้นพื้นฐานของคนพิการ มีการสนับสนุนให้คนพิการสามารถดำรงชีวิตได้อย่างอิสระ มีความเท่าเทียมและเสมอ

ภาคกับบุคคลทั่วไป มีส่วนร่วมกับสังคมอย่างเต็มที่ และมีประสิทธิภาพภายใต้สภาพแวดล้อมที่คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์ได้ (กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ, 2556) นอกจากนี้ผู้พิการจะมีกฎหมายที่ช่วยส่งเสริมและคุ้มครองสิทธิขั้นพื้นฐานของคนพิการแล้วยังมีการสนับสนุนจากภาครัฐ ภาคเอกชนและโอกาสจากสังคม เช่น สวัสดิการ ห้างสรรพสินค้า และร้านค้าขนาดใหญ่ ที่มีห้องน้ำที่ให้รถเข็นสามารถเข้าไปใช้ได้ อักษรเบรลล์ในลิฟต์ที่อำนวยความสะดวกให้แก่คนพิการ มูลนิธิสวัสดิการเพื่อพยายามช่วยเหลือคนพิการให้ได้รับสวัสดิการต่าง ๆ รวมทั้งมีเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยเข้ามาช่วยก็ทำให้คนพิการมีความรู้สึกสะดวกปลอดภัย และมีความมั่นใจมากขึ้น

องค์การอนามัยโลก World Health Organization(2014) ได้แบ่งประเภทของคนพิการออกเป็น 2 ประเภท คือ ตาบอดสนิทและสภาพการมองเห็นเลือนราง โดยในกลุ่มที่มีสภาพการมองเห็นเลือนราง มีต้นเหตุมาจาก โรคต่อกระจก ริดสีดวงตา ต้อหินและตาแห้ง แต่ยังมีข้อมูลบ่งชี้อีกว่าปัญหาทางด้านสายตามีต้นเหตุมาจากโรคเบาหวานและอายุที่มากขึ้น ไม่เพียงแค่นั้น ต่างประเทศเท่านั้นที่ให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้น ในประเทศไทยก็มีการกำหนดสิทธิความเสมอภาคของคนพิการในสังคมไทยเช่นกัน โดยกระทรวงแรงงานในประเทศไทยได้ยื่นพระราชบัญญัติเพื่อกำหนดสิทธิความเท่าเทียมให้แก่คนพิการพร้อมทั้งโอกาสที่ผู้พิการจะได้รับในสังคมไทย การรับรองและคุ้มครองสิทธิเสรีภาพของ

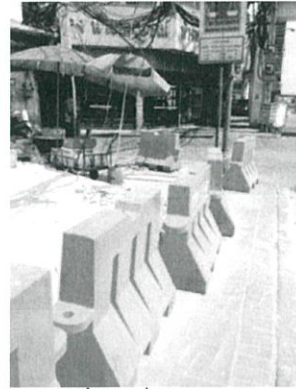
ประชาชน ซึ่งมนุษย์ย่อมได้รับการรับรองและคุ้มครองจากกฎหมายอย่างเท่าเทียมกัน ในฐานะที่เป็นมนุษย์ โดยมีต้องคำนึงถึงคุณสมบัติอื่น เช่น เชื้อชาติ ศาสนา ฐานะ ถิ่นกำเนิด เป็นต้น หลักความเสมอภาคเป็นหลักประกันความเสมอภาคของพลเมืองทุกคนตามกฎหมาย เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการแบ่งแยกอย่างไม่เป็นธรรมและหากกล่าวถึงสิทธิประโยชน์ของคนพิการที่จะได้รับในปัจจุบัน อาทิเช่น เบี้ยเลี้ยงคนพิการที่ทางรัฐบาลได้จัดสรรให้ใช้ในแต่ละเดือนเป็นเงิน 500 บาท ด้านบริการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยกระบวนการทางการแพทย์ เช่น การฟื้นฟูสมรรถภาพ การบำบัดด้วยกิจกรรมต่าง ๆ การฟื้นฟูทางกระบวนการเรียนรู้ ด้านบริการการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ด้านบริการการศึกษา ฟรีตลอดชีวิต ด้านบริการการจ้างงานสำหรับคนพิการซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยนั้นได้กำหนดไว้ในอัตราส่วนจำนวนลูกจ้างทั้งหมด คาดว่า น่าจะเป็น 50 คน ต่อ คนพิการ 1 คน ด้านบริการสวัสดิการสังคม ด้านบริการเงินกู้ การลดหย่อนภาษีเงินได้ รวมทั้งด้านบริการด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนจะต้องจัดทำสิ่งอำนวยความสะดวกตามความเหมาะสมเพื่อให้คนพิการสามารถเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากบริการ เช่น บริการในการเดินทาง บริการขนส่งสาธารณะ บริการข้อมูลข่าวสาร และบริการให้สัตวนำทางเดินทางกับคนพิการ เป็นต้น ทั้งนี้ค่าใช้จ่าย

ที่สถานประกอบการจัดทำสิ่งอำนวยความสะดวกให้คนพิการสามารถนำไปลดหย่อนภาษีเงินได้ (กระทรวงแรงงาน, 2553) ซึ่งในปัจจุบันมีการศึกษาและการวิจัยเพิ่มมากขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้พิการในด้านต่าง ๆ มากขึ้น รวมทั้งเทคโนโลยีที่เรียกว่า RFID ได้ถูกนำมาพัฒนาและช่วยเหลือคนพิการทางด้านสายตาโดยเฉพาะเพื่อให้การเดินทางของคนพิการนั้นสะดวกและปลอดภัยมากขึ้นที่สำคัญระบบนี้ก่อให้เกิดความเท่าเทียมในการเดินทางในชีวิตประจำวัน

ในการแสวงหาความรู้และฝึกฝนทักษะ เพื่อให้มีความสามารถตอบสนองการทำงานในสังคมของคนพิการนั้น สิ่งที่เป็นปัญหาต่อการแสวงหาโอกาสเหล่านั้นไม่ใช่หน่วยงาน สังคม เพียงฝ่ายเดียว แต่อีกส่วนหนึ่งอาจเป็นปัญหาในการเดินทางของคนพิการที่ทำให้คนพิการทางการเห็นหลายคนไม่มีโอกาสในการไปยังแหล่งการเรียนรู้ตามสถานที่ต่าง ๆ ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีสำหรับช่วยคนพิการทางการเห็นมากมาย แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อจำนวนและความต้องการ อีกทั้งยังพบอุปสรรคที่มีผลต่อการเดินทางของคนพิการทางการเห็น เช่น พื้นต่างระดับ ร้านค้าแผงลอยริมถนน ป้ายต่าง ๆ อยู่ไม่พ้นระดับศีรษะและสิ่งกีดขวางอื่น ๆ เป็นต้น หากทางเท่าใช้การออกแบบที่เป็นสากล (universal design) คนทุกคนก็สามารถใช้ทางเท่าร่วมกันได้ ดังภาพที่ 1 2 3 และ 4



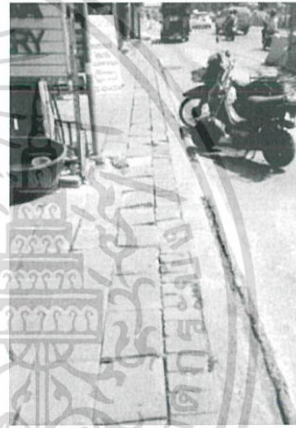
ภาพที่ 1: ป้ายโฆษณา



ภาพที่ 2: สิ่งก่อสร้าง



ภาพที่ 3: ทางเท้าชำรุด



ภาพที่ 4: พื้นต่างระดับ

จากปัญหาด้านการเดินทางที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ทราบว่าเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของคนพิการเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นหนังสือเสียง มีือถือปุ่มอักษรเบรลล์ นาฬิกา ระบบเสียง ไม้เท้านำทาง GPS สำหรับคนพิการทางการเห็น เป็นต้น ทั้งหมดนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกสำหรับคนพิการทางการเห็น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วยังมีเทคโนโลยีอีกประเภทหนึ่ง คือ ระบบ RFID ที่นำมา

ประยุกต์ใช้ช่วยเหลือคนพิการทางการเห็นให้เดินทางได้สะดวกโดยสามารถช่วยเหลือตนเองในการดำเนินชีวิตต่อไปได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รพี โพธิชัย (2554) เรื่องระบบนำทางภายในอาคารเพื่อผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีที่ได้มีการนำระบบ RFID เข้ามาพัฒนาการเดินทางและช่วยเหลือคนพิการทางการมองเห็น

เทคโนโลยีระบบ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต่อวารสารวิทยาลัยราชสุดา ปีที่ 12 ฉบับที่ 15 หน้า 175

ในประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้เทคโนโลยี RFID ในหลากหลายด้านทั้งใช้ในการขนส่ง ได้แก่ บัตรโดยสารรถไฟที่ใช้ในการผ่านเข้าออกสถานีต่าง ๆ เป็นต้น ด้านการปศุสัตว์ ได้แก่ การให้อาหาร การติดตามโรคโดยการฝังชิพเข้าไปภายในตัวสัตว์เพื่อติดตามพฤติกรรมและอาการที่ผิดปกติ เป็นต้นด้านเอกสารราชการ ได้แก่ บัตรประชาชน ภายในบัตรจะมีชิพฝังอยู่เพื่อบอกข้อมูลของตัวบุคคล หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้สแกนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของหนังสือเดินทาง เป็นต้น ด้านการควบคุมการเข้าออกสถานที่ ได้แก่ บัตรพนักงาน บัตรจอดรถ และการใช้ RFID เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการขนส่ง (Logistics) โดยใช้ฉลากอิเล็กทรอนิกส์ติด RFID ปิดล้อมตู้คอนเทนเนอร์เพื่อความสะดวกในการติดตามผลและการบริหารจัดการการขนส่ง เป็นต้น ด้านการแพทย์ ใช้ในการบันทึกประวัติการรักษาผู้ป่วยหรือแม้แต่ในงานของห้องสมุดเองได้มีการนำ RFID มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการดำเนินงานของบรรณารักษ์ และสร้างความพึงพอใจในการให้บริการแก่ผู้ใช้ในด้านของความสะดวกรวดเร็ว (สถาบันส่งเสริมความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีแห่งประเทศไทย, 2552)

Willis & Helal (2005) ให้ความหมายไว้ว่า ระบบ Radio Frequency Identification (RFID) เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุหรือบุคคลด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนามาในช่วงคริสต์ทศวรรษที่ 1970 วัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้ขังขี้วัตถุในระยะไกลได้ โดยมีจุดเด่นคือสามารถอ่านข้อมูลจากป้าย

สัญญาณ (Tag) ได้หลาย ๆ ป้ายแบบไร้สัมผัสสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แร่งสั่นสะเทือน กระแทกกระแทก อีกทั้งยังสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในป้าย และอ่านโดยเครื่องอ่านสัญญาณ RFID

ในระบบ RFID จะมีองค์ประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือ ป้ายสัญญาณ (Tag) ที่ใช้ติดกับวัตถุต่าง ๆ ที่ต้องการ โดยป้ายนั้นจะประกอบไปด้วยสายอากาศและไมโครชิปที่มีการบันทึกหมายเลข (ID) หรือข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้น ส่วนที่สอง คือเครื่องอ่านเขียนข้อมูลภายในป้าย (Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ส่วนที่สามได้แก่ระบบประยุกต์ใช้งานทั้งนี้รวมถึงระบบ Hardware and Software หรือระบบฐานข้อมูล ระบบ RFID เป็นระบบที่มีราคาค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีนำทางในแบบอื่น ๆ และเป็นระบบที่มีการใช้งานมาอย่างยาวนานซึ่งมีส่วนช่วยในการดำรงชีวิตของบุคคลทั่วไป ได้แก่ การเช็คราคาสินค้าในห้างร้านสะดวกซื้อ การสแกนสินค้าทางเรือ การตรวจสอบบุคคลเข้าออกภายในห้องสมุด เป็นต้น ระบบ RFID มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและเป็นการเสริมและแก้ไขข้อบกพร่องของเทคโนโลยีอื่น ๆ โดยในระบบ RFID ประกอบด้วย โครงสร้างภายในแท็กซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของไอซีซึ่งเป็นชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) และส่วนของขดลวดซึ่งทำหน้าที่เป็นเสาอากาศสำหรับรับส่งข้อมูลโดยทั้งสองส่วนนี้จะเชื่อมต่อกันอยู่ด้วยกัน โดยการประยุกต์หลักในการทำงานของระบบ ซึ่งการทำงานของระบบ RFID จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มีรูปแบบเสียงและยังใช้เป็นระบบเซนเซอร์อัลตราโซนิคมาออกแบบช่วยในการปรับปรุงการเดินทาง (Fernandes et al, 2014)

ขั้นตอนการทำงานของระบบนำทาง RFID

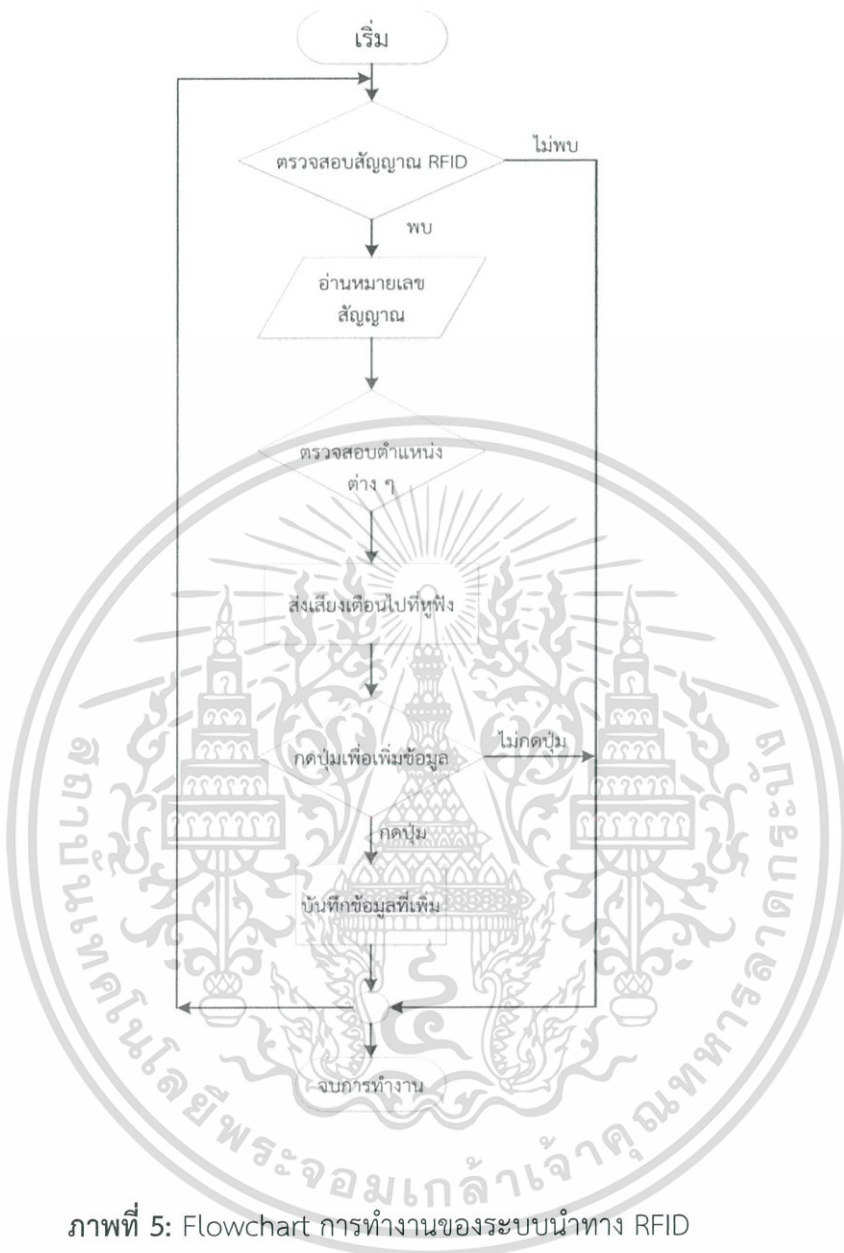
หลักการการทำงานของระบบ Radio Frequency Identification (RFID) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1.ป้ายสัญญาณ (Tags) 2.เครื่องอ่านข้อมูลภายในป้าย 3. Software โดยมีหลักการทำงานดังนี้

1. กดปุ่มเปิดเครื่อง เครื่องอ่านจะทำการกระจายสัญญาณและตรวจสอบว่ามีป้าย

สัญญาณ RFID อยู่และระบบจะทำงานในขั้นต่อไป

2. อ่านหมายเลขป้ายสัญญาณ
3. ตรวจสอบว่าหมายเลขที่อ่านมีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้ามีระบบจะทำงานขั้นต่อไป
4. ตรวจสอบตำแหน่งนั้น ๆ แล้วส่งเสียงเตือนไปยังหูฟัง จากที่ถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล
5. หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมให้กดปุ่มบริเวณเข็มขัด ตามข้อมูลที่บันทึกไว้
6. ระบบจะวนซ้ำจนกว่าจะทำการปิดเครื่อง ดังรายละเอียดในภาพที่ 5



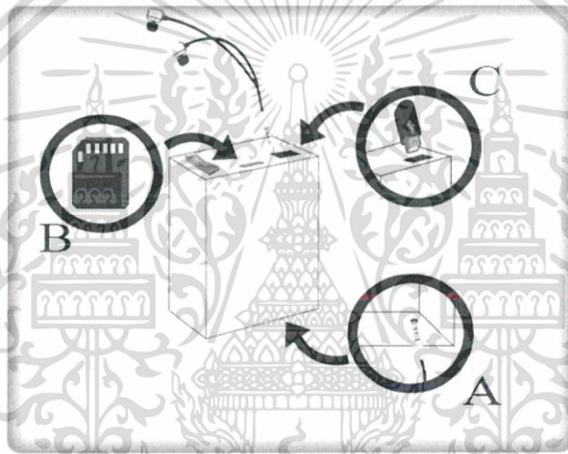


ภาพที่ 5: Flowchart การทำงานของระบบนำทาง RFID

ขั้นตอนการใช้งานระบบ RFID ช่วยสนับสนุนคนพิการทางการเห็นในการเดินทาง

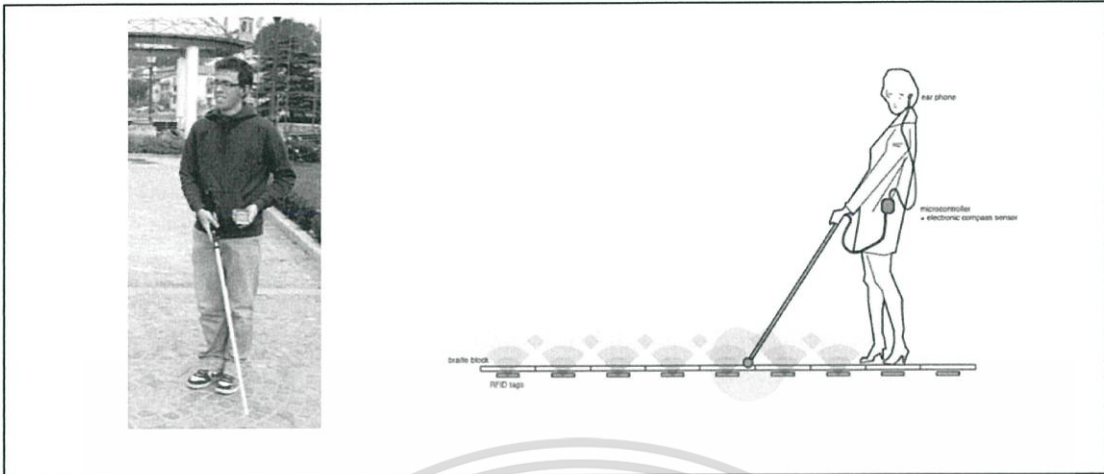
ผู้ใช้สวมใส่อุปกรณ์ RFID โดยสวมหูฟังข้างใดข้างหนึ่ง พร้อมทั้งกดปุ่มเปิดเครื่องและถือไม้เท้าเดินทางปกติเพื่อให้เครื่องอ่านที่ไม้เท้าเริ่มอ่านป้าย โดยที่ไม้เท้าจะต่อสายสัญญาณจากตำแหน่ง A จากนั้นเมื่อ ตรวจพบป้าย RFID ที่ติดตามพื้นเครื่องจะส่งสัญญาณไปที่หูฟังเพื่อให้ผู้ใช้รู้ตำแหน่งต่าง ๆ

ที่เดินผ่านหาก ต้องการข้อมูลนอกเหนือจากที่เครื่องอ่านบอก ให้กดปุ่มที่กล่องสัญญาณเพื่อให้ทราบรายละเอียดเพิ่มเติม ตำแหน่ง B จะเป็นการกดสำหรับสำรองข้อมูลรหัสป้ายสัญญาณ RFID และตำแหน่ง C จะเป็นที่เสียบ USB เพื่อ ถ่ายโอนข้อมูลและรับข้อมูลต่าง ๆ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังรายละเอียดในภาพที่ 6 และภาพที่ 7



ภาพที่ 6: ขั้นตอนการทำงานระบบนำทาง RFID

ที่มาจาก ระบบนำทางภายในอาคารเพื่อผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี, โดย รพี โพธิชัย, 2554, วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



ภาพที่ 7: ขั้นตอนการทำงานระบบนำทาง RFID

ที่มาจาก การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีร่วมกับไม้เท้านำทางและระบบแผ่นพื้นต่างสัมผัส เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรับรู้และการเข้าถึงพื้นที่ของผู้พิการทางการมองเห็น (หน้าที่ 73), โดย สมรรถพล ตามพันธ์, 2549, ลิขสิทธิ์ 2549 จาก www.tddf.or.th/tddf/library/files/doc/library2006-12-11-179.doc.

แนวโน้มทิศทางการนำระบบ RFID หลังนำมาใช้ สนับสนุนผู้พิการทางสายตา

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ระบบ RFID เพื่อผู้พิการทางสายตา ในประเทศไทยมีการศึกษา และวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและลดอุปสรรคทางการรับรู้ของผู้พิการทางสายตา โดยในการวิจัยการพัฒนาซอฟต์แวร์บนระบบสมองกลฝังตัวสำหรับผู้พิการทางสายตา ได้มีการนำอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการเข้าถึงสารสนเทศ ซึ่งเป็นอุปกรณ์แสดงผลของอักษรเบลล์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของระบบสมองกลที่ฝังบนตัวไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านจอแอลอีดี เพื่อลดการใช้กระดาษและอำนวยความสะดวก

สะดวกในการอ่านหนังสือเพราะแสดงผลได้ชัดเจนมากขึ้นซึ่งอุปกรณ์นี้จะนำไปใช้งานร่วมกับผู้ที่มีสายตาเรื้อรัง และยังมีการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ช่วยในการใช้ธนบัตรและเงินของประเทศไทย ซึ่งเทคโนโลยีนี้ประกอบด้วยการพัฒนาฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนรับข้อมูล จะใช้กล้อง CMU Cam1 ส่วนการประมวลผลจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ของ MCS-51 เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดของเงินระหว่างเหรียญกับธนบัตร และส่วนสุดท้ายคือการแสดงผลบนทีกเสียงไว้เพื่อใช้สำหรับแสดงเสียงตามค่าต่าง ๆ ที่มีการบันทึกไว้ โดยมีการพัฒนาอัลกอริทึมในการ

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของสีบนธนบัตรของไทย ได้แก่ สีเขียว สีแดง สีน้ำเงินและสีม่วง จากนั้นนำค่าสีมาเปรียบเทียบในหน่วยความจำที่มีการบันทึกไว้ เช่น สีเขียวมีค่าเท่ากับ 20 บาท สีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 50 และสีแดงมีค่าเท่ากับ 100 สีม่วงมีค่าเท่ากับ 500 และสีที่เหลืองมีค่าเท่ากับ 1,000 โดยอาศัยการนับจำนวนพิกเซลที่เก็บค่าสีจากธนบัตร ทั้งนี้ยังมีการศึกษาระบบนำทางตรวจจับและวัดสถานที่สำหรับคนตาบอดคือมีการใช้ Tags RFID ในการอธิบายสภาพแวดล้อมรวมถึงสถานที่ใกล้เคียงโดยในการศึกษาและพัฒนา นั้น จะมีการทำ chip มาฝังไว้ภายในรองเท้าและตาพื้นถนนโดยทำงานร่วมกันในการส่งสัญญาณผ่านระบบ Bluetooth เมื่อมีคนพิการทางการเห็นเดินผ่านระบบจะทำการส่งเสียงเพื่อบอกสถานที่นั้น ๆ โดยแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะนำไปใช้กับสถานที่ราชการ สวนสาธารณะ และมหาวิทยาลัย คาดว่าจะมีประโยชน์กับคนพิการทางการเห็นในอนาคต (พรพิมล ใจบุญ, 2553)

นักศึกษาระดับปริญญาโท สมรรถพล ตานพันธุ์ (2556) ของมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้มีการศึกษาและพัฒนา เรื่อง โปรแกรมเพื่อช่วยเหลือคนพิการทางการเห็นในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้า โดยการค้นหาเส้นทางที่ใกล้ที่สุดใน การเลือกซื้อสินค้า โดยใช้ ANT Algorithm ซึ่งเป็นแบบปัญญาประดิษฐ์ โดยได้นำแนวคิดจากพฤติกรรมกรรมการหาอาหารของมด โดยนำมาใช้ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด ซึ่งโทรศัพท์เทคโนโลยีได้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความก้าวหน้าจากโทรศัพท์

ธรรมดาจนเป็นเทคโนโลยี PDA ในปัจจุบัน โดยวิจัยนี้ได้มีการนำระบบ PDA ของโทรศัพท์ และระบบ RFID มาประยุกต์ใช้เพื่อนำมาช่วยเหลือผู้พิการในการเลือกซื้อสินค้าเพื่อให้คุณภาพชีวิตของคนพิการทางการเห็นทัดเทียมกับบุคคลทั่วไปในสังคม โดยในการทำงานจะเป็นการส่งเสียงว่า ในตอนนี้คุณอยู่ใกล้ชั้นวางของชนิดใดช่องอะไร และระบุกลุ่มสินค้าและนำผู้พิการไปยังสินค้านั้นได้ถูกต้อง ซึ่งได้มีการทดลองนำไปใช้กับคนพิการทางการเห็น จากจำนวน 10 และพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ ซึ่งในอนาคตจะมีการพัฒนาระบบนี้เข้ามาช่วยผู้พิการทางสายตามากขึ้น(กฤษฎา บุญมีวิเศษ, 2552) รวมทั้งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ก็ได้นำเสนอผลการพัฒนาต้นแบบระบบนำทางสำหรับอาร์เอฟไอดี สำหรับผู้พิการทางการมองเห็นด้วยการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีร่วมกับระบบแผ่นพื้นโดยการฝังแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีไว้ในแผ่นพื้นต่างสัมผัสและติดเครื่องอ่านแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีร่วมกับเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์ไว้ที่ไม้เท้า นำทาง เมื่อใช้ไม้เท้าสัมผัสกับแผ่นพื้นต่างสัมผัสซึ่งได้ทำ การฝังแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีไว้แล้ว ไม้เท้าจะทำการอ่านรหัสสัญญาณจากแผ่นป้ายและประมวลผลข้อมูลที่อ่านพบร่วมกับเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์และแสดงผลออกมาในรูปแบบเสียงสังเคราะห์ลักษณะการแสดงผลสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แสดงผลแบบทันทีทันใด ใช้ในกรณีที่ต้องการบอกให้ผู้ใช้งานระวังสิ่งกีดขวางหรือสิ่ง ที่อาจก่อให้เกิดอันตราย และ 2) แสดงผลเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มเพื่อถาม ใช้สำหรับในกรณีผู้ใช้งานเรียกถามข้อมูล

เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อม ทิศทาง และการระบุตำแหน่ง ผลการทดสอบการใช้ระบบนำทางโดยผู้พิการทางการมองเห็นพบว่าระบบนำทางสามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานสามารถหยุดเดินในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางได้อย่างถูกต้อง สามารถระบุตำแหน่ง ทิศทางการเดิน และสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้อย่างถูกต้อง (สมรรถพล ตาณพันธ์, 2556) ไม่เพียงแต่ในประเทศไทยที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการนำระบบ RFID เข้ามาช่วยเหลือผู้พิการในการเดินทางเท่านั้น โดยในประเทศเดนมาร์กได้นำระบบ RFID เข้ามาช่วยเพื่อเพิ่มเสรีภาพให้กับคนพิการทางการเห็น โดยระบบจะช่วยค้นหาเส้นทางในการเดินทาง และบอกเส้นทางเข้าออกนอกบ้านได้อย่างสะดวกและสร้างความปลอดภัยภายในสภาพแวดล้อมซึ่งผู้พิการไม่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้โดยในอนาคตคาดว่าจะทำการเปลี่ยนจอประสาทตาเทียมสำหรับคนพิการทางการเห็น และมีการผลิตยาเพื่อช่วยป้องกันการพิการทางสายตาดำของเด็กทารก (Stephanie, Sean, and Brendan, 2009) อีกทั้งในประเทศจีนก็ได้มีการพัฒนาระบบ RFID เข้ามาใช้เพื่อช่วยด้านการศึกษาของคนพิการทางการเห็นให้มีโอกาสได้รับความรู้ และการศึกษาเพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งทำให้ผู้ปกครองสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของลูกหลานตนเองได้ โดยเครื่องที่อ่านอักษรเบลล์นั้นจะมีเสียงส่งออกมาเรียกว่า OBR โดยเป็นเครื่องที่ได้รับพัฒนาในการศึกษา คือ ปุ่มอักษรเบลล์จะมีหลายภาษา พร้อมทั้งมีภาษาอังกฤษอีกด้วย โดยมีการทำงาน 2 หมวดคือ

1.ฝึกฝน 2.ทดสอบการเรียนรู้จากเครื่อง OBR ซึ่งทำให้ทราบได้ว่านักเรียนมีการพัฒนาความรู้เพิ่มขึ้นอย่างน้อยเพียงใด (Tang, 2013)

จากที่ได้ศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่ายังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการบอกรายละเอียดของรถประจำทางที่จะเข้ามาถึงป้าย และเส้นทางการเดินรถ หากมีการนำระบบ RFID เข้ามาช่วยเหลือคนพิการทางการเห็น โดยผู้พิการไม่จำเป็นต้องพึ่งพาผู้อื่นและสามารถขึ้นรถประจำทางได้โดยไม่ผิดพลาดและถึงที่หมายตามต้องการ ทั้งนี้ระบบ RFID จะถูกใช้อย่างแพร่หลายได้ก็ต่อเมื่อได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายภาครัฐ ภาคเอกชน มูลนิธิ และผู้เกี่ยวข้องที่ร่วมกันพัฒนาและส่งเสริมให้มีการผลิตระบบสนับสนุนในการเดินทาง หากได้รับการส่งเสริมแนวคิดนี้จากทุกฝ่ายที่ให้ความช่วยเหลือก็จะทำให้ผู้พิการได้รับโอกาสและเสรีในด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น

บทสรุป

ระบบ RFID ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญที่ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนแรกคือป้ายสัญญาณ ใช้ติดตามทางเท้าหรือพื้นที่ต่างๆ ส่วนที่สองคือเครื่องอ่านข้อมูลภายในป้าย ช่วยให้ผู้พิการทางการเห็นสามารถรับรู้ข้อมูลจากป้ายสัญญาณได้ และส่วนสุดท้ายคือ Software ใช้ประมวลผลจากเครื่องอ่านข้อมูลเพื่อส่งผ่านหูฟังไปยังผู้พิการทางการเห็น ซึ่งระบบสนับสนุนคนพิการทางการเห็นในการเดินทาง(ระบบ RFID) มีประโยชน์อย่างมากในการช่วยเหลือทำให้ผู้พิการสามารถเดินทางถึงที่หมายได้อย่างปลอดภัย รวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อุปกรณ์ชนิดนี้มีลักษณะกะทัดรัด เก็บหรือพกพาได้สะดวก และเครื่องบันทึกยังสามารถบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติมได้ และคณะผู้จัดทำมีความเห็นว่าระบบนี้จะเกิดขึ้นได้จริงนั้นจะต้องได้รับการสนับสนุนจากฝ่ายต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นฝ่ายภาครัฐ ภาคเอกชน มูลนิธิ และผู้เกี่ยวข้องที่ร่วมกันพัฒนาและส่งเสริมให้มีการผลิตระบบสนับสนุนการเดินทางของผู้พิการทางสายตา หากได้รับการส่งเสริมแนวคิดนี้จากทุกฝ่ายที่ให้ความช่วยเหลือก็จะทำให้ผู้พิการไม่เก็บตัวอยู่ลำพังแต่จะกล้าเผชิญโลกภายนอกได้ด้วยตนเอง จากหลาย ๆ ประเด็นข้างต้นเราสามารถเห็นได้ถึงความพยายามในการสร้างความเสมอภาคให้เกิดขึ้นกับสังคมที่เราอยู่ร่วมกันระหว่างคนทั่วไป กับผู้พิการ ด้วยแนวความคิดของอิสรภาพทางการดำรงชีวิต

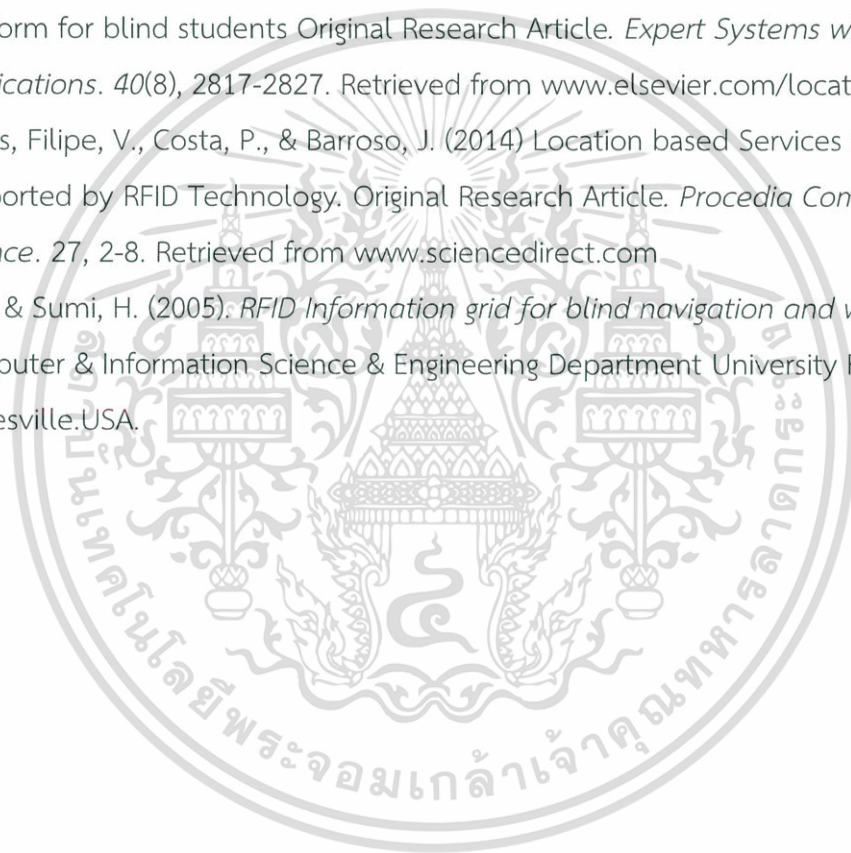
อิสรภาพในการเดินทางจะเป็นผลสืบเนื่องให้ผู้พิการสามารถมีความเสมอภาคทางสุขอนามัย การศึกษา และการแสวงหาโอกาส จากการตื่นตัวอย่างมากในเรื่องของอิสรภาพและความเท่าเทียมของผู้พิการไทย ทางภาครัฐและเอกชนควรจะตื่นตัวและพัฒนาอุปกรณ์และบริการต่าง ๆ เพื่อให้ประชากรทั่วประเทศได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแสดงศักยภาพของตัวเอง และคุณค่าต่อชุมชนของตนอีกด้วย พร้อมกับลดทัศนคติทางลบเกี่ยวกับการเป็นภาระของสังคม ด้วยการเป็นส่วนหนึ่งของสังคมอย่างมีคุณค่าและภาคภูมิใจ การพัฒนาระบบ RFID มิได้มีจุดประสงค์เพื่อมาแทนที่ระบบอื่นที่มีการพัฒนามาก่อนหน้า แต่เป็นการเสริมจุดอ่อนต่างๆ ของระบบอื่น



เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. (2556). พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. 2550. สืบค้นจาก <http://nep.go.th/th/node/446>
- กระทรวงแรงงาน. (2553). สิทธิประโยชน์ของผู้พิการ. สืบค้นจาก http://www.mol.go.th/employee/information_disabilitie
- กฤษฎา บุญมีวิเศษ. (2552). การพัฒนาระบบนำทางเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางสายตาในการเลือกซื้อสินค้าในห้างสรรพสินค้าด้วยอาร์เอฟไอดี. วิทยานิพนธ์ (วศ.ม) มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นนทixa ถาวรไพบูลย์บุตร. (2555). กรอบอ้างอิงการรับรู้ทางสายตา. วารสารสาขาวิชากิจกรรมบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล, 3 (17), 26-29.
- พรพิมล ใจบุญ. (2553). การพัฒนาซอฟต์แวร์บนระบบสมองกลฝังตัวสำหรับผู้พิการทางสายตา. ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภัทรกิติ โกมลกิติ. (2555). ชีวิตและข้อจำกัดในการเดินทางของคนพิการในประเทศไทย. ภาควิชาการออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.
- รพี โพธิชัย. (2554). ระบบนำทางภายในอาคารสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วีรชกร หนูทอง, อนุกุล น้อยไม้, และปรินันท์ วรรณสว่าง. (2547). RFID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์ [ข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์]. วารสารเทคโนโลยี, 1-8.
- สมรรถพล ตาณพันธ์. (2556). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีร่วมกับไม้เท้านำทางและระบบแม่พิมพ์ต่างสัมผัสเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการรับรู้และการเข้าถึงพื้นที่ของผู้พิการทางการมองเห็น. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มูลนิธิพัฒนาคนพิการไทย. (2549). สรุปประเด็นความเสมอภาคคนพิการ การเคารพสมมติ เวทีสมัชชาสังคมไทย. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์วิทยาเขตรังสิต. สืบค้นจาก www.tddf.or.th/tddf/library/files/doc/library-2006-12-11-179.doc.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2550). สรุปผลเบื้องต้นการสำรวจความพิการ. สืบค้นจาก <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/service/survey/deformed-50.pdf>.
- สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการแห่งชาติ. (2557). สถิติข้อมูลคนพิการที่มีบัตรประจำตัวคนพิการ. สืบค้นจาก <http://nep.go.th/th/disability-static>.

- World Health Organization. (2014). Visual impairment and blindness. *World Health Organization (WHO)*. 73(1), 115–121. Retrieved from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>
- Carcieri, S., Morris, S., & Perry, D.P. (2009). RFID Technology to Aid in Navigation and Organization for the Blind and Partially Sighted. *Borchester Polytechnic Institute*. 1(1), 1-1-4. Retrieved from <https://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-051109-092527/unrestricted/RFIDReportDK09.pdf>
- Tang, J. (2013). Using ontology and RFID to develop a new chinese braille learning platform for blind students Original Research Article. *Expert Systems with Applications*. 40(8), 2817-2827. Retrieved from www.elsevier.com/locate/eswa
- H. Fernandes, Filipe, V., Costa, P., & Barroso, J. (2014) Location based Services for the Blind Supported by RFID Technology. Original Research Article. *Procedia Computer Science*. 27, 2-8. Retrieved from www.sciencedirect.com
- Scooter, W., & Sumi, H. (2005). *RFID Information grid for blind navigation and wayfinding*. Computer & Information Science & Engineering Department University Florida. Gainesville, USA.



เครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตาด้วยระบบคลื่นสะท้อน

BLIND NAVIGATION BY REFLECTION WAVE SYSTEM

อนุสรณ์ เราท่า¹ ดิเรก มณีวรรณ¹ สันติชาติ พันคำ² และ เอกรัตน์ ดีดวงศรี²

¹อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ. ห้วยแก้ว ต. ช้างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 52000 โทรศัพท์: 089-8537502 E-mail : anusornel_rmutl@hotmail.com

²นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

128 ถ. ห้วยแก้ว ต. ช้างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 52000 โทรศัพท์: 083-2726491

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบนำทาง สำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยหลักการคลื่นสะท้อน ให้ผู้พิการทางสายตาสามารถเดินทางหรือเคลื่อนที่ผ่านวัตถุต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและปลอดภัย โดยอุปกรณ์นำทางใช้งานด้วยการผูกติดกับข้อมือรองรับระยะเวลาการใช้งานมากกว่า 18 ชั่วโมง ในการนำทางอาศัยหน่วยประมวลผลขนาดเล็ก ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิค อุปกรณ์วัดโมเมนตัมเชิงมุม และอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงช่วยในการอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ผู้พิการทางสายตาได้รับทราบและเข้าใจต่อความหมายของการแจ้งเตือนได้ง่ายขึ้น การออกแบบชิ้นงานให้ความสำคัญต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง ความสวยงาม ขนาดที่เล็กกะทัดรัด และมีความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน

จากการศึกษาออกแบบทดสอบและประเมินผลผลิตภัณฑ์การทำงานพบว่างานวิจัยนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ NOKIA BL-4CT ขนาดความจุ 860 mAh ซึ่งมีขนาดเล็กที่สุด แต่ยังคงสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงได้ยาวนานมากกว่า 18 ชั่วโมง อุปกรณ์นำทางสามารถตรวจหาวัตถุได้ในรัศมีสูงสุดที่ 2 m แต่ทั้งนี้ระยะทางจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ลักษณะพื้นผิวสัมผัส และลักษณะรูปทรง อุปกรณ์นำทางทำมุมกับพื้นระนาบตั้งแต่ -90° ถึง -21° และตั้งแต่มุม Upper ถึง +90° ให้ถือว่าอยู่นอกเหนือขอบเขตการตรวจหาวัตถุ ในการทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้งานจริงทำการอธิบายการใช้งานเบื้องต้น และตลอดช่วงการทดสอบอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของผู้ดูแลผู้พิการทางสายตา เพื่อยืนยันความถูกต้องของการประเมินผลผลิตภัณฑ์ ลักษณะการทดสอบการใช้งานและการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งาน โดยผู้ใช้งานจริงผลที่ได้เป็นที่ยอมรับและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

1. บทนำ

ในสังคมปัจจุบัน ยังมีผู้พิการทางสายตาเป็นจำนวนมากซึ่งประสบกับปัญหาในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเดินทางในแต่ละครั้งจึงเต็มไปด้วยความยากลำบาก และเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในหลายๆกรณี ไม่เท่าช่วยนำทางมีข้อจำกัดในการใช้งานที่สำคัญคือต้องสัมผัสกับวัตถุโดยรอบตลอดเวลา ในบ่อยครั้งที่ทำให้เกิดเสียงซึ่งอาจก่อให้เกิด

ความรำคาญใจ ดังนั้นจึงได้ประยุกต์ใช้การวัดระยะด้วยอัลตราโซนิค (Ultrasonic) ที่ไม่สัมผัสกับวัตถุ โดยอาศัยการส่งคลื่นสะท้อน ในเบื้องต้นตัวส่งจะปล่อยคลื่นเสียงความถี่สูงออกไป เพื่อให้สะท้อนกับวัตถุกลับมาซึ่งตัวรับ ช่วงระยะเวลาในวงรอบการสะท้อนกลับจะถูกนำมาคำนวณหาระยะทางที่ถูกต้องได้ และจะอาศัยชุดข้อมูลนี้เพื่อกำหนดรูปแบบแจ้งเตือนในสองลักษณะคือ การเตือนทั่วไปด้วยสัญญาณเสียงเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อความหมายได้โดยง่าย และเตือนอันตรายฉุกเฉินด้วยการสั่นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตอบสนองเหตุการณ์ได้อย่างทันท่วงที

Abstract

This research is designed and developed a navigation system for the blind with the reflection wave. It is expected that the blind can travel or move through objects, easily and safety. The navigation device works by attaching to the wrist support, spending more than 18 hours in the lives of small processing units. Distance measuring devices with ultra-sonic waves. The device measures the angular momentum And voice alerts help to explain the circumstances to the visually impaired get to know and understand the meaning of reminders easier. Design work is so vital to the strength of the structural beauty of its compact size. And are friendly to users.

The results of this research work found that the NOKIA BL-4CT battery with the capacity of 860, which is the smallest. You can still work with a warning device with long life more than 18 hours a navigation device can detect objects within a radius of up to two, but the distance will depend on the type of material. Touching the surface The shape and style Navigation device at an angle to the plane from -90 ° to -21 ° and + 90 ° from the Upper to be considered beyond the scope of detecting objects. In tests in use by real users will explain the basic operation. And during the tests under the supervision of caregivers visually impaired. To confirm the accuracy of the results.

The testing and evaluation of user satisfaction. The actual results that are accepted and can be used practically.

ไม่วารณใด ๆ ทั้งสน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิจัย

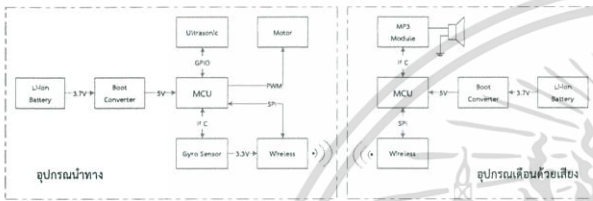
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 2.1 เพื่อสร้างเครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตาที่ทำงานโดยไม่มีสัมผัสกับวัตถุโดยรอบ
- 2.2 เพื่อออกแบบการนำทาง ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้ชีวิตของผู้พิการทางสายตา และสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ตลอดทั้งวัน
- 2.3 เพื่อเพิ่มรูปแบบการแจ้งเตือน หรือการให้คำแนะนำได้อย่างเหมาะสมต่อเหตุการณ์
- 2.4 เพื่อประยุกต์ความรู้ทางวิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ประโยชน์ในการช่วยเหลือผู้ด้อยโอกาสทางสังคม

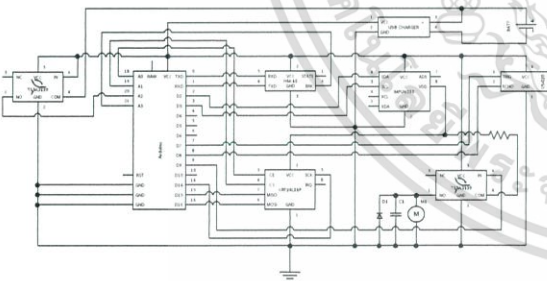
3. การออกแบบและจัดทำโครงการ



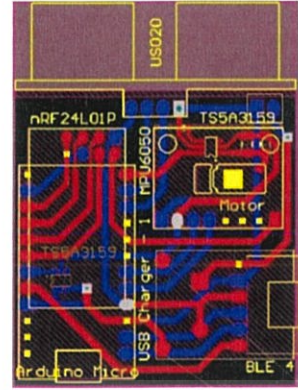
รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานเครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตาด้วยระบบคลื่นสะท้อน

3.1 การออกแบบอุปกรณ์นำทาง

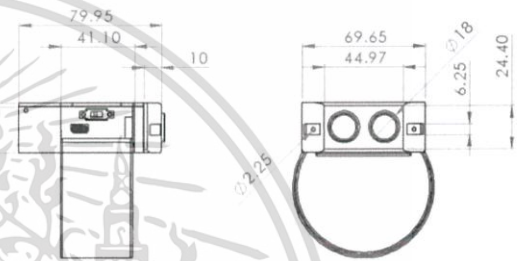
ออกแบบให้ผูกติดกับข้อมือ การใช้งานต้องเคลื่อนไหวตลอดเวลา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีขนาดเล็กกระทัดรัดและมีน้ำหนักเบา สามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ดังนี้



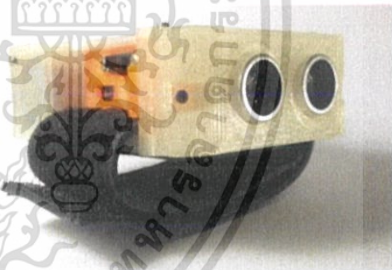
รูปที่ 2 วงจรสมมูลอุปกรณ์นำทาง



รูปที่ 3 ตำแหน่งอุปกรณ์บนแผงวงจร อุปกรณ์นำทาง



รูปที่ 4 ขนาดบรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์นำทาง



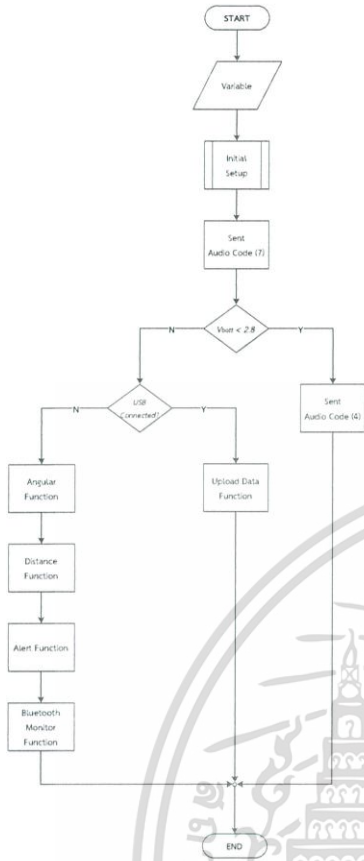
รูปที่ 5 ชิ้นงานประกอบสมบูรณ์ อุปกรณ์นำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

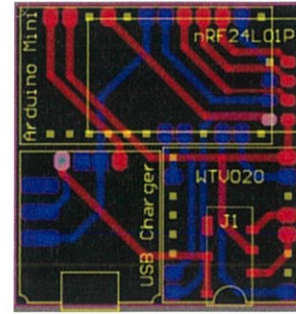
7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand



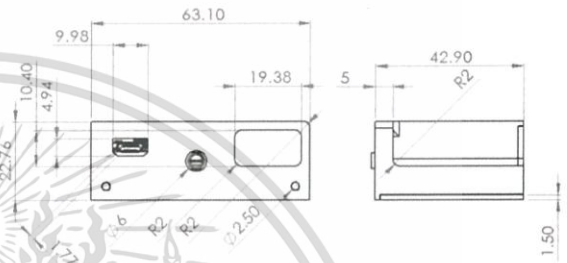
รูปที่ 6 แผนภาพระบบประมวลผลหลัก สำหรับอุปกรณ์นำทาง

3.2 การออกแบบอุปกรณ์เตือนด้วยเสียง

เป็นอุปกรณ์เสริมที่เข้ามาช่วยให้การนำทางมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ออกแบบให้สามารถพกพาได้ในหลายๆ ลักษณะ กำหนดให้ไม่มีปุ่มสั่งการใดๆ ทั้งสิ้นแต่จะอาศัยการเชื่อมต่อหูฟังเพื่อควบคุมเปิดหรือปิดเครื่อง ดังนั้นจึงไม่ควรใช้หูฟังที่มีอยู่ทั่วไป ดังจะสามารถแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ดังนี้



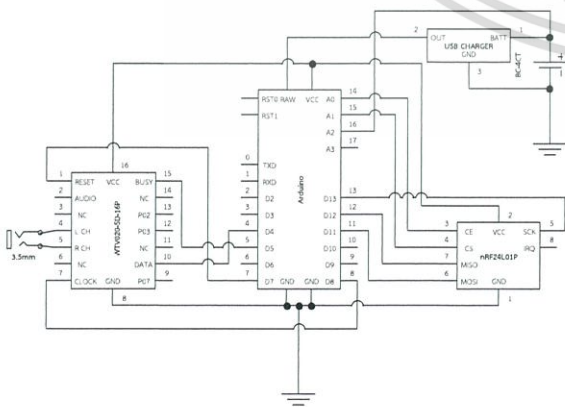
รูปที่ 8 ตำแหน่งอุปกรณ์บนแผงวงจร อุปกรณ์เตือนด้วยเสียง



รูปที่ 9 ขนาดบรรจุภัณฑ์ อุปกรณ์เตือนด้วยเสียง

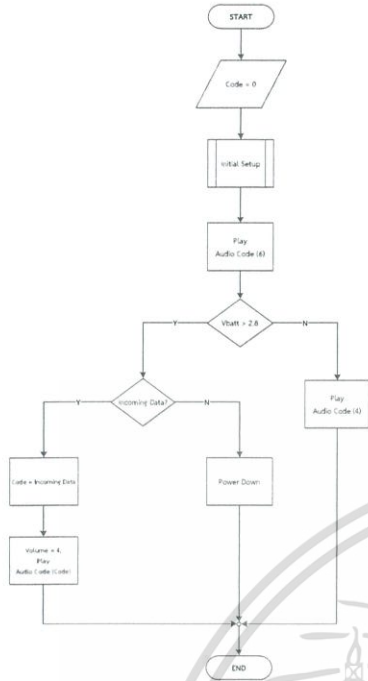


รูปที่ 10 ชิ้นงานประกอบสมบูรณ์ อุปกรณ์เตือนด้วยเสียง



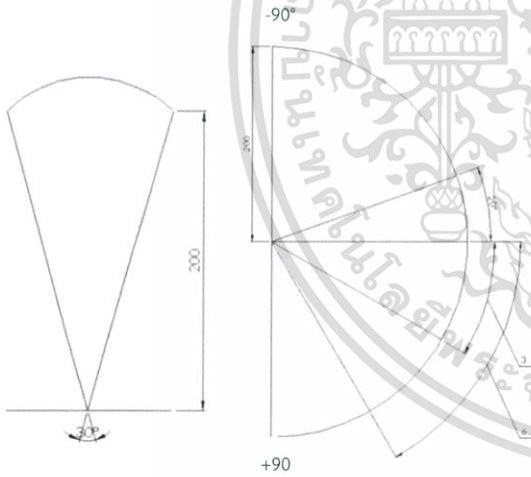
รูปที่ 7 วงจรสมมูลอุปกรณ์เตือนด้วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แผนภาพระบบประมวลผลหลัก อุปกรณ์เดือนด้วยเสียง

3.3 สมการเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ระบบนำทาง



(ก) มุมมองด้านบน

(ข) มุมมองด้านข้าง

รูปที่ 12 เจ็อนไข่มุมของการตรวจวัด

1) สมการขอบเขตด้านสูงความสัมพันธ์รูปสามเหลี่ยม

$$Upper = \sin^{-1} \left(\frac{1^{st} - (2^{nd} \times \sin(\theta))}{Max_Distance} \right) \quad (1)$$

$$Lower = 90 - \tan^{-1} \left(\frac{50}{1^{st} - (2^{nd} \times \sin(\theta))} \right) \quad (2)$$

3) สมการความสัมพันธ์รูปสามเหลี่ยม เพื่อหาระยะมาตรฐาน

$$SDdist = \frac{\{1^{st} - [2^{nd} \times \sin(\theta)]\}}{\sin(\theta)} \quad (3)$$

เมื่อ $SDdist$ = ระยะมาตรฐานจากความสัมพันธ์รูปสามเหลี่ยม

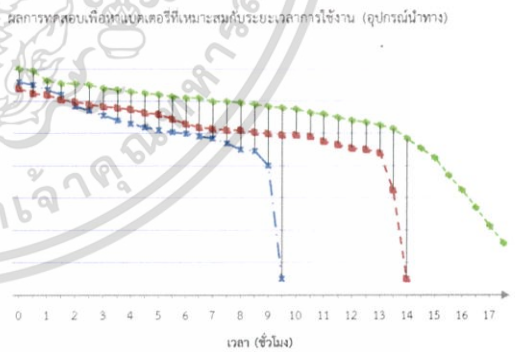
1^{st} = ความสูงจากพื้นถึงข้อศอก

2^{nd} = ความยาวท่อนแขน

θ = มุมจากกรวัด

4. ผลการทดลองโครงการ

4.1 การทดสอบเพื่อหาแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับระยะเวลาการใช้งาน ชุดอุปกรณ์ต้องสามารถใช้งานต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลายาวนานมากกว่า 18 ชั่วโมง อีกทั้งแบตเตอรี่ที่เลือกใช้ยังต้องมีขนาดที่เหมาะสมกับโครงสร้างชั้นงานอีกด้วยทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วของแบตเตอรี่ในทุกๆ 30 นาที ผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพสามารถแสดงได้กราฟต่อไปนี้



กราฟที่ผลการทดสอบแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์นำทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2) สมการขอบเขตด้านต่ำความสัมพันธ์รูปสามเหลี่ยม

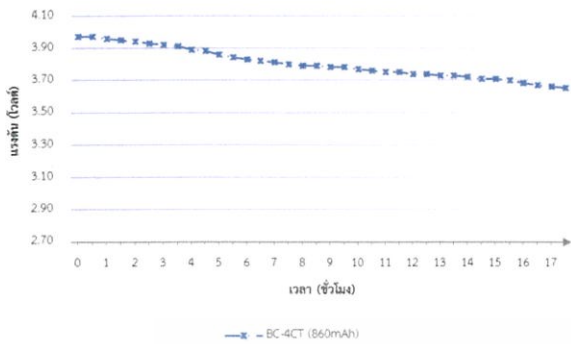
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand

ผลการทดสอบแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับระยะเวลาการใช้งาน (อุปกรณ์เดือนด้วยเสียง)



กราฟที่ 2 การทดสอบแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์เตือนด้วยเสียง

4.2 การทดสอบเพื่อหาขีดจำกัดระยะทางและมุมในการตรวจหาวัตถุ ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเพื่อหาระยะทางสูงสุดที่สามารถตรวจพบวัตถุแต่ละประเภทได้

ชนิดของวัตถุ	ลักษณะ	ระยะ (CM)
กำแพงคอนกรีต	ราบเรียบ ตั้งฉากกับพื้นระนาบ	200
ผ้าม่าน	วัสดุอ่อนนุ่ม เคลื่อนไหวได้ง่าย	190
ลูกบอล ถึงขยะ	พื้นผิวราบเรียบ ลักษณะทรงโค้ง	190
ร่างกายมนุษย์	ไม่สามารถระบุพื้นผิวแน่นอนได้	200

สรุป

จากผลการทดสอบและประเมินผลการทำงานของ เครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตาด้วยระบบคลื่นสะท้อนนี้ มีระยะเวลาการใช้งานไม่น้อยกว่า 18 ชั่วโมง สามารถตรวจหาวัตถุชนิดต่างๆ ได้ในรัศมีไม่เกิน 2 เมตร ทั้งนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูลผู้ใช้งาน ตลอดจนมีคุณสมบัติในการกำหนดมุมของการตรวจวัดที่กว้างถึง 80° ซึ่งสามารถครอบคลุมตลอดร่างกายของผู้ใช้งาน การประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน โดยผู้ใช้งานจริง มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 87% จึงประสบความสำเร็จตามเงื่อนไขขอบเขตของโครงการโดยสมบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนิน โครงการงานเครื่องช่วยนำทางผู้พิการทางสายตา

ด้วยระบบคลื่นสะท้อนนี้ ทางคณะผู้จัดทำมีความยินดีที่จะขออนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอี่ยมนามเพื่อเป็นเกียรติและแสดงความขอบคุณแก่ผู้ให้การ

ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนับสนุน เบื้องต้นคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ไปยัง อาจารย์อนุสรณ์ เราเท่า ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นที่ปรึกษาโครงการ รวมทั้งการอำนวยความสะดวกในการจัดหาสิ่งอุปกรณ์และเครื่องมือ สำหรับการทดสอบวัดผล ตลอดจนการสนับสนุนด้านอื่นๆ นอกจากนี้ คณะผู้จัดทำยังมีความประสงค์จะแสดงความขอบพระคุณไปยัง อาจารย์ภาณุวัฒน์ มาละแถม และ ดร.ปญชสิริ บุญเป็ง ที่ได้ให้เกียรติรับหน้าที่ คณะกรรมการประเมินโครงการ ขอขอบพระคุณไปยัง ชมรมเชียงใหม่เมกเกอร์คลับ ในส่วนของการสร้างชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีชิ้นรูปชิ้นงานแบบสามมิติ ขอขอบพระคุณไปยัง ดร.พรอนงค์ พงษ์ไพบูลย์ รวมทั้งนักวิจัยท่านอื่นๆ ที่ปฏิบัติงานอยู่ ณ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ในการให้คำแนะนำจนสามารถบรรลุข้อปัญหาเชิงเทคนิคต่างๆ ส่งผลให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ นอกจากนี้ยังมีผู้ให้การสนับสนุนท่านอื่นๆ ที่ได้ให้การสนับสนุนโครงการด้วยความเมตตา ซึ่งทางคณะผู้จัดทำซาบซึ้งใจในความกรุณาเป็นอย่างสูง และต้องขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิศรุต ศรีรัตนะ เชนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ในงานอุตสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2554.
- [2] Michael Margolis. Arduino Cookbook, California USA : O'REILLY, 2012.
- [3] NTD Resource Center. 2005 "Radiated Fields of Ultrasonic." [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.nde-ed.org>. (22 กรกฎาคม 2557).
- [4] The MathWorks, Inc. 2013 "Design and use Kalman filters." [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.mathworks.com>. (19 กันยายน 2557).

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 7

7th ECTI-CARD 2015, Trang, Thailand

ประวัติผู้เขียนบทความ



ชื่อ-สกุล นายอนุสรณ์ เราท่า
วัน เดือน ปี เกิด 22 พฤศจิกายน 2520
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 163 หมู่ 2 ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ 50150
ระดับการศึกษา วศ.ม. วิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ชื่อ-สกุล นายสันติชาติ พันตา
วัน เดือน ปี เกิด 29 ธันวาคม 2532
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 204 หมู่ 6 ตำบลฟ้าฮ่าม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000
ระดับการศึกษา วศ.บ. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เชียงใหม่



ชื่อ-สกุล นายเอกรัตน์ตี๋ดวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด 3 ธันวาคม 2534
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 1 หมู่ 7 ตำบลนาโป่ง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง 52160
ระดับการศึกษา วศ.บ. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา เชียงใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Home and office security in this modern technological world is an electronic detection device system.

In today's modernized alarm systems, the detection system employs a single unit sensor or dual technology which comprises two types of sensing unit. These can stop the unlawful entry and intruder activity before it takes place, and gives an alert of an intruder attack [3]. Therefore, there is the need to design and implement an affordable and effective Infrared Receiver Circuit for intrusion using Dual Sensors.

II. PROBLEM STATEMENTS

Rapid growth in the world population with its commensurate employment opportunities and pressures of a more complex

society, the incidences of human intrusion and burglaries and crime in private and public places are on the increase. Heightened security concerns at homes, banks, shopping malls, schools, offices, etc. have led to continued search for different and improved security gadgets which are expensive. These security gadgets have their sensors for intruder detection at separate locations which makes it expensive [4]. Also both sensors must detect an intruder before an alarm will trigger. This implies that when a sensor unit is faulty the system cannot detect any intrusion. There is therefore the need to design and construct an affordable and effective Infrared Receiver Circuit for intrusion using Dual Sensors.

III. METHODOLOGY

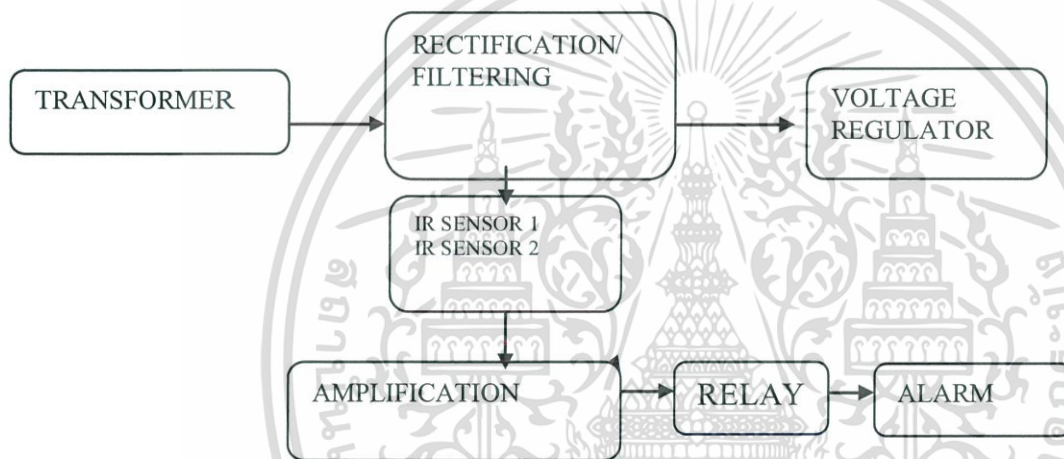


Figure 1. Block diagram of Dual Infrared Receiver Circuit

The block diagram above represented the major components and the sequential flow of signal from detection of intruder to the sounding of an alarm. This system was designed to alert the user when an intruder entered the home or office. If there was an obstacle in front of IR sensor, it generated an interrupt signal. This interrupted signal was amplified to switch a relay for a buzzer to sound an alarm. IR transmitter emitted infrared radiation which has to be detected by IR receiver.^[15] When an intruder or obstacle broke the line of sight, the transmitted IR rays were reflected back to the IR receiver. The breaking of the line of sight (interrupted signal) would trigger a loud audible sound to alert people of intruder presence [5].

The method used for the design and implementation of the dual infrared detection system was categorized under the following stages: Component Assembling, Soldering Station Preparation and Packaging.

IV. RESULTS AND DISCUSSIONS

During the design and implementation stages, tests were carried out and the following observations were made:

The full wave rectifier produced an output of 24Vdc which served the input of the 7812 voltage regulator which generated an

output of 12Vdc. The half wave rectification produced a 12Vdc output which was fed to a 7805 voltage regulator and produced an output of 5Vdc.

The Infrared Emitter produced radiated rays which upon intruder detection produced an output signal by Infrared Receiver. The output signal of the receiver was very weak to drive the buzzer and needed to be amplified. The signal was amplified by a transistor to operate the output device which is the buzzer.

The designed and implemented dual infrared receiver system worked by sending out a beam of light, of which when the beam of rays broken by human across the path of the infrared sensor activated the alarm and the buzzer was sounded. The system was tested at an entrance point of an area and an alarm was triggered when an intruder passes within its range of coverage to notify or alert the people within its inhabitant or security personnel. The alarm produced or generated by the output device (buzzer) was audibly enough to alert property owners of intruder presence for unauthorized or unlawful entry into premises (office or home). The designed and implemented Dual Infrared Intruder Detection system subjected to testing ensures an accurate security zone suitable for enhancing protection for properties, homes, offices and safeguarding

mans and offers the advantage of low cost and low power assumption in its operation.
 Intensity of Radiation

It was realized that the energy from the point source of radiation which is defined as coverage zone for protection can be calculated using the formula

$$E = \frac{AM}{4\pi R^2} \quad (1)$$

Where Incidence E is the flux per unit area at the detector, units of W/m²

Emittance M is the flux per unit area of the source, has units W/m²

Surface Area A is the area from the point source, has units m²

Distance R is the distance between the target and Receiver, has units of m

From Stefan-Boltzmann law [6], $M = \epsilon \sigma T^4$

where

ϵ is the Emissivity of surface

σ is the Stefan-Boltzmann constant

T is the Temperature measured in Kelvin

From equations (1) and (2), the intensity of radiation was calculated using the following measured parameters:

Area (A) = 0.04m²

Emissivity of surface (ϵ) = 0.94

Temperature (T) = 309K

Stefan-Boltzmann constant (σ) = 5.67*10exp -8 w/m²K⁻⁴

Emittance, $M = \epsilon \sigma T^4$
 $= 485.89 \text{ w/m}^2$

From the formula $E = \frac{AM}{4\pi R^2}$, the values of intensity calculated against their respective distances were tabulated below [7]

Table 1: The relationship of Intensity against Distance

Parameter	Unit	1	2	3	4	5
Area (A)	m ²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Emittance (M)	w/m ²	485.89	485.89	485.89	485.89	485.89
Distance(R)	m	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
Intensity (E)	w/m ²	618.65	154.66	68.74	38.66	24.75

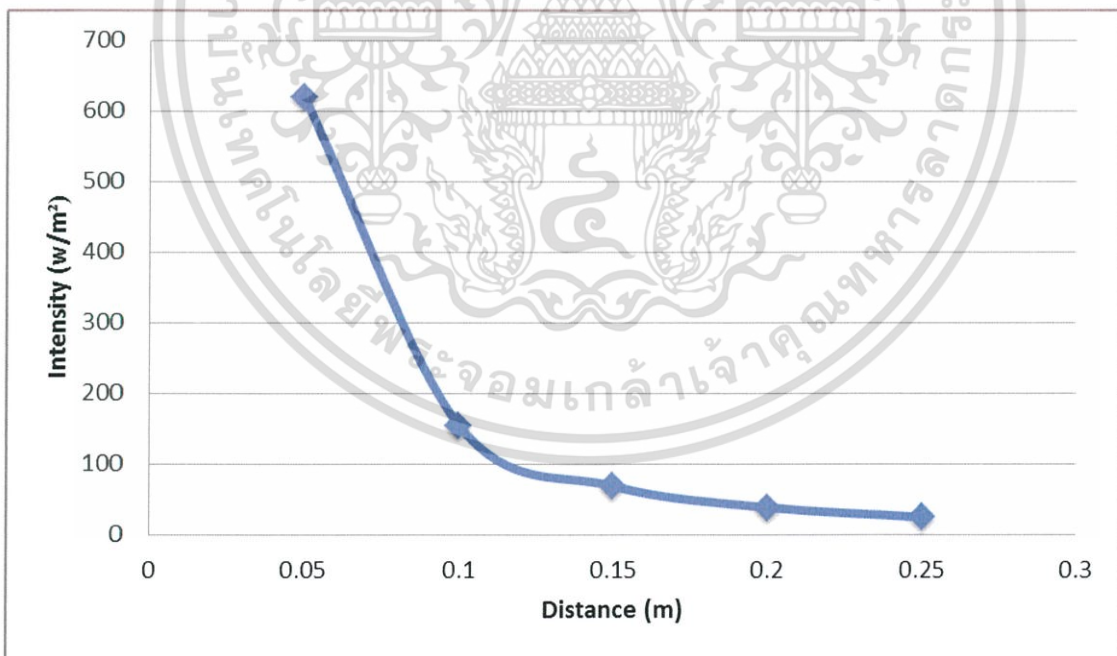


Figure 1: A graph of Intensity against Distance

The analysis made on the design of Dual Infrared Intruder detection System revealed that the strength of the output signal trigger the alarming circuit depended on the measure of the distance of the intruder detected by the proximity sensors. If the object is close, the reflected rays will be stronger than if the object is further away. The value of intensity radiated depends on

the value of the distance measured between the target and the detector. Therefore, the closer the object the high the Intensity. This principle can be used for several automated systems such as robotics, industrial safety device to detect gas leakages, automated patient monitoring at hospitals, a measure of fail-safe functions for equipments in a factory and for traffic signaling.

V. CONCLUSION

Conclusively, a dual infrared intruder detection system has been designed and implemented. The use of Dual Infrared as a static unit radiated beam of lights that spreads across a larger area defined as zone of protection. This phenomenon of dual infrared made it suitable for accurate security protection against human intrusion for homes, offices, banks and properties. The designed project was affordable, effective and reliable as a wireless intruder detection system. The system is a measure for guarding valuable properties and humans against intruders and minimizes false triggering or false detection. The audible sound generated by this research gives the alertness to owners or occupants of properties and neighbours around of intruder attack and can call police for assistance.

ACKNOWLEDGEMENT

We do acknowledge Nana Yaw Yankson and Vincent Ampio, former students of Ghana Technology University, Takoradi, Ghana for their immense contributions toward this article.

REFERENCES

- Jason Chavis. (2015, May 08). What Is the History of the Burglar Alarm? [Online]. Available: http://www.ehow.com/facts_5038281_history-burglar-alarm.html
- Cool Cosmos (2013). what is infrared? [Online]. Available: http://coolcosmos.ipac.caltech.edu/cosmic_classroom/ir_tutorial/what_is_ir.html

- [3] A wireless Home Security System, Honeywell Security & Data Collection Newhouse Industrial Estate, Lanarkshire ML1 5SB Scotland, 2009, pp 1-3.
- [4] Riccardo Focardi and Fabio Martinelli, "A Uniform Approach for the Definition of Security Properties," in Lecture Notes in Computer Science, Volume 1708, 1999, pp 794-813.
- [5] Kh. Asaduzzaman, M. Nazrul Islam, M. Shahjamal and MahbulHoq, (2010). Infrared Security Alarming System. [Online]. Available: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=ajit.2010.243.247>
- [6] Characteristics and use of Infrared Detectors, Solid State Division Hamamatsu Photonics K K, Japan, Cat No KIRD9001E03, 2004, pp 3.
- [7] Tuneable Rate and Low Jitter. (1998, January 20). Infrared Propagation and Detection [Online].
- [8] Available: http://fas.org/man/dod-101/navy/docs/es3110/IR_prop/IR_prop.htm

AUTHORS

First Author- Emmanuel Atta Williams, Department of Electrical/Electronics Engineering, Takoradi Polytechnic, Ghana. E-mail : attawilliams@yahoo.com/attawilliams@gmail.com

Second Author- Stephen Marrion Cobbina, Department of Electrical/Electronics Engineering, Takoradi Polytechnic, Ghana. E-mail: ekumtobia@yahoo.co.uk

Third Author- Stephen Kwaku Okrah, Department of Engineering, Ghana Technology University College, Takoradi, Ghana., E-mail : okrah0612009@yahoo.com

E-mail Address of Corresponding Author:
attawilliams@yahoo.com/attawilliams@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Infrared Radar System

Yahya S. H. Khraisat

AL-Balqa' Applied University,
Al-Huson University College,
Electrical and Electronics Department,
P.O. Box 50, Al-Huson 21510, Jordan
yahya@huson.edu.jo

Abstract

In this paper we designed a type of close proximity infrared radar system used to detect any object close to the device by making scanning with angle 180° and distance from 10cm to 80cm. The system is based on microcontroller design. The user will hear a voice just as alarm sound and the distance of the object will be readable on the screen of small LCD. The user also can see the light given by LED appear in the direction of the object.

Keywords: Infrared Radar, Sensor, Automotive Radar, Microcontroller and Targets Detection

1. Introduction

Radar can be briefly defined as method of using radio wave to determine the location of objects in space in relation to a known point.

More precise definition of radar is that it is an electromagnetic system for detection, location and sometimes for recognition of target objects, which operates by transmitting electromagnetic signals, receiving echoes from target objects within its volume of coverage, and extracting location and other information from the echo signals [1]. IR Radar is an application of automotive radar, where this type of pulse radar is operating by sending short pulse to make scanning. Actually with small range (don't offer more than 1.5 meter). The goal of this paper is to create a working IR Radar system to detect close proximity targets at an angle of 180 degrees, with range (10-80cm).

1.1 Features of IR radar:

1. Increases the detection range from 80cm to 4m by using sonar range finder which uses time-of-flight to measure distance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ข้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Increases the angular rotation of stepper motor to 360° (full rotation) by installing brush on the shunt of the stepper motor. Comparison between Ultrasonic and IR sensors.

Ultrasonic-sensor:

- Time of flight distance measurement.
- Longer range than IR.
- affected by wind.
- affected by hardness of object.

IR-sensor

- Angle (parallax) distance measurement.
- Shorter range than SONAR.
- affected by sunlight.
- affected by color of object.

2. Method of Works:

The Sharp IR Range Finder works by the process of triangulation. A pulse of light (wavelength range of $850\text{nm} \pm 70\text{nm}$) is emitted and then reflected back (or not reflected at all). When the light returns it comes back at an angle that is dependent on the distance of the reflecting object. Triangulation works by detecting this reflected beam angle, by knowing the angle, distance can then be determined [2].

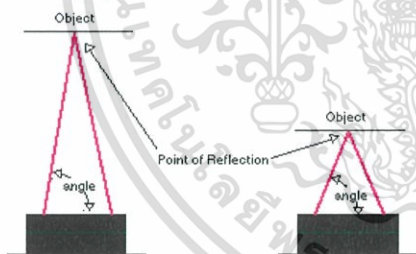


Figure1 Different Angles with Different Distances

The IR range finder receiver has a special precision lens that transmits the reflected light onto an enclosed linear CCD array based on the triangulation angle. The CCD array then determines the angle and causes the range finder to then give a corresponding analog value to be read by your microcontroller. Additional to this, the Sharp IR Range Finder circuitry applies a modulated frequency to the emitted IR beam.

Beam Width:

A major advantage we may have with the Sharp IR range sensor is beam width. Unlike sonar, it's fairly thin - meaning to detect an object your sensor must basically point directly at that object.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Principle of Operation (GP2D12 IR Sensor)

GP2D12 IR Sensor Description

The GP2D12 provides a non-linear voltage output in relation to the distance of an object from the sensor and interfaces easily using any analog to digital converter. Figure 2 shows a Sharp GP2D12. The LED on the left is an emitter, while the bigger lens on the right is a detector.

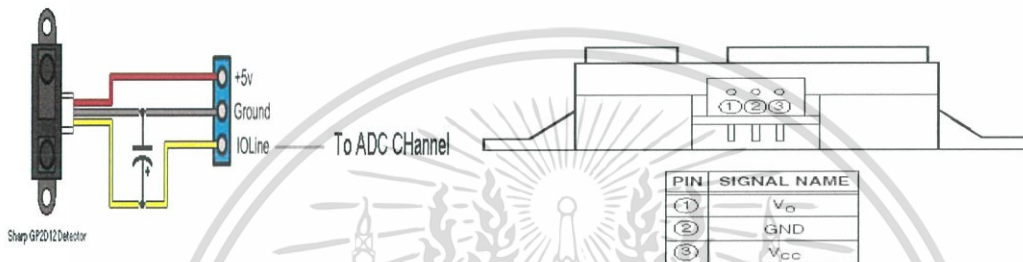


Figure 2 Pin Layouts for GP2D12 [15]

GP2D12 Infrared Ranger module has 3 terminals: Power input (V_{cc}), Ground (GND) and Voltage output (V_{out}). The output voltage depends on the following factors:

1. Distance to the nearest reflective object.
2. Object color.
3. Object surface.
4. Surrounding light.

Only the first factor is desired to affect the output voltage, it must be independent upon the other three factors, to achieve that, all sensors are positioned at carefully selected points in the vehicle to avoid direct exposure to surrounding lighting. We can make a walls covered with a plastic tape at the same height of the infrared sensors to make its color homogeneous at all points. Tape's color is selected to be light green to ensure the maximum amount of reflected ray. To read the voltage values from the GP2D12, you must wait till after the acknowledgement period which is around 32 to 52.9 ms.

2.2. Work instruction

When we used infrared light we should take care that the time it takes to hit an obstacle and reflect back can not be measured because infrared light travels fast. No measurement equipment is available yet. Therefore, the following theory must be used.

The infrared light is sent out from a transmitter to the object in front, by passing through a condense lens so that the light intensity is focused on a certain

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยระบบราง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

point. Reflection occurs once the light hits the surface of the object. Part of the reflected light will be sent back to the receiver end, in which another lens will combine these lights and determine the point of impact.

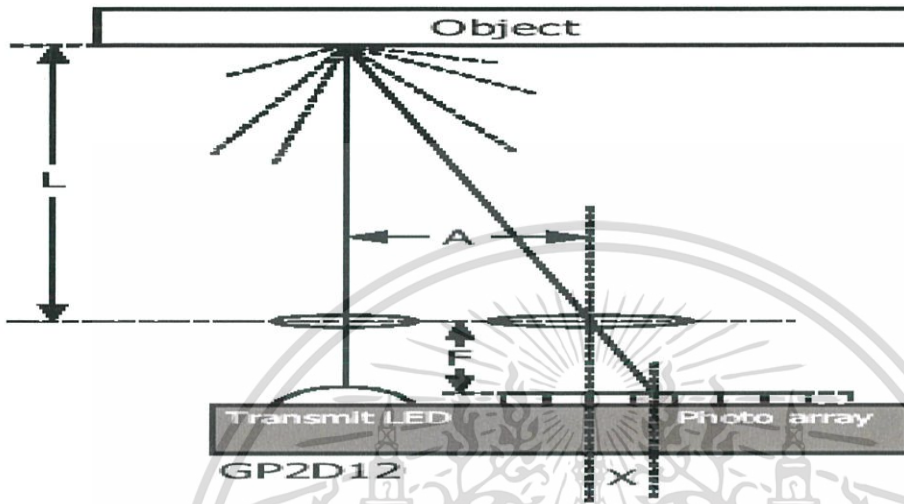


Figure3 Distance Measurement by GP2D12

The light will then be passed on to an array of photo-transistors [3]. The position in which the light falls can be used to calculate the distance (L) from the transmitter to the obstacle using the following formula:

$$L / A = F / X$$

Therefore,

$$L = (F \times A) / X$$

3. PROJECT DESIGN

3.1. Processing Overview

We will discuss the operation and design of our block diagram figure 4.

Firstly switch is on, then we will get closed circuit. The stepper motor will be turned on with instruction to rotate 180 by pic (16f877A).

Stepper motor will drive the **IR SENSOR** [this sensor GP2D12 consist of emitter and detector. The emitter will send an infrared signal to detect an object. When this signal hits the object, the signal will be reflected back to the detector.

Then the detector will send analog signal with suitable voltage and angel. The voltage of this signal is suitable with the distance. **16F877A** will make its

เอกล [software operation] and convert analog signal to digital by A/D and give a โยชนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

command to the led which in the direction of the object and display the distance on the **LCD** then the speaker will give alarm.

Special case:

When we deal with moving object, the software will be changed consumed with the pic variation in angel and voltage. We showed a close design to the circuit drawn using proteus program as shown in figure 5.

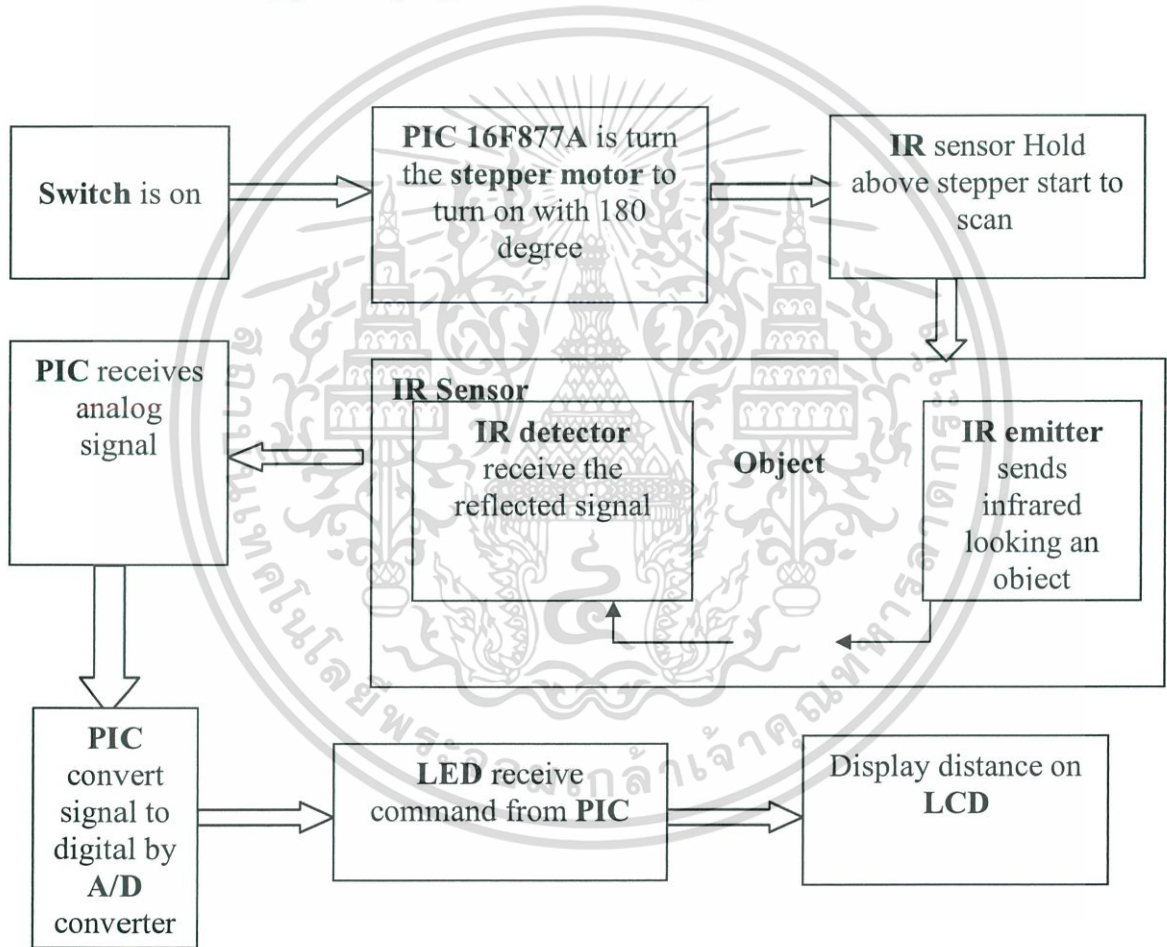


Figure 4 Block diagram of IR RADAR system.

3.2 Hard Ware Connections:

The following figure demonstrates the schematic design of our proposed system. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

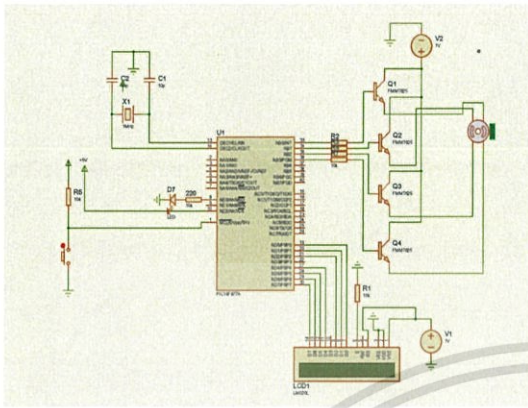


Figure 5 Circuit of the Schematics design

The following figure shows the hard ware of our designed system

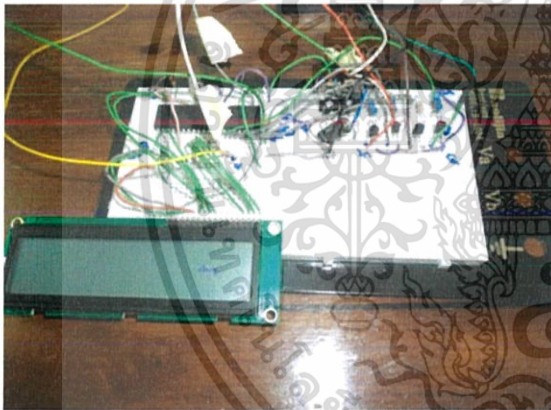


Figure 6 The hardware connection of our designed system

4. Conclusion and Future Work

There are many improvements that we can make to our system in order to create better results. First of all, we need to increase the range of the detection, not to limit our input signals as much to get accurate results. We need to adjust with the sampling rate that we used in order to be able to detect smaller velocities as well as more accurate ranges.

We could optimize the algorithm for the peak locator in the velocity analysis to give more accurate results. IR can be cheaper and smaller than Ultrasonic although sensing with light is less efficient than sensing with sound. A major problem with the Sharp IR range finder is beam width, it's fairly thin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

References

- [1] The IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms, IEEE std 100 – 1996.
- [2]<http://wearcam.org/seatsale/programs/www.beyondlogic.org/Serial/serial1.htm>.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/IR_sensor.
- [4] Skolnik, M., Introduction to Radar System, third edition, New York: MC Graw-Hill, 2001.
- [5] David K. Barton, Radar System Analysis and Modeling, Artech House, Boston, London, 2005.
- [6] DEVINE PETER (2000), radar level measurement, VEGA Controls Ltd, Kendal House, Victoria Way, Burgess Hill, West Sussex, RH 15 9NF England.
- [7] IEEE Standard Radar Definitions, IEEE Standard 686-I 990, New York: The Institute of Electrical and Electronic Engineers, 1993.
- [8] Blake, L.V. "Prediction of Radar Range "In Radar Handbook, 2 nd ed.ed .by M.skolnik.New York: MC Graw –Hill, 1990, chap.2.
- [9] Dixon ,R.C.Radio Receiver Design .Sec .5.5 Newyork :Marcel Dekker 1998.
- [10] Siebert, W.M."Some Application of Detection Theory to Radar."IRE Nat Conv Recod 1987.
- [11] Skolnik,M."Improvements for Air Surveillance Radar, proc.1999 IEEE Radar Conference, Waltham.
- [12] [http://www.yourdictionary.com/images/computer/reflection principle](http://www.yourdictionary.com/images/computer/reflection%20principle).
- [13]<http://www.arabteam2000-forum.com/index.phpshowtopic>.
- [14]<http://translate.google.jo/translatear&langpair=en%7Car&u=http://www.steppermotors>.
- [15] Microchip –PIC 16F877A28/40 –pin 8Bit Microcontrollers data sheet.
- [16][http://translate.google.jo/translate&langpairhttp://ssecganesh.blogspot.com/2008/05/driving-stepper-motor-using-uln2003.html](http://translate.google.jo/translate&langpair=http://ssecganesh.blogspot.com/2008/05/driving-stepper-motor-using-uln2003.html)

Received: November, 2011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering

(An ISO 3297: 2007 Certified Organization)

Vol. 4, Issue 6, June 2016

Auto Sensing Railway Level Crossing Safety Alarm System Using Infrared

S.K.Nandini¹, R.Pradeepa²

UG Student, Department of Electronics & Communication Engineering, SASTRA University, Kumbakonam, Tamilnadu, India.

UG Student, Department of Electronics & Communication Engineering, SASTRA University, Kumbakonam, Tamilnadu, India

ABSTRACT:This paper presents a concept of “AUTOMATIC LEVEL CROSSING SAFETY SYSTEM”. The main objective of this paper is to install the system in unmanned level crossing. It will make the road users aware of the train approaching the level crossing and reduce the risk exposure. Day-by-day accidents in the unmanned level crossing are increasing and no steps have been taken so far in these areas. By employing the automatic railway siren at the level crossing the arrival of the train is detected by the IR detector which is placed below the rails at about 3KM from the level crossing. Subsequently, the siren started to alarm. This system provides safety to the road users by avoiding the accidents and useful to the public.

KEYWORDS:IR Detector, Zener Diode, IC NE555, Battery, Speaker, LED

I. INTRODUCTION

Level crossing is one of the major causes of accidents. In spite of various measures taken by Railways, level crossing accidents have continued to occur too frequently. Level crossing is the place where track and road intersects each other at the same level. There is two types of level crossing Manned and Unmanned level crossing. When we go through the daily newspapers we come across many railway accidents occurring at unmanned level crossings. This is mainly due to the carelessness in manual operations or lack of workers. We come up with a solution for the same. Using simple techniques we tried to avoid the accidents at unprotected level. The approach of using infrared sensor opened up a wide array of advantages as opposed to the currently prevalent level crossing system. As infrared sensor are relatively cheaper and easier to fabricate which also being integration, it decimates the possibility of causality occurring due to shortcoming to the existing of the manned level crossing, which relay on human unpredictability, there by rendering it a much more effective way of supporting vehicular movement.

II. RELATED WORK

There were many methods proposed for railway level crossing in order to safeguard the people to reduce the number of accidents occurred while crossing the railway gate. AcyM.Kottalil, Abhijith S, Abilash L J, Ajmal M M, AjithBabu proposed a ‘Automatic Railway Gate control System’ using Atmega16 microcontroller and IR sensor. This method consists of three sections such as microcontroller section, sensor section and servo motor section. The IR sensor is placed in both the side of the gate, sensor senses and sends the signal to the microcontroller. When no vehicle is sensed the microcontroller drives the motor to close the gates. But whenever the vehicle is sensed it alerts the train driver by means of red light from few kilometers to reach level crossing and after the obstacle is crossed the controller again drives the motor to reopen the gates. The 8051 microcontroller and IR sensor is implemented in ‘Automatic Railway crossing system’ by Akiriti and Upendra Prasad which also describes the working principle of the above proposed method. By replacing Atmega16 and 8051 microcontroller the PIC microcontroller can also be used along with IR sensor to design for an unmanned railway level crossing is explained in ‘Automatic Railway Gate Control System’ by Hnin Ngwe Yee Pwint, ZawMyoTun and HlaMyo Tun. ‘Advanced Railway Accident Prevention System Using Sensor

International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering

(An ISO 3297: 2007 Certified Organization)

Vol. 4, Issue 6, June 2016

Networks' by M.D.Anil, S.Sangeetha, B.Divya, B.Nirajana, K.S.Shruthi explained that along with microcontroller and IR sensor the zigbee and fire sensors can also be used to alert the people from the occurrence of accidents. Instead of buzzer and IR sensor the ultrasonic sensor along with alarm generator is used so that when the obstacle is detected during level crossing the signal is send to the control unit where the red light glows suddenly the alarm generated to aware the public is explained briefly in ' Automatic Railway Gate Controlling system' by Saifuddin Mahmud, Ishtiaq Reza Emon and Md.MohaiminBillah.

III. PROPOSED METHODOLOGY

The proposed methodology consists of various parts which are IR Detector(receiver), Zener Diode, IC NE555, Battery(9V), Resistors, Capacitors, Speaker, LED (Light Emitting Diode).The IR detector is used to detect the arrival of train in therailway track which is installed below the rails. The IC NE555 is a timer IC which is used to set for how much time that the alert signal is delivered to the people.. During the arrival of train the IR detector sends the signal to the LED so that it glows and siren sound is dispatched fromspeaker which act as the warning signal for a period of time set in the timer. After the train crosses and the public can use that path. Thismethod is repeated for every time that the train travels through thatrailway track so that thenumber of accidents occurred while crossing the railway trackis avoided.

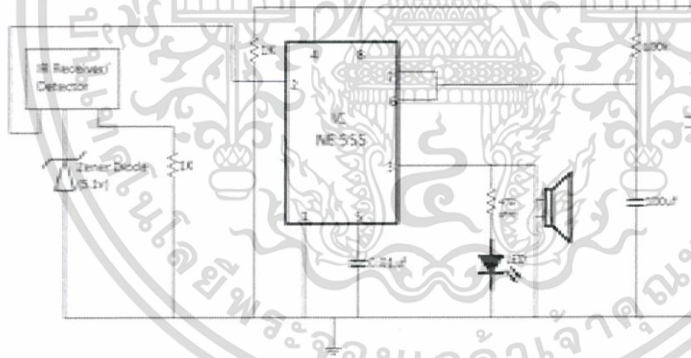


Fig.1: Block diagram of the system

Whenever the detector detects the train arrival it sends the signal to the Zener diode which is placed after the IR receiver/detector is provided to supply the constant voltage across the load resistance(1k),whereas the input voltage may be varying over a range. The timer acts as a burglar alarm so that when it receives the signal it makes the speaker to give alarm and LED also glows for time set in the timer to make aware of the arrival of train to the public which is explained in Fig.1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering

(An ISO 3297: 2007 Certified Organization)

Vol. 4, Issue 6, June 2016

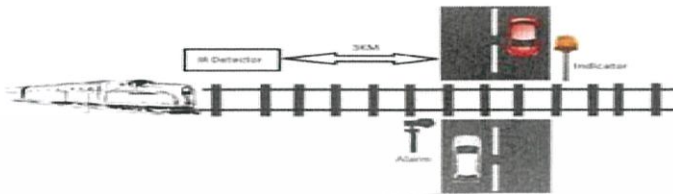


Fig.2: Architecture diagram

From the Fig.2 we can understand when the occurrence of train happens the speaker automatically alarm and the LED glows until the train crosses the track so that the road users will stop crossing the track.

Advantages of Proposed System:

- Simple to construct.
- Less expensive.
- It consumes less time to indicate the warning message.
- Reduces the count of accidents by alerting the people.

IV.EXPERIMENTAL RESULTS

This proposed method is practically experimented as the working model of real world level cross as shown in Fig.3. The major component used in this model are 80cm railway track, a toy train, IR detector, LED as indicator and alarm or speaker. The operation is that the IR detector is placed below the rails at about 3km from the level crossing. When the train passes through the detector and it is detected by IR which indicates the arrival of the train and sends the signal to the red LED as the indicator then therefore the siren started to alarm automatically. After the train crosses the level crossing the siren stops automatically.

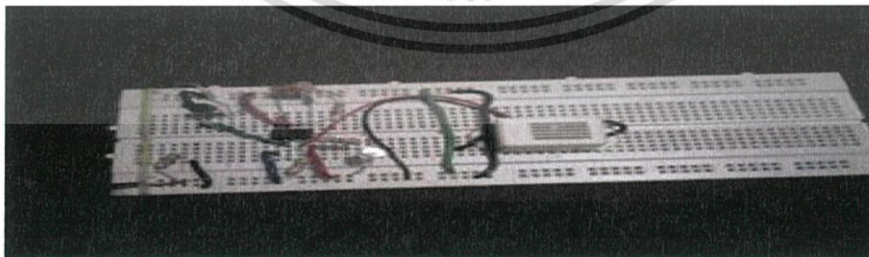


Fig.3: Construction of level crossing system

V.CONCLUSION AND FUTURE WORK

Accidents at unmanned level crossings are caused mainly due to trespassing by road vehicles across these on railway tracks. The proposed method works on a simple principle. Gatekeepers not necessary and automatic operation of automatic ON and OFF of the siren. And also this method avoids errors and provides ultimate safety to the road users. Automatic indication of the siren at unmanned level crossing is centred on the idea of reducing man work and prevents cars and humans from railway tracks. Automation of ON and OFF of the siren using the simple circuit reduces the accidents to a greater extend. In this method we are using IR sensor/detector the main limitation of using this IR is



International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering

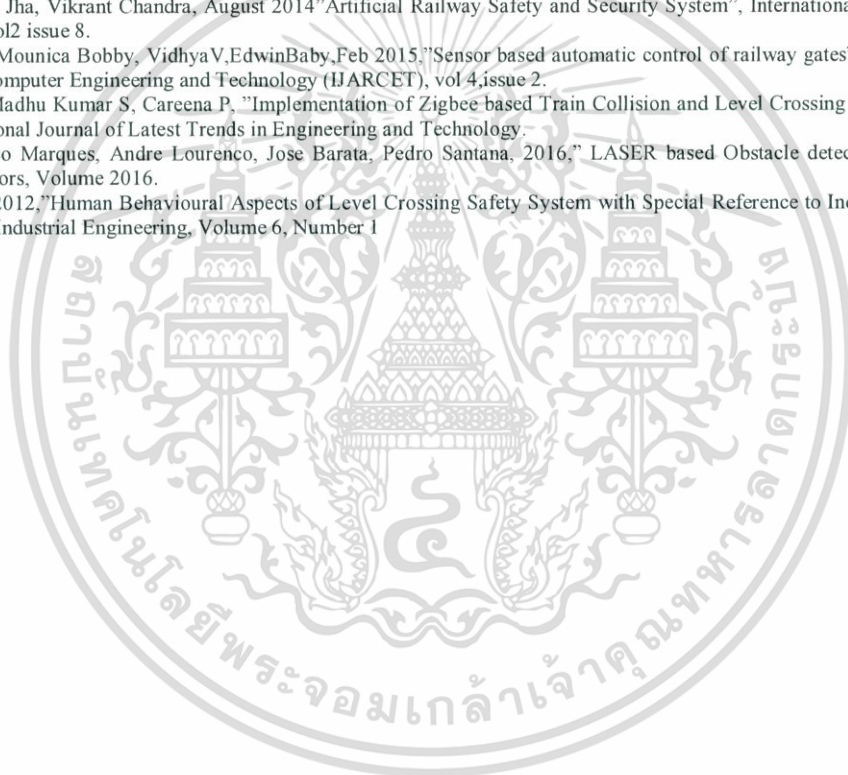
(An ISO 3297: 2007 Certified Organization)

Vol. 4, Issue 6, June 2016

any obstacle in the way of sensor will be detected so it is better to use load sensor. We have not used the load sensor because it was not economically feasible. As a future scope our system can be implemented in real time by fixing the current limitations using new technologies.

REFERENCES

- [1]Nisha S Puneekar, Archana, A Raut, August 2013, 'Improving Railway Safety with Obstacle Detection and Tracking System Using GPS-GSM Model', International Journal of Scientific and Engineering Research, volume 4,issue 8.
- [2]Kiruthika M, Dhivya. M M, Dhivya P,Yugapriya R, February 2014, 'Wireless Communication System For Railway Signal Automation at Unmanned Level', International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, vol3,special issue 1.
- [3]Shweta Singh, Pratyush Jha, Vikrant Chandra, August 2014"Artificial Railway Safety and Security System", International Journal of Advanced Research in Engineering, vol2 issue 8.
- [4] KarthikKrishnamurthi, Mounica Bobby, VidhyaV,EdwinBaby, Feb 2015, "Sensor based automatic control of railway gates", International Journal of Advanced Research in computer Engineering and Technology (IJARCET), vol 4,issue 2.
- [5]Arun P, Sabarinath G, Madhu Kumar S, Careena P, "Implementation of Zigbee based Train Collision and Level Crossing Protection System for Indian Railways", International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology.
- [6]Victor Amaral, Francisco Marques, Andre Lourenco, Jose Barata, Pedro Santana, 2016, "LASER based Obstacle detection at Railway Level Crossings", Journal of Sensors, Volume 2016.
- [7]Amit Kumar, February 2012, "Human Behavioural Aspects of Level Crossing Safety System with Special Reference to Indian Railways", Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 6, Number 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Performance Analysis of Wireless Warning Device for Upper Body Level of Deaf-Blind Person

Anuar bin Mohamed Kassim^{1†}, Takashi Yasuno¹, Hazriq Izzuan Jaafar²,
Mohd Shahrieel Mohd Aras² and Norafizah Abas²

¹Graduate School of Tokushima University, 2-1 Minami-Josanjima, Tokushima, 770-8506, Japan
(Tel: +81-88-656-7458; Email: anuar, yasuno@ee.tokushima-u.ac.jp)

²Universiti Teknikal Malaysia Melaka, Hang Tuah Jaya, 76100 Durian Tunggal, Melaka, Malaysia
(Tel: +60-6555-2358; E-mail: hazriq, shahrieel, norafizah@utem.edu.my)

Abstract: For blind people, it is generally very hard if not impossible to notice the obstacles which exist around them except by touching the objects and by hearing the information from around them. Especially the obstruction which is existed at upper level of body. The issue becomes more severe when a blind person also has multiple sensory problems such as impaired hearing. Conventionally, they rely on white canes or guide dogs to assist them in order to reach their desired destination safely. However, the conventional method is beneficial only if the obstructions are existed at below level of body. They could not sense and hear the surrounding and cannot recognize their locations. It is very hard for them to travel independently from one destination to another without the proper navigation tools. In this paper, the performance analyses of a wireless vibration warning device in order to sense the obstructions at upper level of body for deaf-blind people is described. Four pieces of vibrator are used in order to give warning signals when obstacles are detected by ultrasonic sensors which are mounted to detect the obstacle at four directions such as front, down, left and right. From the experiment which is conducted, the configuration of the vibrators in order to warn the user when the obstacles are detected is confirmed. The location and the response of the user are acquired from the experiment which has been done. By using the developed wireless vibration warning device, the upper body level obstacles can be detected without touching the object and the effective wireless vibration warning device functions successfully.

Keywords: Deaf-blind person, obstacle detection, wireless vibration warning, upper body level

1. INTRODUCTION

In early 2014, the United Nations (UN) released the statistic that people with disabilities (PWDs) in the world are estimated more than 1 billion people or 15 percent of the world's population. Moreover, 80 percent of these disabled people are located in developing countries. This number has increased due to increment of aging populations, chronic health conditions and more accessibility to facilities. In Malaysia, the population is around 28 million people. However, until February 2014, the number of disabled people in Malaysia which was registered was only 500,000 people instead of the 2.8 million people which are estimated. This total number does not reflect the real situation of disabled people in this country. This is because people of disabilities still remain invisible in the majority of development agendas and processes. The accurate data on people with disabilities cannot be regularly obtained or recorded. This shows the clear image of the lack of connections between disability and country development which mostly occurred in developing countries. The collected data is inaccurate and show the shortage of acceptable measurable statistics and the complications faced in gathering correct data [1, 2].

According to the Convention on the Rights of Disabled Association of the United Nations, disabled people should be given priority and need more attention from the government in order to build a high income country.

However, the disabled people in some developed country are not considered well and usually ignored in the country development. The convention guarantees that the disabled people enjoy equal opportunities with those efforts as well as full and effective participation in society in all aspects of life - accessibility, mobility, health, education, employment, rehabilitation and participation in the political, economic and socio-cultural. On the other hand, the disabled people can be categorized in some classes such as deaf, blind, physically disability and etc. However, of all disabled people who are involved in dangerous situations are almost always blind people. There are also multiple sensory problems such as deaf-blind person. It is more severe than a single sensory problem [3, 4].

Conventionally, the blind people rely on white canes or guide dogs to assist them in order to reach their desired destination safely. However, the conventional method is beneficial if only the path to the destination is already familiar or known. It becomes difficult if the destination is new especially where the environment is not designed for blind people. They do not know where to go and cannot recognize their surroundings. It is very hard for them to travel independently from one destination to another without the proper navigation tools. Additionally, the disadvantage of the white cane is that the obstacles can only be detected by contact. This problem will expose the users to dangerous situations when the blind person is very close to obstacles. Hence, there is a lot of research that has been actively conducted in regards to

† Anuar bin Mohamed Kassim is the presenter of this paper.

a supporting device for blind people. The machines that have been researched are electronic travel aids (ETAs), mobile robots, wearable travel aids, NavBelt, and electronic guide canes and Robotic-cane [5] [9].

However, the decision maker of the system is a controller which controls the motor at the wheel to turn or go straight for researched machines. Consequently, it will give hidden damage to the user's brain where their brain cannot actively use it as a decision maker. The main requirements of the assistive device for blind person are safety, practicability, portability and convenience. Safety is the basic requirement to judge whether an assistive device is reliable or not. The most important task for the blind person is to gain information on the circumstances of the road and the location of obstacle. By using the collected information, the deaf-blind person needs to arrive at their destinations avoiding unexpected obstacles. Recently, an intelligent white cane has been developed by implementing the infrared sensor in order to detect the obstacle around the user. However, the developed intelligent white cane cannot directly replace the conventional white cane because the blind person needs time to familiarise themselves with the intelligent white cane before replacing the conventional white cane [10] [12].

Moreover, almost of the travel aids which are studied are normally used to help the user detect the obstacle at lower level part of their body and have limitations. It is also supported by the statement from the Society of Blind Malaysia that there are no travel aids that can detect the obstacle for upper level of abdomen. White cane cannot protect the user from collision with the obstacle at head-level, such as propped-open window, tree branch, and the opened door of a truck. There was also a survey the US, which stated about 300 blind people who were experts in using white cane have experienced collision with head-level obstacles. The survey shows that 39 percent of respondents experience a head-level accident once a year and 14 percent of respondents more often than once a month [13, 14].

Thus, the development and performance study of obstacle detection and a warning device which is used for above abdomen level of humans in order to support and guide the blind person called SMART EYE has been studied. This developed SMART EYE is an innovative product to support and help those blind people in order to have more confidence to travel independently. The development of an intelligent spectacle in order to protect the upper body of blind people from their abdomen to head level has been done. In the developed obstacle detection and warning device, the distance measurement sensor is used to detect the obstacles, and a headphone is used as a warning device to give the obstacle information to the user. The distance measurement sensor's input is processed via main controller and gives the warning signal through the headphone. However, by only using the developed electronic spectacle including the audio warning signal without vibration, the warning signal would not be beneficial to the deaf-blind person [15, 16].

In this paper, the performance and effectiveness of a wireless vibration warning device in order to sense the obstructions at upper level of body for deaf-blind people is described. Four pieces of vibrator are used in order to give warning signals when obstacles are detected by ultrasonic sensors which are mounted to detect the obstacle at four directions such as front, down, left and right. From the experiment which is conducted, the configuration of the vibrators in order to warn the user when the obstacles are detected is confirmed. The location and the response of the user are acquired from the experiment which has been done. By using the developed wireless vibration warning device, the upper body level obstacles can be detected without touching the object and the effective wireless vibration warning device functions successfully.

2. DEVELOPED UPPER BODY OBSTACLE DETECTION SYSTEM

2.1. Electronic spectacle construction

Figures 1(a) and 1(b) show the developed intelligent travel aid device which is designed similar to a spectacle in order to detect the obstacles which are exist at upper body level. The developed electronic spectacle consists of the distance measurement sensor, microcontroller, rechargeable battery, solar panel and an earphone which is shown in Fig. 1(a). The distance measurement sensor which is applied is ultrasonic sensor where applying non-contact approach to detect the obstruction around. It is because the area around and above abdomen level are floating and difficult to sense by touch using cane, and even if they touch it using the cane, there is a possibility that people nearby will get injured by their cane.

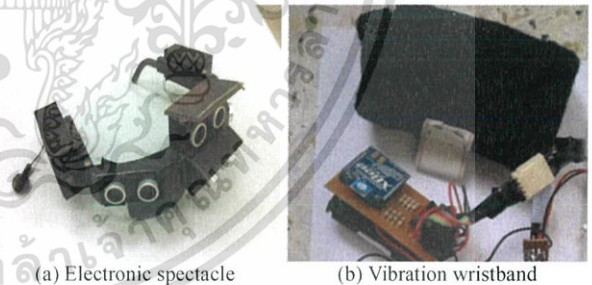


Fig. 1 Developed obstacle detection device for upper body level

In addition, the wristband type wireless vibration warning device is consisted of the vibrator, wireless module and battery which is shown in Fig. 1(b). Wristband is used because it has the flexibility and ease of use compared to the previous method which is by using a glove. The vibrator which is mounted inside the wristband is connected to the microcontroller through a wireless module which is selected as an XBee module. The obstacle detection device for the upper body level for the deaf-blind person is based on a conceptual design which includes the effective warning system with a low cost budget and applies the universal design in order to provide comfort to the user. The developed electronic spectacle is designed to be compact and adjustable in order to fit on anyone who needs it. This spectacle also equipped with

a rechargeable battery including a solar panel which is mounted on the top of the device so as to supply power to the main controller and the ultrasonic sensor.

2.2. System configuration

Figure 2 shows the configuration of the system in order to generate the vibration and audio warning system from the vibrator and the earphone when the obstacle is detected by ultrasonic sensor. The vibration and audio warning system is chosen in order to provide the warning signal which is very sensitive to the touch and hearing sense. Although the deaf blind person cannot hear very well, they can still feel the vibration generated by vibrator that can inform the direction of the obstacles. There are four pieces of vibrator that are used which directly respond to the input of each ultrasonic sensor. A microcontroller functions as an integrated circuit that contains the memory and program which is used to communicate with other hardware. The type of microcontroller which is used in this project is ARDUINO Pro Mini. The selection of this microcontroller is because of the compact size, light and enough input/output (I/O) ports to develop the obstacle detection and warning device.

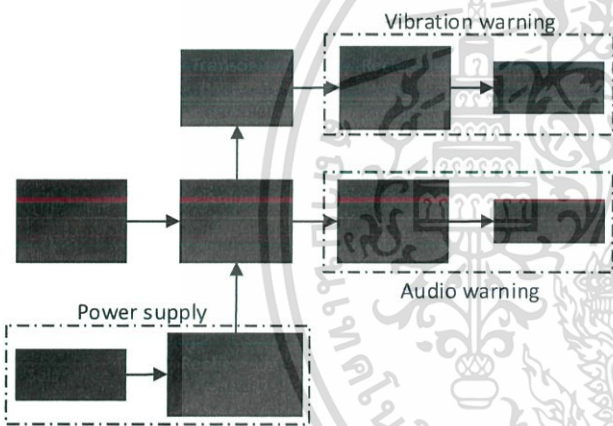


Fig. 2 Overall system configuration for vibration and audio warning system

Furthermore, there are four pieces of ultrasonic sensor which are used and mounted on the developed electronic spectacle in order to measure the distance of obstacles front, right, left and down which is illustrated in Fig. 1(a). The measured data from ultrasonic sensor will be transferred to the microcontroller and the data will be processed. If the distance for each sensor from the obstacles is more than the threshold which has been set, the vibrator and earphone will not be activated. Else, if the measured distance data is less or same to the threshold which has been set, the vibrator and earphone will be activated through the microcontroller and generate the vibration by applying Pulse Width Modulation (PWM). At the same time, the power supply of the electronic spectacle is a rechargeable battery that can be recharged using a USB adapter while at home and solar panel when the system runs at outdoor environment.

The developed electronic spectacle is used like a normal spectacle as it is mounted on a person's forehead and the directional angle which has been designed for locat-

ing the ultrasonic sensor can be illustrated as Figs. 3(a) 3(c). In order to keep the safety distance of user while using this electronic spectacle, the threshold of each sensor is determined. From some experiments and survey which have been conducted earlier, the threshold or limitation which has been determined is 1.5m. Therefore, the warning signal will be given to the user starting from the distance of user and object at 1.5m. The threshold of the ultrasonic sensor which is set at 1.5m is front, right and left direction's sensors. In addition, the threshold for ultrasonic sensor for down direction is set at 2.0m based on the trigonometrical function. By using the configuration of front and down sensor, the special function such as classification of obstruction can be done. If the both front and down sensor is detected, the obstruction which is detected is probably a wall or big obstruction. However, if only the front sensor is detected, the obstruction which is detected is probably a floating object such as branch or open window. Besides, if only the down sensor is detected, the obstruction which is detected is probably small object which is located on the ground such as box or rock.

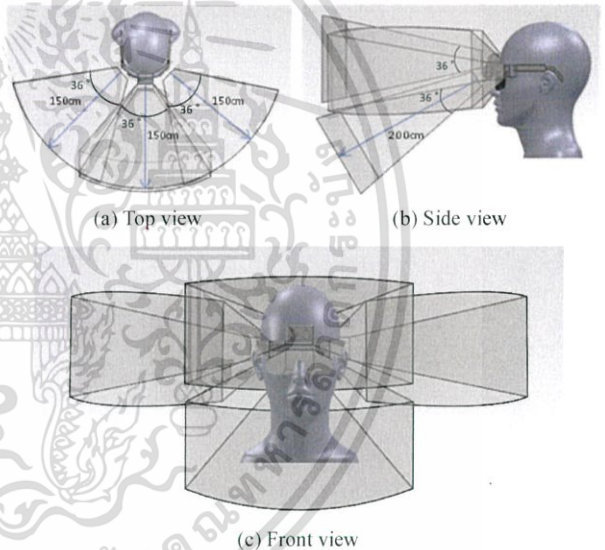


Fig. 3 Directional angle for obstacle detection covered by developed spectacle

3. PROPOSED WIRELESS VIBRATION WARNING SYSTEM

For the proposed warning system, the vibration type and sound type system is the best solution as a warning system for a blind person or even for a deaf-blind person because it applies the touch sense of a human and the hearing sense as a medium of communication between device and human when the system is run. The human's sense of touch and hear is the very suitable sense for blind person and even for the deaf-blind person to know the circumstances around them. By using the vibration method, the user can receive the direct warning to the skin of the user when the ultrasonic sensors sense the obstruction without directly contact to the obstruction. The type of vibrator which is used in the proposed warning system is flat coreless vibrator that can be illustrated in Fig. 4.

From Table 1, the operating voltage range of the vibrator is 2.7V - 3.3V. Hence, the speed of vibrator can be controlled by using Pulse Width Modulation (PWM) from microcontroller is for generating various types of vibration patterns. The various vibration patterns can also be applied in order to differentiate the direction of the obstruction or to indicate the distance of the obstruction from the user. If the obstruction started to be detected by the ultrasonic sensor, the strength of the vibration is set starting from the PWM has a value of 10%. The strength of vibration can be increased inverse proportionally to the distance of the obstruction to the ultrasonic sensor. If the obstruction becomes nearer to the sensor or user, the vibration strength will be become increase until the PWM value is 100%.

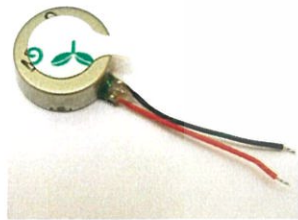


Fig. 4 Vibrator

Table 1 Specification

Item	Specification
Rated speed	12000 rpm
Rated current	100 mA
Rated voltage	2.7 - 3.3 V
Vibration amplitude	0.4 G
Weight	0.7 g
Dimension	8.0 mm

Practically, four pieces of vibrator are mounted into the wristband at different locations and have quite some distance between each vibrator. If the location between each vibrator is near, there is a probability where the user cannot identify the location which vibrator is vibrated. It is because of this, each vibrator at each location has its own function which shows the input of the ultrasonic sensor from different direction such as front, left, right and down which can be illustrated in Fig. 5. Here, six configurations of the vibrators location are proposed in order to optimize the most comfort and less identification mistakes from the user. The clear red points indicate the location of the vibrator in the wristband which has been wore by user and can be seen directly. Meanwhile, the locations of vibrators which are hidden and cannot be seen directly are indicated as point with red line only. An experiment by using switching method is conducted in order to give the command input to the vibrator when the obstruction is detected by ultrasonic sensors.

In addition, the audio warning signal has also been included in the wireless warning device. The beep sound will be given to the user in order to inform them about the danger surrounding them before they collide with the obstruction after it is detected. The beep signal is generated at the same time when the vibration warning is generated. The audio warning signal is applied as an optional method in order to ease the user to differentiate the location of the obstruction for the blind person. The microcontroller is used to generate different tones such as DO, RE, MI and FA tone signals by using the setting of frequency in the program. The tone signals which are generated are applied in order to differentiate the direction of obstruction for front, down, left and right. It makes a user access and know the obstructions are located easily.

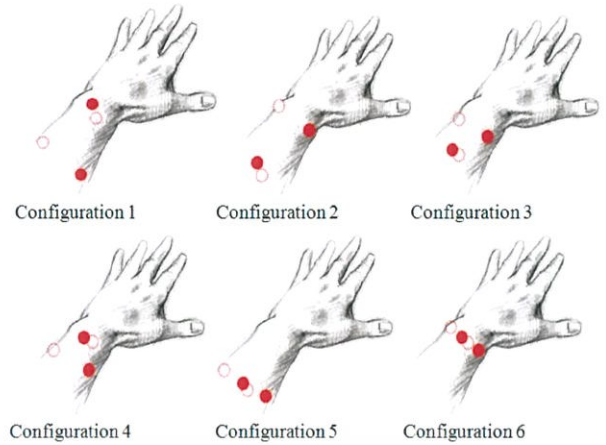


Fig. 5 Configurations of vibrator inside wristband

For blind person, the tone signal will be given through the right earphone. The other ear will be used for other purposes such recognizing the surrounding places. However, the user does not know either the obstructions are already near or still far. Therefore, the warning beep tone signal is given and the intensity of beep tone signal will increase if the obstructions become closer to the user and they will be able to avoid it effectively. The beep strength also can be adjusted by using the adjustable resistor. In order to indicate the battery level which is very important to the user before using the developed electronic spectacle, the battery level indicator will be given to the user at three stages which are 100%, 70%, and 30%. It is used for them to prepare the new battery or recharge the battery before they used it. The battery level indicator will be given directly after the device is switch ON by using beep signal such as 100%: 3 beeps, 70%: 2 beeps, 30%: 1 beep and 0%: no beep.

4. EXPERIMENTAL SETUP

In order to evaluate the developed wireless warning device, two experiments have been conducted. First experiment is to select the configuration of vibrator. This experiment is conducted based on statistical survey in order to optimize the vibrator location which will be mounted inside the wristband. There are 16 pockets which are built inside the wristband in order to allow the vibrator to be mounted in different positions. The vibrators will be mounted such as the configuration in Fig. 5. We have selected 10 respondents which are age around 20 to 25 years old which is not deaf blind person. All the respondents will be seated and their eyes and ears will be closed in order for them to feel like the deaf blind. The configuration and the position of the vibrator which is needed to be tested will be explained earlier to the respondent. Once the first respondent is ready, the respondent will be given five sets of question which are consisted five vibration types at configuration 1. The first respondent needs to answer the question by selecting the correct vibrator location by pushing the push button given which is shown in Fig. 6. If the selected location is correct, the result will be displayed on LCD and the result

will be recorded concurrently. Then, the vibrator will be stopped and the next question will be given. At that time, one mark will be given for each correct answer. If all five sets of question is correctly answer, the respondent will acquire full marks which is 5 marks.

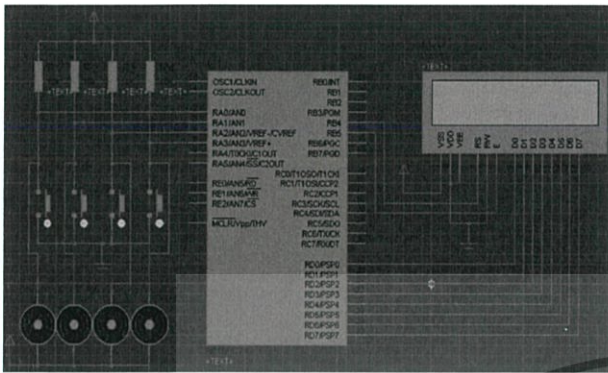


Fig. 6 Experimental setup circuit diagram

Next, the same method will be conducted by first respondent by changing to the next configuration which is configuration 2. The first respondent will complete the test by conducting all the configuration until configuration 6. After the first respondent done, the second respondent will be tested and this experimental method will be done for other 8 respondents until the tenth respondent. All the result will be analyze and the marks which have been set in this experiment are from 0 to 5 where 0 is the lowest mark and 5 is the highest mark. For the second experiment, respond time to the vibration warning device by differentiation of the direction of the obstruction accurately and quickly was also one of the important features needed to be confirmed. In this experiment, respondent needs to identify the vibrated vibrator accurately and quickly. All four vibrators are mounted inside the wristband according to the best configuration which is configuration 1. The direction of sensor for each vibration motor will be explained to the respondent earlier. Only one selected vibrator will be activated in order to be differentiated by the respondent. Then, as soon as the respondent answers the direction of the vibrator accurately, the vibrator will be deactivated and time taken will be displayed on LCD and recorded. This step will be repeated to other respondents. There are total of 20 respondents which cooperated in order to make this experiment conducted successfully.

5. EXPERIMENTAL RESULTS

5.1. Selection of vibrator configuration

Figure 6 shows the evaluation marks for each configuration from configuration 1 to configuration 6 which have been conducted by 10 respondents. From this graph, the configuration which is obtained the highest marks is configuration 1 which is average mark at 4.5 marks. Meanwhile, the lowest marks are from configuration 6, where the average marks is 0. From this experiment, the configuration 1 was the best configuration over all six configurations which have been tested. This maybe because of the distance of each vibrators were placed further

than others configuration. At the same time, the second configuration also got the highest mark than others configuration which average was 4.2 marks. This is because the vibrator location for second configuration is quite far from each other. However, the position of vibrator for front and down sensor which is located at the back compared to the first configuration make the some respondent confused. The location of the vibrator for the front and down vibrator for configuration 1 is easier to identify compared to the configuration 2. Thus, the distance between of vibrators is directly proportional to the marks given by respondents.

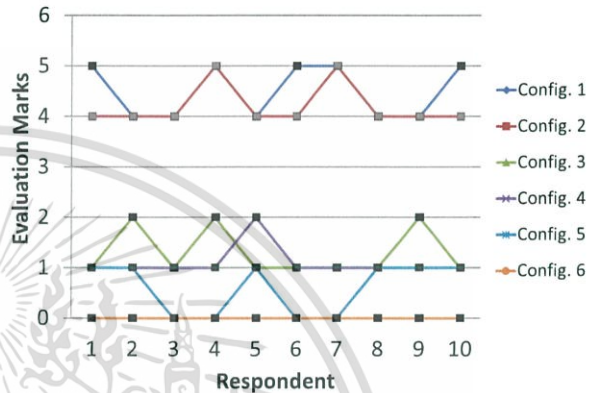


Fig. 7 Respondent feedback on each configuration of vibration warning system

5.2. Respond time to the vibration warning

In order to validate the effectiveness of best configuration of vibrator which is selected from the first experiment, the time respond for each respondent to detect the vibrator location is measured. This result can be confirmed from the experimental result which is illustrated in Fig. 7. From this experiment, almost all of the respondents took about 1.5s to differentiate the vibration of vibrators inside the wristband. However, in average, the respond time of each respondent to differentiate the vibration location was about 1.775s. This shows that the user need around 1s to 2s to identify the obstruction location and this delayed time need to be considered in order to give better warning system depending on walking speed of the deaf-blind person.

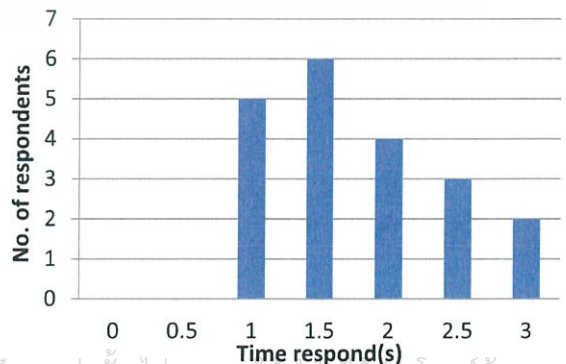


Fig. 8 Time response by respondent for vibration warning system using Configuration 1

In addition, the location of the vibrators and the direction of the sensors need to be trained first. When the experiment was done, the respondents needed some time to recall back what the actual position of each motor means and to differentiate them. However, for blind people only, the location of the vibrator can be confirmed through audio warning tone which will be given at the same time. For deaf-blind person, it maybe take quite some time to familiarize with the location of the vibrators and relate to the direction of sensors.

6. CONCLUSIONS

In this paper, the performance of a developed electronic spectacle which was used to detect the obstruction at upper body level by using ultrasonic sensors including the wireless vibration warning device is developed and evaluated. There are four pieces of vibrator were mounted inside the wristband and the best configuration of vibrator is evaluated and selected. The relation between the distance between each vibrator to identify the direction of the obstruction with the respondent feedback was confirmed. It is better to have quite some distance between vibrators in order to ease the identification of the vibrator location. Besides, the time taken to respond when the vibrator vibrates is also conducted and measured. Almost all of the respondents took around 1.5s in order to identify the direction of the obstructions an in average around 1.775s. Therefore, in the future, the threshold of detection range need to be considered again since the respond from the respondent have about 1s to 2s delayed.

ACKNOWLEDGMENT

This research is a collaboration project between Tokushima University and Universiti Teknikal Malaysia Melaka.

REFERENCES

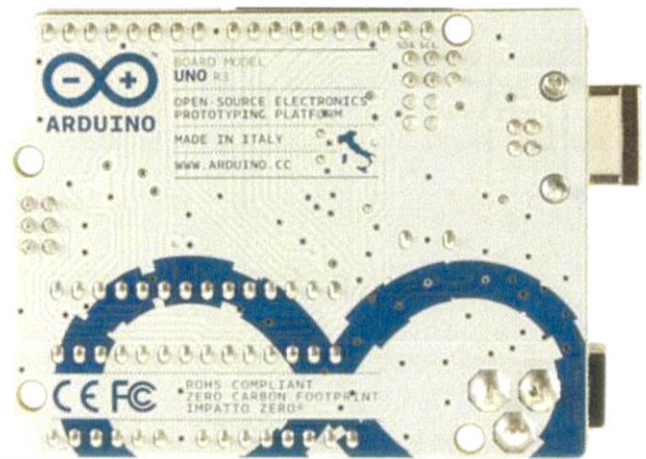
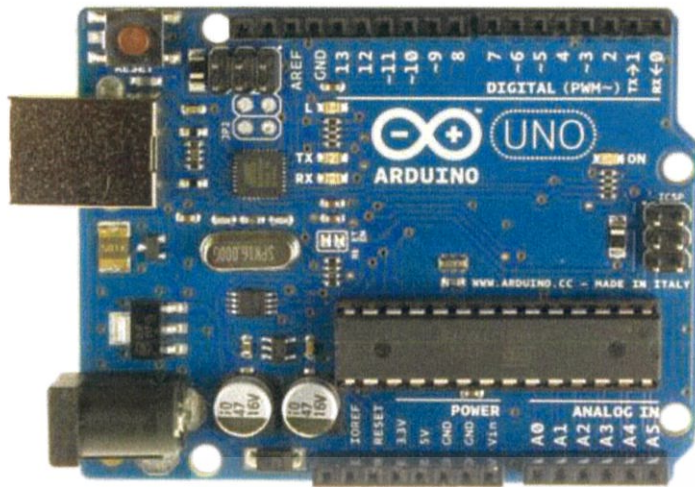
- [1] World Health Organization and the World Bank Group, Disability - a global picture, *World Report on Disability 2011*, Chap. 2, p.29, 2011.
- [2] A.M. Kassim, H. I Jaafar, M.A. Azam, N. Abas and T.Yasuno, Design and Development of Navigation System by using RFID Technology, *3rd IEEE International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, pp. 258–262, 2013.
- [3] Katherine Guernsey, Marco Nicoli and Alberto Nini, Convention on the Rights of Persons with Disabilities: Its Implementation and Relevance for the World Bank, *SP DISCUSSION PAPER*, No 0712, 2007.
- [4] Munetatsu Hara, Takashi Yasuno and Hironobu Harada, Affordance Performance of Electric Wheelchair with Force-Feedback Joystick, *22nd SICE Symposium on Biological and Physiological Engineering*, No.2C3-4, pp.241–244, 2008.
- [5] S. Shoval, J. Borenstein, and Y. Koren, Auditory guidance with the NavBelt-A computerized travel air for the visually impaired, *IEEE Trans on Systems, Man, Cybernetics*, Vol.28, No. 3, pp.459-467, 1998.
- [6] J. Borenstein, and I. Ulrich, The GuideCane : A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Visually impaired Pedestrians, *Int Conf on Robotics and Automation*, pp. 1283–1288, 1997.
- [7] M. Z. A. Rashid, M. S. M. Aras, A. A. Radzak, A. M. Kassim and A. Jamali, Development of Hexapod Robot with Manoeuvrable Wheel, *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 49, pp. 119–136, 2012.
- [8] Bin Mohamed Kassim. A, T.Yasuno, Moving Control of Quadruped Hopping Robot Using Adaptive CPG Networks, *4th IEEE International Conference on Robotics, Automation and Mechatronics*, pp. 581–588, 2010.
- [9] G. Lacey and K.M. Dawson-Howe, The Application of Robotics to A Mobility Aid for The Elderly Visually impaired, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 23, No. 4, pp.245–252, 1998.
- [10] A.M Kassim, Jamaluddin, M.H., Yaacob, M.R., Anwar, N.S.N., Sani, Z.M. and Noordin, A., Design and development of MY 2 nd EYE for visually impaired person, *IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications (ISIEA)*, pp. 700–703, 2011.
- [11] A.M Kassim and M.S Jamri and M.S.M Aras and M.Z.A Rashid, Design and Development of Vibration Method for Vehicle Reverse System (VRS), *Journal of Procedia Engineering*, Vol. 41, pp. 1114–1120, 2012.
- [12] A.M. Kassim, H. I Jaafar, M.A. Azam, N. Abas and T.Yasuno, Performances study of distance measurement sensor with different object materials and properties, *3rd IEEE International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, pp. 281–284, 2013.
- [13] A.M Kassim, M.S Jamri, M.S.M Aras, M.Z.A Rashid and M.R Yaacob, Design and development of obstacle detection and warning device for above abdomen level, *2012 12th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)*, pp. 410–413, 2012.
- [14] M.R Yaacob, N.S.N Anwar and A.M Kassim, Effect of Glittering and Reflective Objects of Different Colors to the Output Voltage-Distance Characteristics of Sharp GP2D120 IR, *ACEEE International Journal on Electrical and Power Engineering*, 3 (2). pp. 6-10, 2012.
- [15] A.M Kassim, A.Z Shukor, C.X Zhi and T. Yasuno, Exploratory Study on Navigation System for Visually Impaired Person, *Australian Journal of Basic & Applied Sciences*, 7 (14) pp. 211–217, 2013.
- [16] A.M Kassim, A.Z Shukor, C.X Zhi and T. Yasuno, Performance Study of Developed SMART EYE for Visually Impaired Person, *Australian Journal of Basic & Applied Sciences*, 7 (14) pp. 633–639, 2013.



ภาคผนวก ข

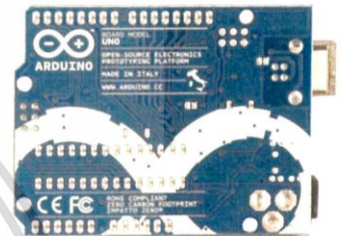
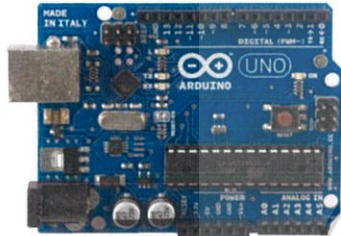
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Uno



Arduino Uno R3 Front

Arduino Uno R3 Back



Arduino Uno R2 Front

Arduino Uno SMD

Arduino Uno Front

Arduino Uno Back

Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 (datasheet). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz ceramic resonator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started.

The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega16U2 (Atmega8U2 up to version R2) programmed as a USB-to-serial converter.

[Revision 2](#) of the Uno board has a resistor pulling the 8U2 HWB line to ground, making it easier to put into [DFU mode](#).

[Revision 3](#) of the board has the following new features:

- 1.0 pinout: added SDA and SCL pins that are near to the AREF pin and two other new pins placed near to the RESET pin, the IOREF that allow the shields to adapt to the voltage provided from the board. In future, shields will be compatible both with the board that use the AVR, which operate with 5V and with the Arduino Due that operate with 3.3V. The second one is a not connected pin, that is reserved for future purposes.
- Stronger RESET circuit.
- Atmega 16U2 replace the 8U2.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Summary

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิให้เผยแพร่ลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-uno-Rev3-reference-design.zip](#) (NOTE: works with Eagle 6.0 and newer)

Schematic: [arduino-uno-Rev3-schematic.pdf](#)

Note: The Arduino reference design can use an Atmega8, 168, or 328, Current models use an ATmega328, but an Atmega8 is shown in the schematic for reference. The pin configuration is identical on all three processors.

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts. The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** This pin outputs a regulated 5V from the regulator on the board. The board can be supplied with power either from the DC power jack (7 - 12V), the USB connector (5V), or the VIN pin of the board (7-12V). Supplying voltage via the 5V or 3.3V pins bypasses the regulator, and can damage your board. We don't advise it.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega328 has 32 KB (with 0.5 KB used for the bootloader). It also has 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.

- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#).
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin.** Support TWI communication using the [Wire library](#).

Here are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and ATmega328 ports](#). The mapping for the Atmega8, 168, and 328 is identical.

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega16U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '16U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, [on Windows, a .inf file is required](#). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

The [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a [Wire library](#) to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. For SPI communication, use the [SPI library](#).

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original SPI/TK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega16U2 (or 8U2 in the rev1 and rev2 boards) firmware source code is available. The ATmega16U2/8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by:

- On Rev1 boards: connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2.
- On Rev2 or later boards: there is a resistor that pulling the 8U2/16U2 HWB line to ground, making it easier to put into DFU mode.

You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2/16U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload. This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

JSB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

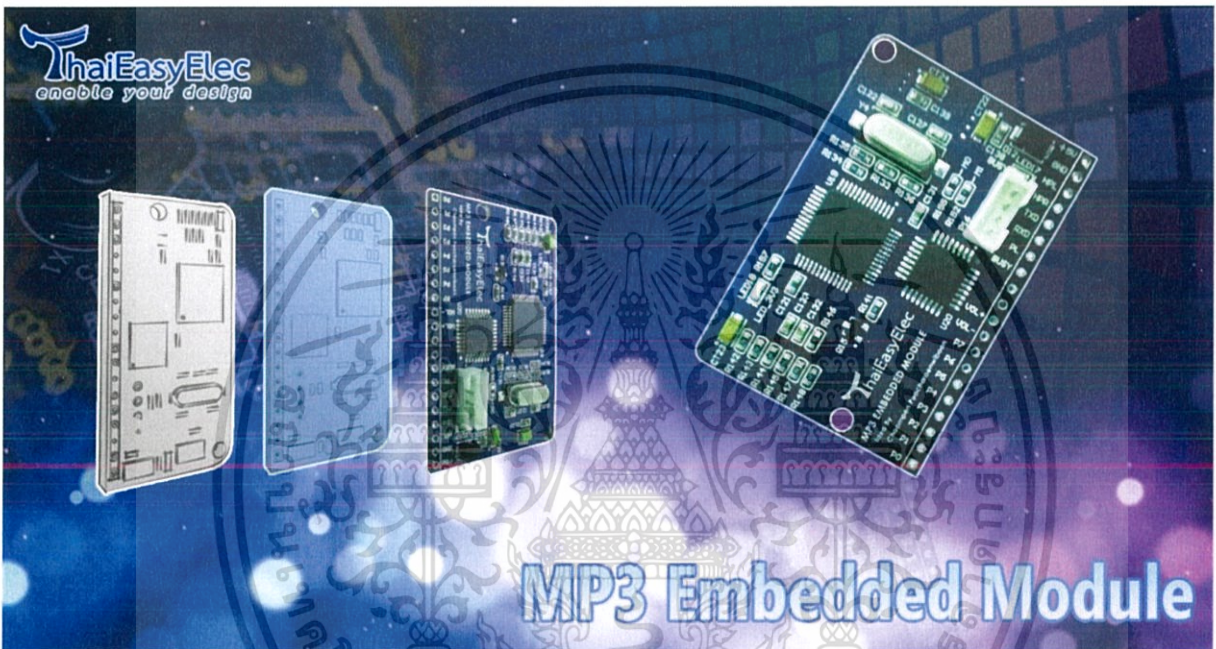
The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Four screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ThaiEasyElec MP3 Embedded Module

Version 1.2



Thaieasyelec
enable your design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

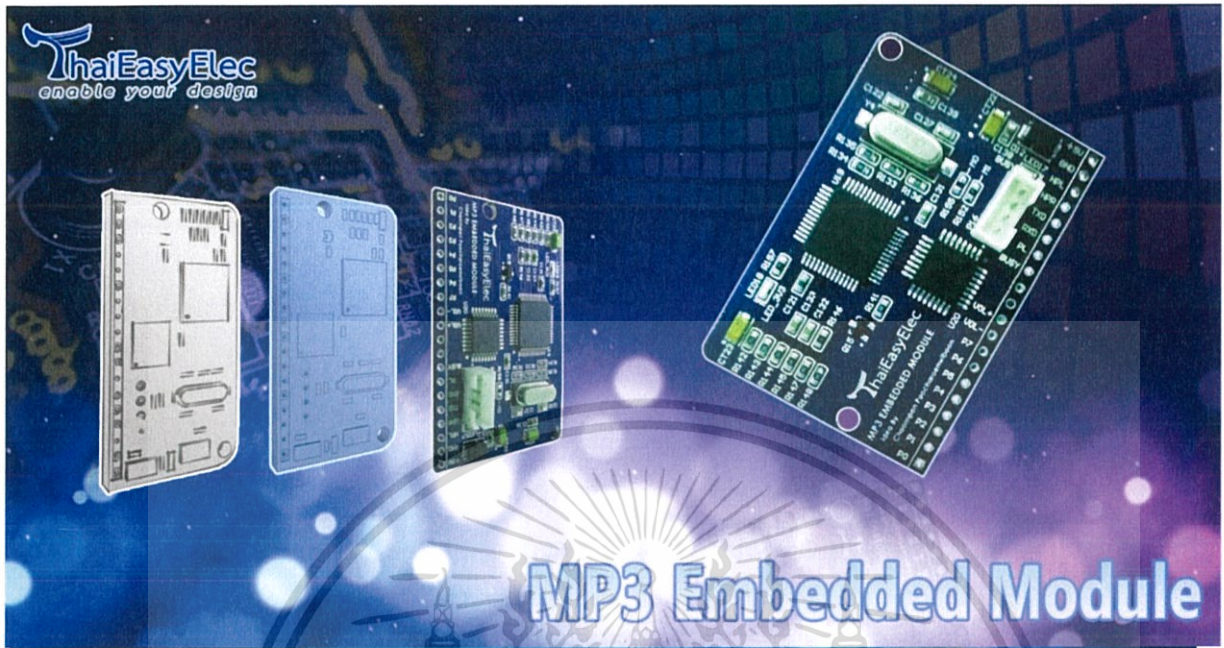
ประวัติการเปลี่ยนเวอร์ชัน

เวอร์ชัน	วันที่	การเปลี่ยนแปลง
1.2	4 มิถุนายน 2557	แก้ไขคำผิด,แก้ไข Link URL
1.1	16 พฤศจิกายน 2556	เปลี่ยนรูป,การใช้งานกับ Arduino
1.0	3 ตุลาคม 2556	เวอร์ชันแรก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานบอร์ด ThaiEasyElec MP3 Embedded Module (ETEE043)

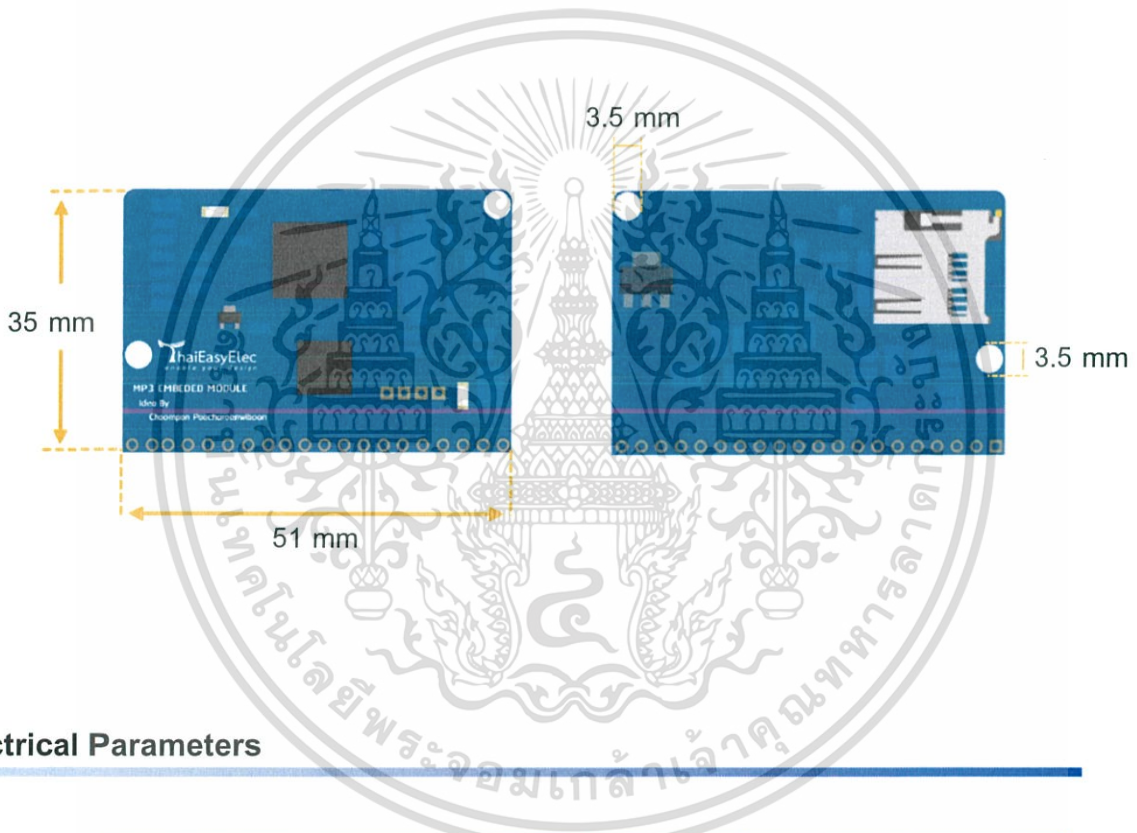


บอร์ด ThaiEasyElec MP3 Embedded Module (ETEE043) เป็นโมดูลที่ออกแบบมาสำหรับเล่นไฟล์เสียงเพลงนามสกุล .MP3 ง่ายต่อการใช้งาน ราคาถูก โดยใช้ IC decode เบอร์ BU94502AKS2 ซึ่งให้เสียงคุณภาพดี รองรับอัตราการ Sample Rates ตั้งแต่ 8kHz ถึง 48kHz. สามารถควบคุมการใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือโหมด Parallel และ Serial ผู้ใช้งานสามารถใช้ MCU เบอร์ต่างๆ เพื่อมาควบคุมได้ง่าย โดยมีชุดคำสั่งต่างๆ ในการเล่นไฟล์เพลง เช่น คำสั่งเล่นเพลง, คำสั่งปรับเปลี่ยนระดับความดังของเสียงเพลง, คำสั่งเปลี่ยนแปลงโฟลเดอร์ที่ต้องการจะเล่นไฟล์เสียงเพลง เป็นต้น ไฟล์เสียงเพลงจะจัดเก็บอยู่ใน micro SD Card และรองรับขนาดความจุของ micro SD Card ได้สูงสุดถึง 32GByte สามารถนำไปประยุกต์ในการใช้งานต่างๆ ได้ง่าย เช่น เสียงเรียกลำดับคิว, เสียงตอบรับอัตโนมัติ, เสียงบอกสถานี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถของบอร์ด MP3 Embedded Module

- รองรับการเล่นไฟล์นามสกุล .MP3 แบบ Stereo
- สามารถควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ 2 รูปแบบ Serial และ Parallel
- รองรับระบบไฟล์ FAT32 และ FAT16
- รองรับ micro SD Card SDHC(สูงสุด 32 GB).
- รองรับ Sample rates of 8 kHz ~ 48 kHz.
- ใช้ไฟเลี้ยงบอร์ด 5 VDC
- Connector ขนาด 2.54 mm 20 ขา
- บอร์ดมีขนาด 35 x 51 mm.

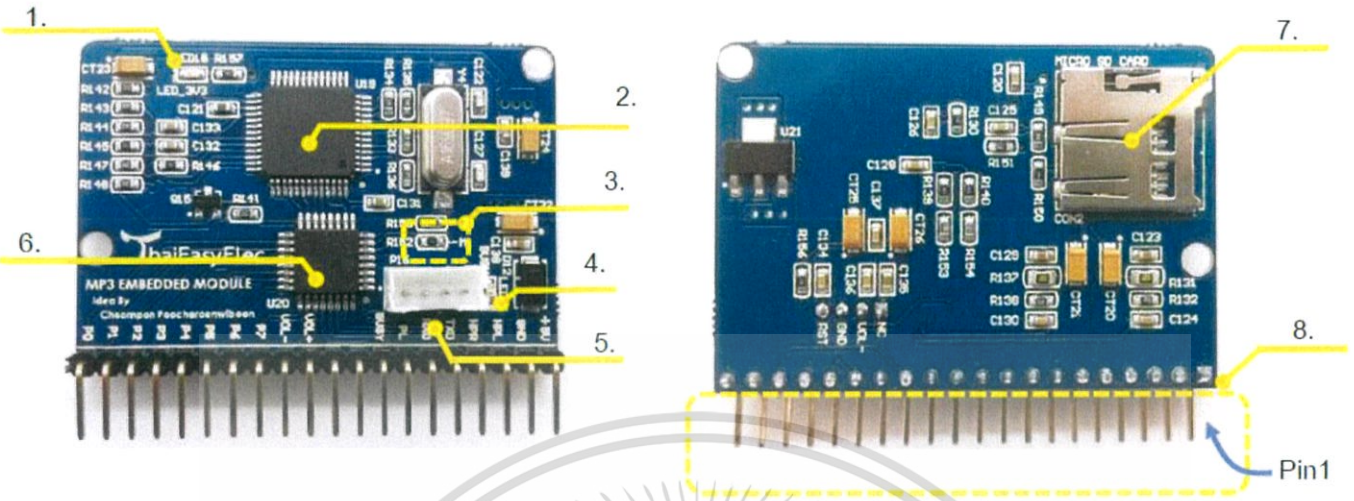


Electrical Parameters

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit.
Operating voltage	4	5	9	V
Operating current	-	-	150	mA
Input voltage	3.1	-	5.3	V
Output voltage	3.1	-	-	V
Audio Distortion rate	-	0.005	0.05	%
Audio Dynamic range	-	90	-	dB
Audio Max output level	0.6	0.75	-	Vrms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของบอร์ด MP3 Embedded Module (ETEE043)



- หมายเลข 1 LED แสดงเมื่อมีไฟ +5V เข้า
- หมายเลข 2 IC Decode MP3 เบอร์ BU94502AKS2
- หมายเลข 3 จุดบัตกรี Mode Setting (Serial / Parallel)
- หมายเลข 4 LED แสดงสถานะขา BUSY
- หมายเลข 5 พอร์ต Debug MCU
- หมายเลข 6 MCU เบอร์ STM8S103
- หมายเลข 7 Socket Mini SD Card
- หมายเลข 8 ขาสัญญาณควบคุมโมดูล ประกอบด้วย 20 ขา คือ

ขาที่	ชื่อ	หน้าที่
1-8	P0 – P7	ขา Data Input
9	VOL-	ขาลดระดับเสียง
10	VOL+	ขาเพิ่มระดับเสียง
11	RESERVE	ไม่ใช้
12	RESERVE	ไม่ใช้
13	BUSY	แสดงสถานะของโมดูล Active Low
14	PL	ขา Trigger Active Low
15	RXD	ขา RX พอร์ต Serial
16	TXD	ขา TX พอร์ต Serial
17	HPR	สัญญาณเสียงด้านขวา
18	HPL	สัญญาณเสียงด้านซ้าย
19	GND	กราวด์
20	+5V	ไฟ +5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น +5V ทั้งห้าขา ไฟ +5 V แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note!!

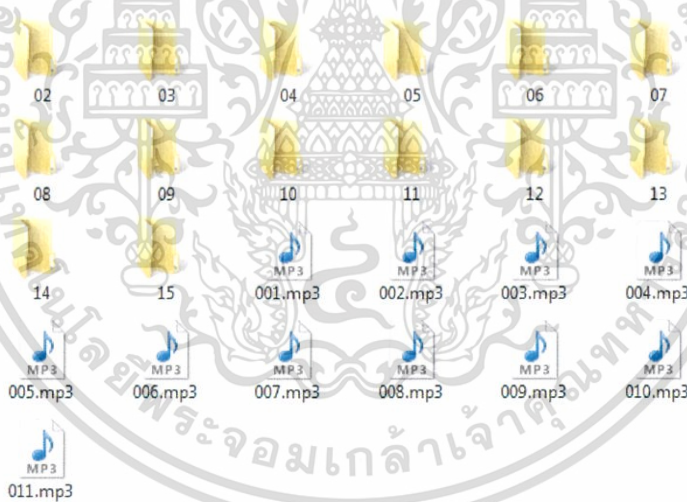
BUSY Pin: ในสภาวะ Low จะเกิดขึ้นได้ 2 กรณีคือ Power on initial หรือกำลังเล่นไฟล์เพลงในขณะนั้น แต่หากในสภาวะปกติ หรือไม่ได้มีการเล่นไฟล์เสียง สภาวะจะเป็น High ตลอด

PL Pin: เป็นขาสำหรับ Trig (Active Low) เพื่อบอกให้ MP3 module นำสัญญาณจาก P0-P7 ไปประมวลผล

การเชื่อมต่อกับบอร์ด MP3 Embedded Module

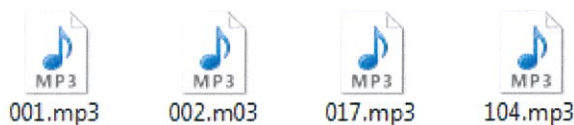
1. เตรียมไฟล์บน SD Card

การตั้งชื่อและการนำไฟล์เสียงมาใส่ใน micro SD Card จะต้องตั้งชื่อไฟล์เป็นลำดับตัวเลข โดยไฟล์เพลงลำดับที่ 1 ให้ตั้งชื่อ 001.mp3 โดยเรียงไปเรื่อยจนถึง 199.mp3 โดยสามารถใส่ไฟล์เพลงในแต่ละโฟลเดอร์ได้สูงสุดถึง 199 ไฟล์และสามารถมีโฟลเดอร์ได้สูงสุด 15 โฟลเดอร์โดยให้นับ Root Directory เป็นโฟลเดอร์ที่ 1 ส่วนโฟลเดอร์ต่อไปจะเริ่มตั้งแต่ 02 ไปจนถึง 15 ดังรูปด้านล่าง



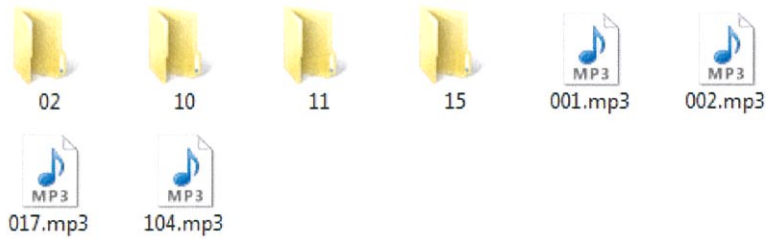
ลำดับการเรียงของไฟล์และโฟลเดอร์ โดยจะเรียงลำดับตามตัวอักษร

- ตัวอย่างการเรียงลำดับไฟล์เพลง



จากรูปด้านบนจะมีไฟล์เพลงทั้งหมด 4 ไฟล์โดยจะเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา หากต้องการจะสั่งเล่นไฟล์เพลงที่ชื่อ 017.mp3 จะต้องส่ง command 0x03 หรือลำดับที่ 3 ไปยัง MP3 Module ถึงจะเล่นไฟล์เพลงได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวอย่างการเรียงลำดับโฟลเดอร์



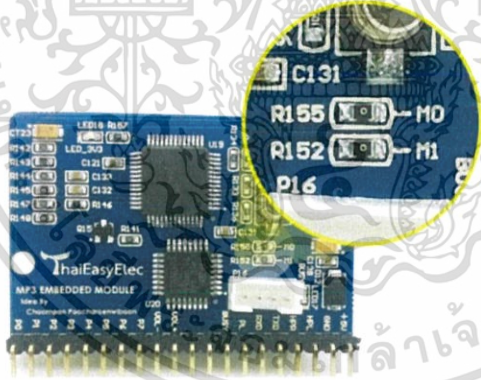
จากรูปด้านบนจะมีโฟลเดอร์ทั้งหมด 5 โฟลเดอร์ (รวม Root Directory) หากต้องการเข้าไปเล่นไฟล์เพลงในโฟลเดอร์ที่ชื่อ 11 จะต้องส่ง command 0xF4(Change to folder 4)

ข้อแนะนำ ควรจะตั้งชื่อ folder หรือ file ให้เรียงลำดับ เพื่อสามารถเล่นไฟล์ตามลำดับได้อย่างถูกต้อง

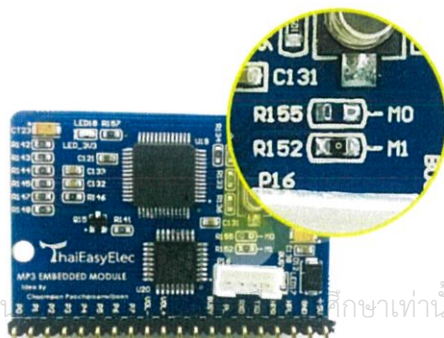
2. เซตโหมดทำงานบนโมดูล (Serial / Parallel)

2.1 การใช้งานโหมด **Parallel** ต้องบัดกรีจุด M0, M1 ให้ต่อกับกราวด์ ดังภาพ

*** เบื้องต้นตัวบอร์ดได้รับการตั้งค่าให้อยู่ในโหมด Parallel ***



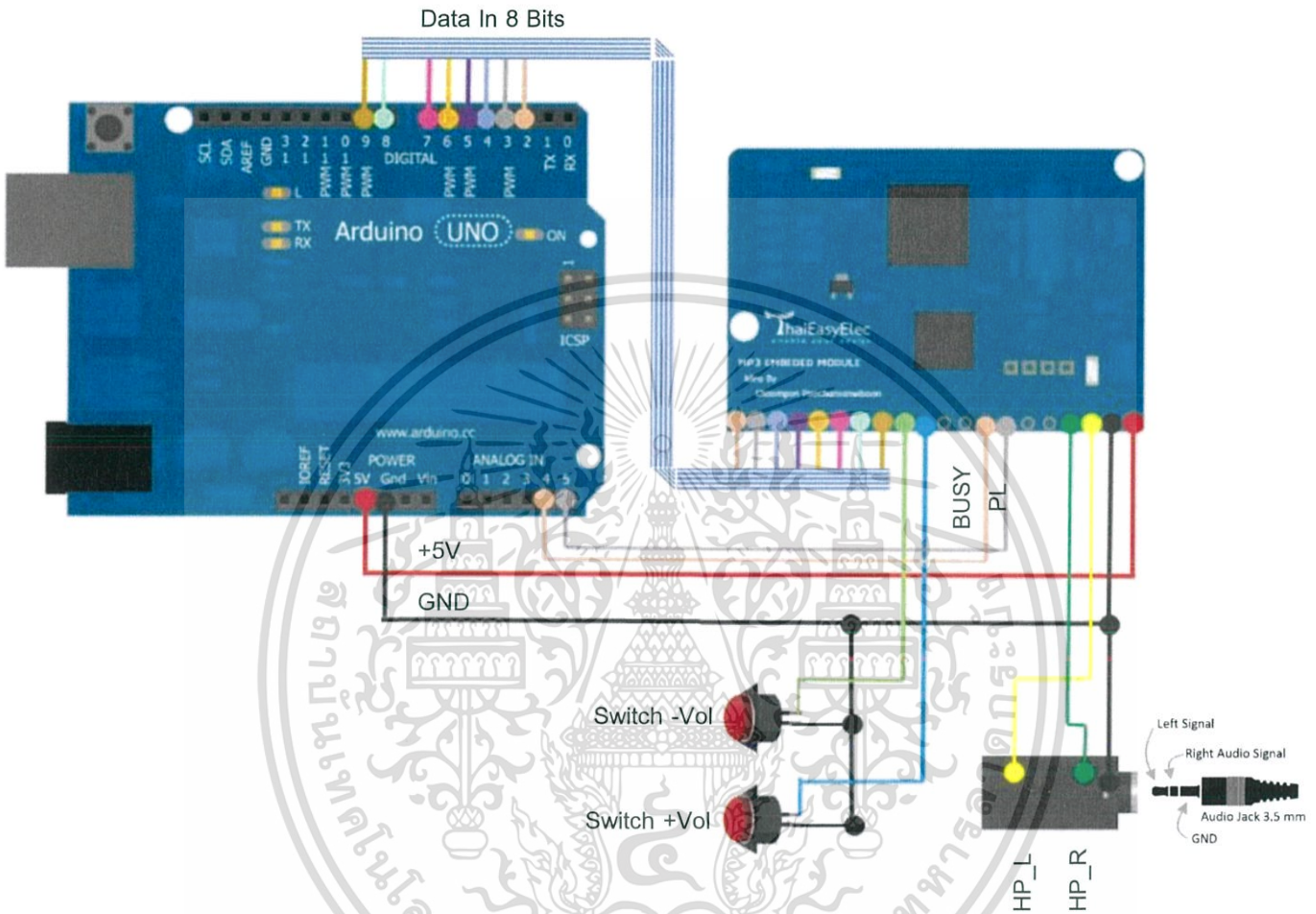
2.2 การใช้งานโหมด **Serial** ต้องบัดกรีจุด M0 ให้ลอยขาไว้ ส่วน M1 ให้ต่อลงกราวด์ ดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ขออนุญาตจาก ThaiEasyElec Co., Ltd. หรือการดัดแปลงเนื้อหาเอกสารโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก ThaiEasyElec Co., Ltd. ถือเป็นความผิดตามกฎหมายลิขสิทธิ์

3. การใช้งานโหมด Parallel

ตัวอย่างการใช้งานจะต่อร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 ([EADN014](#)) โดยใช้ขาสัญญาณควบคุมทั้งหมด 10 เส้น คือ ขา Data 8 bits, ขา PL และขา BUSY ซึ่งอาจจะต่อสวิตช์ที่ขา -VOL, +VOL เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมระดับเสียงโดยตรง ดังภาพ



จากภาพจะเห็นได้ว่า มีบอร์ด Arduino UNO R3 ([EADN014](#)) ต่อกับโมดูล MP3 ดังนี้

Arduino / Other	บอร์ด MP3
+5V	+5V
GND	GND
D2-D9	P0-P7
A4	BUSY
A5	PL
Switch 1	VOL+
Switch 2	VOL-
Audio Jack L	HP_L
Audio Jack R	HP_R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การเขียนโปรแกรมทดสอบ (Parallel Mode)

จากวงจรจะเห็นได้ว่า ขาสัญญาณที่ใช้ควบคุม มี P0-P7, PL และ BUSY โดยหลักการควบคุมคือ ถ้าตรวจสอบว่าขา BUSY เป็นลอจิก “High” คือโมดูลพร้อมทำงาน โปรแกรมจะส่งคำสั่งไปที่ขา P0-P7 จากนั้นสั่ง PL ให้เป็นลอจิก “Low” โดยคำสั่งที่สามารถรับบน Parallel Mode มีดังนี้

Command Word										Function
BIN								HEX	DEC	
P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0			
0	0	0	0	0	0	0	1	0x01	001	เล่นเพลงลำดับที่ 1
0	0	0	0	0	0	1	0	0x02	002	เล่นเพลงลำดับที่ 2
...
1	1	0	0	0	1	1	1	0xC7	199	เล่นเพลงลำดับที่ 199
1	1	0	0	1	0	0	0	0xC8	200	ความดังเสียงระดับ 0 (ต่ำสุด)
1	1	0	0	1	0	0	1	0xC9	201	ความดังเสียงระดับ 1
...
1	1	1	0	0	1	1	1	0xE7	231	ความดังเสียงระดับ 31 (สูงสุด)
1	1	1	0	1	0	0	0	0xE8	232	เพิ่มความดังเสียง 1 ระดับ
1	1	1	0	1	0	0	1	0xE9	233	ลดความดังเสียง 1 ระดับ
1	1	1	0	1	0	1	1	0xEB	235	หยุดการเล่นไฟล์ชั่วคราว (Pause)
1	1	1	0	1	1	0	0	0xEC	236	กลับไปเล่นไฟล์ที่เลือกไว้ (Resume)
1	1	1	0	1	1	1	1	0xEF	239	หยุดเล่นไฟล์ (Stop)
1	1	1	1	0	0	0	1	0xF1	241	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 01 (Root directory)
1	1	1	1	0	0	1	0	0xF2	242	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 02
...
1	1	1	1	1	1	1	1	0xFF	255	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดตัวอย่างที่ 1 ต่อกับโมดูล MP3 โหมด Parallel เล่นไฟล์ 001.mp3

```
const int P0 = 2;
const int P1 = 3;
const int P2 = 4;
const int P3 = 5;
const int P4 = 6;
const int P5 = 7;
const int P6 = 8;
const int P7 = 9;
const int BUSY = A4;
const int PL = A5;
```

1. ประกาศชื่อขาที่ใช้งาน

```
void set_port() {
  pinMode(P0, OUTPUT);
  pinMode(P1, OUTPUT);
  pinMode(P2, OUTPUT);
  pinMode(P3, OUTPUT);
  pinMode(P4, OUTPUT);
  pinMode(P5, OUTPUT);
  pinMode(P6, OUTPUT);
  pinMode(P7, OUTPUT);
  pinMode(PL, OUTPUT);
  pinMode(BUSY, INPUT);
}
```

2. ประกาศ ฟังก์ชัน set_port ()

```
boolean cmd_stop =false;

void setup() {
  set_port();
}
```

3. ใช้ฟังก์ชัน set_port() กำหนดขา input/output

```
void loop() {

  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    digitalWrite(P0,HIGH);
    digitalWrite(P1,LOW);
    digitalWrite(P2,LOW);
    digitalWrite(P3,LOW);
    digitalWrite(P4,LOW);
    digitalWrite(P5,LOW);
    digitalWrite(P6,LOW);
    digitalWrite(P7,LOW);

    delay(100);
    digitalWrite(PL, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(PL, HIGH);

    cmd_stop = true;
  }
}
```

4. ในช่วง void loop ถ้าตรวจสอบได้ว่าขา BUSY และกำหนดขาทั้ง 8 bits และ Edge Rising ที่ขา PL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโค้ดสามารถอธิบายได้ดังนี้

```
void set_port() {
  pinMode(P0, OUTPUT);
  pinMode(P1, OUTPUT);
  pinMode(P2, OUTPUT);
  pinMode(P3, OUTPUT);
  pinMode(P4, OUTPUT);
  pinMode(P5, OUTPUT);
  pinMode(P6, OUTPUT);
  pinMode(P7, OUTPUT);
  pinMode(PL, OUTPUT);
  pinMode(BUSY, INPUT);
}
```

ประกาศฟังก์ชัน set_port () ใช้กำหนดให้ขาที่กำหนดชื่อไว้เป็น Input หรือ Output

```
void setup() {
  set_port();
}
```

ในฟังก์ชัน setup() ใช้ฟังก์ชัน set_port() ที่ประกาศไว้จากโค้ดส่วนบน

```
void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    digitalWrite(P0,HIGH);
    digitalWrite(P1,LOW);
    digitalWrite(P2,LOW);
    digitalWrite(P3,LOW);
    digitalWrite(P4,LOW);
    digitalWrite(P5,LOW);
    digitalWrite(P6,LOW);
    digitalWrite(P7,LOW);

    delay(100);
    digitalWrite(PL, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(PL, HIGH);

    cmd_stop = true;
  }
}
```

ถ้าตรวจสอบลอจิกขา BUSY (A4) เป็น "High" คือบอร์ดพร้อมรับคำสั่งและตัวแปร cmd_stop เป็น False จากนั้นกำหนดให้ขาสัญญาณ Data ทั้ง 8 bits เป็น 00000001 หรือ 0x01 คือคำสั่งให้โมดูลเล่นไฟล์ลำดับที่ 1 จากนั้นให้ขา PL เกิด Edge Rising คือเปลี่ยนจากลอจิก "Low" เป็น "High" และกำหนดตัวแปร cmd_stop เป็น True ทำให้โปรแกรมจะส่งคำสั่ง 0x01 ครั้งเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดตัวอย่างที่ 2 ต่อกับโมดูล MP3 โหมด Parallel ต้องการเล่นไฟล์ 002.mp3 โพลเดอร์ที่ 03

```
const int P0 = 2;
const int P1 = 3;
const int P2 = 4;
const int P3 = 5;
const int P4 = 6;
const int P5 = 7;
const int P6 = 8;
const int P7 = 9;
const int BUSY = A4;
const int PL = A5;
```

1. ประกาศชื่อขาที่ใช้งาน

```
void set_port() {
  pinMode(P0, OUTPUT);
  pinMode(P1, OUTPUT);
  pinMode(P2, OUTPUT);
  pinMode(P3, OUTPUT);
  pinMode(P4, OUTPUT);
  pinMode(P5, OUTPUT);
  pinMode(P6, OUTPUT);
  pinMode(P7, OUTPUT);
  pinMode(PL, OUTPUT);
  pinMode(BUSY, INPUT);
}
```

2. ประกาศ ฟังก์ชัน set_port ()

```
void send_CMD(unsigned char cmd) {
  if( cmd&0x01 ) digitalWrite(P0, HIGH); //Bit 0
  else digitalWrite(P0, LOW);
  if( cmd&0x02 ) digitalWrite(P1, HIGH); //Bit 1
  else digitalWrite(P1, LOW);
  if( cmd&0x04 ) digitalWrite(P2, HIGH); //Bit 2
  else digitalWrite(P2, LOW);
  if( cmd&0x08 ) digitalWrite(P3, HIGH); //Bit 3
  else digitalWrite(P3, LOW);
  if( cmd&0x10 ) digitalWrite(P4, HIGH); //Bit 4
  else digitalWrite(P4, LOW);
  if( cmd&0x20 ) digitalWrite(P5, HIGH); //Bit 5
  else digitalWrite(P5, LOW);
  if( cmd&0x40 ) digitalWrite(P6, HIGH); //Bit 6
  else digitalWrite(P6, LOW);
  if( cmd&0x80 ) digitalWrite(P7, HIGH); //Bit 7
  else digitalWrite(P7, LOW);

  delay(100); digitalWrite(PL, LOW);
  delay(100); digitalWrite(PL, HIGH);
}
```

3. ประกาศฟังก์ชัน send_CMD(unsigned char cmd)

```
boolean cmd_stop =false ;

void setup() {
  set_port();
}
```

4. ในช่วง void setup ใช้ฟังก์ชัน set_port()

```
void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    send_CMD(0xF3);
    delay(200);
    while(digitalRead(BUSY) == HIGH) {
      send_CMD(0x02);
      cmd_stop=true;
    }
  }
}
```

5. ในช่วง void loop ถ้าตรวจสอบได้ว่า
ขา BUSY และตัวแปร cmd_stop เป็น
False จากนั้นส่งคำสั่ง 0xF3 และ 0x02

ไม่ว่าการมีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโค้ดสามารถอธิบายได้ดังนี้

```
void send_CMD(unsigned char cmd) {
  if( cmd&0x01 ) digitalWrite(P0, HIGH); //Bit 0
  else digitalWrite(P0, LOW);
  if( cmd&0x02 ) digitalWrite(P1, HIGH); //Bit 1
  else digitalWrite(P1, LOW);
  if( cmd&0x04 ) digitalWrite(P2, HIGH); //Bit 2
  else digitalWrite(P2, LOW);
  if( cmd&0x08 ) digitalWrite(P3, HIGH); //Bit 3
  else digitalWrite(P3, LOW);
  if( cmd&0x10 ) digitalWrite(P4, HIGH); //Bit 4
  else digitalWrite(P4, LOW);
  if( cmd&0x20 ) digitalWrite(P5, HIGH); //Bit 5
  else digitalWrite(P5, LOW);
  if( cmd&0x40 ) digitalWrite(P6, HIGH); //Bit 6
  else digitalWrite(P6, LOW);
  if( cmd&0x80 ) digitalWrite(P7, HIGH); //Bit 7
  else digitalWrite(P7, LOW);

  delay(100); digitalWrite(PL, LOW);
  delay(100); digitalWrite(PL, HIGH);
}
```

ประกาศฟังก์ชัน send_CMD(unsigned char cmd) เป็นฟังก์ชันส่งคำสั่งไปที่โมดูล โดยรับพารามิเตอร์ชนิด char ชื่อ cmd และนำตัวแปร cmd ไปตรวจสอบข้อมูลที่ละบิต ถ้าบิตนั้นเป็น 1 ให้เซตขานั้นเป็นลอจิก "High" แต่ถ้าเป็น 0 เซตขานั้นเป็นลอจิก "Low" จนครบ 8 บิตจากนั้นสั่งให้ขา PL เปลี่ยนลอจิกจาก "Low" ไปเป็น "High"

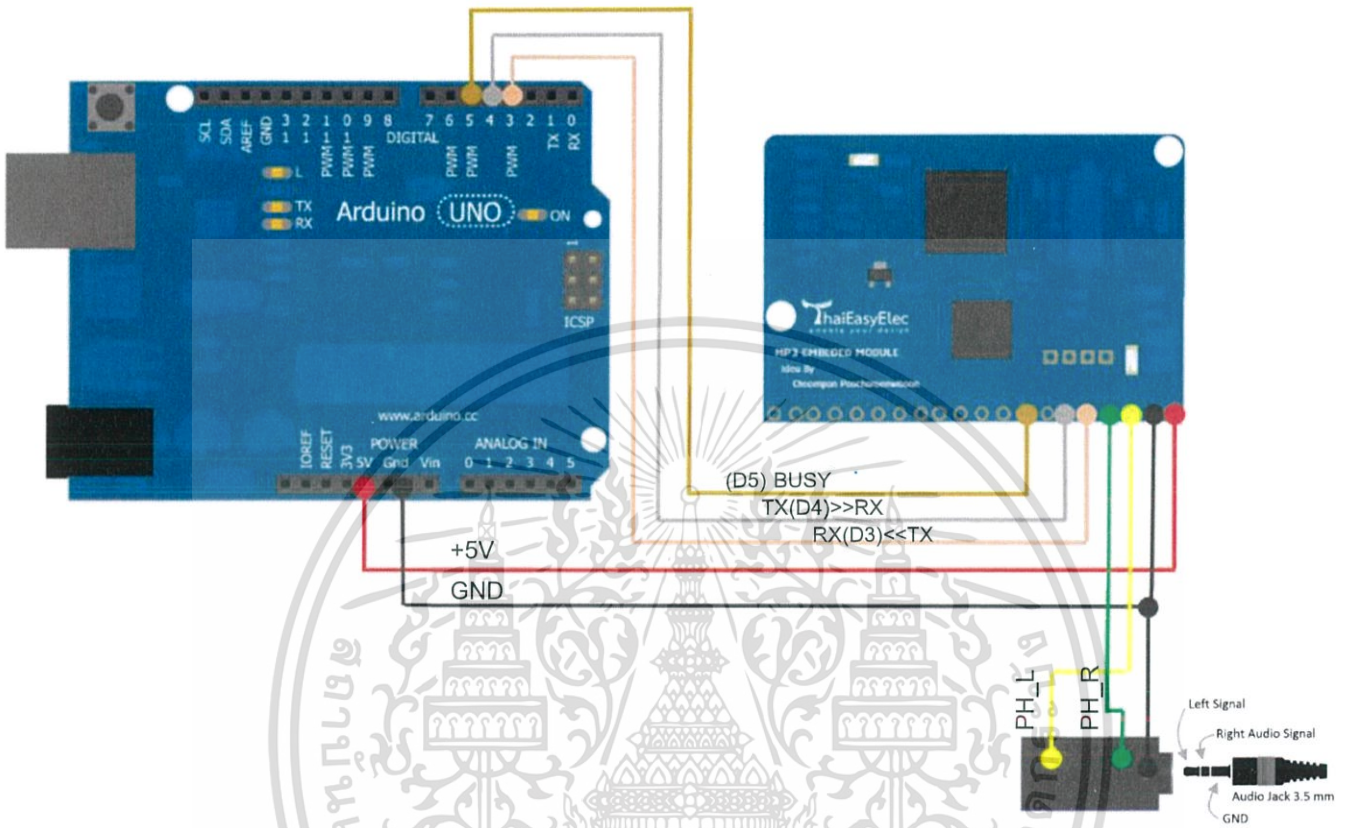
```
void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    send_CMD(0xF3);
    delay(200);
    while(digitalRead(BUSY) == HIGH){
      send_CMD(0x02);
      cmd_stop=true;
    }
  }
}
```

ถ้าตรวจสอบถ้าลอจิกขา BUSY เป็น "High" และตัวแปร cmd_stop เป็น false จากนั้นส่งคำสั่ง 0xF3 คือเปลี่ยนโฟลเดอร์ 03 จากนั้นรอจนกว่าโมดูลจะพร้อมทำงาน จากการตรวจสอบที่ขา BUSY ถ้าเป็น "High" ให้ส่งคำสั่ง 0x02 คือให้โมดูลเล่นไฟล์เพลงลำดับที่ 2 ในโฟลเดอร์ 03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การใช้งานโหมด Serial

ตัวอย่างการใช้งานจะต่อร่วมกับบอร์ด Arduino UNO R3 ([EADN014](#)) โดยจะใช้สัญญาณควบคุม โมดูล 3 ขาคือ พอร์ต Serial (TX, RX) และขา BUSY



จากภาพจะเห็นได้ว่า มีบอร์ด Arduino UNO R3 ([EADN014](#)) ต่อกับโมดูล MP3 ดังนี้

Arduino / Other	บอร์ด MP3
+5V	+5V
GND	GND
D4	TX
D3	RX
D5	BUSY
Switch 1	VOL+
Switch 2	VOL-
Audio Jack L	HP_L
Audio Jack R	HP_R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การเขียนโปรแกรมทดสอบ (Serial Mode)

ในการทดลองนี้จะใช้ Software Serial โดยกำหนดให้ขา RX อยู่ที่ขา D3 ขา TX อยู่ที่ขา D4 โดยกำหนด **Baudrate เป็น 9600, Data Bit : 8, Stop Bit :1, Parity : None** คำสั่งที่สามารถรันบน Serial mode จะเหมือนกับ Parallel mode มีดังนี้

Command word		Function
HEX	DEC	
0x01	001	เล่นเพลงลำดับที่ 1
0x02	002	เล่นเพลงลำดับที่ 2
...
0xC7	199	เล่นเพลงลำดับที่ 199
0xC8	200	ความดังเสียงระดับ 0 (ต่ำสุด)
0xC9	201	ความดังเสียงระดับ 1
...
0xE7	231	ความดังเสียงระดับ 31 (สูงสุด)
0xE8	232	เพิ่มความดังเสียง 1 ระดับ
0xE9	233	ลดความดังเสียง 1 ระดับ
0xEB	235	หยุดการเล่นไฟล์ชั่วคราว (Pause)
0xEC	236	กลับไปเล่นไฟล์ที่เลือกไว้ (Resume)
0xEF	239	หยุดเล่นไฟล์ (Stop)
0xF1	241	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 01 (Root directory)
0xF2	242	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 02
...
0xFF	255	เปลี่ยนโฟลเดอร์ที่ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดตัวอย่างที่ 1 ต่อกับโมดูล MP3 โหมด Serial ถ้าต้องการเล่นไฟล์ 001.mp3

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 4); // RX, TX
const int BUSY = 5;
boolean cmd_stop =false;

void setup() {
  pinMode(BUSY, INPUT);
  mySerial.begin(9600);
}

void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    Serial.write(0x01);
    cmd_stop=true;
  }
}
```

จากโค้ดจะเห็นได้ว่า

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 4); // RX, TX
```

1. ประกาศใช้ฟังก์ชัน Software Serial ให้ชื่อ mySerial โดยกำหนดให้ ขา D3 เป็น RX และขา D4 เป็น TX

```
void setup() {
  pinMode(BUSY, INPUT);
  mySerial.begin(9600);
}
```

2. ในฟังก์ชัน void setup เซตขา D5 เป็น input กำหนด Baud rate ของ software เป็น 9600 bps

```
void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    mySerial.write(0x01);
    cmd_stop=true;
  }
}
```

3. ในฟังก์ชัน void loop ถ้าขาสัญญาณ D5 เป็น “High” และตัวแปร cmd_stop เป็น False โปรแกรมจะส่งคำสั่ง 0x01 ผ่านพอร์ต software serial ที่ได้ประกาศไว้จากด้านบนแล้ว และเซตตัวแปร cmd_stop เป็น True ทำให้โปรแกรมส่งคำสั่งเพียงรอบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดตัวอย่างที่ 2 ต่อกับโมดูล MP3 โหมด Serial ต้องการเล่นไฟล์ 002.mp3 โฟลเดอร์ที่ 03

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial mySerial(3, 4); // RX, TX

const int BUSY = 5;
boolean cmd_stop =false ;

void setup() {

pinMode(BUSY, INPUT);
mySerial.begin(9600);

}

void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    mySerial.write(0xF3);
    delay(200);
    while(digitalRead(BUSY) == HIGH){
      mySerial.write (0x02);
      cmd_stop=true;
    }
  }
}
```

จากโค้ดจะเห็นได้ว่า

```
void loop() {
  if ((digitalRead(BUSY) == HIGH) && (cmd_stop == false)) {
    mySerial.write(0xF3);
    delay(200);
    while(digitalRead(BUSY) == HIGH) {
      mySerial.write (0x02);
      cmd_stop=true;
    }
  }
}
```

ในฟังก์ชัน void loop ถ้าขาสัญญาณ D5 เป็น “High” และตัวแปร cmd_stop เป็น False โปรแกรมจะส่งคำสั่ง 0xF3 ผ่านพอร์ต software serial คือคำสั่งเปลี่ยนโฟลเดอร์ 03 จากนั้นรอจนกว่าโมดูลจะพร้อมทำงานจากการตรวจสอบที่ขา BUSY ถ้าเป็น “High” ให้ส่งคำสั่ง 0x02 คือให้โมดูลเล่นไฟล์เพลงลำดับที่ 2 ในโฟลเดอร์ 03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HC-05-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup. Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART interface with programmable baud rate
- With integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1,Parity:No parity, Data control: has.

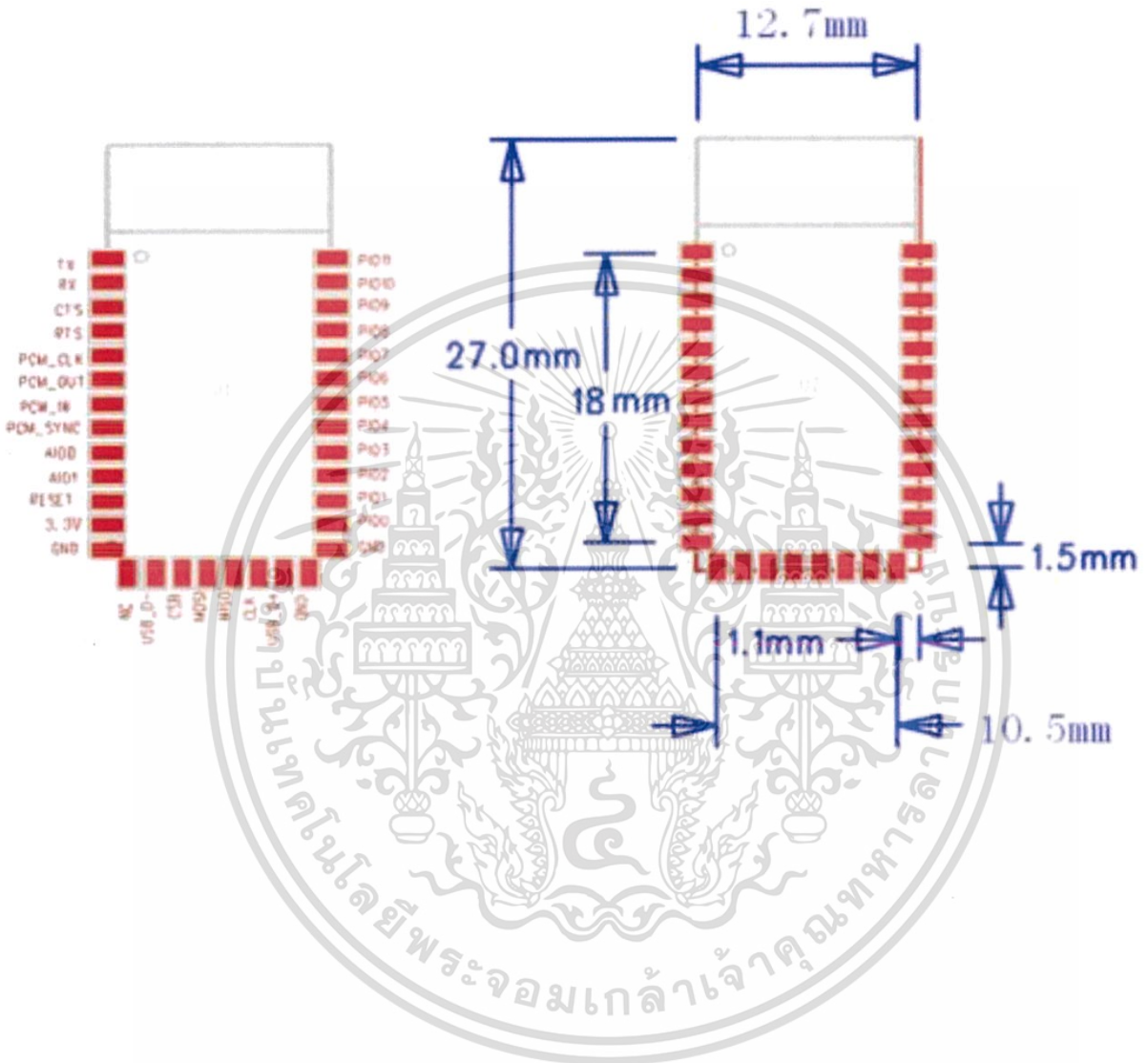
Supported baud rate: 9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800.

- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.

- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.

- Auto-pairing PINCODE:"0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pot	
3.3 VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	
USB_+	20	Bi-Directional		
NC	14			
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock	
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output	
PCM_IN	7	CMOS Input	Synchronous PCM data input	
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RESETB	11	CMOS input with weak internal pull-up	Reset if low.input debounced so must be low for >5MS to cause a reset
UART_RTS	4	CMOS output, tri-stable with weak internal pull-up	UART request to send, active low
UART_CTS	3	CMOS input with weak internal pull-down	UART clear to send, active low
UART_RX	2	CMOS input with weak internal pull-down	UART Data input
UART_TX	1	CMOS output, Tri-stable with weak internal pull-up	UART Data output
SPI_MOSI	17	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data input
SPI_CSB	16	CMOS input with weak internal pull-up	Chip select for serial peripheral interface, active low
SPI_CLK	19	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface clock
SPI_MISO	18	CMOS input with weak internal pull-down	Serial peripheral interface data Output
USB_-	15	Bi-Directional	

AT command Default:

How to set the mode to server (master):

1. Connect PIO11 to high level.
 2. Power on, module into command state.
 3. Using baud rate 38400, sent the "AT+ROLE=1\r\n" to module, with "OK\r\n" means setting successes.
 4. Connect the PIO11 to low level, repower the module, the module work as server (master).
- เมื่อก่อนเป็นเอกสารที่ส่งในเวลาสำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตหนาไปเซประเยชนดานการค้า
 เมื่อก่อนได้ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT commands: (all end with \r\n)

1. Test command:

Command	Response	Parameter
AT	OK	-

2. Reset:

Command	Response	Parameter
AT+RESET	OK	-

3. Get Firmware Version

Command	Response	Parameter
AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param : firmware version

Example:

```
AT+VERSION?\r\n+VERSION: 2.0-20100601  
OK
```

4. Restore default

Command	Response	Parameter
AT+ORGL	OK	-

Default state:

Slave mode, pin code: 1234, device name: H-C-2010-06-01, Baud 38400bits/s.

5. Get module address

Command	Response	Parameter
AT+ADDR?	+ADDR:<Param> OK	Param: address of Bluetooth module

Bluetooth address: NAP: UAP: LAP

Example:

```
AT+ADDR?\r\n+ADDR:1234:56:abcdef  
OK
```

6. Set/Check module name:

Command	Response	Parameter
AT+NAME=<Param>	OK	Param: Bluetooth module name
AT+NAME?	+NAME:<Param> OK (/FAIL)	(Default:HC-05) ถ้าชื่อ Bluetooth module นั้นยาวเกินไป จะใช้ชื่อ HC-05 แทน

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Example:

AT+NAME=HC-\r\n set the module name to "HC-05"

OK

AT+NAME=Synes\r\n

OK

AT+NAME?\r\n

+NAME: Synes

OK

7. Get the Bluetooth device name:

Command	Response	Parameter
AT+RNAME?<Param1>	1. +RNAME:<Param2> OK	Param1: the address of Bluetooth device
	2. FAIL	Param2: Bluetooth Device name

Example: (Device address 00:02:72:od:22:24, name : syn)

AT+RNAME? 0002, 72, od2224\r\n

+RNAME:syn

OK

8. Set/Check module mode:

Command	Response	Parameter
AT+ROLE=<Param>	OK	Param:
AT+ ROLE?	+ROLE:<Param> OK	0-Slave 1-Master 2-Slave-Loop

9. Set/Check device class

Command	Response	Parameter
AT+CLASS=<Param>	OK	Param: Device Class
AT+ CLASS?	1. +CLASS:<Param> OK 2. FAIL	

You can get details of any AT Command from <http://synes.co.th/nicupload/20130121093745.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้