ระบบเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว

โดย

นางสาวธันยากรณ์ สายทอง รหัสประจำตัว B5503230

นางสาวพิมพิศา นวลละออง รหัสประจำตัว B5624676

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

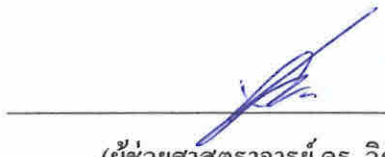
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

เรื่อง ระบบเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว

คณะกรรมการสอบโครงงาน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม)

กรรมการ/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร.อ.ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์)

กรรมการ

(อาจารย์ เศรษฐวิทย์ ภูฉายา)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคมประจำปีการศึกษา 2558

โครงงาน	ระบบเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว
จัดทำโดย	นางสาวธันยาภรณ์ สายทอง รหัส B5503230
	นางสาวพิมพิศา นวลละออง รหัส B5624676
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	1/2558

บทคัดย่อ

เกษตรกรผู้ทำไร่นาในปัจจุบันส่วนใหญ่จะประสบปัญหามากมายหลายด้าน หนึ่งในปัญหานั้นก็คือการถูกรบกวนจากนก ไม่ว่าจะเป็นการถูกเหยียบย่ำพื้นที่ไร่นาข้าว หรือถูกกัดกินเมล็ดข้าวจนได้รับความเสียหายและส่งผลให้เกษตรกรขาดทุนเนื่องจากชาวนาส่วนใหญ่ไม่สามารถอยู่ดูแลไร่นาได้ตลอดเวลา โครงงานนี้จึงได้นำเสนอการป้องกันการรบกวนจากนกในนาข้าวด้วยเสียงของนกล่าเหยื่อ โดยการใช้บอร์ด Arduino UNO R3 มาต่อเข้ากับระบบเซนเซอร์

โดยการใช้คำสั่งในการเล่นไฟล์เสียงใน SD Card ที่อยู่บนบอร์ดMusic Shield เพื่อทำการเล่นเสียงของนกล่าเหยื่อแล้วต่อพอร์ตเอาท์พุตออกทางลำโพง ในการทำงานของบอร์ดArduino UNO R3 นี้ใช้ PIR Motion Sensor ควบคุมการเล่นเสียง โดยตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในแนวระนาบระยะประมาณ 8 เมตร แล้วจึงเล่นสั่งการให้เล่นเสียงเพื่อไล่นกในนาข้าว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี หัตถกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับแนวคิด การดูแลเอาใจใส่ ติดตามงาน ชี้แนะข้อบกพร่อง ตลอดจนช่วยฝึกฝนและให้การสนับสนุนคณะผู้จัดทำให้มีความสามารถในการทำโครงงาน และนำเสนอผลงานให้เป็นที่รู้จักและยอมรับได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด รวมทั้งพี่บัณฑิตศึกษาปริญญาโทและพี่บัณฑิตปริญญาเอกสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมและเพื่อนนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ตลอดมา

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่ได้กล่าวมาไว้ ณ ที่นี้ สำหรับส่วนดีของโครงงานชิ้นนี้ ขออุทิศแก่อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่คณะผู้จัดทำ

ผู้จัดทำ
นางสาวธันยาภรณ์ สายทอง
นางสาวพิมพิศานวลละออง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
กิตติกรรมประกาศ	**ข**
สารบัญ	**ค**
สารบัญรูปภาพ	**ง**
สารบัญตาราง	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 บอร์ด Arduino	4
2.1.1 การตั้งค่าในโปรแกรม Arduino	5
2.1.2 การตั้งค่าโปรแกรมArduino	8
2.2 บอร์ด Music Shield V2.0	14
2.2.1 การทำงานของบอร์ด Music Shield V2.0	15
2.3 PIR Motion Sensors	18
2.3.1 การทำงานของ PIR Motion Sensor	19
2.3.2 เลนส์ไฟรเนล	21
2.3.3 คุณสมบัติทางเทคนิคที่ควรทราบ	22
2.3.4การเชื่อมต่อ PIR Motion Sensor กับบอร์ด Arduino	22
2.4 มาตรฐาน ZigBee	23
2.4.1 อุปกรณ์ XBee	24

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เรื่อง **หน้า**

2.4.2 หลักการทำงานของ ZigBee 25

2.4.3 ZigBee Topology 25

2.4.4 โครงสร้างของ ZigBee 28

2.4.5 การตั้งค่าโปรแกรมX-CTU 29

2.5 Solar Cell 40

2.5.1 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์ 41

2.6 บอร์ด Amplifier 41

2.6.1 เสียงและการได้ยิน 41

2.6.2 การทำงานของบอร์ด Amplifier 42

2.6.3 การได้ยินของสัตว์บางชนิด **43**

บทที่ 3 ผลการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบ **45**

3.1 กล่าวนำ 45

3.2 วิธีการไล่นก 45

3.3ตัวอย่างของนกที่พบในนาข้าว 46

3.4 เสียงของนกล่าเหยื่อ 47

3.5 การทำการทดสอบประสิทธิภาพการไล่นกในนาข้าว 47

3.6 พฤติกรรมของนก 49

3.7 วิเคราะห์ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ในนาข้าว 50

3.8 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา 50

บทที่ 4 บทสรุปของโครงงาน **51**

4.2 ปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา 51

4.3 ข้อเสนอแนะ 54

4.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 54

บรรณานุกรม 56

ภาคผนวก 57

ประวัติผู้เขียน 61

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 บอร์ดArduino UNO R3	4
2.2 ตัวอย่างแสดงโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับArduino	6
2.3 โครงสร้างโปรแกรมของArduino	7
2.4 ไอคอนของโปรแกรมArduino	8
2.5 หน้าต่างโปรแกรมArduino	8
2.6 เลือกชนิดของบอร์ดที่ใช้	9
2.7 การเขียนโปรแกรมลงบอร์ด	9
2.8 เลือกคอมไพล์โปรแกรม	10
2.9 แสดงข้อความเพื่อบอกว่าคอมไพล์ผ่าน	10
2.10 การเชื่อมต่อบอร์ดกับคอมพิวเตอร์	11
2.11 เลือกพอร์ตของ Arduinoที่ต้องการเขียนโปรแกรม	11
2.12 Upload โปรแกรมลงบนบอร์ดArduino	12
2.13 กด Serial Monitor เพื่อแสดงผล	12
2.14ผลของการแสดงโปรแกรมการเล่นเสียง	13
2.15บอร์ด Music Shield V2.0	14
2.16วงจรภายในบอร์ด Music Shield V2.0	15
2.17 แสดงโปรแกรมการทำงานของบอร์ด Music Shield V2.0 โดยอ่านไฟล์จาก SD Card และเล่นเสียง	17
2.18PIR Motion Sensor	18
2.19แสดงขนาด ส่วนประกอบและการจัดขา ของ PIR Motion Sensor	19
2.20ไดอะแกรมการทำงานของตัวตรวจจับการแผ่รังสีอินฟราเรดซึ่งใช้ตรวจจับความ	20
2.21แสดงการทำงานของโมดูล PIR MotionSensor เมื่อนำมาใช้ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว	20
2.22โครงสร้างและหน้าตาของเลนส์ไฟรเนลซึ่งนำมาใช้ในโมดูลPIR	21
2.23ตัวอย่างตะเกียงที่ใช้เลนส์ไฟรเนลในการเพิ่มอัตราการส่องสว่าง	22
2.24แสดงการเชื่อมต่อ PIR Motion Sensor กับบอร์ด Arduino UNO R3	23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ **หน้า**

2.25ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานของ ZigBee 23

2.26อุปกรณ์ XBeeมีสายอากาศแบบ Whip Antenna 24

2.27 Topology แบบ Point - to - Point 25

2.28Topology แบบ Star 26

2.29Topology แบบ Cluster Tree 26

2.30Topology แบบ Mesh 27

2.31โครงสร้างของ ZigBee 28

2.32 รูปแบบของโปรแกรม XCTU 29

2.33 แสดงการเลือกไฟล์การติดตั้ง 30

2.34แสดงการติดตั้ง Driver USB to Serial Port สำหรับ Mini XBee USB Dongle 30

2.35 แสดงการติดตั้งDriver MiniXBee USB Dongle 31
โดยเสียบสาย USB เข้ากับบอร์ดและ PC

2.36แสดงการมองเห็นบอร์ดเป็น USB Serial Port 31

2.37แสดงการตรวจสอบSerial Number 32

2.38แสดงการเชื่อมต่อ XBeeเข้ากับ PC 32

2.39แสดงหน้าต่างของโปรแกรม XCTU 32

2.40 แสดงการเลือกหมายเลข Serial Port และกำหนดค่าต่างๆ 33

2.41 แสดงหน้าต่างการรอโปรแกรมค้นหาโมดูล XBee 33

2.42แสดงรายละเอียดพารามิเตอร์ต่างๆ ของโมดูล XBee 34

2.43แสดงหน้าต่างรอให้โปรแกรมอ่านค่าบนโมดูล 34

2.44แสดงค่าพารามิเตอร์ของ XBee 35

2.45แสดงเฉพาะหัวข้อใหญ่ของโปรแกรม 35

2.46แสดงการกำหนด PAN ID 36

2.47แสดงการกำหนดค่า DH และ DL 36

2.48แสดงการ Update Firmware 36

2.49แสดงการเลือกโหมดการสื่อสารและการเลือก Version 37

2.50 แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware และตั้งค่าParameter 37

2.51แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware สำเร็จ 38

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ **หน้า**

2.52แสดงการกำหนดค่า PAN ID 38

2.53แสดงการกำหนดค่า DH และ DL 38

2.54แสดงการ Update Firmware 39

2.55แสดงการเลือกโหมดการสื่อสารและการเลือก Version 39

2.56แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware สำเร็จ 39

2.57 แสดงหลักการทำงานของ Solar Cell 41

2.58เสียงและการได้ยิน 41

2.59 บอร์ด Amplifier 42

2.60 แสดงการได้ยินของสัตว์ชนิดต่างๆ 43

2.61 แสดงประเภทของสัตว์และความถี่ที่ได้ยิน 43

3.1นกปากห่าง 46

3.2แสดงการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์ 48

3.3แสดงการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์ภายใน 48

3.4ภาพถ่ายดาวเทียมของนาข้าวที่หน่วยวิจัยเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 49

3.5นกในนาข้าว 49

3.6อุปกรณ์เซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว 50

4.1 แสดงคลื่นความถี่ของ Color Noise 55

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางการดำเนินงาน	3
4.1 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขด้านสภาพแวดล้อม	51
4.2 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขด้านเทคนิค	52
4.3 ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขด้านอายุการใช้งาน	53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลกโดยเฉพาะประเทศในภูมิภาคเอเชียที่นิยมรับประทานข้าวเป็นประจำทุกวันมากกว่าภูมิภาคอื่นๆของโลก และประเทศไทยก็ผลิตและส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นๆของโลก การทำนาข้าวจึงถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก

เมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมของนาข้าว พบว่าส่วนใหญ่นาข้าวจะอยู่เป็นพื้นที่เดียวกันแบ่งอาณาเขตที่แน่นอน เป็นบริเวณกว้างและอยู่ห่างไกลที่พักอาศัยเกษตรกรจึงไม่สามารถเฝ้าระวังดูแลนาข้าวได้ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะประสบปัญหามากมายหลายด้าน หนึ่งในปัญหานั้นก็คือการถูกรบกวนจากนก ไม่ว่าจะเป็นการเดินเหยียบย่ำต้นข้าวหรือกัดกินข้าวจนได้รับความเสียหาย ส่งผลให้เกษตรกรขาดทุน จึงเล็งเห็นปัญหาและประโยชน์ของการทำนาข้าวและเกิดแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้กับการแก้ปัญหาการรบกวนของนกในนาข้าว ปัญหาของเกษตรกรคือไม่สามารถที่จะอยู่ดูแลเฝ้าระวังพื้นที่นาข้าวของตัวเองตลอดเวลาได้ จึงต้องมีการจัดสรรการเฝ้าระวังนาข้าวอยู่สม่ำเสมอ เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย โดยใช้หลักการเฝ้าระวังนาข้าวด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายที่จะทำการส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีสิ่งรบกวนเข้าใกล้ในรัศมีที่กำหนด ซึ่งหลักการทำงานนี้สามารถควบคุมการทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ ทำให้ลดการรบกวนของนกและลดความเสียหายลงได้ โดยเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายถือเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทหลายๆด้าน กับมนุษย์ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของบอร์ดArduinoUNO R3, บอร์ด Music Shield V2.0,บอร์ด AmplifierและXBeeModule

2.เพื่อศึกษาการทำงานของPIR Motion Sensor

3.เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรมArduino

4.เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของบอร์ดด้วยโปรแกรมArduino

5.เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมการเล่นเสียงจากSD Card

6.เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรเชื่อมต่อสัญญาณจากบอร์ดArduino

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1.ศึกษาการทำงานของบอร์ดArduino UNO R3, บอร์ด Music Shield V2.0,บอร์ด Amplifier และ XBee Module

2. ออกแบบการต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของPIR Motion Sensor เพื่อตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในบริเวณนั้นๆ

3. เขียนโปรแกรมเพื่อเล่นไฟล์เสียงจากบอร์ดMusic Shield V2.0เพื่อควบคุมการเล่นเสียง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเกี่ยวกับขอบเขตของโครงงานที่จะทำ

2.ศึกษาข้อมูลและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงาน

3. ศึกษาทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการสื่อสารไร้สายและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4.ศึกษาการใช้งานโปรแกรม X-CTU6.2.0.6และ โปรแกรม Arduino 1.6.5-R2

5. ออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบ

6. สร้างอุปกรณ์ต้นแบบ

7. ทดสอบและวัดผลการทำงานของอุปกรณ์ต้นแบบ

8. สรุปผลการทดลอง เขียนรายงานโครงงานและนำเสนอโครงงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ. 2558				
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ต.ค.
1. ศึกษาโปรแกรม และการเขียนโค้ดโปรแกรมอย่างง่าย	←	→			
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของนาข้าวและสำรวจสถานที่ในการติดตั้งเครื่องจำลอง		←	→		
3. สร้างชิ้นงานต้นแบบ โดยทำการศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์			←	→	
4. ทดสอบการทำงานของชิ้นงาน การส่งข้อมูล และแก้ไขปัญหาหรือข้อผิดพาด				←	→
5. จัดทำรูปเล่มรายงาน และสื่อที่ใช้ในการนำเสนอ พร้อมทั้งเตรียมตัวนำเสนอชิ้นงาน					

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

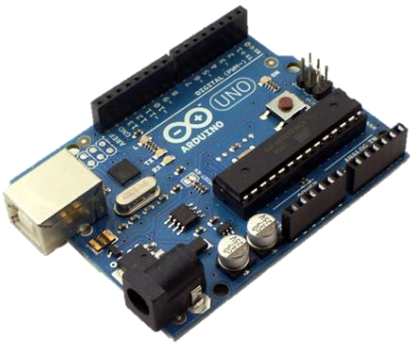
1. สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
2. สามารถใช้งานโปรแกรมของ Arduinoเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้
3. โครงงานที่ทำสามารถนำไปใช้งานได้จริง
4. รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถทำงานเป็นทีมได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 บอร์ด Arduino

Arduino[1]เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งใช้เป็นชื่อของโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า "Wiring" แต่เนื่องจากโครงการของ "Wiring"เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนของหน่วยความจำและ I/O ค่อนข้างมาก และที่สำคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเอง และบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งอาจดูว่าเกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้น จึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควรแต่หลังจากทีมงาน Arduinoนำ Source Code ของ "Wiring" มาพัฒนาปรับปรุงใหม่ โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็ก อย่าง Mega8 และ Mega168 ได้ จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า "Wiring" มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้ง่ายต่อการต่อวงจรใช้งานกันเอง และยังประหยัดต้นทุนในการสร้างบอร์ดไปได้มาก ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ "Arduino" ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว



รูปที่ 2.1 บอร์ด Arduino UNOR3

Arduinoมีจุดเด่นในเรื่องของการเรียนรู้และ การใช้งานที่ง่ายเนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งถึงแม้ว่า Arduinoเองจะมีรูปแบบการใช้งานคล้ายๆกันกับไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Basic Stamp ของParallax, BX-24 ของ NetmediasและHandyBoard ของ MIT แต่ก็มีจุดเด่นกว่าของรายอื่นๆหลายอย่าง เป็นต้นว่า

ราคาไม่แพง เนื่องจากมี Source Code และวงจรแจกให้ฟรี สามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้งานได้

โปรแกรมที่Arduinoได้พัฒนาขึ้นมารองรับการทำงานทั้ง Windows, Linux และ Macintosh OSX

มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งาน แ ละสามารถนำไปใช้งาน ได้จริงๆ สามารถใช้งาน ที่มีความซับซ้อนมากๆ ได้ และยังสามารถสร้างคำสั่งและ Libraryใหม่ๆ ขึ้นมาใช้งานเองได้ เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นแล้ว

มีการเปิดเผยวงจรและ Source Codeทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมได้ตามความต้องการทั้ง Hardwareและ Software

2.1.1 การตั้งค่าในโปรแกรม Arduino

โปรแกรมภาษาของArduinoจะใช้ภาษาC++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่งที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับ ภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C)เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมและโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI_C โดยตรง ภาษาซีของ Arduinoจะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อยๆหลายๆส่วนโดยเรียกแต่ละส่วนว่า “ฟังก์ชั่น” และเมื่อนำฟังก์ชั่นมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า “โปรแกรม ” โดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของ Arduino นั้น ทุกๆโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชั่น จำนวน 2 ฟังก์ชั่น คือ setup()และ loop() ดังตัวอย่าง

```
#include <Servo.h>          // สั่งผนวกไฟล์ ชื่อ Servo.h เข้ามาใช้ในโปรแกรม
int Servo1 = 9;             // กำหนดให้ Servo1 แทน Pin Digital-9
Servo myservo;              // สร้าง object ชื่อ myservo เพื่อควบคุม Servo

void setup()
{
  myservo.attach(Servo1);   // กำหนดให้ใช้ขา Digital-9 สร้างสัญญาณควบคุม Servo
}

void loop()
{
  myservo.write(180);       // กำหนดค่าตำแหน่งให้กับ Servo = 180 องศา
}
```

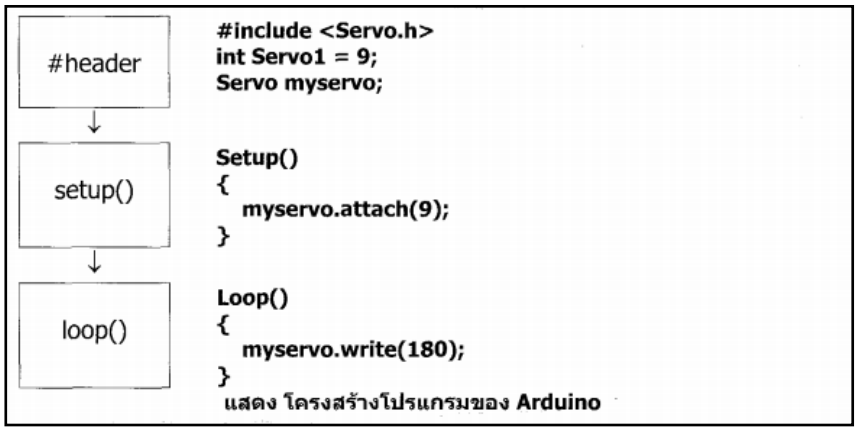
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแสดงโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับArduino

จะเห็นได้ว่าโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduinoนั้น จะประกอบไปด้วย3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

Headerในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนร่วมเริ่มต้นของโปรแกรม ซึ่งส่วนของHeaderได้แก่ ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่างๆ รวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปร และค่าคงที่ต่างๆ ที่จะใช้ในโปรแกรม

setup()ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีทุกๆโปรแกรม ถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอ เพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใดๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกา { } ที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่น โดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้น ซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setupค่าการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของPinModeและการกำหนดค่าBaudrateสำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม เป็นต้น

loop()เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น setup( ) โดยฟังก์ชั่นloop( ) นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำๆ กันไปไม่รู้จบ ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบของANSI-Cส่วนนี้ก็คือ ฟังก์ชั่น main( )นั่นเอง



รูปที่ 2.3 โครงสร้างโปรแกรมของArduino

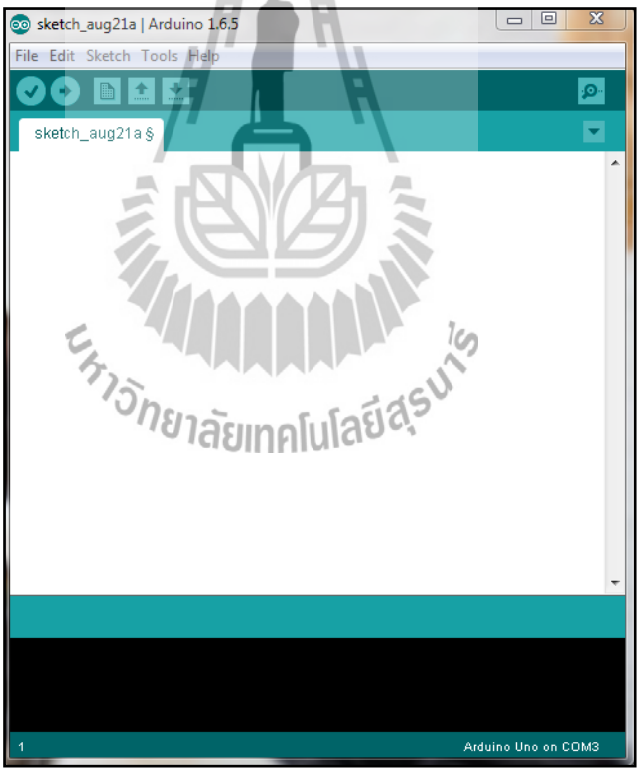
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1.2 การตั้งค่าโปรแกรมArduino

1.)เปิดโปรแกรมArduinoที่ได้โหลดมาจาก http://www.arduino.cc/en/Main/Software

รูปที่ 2.4 ไอคอนของโปรแกรม Arduino

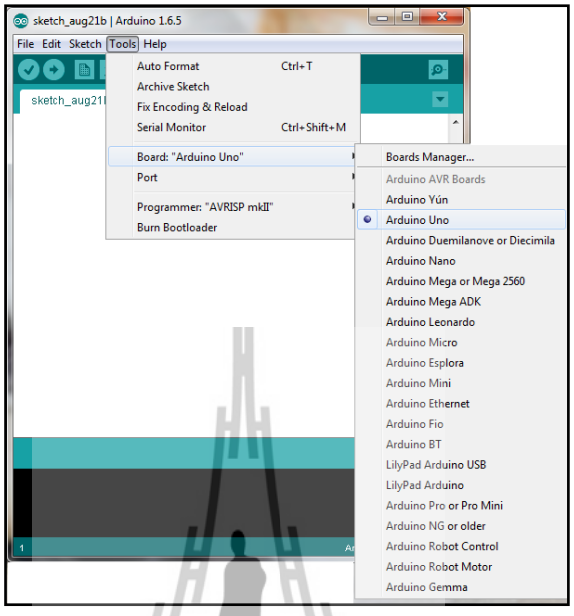
2.) เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างดังรูป



รูปที่ 2.5 หน้าต่างโปรแกรมArduino

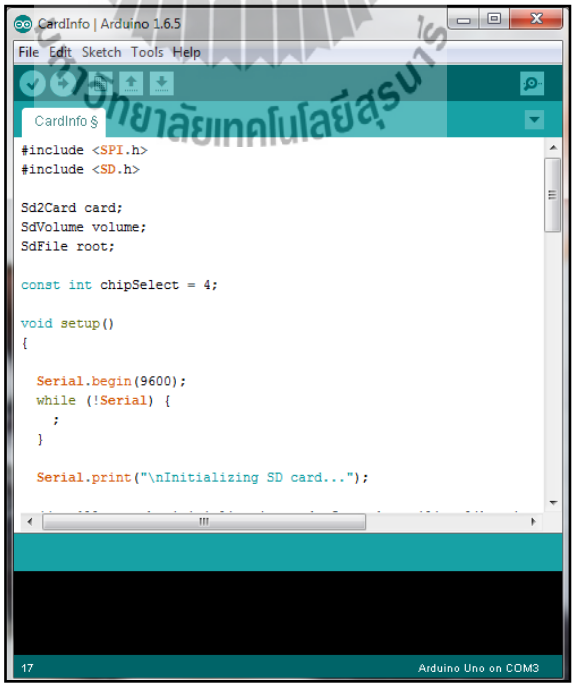
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.) ไปที่ Tools -> Board แล้วเลือกให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน สำหรับArduino UNO R3 ให้เลือกบอร์ดArduino UNO



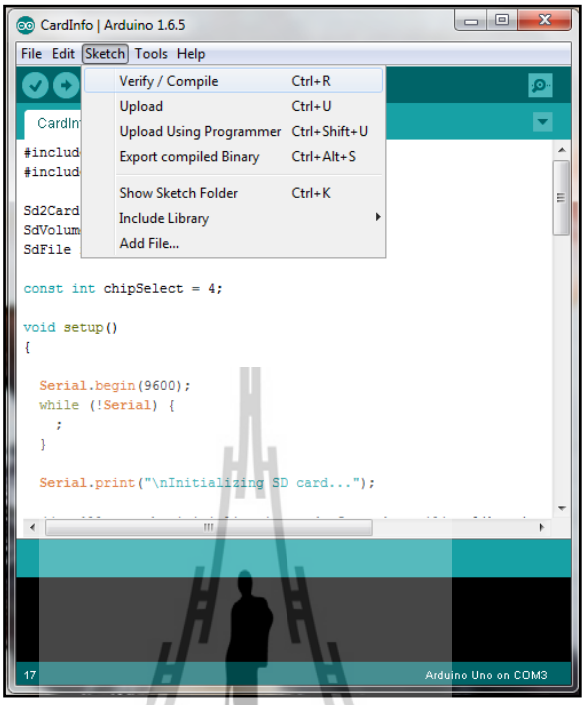
รูปที่ 2.6 เลือกชนิดของบอร์ดที่ใช้

4.) เขียนโปรแกรม



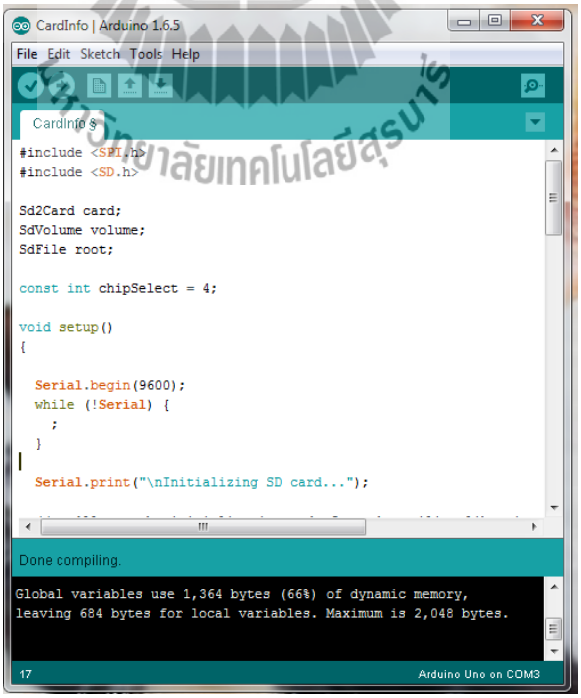
รูปที่ 2.7การเขียนโปรแกรมลงบอร์ด

5.) คอมไพล์โปรแกรม ไปที่Sketch ->Verify/Compile



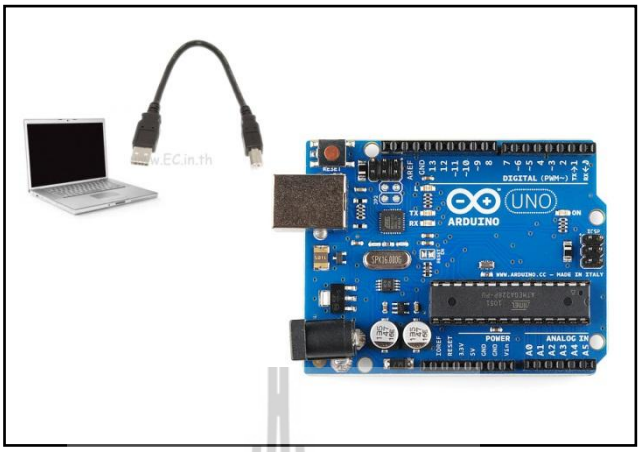
รูปที่ 2.8เลือกคอมไพล์โปรแกรม

6.) เมื่อคอมไพล์เรียบร้อยจะมีข้อความปรากฏ ดังรูป



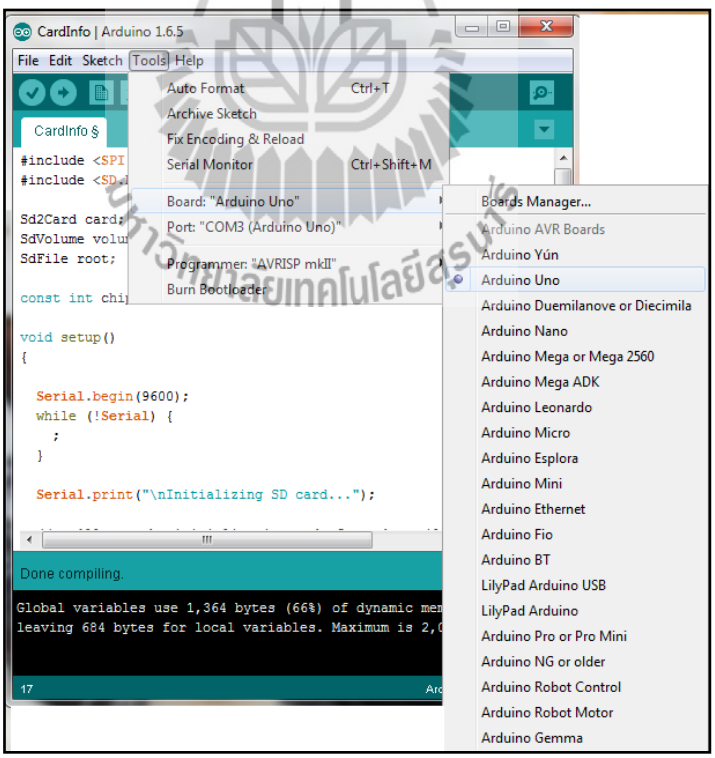
รูปที่ 2.9แสดงข้อความเพื่อบอกว่าคอมไพล์ผ่าน

7.) ทำการต่อบอร์ด Arduino UNOR3 เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB



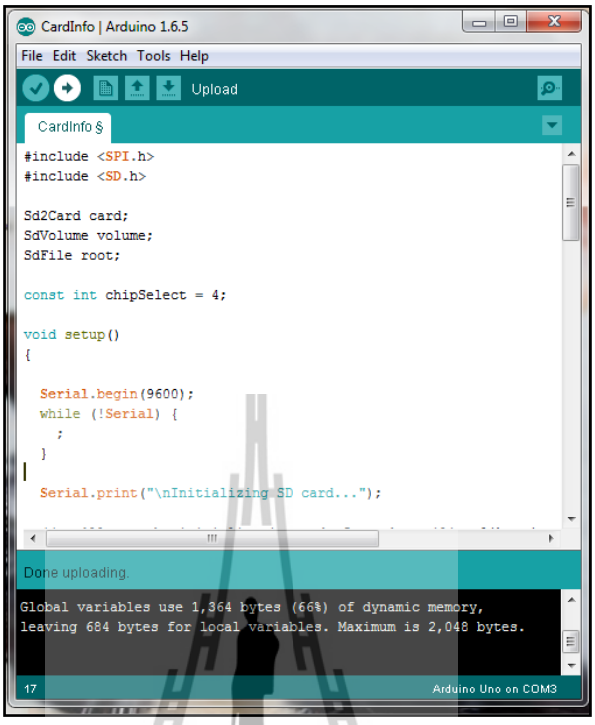
รูปที่ 2.10การเชื่อมต่อบอร์ดกับคอมพิวเตอร์

8.) จากนั้นให้ไปที่ Tools ->Serial Portและเลือกให้ตรงกับบอร์ดArduino UNO ที่ใช้งาน (สำหรับบอร์ด Arduino UNO R3 โปรแกรมจะเลือกให้อัตโนมัติ)



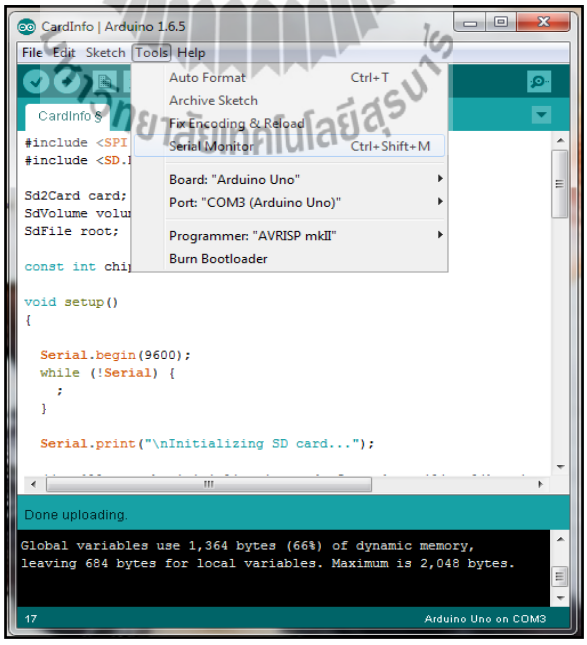
รูปที่ 2.11เลือกพอร์ตของ Arduinoที่ต้องการเขียนโปรแกรม

9.) โหลดโปรแกรมเข้าบอร์ดArduino UNO R3 โดยไปที่ File ->Upload



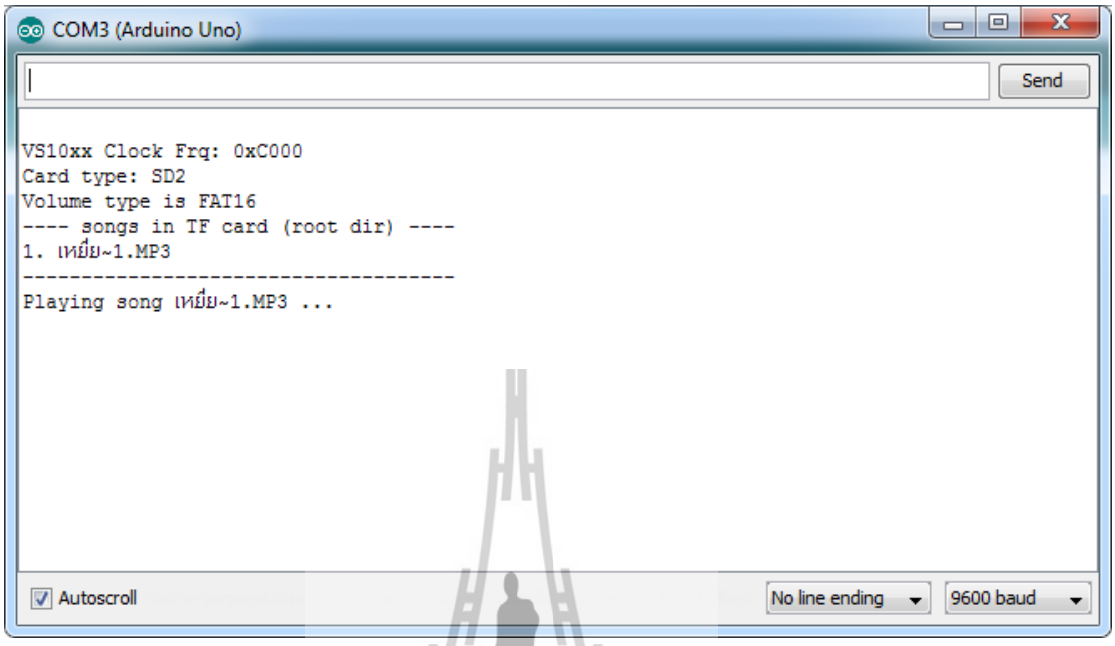
รูปที่ 2.12 Upload โปรแกรมลงบนบอร์ด Arduino

10.) ทำการเปิดSerial Monitor ของArduino IDE โดยไปที่Tools -> Serial Monitor



รูปที่ 2.13กด Serial Monitor เพื่อแสดงผล

11.) ทำการเปิด Serial Monitor จะได้ข้อความดังรูป

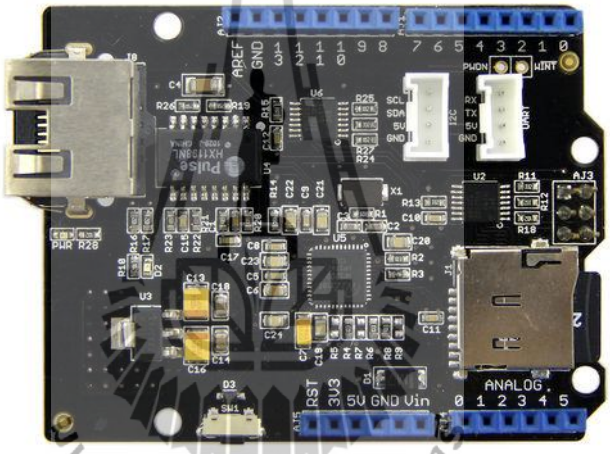


รูปที่ 2.14 ผลของการแสดงโปรแกรมการเล่นเสียง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 บอร์ด Music Shield V2.0

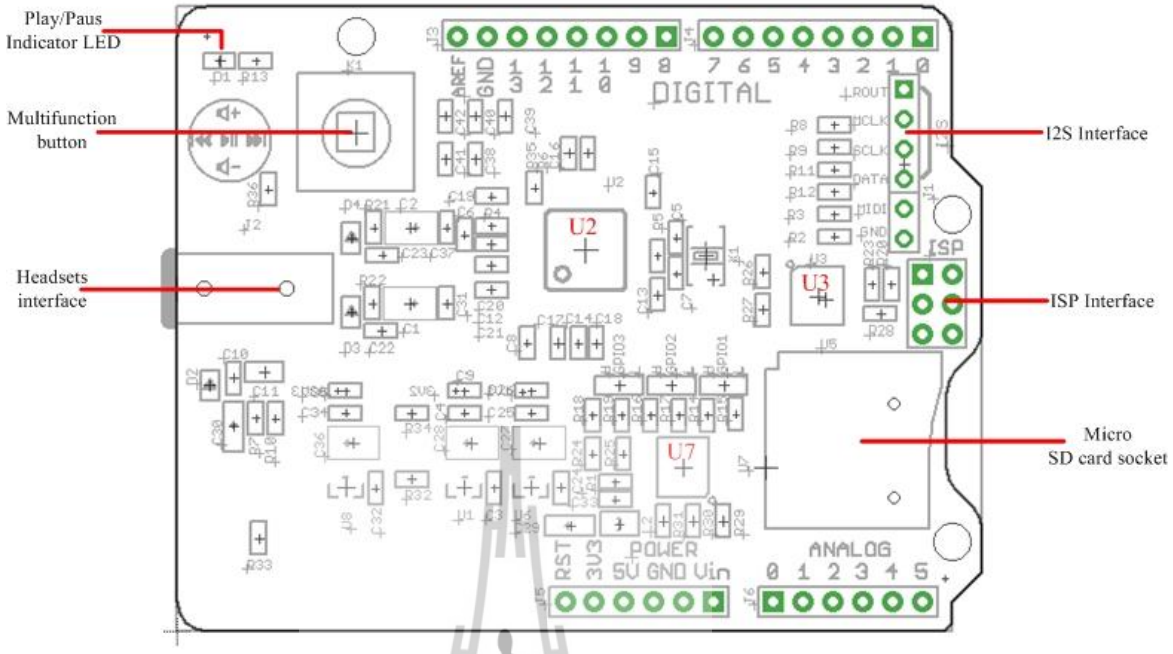
Music ShieldV2.0[2]จาก SeedStudio บอร์ดต่อขยายให้ Arduino ให้สามารถเข้ารหัส (Encode)และถอดรหัส(Decode) ไฟล์ในรูปแบบMP3, WMA, WAV, ACC, MID, OGG Vorbis โดยใช้ชิพเบอร์ VS1053 เชื่อมต่อผ่าน SPI พร้อมกับช่องเสียบ Micro SD Cardสำหรับเก็บไฟล์ที่ต้องการเล่นหรือไฟล์ที่บันทึก ซึ่งสามารถบันทึกค่าได้สั้นๆ จากข้อจำกัดในขนาดหน่วยความจำของ Arduinoและมีช่องเสียบขนาด 3.5 mm สำหรับต่อหูฟังหรือลำโพงได้เหมาะกับผู้ใช้ที่ต้องการให้ Arduinoสามารถเล่นเสียงหรือเพลงตามต้องการหรือใช้เสียงในการแสดงผลหรือตอบโต้กับผู้ใช้งาน



รูปที่ 2.15 บอร์ด Music Shield V2.0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2.1 การทำงานของบอร์ด Music Shield V2.0



รูปที่ 2.16 วงจรภายในบอร์ด Music Shield V2.0

รายละเอียดการทำงานของ Music Shield V2.0

Multifunction button: Chang volume and select songs

Play/Pause indicator LED (GREEN): Blinks while playing.

Headsets interface: It can drive 16 ohm or 32 ohm earphone and could serve as an external audio input port.

Micro SD card: can be FAT16 or FAT32, The maximum size SD card you can use 2GB.

U2: VS1053B IC,OggVorbis/MP3/AAC/WMA/FLAC/MIDI audio codec.

U3,U7: 74VHC125 IC, Quad Buffer.

I2S: for digital audio input/output.

ISP interface: for bringing SPI port when using with Mega series products.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บอร์ด Music Shield V2.0 จะใช้ขาเหมือนกับArduinoดังนี้

ขาที่ใช้สำหรับการเล่นการควบคุม:

D3 – รับสัญญาณจากปุ่ม Volume Up

D4 – รับสัญญาณจากสวิทซ์สำหรับการทำงานเพลงถัดไป

D5 –รับสัญญาณจากสวิทซ์สำหรับการเล่น, หยุดและฟังชันก์บันทึก

D6 – รับสัญญาณจากสวิทซ์สำหรับการทำงานเพลงก่อนหน้า

D7 – รับสัญญาณจากปุ่ม Volume Down

D8 – สีเขียวนำคำแนะนำ

ขาที่ใช้สำหรับการ SPI การเชื่อมต่อ:

D10 – SPI Chip Select

D11 – SPI MOSI

D12 – SPI MISO

D13 – SPI SCK

ขาที่ใช้สำหรับ VS1053 Interface:

A0 – Reset of VS1053

A1 – Data Require of VS1053

A2 – Data Select of VS1053

A3 – Chip Select of VS1053

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <arduino.h>
#include "MusicPlayer.h"
MusicPlayer myplayer;


void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  myplayer.begin();
  myplayer.scanAndPlayAll();
}
void loop()
{

  myplayer.play();
}
```

รูปที่ 2.17 แสดงโปรแกรมการทำงานของบอร์ด Music Shield V2.0 โดยอ่านไฟล์จาก SD Card และเล่นเสียง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

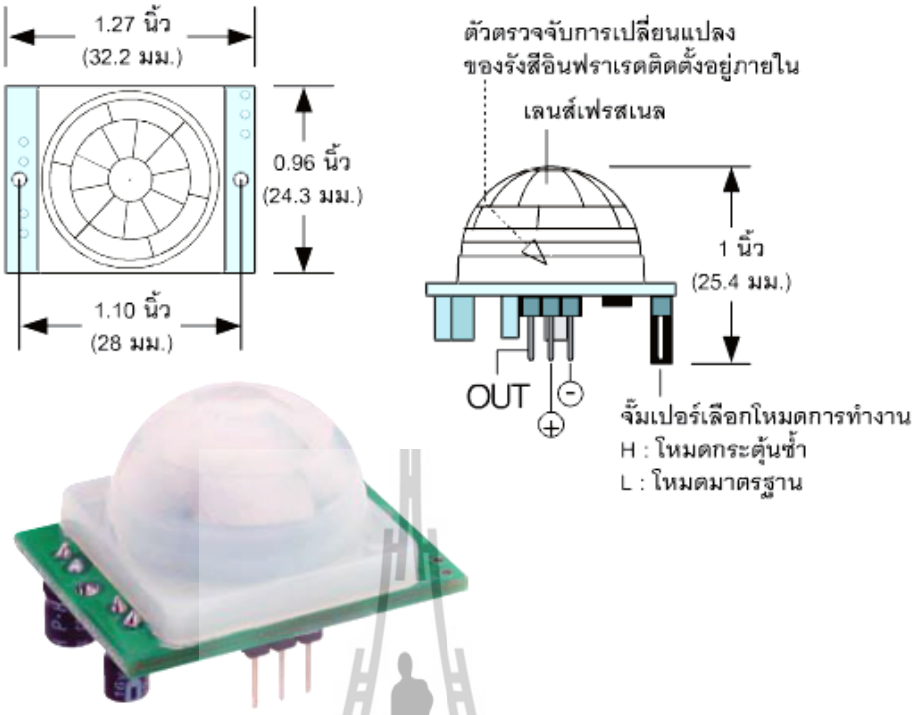
2.3 PIR Motion Sensor

PIR (Passive Infrared)คืออุปกรณ์ตรวจจับคลื่นรังสี Infrared จากวัตถุผ่านอุปกรณ์รวมแสงมายังตัวPyro Electric ซึ่งจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากรังสี Infrared เป็นพลังงานไฟฟ้า แม้จะมีประมาณ Infrared แค่เพียงเล็กน้อยจึงทำให้ PIR สามารถตรวจจับคลื่นรังสี Infrared และอุณหภูมิได้

PIR Motion Sensor[3]คือ อุปกรณ์ Sensor ชนิดหนึ่งที่ใช้ตรวจจับคลื่นรังสี Infrared ที่แพร่จากมนุษย์หรือสัตว์ที่มีการเคลื่อนไหวทำให้มีการนำเอา PIR มาประยุกต์ใช้งานกันเป็นอย่างมาก ใช้เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตหรือตรวจจับการบุกรุกในงานรักษาความปลอดภัย

รูปที่ 2.18PIR Motion Sensor

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



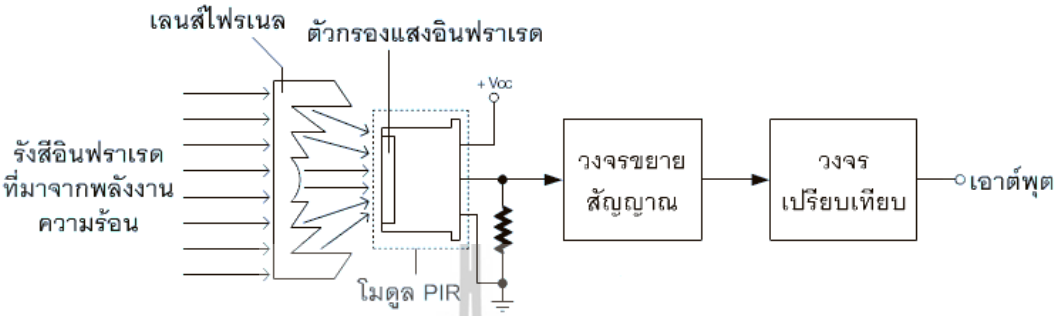
รูปที่ 2.19 แสดงขนาด ส่วนประกอบและการจัดขา ของ PIR Motion Sensor

2.3.1 การทำงานของ PIR Motion Sensor

สิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่นใน สภาวะที่ยังมีชีวิตอยู่ จะมีการกระจายพลังงานความร้อนออกมาจากตัวเองในรูปของการแผ่รังสีอิฟราเรดอยู่ตลอดเวลา โดยจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของร่างกายในขณะนั้นเมื่อมีการเคลื่อนไหวปริมาณของการแผ่รังสีก็จะเปลี่ยนแปลงรังสีอินฟราเรดจากมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่นที่มีระดับความเข้มสูงสุดจะมีความยาวคลื่นประมาณ 9.4 ไมโครเมตร

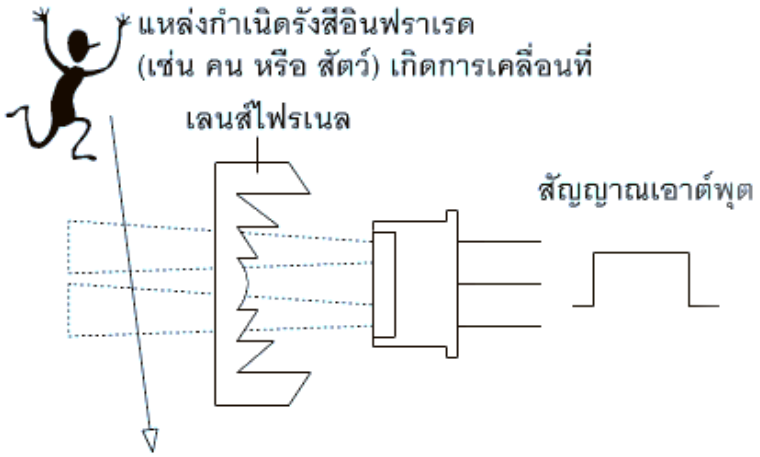
ตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตหรือที่เรียกว่า **โมชั่นเซนเซอร์ (Motion Sensor)** ที่ได้รับความนิยมและใช้งานง่ายคือ ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด ซึ่งใช้หลักการตรวจจับที่เรียกว่าไพโรอิเล็กตริก(Pyro-Electric) อันเป็นการตรวจจับการแผ่รังสีอินฟราเรด หากระดับของการแผ่รังสีไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าสิ่งมีชีวิตที่ต้องการตรวจจับนั้นไม่มีการเคลื่อนไหว แต่ถ้าหากมีการ

เคลื่อนไหวเกิดขึ้น ระดับของการแผ่รังสีอินฟราเรดจะเปลี่ยนแปลง จึงเรียกตัว ตรวจจับแบบนี้ว่า PIR(Passive Infrared)



รูปที่ 2.20ไดอะแกรมการทำงานของตัวตรวจจับการแผ่รังสีอินฟราเรดซึ่งใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหว

ในรูปที่2.20เป็นไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานพื้นฐานของตัวตรวจจับพลังงานความร้อนจากมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่น เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวทำให้เกิดกา รแผ่รังสีอินฟราเรดขึ้นรังสีจะถูกรวมหรือโฟกัสไปยังตัวตรวจจับหลัก โดยใช้เลนส์แบบพิเศษที่เรียกว่า **เลนส์ไฟรเนลหรือเฟรสนัล (Fresnel Lens)** จากนั้นตัวตรวจจับหลักจะทำการขยายสัญญาณแล้วส่งไปยังวงจรเปรียบเทียบเพื่อสร้างสัญญาณเอาต์พุตต่อไป



รูปที่ 2.21แสดงการทำงานของโมดูลPIRMotion Sensorเมื่อนำมาใช้ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว

ในรูปที่ 2.21แสดงสถานการณ์ที่แหล่งกำเนิดรังสีอินฟราเรด(อาจเป็นมนุษย์หรือสัตว์เลือดอุ่น) เกิดการเคลื่อนไหวภายในระยะทำการของตัวตรวจจับ จะทำให้โมดูลตรวจจับ PIR ตรวจจับพบการแผ่รังสีอินฟราเรดที่แตกต่างกันจึงทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นลอจิกสูง (High) อยู่ชั่วขณะเมื่อตรว จจับพบการเคลื่อนไหว จากนั้นกลับมาเป็นลอจิกต่ำ(Low) จนกว่าจะตรวจจับพบการเปลี่ยนแปลงของระยะกับรังสีอินฟราเรดอีกครั้ง

2.3.2 เลนส์ไฟรเนล

เลนส์ไฟรเนลเป็นเลนส์แบบพิเศษที่ได้รับการค้นคิดจากนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศสชื่อ *ออกัสตินชองไฟรเนล(Augus-tin-Jean Fresnel)* โดยแนวคิดของเลนส์แบบนี้คือ เป็นเลนส์แบบขั้นบันไดที่ยอมให้แสงผ่านได้มากและจากทุกทิศทางดังมีโครงสร้างตามรูปที่ 2.22ทั้งนี้เนื่องจากตัวเลนส์ถูกสร้างขึ้นโดยลดเนื้อวัสดุในส่วนที่ไม่มีผลกับการหักเหของแสงทำให้สามารถทำเลนส์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักเบาได้ เดิมทีเลนส์ไฟรเนลนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้นำมาใช้ในการกระจายในประภาคารได้จากระยะไกล ต่อมาได้มีการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง แล้วนำมาครอบหลอ ดไฟเพื่อทำเป็นตะเกียง ทำให้ตะเกียง สามารถส่องแสงได้สว่างและมองเห็นได้จากระยะไกล ดังรูปที่2.23

แต่เมื่อนำมาใช้ในโมดูลตรวจจับ PIR ตัวเลนส์ไฟรเนลจะถูกใช้งานในลักษณะกลับกันคือใช้เลนส์ไฟรเนลในการรวมแสงเข้ามาจากทุกทิศทางเพื่อโฟกัสลงไปยังส่วนตรวจจับแสงอินฟราเรดของโมดูลตรวจจับ PIR เพื่อให้การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดมีความไวสูง

รูปที่ 2.22โครงสร้างและหน้าตาของเลนส์ไฟรเนลซึ่งนำมาใช้ในโมดูลPIR

รูปที่ 2.23ตัวอย่างตะเกียงที่ใช้เลนส์ไฟรเนลในการเพิ่มอัตราการส่องสว่าง

2.3.3 คุณสมบัติทางเทคนิคที่ควรทราบ

1.ระยะการตรวจจับสูงสุด20 ฟุต

2. เมื่อตรวจพบความเคลื่อนไหวจะให้แรงดันเอาต์พุตที่สภาวะสูงที่ขาเอาต์พุต

3. ใช้เวลาในการปรับตัวเพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงช่วง 10 ถึง 60 วินาทีหลังจากได้รับไฟเลี้ยง

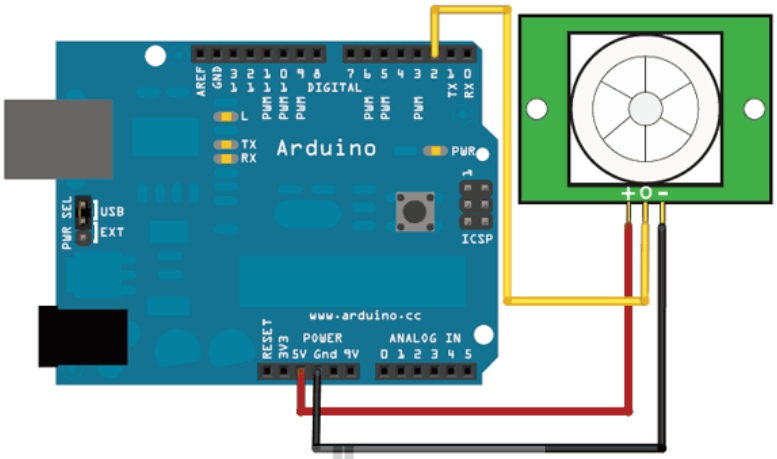
4.ใช้ไฟเลี้ยงในย่าน +3.3ถึง+5V กระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 100 mA

2.3.4การเชื่อมต่อ PIR Motion Sensor กับบอร์ดArduinoUNO R3

1.DC Power สามารถใช้กับไฟเลี้ยงตั้งแต่ 5 – 12 V**(สายสีแดง)**

2. GND ใช้ต่อกับกราวด์ **(สีดำ)**

3.ALARM เป็น Open Collectorจึงต่อกับ R Pull UP**(สายสีเหลือง)**



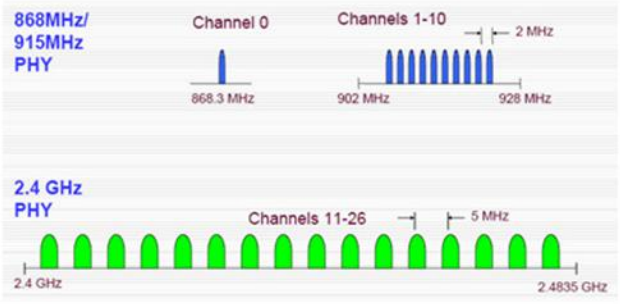
รูปที่ 2.24แสดงการเชื่อมต่อ PIR Motion Sensor กับบอร์ด Arduino UNO R3

2.4 มาตรฐาน ZigBee

ZigBee[4]เป็นเทคโนโลยีไร้สายมาตรฐานสากล กำหนดโดย ZigBee Alliance เทคโนโลยี ZigBeeเป็นการสื่อสารที่ออกแบบขึ้นสำหรับการสื่อสารในเครือข่ายเซนเซอร์แบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) โดยเริ่มจากการกำหนดมาตรฐานการรับ-ส่งข้อมูลแบบ IEEE 802.15.4ที่เน้นการสื่อสารแบบประหยัดพลังงาน ความเร็วการรับส่งข้อมูลต่ำและมีราคาถูก การสื่อสารลักษณะนี้ได้ถูกนำมาใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างเครื่องตรวจวัดหรือเซนเซอร์ที่ต้องการสื่อสารแบบไร้สาย เพื่อลดความยุ่งยากซับซ้อนสำหรับการติดตั้ง เหมาะสมใช้งานกับพวก Monitoringต่างๆ

ZigBeeกำหนดย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานไว้ 3 ย่านความถี่คือ

- ย่านความถี่ 2.4 GHzมี 16 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 250 Kbps
- ย่านความถี่ 915 GHz มี 10 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 40 Kbps
- ย่านความถี่ 868 GHz มี 1 ช่องสัญญาณ อัตรารับส่งข้อมูล 20 Kbps



รูปที่ 2.25 ย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐานของ ZigBee

2.4.1 อุปกรณ์ XBee

รูปที่ 2.26 อุปกรณ์ XBeeมีสายอากาศแบบ Whip Antenna

XBeeเป็นอุปกรณ์ที่มี Microcontroller และ RF IC อยู่ภายใน ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ Transceiver (อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ) แบบ Half Duplex ย่านความถี่ 2.4 GHz มีการจัดการโดยใช้พลังงานต่ำ ใช้งานง่าย มี Interface ที่ใช้รับและส่งข้อมูลกับ XBeeเป็น UART (TTL)

XBeeสามารถใช้งานตามมาตรฐาน ZigBeeได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมสร้างเครือข่าย ZigBeeเลย เพราะว่าทางผู้ผลิตได้จัดทำ Firmware ที่จะโหลดเข้าไปในตัว XBeeให้สามารถ Set Parameter ผ่าน Software Interface (X-CTU หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเอง), ผ่านทาง AT Command (เหมือนกับการควบคุม GSM Module)โดยใช้ HyperTerminal หรือผ่านทางการรับส่งข้อมูลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้อย่างง่ายดาย โดยเมื่อ Set XBeeให้ทำงานเป็นอุปกรณ์ในเครือข่าย ZigBeeแล้ว เราจะเรียก XBeeแต่ละตัวว่าเป็น Node

คุณสมบัติ XBee 2.4 GHz : XBee S2

กำลังส่ง : 2 mW

ระยะทางรับส่ง :400ft หรือ 120 m (LOS) ,133 ftหรือ 40 m (NLOS)

ความเร็วในการส่งข้อมูล :250 Kbps

ความถี่ใช้งาน : 2.4 GHz

แรงดัน :3.3 V

สั่งการด้วย :API,AT Command

กระแสไฟฟ้าขณะส่งและรับข้อมูล :40 mA

กระแสไฟฟ้าขณะ sleep : 1 µA at 25° C

Receiver Sensitivity : -96 dBm

2.4.2 หลักการทำงานของ ZigBee

ZigBeeแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.ZigBeeCoordinator ทำหน้าที่สร้างการสื่อสาร เชื่อมโยงเครือข่าย ระหว่าง End Device กับ Router หรือ Coordinator กับ Coordinator ด้วยกัน หรือ Coordinator กับ Router กำหนด Address ให้กับ Device ที่อยู่ในวงเครือข่าย ไม่ให้ซ้ำกัน ดูแลจัดการเรื่องการ Routing เส้นทาง ซึ่งเทียบได้กับ FFD (Full Function Device)

2.ZigBee Router ทำหน้าที่จัดการเส้นทางของข้อมูลที่ส่งผ่านภายในโครงข่ายระหว่างโหนด ซึ่งเทียบได้กับ FFD (Full Function Device)

3.ZigBee End Device เป็นจุดปลายของโครงสร้างเครือข่าย อยู่ในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสามารถเป็นได้ทั้งแบบ RFD (Reduced Function Device)และ FFD (Full Function Device)ซึ่งส่วนประกอบต่างๆของ ZigBee

2.4.3 ZigBee Topology

ในการสร้างโครงข่ายไร้สายของ ZigBeeนั้น จะต้องประกอบด้วย โหนดจำนวนอย่างน้อยที่สุด 2 ชนิด คือ Coordinator Node และ Node ลูกข่าย ชนิดใดชนิดหนึ่ง (Router/End Device) จึงจะสามารถสื่อสารและทำงานในรูปแบบของ PAN (Personal Area Network) ได้โดย ZigBeeสามารถแบ่งรูปแบบ เครือข่ายได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

Point - to - Point

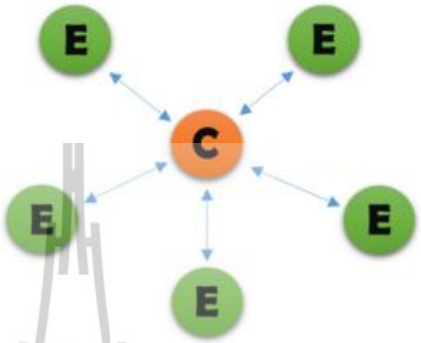
การเชื่อมต่อแบบตัวต่อตัวโดยกำหนดให้ตัวแรกเป็น Coordinator ส่วนอีกตัวกำหนดเป็น Router

รูปที่ 2.27 Topology แบบ Point - to - Point

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Star (Broadcast)

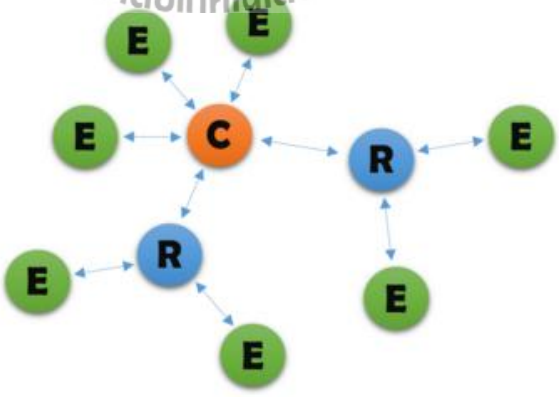
การเชื่อมต่อแบบ Star หรือแบบ Broadcast เป็นการรับส่งข้อมูลแบบไม่เฉพาะเจาะจงจุดหมายปลายทาง โดย XBeeทุกตัวที่อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกันสามารถรับข้อมูลได้ทุกตัว ประกอบไปด้วยXBeeทำงาน 2 รูปแบบคือ แบบที่ 1เป็น Coordinatorทำหน้าที่สร้างเครือข่าย และแบบที่ 2 เป็นEnd Device ทำหน้าที่เป็นลูกข่าย



รูปที่ 2.28Topology แบบ Star

Cluster Tree

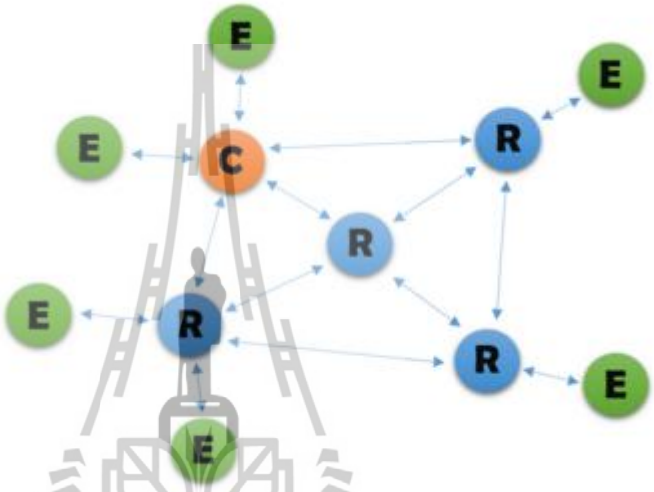
การรับส่งข้อมูลแบบส่งผ่านหรือส่งต่อ เช่น A ต้องการติดต่อกับ C แต่ C อยู่ไกลจากA จน A ไม่สามารถติดต่อกับ C ได้โดยตรง แต่เนื่องจากมี B อยู่ระหว่าง A กับ C ดังนั้น Cluster Tree จะใช้ B เป็นเหมือนตัวกลางในการเชื่อมการติดต่อ (Repeater)ระหว่าง A กับ C



รูปที่ 2.29Topology แบบ Cluster Tree

Mesh

การเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ Mesh เป็นโครงข่ายที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากข้อมูลสามารถส่งไปถึงเป้าหมายได้หลายเส้นทาง ทำให้ระบบสามารถรับ -ส่งข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทางได้แน่นอนแม้ว่าจะเกิดความเสียหายของระบบในบางส่วนก็ตาม (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบของผู้ใช้ด้วย) ระบบนี้จึงเป็นระบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

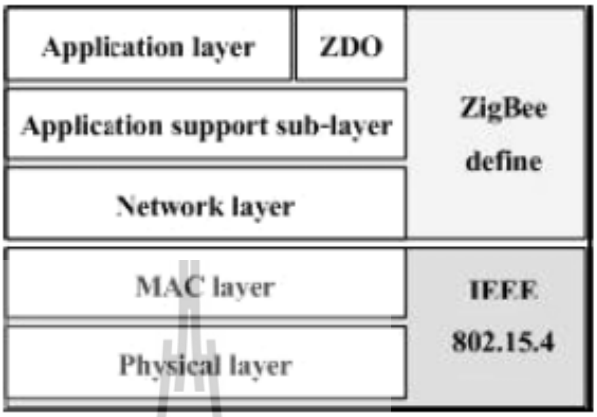


รูปที่ 2.30Topology แบบ Mesh

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.4.4 โครงสร้างของ ZigBee

ZigBeeถูกออกแบบมาเฉพาะในส่วนของ Application Layer, Application Support Layer และ Network Layer เท่านั้น แต่ใช้ MAC Layer และ Physical Layer ตามมาตรฐาน



รูปที่ 2.31โครงสร้างของ ZigBee

โดยโครงสร้างของ ZigBeeจะแบ่งเป็น Layer ต่างๆ ดังนี้

(1) Application Layerเป็นชั้นที่มีส่วนของ Endpoint อยู่เรียกว่าApplication Framework โดยมี ZigBee Device Object (ZDO) ทำหน้าที่ในการจัดการในการเข้าถึงและใช้งาน Application Layer

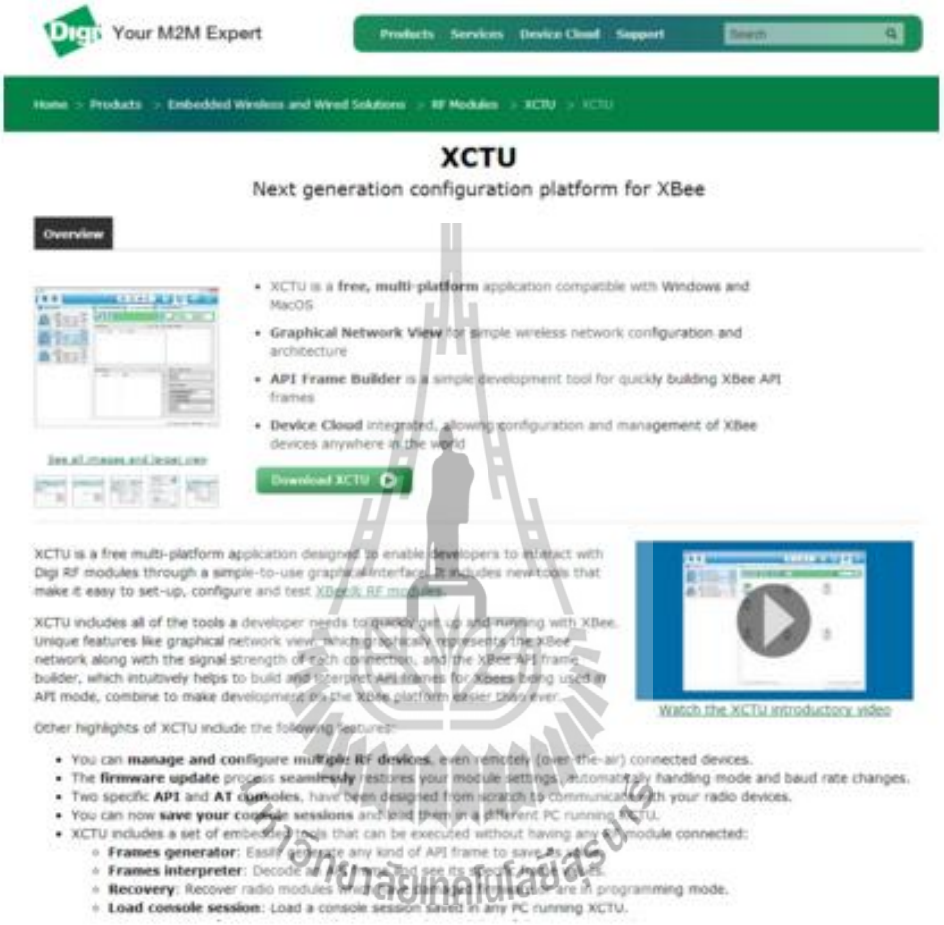
(2) Application Support Sub-Layerทำหน้าที่ในการสร้างเฟรมของ Application Layer และทำหน้าที่ในการรับ-ส่งข้อมูล รวมถึง การจัดการด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Application Layer

(3) Network Layerทำหน้าที่ในการ Routing ข้อมูลต่างๆ จากต้นทางไปยังปลายทางที่อาจอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน หรือต่างเครือข่ายกัน

2.4.5 การตั้งค่าโปรแกรม X-CTU

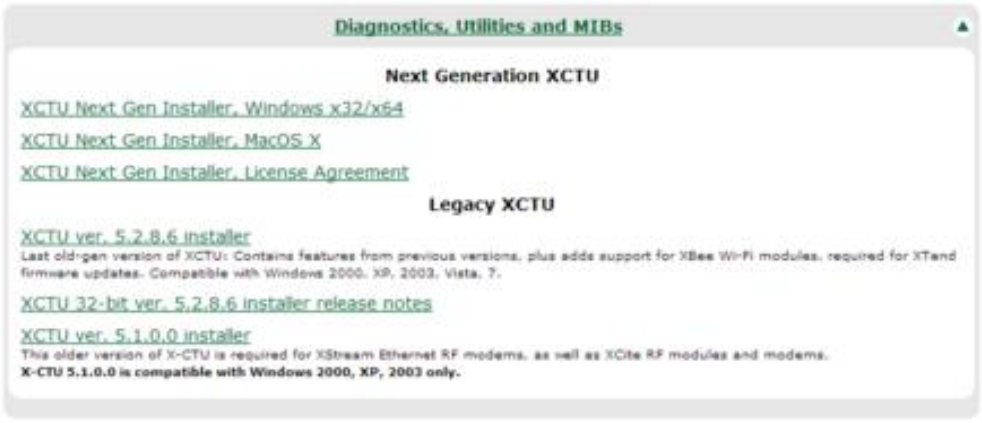
1.ติดตั้งโปรแกรม X-CTU โดยดาวน์โหลดจากไฟล์ติดตั้งได้จาก

http://www.digi.com/products/xBee-rf-solutions/xctu-software/xct



รูปที่ 2.32 รูปแบบของโปรแกรม XCTU

จากนั้นเลือกไฟล์ติดตั้งที่ตรงกับ OS ที่ติดตั้ง ในตัวอย่างนี้เลือกเป็น XCTU NEXT Gen, Window x32/x64

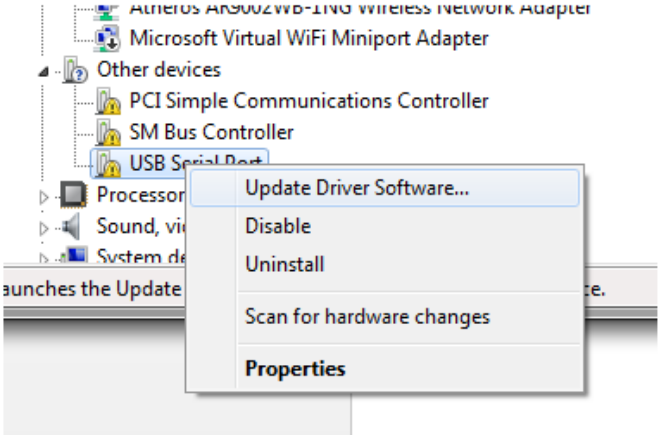


รูปที่ 2.33 แสดงการเลือกไฟล์การติดตั้ง

2.ติดตั้ง Driver USB to Serial สำหรับ Mini XBee USB Dongle โดย Download ไฟล์ติดตั้งได้ที่ http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm จากนั้นเลือกไฟล์ติดตั้งที่ตรงกับ OS ที่ติดตั้ง ในตัวอย่างนี้เลือกเป็น Window x86 (32 bits)

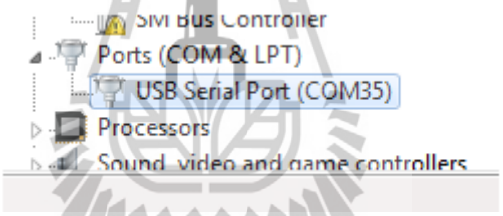
รูปที่ 2.34แสดงการติดตั้ง Driver USB to Serial Port สำหรับ Mini XBee USB Dongle

3.ติดตั้ง Driver Mini XBee USB Dongle โดยเสียบสาย USB เข้ากับบอร์ดและ PC เมื่อเข้าไปที่ Device Manager ในหัวข้อ Other Device คลิกขวาที่ USB เลือกหัวข้อ Update Driver Software จากนั้นเลือกที่อยู่ไฟล์ Driverข้อ 2



รูปที่ 2.35 แสดงการติดตั้ง Driver Mini XBee USB Dongle โดยเสียบสาย USB เข้ากับบอร์ดและ PC

หลังจากติดตั้ง Driver เสร็จเรียบร้อยแล้ว PC จะเห็นบอร์ดเป็น USB Serial Port หนึ่งพอร์ตในระบบ

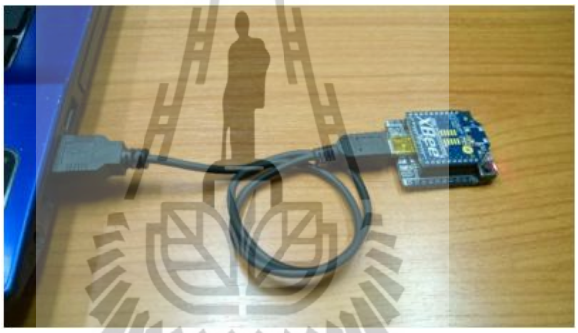


รูปที่ 2.36แสดงการมองเห็นบอร์ดเป็น USB Serial Port

4.ตรวจสอบ Serial Number โดยใน XBeeทุกตัวจะมีหมายเลข Serial Number อยู่ มีตัวเลข 2 ชุด คือ SH (Serial Number High)และSL(Serial Number Low) ใช้ค่านี้เพื่อกำหนดให้ XBeeทั้งสองติดต่อกัน

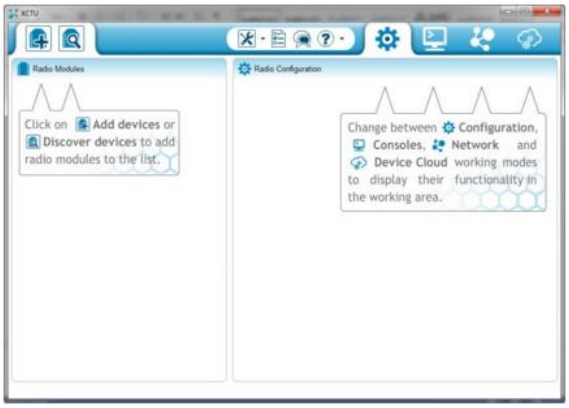
รูปที่ 2.37แสดงการตรวจสอบ Serial Number

5. กำหนดค่าให้กับ XBeeที่ต้องการตั้งค่าเป็น Coordinator ก่อน โดยต่อโมดูล XBeeเข้ากับบอร์ด Mini XBee USB Dongle และต่อเข้ากับ PC



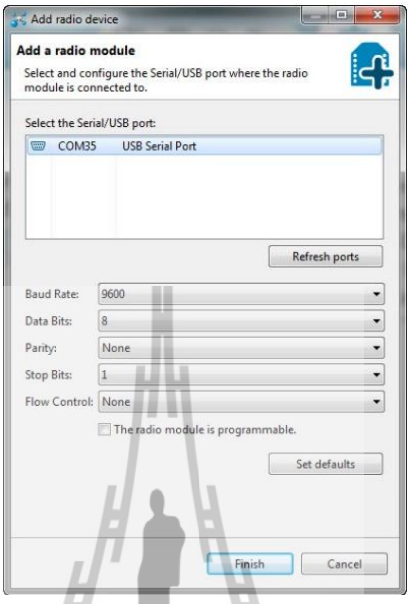
รูปที่ 2.38แสดงการเชื่อมต่อ XBeeเข้ากับ PC

6.เปิดโปรแกรม XCTU กดปุ่ม Add a radio module ดังรูป



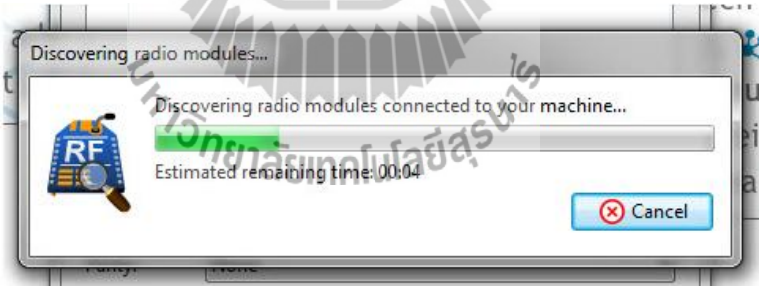
รูปที่ 2.39แสดงหน้าต่างของโปรแกรม XCTU

7.เลือกหมายเลข Serial Port ของ Mini XBeeUSB Dongle กำหนด Baud Rate เป็น 9600bps, Data Bits เท่ากับ 8, Parity เป็น None, Stop เท่ากับ 1,และ Flow Control เป็น Noneจากนั้นกดปุ่ม Finish



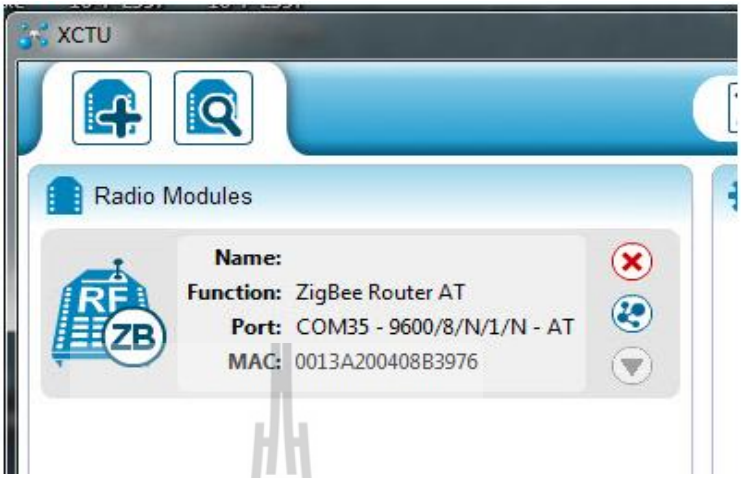
รูปที่ 2.40 แสดงการเลือกหมายเลข Serial Port และกำหนดค่าต่างๆ

8.รอให้โปรแกรมค้นหาโมดูลXBee



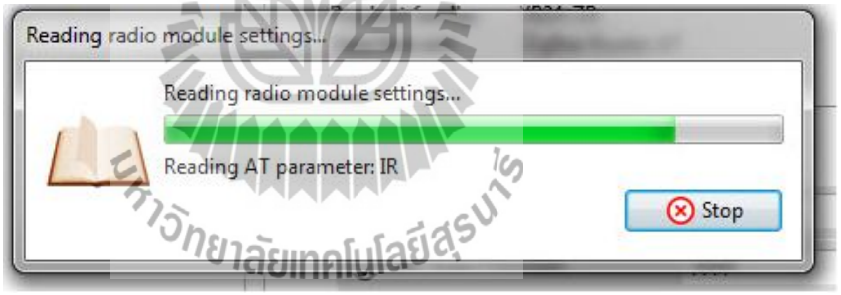
รูปที่ 2.41 แสดงหน้าต่างการรอโปรแกรมค้นหาโมดูล XBee

9.จากนั้นโปรแกรมจะแสดงชื่อรุ่น XBee ขึ้นมาดังภาพ ให้คลิกที่โมดูลเพื่อดูรายละเอียดพารามิเตอร์ต่างๆ ของโมดูล



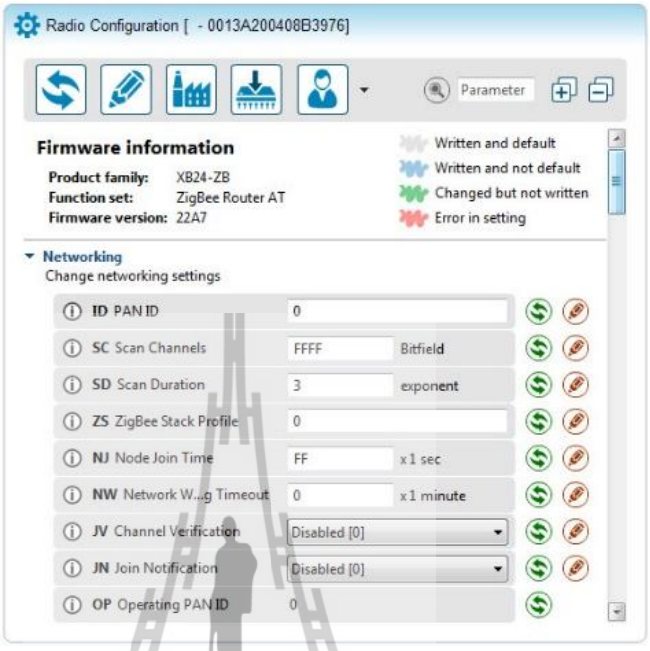
รูปที่ 2.42แสดงรายละเอียดพารามิเตอร์ต่างๆ ของโมดูล XBee

10. รอให้โปรแกรมอ่านค่าบนโมดูล



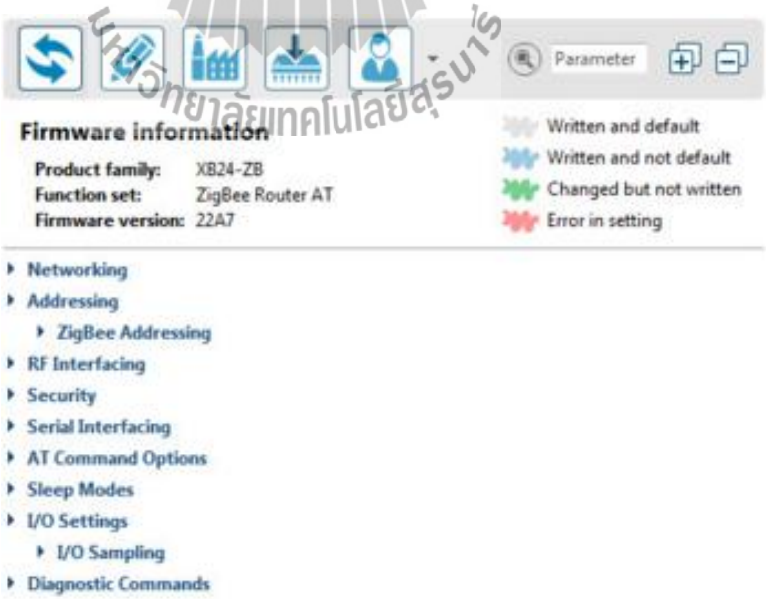
รูปที่ 2.43แสดงหน้าต่างรอให้โปรแกรมอ่านค่าบนโมดูล

11. จากนั้นด้านขวาของหน้าต่างโปรแกรมในหัวข้อ Radio Configuration จะแสดงค่าพารามิเตอร์ของXBee ดังรูป



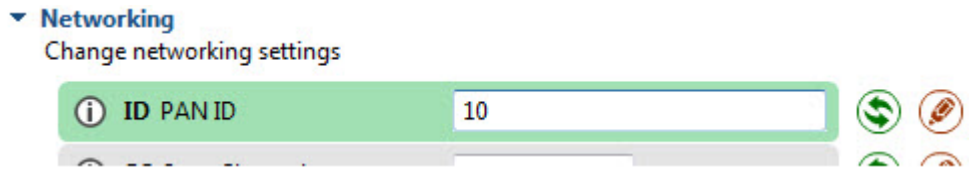
รูปที่ 2.44แสดงค่าพารามิเตอร์ของ XBee

12.กดปุ่ม Collapse All Setting Section เพื่อแสดงเฉพาะหัวข้อใหญ่เท่านั้น



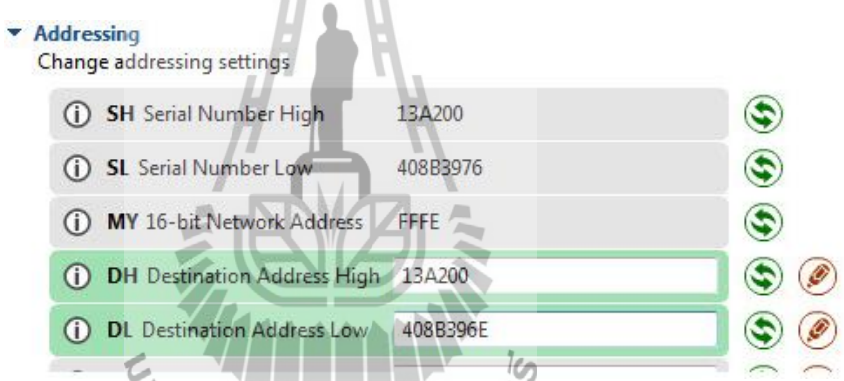
รูปที่ 2.45แสดงเฉพาะหัวข้อใหญ่ของโปรแกรม

13. ไปที่หัวข้อ Networking -> PAN ID (Personal Area Network Identifier) แสดงหมายเลข ID ของ Network ที่ XBeeใช้ในตัวอย่างนี้ กำหนดเป็น 10



รูปที่ 2.46แสดงการกำหนด PAN ID

14.ไปที่หัวข้อ Addressing -> DH Destination Address High และ DL Destination Address Low กำหนด Serial Number XBeeที่ต้องการติดต่อในตัวอย่างนี้ กำหนด DH เป็น 13A200 และ DL เป็น 408B396E

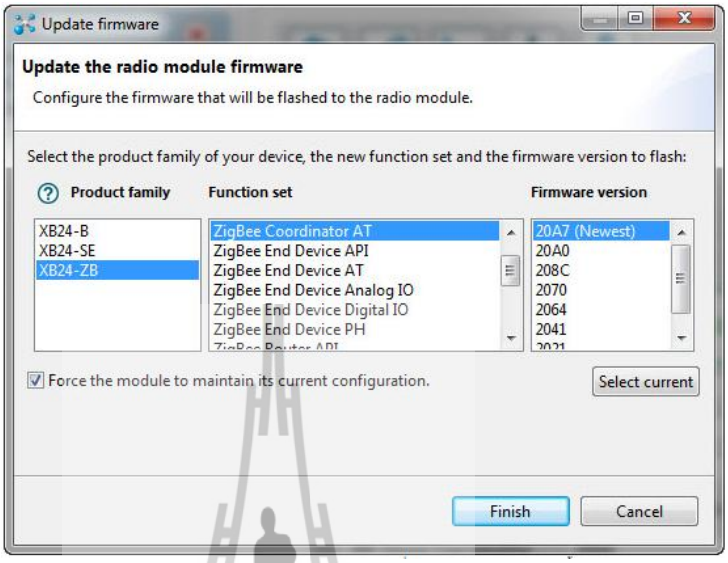


รูปที่ 2.47แสดงการกำหนดค่า DH และ DL

15.กดปุ่ม UpdateFirmware ดังภาพ

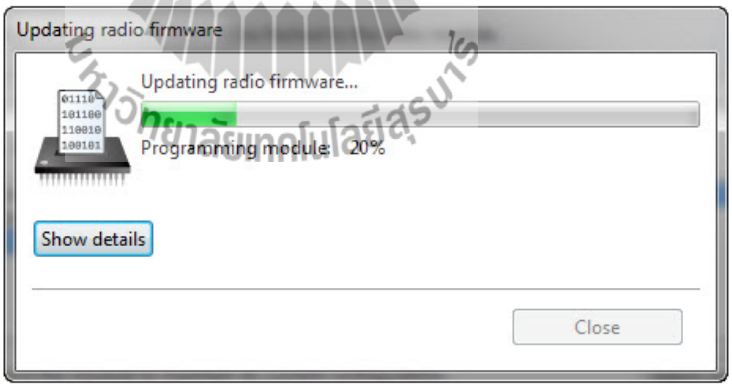
รูปที่ 2.48แสดงการ Update Firmware

16. เลือกรุ่น(Product family) XBee เป็น XB24-ZB ที่ช่อง Function Set กำหนดให้ XBee เป็น Coordinator โหมดการสื่อสารแบบ AT และเลือก Version เป็นรุ่นล่าสุด(20A7) ดังรูปแล้วกดปุ่ม Finish



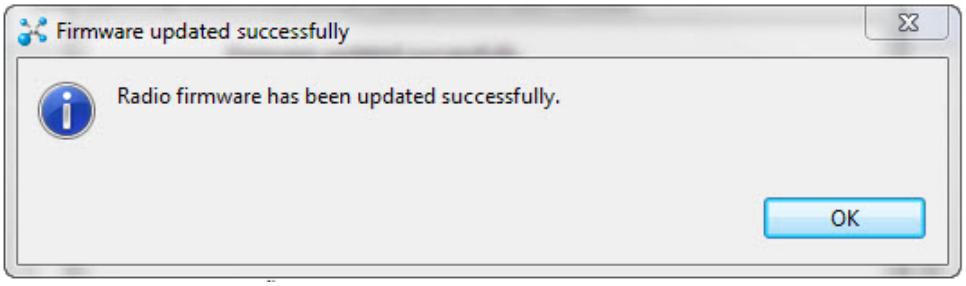
รูปที่ 2.49แสดงการเลือกโหมดการสื่อสารและการเลือก Version

17. รอให้โปรแกรมอัพเดตFirmware และตั้งค่า Parameter ตามที่เราได้กำหนดค่าก่อนหน้า



รูปที่ 2.50 แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware และตั้งค่า Parameter

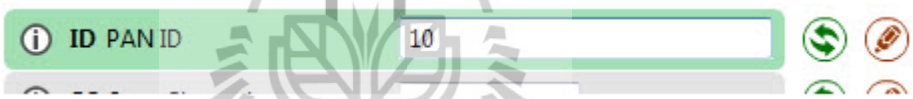
18.ถ้าการอัพเดตสำเร็จ โปรแกรมจะแสดงข้อความ “Radio firmware has been updated successfully” เสร็จขั้นตอนการตั้งค่าโมดูลXBeeเป็นCoordinator



รูปที่ 2.51แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware สำเร็จ

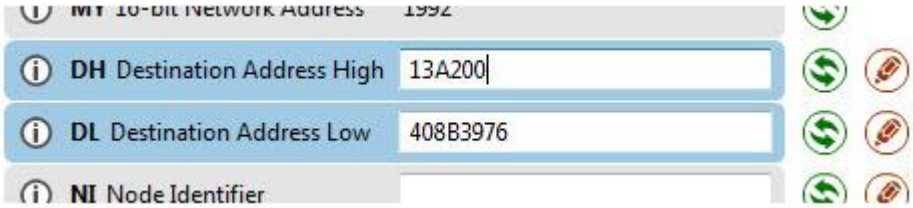
19. ถอด XBeeที่ตั้งค่าเป็น Coordinator ออกแล้วใส่ XBeeที่ต้องกาตั้งค่าเป็น Router เข้าไปแทน จากนั้นค้นหาโมดูลเช่นเดิมเหมือนขั้นตอนที่ 6-12

20. ไปที่หัวข้อ Networking > PAN ID กำหนดค่าเดียวกับ Coordinator คือ กำหนดเป็น 10



รูปที่ 2.52แสดงการกำหนดค่า PAN ID

21. ในหัวข้อ Addressing ส่วนของ DH และ DL กำหนดเลข Serial Number ของ Coordinator ลงไป กำหนด DH เป็น 13A200 และ DL เป็น 408B3976

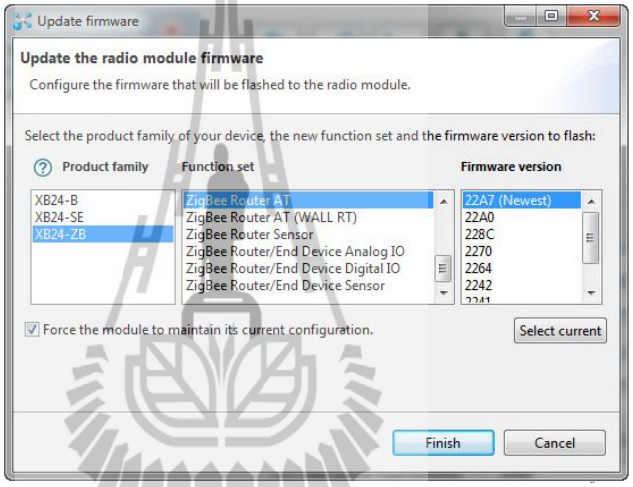


รูปที่ 2.53แสดงการกำหนดค่า DH และ DL

22. กดปุ่ม Update Firmware ดังรูป

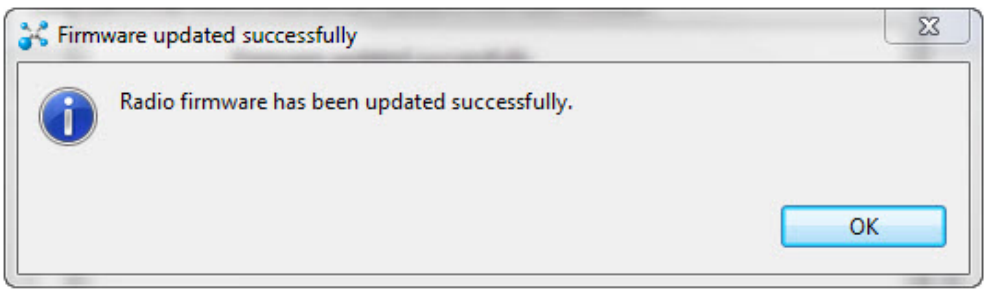
รูปที่ 2.54แสดงการ Update Firmware

23. เลือกรุ่น(Product family) ของ XBeeเป็น XB24-ZB ที่ช่อง Function Set กำหนดให้ XBee เป็น Router โหมดการสื่อสารแบบ AT และเลือก Version เป็นรุ่นล่าสุด (29A7)ดังรูป



รูปที่ 2.55แสดงการเลือกโหมดการสื่อสารและการเลือก Version

24. ถ้าการอัพเดตสำเร็จ โปรแกรมจะแสดงข้อความ “Radio firmware has been updated successfully” เสร็จขั้นตอนการตั้งค่าโมดูล XBeeเป็น Router



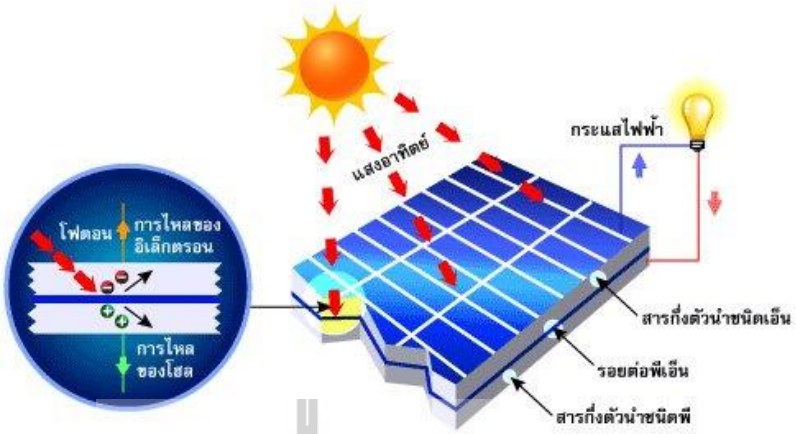
รูปที่ 2.56แสดงหน้าต่างการอัพเดต Firmware สำเร็จ

2.5 Solar cell

Solar Cell[5]หรือ PV มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือ เซลล์ Photovoltaic ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น Photo หมายถึง แสง และ Volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แนวความคิดนี้ได้ถูกค้นพบมาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1839 แต่เซลล์แสงอาทิตย์ก็ยังไม่ถูกสร้างขึ้นมาจนกระทั่งใน ปี ค.ศ. 1954 จึงมีการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ และได้ถูกนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับดาวเทียมในอวกาศ เมื่อ ปี ค.ศ. 1959 ดังนั้น สรุปได้ว่าเซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียมไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.5.1 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2.57 แสดงหลักการทำงานของ Solar Cell

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกขึ้น ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล โครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์ เพื่อแยกพาหะนำไฟฟ้าชนิดอิเล็กตรอนไปที่ขั้วลบ และพาหะนำไฟฟ้าชนิดโฮลไปที่ขั้วบวก (ปกติที่ฐานจะใช้สารกึ่งตัวนำชนิดพี ขั้วไฟฟ้าด้านหลังจึงเป็นขั้วบวก ส่วนด้านรับแสงใช้สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น ขั้วไฟฟ้าจึงเป็นขั้วลบ) ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อต่อให้ครบวงจรไฟฟ้าจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

2.6 บอร์ด Amplifier

2.6.1 เสียงและการได้ยิน

หูของมนุษย์สามารถได้ยินเฉพาะเสียงที่มีความถี่ในช่วง 20-20,000Hz เสียงที่ความถี่สูงกว่า 20,000 Hz ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถได้ยิน จะเรียกว่า อุลตราโซนิก(Ultrasonic) แต่สัตว์บางชนิดเช่น ค้างคาว โลมา สามารถได้ยินได้ ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่าช่วงนี้ เรียกว่า อินฟราโซนิก(Infrasonic)

รูปที่ 2.58เสียงและการได้ยิน

2.6.2การทำงานของบอร์ด Amplifier

รูปที่ 2.59 บอร์ด Amplifier

Amplifier[6]เป็นอุปกรณ์ที่ทำ หน้าที่เปลี่ยนหรือเพิ่มความกว้างของคลื่นเสียง ซึ่งก็คือ เป็นการเพิ่มความดังของสัญญาณให้มากขึ้น ทำให้เสียงที่ได้ยินมีความดังขึ้น

ความสัมพันธ์ของสัญญาณขาเข้า(Input) ไปยังสัญญาณขาออก(Output) ของ Amplifier ทำหน้าที่ในการจัดการความถี่ขาเข้า(Input Frequency)คือหน้าที่ในการเปลี่ยนผ่าน(Transfer Function)ของ Amplifier และความกว้างหรืออัตราขยายของหน้าที่นี้ถูกเรียกว่า Gain ซึ่งโดยทั่วไปอาจหมายถึงเครื่องขยายอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Amplifier) ที่สัญญาณขาเข้า(Input Signal) มักจะเป็นแรงดันหรือกระแส(Voltage or Current)

ในการใช้งานด้านเสียง Amplifier จะเป็นตัวขับลำโพง(Loudspeakers)ที่ใช้ในระบบขยายพลังเสียง(PA Systemหรือ Public Address System)เพื่อทำให้เสียงพูดดังขึ้นหรือเล่นดนตรีที่อัดไว้

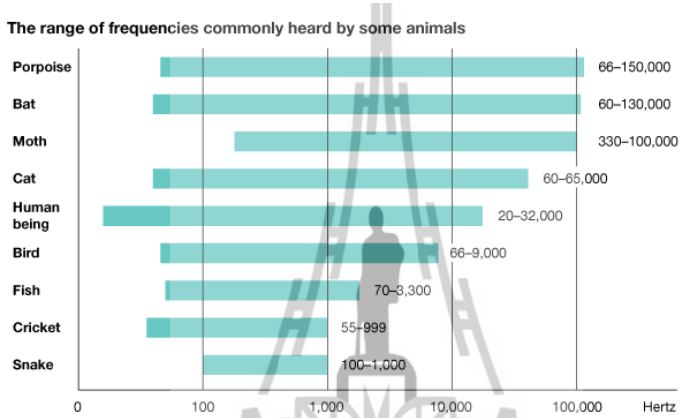
Amplifier อาจจะจัดกลุ่มตามแหล่งกำเนิดสัญญาณ(Source) ที่ได้ออกแบบให้ขยาย เช่น แอมป์กีตาร์สำหรับกีตาร์ไฟฟ้า ตามย่านความถี่ของสัญญาณ เช่น Audio, IF, RF และ VHF เป็นต้น คุณภาพของ Amplifier สามารถจัดคุณลักษณะได้ตามข้อกำหนดต่างๆหลักๆ ดังนี้

Gain คือ อัตราส่วน (Ratio) ของกำลัง หรือความกว้างสัญญาณขาออกต่อขาเข้า มีหน่วยเป็น เดซิเบล (Decibels) เมื่อใช้ค่าเดซิเบลจะเป็นการวัดแบบลอการิทึม (Logarithm)ดังนี้

$$G\ (dB) = \log\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right)$$

Gainของเครื่องขยายเสียง (Audio Amplifier) ส่วนใหญ่จึงถูกกำหนดด้วยแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ซึ่งค่าความต้านทานขาเข้า (Input Impedance) ของ Amplifier มักถูกกำหนดให้สูงกว่าความต้านทานของแหล่งสัญญาณขาเข้า (Source Impedance) และความต้านทานเชิงซ้อน (Load Impedance) จะต้องสูงกว่าความต้านทานขาออกของ Amplifier(Amplifier's Output Impedance)

2.6.3 การได้ยินของสัตว์บางชนิด



รูปที่ 2.60แสดงการได้ยินของสัตว์ชนิดต่างๆ

จากรูปที่ 2.60จะเห็นว่านกสามารถได้ยินที่ช่วงความถี่ 66 – 9000 Hertz ซึ่งนกแต่ละชนิดจะมีขีดจำกัดของการได้ยินที่ไม่เท่ากัน ดังตัวอย่างการได้ยินของนกบางชนิดดังนี้

Species	Approximate (Hz)		Species	Approximate (Hz)
Human	64 - 23,000		Beluga whale - ปลาวาฬ	1,000 - 123,000
Dog	67 - 45,000		Bat - ค้างคาว	2,000 - 110,000
Cat	45 - 64,000		Elephant	16 - 12,000
Cow	23 - 35,000		Porpoise	75 - 150,000
Horse	55 - 33,500		Goldfish	20 - 3,000
Sheep	100 - 30,000		Catfish	50 - 4,000
Rabbit	360 - 42,000		Tuna	50 - 1,100
Rat	200 - 76,000		Bullfrog	100 - 3,000
Mouse	1,000 - 91,000		Tree frog	50 - 4,000
Guinea Pig	54 - 50,000		Chicken	125 - 2,000
Hedgehog	250 - 45,000		Canary - นกขมิ้น นกคีรีบูน	250 - 8,000
Raccoon	100 - 40,000		Parakeet - นกแก้ว นกแขกเต้า	200 - 8,500
Ferret	16 - 44,000		Cockatiel - นกแก้ว นกกระตั้ว	250 - 8,000
Opossum	500 - 64,000		Owl - นกฮูก นกเค้าแมว	200 - 12,000
Chinchilla	90 - 22,800		Swiftlet - นกแอ่น	???? - ?????

รูปที่ 2.61แสดงประเภทของสัตว์และความถี่ที่ได้ยิน

จากรูปที่ 2.61หากว่าเราให้ความสนใจไปในส่วนของนกชนิดต่างๆ จะเห็นได้ว่า ความถี่เฉลี่ยที่นกได้ยินจะเริ่มต้นที่ประมาณ 200 – 250 Hertz และความถี่สูงสุดจะอยู่ที่ประมาณ 8,800 – 8,500 Hertz

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
ผลการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบ

3.1 กล่าวนำ

บทที่3 นี้จะกล่าวถึงการนำเอาอุปกรณ์ต้นแบบมาทดสอบการไล่นกในนาข้าว ซึ่งพิจารณาจากพฤติกรรมของนกที่แสดงออกโดยเปรียบเทียบจากก่อนติดตั้งอุปกรณ์ไล่นกในนาข้าวและหลังจากที่ติดตั้งอุปกรณ์ไล่นกในนาข้าว เพื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของการไล่นกในนาข้าวจากเสียงของนกล่าเหยื่อว่าสามารถไล่นกได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งในการทดสอบนี้จะใช้เป็นเสียงของเหยี่ยวในการทดสอบ

3.2 วิธีการไล่นก

ปัจจุบันมีผู้ประสบปัญหาเกี่ยวกับนกมากมาย จึงได้ทำการคิดค้นวิธีการไล่นก[7] ขึ้นมาดังนี้

1. ใช้ถุงน้ำและแผ่นซีดีช่วยไล่นก
2. รูปปั้นไล่นกหรือหุ่นไล่กา
3. ใช้เสียงของปืนหรือประทัดช่วยไล่นก
4. วิธีการใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านในการไล่นก อาทิเช่น การผูกหุ่นฟางแล้วนำไปปักไว้กลางทุ่งนาเพื่อขับไล่นกที่จะมาจิกกินเมล็ดข้าวในทุ่งนา หรือการนำพริกสดหรือสิ่งต่างๆ ที่นกไม่ชอบ เช่น เมล็ดอ่อน เปลือกส้ม ไปวางไว้ตามที่ที่นกมาเกาะเพื่อให้ไอร้อนของพริกทำให้นกเกิดอาการแสบร้อนจนทนไม่ได้และหนีไป เป็นต้น

3.3ตัวอย่างของนกที่พบในนาข้าว

รูปที่ 3.1นกปากห่าง

นกปากห่าง (Asian Open-billed) เป็นนกชนิดหนึ่งในวงศ์นกกระสา รูปร่างมีความคล้ายคลึงกัน คือ ขายาว คอยาว ปีกว้าง ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน จะอยู่ปากที่ปิดไม่สนิท มีร่องโค้งตรงปาก ประมาณ 2ใน 3ของความยาวของปาก ร่องปากจะมีระยะห่างมากน้อยตามวัยของนก ตัวเต็มวัยในฤดูผสมพันธุ์ลำตัวด้านบนและลำตัวด้านล่างมีสีขาวสะอาด ขนปลายปีก หาง และตะโพกเป็นสีดำ ขาเป็นสีชมพูสดใส ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์สีตามลำตัวเป็นสีเทาอ่อน หัวและคอสีน้ำตาล ขาเป็นสีเทานกวัยรุ่น (ImmatureBirds)จะมีลักษณะคล้ายกับนกโตเต็มวัยนอกฤดูผสมพันธุ์ คือ ขนเป็นสีเทาเข้ม ที่หัวและคอค่อนไปทางสีน้ำตาล ปากสั้นและทื่อ ไม่มีช่องเปิดที่ปากในช่วงที่เป็นลูกนก ลูกนกเล็กๆ จะมีปากติดกันและจะค่อยๆ ขยายกว้างขึ้นเมื่อเจริญวัยเต็มที่ ร่องปากเป็นสิ่งที่ธรรมชาติสร้างให้นกปากห่างสามารถคาบหอยโข่งหรือหอยเชอรี่ได้ถนัดและไม่หลุด นกปากห่างจะกินเนื้อหอยโข่งด้วยการคาบหอยไว้ตรงร่องปากดึงฝาหอยทิ้งไป แล้วค่อยๆ คาบเนื้อหอยออกมากินหรือป้อนลูกอ่อน

3.4 เสียงของนกล่าเหยื่อ

นกล่าเหยื่อ หรือ Bird of Preyนั้น คือกลุ่มนกที่กินเนื้อสัตว์มีกระดูกสันหลังอื่นๆ เป็นอาหารรวมถึงนกด้วยกันเอง (ถึงแม้ว่าแร้งจะกินซากก็ตาม) นกเหล่านี้มีประสาทสัมผัสโดยเฉพาะการมองเห็นที่ยอดเยี่ยม กรงเล็บและจะงอยปากของนกนักล่านั้นมักจะมีขนาดใหญ่และทรงพลัง ซึ่งเอาไว้ใช้ในการฉีกหรือเจาะทะลุเนื้อเยื่อ นกนักล่านั้นคือสัตว์ที่อยู่บนสุดของห่วงโซ่อาหารซึ่งทำให้พวกมันมีความสำคัญต่อระบบนิเวศและได้รับการอนุรักษ์แบบพิเศษเช่น เหยี่ยวนกฮูกนกแร้งนกอินทรีย์ เป็นต้น นกที่พบในบริเวณศึกษาแปลงนาข้าวที่หน่วยวิจัยเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี คือ นกปากห่าง ซึ่งเป็นนกที่กลัวเสียงเหยี่ยว เมื่อทำการทดสอบอุปกรณ์ทำให้นกปากห่างตอบสนองต่อเสียงเหยี่ยวค่อนข้างมาก

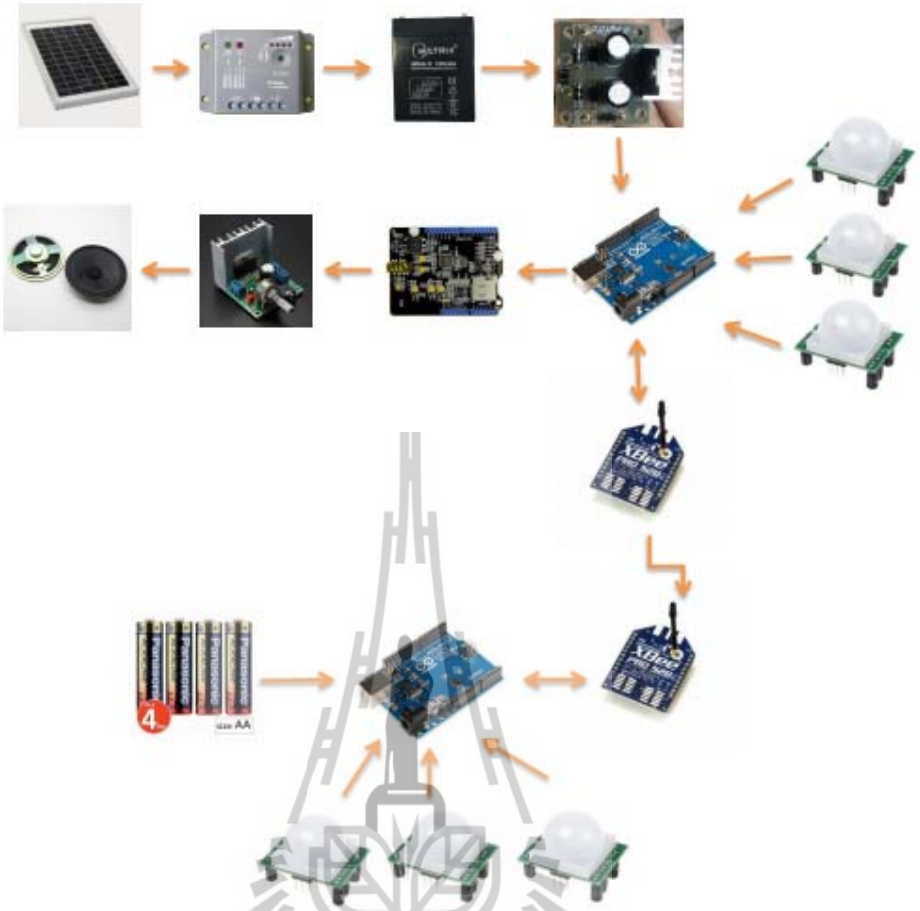
3.5การทำการทดสอบประสิทธิภาพการไล่นกในนาข้าว

3.5.1 ชุดอุปกรณ์

ชุดอุปกรณ์ ประกอบไปด้วยภาคส่งคือบอร์ด Arduino UNOR3 ซึ่งรับค่าจาก PIR Motion Sensor ที่จับการเคลื่อนไหวของนก โดยเซนเซอร์จะส่งข้อมูลโดย XBee แบบ Point- to - Point ที่ทำหน้าที่เป็น Router และส่งข้อมูลไร้สายไปยังXBee ที่เป็น Coordinator ที่ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino UNO R3 จากนั้นบอร์ด Arduino UNO R3 จะส่งค่าไปยังบอร์ด Music Shield V2.0 เพื่อเล่นเสียงของนกล่าเหยื่อ แล้วส่งเสียงต่อไปยังวงจร Amplifier เพื่อขยายสัญญาณเสียงและส่งเสียงออกไปยังลำโพง ในการทำวงจรนี้จะใช้แหล่งจ่ายไฟจาก 2 แหล่งจ่ายคือแบตเตอรี่ขนาด 12V และแผงโซล่าเซลล์กำลังงาน 5W ซึ่งในการใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 12V จะต้องใช้วงจรแปลงกระแสไฟจากแบตเตอรี่แรงดัน 12V เป็นแรงดัน 5V เพื่อที่จะใช้ต่อกับบอร์ดArduino UNO R3

3.5.2 เสียงที่ใช้ในการเล่นเป็นเสียงที่มีคลื่นความถี่ 44KHz

3.5.3 ลำโพงที่ใช้เป็นลำโพงมิดเรนจ์ ซึ่งเป็นลำโพงขนาดกลาง (4-6 นิ้ว) ของลำโพงไดนา-มิก ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในช่วงความถี่กลางๆ คือไม่ต่ำมากและไม่สูงมากจนเกินไป ตอบสนองความถี่เสียงในช่วงประมาณ 500 - 5,000 Hz เหมาะสำหรับวงจร ค่าเสียงที่ได้มีความผิดเพี้ยนน้อย (ความผิดเพี้ยนเกิดจากวัสดุที่นำมาใช้ทำลำโพง)



รูปที่ 3.2 แสดงการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์ภายใน

3.5.4สถานที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์

สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์คือนาข้าวที่หน่วยวิจัยเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.4ภาพถ่ายดาวเทียมของนาข้าวที่หน่วยวิจัยเกษตรอินทรีย์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.6พฤติกรรมของนก

ก่อนที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์มีนกอยู่ในนาข้าวจำนวนหนึ่ง

รูปที่ 3.5นกในนาข้าว

การทดสอบอุปกรณ์เซนเซอร์ในนาข้าว ได้ทำการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งที่ นาข้าวของหน่วยงานเกษตรอินทรีย์ จำนวน2 ตัว โดยแต่ละตัวตั้งห่างกันประมาณ 7-8 เมตร เพื่อให้ครอบคลุมการทำงานของ PIR Motion Sensor ซึ่งพบว่าเมื่อมีนกหรือแมลงเข้ามาในรัศมีของเซนเซอร์ ทำให้อุปกรณ์เกิดการทำงาน แต่เนื่องจาก PIR Motion Sensor มีความไวต่อการตรวจจับความร้อนในสิ่งมีชีวิตที่ค่อนข้างสูง เมื่อมีแมลงบินผ่านทำให้อุปกรณ์เกิดการทำงาน จึงทำให้นกที่อยู่ในบริเวณนั้นได้ยินเสียงของนกล่าเหยื่อและไม่เข้ามาในบริเวณที่ทำการทดสอบอุปกรณ์ไล่นกในนาข้าว

ผลของการทดสอบอุปกรณ์เบื้องต้นสามารถศึกษาได้จากวิดีโอที่แนบมากับรายงานเล่มนี้

รูปที่ 3.6อุปกรณ์เซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว

3.7วิเคราะห์ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ในนาข้าว

จากการทดสอบอุปกรณ์เบื้องต้นพบว่า มีนกปากห่างเท่านั้นที่มีผลต่อการทดสอบอุปกรณ์ เนื่องจากนกปากห่างจะกลัวเสียงของนกล่าเหยื่อ ทำให้เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ทิ้งไว้แล้วเฝ้าดูพฤติกรรมพบว่า เมื่อนกปากห่างได้ยินเสียงของนกล่าเหยื่อแล้วจะบินหนีไป

3.8ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

เนื่องจากในนาข้าวไม่ได้มีแค่เพียงนกปากห่างชนิดเดียวเท่านั้น ยังมีนกชนิดอื่นๆ อีก แต่เนื่องจากนกชนิดอื่นไม่มีความกลัวต่อเสียงของนกล่าเหยื่อจึงทำให้ไม่สามารถไล่นกออกไปได้

แนวทางในการแก้ปัญหาคือ ในอนาคตอาจจะมีการเพิ่มเสียงชนิดอื่นเพิ่มเข้ามา อาทิเช่น เสียงปืนหรือเสียงประทัด เป็นต้น

บทที่ 4
บทสรุปของโครงงาน

4.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงงานระบบเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าวซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาที่พบในขณะดำเนินการวิธีการแก้ปัญหาข้อเสนอแนะและวิธีการพัฒนาโครงงานต่อไป

4.2 ปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา

ในการทำโครงงานระบบเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว พบปัญหาต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยตัวปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา แบ่งเป็นด้านต่างๆดังนี้

4.2.1 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากอุปกรณ์ต้นแบบถูกติดตั้งไว้ในนาข้าว ทำให้ต้องพบเจอสภาพอากาศต่างๆที่เปลี่ยนไปในแต่ละวัน ทำให้สภาพแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ที่แสดงปัญหา สาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ไขปัญหา ดังนี้

ตารางที่ 4.1ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขด้านสภาพแวดล้อม

ปัญหา	สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา
1.บอร์ดมีความร้อนและทำให้มีผลต่อการทำงาน	**สาเหตุ**: อากาศร้อนมากๆ ประกอบกับอุปกรณ์ทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน **วิธีแก้ไข**: หาตำแหน่งที่ติดตั้งให้มีอากาศถ่ายเทและออกแบบอุปกรณ์ให้มีการกันความร้อนให้มากที่สุด

4.2.2 ปัญหาด้านเทคนิค

ตารางที่ 4.2ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขด้านเทคนิค

ปัญหา	สาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ไขปัญหา
1.คอมพิวเตอร์หา Com Port ของอุปกรณ์ XBee ไม่เจอ	**สาเหตุ**: การที่ระบบยังไม่เสถียรและการใช้งาน XBeeมีการเขียน Firmware ผิดพลาดบ่อยๆ ทำให้อุปกรณ์มีปัญหา **วิธีแก้ไข**: ต้องทำการ Reset ตัว XBeeบ่อยๆ หรือทุกครั้งที่มีปัญหา
2.เกิดสัญญาณรบกวนในขณะที่อุปกรณ์กำลังเล่นเสียงนกล่าเหยื่อ	**สาเหตุ**: เกิดจากคลื่นแม่เหล็กที่แผ่ออกมาจากลำโพง และการต่อสายไฟที่ไม่เป็นระเบียบ **วิธีแก้ไข**: สัญญาณรบกวนที่เกิดจากคลื่นสนามแม่เหล็กแก้ไขโดยการใช้อลูมิเนียมฟอยล์ห่อหุ้มลำโพง และสาเหตุที่เกิดจากการต่อสายไฟแก้ไขโดยการต่อและจัดเรียงสายไฟให้เป็นระเบียบ
3. การทำงานของ PIR Motion Sensor	**สาเหตุ**: เนื่องจาก PIR Motion Sensor สามารถทำงานได้ในระยะและมุมที่จำกัด และอาจไม่ครอบคลุมในบางจุด **วิธีแก้ไข**: ติดตั้งอุปกรณ์ไล่นกในนาข้าวเพิ่มขึ้นเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ
4. เสียงที่ใช้ในการไล่นก	**สาเหตุ** : เนื่องจากนกมีความฉลาดทำให้สามารถปรับตัวกับเสียงที่ใช้ได้เร็วทำให้นกไม่กลัวเสียงที่ใช้ **วิธีแก้ไข**: เพิ่มเสียงให้มีความหลากหลาย และเล่นเสียงโดยใช้วิธีการสุ่ม เพื่อไม่ให้นกเกิดความเคยชิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.3 ปัญหาด้านอายุการใช้งาน

จากหลักการทำงานของตัวอุปกรณ์แต่ละตัว ทำให้ทราบถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพราะอุปกรณ์บางตัวนั้นมีการทำงานอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ประสิทธิภาพและอายุการใช้งานนั้นลดลงไปเรื่อยๆและท้ายที่สุดก็จะเสื่อมสภาพไปตามกาลเวลา

ตารางที่ 4.3ปัญหาและสาเหตุที่พบในขณะดำเนินงานและวิธีการแก้ไขของด้านอายุการใช้งาน

ปัญหา	สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา
1. ลำโพง	**สาเหตุ**: เนื่องจากลำโพงมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างจำกัด กล่าวคือไม่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม **วิธีแก้ไข**: จำเป็นต้องเปลี่ยนใหม่ หากลำโพงไม่สามารถใช้งานได้แล้วหรืออาจจะติดตั้งที่ครอบตัวลำโพงเพื่อป้องกันจากสภาพแวดล้อมต่างๆได้
2. ขาตั้งอุปกรณ์ที่ทำจากท่อพีวีซี	**สาเหตุ**: เนื่องด้วยเป็นการไล่นกในนาข้าว เราจึงเลือกใช้ท่อพีวีซีในการทำขาตั้งเพื่อป้องกันการเกิดสนิมของเหล็ก แต่เนื่องจากท่อพีวีซีมีอายุการใช้งานที่ไม่มากนัก อาจทำให้เกิดการชำรุดได้ง่าย **วิธีแก้ไข**: หากมีการใช้งานผ่านไปเป็นระยะเวลานานอาจจะเปลี่ยนจากท่อพีวีซีเป็นวัสดุที่ทนทานกว่า เพื่อนความคงทนและใช้งานต่อไปได้นานมากขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 บอร์ด Arduino UNO R3 และ Music Shield V2.0จะใช้แรงดันไฟฟ้าที่ค่อนข้างจำกัด จึงจำเป็นต้องมีตัวแปลงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเข้ามาช่วยในเรื่องของการทำงานของวงจรโดยรวม

4.3.2 อุปกรณ์ XBeeนั้นยังมีข้อบกพร่องในการค้นหา Com Port ซึ่งอาจจะทำให้หาสาเหตุไม่เจอบ้างในบางครั้งและแก้ไขปัญหาด้วยวิธีที่กำหนดมาแต่ไม่หายบ้างในบางครั้งจึงต้องใช้ความพยายามในการเชื่อมต่อที่ต้องอดทนเป็นอย่างมาก เพราะคอมพิวเตอร์อาจจะหา Com Port ไม่เจออย่างไม่ทราบสาเหตุ และค้นหาเจอเองโดยไม่ต้องทำการReset อุปกรณ์ XBeeเลย

4.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

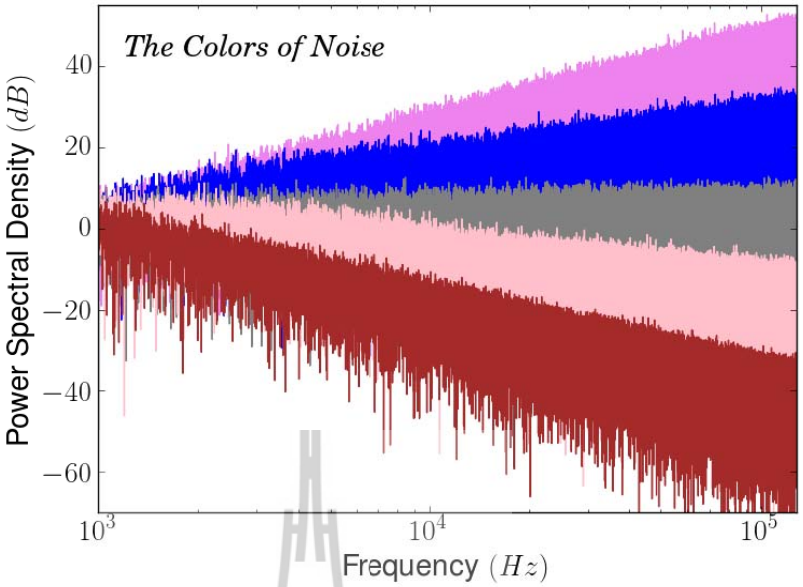
4.4.1 จากปัญหาที่พบต่างๆ ทำให้ทราบถึงแนวทางการพัฒนาเพื่อที่จะขจัดปัญหาเหล่านั้นได้ในระยะยาว นั่นคือการออกแบบชิ้นงานให้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะตัวลำโพงและขาตั้งที่ต้องออกแบบให้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่อาจจะมีฝนตก เนื่องจากลำโพงและขาตั้งอาจไม่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมนี้ได้

4.4.2 เพื่อให้การทำงานที่ครอบคลุม อาจจะเพิ่มการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นาข้าว จะทำให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้น

4.4.3 เพิ่มเสียงให้มีความหลากหลายมากขึ้น โดยทำการเล่นเสียงแบบสุ่ม เพื่อให้นกไม่เกิดความเคยชินกับเสียงเพียงเสียงเดียว

4.4.4 ในอนาคตอาจจะมีวิธีการไล่นกแบบ Color Noise[8] คือการใช้แถบความถี่เสียงที่แบ่งเป็นแถบสีต่างๆ โดยแต่ละแถบสีมีความถี่เสียงที่ไม่เท่ากัน หลักการทำงานของ Color Noise คือเลือกใช้เฉพาะบางความถี่เพื่อให้ความถี่นั้นๆไปรบกวนการสื่อสารกันระหว่างนก ทำให้นกสื่อสารกันไม่ได้ จึงบินไปที่อื่น ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่มีความปลอดภัยต่อนกสูง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.1 แสดงคลื่นความถี่ของ Color Noise

4.4.5 นำเซนเซอร์อื่นๆมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน เช่น เซนเซอร์วัดความเข้มแสง, เซนเซอร์วัดความชื้น, เซนเซอร์วัดระดับน้ำ และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างครบครันภายในเครื่องเดียว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

[1] เอกชัย มะการ. (255/). *เรียนรู้และเข้าใจใช้งานไมโครอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino (พิมพ์ครั้งที่ 1).* กรุงเทพฯ: บริษัท อีทีที จำกัด

[2] http://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/music-shield-v2-0-detail.html

[3]http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/pir-motion-sensor-getting-started.html

[4] http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/learning-xbee-with-xbee-series-2-starter-kit.html

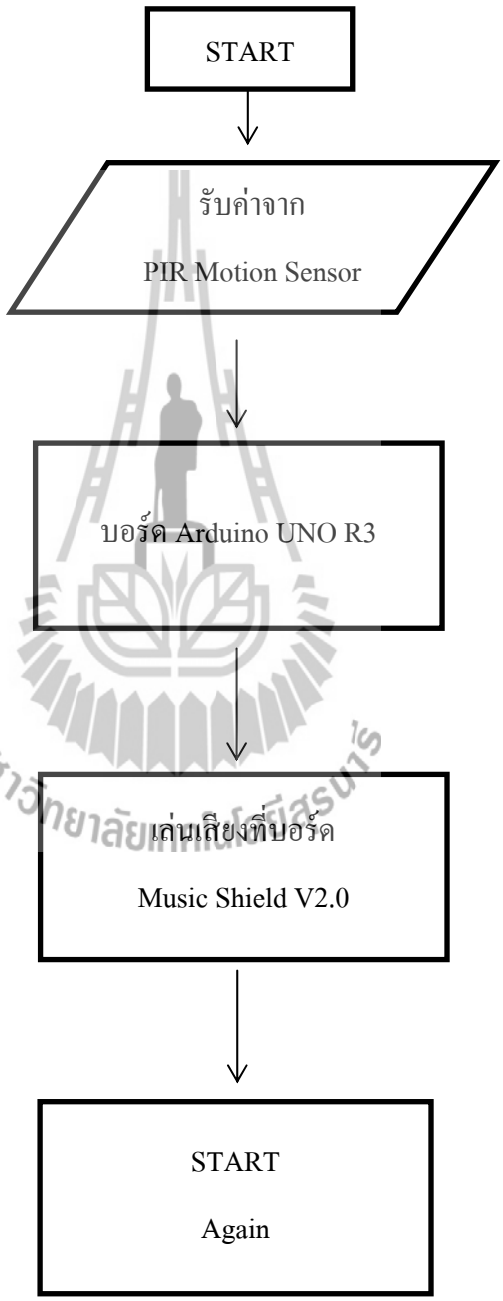
[5] http://tawansolarcell.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=4

[6] http://www.banggood.com/ACDC-12V-2-x-15W-TDA7297-Version-B-Digital-Audio-Amplifier-Board-p-917242.html

http://www.audiocity2u.com/Knowledgeความรู้ทั่วไป ด้านเครื่องเสียง/เครื่องขยาย-Amplifier.html

ภาคผนวก

ขั้นตอนการทำงานของเซนเซอร์ไล่นกในนาข้าว



โค้ดโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ไล่นกในนาข้าว

```
#include <MusicPlayer.h>          //อ้างอิงไฟล์ที่อยู่ในบอร์ด Music Shield
#include <pins_config.h>          //อ้างไฟล์จากขาที่ตั้งค่า
#include <vs10xx.h>               //อ้างอิงไฟล์ที่อยู่ในชิพเบอร์ vs10xx
#include <SD.h>                   //อ้างอิงไฟล์ที่อยู่ใน SD Card
#include <SPI.h>                  //อ้างอิงไฟล์จากขา SPI
#include <arduino.h>              //อ้างอิงไฟล์จากบอร์ดArduino
#define rxpin                     //กำหนดขา rx
#define txpin                     //กำหนดขาtx
MusicPlayermyplayer;              //กำหนดให้บอร์ด Music Shield ชื่อ myplayer
constintmyplayerPin = 13;         //กำหนดให้บอร์ด Music Shield เชื่อมต่อโดย
                                  ใช้ขา 13
constintinputPin = 2;             //กำหนดให้ PIR Motion Sensor เชื่อมต่อโดย
                                  ใช้ขา 2
constint inputPin2 = 3;           //กำหนดให้ PIR Motion Sensor เชื่อมต่อโดย
                                  ใช้ขา 3
constint inputPin3 = 4;           //กำหนดให้ PIR Motion Sensor เชื่อมต่อโดย
                                  ใช้ขา 4

voidsetup() {
Serial.begin(9600);               //ความเร็วในการสื่อสาร 9600 baud
pinMode(myplayerPin, OUTPUT);     //กำหนดให้ขาMusic Shield เป็น เอาต์พุต
pinMode(inputPin, INPUT);         //กำหนดให้PIR Motion Sensor ตัวที่ 1 เป็น
                                  อินพุต
pinMode(inputPin2, INPUT);        //กำหนดให้PIR Motion Sensor ตัวที่ 2 เป็น
                                  อินพุต
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
pinMode(inputPin3, INPUT);                    //กำหนดให้PIR Motion Sensor ตัวที่ 3 เป็นอินพุต
myplayer.digitalControlEnable();              //ควบคุมการใช้งานบอร์ดMusic Shield ด้วยระบบดิจิตอล
myplayer.begin();                             //will initializethe hardware and set default mode to be normal.
myplayer.setPlayMode(PM_REPEAT_LIST);         //เล่นเสียงด้วยโหมดเล่นซ้ำเสียงเดิม
myplayer.scanAndPlayAll();                    //If the current playlist is emptyit will add all the songs in the root directory to the playlist.
}
void loop() {
digitalWrite(inputPin, LOW);                  //กำหนดให้ PIR Motion Sensor ตัวที่1 ไม่ตรวจจับวัตถุ
digitalWrite(inputPin2, LOW);                 //กำหนดให้ PIR Motion Sensor ตัวที่2 ไม่ตรวจจับวัตถุ
digitalWrite(inputPin3, LOW);                 //กำหนดให้ PIR Motion Sensor ตัวที่3 ไม่ตรวจจับวัตถุ
delay(50);
intval = digitalRead(inputPin);               //กำหนดให้val เป็นค่าที่รับได้จาก PIR Motion Sensor ตัวที่ 1
int val2 = digitalRead(inputPin2);            //กำหนดให้ val2 เป็นค่าที่รับได้จาก PIR Motion Sensor ตัวที่ 2
int val3 = digitalRead(inputPin3);            //กำหนดให้ val3 เป็นค่าที่รับได้จาก PIR Motion Sensor ตัวที่ 3
if(val == HIGH||val2 == HIGH||val3 == HIGH)   //ถ้าค่าที่รับได้จาก valหรือ val2 หรือ val3 เท่ากับHigh แสดงว่าตรวจพบการเคลื่อนไหว
{
digitalWrite(myplayerPin, HIGH);              //กำหนดให้ค่าของบอร์ด Music Shield เป็น High
```

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```
delay(50);
myplayer.play();
delay(50);
digitalWrite(myplayerPin, LOW);
}
else{digitalWrite(myplayerPin, LOW);
}
}
```

//สั่งการให้บอร์ด Music Shield เล่นเสียง

//กำหนดให้บอร์ด Music Shield มีค่าเท่ากับ Low คือหยุดเล่นเสียง
//ถ้าvalหรือ val2 หรือ val3 มีค่าเท่ากับ Low กำหนดให้บอร์ด Music Shield มีค่าเท่ากับ Low คือไม่เล่นเสียง

ประวัติผู้เขียน

นางสาวธันยาภรณ์ สายทอง เกิดเมื่อวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2536

ภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนราชินีบูรณะ เมื่อปี 2554

ปัจจุบันเป็นนักศึกษชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวพิมพิศา นวลละออง เกิดเมื่อวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2535

ภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนตะพานหิน เมื่อปี 2553

ปัจจุบันเป็นนักศึกษชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี