ชื่อเรื่อง นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

ผู้วิจัย [redacted]

ปีที่ทำวิจัย 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการในการ ช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย พื้นที่ปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก 2) สร้างระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก 3) สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code การปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย ประกอบด้วย โหนดเซนเซอร์ โหนดฐาน และโหนดสถานี สำหรับเซนเซอร์ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ เซนเซอร์วัดแสงสว่าง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน 2) ระบบสารสนเทศ ประกอบด้วย สารสนเทศของสภาพแวดล้อม ข้อมูลการเพาะปลูก ข้อมูลแปลงปลูก ข้อมูลเกษตรกร การตรวจสอบย้อนกลับด้วยคิวอาร์โค้ด 3) ระบบตรวจสอบย้อนกลับประกอบด้วย ระบบคิวอาร์ อาร์โค้ดที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับ การปลูกกล้วยหอม สภาพการปลูก การทดสอบประสิทธิภาพ จะทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการผลการทดสอบพบว่า ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสามารถทำงานได้สมบูรณ์ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในพื้นที่จริงพบว่า ระบบสามารถทำงานได้สมบูรณ์เช่นกัน

Title Innovation of Assist farmers on planting and care Sweet Banana (klue hom thong) in Grow Area Organic Sweet Banana (klue hom thong) Contaminants toxins for Export.

Researcher [redacted]

Year 2018

Abstract

This is a presentation of the methodology. Help farmers to grow and care for banana (klue hom thong) in the area of banana(klue hom thong) for export. The purpose of the research is 1) Create a wireless sensor network environment monitoring system. 2) Create information system to care for the banana(klue hom thong) for export. 3) Create a traceable system with QR code system for export. The results of this research are as follows: 1) Wireless sensor network environment consists of sensor node, base node and sensor node , temperature sensor , relative humidity sensor, light sensor ,soil sensor ,humidity sensor. 2) The information system consists of information of the environment. Crop information transplant facts farmer information traceability with QR code. 3) The traceability system consists of: QR code system that can be traced back. Banana planting conditions the test results in the laboratory. Wireless sensor networks work perfectly. For performance testing in real space, find out. The system works well as well.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อห้องวิจัยและห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก และขอขอบคุณท่านผู้แต่งตำราทุกท่านที่ได้นำความรู้มาใช้ในงานวิจัยตลอดจนผู้ร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....(1)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....(2)

กิตติกรรมประกาศ.....(3)

สารบัญ .....(4)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 3

1.4 คำนิยามศัพท์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้ 5

2.2 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 10

2.1.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก 12

2.1.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม..... 12

2.3 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย Tmote sky 13

2.4 ตัวส่งสัญญาณ Xbee..... 15

2.4.1 การใช้งานโมดูลไร้สาย XBee 16

2.5 ตัวส่งสัญญาณ Nrf24l01..... 20

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 21

2.7 เกษตรอัจฉริยะ 25

2.8 การปลูกกล้วยหอมทอง..... 27

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 34

3.1 สร้างระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย 34

3.1.1 การออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 34

3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพ 41

3.1.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 47

3.2 ระบบสารสนเทศในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง 52

3.2.1 ยูสเคสไดอะแกรม 52

3.2.2 โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ 57

3.3 ระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code 62

บทที่ 4 ผลการวิจัย 64

4.1 ผลการใช้งานระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย 64

4.1.1 ระบบเครือข่ายใช้บอร์ด Arduino 64

4.1.2 ผลข้อมูลจากการเก็บสภาพแวดล้อมในสถานที่จริงในสวนกล้วยหอมทอง65

4.2 ผลระบบสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ 72

4.2.1 หน้าจอเว็บไซต์ แสดงข้อมูลทั่วไป 72

4.2.2 ข้อมูลของแปลงปลูก 72

4.2.3 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์ 73

4.3 ผลการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR 80

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 84

5.1 สรุปผลการวิจัย 84

5.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ สร้างระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 85

5.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพ 85

5.1.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 87

5.1.4 ผลข้อมูลจากการเก็บสภาพแวดล้อมในสถานที่จริง 88

5.1.5 ผลระบบสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ 89
5.2 ข้อเสนอแนะการนำงานวิจัยไปใช้ 89
5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 90

บรรณานุกรม 91

ภาคผนวก 93

ประวัติผู้วิจัย 101

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาและอุปสรรคในการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ คือ การเพิ่มพื้นที่ปลูกเป็นไปอย่างล้าช้าไม่ทันต่อความต้องการบริโภคของประเทศญี่ปุ่นซึ่งต้องการเพิ่มขึ้นปีละ 1 ล้านตัน สาเหตุเนื่องจากไม่ค่อยมีใครอยากปลูกเพราะขั้นตอนการปลูกการผลิตมีความเข้มงวดมาก ตั้งแต่การเตรียมดิน ขั้นตอนการปลูก และการขนส่ง (ศูนย์รวมข่าวเกษตร, 2551) จากข้อมูลการส่งออกเช่น ปี 2551 สหกรณ์การเกษตรท่ายางจำกัด มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการจำนวน 259 ราย พื้นที่เพาะปลูก 1,500 ไร่ มีผลผลิตส่งออกประมาณ 2,000-2,500 ตัน/ปี (วราภรณ์ และคณะ, 2550) และสหกรณ์การเกษตรบ้านลาดจำกัด มีสมาชิกเข้าร่วมโครงการผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออกประเทศญี่ปุ่น จำนวน 212 ราย มีผลการผลิตส่งออกเมื่อเดือนสิงหาคม 2549 จำนวน 36,826 กิโลกรัม (สหกรณ์การเกษตรบ้านลาด, 2549) เนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง ในการปลูกพืชผัก โดยไม่มีการควบคุม ดังนั้นทุกพื้นที่จึงมีแต่สารเคมี เพราะฉะนั้นในการปลูกกล้วยหอมเพื่อการส่งออกไปยังญี่ปุ่น ทางญี่ปุ่นจะส่งเจ้าหน้าที่มาควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด

ประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นอาหารให้กับประชากรของโลก แม้ว่าประเทศไทยจะเป็นประเทศเล็ก ๆ แต่ก็สามารถส่งออกผลิตผลทางด้านเกษตรเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก สินค้าที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นคือ กล้วยหอมทองปลอดสารพิษ ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมามีการส่งกล้วยหอมทองปลอดสารพิษไปประเทศญี่ปุ่นโดยใน ปี พ.ศ. 2552 มูลค่าการส่งออก 18 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2553 มูลค่าการส่งออก 57 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2554 มูลค่าการส่งออก 55 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2555 มูลค่าการส่งออก 49 ล้านบาท ปี พ.ศ. 2556 มูลค่าการส่งออก 43 ล้านบาท (www2.ops3.moc.go.th)

ความพยายามในการแก้ปัญหาอุปสรรคของสหกรณ์การเกษตรบ้านลาดและท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี จะใช้วิธีการเป็นสมาชิกและจัดอบรมเชิญชวนเกษตรกรให้เข้าในโครงการโดยจะมีการประกันราคาและความช่วยเหลือต่าง ๆ เช่น การอบรมและสาธิตแปลงปลูกกล้วยหอมปลอดสารพิษ

แต่ด้วยข้อกำหนดที่เข้มงวดในการตรวจสอบสมาชิก การให้สมาชิกทุกแปลงต้องจดบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด ตั้งแต่การตรวจแปลง เตรียมดิน วัน เดือน ปี ที่เริ่มปลูกกล้วยหอมทอง สภาพการปลูก และต้องรายงานให้กลุ่มทราบเป็นระยะ มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ทำให้เกษตรกรไม่อยากปลูก จึงทำให้มีการเพิ่มจำนวนผู้ปลูกน้อยมาก อีกปัจจัยหนึ่ง คือ การเข้าใจสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ ซึ่งการปลูกจะไม่ใช้สารเคมีและสารพิษเลย 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เข้มงวดมากกว่าการปลูกพืชอื่น ๆ ดังนั้นปัจจัยสภาพแวดล้อมจึงมีความสำคัญกับการเกิดโรคและแมลง การมีเทคโนโลยี จะสามารถตรวจสอบและมอนิเตอร์สภาพแวดล้อมและนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ในการควบคุมโรค แมลงและการให้ปุ๋ยได้ ในปัจจุบันชาวบ้านจะใช้ประสบการณ์ในการปลูกใช้ความรู้สึกจากเกษตรกรเองในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและตัดสินใจด้วยตนเองในการควบคุมสิ่งต่างๆ จึงทำให้เกิดความยากลำบากสำหรับเกษตรกรมือใหม่ที่ต้องเข้าร่วมโครงการ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมของโลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและรุนแรงมาก เช่น ปัญหาโลกร้อน ทำให้การปลูกกล้วยหอมทองยิ่งมีความยากขึ้นไปอีก ด้วยข้อกำหนดที่ต้องปลอดสารพิษ 100 เปอร์เซ็นต์ ของทางประเทศญี่ปุ่นและความเปลี่ยนแปลงของโลกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิจัยและพัฒนาระบบนวัตกรรมช่วยเหลือเกษตรกรพื้นที่ปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ

จากปัญหาและวิธีการแก้ไขข้างต้นจะเห็นว่าความต้องการของผู้บริโภคต้องการกล้วยหอมทองที่ปลอดสารเคมี 100 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นอย่างมากทุกปีแต่สวนทางกับการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างล้าช้าและมีแนวโน้มจะลดลง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีหน่วยงานหลายฝ่ายให้ความช่วยเหลือและผลิตเทคโนโลยีช่วยเหลือเกษตรกรอย่างเร่งด่วน เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีมาช่วยสนับสนุนการปลูกลดความยุ่งยากต่อการควบคุมโรคและแมลง มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีเป็นสถาบันการศึกษาที่มีบทบาทสำคัญและอยู่กับท้องถิ่นที่จะต้องให้ความช่วยเหลือวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีนี้อย่างเร่งด่วน เพื่อให้เกษตรกรที่ปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษมีระบบและเทคโนโลยีในการช่วยเหลือและสนับสนุนการปลูก

งานวิจัยนี้นำเสนอ นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแล กล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก จึงเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรที่ยากจนระดับฐานรากของประเทศ ต่อการผลิตอาหารปลอดภัยตั้งแต่ต้นทาง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ โดยใช้เซ็นเซอร์แบบไร้สาย เซ็นเซอร์ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ วัดปริมาณฝนกรด

วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ วัดก๊าซมีเทน วัดความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิในอากาศ ความชื้นและอุณหภูมิในดิน ความเข้มแสง ความเร็วลม ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในปลูกพืชเพื่อลดการใช้สารเคมีและสารพิษตกค้าง โดยระบบสารสนเทศสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้จากฐานข้อมูลผ่านเว็บไซด์ ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบการปลูกของกล้วยหอมทองด้วยตนเองได้ ตั้งแต่เริ่มปลูก เก็บผลผลิต การขนส่งผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ด้วยรหัส QR โค้ดที่กล้วยหอมได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย พื้นที่ปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

2) สร้างระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

3) สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1) ระบบที่สามารถตรวจวัดสภาพแวดล้อมโดยใช้เซ็นเซอร์แบบไร้สายสำหรับพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ

2) ระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษสำหรับเกษตรกรและผู้ซื้อ

3) ระบบการตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code ได้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ

4) อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้สามารถหาได้ภายในประเทศและราคาไม่แพง

1.4 คำนิยามศัพท์

เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (wireless sensor network) หมายถึง ระบบเครือข่ายที่ส่งข้อมูลแบบไร้สายประกอบด้วย เซ็นเซอร์โหนด โหนดฐาน และโหนดสถานี

ตรวจวัดสภาพแวดล้อม (environment measurement) หมายถึง การตรวจวัดข้อมูลที่ประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มของแสง อุณหภูมิในดิน ความชื้นในดิน พลังงานจากแบตเตอรี่

ระบบสารสนเทศ (information systems) หมายถึง ระบบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพาะปลูกมะนาวลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี

พื้นที่เพาะปลูก (grow area) หมายถึง พื้นที่ปลูกมะนาว ตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการทางทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้

2.2 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

2.3 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย Tmote sky

2.4 ตัวส่งสัญญาณ Xbee

2.5 ตัวส่งสัญญาณ nrf24l01

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

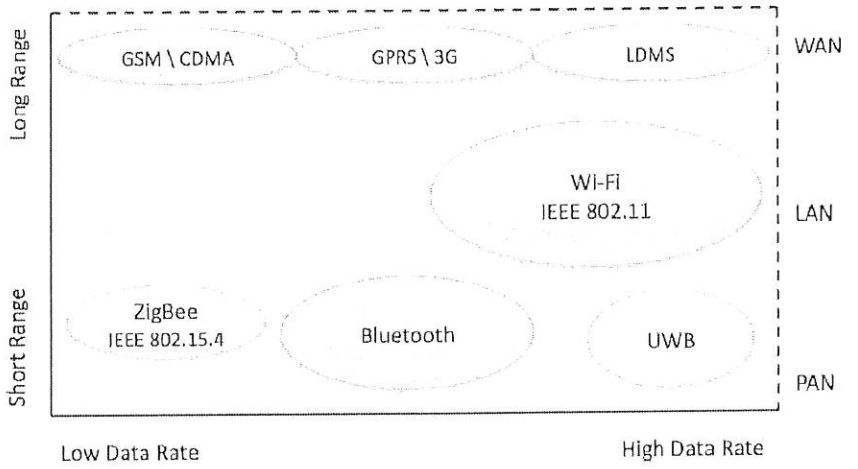
2.7 เกษตรอัจฉริยะ

2.8 การปลูกกล้วยหอมทอง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายระยะใกล้

การสื่อสารในปัจจุบันมีเทคโนโลยีรูปแบบใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมายแสดงดังภาพที่ 2.1 โดยเฉพาะระบบการสื่อสารไร้สายระยะใกล้เป็นอีกระบบการสื่อสารหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลและบทบาทต่อชีวิตประจำวัน ซึ่งให้ความสะดวกสบายในการใช้งานโดยที่ไม่ต้องมีสายทำให้การเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนสะดวกสบายยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.1 มาตรฐานการสื่อสารไร้สาย

(Valada, Kohanbash and Kantor, 2010)

ปัจจุบันมาตรฐานเทคโนโลยีนี้ ที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันประกอบด้วย 4 มาตรฐาน ได้แก่ IEEE 802.15.4, WLAN, Bluetooth และ Infrared

มาตรฐาน IEEE 802.15.4 และ Zigbee มาตรฐานนี้เป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานน้อย ราคาไม่แพง การส่งสัญญาณตามมาตรฐานนี้แสดงดังภาพที่ 2.1 สามารถส่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและมีความถูกต้องสูง โดยมีโทโปโลยีแบบ Start และ แบบ Peer-to- Peer โดยที่ระยะในการส่งข้อมูลประมาณ 10 -75 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพลังงานในการรับส่งข้อมูล โดยสามารถเลือกความถี่ที่ใช้งานได้ 3 ช่วงความถี่ คือ ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์มีช่องสัญญาณ 16 ช่อง อัตรารับส่งข้อมูล อยู่ที่ 250 Kbps ย่านความถี่ 915 เมกะเฮิรตซ์จะมีช่องสัญญาณ 10 ช่อง มีอัตรารับส่งข้อมูลอยู่ที่ 40 Kbps และย่านความถี่ 868 เมกะเฮิรตซ์ มีช่องสัญญาณ 1 ช่อง มีอัตราการรับส่งข้อมูล 20 Kbps มาตรฐาน IEEE 802.15.4 มีการกำหนดรูปแบบชั้นกายภาพและชั้น MAC คือ ชั้นกายภาพ เป็นชั้นล่างสุดจะรับผิดชอบเกี่ยวกับการส่งข้อมูลที่เป็นบิต ย่านความถี่ที่ใช้งาน 2 ช่วงความถี่คือ ความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และความถี่ 868/902-928 เมกะเฮิรตซ์ โดยในย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ มีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 250 kbps ส่วนย่านความถี่ 902-928 เมกะเฮิรตซ์ มีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 40 kbps และย่านความถี่ 868 เมกะเฮิรตซ์ มีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 20 kbps การรับส่งข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความถี่ถ้าความถี่สูงจะสามารถส่งข้อมูลได้เร็วแต่ครอบคลุมพื้นที่น้อยกว่าย่านความถี่ต่ำ ดังนั้นการใช้งานจึงขึ้นอยู่กับการเลือกย่านความถี่และความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สำหรับรูปแบบของกลุ่มข้อมูลของชั้นกายภาพ จะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ

1) Synchronize Header (SHR) เป็นข้อมูลที่ใช้ ซิงค์โครนัส กันระหว่างตัวรับและตัวส่ง

2) PHY header เป็นข้อมูลความยาวของ payload

3) PHY payload เป็นส่วนของข้อมูลที่ต้องการสื่อสารกัน

ชั้น MAC เป็นส่วนที่รับผิดชอบการรับส่งข้อมูลให้ถูกต้องและสำเร็จ โดยจะรับผิดชอบในการสร้างกลไกลสำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล นอกจากนั้นยังตรวจสอบชั้นกายภาพว่าช่องสัญญาณพร้อมสำหรับการรับส่งข้อมูลหรือไม่ ถ้ายังไม่พร้อม ชั้น MAC จะรอจนกว่าจะว่างแล้วจึงทำการส่งข้อมูล รูปแบบของเฟรม MAC มีอยู่ 4 รูปแบบ คือ

1) Beacon frame เป็นเฟรมที่ตัว Coordinator จะทำการส่งเป็นระยะเพื่อตรวจสอบสภาวะต่างๆของระบบและอุปกรณ์จะใช้เฟรมนี้ซิงโครนัสกับระบบ

2) Data frame เป็นเฟรมสำหรับการส่งข้อมูล

3) Acknowledgement frame เป็นเฟรมที่ถูกส่งมาจากภาครับ เพื่อทำการยืนยันว่าได้รับข้อมูลที่ส่งมาเรียบร้อยแล้ว

4) Command frame เป็นเฟรมที่ใช้ส่งเพื่อการสื่อสารกันของอุปกรณ์ในชั้น MAC

Physical Layer	Band	Channel Num-bering	Chip Rate	Modulation	Bit Rate
868/915MHz	868-870MHz	0	300 kchip/sec	BPSK	20kbps
868/915MHz	902-928MHz	1-10	600 kchip/sec	BPSK	40kbps
2.4GHz	2.4-2.4835GHz	11-26	2 Mchip/sec	O-QPSK	250kbps

ภาพที่ 2.2 ย่านความถี่มาตรฐาน IEEE 802.15.4

มาตรฐาน IEEE 802.11 WLAN เป็นมาตรฐานที่ได้รับความนิยมมากในนามที่ทุกคนรู้จักคือระบบ WI-FI แสดงดังภาพที่ 2.2 เนื่องจาก WLAN มีความสะดวกสบายของการเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันโดยไม่จำเป็นที่จะใช้สายอีกต่อไป อุปกรณ์คอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้จากตำแหน่งต่างๆที่อยู่ภายในขอบเขตของการส่งสัญญาณความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 Mbps โดยมีย่านความถี่อยู่ 3 ความถี่ คือ ย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ และ Infrared 1, 2 Mbps นอกจากนี้ IEEE 802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกที่สร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย ด้วยกลไกการเข้ารหัสข้อมูลและตรวจสอบผู้ใช้ที่เรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) เครือข่ายไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 ถูกกำหนด

ขึ้นมาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1997 และเป็นที่นิยมใช้งานมากเนื่องจากระยะทางที่สามารถใช้งานในที่ร่มไกลถึง 100 เมตร และในที่โล่งแจ้ง 400 เมตร มีความเร็วในกาส่งข้อมูลสูงสุด 54 Mbps ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ 3 มาตรฐาน คือ

1) มาตรฐาน IEEE 802.11a มาตรฐานนี้ถูกกำหนดขึ้นในปี ค.ศ. 1999 มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงถึง 54 Mbps แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากมาตรฐานนี้ใช้ย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านที่ไม่เปิดให้ใช้อย่างเสรีในทุกประเทศ และข้อเสียอีกอย่างคือ มาตรฐานนี้ระยะการใช้งานไกลสุดเพียง 50 เมตร นอกจากนี้ยังไม่สามารถใช้อุปกรณ์ร่วมกับมาตรฐานอื่น ๆ ได้

2) มาตรฐาน IEEE 802.11b มาตรฐานนี้ ถูกกำหนดขึ้นในปี 1999 พร้อมกับมาตรฐาน 802.11a แต่ได้รับความนิยมสูงกว่ามาก เนื่องจากใช้ความถี่ในย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้เปิดใช้โดยอิสระกับทุกประเทศทั่วโลก แต่มาตรฐานนี้มีข้อเสียคือ มีความเร็วต่ำสุดเมื่อเทียบกับมาตรฐานอื่น ๆ และยังมีปัญหาของสัญญาณรบกวนสูง เนื่องจากย่านนี้มีการใช้ความถี่นี้กับอุปกรณ์อื่น ๆ อยู่มาก

3) มาตรฐาน IEEE 802.11g เป็นมาตรฐานใหม่ที่เปิดตัวในปี ค.ศ. 2003 โดยนำข้อดีของมาตรฐาน 802.11a และ มาตรฐาน 802.11b มารวมกัน คือ มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงถึง 54 MBps และมีมาตรฐานระยะการทำงานไกลเท่ากับมาตรฐาน IEEE 802.11b นอกจากนี้ยังใช้ความถี่ย่าน 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นช่วงความถี่เสรีและยังสามารถใช้อุปกรณ์ร่วมกับเครือข่าย IEEE 802.11b ได้โดยไม่มีปัญหา

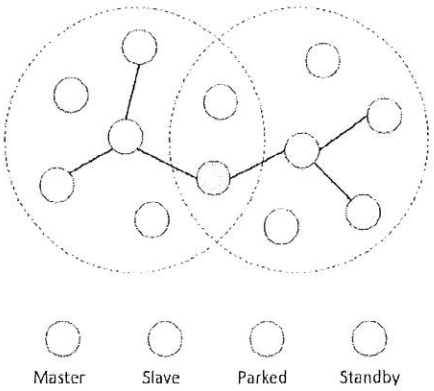
	IEEE 802.11	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a	IEEE 802.11g
Ratification	June 1997	Sept. 1999	Sept. 1999	June 2003
RF Band	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz
Max. Data Rate	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
Physical Layer	FHSS, DSSS, IR	DSSS / CCK	OFDM	OFDM
Typical Range	50 - 100m	50 - 100m	50 - 100m	50 - 100m

ภาพที่ 2.3 มาตรฐาน IEEE 802.11 (WI-FI)

มาตรฐาน Bluetooth เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่ออกมารองรับการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หูฟัง อุปกรณ์ภายนอกต่างๆของคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ การสื่อสารของ Bluetooth จะใช้ความถี่ในช่วง 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่เปิดให้ใช้โดยเสรี Bluetooth สามารถเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดได้หลายๆจุด (Point to muti-point) ไม่ว่าจะเป็นเสียง หรือการส่ง

ข้อมูลทั่ว ๆ ไป โดยสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะ 10 เซนติเมตร ถึง 10 เมตร และสามารถขยายได้เป็น 100 เมตร โดยเพิ่มกำลังส่งให้มากขึ้น Bluetooth มีอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 1 Mbit/s สามารถกระโดดข้ามความถี่อย่างรวดเร็ว ทำให้ช่วยลดการแทรกสอดของสัญญาณอื่น ๆ ได้ ความถี่ในการกระโดดเปลี่ยนช่องสัญญาณ 1600 ครั้งต่อวินาที การปรับกำลังของสัญญาณออกจะช่วยลดสัญญาณรบกวนโดยความแรงของสัญญาณที่ส่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 0 dBm, 4 dBm และ 20 dBm การเข้ารหัสเสียงเป็นแบบ Continuously Variable Slope Delta Modulation ซึ่งทำให้การทำงานที่มี bit rate error สูงสามารถทำได้

Bluetooth เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆติดต่อสื่อสารกันในระยะห่างสั้นๆ โดยอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีนี้สามารถติดต่อสื่อสารสูงสุดได้ถึง 7 ตัวพร้อมกัน ซึ่งเราเรียกเครือข่ายนี้ว่า Piconet แสดงดังภาพที่ 2.4 นอกจากนั้นอุปกรณ์แต่ละตัวยังสามารถสังกัดอยู่กับเครือข่าย Piconet ได้หลายเครือข่ายพร้อมกัน โดยที่การติดต่อแบบ Piconet นี้จะต้องมีอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งจะต้องทำหน้าที่เป็น Master และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เหลือจะทำหน้าที่เป็น Slave โดยที่ Piconet จะเป็นการติดต่อสื่อสารแบบหลาย ๆ จุด จากกรณีดังกล่าวช่องสัญญาณและแบนด์วิดท์ (Bandwidth) จะถูกใช้ร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ใน Piconet การส่งคลื่นวิทยุของระบบแบบ Bluetooth จะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่



ภาพที่ 2.4 ระบบ Piconet

(Valada, Kohanbash and Kantor, 2010)

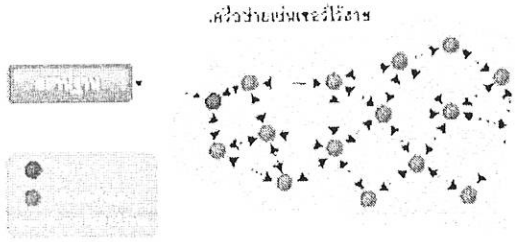
มาตรฐาน Infrared มาตรฐานเกิดจากการพัฒนาร่วมกันของกลุ่มบริษัทมากกว่า 40 บริษัท ในการพัฒนามาตรฐานที่จะใช้ในการส่งข้อมูลระยะสั้นโดยใช้คลื่น Infrared ซึ่งเรียกว่า Infrared Data Association (IrDA) อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ IrDA แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ Primary Device เป็น

อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวเลือกที่จะส่งสัญญาณทำการติดต่อให้กับอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งในขอบเขตนั้น ๆ และ Secondary device คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คอยฟังสัญญาณที่จะติดต่อเข้ามาและตอบรับการติดต่อ

2.2 ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

เทคโนโลยีการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาถึงระดับที่สามารถผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก ราคาถูก และประหยัดพลังงาน ซึ่งเหมาะสำหรับสร้างหน่วยประมวลผลและหน่วยส่งข้อมูลของเซ็นเซอร์ไร้สาย และด้วยเทคโนโลยีระบบเครื่องกลจุลภาค การสร้างเซ็นเซอร์ขนาดเล็กและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเกิดขึ้นได้จริง ทำให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายยุคนี้เข้าใกล้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ในจินตนาการของนักวิจัยยุคก่อน ๆ อย่างไรก็ตามเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายนี้ยังมีการวิจัยอย่างต่อเนื่อง

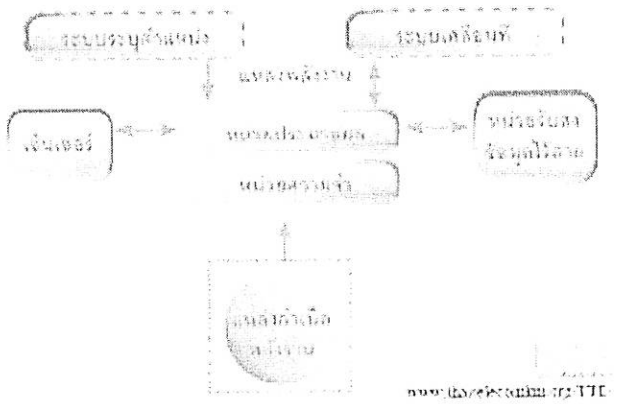
สถาปัตยกรรมเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายประกอบด้วยสามส่วน (สุชา สุพิทยภรณ์พงศ์, 2013) ได้แก่ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน (base station) ดังภาพที่ 2.4 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์จำนวนมากฝังตัวในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ควบคุมและจัดการงานของตัวเอง (self-organize) ทุก ๆ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่ติดต่อถึงกันทำงานร่วมกัน (collaboration) เป็นเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลไปหากันได้แม้ว่าหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ปลายทางไม่สามารถติดต่อ กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ต้นทางได้โดยตรง โดยให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ระหว่างทางช่วยส่งข้อมูลต่อๆ กันตั้งแต่ต้นทางถึงปลายทาง วิธีการส่งแบบนี้เรียกว่าการส่งแบบมัลติฮอพ (multi-hop) เกตเวย์ทำหน้าที่รับส่งข้อมูล ระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ธรรมดาหรือเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย สถานีฐานทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่วัดได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงานและติดต่อกับผู้ใช้งาน หรืออาจติดต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างแบบจำลองเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

ที่มา: http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php

เนื่องจากเป็นการทำงานแบบไร้สายทำให้แต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ใช้แหล่งพลังงานภายในหน่วยร่วมเซ็นเซอร์เองหรือในบางกรณีอาจใช้แหล่งกำเนิดพลังงานเพื่อให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ทำให้เครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจาก หน่วยร่วมเซ็นเซอร์อาจหยุดทำงานเพราะพลังงานหมดหรือกลับขึ้นมาทำงานได้อีกครั้งเมื่อมีพลังงานเพียงพอ รวมไปถึงในบางเครือข่าย ที่มีหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ที่เคลื่อนที่ได้ การเปลี่ยนแปลงของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์นั้นมีผลต่อโครงสร้าง (topology) ของเครือข่าย และส่งผลถึงเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยเส้นทางในการส่งข้อมูล ในแต่ละโครงสร้างนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการหาเส้นทาง (routing algorithm)ซึ่งวิธีการหาเส้นทางในแต่ละเครือข่าย จะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเครือข่ายนั้น ๆ



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

ที่มา: http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php

การทำงานของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์คือการวัดและเก็บข้อมูลที่ได้จากสภาพแวดล้อม นำข้อมูลไปประมวลผล สร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูล ทำให้หน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีส่วนประกอบดังรูปที่ 2 ส่วนประกอบของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มส่วนประกอบหลักที่จำเป็นเพื่อให้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้ โดยในภาพที่ 2.6 เป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นทึบและกลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษให้กับหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ โดยในภาพ จะเป็นส่วนประกอบที่มีเส้นรอบรูปเป็นเส้นประ

2.2.1 กลุ่มส่วนประกอบหลัก

ก) เซ็นเซอร์ (sensor) ทำหน้าที่วัดค่าต่างๆ จากสภาพแวดล้อมตามแต่ชนิดของเซ็นเซอร์ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ควัน ความเร่ง แรงสั่นสะเทือน ความเคลื่อนไหว ความลึก ความเป็นกรดหรือด่าง เป็นต้น

ข) หน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย (transceiver unit) ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในย่านความถี่สาธารณะ (ISM band) เพื่อรับ-ส่งข้อมูลระหว่างหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ข้างเคียง

ค) หน่วยประมวลผล (processing unit) ติดต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อสั่งงานหรือรับข้อมูลที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปประมวลผลเป็นข้อมูล จัดเก็บลงในหน่วยความจำ รอการร้องขอข้อมูลหรืออาจส่งข้อมูลทันทีผ่านทางหน่วยรับ-ส่งข้อมูลไร้สาย หน่วยประมวลผลกลางอาจรับข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งเพื่อช่วยในการประมวลผลต่างๆ หรือหน่วยประมวลผลกลางอาจทำหน้าที่ควบคุม การเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ผ่านทางระบบเคลื่อนที่ นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ประมวลผลเครือข่ายและหาเส้นทางในการส่งข้อมูลของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์

ง) แหล่งพลังงาน (power unit) เก็บสะสมพลังงานและให้พลังงานกับทุกส่วนประกอบบนหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ แหล่งพลังงานจะรับพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานหากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์มีแหล่งกำเนิดพลังงาน

2.2.2 กลุ่มส่วนประกอบเพิ่มเติม

ก) ระบบระบุตำแหน่ง (positioning unit) เป็นหน่วยระบุตำแหน่งของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์โดยใช้ GPS เพื่อนำข้อมูลตำแหน่งไปใช้ประมวลผล เช่น หาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูล หาตำแหน่งสำหรับการเคลื่อนที่ของหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นต้น

ข) ระบบเคลื่อนที่ (mobilizing unit) ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายตำแหน่งของเซ็นเซอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น จัดรูปแบบโครงสร้างเครือข่าย ติดตามวัตถุ เคลื่อนที่หาสัญญาณสื่อสาร เป็นต้น

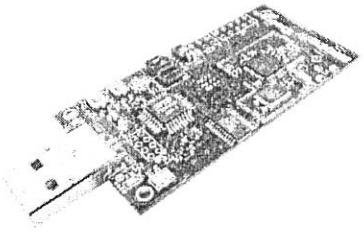
ค) แหล่งกำเนิดพลังงาน (power generator unit) ทำหน้าที่กำเนิดพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี การสั่นสะเทือน เป็นต้น ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อเก็บสะสมและใช้ต่อไป เพื่อชดเชยพลังงานที่ถูกใช้ไป ทำให้ตัวเซ็นเซอร์ไร้สายทำงานได้เป็นเวลานาน

2.3 ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย Tmote sky

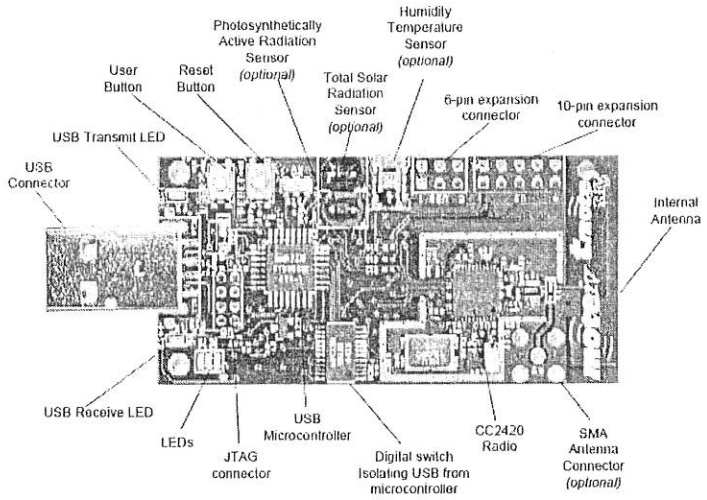
อุปกรณ์ไร้สาย Tmote sky เป็นอุปกรณ์ไร้สายที่ประหยัดพลังงาน และเป็นอุปกรณ์ไร้สายต้นแบบในการนำไปใช้สังเกตเหตุการณ์ที่เกอดขึ้นอย่างรวดเร็วและกะทันหัน ผลิตโดย บริษัทโมทีฟ คอร์โอเปอร์เรชั่น ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ความชื้น เซ็นเซอร์อุณหภูมิ และเซ็นเซอร์แสง ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน ขณะมีการทำงานจะสิ้นเปลืองพลังงาน 2.1-3.6 โวลต์ และขณะมีการเขียนโปรแกรมหรือทำการทดสอบโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ จะสิ้นเปลืองพลังงานอย่างน้อย 2.7 โวลต์ เมื่อต่ออุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky เข้ากับพอร์ต USB เพื่อทำการเขียนโปรแกรมหรือติดต่อกับอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky ตัวอื่นนั้น อุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky จะใช้พลังงานจากพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ที่นำไปต่อซึ่งแรงดังจากพอร์ต USB มีค่า 3 โวลต์

อุปกรณ์ไร้สาย Tmote sky สามารถนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่อพ่วงอย่างอื่นได้ และมีการนำไปประยุกต์ใช้งานกับเครือข่ายแบบแมช (Mesh Topology) อย่างแพร่หลาย คุณสมบัติของอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky ดังนี้

1) อัตราการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย 250 kbps 2.4 กิกะเฮิรตซ์ เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4
2) สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ได้
3) ไมโครคอนโทรลเลอร์ MSP430 ของบริษัทเท็กซัส อินทรูเม้นต์จำกัด
4) มีเซ็นเซอร์ความชื้น อุณหภูมิ และแสง
5) การสิ้นเปลืองพลังงานน้อย
6) สายอากาศแบบไมโครสตริปอยู่บนบอร์ด สามารถส่งสัญญาณภายในอาคารได้ไกล 50 เมตร และภายนอกอาคารได้ไกล 125 เมตร



ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์ไร้สายทีโมทสกาย



ภาพที่ 2.8 แผนภาพของอุปกรณ์ไร้สายทีโมทสกาย

เซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิที่มาพร้อมกับอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky เป็นรุ่น SHT11/SHT15 ได้ผ่านการเทียบมาตรฐานไว้แล้วและสร้างเอาท์พุทเป็นสัญญาณดิจิตอล สัมประสิทธิ์ของการเทียบมาตรฐานถูกเก็บไว้ใน EEPROM ของอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky ข้อแตกต่างระหว่างรุ่น SHT11 และรุ่น SHT15 คือ รุ่น SHT15 ให้ความแม่นยำสูงกว่า

การอ่านค่าเซ็นเซอร์ความชื้นและอุณหภูมิที่แสดงผลด้วยแอพลิเคชัน Oscilloscope เป็นข้อมูลขนาด 14 บิต สามารถแปลงเป็นหน่วยองศาเซลเซียลได้ด้วยสมการที่ (1) ดังนี้

$$\text{Temperature} = (-39.60)+(0.01)(\text{Sot}) \qquad (1)$$

เมื่อ Sot คือ ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์

การอ่านค่าเซ็นเซอร์ความชื้นเป็นข้อมูลขนาด 12 บิต ไม่สัมพันธ์กับอุณหภูมิ คำนวณได้จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$Humidity = (-4)+(0.0405)(Sorh)+(-2.8x10^{-6})(SOrh^2) \quad (2)$$

เมื่อ SOrh คือ ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ความชื้นสัมพัทธ์ ใช้การคำนวณและการวัดอุณหภูมิเพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์ที่ถูกต้องซึ่งมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิตามสมการที่ (3) ดังนี้

$$Humidity_{true} = (T_c-25)(0.01+0.00008SOrh)+(Humidity) \quad (3)$$

เมื่อ Tc คือ อุณหภูมิที่วัดได้ หน่วยเป็นองศาเซลเซียส ซึ่งคำนวณมาจากสมการที่(1)

Sorh คือ ค่าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ความชื้นสัมพัทธ์

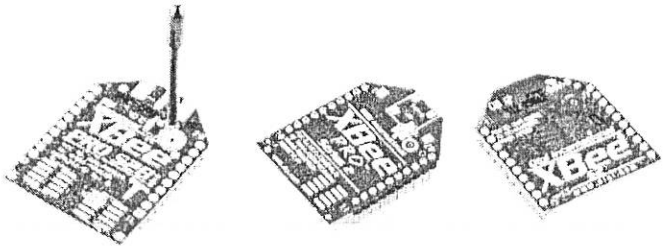
Humidity คือ ความชื้นที่คำนวณจากสมการที่ (3)

เซ็นเซอร์แสง ที่มาพร้อมกับอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky ได้ต่อเข้ากับโฟโต้ไดโอด 2 ตัว ซึ่งผลิตโดยบริษัท ฮามามัทสุ (Hamamatsu) ถ้าหน่วยอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky มีโฟโต้ไดโอดต่อมาด้วย ไดโอดที่ใช้สำหรับวัดการเปลี่ยนแปลงการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นเบอร์ s1087 ส่วนไดโอดที่ใช้สำหรับวัดแถบความถี่หรือความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมถึงอินฟาเรด ซึ่งมีความยาวคลื่นแสงประมาณ 750 นาโนเมตร จะเป็นเบอร์ S1087-01

2.4 ตัวส่งสัญญาณ Xbee

ตัวส่งสัญญาณ Xbee เป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาโดยบริษัท Digi International ประเทศสหรัฐอเมริกา อ้างอิงการทำงานอยู่บนมาตรฐาน Zigbee 802.15.4 มีย่านความถี่ 3 ย่านคือ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ 900 เมกะเฮิรตซ์ และ 868 เมกะเฮิรตซ์ โดยสามารถแบ่งประเภทของ Xbee ได้ตามชนิดของเสาอากาศ 3 แบบดังภาพที่ 2.8 คือ

1) Whip Antenna เสาส่งสัญญาณถูกติดตั้งบนตัวอุปกรณ์
2) U.FL และ RS-PMA เสาอากาศแยกจากอุปกรณ์
3) Chip Antenna เสาส่งสัญญาณเป็นชิปติดบนตัวอุปกรณ์



ภาพที่ 2.9 ภาพอุปกรณ์ประเภทของเสาอากาศ 3 แบบ

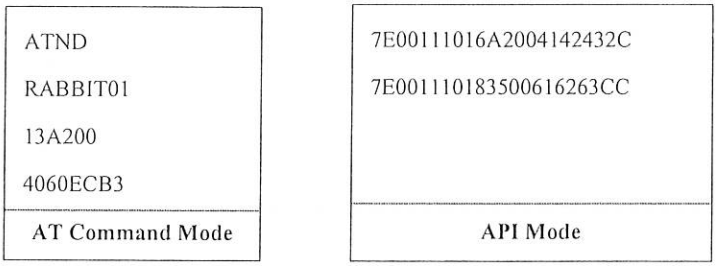
Xbee สามารถทำการต่อใช้งานได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อไฟเลี้ยงอุปกรณ์ 3 โวลต์ และ กราว์ด พร้อมเชื่อมช่องสัญญาณการสื่อสาร Tx และ Rx ของ โมดูล Xbee

2.4.1 การใช้งานโมดูลไร้สาย XBee

สามารถทำได้โดยต่ออุปกรณ์โมดูลไร้สาย Xbee เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อไฟเลี้ยงอุปกรณ์ 3 โวลต์และกราวด์ พร้อมเชื่อมช่องการสื่อสาร Tx, Rx ของอุปกรณ์โมดูลไร้สาย XBee เข้ากับ Tx, Rx ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถแบ่งรูปแบบการสั่งงานอุปกรณ์โมดูลไร้สาย XBee ได้ดังนี้

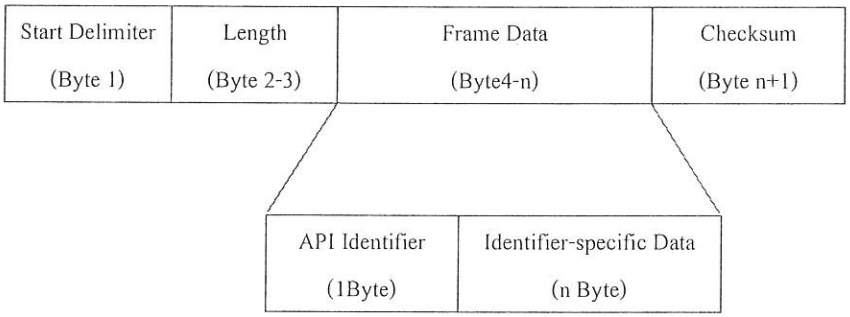
1) Transparent Mode เป็นการควบคุมการทำงานโดยใช้รูปแบบคำสั่ง AT Command (คำสั่งที่ใช้ในการติดต่อกับโมเด็ม AT ย่อมาจาก Attention) เช่น ATND (node discovery) เมื่ออุปกรณ์ได้รับคำสั่งแล้วจะทำการค้นหาโหนดในระบบแล้วแสดงผลออกมา ดังภาพที่ 2.9 เหมาะกับการใช้ควบคุมอุปกรณ์จำนวนไม่มาก มีความซับซ้อนน้อย และใช้งานง่าย

2) API Mode เป็นการส่งชุดคำสั่ง AT Command ไปในรูปแบบของเฟรมข้อมูล เช่น 7e00111016A2004142432C (node discovery) เมื่ออุปกรณ์ได้รับคำสั่งแล้วจะทำการค้นหาโหนดในระบบแล้วแสดงผลออกมา ดังภาพที่ 2.10 เหมาะกับการใช้ควบคุมอุปกรณ์จำนวนมาก มีความซับซ้อนมากและมีการใช้หมายเลขของอุปกรณ์มาอ้างอิงในการรับส่งข้อมูล



ภาพที่ 2.10 แสดงตัวอย่างรูปแบบคำสั่งของ AT Command และ API Mode

3) รูปแบบเฟรมดาต้าของ API Mode แสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.11 แสดงรายละเอียดของ Frame Data ใน API Mode

Start Delimiter คือ จุดเริ่มต้นของเฟรมข้อมูล

Length คือ ขนาดของข้อมูลใน Frame Data

Frame Data คือ ส่วนที่เก็บคำสั่งและข้อมูล ตัวอย่างการใช้ AT Command

0x7E 0x00 0x04 0x08 0x52 0x4E0 x44 0x13

0x7E เริ่มต้นเฟรม

0x0004 Frame Data มีความยาว 4 ไบต์

0x08 API Identifier เป็นการส่ง AT Command

0x52 Frame ID (R Read)

0x4E44 AT Command ('ND') (Node Discovery)

0x13 Checksum เท่ากับ 0xFF-(08+52+4E+44)

Checksum คือ ค่าที่เอาไว้ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูล คำนวณได้จาก 0xFF – (ผลรวมของค่าของข้อมูลใน Frame Data) ในกรณีของ API Mode ในการรับข้อมูลตัว XBee จะทำการตรวจสอบความถูกต้องเอง (ในตัว XBee มีไมโครคอนโทลเลอร์ขนาดเล็กอยู่) แต่ในการส่งข้อมูลตัวโปรแกรมที่บรรจุไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์หรือการส่งข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ต้องคำนวณค่า Checksum เอง

4) ลักษณะการใช้งานอุปกรณ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะตามการใช้ คือ

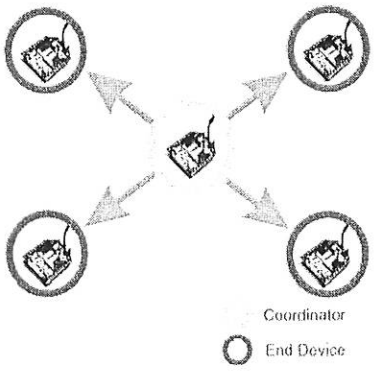
4.1) Coordinator ทำหน้าที่เป็นตัวกลางของเครือข่ายติดต่อรับส่งข้อมูลเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงระหว่างสองเครือข่าย หรือเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

4.2) Router ทำหน้าที่เป็นตัวค้นหาเส้นทาง และทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งรับข้อมูลกับ End Device, Coordinator หรือเครือข่ายอื่นๆ

4.3) End Device เป็นอุปกรณ์ปลายทางที่ได้ทำการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ หากไม่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ก็จะทำหน้าที่เหมือนกับ Router

5) รูปแบบการเชื่อมต่อของโมดูลไร้สาย XBee สามารถแบ่งรูปแบบการเชื่อมต่อออกได้เป็น 3 แบบ ตามมาตรฐาน ZigBee 802.15.4 คือแบบ Star แบบ Cluster Tree และแบบ Mesh โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1) Star Topology ประกอบด้วย Coordoantor เป็นศูนย์กลางของเครือข่าย มี End Device เชื่อมต่อเข้ามา ดังภาพที่ 2.11

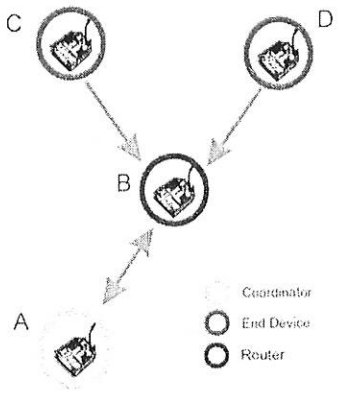


ภาพที่ 2.12 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Star

ที่มา: http://www.thaieasyelec.com/Embedded-Electronics-Application/Xbee-Basic-Configuration-in-Network-Application.html

http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/xbee-basic-configuration-in-network-application.html

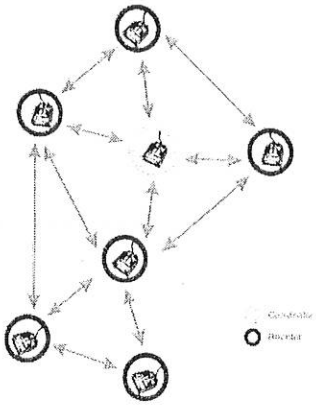
5.2) Cluster Tree Topology มี Coordinator เป็นตัวเชื่อมระหว่างเครือข่ายย่อย โดยในเครือข่ายย่อยจะประกอบไปด้วย Router เป็นศูนย์กลางเพื่อส่งข้อมูลไปยัง Coordinator และมี End Device เชื่อมเข้ากับ Router ดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.13 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ Cluster Tree

ที่มา: http://www.thaieasyelec.com/Embedded-Electronics-Application/Xbee-Basic-Configuration-in-Network-Application.html

5.3) MeshTopology อุปกรณ์ในเครือข่ายทั้งหมดสามารถเชื่อมต่อกันได้ในรัศมีที่สัญญาณครอบคลุม โดยจะมีตัว Coordinate เป็นศูนย์กลาง 1 ตัว

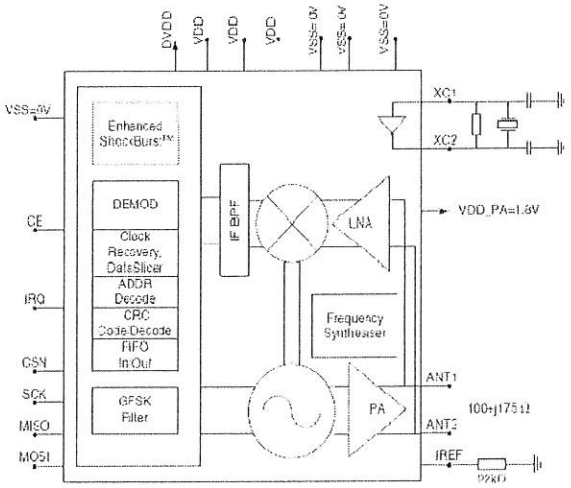


ภาพที่ 2.14 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ MeshTopology

ที่มา: http://www.thaieasyelec.com/Embedded-Electronics-Application/Xbee-Basic-Configuration-in-Network-Application.html

2.5 ตัวรับส่งสัญญาณ Nrf24l01

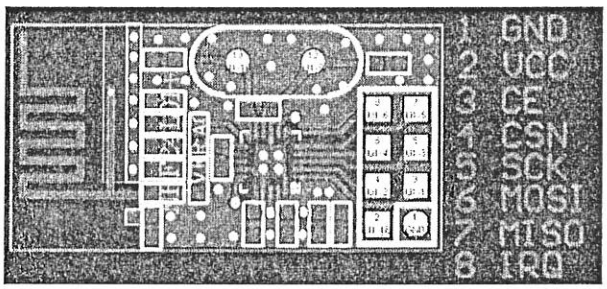
Nrf24l01 เป็นตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ การเชื่อมต่อสัญญาณจะใช้การเชื่อมต่อแบบ SPI กินกระแสต่ำ 9 มิลิแอมป์ที่เอาท์พุต -6 dBm และ 12.3 mA ใน Rx โหมด โครงสร้างภายในแสดงดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 แสดงโครงสร้างภายใน Nrf24l01

การต่อใช้งานกับ Arduino จะทำการต่อสัญญาณในภาพที่ 2.16 แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณกับขาสัญญาณ Arduino จากชุดรับส่งสัญญาณวิทยุจำนวน 5 สัญญาณได้แก่ MISO MOSI SCK CE และ CSN โดยทำการเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับขาสัญญาณของ Arduino ดังนี้

1) สัญญาณ MISO เชื่อมต่อกับสัญญาณ ขา 12
2) สัญญาณ MOSI เชื่อมต่อกับสัญญาณ ขา 11
3) สัญญาณ SCK เชื่อมต่อกับขา 13
4) สัญญาณ CE เชื่อมต่อกับขา 8
5) สัญญาณ CSN เชื่อมต่อกับขา 7



ภาพที่ **2.16** ขาสัญญาณ Nrf24l01

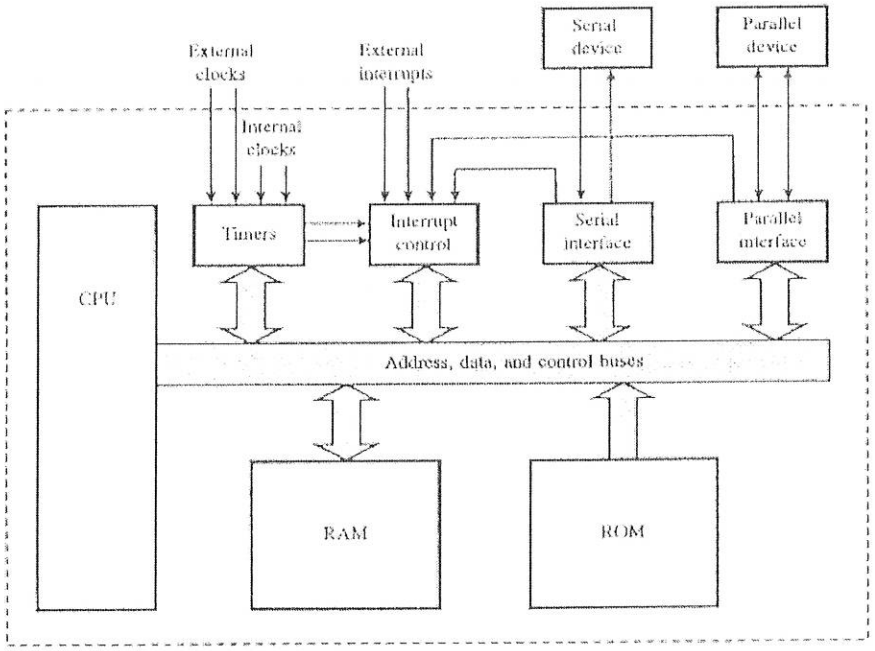
ที่มา: http://arduino-info.wikispaces.com/Nrf24L01-2.4GHz-HowTo

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้จักกันในนามของคอมพิวเตอร์บนชิป (chip) การออกแบบประกอบด้วยซีพียู ซึ่งประกอบด้วย ALU PC SP และเรจีสเตอร์ต่าง ๆ และยังเพิ่มส่วนต่างๆ เข้าไปในชิปอีกเพื่อให้เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ เช่น รอม แรม อินพุทและเอาท์พุทแบบขนานอินพุทและเอาท์พุทแบบอนุกรม ตัวจับเวลาและตัวนับวงจรนาฬิกา เป็นต้น

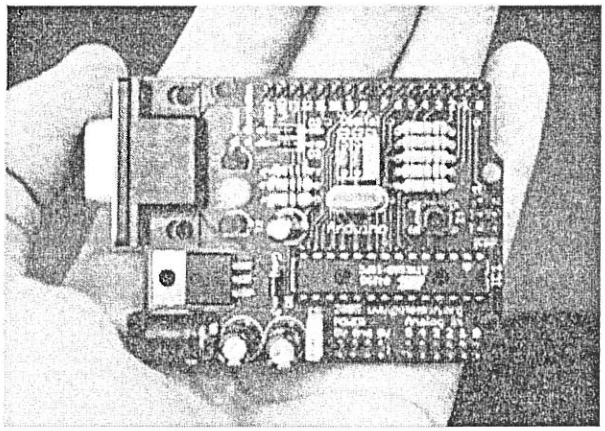
จากภาพที่ 2.17 แสดงให้เห็นภาพภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานควบคุมสำหรับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ โดยจะโปรแกรมการควบคุมของเครื่องจักรไว้ภายในรอม ในชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ การออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์จะจำกัดในเรื่องของคำสั่งที่เป็นไบต์และการใช้คำสั่งจะเป็นการเคลื่อนย้ายข้อมูลภายในชิป นอกจากนั้นยังมีคำสั่งเกี่ยวกับขา(PIN)ของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถโปรแกรมขาสัญญาณได้เพื่อใช้งานซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน

หรือเรียกว่าขาที่สามารถโปรแกรมได้ (the pins are "programmable") ไมโครคอนโทรลเลอร์จะเกี่ยวข้องกับการรับข้อมูลจากขาของตนเองและส่งข้อมูลไปยังขาของตนเอง



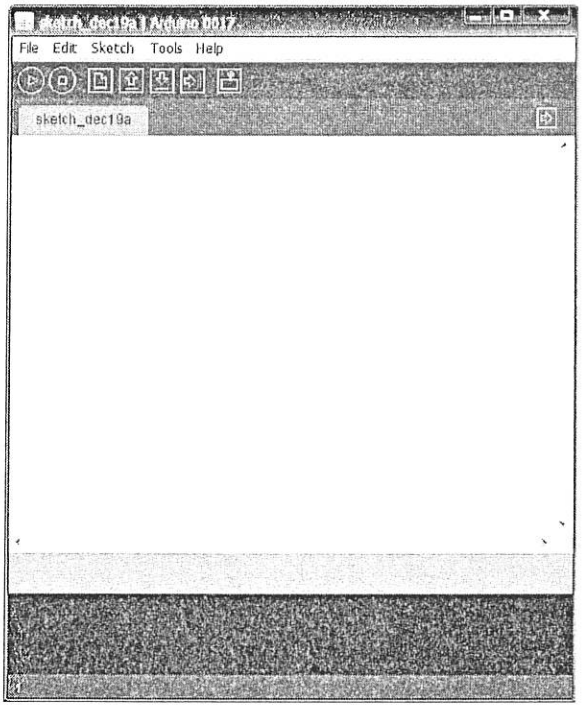
ภาพที่ 2.17 แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

ปัจจุบันได้มีการออกแบบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้จักกับโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถใช้งานได้ ซึ่งเรียกไมโครคอนโทรลเลอร์รูปแบบนี้ว่า Physical computing เป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ของระบบกายภาพที่ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการตอบสนองโลกอนาล็อก (analog world) ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะดังกล่าวข้างต้นคือ Arduino เป็นการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งผู้พัฒนาได้เปิดให้ใช้งานในลักษณะ Open Source ซึ่งเป็นการเปิดเผย ทั้งในเรื่องของ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ บอร์ด Aduino และซอฟต์แวร์ แสดงดังภาพที่ 2.17 และ 2.18



ภาพที่ 2.18 แสดงบอร์ด arduino

ที่มา: http://www.arduino.cc/



ภาพที่ 2.19 แสดงโปรแกรม arduino

ที่มา: http://www.arduino.cc/

Arduino ถือว่าเป็นเครื่องมือที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าใช้เครื่องพีซีตั้งโต๊ะ

ตัวบอร์ดออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว และมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้บอร์ดทำงาน Arduino สามารถประยุกต์ทำเครื่องใช้อัจฉริยะ รับสัญญาณจากสวิทช์ หรือ เซนเซอร์ และควบคุม หลอดไฟ มอเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ โครงงาน Arduino เป็นได้ทั้งแบบทำงานอิสระ หรือทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องพีซี ตัวบอร์ดสามารถประกอบขึ้นใช้เอง หรือจะซื้อสำเร็จที่มีขาย ส่วนโปรแกรมพัฒนา Arduino สามารถดาวน์โหลดได้ฟรี

ในตลาดไมโครคอนโทรลเลอร์มีตัวเลือกมากมาย เช่น Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Pidgets, MIT's Handyboard, และอีกหลายบริษัทที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน คือทำให้ใช้งานง่าย และเน้นการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลัก Arduino มีข้อแตกต่างจากไมโครอื่น ๆ ที่เห็นได้ชัด คือ

ราคาไม่แพง - ราคา Arduino บอร์ดไม่แพงเมื่อเทียบกับ บอร์ดอื่น บอร์ด Arduino ที่ราคาถูกสุดสามารถทำใช้เองได้หรือซื้อสำเร็จด้วยเงินไม่เกิน 30 $

ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม โปรแกรมพัฒนา Arduino ทำงานได้ทั้งบนวินโดวส์ Macintosh OSX และ บนลีนุกซ์ ในขณะที่บอร์ดอื่นทำงานได้เฉพาะบนวินโดวส์

ใช้งานง่าย มีโปรแกรมพัฒนาที่ไม่ซับซ้อน - โปรแกรมพัฒนา Arduino ใช้งานง่ายสำหรับมือใหม่ และมีความสามารถครบความต้องการของนักพัฒนามืออาชีพ

เปิดเผยซอร์สโค้ด และ นำไปพัฒนาต่อยอดได้ โปรแกรม Arduino ตีพิมพ์แบบเปิดเผยซอร์สโค้ด และสามารถเพิ่มเติมความสามารถผ่าน C++ library ถ้าต้องการศึกษาให้ลึกซึ้งสามารถข้ามไปเล่น AVR C ซึ่งเป็นต้นแบบของ Arduino และสามารถเพิ่มเติม AVR - C โค้ดได้โดยตรงถ้าต้องการ

เปิดเผยวงจร และ นำไปพัฒนาขยาย hardware ได้ Arduino ใช้โมโครคอนโทรลเลอร์ของ Atmel เบอร์ ATMEGA8 และ ATMEGA168 วงจรของบอร์ดตีพิมพ์แบบเปิดเผยวงจรภายใต้ Creative Commons License ที่สามารถนำไปดัดแปลงต่อขยายและเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาการทำงานได้ฟรี

2.7 เกษตรอัจฉริยะ

งานวิจัยทางการเกษตรของไทยในปัจจุบันไม่ได้ก้าวตามโลกที่ได้ข้ามไปสู่ยุคไอที – จีโนม – นาโน ไปหลายปีแล้ว ทั้งนี้เพราะประเทศพัฒนาแล้วทั้งหลายต่างก็กำลังขะมักเขม้นกันทำวิจัยในศาสตร์ที่จะทำให้เกษตรกรรมของศตวรรษที่ 21 เป็นอาชีพสุดแสนจะไฮเทค ด้วยการนำเทคโนโลยีผสมผสานต่างๆ ทั้ง คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ ไอที สื่อสาร เซ็นเซอร์เทคโนโลยีชีวภาพ รวมทั้งนาโนเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการทำให้ ไร่นา ฟาร์มเกษตรทั้งหลาย กลายมาเป็นออฟฟิศไฮเทค ศาสตร์ดังกล่าวซึ่งจะช่วยทำให้ฟาร์มธรรมดาๆ กลายมาเป็น ฟาร์มอัจฉริยะ (SmartFarm หรือ Intelligent Farm)ได้รับการขนานนามว่า Precision AgriculturePrecision Agriculture หรือ Precision Farming ภาษาไทยยังไม่มีการบัญญัติศัพท์ เพราะยังไม่มีการทำวิจัย หรือ นำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ผู้เขียนขอเรียกมันว่า **เกษตรกรรมความแม่นยำสูง** หรือ**เกษตรแม่นยำสูง** ซึ่งเป็นที่นิยมกันมากใน ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ออสเตรเลีย และเริ่มแพร่หลายเข้าไปในหลายประเทศ ทั้งยุโรป ญี่ปุ่น แม้กระทั่งประเทศเพื่อนบ้าน ของเราอย่าง มาเลเซีย ก็มีการทำวิจัยทางด้านนี้ หรือไกลออกไปอีกนิดอย่างอินเดียก็ทดลองใช้เทคโนโลยีนี้กันอย่างกว้างขวาง จึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทย จะต้องเริ่มให้ความสนใจในเรื่องนี้ให้มากขึ้น เพราะย่านนี้เป็นย่านของเกษตรกรรม ไม่ว่าจะเป็นพม่า ไทย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม มิฉะนั้นในอนาคตอันใกล้นี้เมื่อเทคโนโลยีเกษตรความแม่นยำสูง ถูกนำไปใช้เชิงพาณิชย์เมื่อไหร่ ประเทศไทยจะสูญเสียโอกาสในการส่งออกเทคโนโลยีเหล่านี้ไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งกำลังมีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก *ในประเทศมาเลเซียเอง มีการนำ Precision Farming มาใช้ดูแลสวนปาล์มขนาดใหญ่ ทำให้มีผลผลิตสูง* จริงๆประเทศไทยเองมีพื้นที่เกษตรกรรมขนาดใหญ่กว่าเสียอีก ทั้งยังมีความหลากหลายทางพืชพันธุ์เหลือคณา ได้เปรียบเขาหลายๆ อย่าง จึงน่าจะมีการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีนี้ให้มีความก้าวหน้ากว่าเขาให้ได้ Precision Farming ได้รับการนิยาม และตั้งความหมายต่าง ๆ กันไป แม้แต่ชื่อก็ยังถูกเรียกได้หลายชื่อ ตามแต่จะเน้น เทคโนโลยีหลักตัวไหน เช่น Precision Farming (การทำฟาร์มด้วยความแม่นยำสูง) Information-Intensive Agriculture (เกษตรที่เน้นการใช้สารสนเทศ) Prescription Farming (การทำฟาร์มแบบมีสูตร) Target Farming (การทำฟาร์มแบบมุ่งเป้า)เกษตรกรรมความแม่นยำสูง เป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเกษตรกรสามารถจะปรับการใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ย่อยๆ รวมไปถึงการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็น การหว่านเมล็ดพืช การให้ปุ๋ย การใช้ยาปราบศัตรูพืช การไถพรวนดินการรดน้ำ การคัดเลือกผลผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิต เช่น การให้ปุ๋ยในฟาร์มอัจฉริยะจะทำด้วยความแม่นยำกว่าโดยอาจจะใช้เครื่องสแกนสภาพดินในไร่ (Soil Mapping) เพื่อเก็บข้อมูลว่าบริเวณต่าง ๆ มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันอย่างไร ตรงไหนขาดแร่ธาตุ

ชนิดใด ลักษณะดินร่วนซุยต่างกันแค่ไหน ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกเก็บเข้าไปในฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับแผนที่ของฟาร์ม แล้วสามารถดาวน์โหลดไปยังเครื่องหยอดปุ๋ยบนรถไถที่ติดGPS (Global Positioning System) ทำให้การหยอดปุ๋ยสามารถกำหนดได้ว่าจะหยอดปุ๋ยชนิดใด ลงตำแหน่งใดในฟาร์มมากหรือน้อย จะเห็นได้ว่าฟาร์มอัจฉริยะมีความแตกต่างกับฟาร์มธรรมดาตรงที่การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างแม่นยำและตรงต่อความต้องการของพืช ช่วยลดการสูญเสียทรัพยากร การให้ปุ๋ยที่ไม่มากเกินไปช่วยทำให้ดินไม่เสีย ไม่เกิดการล้นของแร่ธาตุที่อาจทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมลงได้ ซึ่งเป็นไปไม่ได้เลยสำหรับเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมไม่ว่าจะเป็นเกษตรเคมี หรือ เกษตรอินทรีย์ ที่การให้ปุ๋ยก็จะให้เท่าๆกันทั่วทั้งไร่เกษตรกรรมความแม่นยำสูงต้องประกอบด้วยเรื่องสำคัญ 3 เรื่องคือ (1) สารสนเทศ (2) เทคโนโลยี (3) การบริหารจัดการ โดยตั้งอยู่บนแนวคิดที่ว่า พืชพันธุ์ที่ปลูก และสภาพล้อมรอบ (ดิน น้ำ แสง อากาศ) ในไร่นามีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณหรือพื้นที่ย่อยๆ ถึงแม้จะอยู่ในไร่เดียวกันก็ตาม สภาพล้อมรอบที่แตกต่างกันนี้ มีผลให้การเกิดผลผลิตแตกต่างกันได้ ดังนั้นจึงต้องดูแลพื้นที่เหล่านั้นแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลให้สร้างผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ปัญหาก็คือ เราจะรู้ได้อย่างไรว่าความแตกต่างนั้นมีจริง แล้วจะวัดอย่างไร (ปัจจุบันมีเทคโนโลยีในการเก็บเกี่ยวอัตโนมัติที่จะคำนวณปริมาณผลผลิตที่เก็บขึ้นมาได้ โดยบันทึกร่วมกับตำแหน่งGPS ทำให้ทราบว่าตำแหน่งใดในไร่มีผลผลิตแตกต่างกันอย่างไร) หรือเมื่อรู้แล้ว เราจะนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างไร รวมไปถึงจะบริหารจัดการอย่างไร นี่คือโจทย์ของเกษตรกรรมความแม่นยำสูง ซึ่งจะนำประโยชน์มาสู่เกษตรกร เจ้าของฟาร์ม ดังนี้ เกิดการลดต้นทุน เกิดผลผลิตสูงสุด ทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่แต่ละส่วนในฟาร์ม เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า รักษาสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถนำไปสู่กระบวนการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ และ ปลอดภัยเกษตรกรรมความแม่นยำสูง มีลักษณะเป็นวงจรที่ประกอบด้วยขั้นตอน ทั้งหมด 5 ขั้นตอนด้วยกันได้แก่

1. Data Collection เป็นขั้นตอนการเก็บข้อมูลของดิน น้ำ แสง ภูมิอากาศ (ซึ่งมักจะหมายถึงภูมิอากาศในพื้นที่เล็กๆ ที่เรียกว่า micro-climate) ผลผลิต เป็นต้น ด้วยวิธีการและเทคโนโลยีต่างๆ เช่น เครือข่ายเซ็นเซอร์ สถานีตรวจวัดอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เครื่องสแกนสภาพดิน เป็นต้น

2. Diagnostics เป็นขั้นตอนในการวินิจฉัยข้อมูล สร้าง กรองและเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์เข้าสู่ฐานข้อมูลซึ่งมักจะใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS) สวนไวน์ใน Napa Valley ซึ่งมีการนำเทคโนโลยี Smart Farm มาใช้กันแพร่หลาย

3. Analysis เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล การทำนายผลผลิตเชิงพื้นที่ รวมไปถึงการวางแผนจัดการเช่น เทคโนโลยี Crop Modeling ซึ่งจะนำข้อมูลต่างๆ มาทำการโมเดลหาความสัมพันธ์กับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้

4. Precision Field Operations เป็นขั้นตอนในการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เช่น การหยอดปุ๋ยด้วยรถขับเคลื่อนด้วย GPS การให้น้ำแบบโปรแกรม การนำส่งปุ๋ยหรือยาฆ่าแมลงด้วยแค็ปซูลนาโน ซึ่งสามารถควบคุมการปลดปล่อยตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นต้น

5. Evaluation เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการปฏิบัติการว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด คุ้มค่าแก่การลงทุนหรือไม่ โดยใช้เทคโนโลยีด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม (ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ, 2551)

2.8 การปลูกกล้วยหอมทอง

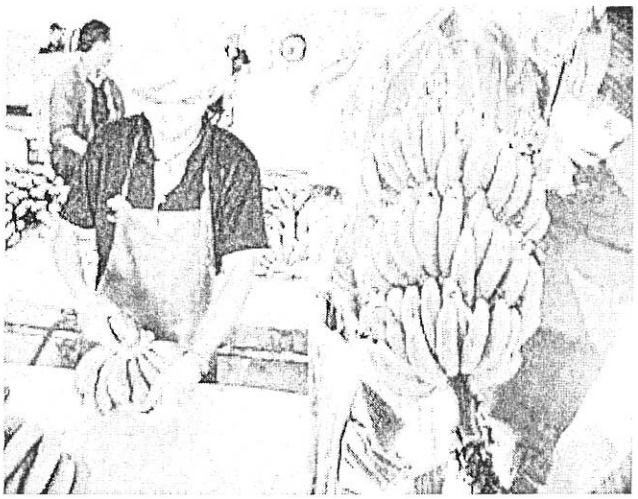
กล้วยหอมทอง เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการส่งออก โดยเฉพาะตลาดญี่ปุ่นมีความต้องการสูง ด้วยคุณลักษณะของกล้วยหอมทอง ที่มีน้ำหนัก แต่ละลูกเรียงกันอยู่ในหวีอย่างสวยงาม สีผิวของกล้วยเมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง รสชาติดี มีกลิ่นหอม น่ารับประทานอีกทั้งผลผลิตมีความปลอดภัย ไม่มีสารเคมีตกค้างปนเปื้อน ทำให้กล้วยหอมทองของไทยได้รับความนิยมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในตลาดญี่ปุ่น ซึ่งนับวันแนวโน้มความต้องการของตลาดยิ่งเพิ่มมากขึ้น กล้วยหอมทองที่ปลูกในประเทศไทย ลักษณะทั่วไปจะมีลำต้นสูงประมาณ 3 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 20 ซม. กาบลำต้นด้านนอกมีประดำ ด้านในสีเขียวอ่อน มีลายเส้นสีชมพู ก้านใบมีร่องค่อนข้างกว้าง เส้นกลางใบสีเขียว ส่วนของดอก ก้านเครือมีขน ปลีรูปไข่ค่อนข้างยาว ปลายแหลม ด้านบนมีสีแดงอมม่วง กล้วยเครือหนึ่งมี 4-6 หวี หวีหนึ่งมี 12-16 ผล ปลายผลมีจุกเห็นชัด เปลือกบางเมื่อสุกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง เนื้อสีเหลืองเข้ม กลิ่นหอม รสหวานน่ารับประทาน

การปลูกกล้วยหอมทอง **การเตรียมดิน** เกษตรกรต้องเลือกพื้นที่ให้เหมาะสม น้ำไม่ท่วม ดินร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี หากดินตรงไหนเป็นแอ่งควรปรับดินให้มีความลาดเท เพื่อป้องกันน้ำท่วมในฤดูฝน ถ้าจะให้ดินมีแร่ธาตุ มีอินทรียวัตถุสูง เพิ่มธาตุอาหารในดินควรปลูกปอเทืองแล้วไถกลบ ถ้าเป็นดินเหนียวควรทำการยกร่อง และปลูกบนสันร่องทั้ง 2 ข้าง ขุดหลุมขนาดกว้าง 50 ซม. ลึก 50 ซม. นำดินที่ขุดกองตากไว้ 5-7 วัน เพื่อกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน หลังจากนั้นคลุกเคล้าปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักกับดินชั้นบน แล้วจึงเอา **(การปลูก)** หน่อ ที่เตรียมไว้วางกลางหลุม กลบดิน รดน้ำกดดินให้แน่น ระหว่างต้นระหว่างแถวแต่ละหลุมห่างกัน 2 เมตร เพื่อสะดวกในการพรวนดิน ใส่ปุ๋ย ตัดใบ หมุนเวียนอากาศได้ดี

ภาพที่ 2.20 ลักษณะการปลูกกล้วยหอม

เมื่อต้นกล้วยมีอายุ 20-30 วัน ทำการปาดหน่อเพื่อให้ต้นและแตกใบเสมอกัน ต้นกล้วยอายุได้ 4-6 เดือน จะเริ่มมีการแตกหน่อ หน่อที่เกิดมาเรียกว่า หน่อตาม ควรเอาหน่อออก เพื่อไม่ให้หน่อแย่งอาหารจากต้นแม่ เก็บหน่อไว้ประมาณ 1-2 หน่อเพื่อพยุงต้นแม่เมื่อมีลมแรงและเก็บเกี่ยวผลผลิตในปี

การให้น้ำ ในพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่ จะใช้วิธีสูบน้ำจากบ่อบาดาล หรือบ่อกักเก็บที่อยู่ใกล้สวน สูบน้ำขึ้นมารดต้นกล้วย การให้น้ำแค่พอชุ่มชื่น ในช่วงที่ปลูกใหม่ๆ และขณะที่กล้วยตั้งตัวและกำลังติดปลี ติดผลดีแล้ว ไม่จำเป็นต้องให้น้ำทุกวันเหมือนพืชชนิดอื่น



ภาพที่ 2.21 การล้างกล้วยหอม

การให้ปุ๋ย กล้วยเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารมาก การติดผลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอาหารและน้ำที่ได้รับ ควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ตั้งแต่เริ่มปลูก การปลูกกล้วยหอมเพื่อส่งออกจะต้องเป็นการผลิตที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ฉีดพ่นสารเคมีโดยเด็ดขาด จะทำให้กล้วยหอมที่ได้ปราศจากสารพิษปนเปื้อน

แต่งหน่อกล้วย การตัดแต่งใบกล้วย ขณะที่มีการแต่งหน่อควรทำการตัดแต่งใบกล้วยควบคู่ไปด้วย จนกว่ากล้วยตกเครือ ติดใบกล้วยไว้กับต้น 10-12 ใบ ต่อต้น ตัดด้วยมีดขอให้ชิดต้น อย่าให้เหลือก้านกล้วยยื่นยาวออกมา เมื่อเหี่ยวจะทำให้รัดลำต้น ทำให้ลำต้นส่วนกลางขยายได้ไม่มากเท่าที่ควร การปล่อยให้ใบกล้วยมีมากเกินไป จะทำให้ปกคลุมดิน คลุมโคนต้น ทำให้แดดส่องไม่ทั่วถึงพื้นที่ ทำให้ดินมีความชื้นมากเกินไป **การค้ำยันต้นกล้วย** กล้วยหอมทองมักประสบปัญหาเรื่องหักล้มง่าย เครือใหญ่หนัก และคออ่อน เมื่อขาดน้ำหรือลมพัดก็หักโค่นเสียหาย จึงต้องใช้ไม้ค้ำยันหรือดามกล้วยทุกต้นที่ออกปลีแล้ว และตรวจดูการค้ำยันให้อยู่ในสภาพที่มั่นคงแข็งแรง ประมาณ 10 เดือน หลังจากปลูกกล้วยจะเริ่มแทงปลีออกมา เมื่อกล้วยแทงปลีจนสุดให้ตัดปลีทิ้ง หากไม่ตัดปลีกล้วยทิ้งจะทำให้ผลกล้วยเติบโตไม่เต็มที่

การห่อถุง การปลูกกล้วยหอมเพื่อส่งออก หลังจากตัดปลีแล้ว ควรทำการคลุมถุง ถุงที่ใช้ควรเป็นถุงพลาสติกที่ฟ้าขนาดใหญ่ และยาวกว่าเครือกล้วย เปิดปากถุงให้มีอากาศถ่ายเทได้ดี **เก็บเกี่ยว** ประมาณ 90-110 วัน กล้วยจะแก่พอดี ก็จะทำการเก็บเกี่ยว สามารถสังเกตได้จากกล้วยหวีสุดท้ายเริ่มกลม สีผลจางลงกว่าเดิม ถ้าปล่อยให้แก่คาต้นมากเกินไปจะทำให้เปลือกกล้วยแตก ผลเสียหาย ปัจจุบันสหกรณ์การเกษตรท่ายาง จำกัด รับซื้อผลผลิตจากสมาชิก จำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ การผลิตกล้วยหอมทองเพื่อส่งออกของสหกรณ์การเกษตรท่ายาง จำกัด จะผลิตตามที่ได้ตกลงกันในสัญญาซื้อขายกับสหกรณ์ผู้บริโภค ประเทศญี่ปุ่น ทั้งสองฝ่ายจะปฏิบัติตามสัญญาอย่างเคร่งครัด เข้มงวดในทุกกระบวนการผลิต ตั้งแต่การคัดเลือกสมาชิกเข้าร่วมโครงการ พื้นที่การปลูกกล้วยหอม การคมนาคมสะดวกต่อการเก็บผลผลิต ประการสำคัญสมาชิกต้องจำหน่ายให้สหกรณ์เท่านั้น สมาชิกต้องได้รับการอบรมความรู้เกี่ยวกับการผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษโดยไม่ใช้การใช้สารเคมี ใช้เฉพาะปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก วิธีการปลูก การดูแลรักษา ต้องพิถีพิถันมากกว่าการปลูกกล้วยหอมทองตามปกติ โดยได้รับความร่วมมือจากกรมส่งเสริมสหกรณ์ และกรมส่งเสริมการเกษตร **การวางแผนการผลิต** สหกรณ์ผู้บริโภคประเทศญี่ปุ่นมีความต้องกล้วยหอมทองปีละประมาณ 400ตัน สหกรณ์จึงต้องวางการผลิตปลูกในแต่ละเดือน ให้สอดคล้องกับต้องการ โดยกระจายการปลูกไปยังพื้นที่ของสมาชิกอย่างทั่วถึง ลดความเสี่ยงจากการผลิตของสมาชิก เพื่อให้สามารถส่งกล้วยหอมออกไปยังประเทศญี่ปุ่นได้ตามความต้องการของลูกค้า

การเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทอง จะเก็บเกี่ยวกล้วยหอมที่มีความแก่ประมาณ 70% โดยสหกรณ์จะขนส่งจากสวนของสมาชิกจนถึงสหกรณ์ เมื่อถึงสหกรณ์จะแบ่งเครือกล้วยออกเป็นหวี คัดกล้วยที่ได้ตามขนาดและมีความสมบรูณ์ หลังจากนั้นจะตัดเกสร ล้างทำความสะอาดผลกล้วย ตัดครึ่งหวีกล้วย ตัดแต่งผลที่เสียหาย แช่น้ำ 5 นาทีล้างยางกล้วย เป่าลมตามช่องเพื่อกำจัดแมลงและทำให้กล้วยแห้ง ชั่งน้ำหนักก่อนการบรรจุ ติดสติกเกอร์หมายเลขทุกกล่องเพื่อให้รู้ว่ากล้วยหอมทองเป็นของสมาชิกรายใด น้ำหนักของกล้วยต้องให้ผลมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 110 กรัม ประมาณ 7 ผล การบรรจุกล้วย ต้องไม่เกิน 2 ซม. จากขอบกล่อง กล่องละ 13-13.60 กิโลกรัม ห่อด้วยพลาสติก ดูดอากาศออกมัดปากถุงให้แน่น จากนั้นขนย้ายเข้าห้องเย็นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส การเรียงกล่องแต่ชั้นต้องไม่เกิน 10 กล่อง เพราะต้องมีช่องว่างระบายอากาศ ปิดม่านตลอด รอการขนส่งไปยังประเทศญี่ปุ่นต่อไป

การผลิตกล้วยหอมทองจำหน่ายภายในประเทศ นอกจากการส่งกล้วยหอมทองไปจำหน่ายต่างประเทศแล้ว สหกรณ์การเกษตรกรท่ายาง จำกัด ยังจำหน่ายกล้วยหอมทองให้กับห้างเทสโก้โลตัส ท๊อป จัสโก้ เลมอน วิลล่า ฟูจิ กล้วยที่จำหน่ายภายในประเทศจะมีความแก่มากกว่ากล้วยที่ส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น ขั้นตอนการผลิตเหมือนกับการส่งกล้วยหอมทองไปต่างประเทศ เมื่อขนส่งกล้วยถึงสหกรณ์จะทำการคัดแยกหวี ล้างกล้วยให้สะอาด เป่ากล้วยให้แห้งด้วยแรงลมที่มีแรงอัดสูง การตรวจสอบคุณภาพจะมีการเช็คโรคแมลงอย่างละเอียด เพื่อมิให้สิ่งแปลกปลอมที่หลงเหลือติดไปกับผลกล้วย ตัดแบ่งหวีกล้วย ชั่งน้ำหนัก บรรจุถุงพลาสติกถุงละประมาณ 5.5 กิโลกรัม เมื่อบรรจุลงกล่องนำไปบ่มด้วยแก๊สเอทิลีน 20 ชั่วโมง แล้วนำออกมาพักไว้ ก่อนเก็บรักษาในห้องเย็นรอการขนส่งลูกค้า

ภาพที่ 3 กล้วยหอมก่อนการบรรจุกล่อง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์เกี่ยวกับการนำเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายไปใช้ประโยชน์มีดังนี้

สุวิชชา โกสุมวงศ์วิวัฒน์ (2549) ได้พัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อแจ้งเตือนไฟป่า ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการทำงานของเซนเซอร์ไร้สาย ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ คอยตรวจสอบอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งข้อมูลเข้ามายังส่วนควบคุม หากมีอุณหภูมิสูงท่าค่าที่ตั้งไว้ระบบก็จะมีการแจ้งเตือนให้เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง

กลอยใจ กางกรณ์ (2551) ได้วิจัยเรื่อง การวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนท้องถนนโดยใช้เครือข่ายตรวจวัดแบบไร้สาย โดยใช้ระบบปฏิบัติการ TinyOS เซนเซอร์ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และอุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky ผลการวิจัยพบว่า วงจรเซนเซอร์ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์สามารถใช้งานได้และผ่านการเปรียบเทียบค่าก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์โดยใช้วิธีขวดรีแอคเตอร์ด้วยก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์ 99.9999 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสามรถบันทึกลงฐานข้อมูลและสามารถแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซด์เป็นกราฟเส้นตามประเภทและช่วงเวลาที่ต้องการได้

เฉลิมพล ศิริอาคเนย์ (2551) ได้นำเสนอระบบควบคุมและตรวจสอบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สาย เป็นการพัฒนาระบบการใช้งานไวร์เลสเซนเซอร์สำหรับผู้ดูแลระบบ ให้เครือข่ายมีประสิทธิภาพมากที่สุด สิ่งที่ได้จากงานวิจัยนี้คือ ระบบตรวจสอบเครือข่ายที่สามารถแสดงผลได้อย่างรวดเร็วผ่านทางเว็บอินเทอร์เฟส สามารถตรวจเช็คอุปกรณ์ในเครือข่ายได้

อนุศักดิ์ ประพัฒน์ (2551) ได้วิจัยเรื่อง ระบบตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยอัตโนมัติโดยใช้เครือข่ายเซนต์เซอร์ไร้สาย สำหรับฟาร์มกุ้ง โดยใช้อุปกรณ์ไร้สาย Tmote Sky วัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและระบบปฏิบัติการ TinyOS ผลการวิจัยพบว่า ชุดตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสามารถใช้งานได้ผ่านการเปรียบเทียบค่าโดยใช้วิธีวัดค่าออกซิเจนในน้ำจากสารละลายโซเดียมซัลไฟล์ ที่มีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกัน โดยมีค่าสูงที่สุดที่ 20 ppm. ข้อมูลที่ได้จากการวัดสามารถบันทึกค่าลงฐานข้อมูล และสามารถแสดงปริมาณออกซิเจนที่วัดผ่านทางเว็บเพจที่ออกแบบ

และแสดงปริมาณออกซิเจนย้อนหลังจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปของกราฟเส้นตามช่วงเวลาที่ต้องการได้

โครงการเครือข่ายสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ (Mini Monitoring Station (MMS)) (2005) ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ประกอบไปด้วยสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ สถานีรับข้อมูล และเครื่องแม่ข่าย โดยในอุปกรณ์ตรวจสภาพอากาศนั้นประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดต่าง ๆ เช่น ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน เสียง เป็นต้น การสื่อสารข้อมูลสามารถทำได้โดยผ่านสายและคลื่นวิทยุ โดยสายหากใช้สายแบบ RS485 จะสามารถสื่อสารได้สูงสุด 1200 เมตร และการสื่อสารทางเคลื่อนวิทยุที่ทางศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติได้พัฒนาขึ้น สามารถส่งสัญญาณได้ระยะทาง 80 เมตร นอกจากนั้นยังสามารถส่งข้อมูลโดยผ่านทางระบบ GPRS (General Packet Radio Service) โดยจะมีสถานีรับข้อมูลและส่งต่อไปยังเครื่องแม่ข่ายเพื่อบันทึกข้อมูล

สถาปัตย์ กิลาโส (2553) ได้นำเสนอระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อแสดงผลสภาพอากาศ โดยได้นำระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายตามมาตรฐาน IEEE Zigbee 802.15.4 มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครือข่ายสถานีตรวจอากาศไร้สายและแจ้งเตือนภัยภิบัติ โดยได้นำเทคนิคแบบ Decision Tree มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแจ้งเตือน โดยในระบบต้นแบบนี้ได้ใช้ข้อดีของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ที่สามารถส่งสัญญาณได้ในระยะไกลโดยอาศัยเทคนิคแบบ MESH ในการรับส่งข้อมูลและใช้พลังงานต่ำ ทำให้สามารถนำไปติดตั้งในสถานที่ยากต่อการเดินสายสัญญาณหรือไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าถึง

วิชญ์ (2547) ได้ออกแบบระบบการควบคุมการวัดระดับน้ำและการเปิด-ปิดประตูระบายน้ำในคลองชลประทาน โดยการประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ระบบคอมพิวเตอร์ การเชื่อมต่อระบบด้วยคลื่นวิทยุ และระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ พบว่าสามารถทำการควบคุมได้ตามวัตถุประสงค์ การวัดค่าอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์สามารถทำได้ โดยผ่านระบบเครือข่าย และการเชื่อมต่อระบบประมวลผลขนาดเล็กหลายๆ ระบบเข้าด้วยกัน (ชาตรี และอาทิตย์, 2545) และยังสามารถใช้ระบบการควบคุมไร้สาย ที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมอุปกรณ์เกษตรได้ (อมรรัตน์ และบรรจบ, 2547) นอกจากนี้ยังสามารถนำเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์เว็บเทคโนโลยี เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและควบคุมระยะไกลแบบไร้สายในงานเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญธงและสมยศ, 2551; บุญธงและสมยศ, 2552)

ศิวาพร เหมียดไธสง และคณะ (2556) ได้ออกแบบ ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและตรวจจับขโมยด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับพื้นที่เพาะปลูกมะนาว พบว่า การที่ชาวบ้านที่ปลูกมะนาวใช้สารเคมีจำนวนมากเนื่องจากการขาดความเข้าใจ สภาพแวดล้อมในการปลูกมะนาว โดยตัวแปรที่ทำให้เกิดโรคและแมลงระบาดจะเกิดจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่ทำให้โรคและแมลงระบาดอย่างหนัก ซึ่งชาวบ้านชาวบ้านไม่เข้าใจเงื่อนไขการระบาดของโรคและแมลง เพราะชาวบ้านไม่มีตัวตรวจจับสภาพเงื่อนไขเหล่านั้น เมื่อนำระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเข้าไปใช้ ทำให้ชาวบ้านมีข้อมูลในการดูแลและตัดสินใจในการให้ปุ๋ยและควบคุมโรคและแมลง โดยพบว่าข้อมูลสภาพแวดล้อมทำให้ชาวบ้านควบคุมโรคและแมลงได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบ นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก โดยได้แบ่งการออกแบบเป็น 3 ส่วน คือ 1) สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย 2) สร้างระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ 3) สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code ในการออกแบบจะทำการออกแบบและทดสอบในห้องปฏิบัติการก่อนนำไปใช้งานจริงโดยได้ออกแบบระบบดังนี้

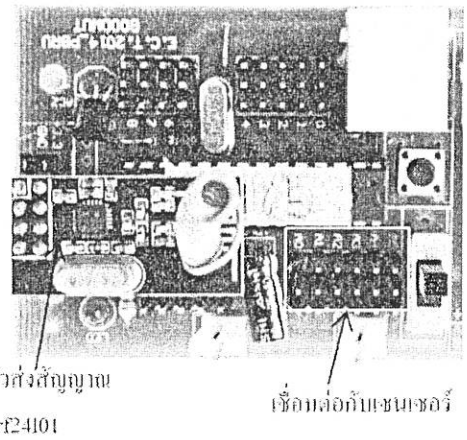
1. สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย
2. สร้างระบบสารสนเทศในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง
3. สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code

3.1 ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้ทำการออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย โดยออกแบบเป็นโหนดต่าง ๆ คือ โหนดเซนเซอร์ โหนดฐาน และโหนดสถานี นอกจากนั้นได้ทดสอบประสิทธิภาพในรูปแบบของการส่งข้อมูลต่าง ๆ

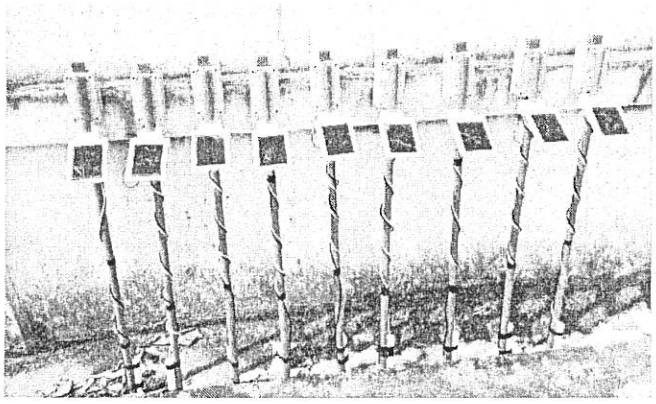
3.1.1 การออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

การออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จะออกแบบบนฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโนโดยได้พัฒนาบอร์ดขึ้นมา ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 บอร์ดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่พัฒนาขึ้น

ในบอร์ดนี้จะประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ atmeag328 บูสโหลดด้วยอาดูโน ทำให้บอร์ดนี้มีคุณสมบัติเป็นบอร์ดอาดูโนทุกประการ ในการใช้งานจะใช้พอร์ต A5 สำหรับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ A4 เซ็นเซอร์ตรวจจับแสง A3 เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิในดิน A2 เซ็นเซอร์ตรวจจับความชื้นในดิน การส่งสัญญาณจะส่งสัญญาณแบบไร้สายด้วย nrf24l01 เป็นตัวส่งรับข้อมูลขนาดเล็กและมีราคาถูก การสร้างโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐาน ได้ออกแบบใช้บล็อกเดียวกัน ดังภาพที่ 3.2

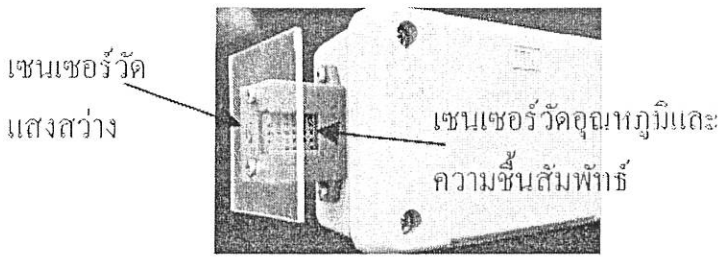


ภาพที่ 3.2 การสร้างโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐาน

เซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม

สำหรับเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมจะมีเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมทั้งหมด 5 เซ็นเซอร์ ดังนี้

เซ็นเซอร์โหนด วัดความชื้นสัมผัสและวัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ เซ็นเซอร์นี้สามารถวัดค่าได้ 2 ค่า คือ วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ โดยค่าความชื้นที่วัดได้อยู่ในย่าน 20-90 % ความผิดพลาด 5 % ส่วนอุณหภูมิ 0-50 C ความผิดพลาด 2 % โหนดแสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเซนเซอร์วัดแสงสว่าง

เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิ การทดสอบจะสร้างแบบจำลองขึ้นโดยแบบจำลองประกอบด้วยเครื่องเป่าลมร้อนที่กำเนิดความร้อนที่ปรับค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 100-400 องศาเซลเซียส การทดลองจะทำการปรับเครื่องเป่าลมร้อนไว้ที่ 284 องศาเซลเซียสแล้วเก็บค่าข้อมูลครั้งละ 1 นาทีโดยเริ่มเก็บค่าข้อมูลจากเครื่องวัดค่าอุณหภูมิมาตรฐานและอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่จะนำไปใช้งานจริง ทั้งสองค่าจะเริ่มเก็บค่าจากอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการคือ 23 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ค่าอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียล พบว่าเก็บได้ จำนวน 12 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่าค่าอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ที่สร้างขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องวัดอุณหภูมิมาตรฐาน

เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นสัมพัทธ์ การทดสอบเซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์จะใช้แบบจำลองเดียวกับการทดสอบค่าอุณหภูมิ แต่เปลี่ยนแปลงการสร้างเงื่อนไขจากตัวเป่าลมร้อนเป็นการใช้สเปรย์ฉีดน้ำเป็นฝอยเข้าไปในแบบจำลอง โดยกำหนดเงื่อนไขการทดสอบเริ่มต้นจะไล่ความชื้นในแบบจำลองทดสอบให้ความชื้นสัมพัทธ์เหลือ 15 เปอร์เซ็นต์ก่อนทำการทดสอบหลังจาก

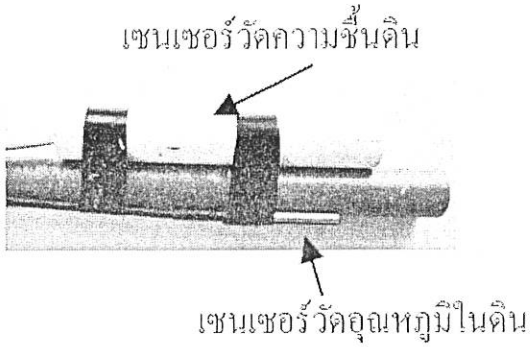
นั้นจะฉีดสเปรย์ให้ได้ความชื้นสัมพัทธ์ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ แล้วเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยสเปรย์ฉีดน้ำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ พบว่าความชื้นสูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์จะฉีดสเปรย์จำนวน 11 ครั้งห่างกันทุก ๆ 1 นาที เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์มีค่าใกล้เคียงกับชุดวัดมาตรฐานเปรียบเทียบ

เซ็นเซอร์โหนด วัดความเข้มแสง เซ็นเซอร์โหนดวัดความสว่าง เซ็นเซอร์จะใช้อุปกรณ์ LDR และความต้านทานขนาด 10 กิโลโอห์ม นำมาต่ออนุกรมกันโดยใช้ความต้านทานต่อพูลดาวส์ (pull down) โดยค่าแรงดันจะคำนวณได้จากสมการ

$$Vanalog = 5v \times R/R+RLDR$$

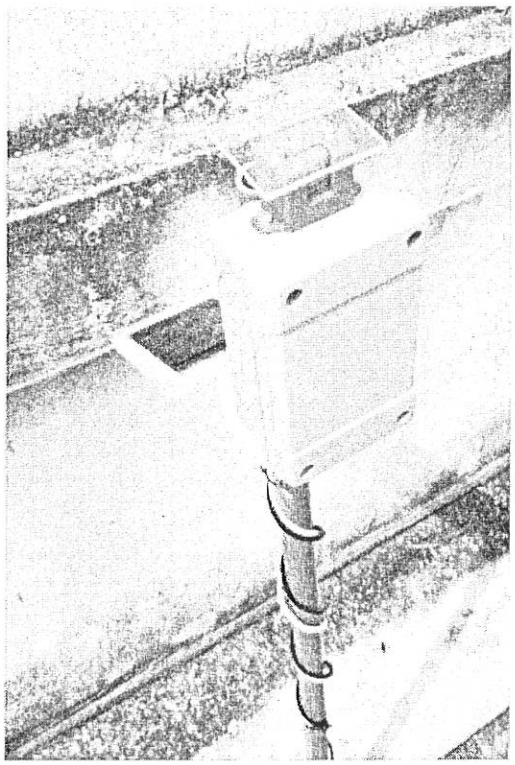
ค่าแรงดันที่ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ LDR จะทำให้เกิดค่าแรงดัน Vanalog เปลี่ยนแปลง ทำให้ได้ค่าที่จะนำไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อไปควบคุมการทำงานของชุดคำสั่งต่อไป การต่อใช้งานจะวัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานโดยอ่านค่าสัญญาณไฟเข้ามาเป็นสัญญาณอนาลอก เพื่อนำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

เซ็นเซอร์โหนด วัดความชื้นดิน เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นในดินแสดงดังภาพที่ 3.4 เซ็นเซอร์จะทำจากขั้วโลหะสองชิ้นวางขนานกันระยะห่างระหว่างแท่งโลหะ 1 เซนติเมตร แท่งโลหะยาว 10 เซนติเมตร หุ้มแท่งโลหะด้วยปูนปาสเตอร์ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แท่งยาว 12 เซนติเมตรเมื่อหุ้มด้วยปูนปาสเตอร์แล้ว ขั้วต่อโลหะทั้งสองขั้วจะถูกต่อกับความต้านทาน 100 โอห์ม แล้วเชื่อมต่อกับขั้วสัญญาณดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และอีกขั้วต่อความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม และเชื่อมต่อกับขั้วดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านขั้วต่อกับขั้วโลหะที่ต่อกับความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสัญญาณ อนาลอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการวัดความชื้นในดินจะทำการฝังตัววัดความชื้นในดินลึก 30 เซนติเมตร



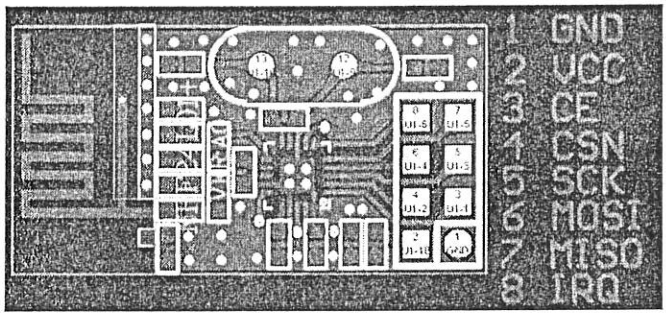
ภาพที่ 3.4 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดินและวัดความชื้นในดิน

เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิดิน เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิในดินเซ็นเซอร์ใช้ DS18B20 เป็นเซ็นเซอร์ที่หัววัดหุ้มด้วย สแตนเลส ขนาด 6 x 30 มิลลิเมตร สายสัญญาณยาว 100 เซนติเมตร ใช้แรงดันแหล่งจ่าย 3-5.5 โวลต์ ย่านการวัดอุณหภูมิ -55 - +125 C ในการใช้งานจะทำการฝังลงไปในดินลึก 20 เซนติเมตร โหนดเซนเซอร์และโหนดฐานแสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 เซ็นเซอร์โหนดเซนเซอร์และโหนดฐาน

ตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย การออกแบบการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ 2.4 กิกะเฮิร์ต การออกแบบในส่วนนี้ จะใช้การออกแบบโดยได้ออกแบบให้ขาของ ชุดคำสั่งสามารถรองรับขาของอุปกรณ์ส่งสัญญาณวิทยุ nrf24l01 ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 ลักษณะบอร์ด nrf24l04

ที่มา: http://arduino-info.wikispaces.com/Nrf24L01-2.4GHz-HowTo

ในการต่อใช้งานกับ Arduino จะทำการต่อสัญญาณจากชุดรับส่งสัญญาณวิทยุจำนวน 5 สัญญาณได้แก่ MISO, MOSI, SCK, CE และ CSN โดยทำการเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับขาสัญญาณของ Arduino ดังนี้

1) สัญญาณ MISO เชื่อมต่อกับสัญญาณ ขา 12

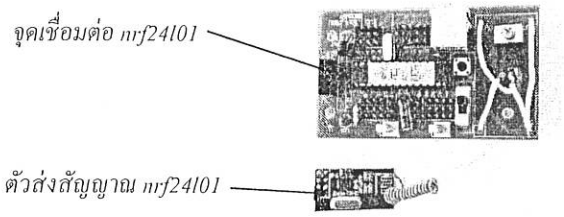
2) สัญญาณ MOSI เชื่อมต่อกับสัญญาณ ขา 11

3) สัญญาณ SCK เชื่อมต่อกับขา 13

4) สัญญาณ CE เชื่อมต่อกับขา 8

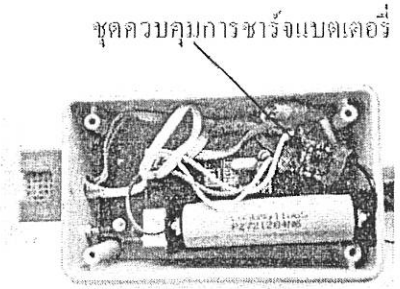
5) สัญญาณ CSN เชื่อมต่อกับขา 7

การต่อใช้งาน ตัวส่งสัญญาณ nrf24l01 บนบอร์ดที่ออกแบบขึ้นแสดงดังภาพที่ 3.7



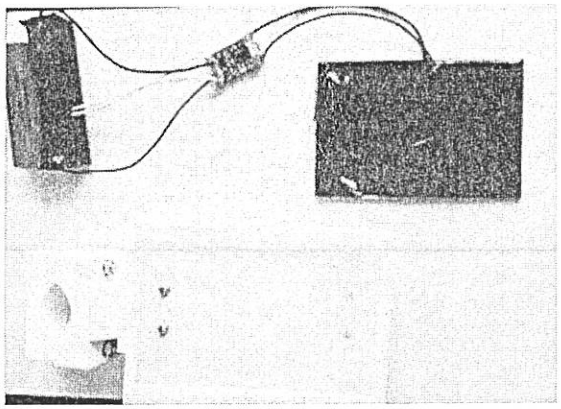
ภาพที่ 3.7 บอร์ดเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม

ชุดชาร์จแบตเตอรี่ ในระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายได้ออกแบบส่วนของการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ส่วนสำคัญของระบบโหนดเซนเซอร์และโหนดฐาน คือระบบการชาร์จแบตเตอรี่ด้วยระบบชาร์จโซล่าเซลล์แสดงดังภาพที่ 3.8



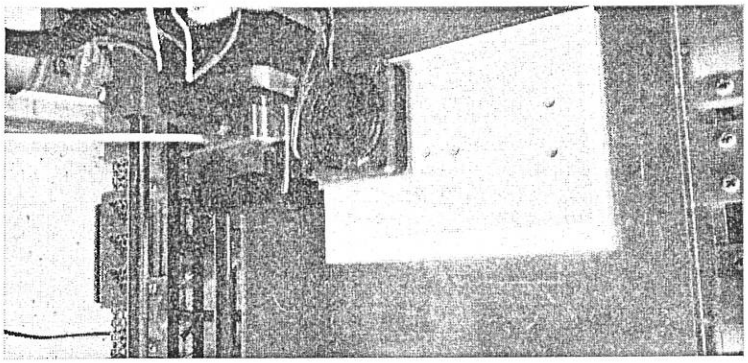
ภาพที่ 3.8 ชุดชาร์จแบตเตอรี่โซล่าเซลล์

ชุดชาร์จแบตเตอรี่เมื่อประกอบเสร็จแสดงดังภาพที่ 3.8 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบด้วย โซล่าเซลล์ ขนาด Solar Cell 5.5V 90mA พลังงาน 0.5W ขนาด แบตเตอรี่แบบ Li-ion 18650 ความ 2850 mAh



ภาพที่ 3.9 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์โหนด

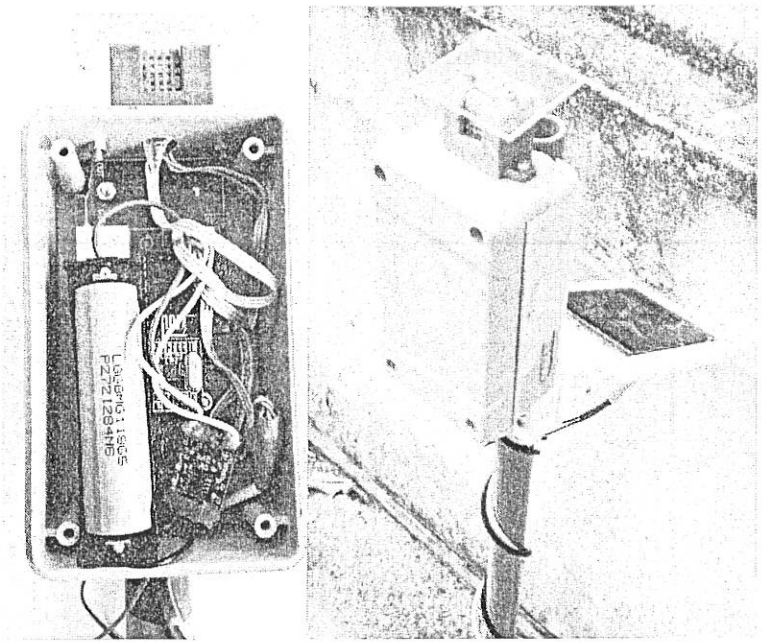
สำหรับแผ่นรองโซล่าเซลล์จะขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 การขึ้นรูปแผ่นรองรับโซล่าเซลล์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

3.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพ

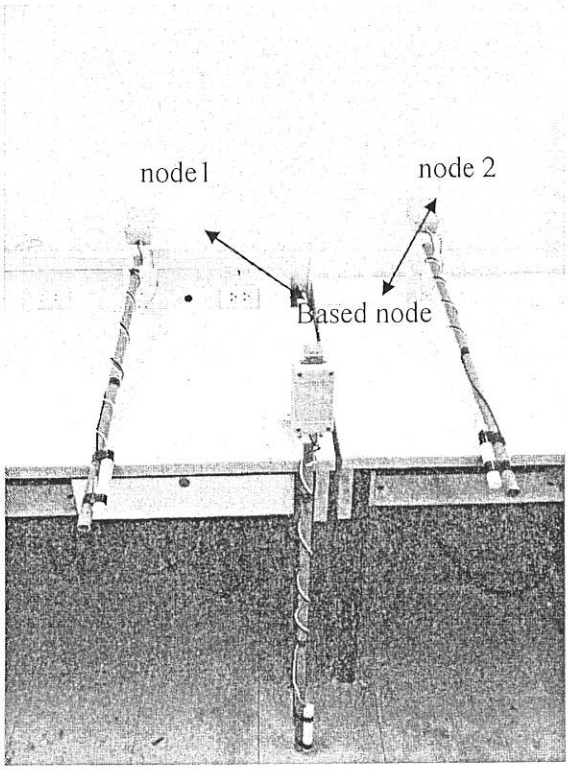
การทดสอบประสิทธิภาพ จะทดสอบแต่ละรูปแบบ รูปแบบการส่งข้อมูลของการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการทดสอบเซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยได้นำเซนเซอร์โหนดฐานและเซนเซอร์โหนดดังภาพที่ 3.11 ดังนี้



ภาพที่ 3.11 ภายในโหนดเซนเซอร์และโหนดฐานสำหรับการทดสอบ

การทดสอบ การรับส่งข้อมูล แบบ จุดต่อจุด (point-to-point)

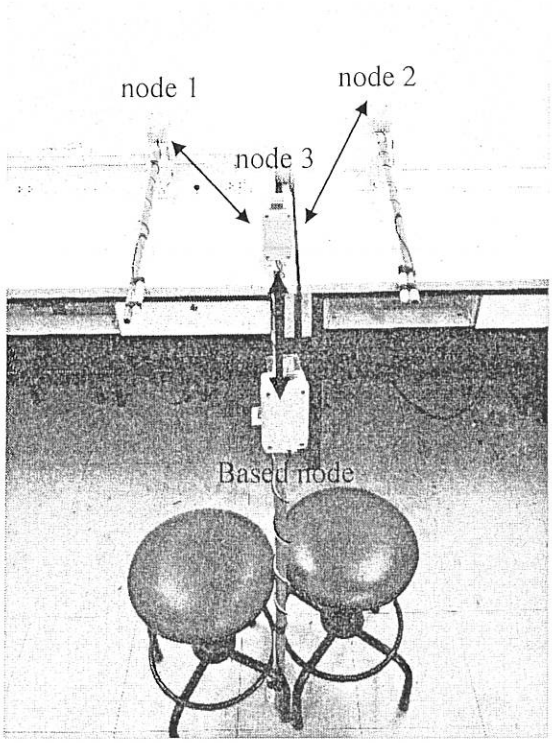
การทดสอบ การรับส่งข้อมูลจะทำการทดสอบข้อมูลในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ การทดสอบแบบจุดต่อจุด (point-to-point) แสดงดังภาพที่ 3.6 การทดสอบจะทำการทดสอบการส่งข้อมูลจากโหนด 1 และโหนด 2 ไปยังโหนดฐาน จำนวน 10 ครั้ง พบว่า สามารถส่งข้อมูลได้ทั้ง 10 ครั้ง และหลังจากนั้น ทำการทดสอบ การส่งข้อมูลระยะห่างต่าง ๆ พบว่า การส่งข้อมูลที่ดีที่สุดคือ 15-20 เมตร



ภาพที่ 3.6 การทดสอบการส่งข้อมูลแบบ จุดต่อจุด

การทดสอบเครือข่ายแบบ 4 จุด

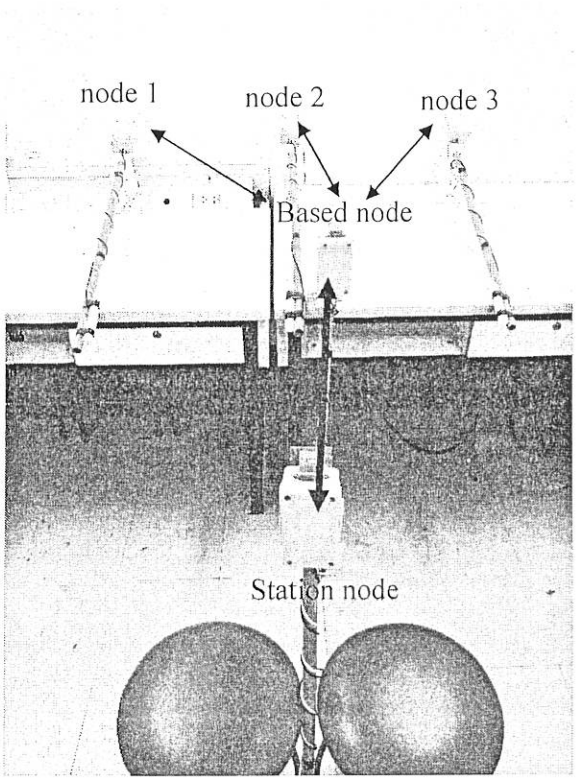
การทดสอบเครือข่ายแบบ 4 จุด แสดงดังภาพที่ 3.7 การทดสอบแบบ 4 จุดจะทดสอบโดยการเขียนโปรแกรมให้โหนดเซ็นเซอร์ทั้ง 3 โหนดส่งข้อมูลไปที่โหนดฐาน โดยโหนดฐานจะทำการเก็บข้อมูลให้เรียงลำดับข้อมูลเริ่มจากโหนดเซ็นเซอร์ 1 ตามด้วยโหนดเซ็นเซอร์ 2 และโหนดเซ็นเซอร์ 3 ข้อมูลทั้ง 3 โหนดจะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำโหนดฐาน ก่อนจะส่งข้อมูลไปยังส่วนต่อไป เมื่อมีการเก็บข้อมูลครบทั้ง 3 ชุดข้อมูลจะส่งข้อมูลไปยังส่วนต่อไป การทดสอบจะทำการทดสอบการส่งข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง พบว่า สามารถส่งข้อมูลและบันทึกค่าข้อมูลได้ถูกต้องทั้ง 10 ครั้งไม่ผิดพลาด



ภาพที่ 3.7 การทดสอบการส่งข้อมูลแบบ 4 จุด

การทดสอบเครือข่ายแบบ 5 จุด

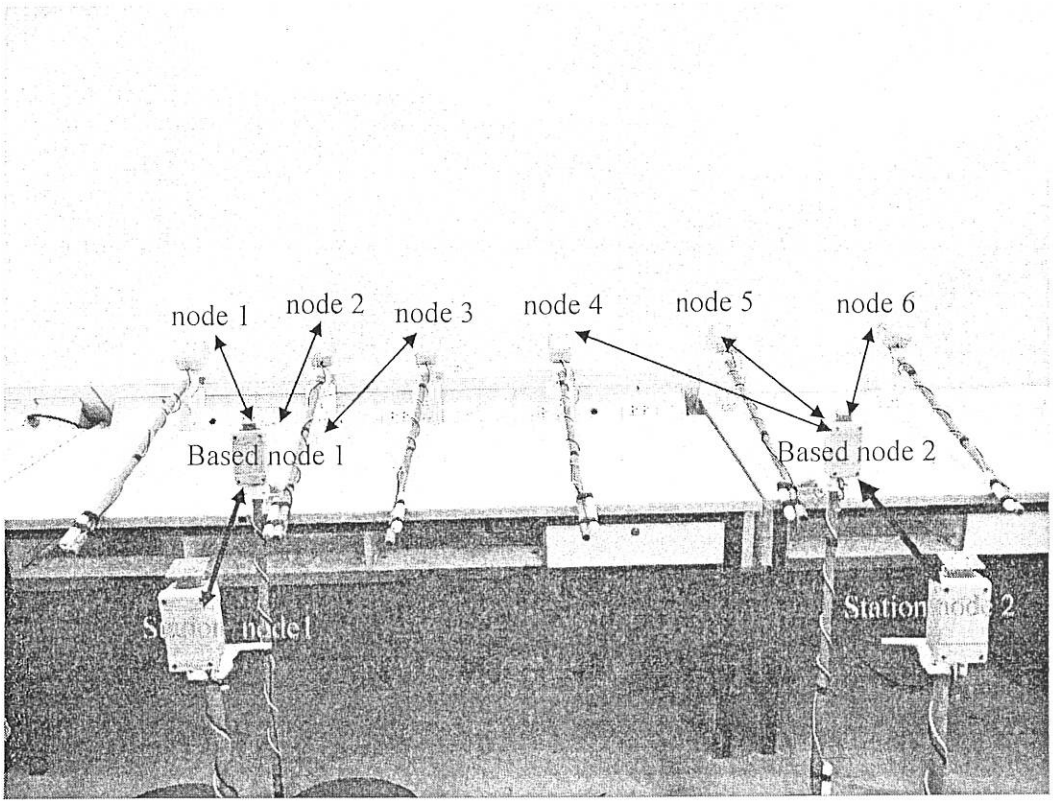
การทดสอบโหนดเซ็นเซอร์แบบ 5 จุด แสดงดังภาพที่ 3.8 การทดสอบแบบ 5 จุดเป็นการทดสอบการส่งสัญญาณเป็นคู่ โดยในลำดับแรกให้โหนด 1 และโหนด 2 ส่งข้อมูลไปยัง เบสโหนด โดยทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ เบสโหนดเมื่อครบทั้ง 2 โหนดแล้วจึงส่งไปโหนดสถานี อีก 30 วินาทีต่อมาให้โหนด 2 และโหนด 3 ส่งข้อมูลไปบันทึกที่โหนดเบส เมื่อครบทั้ง 2 โหนดแล้วจึงส่งไปยังสถานี ทำการทดสอบข้อมูลโดยการส่งข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที พบว่า การทดสอบแบบ 5 จุด สามารถส่งข้อมูลได้ 90 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3.8 การทดสอบการส่งข้อมูลแบบ 4 จุด

การทดสอบเครือข่ายแบบ 10 จุด

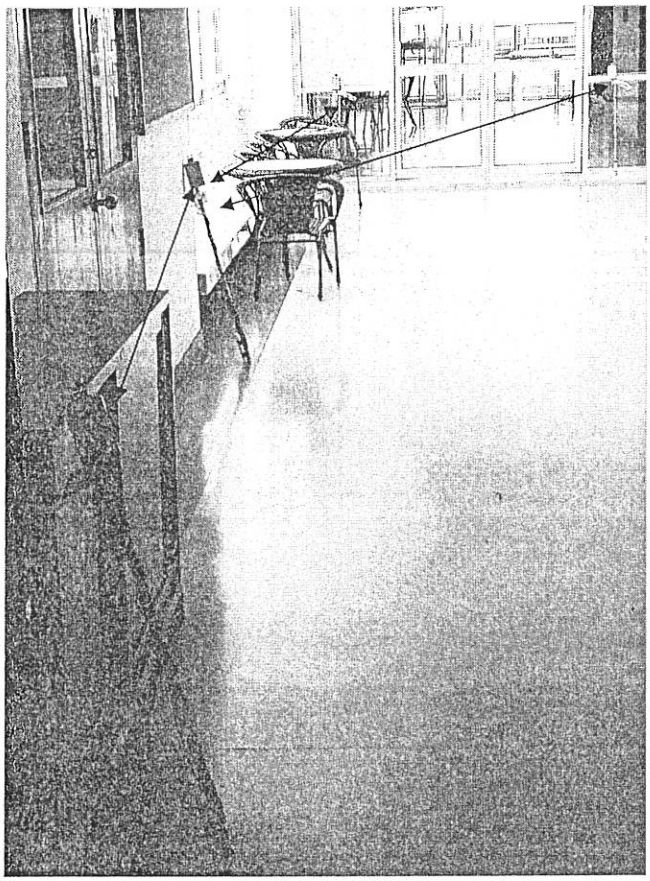
การทดสอบโหนดเซ็นเซอร์แบบ 10 จุด แสดงดังภาพที่ 3.9 การทดสอบแบบ 10 จุดเป็นการทดสอบการส่งสัญญาณเป็น โดยในลำดับแรกให้โหนด 1 และโหนด 2 และโหนด 3 ส่งข้อมูลไปยังเบสโหนด 1 โดยทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ เบสโหนดเมื่อครบทั้ง 3 โหนดแล้วจึงส่งไปโหนดสถานี 1 อีก 30 วินาทีต่อมาให้โหนด 4 โหนด 5 และโหนด 6 ส่งข้อมูลไปบันทึกที่โหนดเบส 2 เมื่อครบทั้ง 2 โหนดแล้วจึงส่งไปยังสถานี 2 ทำการทดสอบข้อมูลโดยการส่งข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที พบว่า การทดสอบแบบ 10 จุด สามารถส่งข้อมูลได้ 80 เปอร์เซ็นต์มีความผิดพลาด เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.9 การทดสอบการส่งข้อมูลแบบ 10 จุด

การทดสอบระยะการส่งสัญญาณ

การทดสอบการส่งสัญญาณนอกจากการทดสอบภายในห้องที่ระยะใกล้แล้วยังทำการทดสอบให้มีระยะห่างขึ้นทดสอบนอกห้องปฏิบัติการดังภาพที่ 3.10 ผลการทดสอบพบว่า สามารถส่งข้อมูลได้ที่ระยะเหมาะสมที่สุด 15-20 เมตร



ภาพที่ 3.10 การทดสอบการส่งข้อมูลแบบ 4 จุดนอกห้องปฏิบัติการ

3.1.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

การออกแบบซอฟต์แวร์จะออกแบบเป็น 4 ส่วนคือ 1) ส่วนรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ 2) ส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดฐาน 3) ส่วนรับส่งข้อมูลโหนดสถานี 4) การนำข้อมูลขึ้นโฮสต์ เพื่อการแสดงผลบนเว็บไซด์

1. ส่วนรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ในส่วนของการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์จะเขียนโปรแกรมให้อ่านค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ได้แก่ เซนเซอร์ ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะรับค่าข้อมูลผ่าน พอร์ต 17 ของ อาดูโน ส่วนวัดอุณหภูมิในดินรับค่าข้อมูลผ่านพอร์ต 15 วัดความสว่างผ่านพอร์ต 14 และวัดค่าความชื้นในดินผ่านพอร์ต 16 โปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.11

node1 | Arduino 1.8.2

File Edit Sketch Tools Help

node1

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 17 // what pin we're connected to

// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
//#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
//#define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)

// Connect pin 1 (on the left) of the sensor to +5V
// Connect pin 2 of the sensor to whatever your DHTPIN is
// Connect pin 4 (on the right) of the sensor to GROUND
// Connect a 10K resistor from pin 2 (data) to pin 1 (power) of the sensor

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
// Data wire is plugged into pin 2 on the Arduino
#define ONE_WIRE_BUS 15 //(A1)

// Setup a oneWire instance to communicate with any OneWire devices (not just Maxim/Dallas temperature ICs)
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
```

ภาพที่ 3.11 โปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์ต่างๆ ของโหนดเซนเซอร์

ส่วนการติดต่อระหว่างโหนดเซนเซอร์กับโหนดฐานจะใช้การกำหนดค่าแต่ละโหนด ภาพที่ 3.12

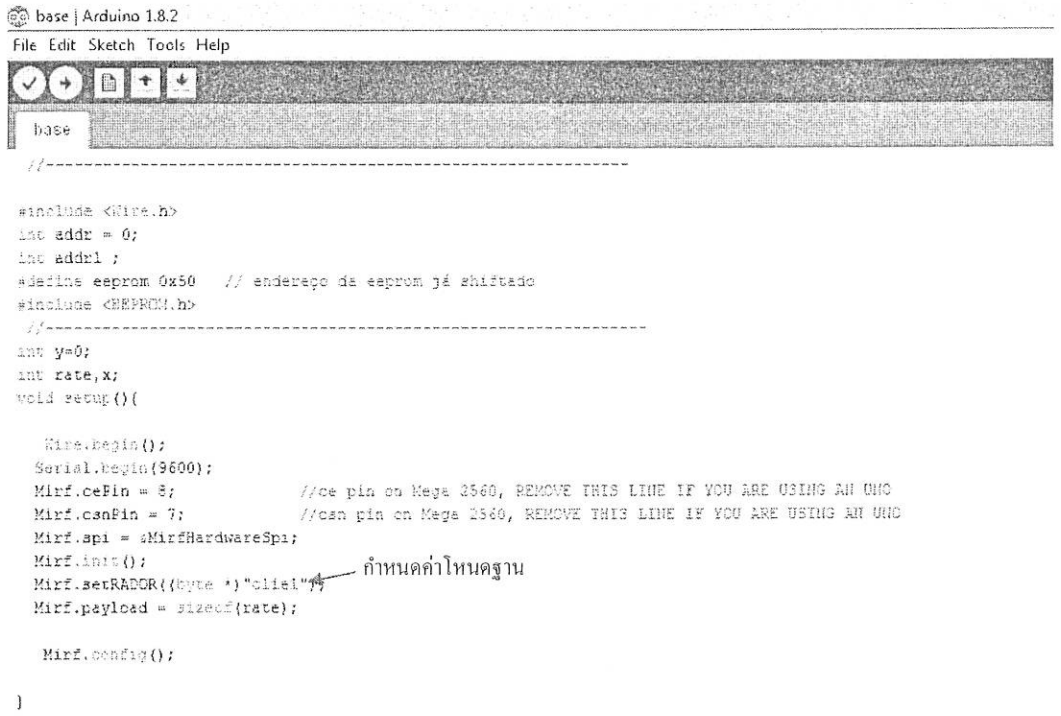
```
void loop(){


int sent =22;

 Mirf.setTADDR((byte *)"clie1");

  Mirf.send((byte *) &sent);

  while(Mirf.isSending()){
  }

delay(2000);


int sent1 =23;

 Mirf.setTADDR((byte *)"clie1");

  Mirf.send((byte *) &sent1);
```

การกำหนดค่าโหนดเซนเซอร์

ภาพที่ 3.12 การกำหนดการรับส่งสัญญาณแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

2. ส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดฐาน

การกำหนดการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดเซนเซอร์และโหนดฐานจะมีการกำหนดที่ Mirf.setRADDR((byte *)"clie1") ซึ่งจะต้องกำหนดให้โหนดเซนเซอร์และโหนดฐานให้มีค่าตรงกัน จึงจะสามารถรับส่งข้อมูลได้ ดังภาพที่ 3.13



ภาพที่ 3.13 การกำหนดการรับส่งสัญญาณระหว่างโหนด

3. ส่วนรับส่งข้อมูลโหนดสถานี

การกำหนดค่าโหนดสถานีจะทำการกำหนดให้มีค่าโหนดเหมือนกับโหนดฐานซึ่งจะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้ ดังภาพที่ 3.14

stationintime1_1

```
int b=1;
int addr = 0;
int addr1 ;
#define eeprom 0x50    // endereço da eeprom já shiftado
#include <EEPROM.h>
 //-----------------------------------------------------------------
int y=0;
int rate,x;
void setup(){
//-------------------------------settime
Wire.begin();
Serial.begin(9600);
//setDateDs1307(); //Set current time;
//-------------------------------------------------

   Wire.begin();
  Serial.begin(9600);
  Mirf.cePin = 8;              //ce pin on Mega 2560, REMOVE THIS LINE IF YOU ARE USING AN UNO
  Mirf.csnPin = 7;             //csn pin on Mega 2560, REMOVE THIS LINE IF YOU ARE USING AN UNO
  Mirf.spi = &MirfHardwareSpi;
  Mirf.init();                                    กำหนดค่าโหนดสถานี
  Mirf.setRADDR((byte *)"clie1");
  Mirf.payload = sizeof(rate);

  Mirf.config();
```

ภาพที่ 3.14 การกำหนดการรับส่งสัญญาณระหว่างโหนดสถานี

4. การนำข้อมูลขึ้นโฮสต์เพื่อการแสดงผลบนเว็บไซต์

การนำข้อมูลขึ้นเว็บจะทำการรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยรับข้อมูลด้วยโปรแกรมภาษาไพทอน ดังภาพที่ 3.15

```
File  Edit  Format  Run  Options  Window  Help
import serial
import time
import requests
ser = serial.Serial('COM5', 9600, timeout=1000)

def num_data(data,str_data):
  if data>79 and data<82:
    pieces = str_data.split()

    g_node = pieces[0]
    date = pieces[1]
    time = pieces[2]
    node = pieces[3]
    humid = pieces[4]
    temp = pieces[5]
    light = pieces[6]
    sm = pieces[7]
    st = pieces[8]
    vb = pieces[9]

    float(humid)
    float(temp)
    float(light)
    float(sm)
    float(st)
    float(vb)

  print(date)
  print(time)
  print(node)
  print(humid)
  print(temp)
  print(light)
  print(sm)
  print(st)
  print(vb)
  userdata = {"date": date, "time": time, "node": node, "humid": humid, "temp": temp, "light": light, "sm": sm, "st": st, "vb": vb}
  resp = requests.post('http://www.iotysmart.com/smart3/sm.php', params=userdata, timeout=3000)
  print("read OK")
  print(resp.text)
else:
  print("error")
```

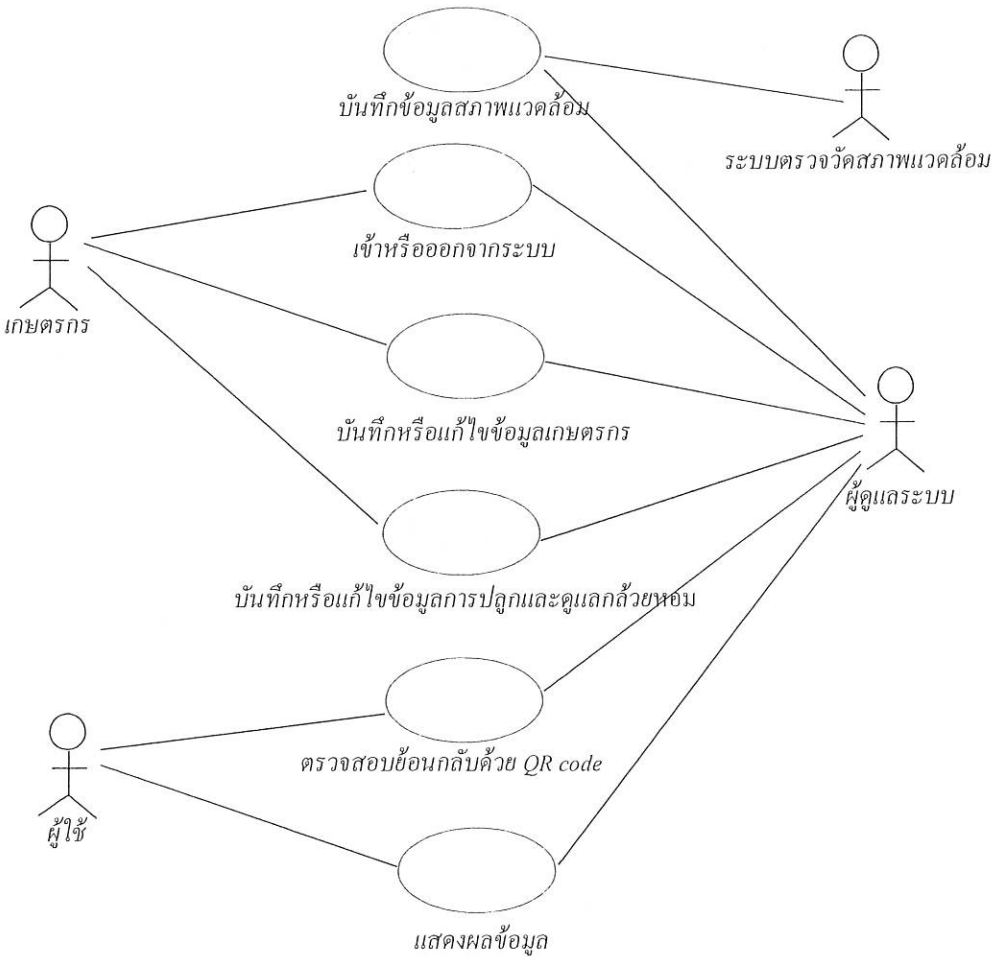
ภาพที่ 3.15 โปรแกรมการส่งข้อมูลขึ้นเว็บ

3.2 ระบบสารสนเทศในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง

การสร้างระบบสารสนเทศในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง ในส่วนของข้อมูลสภาพแวดล้อม ได้แก่ 1) ความชื้นสัมพัทธ์ 2) อุณหภูมิ 3) ความเข้มแสง 4) ความชื้นในดิน 5) อุณหภูมิในดิน 6) พลังงานแบตเตอรี่ และ 7) พิกัด GPS จะได้มาจากระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สายที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งจะส่งข้อมูลเข้ามาเก็บในฐานข้อมูลตามเวลาที่กำหนดอย่างอัตโนมัติ และในส่วนของข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง ได้แก่ ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลการปลูก เช่น เตรียมดิน วัน เดือน ปีที่เริ่มปลูกกล้วยหอมทอง สภาพการปลูก เป็นต้น จะได้มาจากการบันทึกข้อมูลลงระบบของเกษตรกร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบไว้ดังนี้

3.2.1 ยูสเคสไดอะแกรม

สำหรับยูสเคสไดอะแกรมของระบบ จะประกอบไปด้วยยูสเคสต่าง ๆ ดังภาพ และมีแอกเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วย แอกเตอร์ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ดูแลระบบ แอกเตอร์เกษตรกร ที่จะทำหน้าที่ให้หรือป้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง แอกเตอร์ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ในการเพาะปลูกมาบันทึกลงฐานข้อมูล แอกเตอร์ผู้ใช้ คือผู้ที่ต้องการค้นหาข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองจากระบบ



ภาพที่ 3.16 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบ

ส่วนของการอธิบายการทำงานของแต่ละ Use Case ว่ามีรายละเอียดและขั้นตอนการทำงานอย่างไร ได้แสดงรายละเอียดไว้ใน Use Case Template ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 Basic Use Case Template ของบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม

UseCase	บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อม	
Preconditions	มีข้อมูลส่งมาจากระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม	
Successful Post condition	ทำการบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมได้	
Failed Post condition	ข้อมูลไม่สมบูรณ์ทำการบันทึกไม่ได้	
Primary, Secondary Actors	ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	มีข้อมูลส่งมาจากระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อม
	2	ตรวจสอบความสมบูรณ์ ครบถ้วนของข้อมูล
	3	บันทึกข้อมูล

ตารางที่ 3.2 Basic Use Case Template เข้าหรือออกจากระบบ

UseCase	เข้าหรือออกจากระบบ	
Preconditions	มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ	
Successful Post condition	เข้าระบบได้สำเร็จ	
Failed Post condition	ไม่สามารถเข้าระบบได้	
Primary, Secondary Actors	เกษตรกร หรือ ผู้ดูแลระบบ	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	ป้อน UserID, UserName และ Password
	2	ตรวจสอบ UserID, UserName และ Password ถ้าพบข้อมูล ให้เข้าสู่ระบบได้ ถ้าไม่พบข้อมูล ไม่ให้เข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3.3 Basic Use Case Template บันทึกหรือแก้ไขข้อมูลเกษตรกร

UseCase	บันทึกหรือแก้ไขข้อมูลเกษตรกร	
Preconditions	เกษตรกร ต้องการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูล และได้ทำการ Login เข้าระบบ	
Successful Post condition	ทำการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลเกษตรกรได้สำเร็จ	
Failed Post condition	ทำการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลเกษตรกรไม่สำเร็จ	
Primary, Secondary Actors	เกษตรกร หรือ ผู้ดูแลระบบ	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	เข้าสู่ระบบ
	2	บันทึกหรือแก้ไขข้อมูลที่ต้องการ
	3	บันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.4 Basic Use Case Template บันทึกหรือแก้ไขข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง

UseCase	บันทึกหรือแก้ไขข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง	
Preconditions	เกษตรกรต้องการบันทึกหรือแก้ไขข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง	
Successful Post condition	มีข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองของเกษตรกรอยู่ในฐานข้อมูล	
Failed Post condition	ไม่มีข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองของเกษตรกรอยู่ในฐานข้อมูล	
Primary, Secondary Actors	เกษตรกร หรือ ผู้ดูแลระบบ	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	ป้อนข้อมูลการดูแลกล้วยหอมทอง
	2	บันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.5 Basic Use Case Template ตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code

UseCase	ตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code	
Preconditions	ผู้ใช้ต้องการตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code	
Successful Post condition	สามารถตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code ได้	
Failed Post condition	ไม่สามารถตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code ได้	
Primary, Secondary Actors	ผู้ใช้ หรือ ผู้ดูแลระบบ	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	สแกนรหัสคิวอาร์โค้ด
	2	เข้าสู่เว็บไซต์ของระบบ
	3	แสดงหน้าเว็บไซต์

ตารางที่ 3.6 Basic Use Case Template แสดงผลข้อมูล

UseCase	แสดงผลข้อมูล	
Preconditions	ผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง	
Successful Post condition	แสดงข้อมูลได้	
Failed Post condition	ไม่พบข้อมูลที่ต้องการ	
Primary, Secondary Actors	ผู้ใช้ หรือ ผู้ดูแลระบบ	
Flow of Events	Step	Transactions
	1	เข้าสู่ระบบทางหน้าเว็บไซต์
	2	เลือกข้อมูลที่ต้องการแสดง
	3	ระบบประมวลผลและทำการค้นคืนข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ

3.2.2 โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ

โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ จึงได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบข้อมูล โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.7 ตารางข้อมูลของระบบ

ที่	ตาราง	คำอธิบาย
1	data_farmer	เก็บข้อมูลเกษตรกร
2	data_farm	เก็บข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก
3	data_care	เก็บข้อมูลการปลูกและการดูแลกล้วยหอมทอง
4	data_activity	เก็บข้อมูลกิจกรรมที่กระทำในแปลงปลูก
5	data_node	เก็บข้อมูลโหนด
6	data_sensor	เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม
7	files	เก็บภาพกิจกรรม
8	member	เก็บข้อมูลผู้ใช้

ตารางข้อมูลเกษตรกร จะเก็บข้อมูลประวัติของเกษตรกร ได้แก่ ชื่อ นามสกุล เพศ เลขที่บัตรประชาชน ที่อยู่ และวันเดือนปีเกิด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลเกษตรกร

ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id_farmer	int	6	PK	รหัสเกษตรกร
2	name	text	50	-	ชื่อเกษตรกร
3	ser_name	text	50		นามสกุล
4	gender	char	1		เพศ
5	id_card	varchar	13		เลขที่บัตรประชาชน
6	address	text	100		ที่อยู่
7	date_birth	date	8		วันเดือนปีเกิด

ตารางข้อมูลแปลงปลูก จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกกล้วยหอมทอง ได้แก่ รหัสแปลงปลูก รหัสเกษตรกร ที่ตั้ง ตำแหน่งละติจูด ตำแหน่งลองติจูด จำนวนที่ปลูก และจำนวนพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.9 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลแปลงปลูก

ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id_farm	int	11	PK	รหัสแปลงปลูก
2	id_farmer	int	6	-	รหัสเกษตรกร
3	address	text	100		ที่ตั้ง
4	latitude	float	4		ตำแหน่งละติจูด
5	longtitude	float	4		ตำแหน่งลองติจูด
6	number_plant	int	11		จำนวนที่ปลูก
7	number_map	int	11		จำนวนพื้นที่

ตารางข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง เก็บข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกษตรกรทำในแปลงปลูก ได้แก่ รหัสปลงปลูก รหัสเกษตรกร รหัสกิจกรรม วันเดือนปีที่ทำกิจกรรม และหมายเหตุ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.10 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง

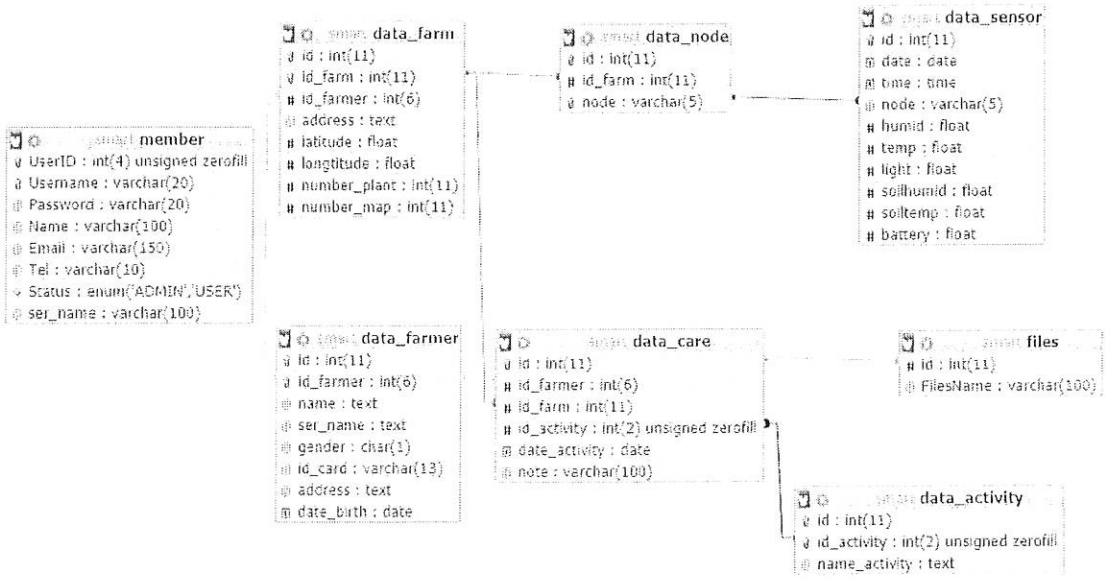
ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id_farm	int	11	PK	รหัสแปลงปลูก
2	id_farmer	int	6	-	รหัสเกษตรกร
3	id_activity	int	2		รหัสกิจกรรม
4	date_activity	date	8		วันเดือนปี ที่ทำกิจกรรม
5	note	varchar	100		หมายเหตุ

ตารางข้อมูลผู้ใช้ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสมาชิกผู้ใช้งานระบบ ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถ เพิ่ม แก้ไข หรือลบ ข้อมูลในระบบได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.15 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลผู้ใช้

ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	userID	int	4	PK	รหัส
2	UserName	varchar	20	PK	ชื่อ
3	Password	varchar	20		รหัสผ่าน
4	name	varchar	100		ชื่อ
5	Email	varchar	150		อีเมล์
6	Tel	varchar	10		เบอร์โทร
7	Status	enum	1		สถานะ 'ADMIN','USER'
8	ser_name	varchar	100		นามสกุล

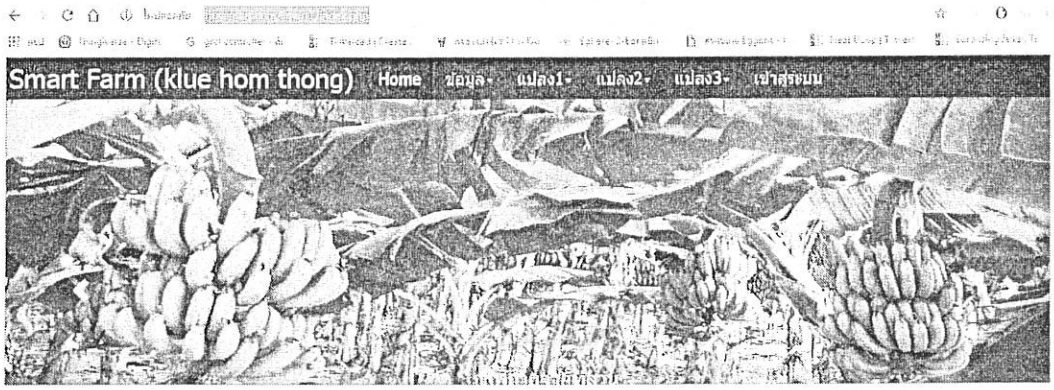
ในการออกแบบความสัมพันธ์ของตารางได้ออกแบบไว้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.17 ฐานข้อมูลของระบบ

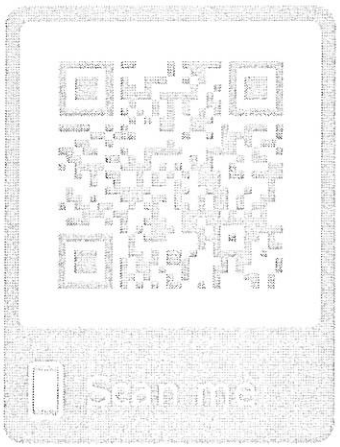
3.3 ระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วย QR code

การตรวจสอบย้อนกลับของกล้วยหอมจากลูกค้า สามารถนำตำแหน่ง IP ของเว็บไซต์แปลงเป็นรหัสคิวอาร์โค้ด โดยสามารถแปลงจากเว็บไซต์ต่างๆได้ เช่น เว็บ https://th.qr-code-generator.com/ ซึ่งเป็นเว็บสำหรับการแปลง IP ของเว็บไซต์เป็น รหัส คิวอาร์โค้ด การสร้างจะนำค่า IP ดังภาพที่ 3.18 ทำการแปลงจากเว็บไซต์



ภาพที่ 3.18 เว็บไซต์การตรวจสอบย้อนกลับ

การใช้งานจะนำค่า ตำแหน่งเว็บไซต์ http://itoysmart.com/smart1/index.phpไปสร้างรหัสคิวอาร์โค้ดซึ่งจะสามารถได้รหัสคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 3.19



ภาพที่ 3.19 รหัสคิวอาร์โค้ดเว็บไซต์ http://itoysmart.com/smart1/index.php

ตารางที่ 3.13 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลโหนด

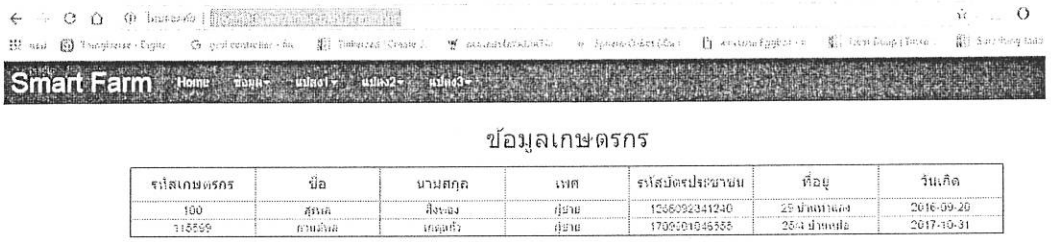
ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id_farm	int	11	PK	รหัสแปลงปลูก
2	node	varchar	5	PK	รหัสโหนด

ตารางข้อมูลสภาพแวดล้อม เก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูก โดยข้อมูลจะถูกส่งมาจากระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมโดยอัตโนมัติ ข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ รหัสโหนด วันที่ เวลา ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเข้มแสง ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน และ พลังงานแบตเตอรี่ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.14 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลสภาพแวดล้อม

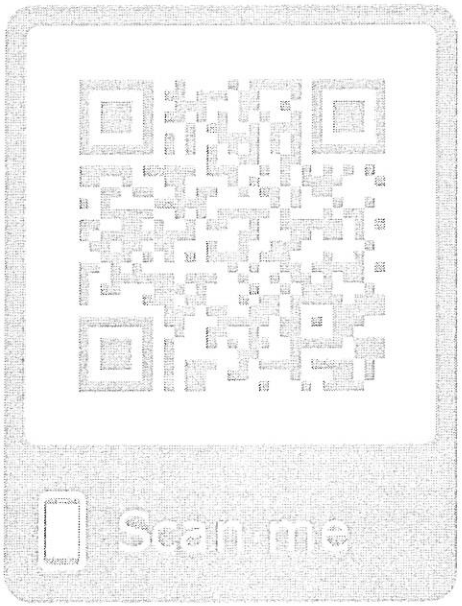
ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	node	varchar	5	PK	รหัสโหนด
2	date	date	8	PK	วันที่
3	time	time	8	PK	เวลา
4	humid	float	4		ความชื้นสัมพัทธ์
5	temp	float	4		อุณหภูมิ
6	light	float	4		ความเข้มแสง
7	soilhumid	float	4		ความชื้นในดิน
8	soiltemp	float	4		อุณหภูมิในดิน
9	battery	float	4		พลังงานแบตเตอรี่

สำหรับข้อมูลของเกษตรกรจะสามารถนำไปสร้างเป็นคิวอาร์โค้ดได้ ภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 รหัสคิวอาร์โค้ดเว็บไซต์ http://itoysmart.com/smart1/sh_farmer.php

การใช้งานจะนำค่า ตำแหน่งเว็บไซต์ http://itoysmart.com/smart1/sh_farmer.php ไปสร้างรหัสคิวอาร์โค้ดซึ่งจะสามารถได้รหัสคิวอาร์โค้ดดังภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 รหัสคิวอาร์โค้ดเว็บไซต์ http://itoysmart.com/smart1/sh_farmer.php

ตารางข้อมูลกิจกรรมที่กระทำในแปลงปลูก เก็บข้อมูลกิจกรรมที่จะกระทำในแปลงปลูก เช่น การไถเตรียมดิน การปลูก การใส่ปุ๋ย การรดน้ำ การเก็บผลผลิต เป็นต้น ข้อมูลที่เก็บในตารางได้แก่ รหัสกิจกรรม และ ชื่อกิจกรรม ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.11 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลกิจกรรมที่กระทำในแปลงปลูก

ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id_activity	int	2	PK	รหัสกิจกรรม
1	name_activity	text	100		ชื่อกิจกรรม 01 ไถ 02 ปลูก 03 ใส่ปุ๋ย 04 รดน้ำ 05 เก็บผลผลิต

ตารางข้อมูลภาพถ่าย เก็บภาพกิจกรรมในการทำกิจกรรมในแปลงปลูก ได้แก่ รหัส และ ชื่อไฟล์ภาพถ่าย ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.12 ลักษณะ Attribute ของตารางข้อมูลภาพถ่าย

ที่	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คีย์	คำอธิบาย
1	id	int	11	PK	รหัส
2	FileName	varchar	100		ภาพถ่าย

ตารางข้อมูลโหนด เก็บข้อมูลของโหนดเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม ว่าอยู่ที่แปลงปลูกไหน ข้อมูลที่เก็บในตารางนี้ ได้แก่ รหัสแปลงปลูก และ หรัสโหนด ดังตารางต่อไปนี้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างบอร์ดเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานจริงในกล้วยหอมทองผลการทดสอบประสิทธิภาพเป็นดังนี้

1) ผลการใช้งานระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย
2) ผลระบบสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทอง
3) ผลการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code

4.1 ผลการใช้งานระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย

4.1.1 ระบบเครือข่ายใช้บอร์ด Arduino

การติดตั้งและทดสอบเบื้องต้นในสถานที่จริงในสวนกล้วยหอมทอง แสดงดังภาพที่ 4.1 การทดสอบเบื้องต้นจะนำระบบไปติดตั้งในสถานที่จริง จำนวน 10 โหนดเพื่อทดสอบกับสภาพแวดล้อมจริง ผลการทดสอบพบว่า ระบบสามารถทำงานได้ แต่มีการส่งข้อมูลที่ขาดหายในบางช่วงเวลา แต่ในภาพรวมสามารถเก็บข้อมูลได้ บันทึกข้อมูลลงในการ์ดหน่วยความจำและหน่วยความจำที่โหนดฐานได้ นอกจากนั้นสามารถส่งข้อมูลขึ้นเว็บไซต์ได้

การทดสอบประสิทธิภาพในพื้นที่จริง พื้นที่ปลูกกล้วยหอมทอง การติดตั้งในสวนกล้วยหอมทองจะติดตั้งโหนดให้ห่างกันเป็นระยะ 15 เมตร ซึ่งจากการทดสอบสามารถส่งข้อมูลได้ดี แสดงดังภาพที่ 4.1

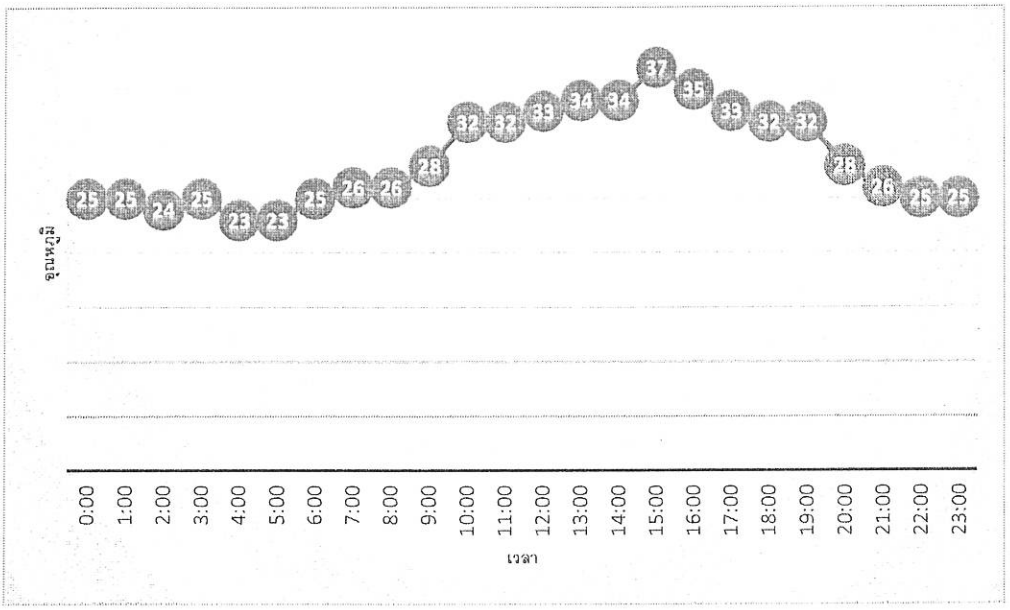
ภาพที่ 4.1 การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์ในสวนกล้วยหอมทอง

4.1.2 ผลข้อมูลจากการเก็บสภาพแวดล้อมในสถานที่จริงในสวนกล้วยหอมทอง

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสภาพแวดล้อมในสวนกล้วยหอมทองมีความสำคัญจากการติดตั้งในระบบจริงผลของค่าต่างๆจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพตามที่เป็นจริงเพื่อให้น้ำและปุ๋ยสำหรับกล้วยหอมทอง ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบโดยเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็นข้อมูลประกอบด้วย ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน แหล่งพลังงาน แล้วนำข้อมูลมาแสดงผลด้วยกราฟ ดังนี้

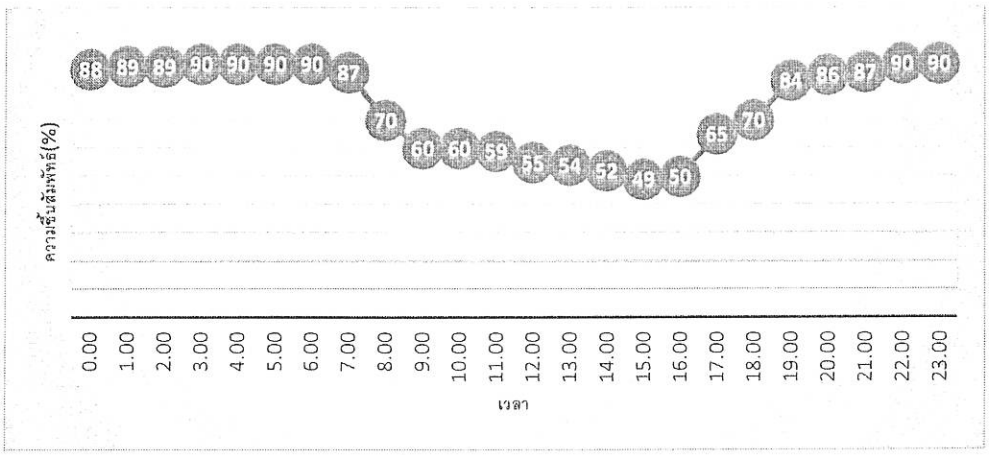
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พบว่าค่าของอุณหภูมิดังภาพที่ 4.2 มีค่าสม่ำเสมอในตอนกลางคืนตั้งแต่เวลา 20:00 นาฬิกา ถึงเวลา 9:00 นาฬิกา โดยค่าของอุณหภูมิที่เก็บได้จะมีค่าระหว่าง 24-28 องศาเซลเซียส ตั้งแต่เวลา 10:00 นาฬิกาถึงเวลา 16:00 นาฬิกาอุณหภูมิจะมีค่าสูงถึง 32-37 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงอุณหภูมิ

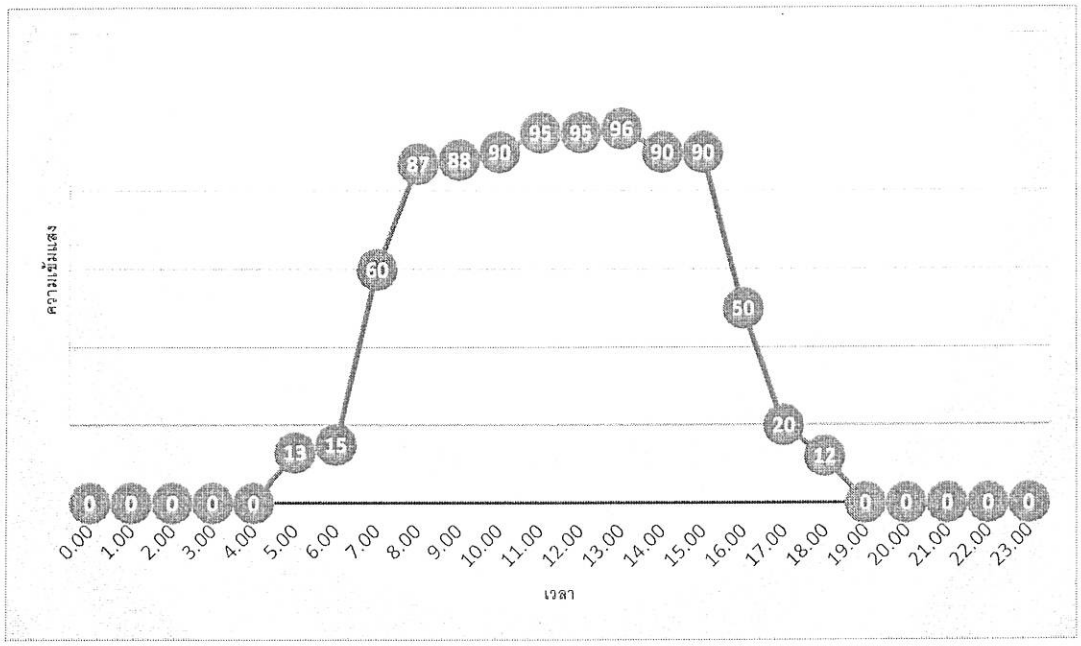
สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ภาพที่ 4.3 พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่ 20:00 นาฬิกาถึง 7:00 นาฬิกา ค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเวลาตั้งแต่ 9:00 นาฬิกา ถึงเวลา 16:00 นาฬิกา พบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำสุด 49 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4.3 กราฟความชื้นสัมพัทธ์

ความเข้มแสง

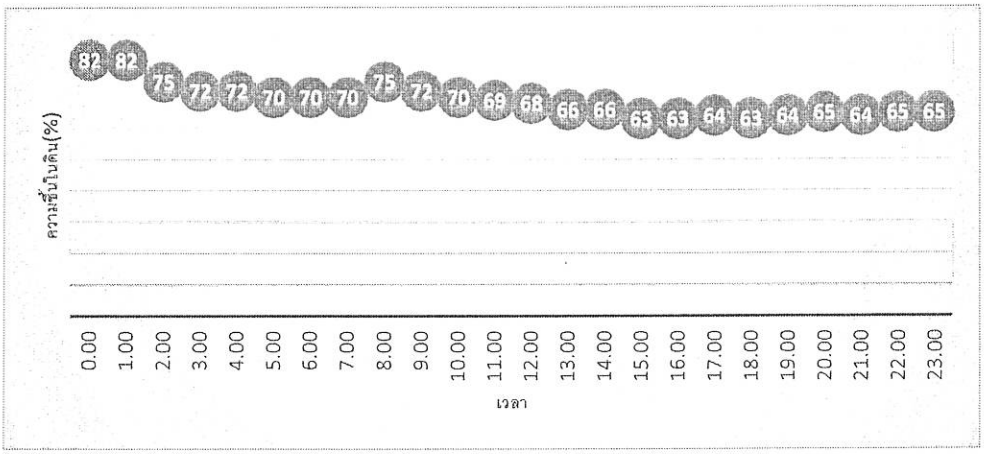
ความเข้มแสง พบว่าในช่วงเวลากลางวันความเข้มแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 80-95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสงสว่างจะมีสูงในช่วงเวลา 9:00 นาฬิกา ถึง เวลา 16:00 นาฬิกา ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 กราฟความเข้มของแสง

ความชื้นในดิน

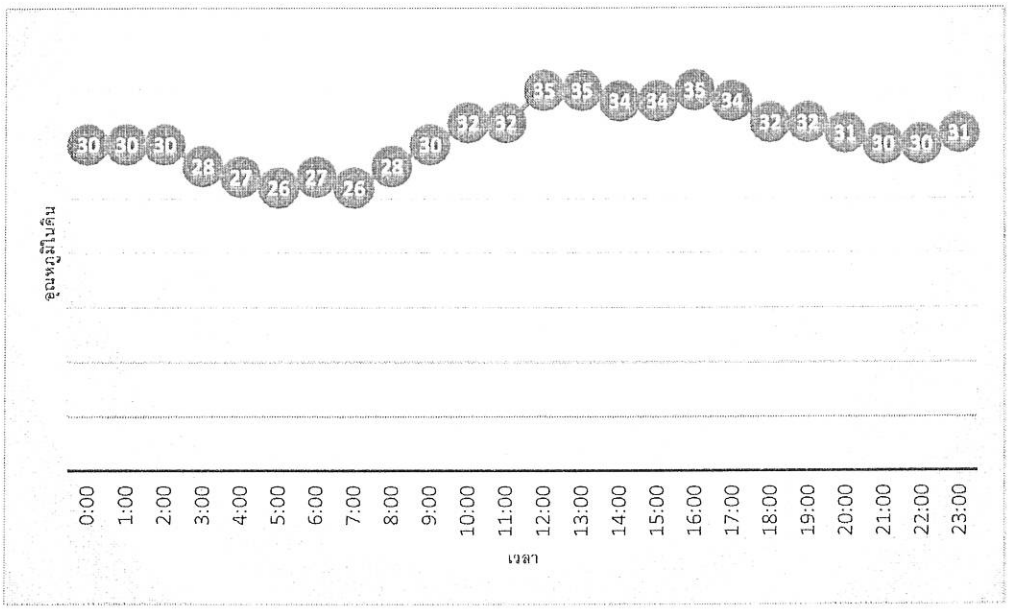
ความชื้นในดินพบว่า ในช่วงเวลา 8:00 นาฬิกาถึง 18:00 นาฬิกาโดยความชื้นลดลง เหลือ 75 เปอร์เซ็นต์และจะลดลงไปเรื่อย ๆ ดังกราฟแสดงดังภาพที่ 4.5 โดยความชื้นในดินจะลดลงน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ชาวสวนมะนาวจะให้น้ำมะนาว ปกติเมื่อให้น้ำมะนาวความชื้นในดินจะมีประมาณ 90 -100 เปอร์เซ็นต์ และจะหายไปในระยะเวลา 2-3 อาทิตย์ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ จากการทดสอบพบว่า ในงานวิจัยนี้ดินลดความชื้นลงจาก 100 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 15 วัน



ภาพที่ 4.5 กราฟความชื้นในดิน

อุณหภูมิในดิน

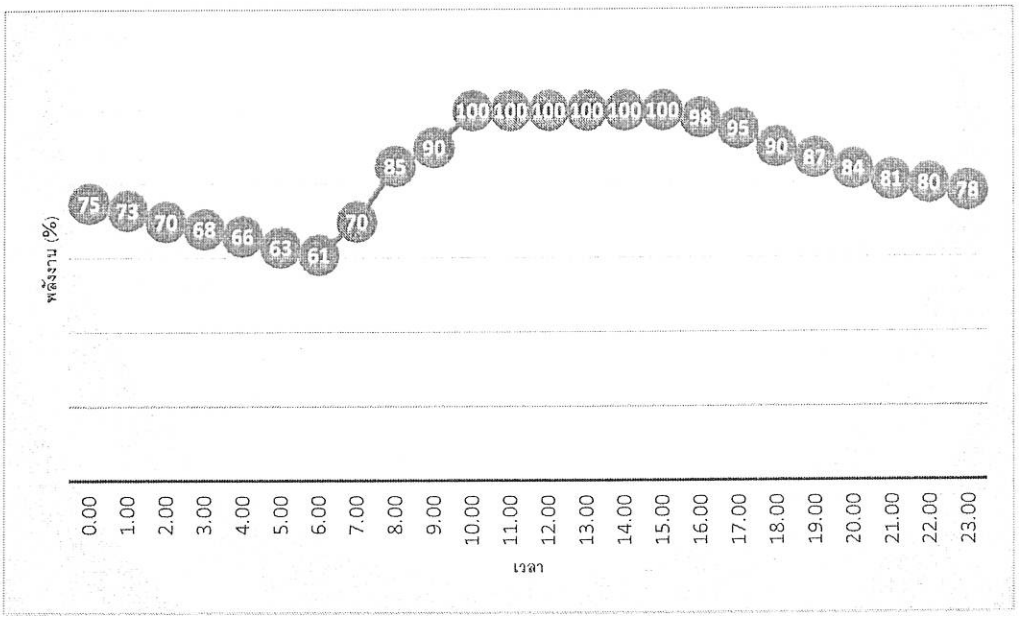
อุณหภูมิในดินพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่มากในตอนกลางคืนแต่จะเปลี่ยนแปลงมากในตอนกลางวัน แสดงดังภาพที่ 4.6 โดยพบว่าในตอนกลางคืนตั้งแต่เวลา 3:00 นาฬิกา ถึงเวลา 9:00 นาฬิกามีค่าอุณหภูมิลดลง โดยค่าของอุณหภูมิที่เก็บได้จะมีค่าระหว่าง 25-27 องศาเซลเซียส ตั้งแต่เวลา 12:00 นาฬิกาถึงเวลา 17:00 นาฬิกาอุณหภูมิจะมีค่าสูงถึง 35 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงอุณหภูมิในดิน

แหล่งพลังงาน

แหล่งพลังงานพบว่าแบตเตอรี่สามารถทำงานได้ปกติโดยในระยะเวลาของการทดสอบ 24 ชั่วโมงพบว่า โซล่าเซลล์สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ตลอดเวลาในช่วงเวลาที่มีแสงสว่าง ส่วนในเวลากลางคืนพลังงานจะลดลง เหลือ 60 เปอร์เซ็นต์และจะเริ่มประจุแบตเตอรี่ใหม่ในช่วงเวลามีแสงสว่าง การทดสอบพบว่า ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ถ้าเหลือพลังงานเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลดลงของพลังงานแสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 กราฟการลดลงของพลังงาน

สำหรับพื้นที่การติดตั้งในสวนกล้วยหอมดังภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9 ได้มีการติดโหนดเซนเซอร์ โดยให้ระยะโหนดมีระยะห่างกัน 10 -15 เมตร เหตุที่ติดตั้งระยะเพียง 10-15 เมตรเนื่องจากสวนกล้วย มีใบเยอะทำให้การส่งข้อมูลผิดพลาด ระยะที่ทดลองที่ดีที่สุดคือระยะ 10-15 เมตรในสวนกล้วย

ภาพที่ 4.8 การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์ในสวนกล้วยหอม

ภาพที่ 4.9 การติดตั้งโหนดฐานและโหนดเซนเซอร์

4.2 ผลระบบสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ

การแสดงผลบนเว็บไซต์ itoysmart.com/smart1/index.php การแสดงผลบนเว็บ นี้ จะต้องส่งข้อมูลขึ้นไปยังโฮสต์ที่แสดงผลบนเว็บไซต์ โดยหน้าจอของเว็บไซต์ itoysmart.com/smart1/index.php แสดงดังภาพที่ 4.10

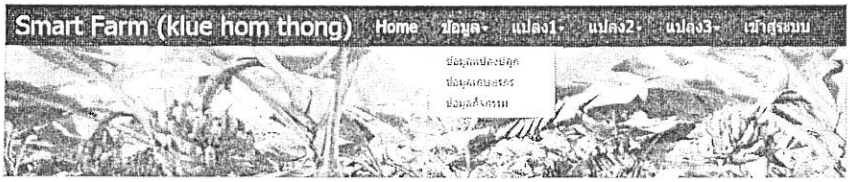
4.2.1 หน้าจอเว็บไซต์ แสดงข้อมูลทั่วไป

การแสดงหน้าจอเว็บไซต์ดังภาพที่ 4.10 ประกอบด้วย ข้อมูล แปลงปลูก 1 แปลงปลูก 2 แปลงปลูก 3 และการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 4.10 หน้าจอเว็บไซต์กล้วยหอมทอง

4.2.2 ข้อมูลของแปลงปลูก

ข้อมูลบนเว็บไซต์เมนู ข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลแปลงปลูก ข้อมูลเกษตรกร และข้อมูลกิจกรรม แสดงดังภาพที่ 4.11



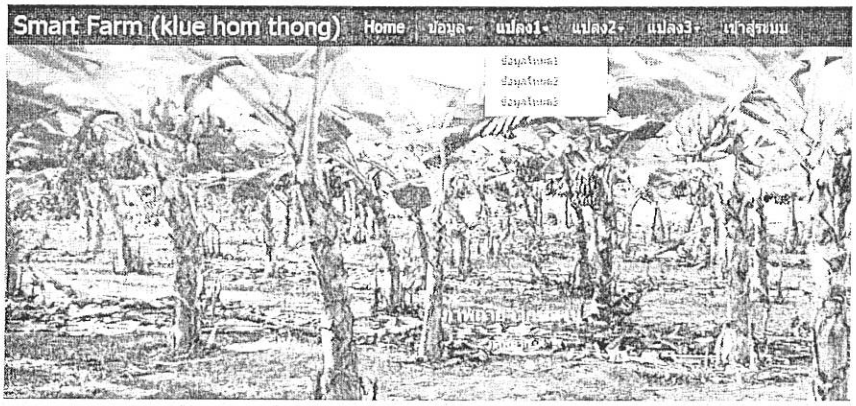
ภาพที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของเว็บไซต์

ข้อมูลแปลงปลูก ประกอบด้วย รหัสแปลงปลูก บ้านเลขที่ ละติจูด ลองติจุด จำนวน แปลงปลูก จำนวนพื้นที่ และรหัสผู้ดูแล แสดงดังภาพที่ 4.12

ภาพที่ 4.12 ข้อมูลแปลงปลูก

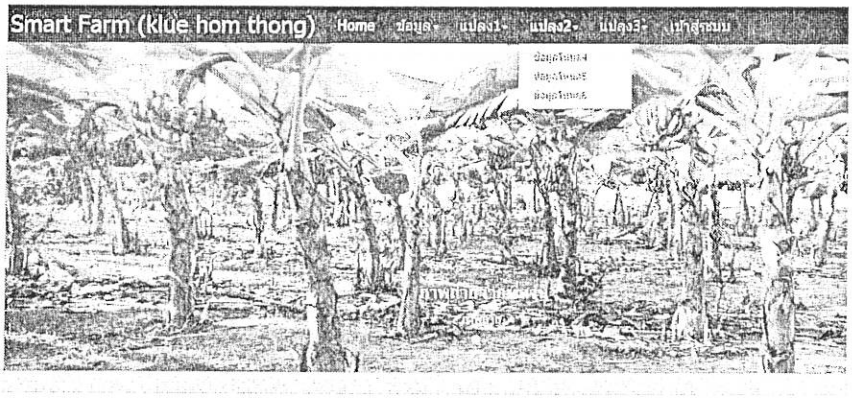
4.2.3 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์

ข้อมูลโหนด เป็นข้อมูลจากเซนเซอร์แต่ละโหนด จาก โหนดเซนเซอร์ 1 โหนดเซนเซอร์2 โหนดเซนเซอร์ 3 แสดงดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ข้อมูลแปลงปลูกโหนด 1-3

ข้อมูลโหนด เป็นข้อมูลจากเซนเซอร์แต่ละโหนด จาก โหนดเซนเซอร์ 4 โหนดเซนเซอร์ 5 โหนดเซนเซอร์ 6 แสดงดังภาพที่ 4.14

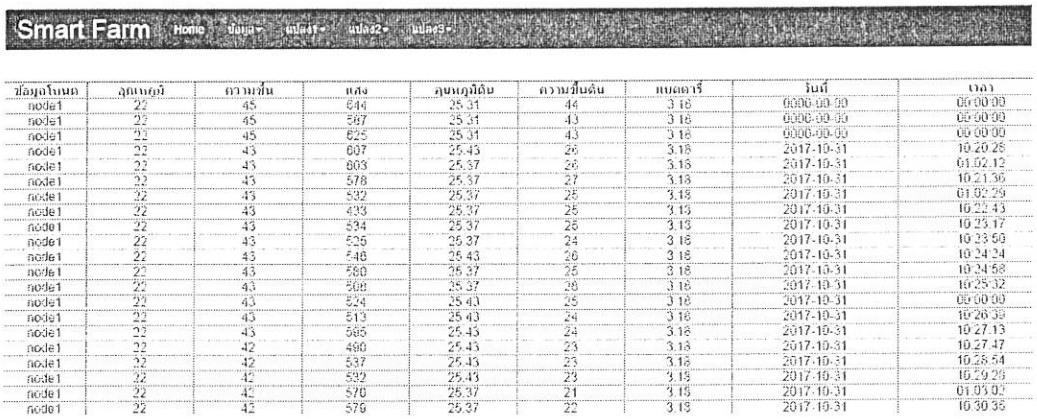


ภาพที่ 4.14 ข้อมูลแปลงปลูกโหนด 4-6

ข้อมูลโหนด เป็นข้อมูลจากเซนเซอร์แต่ละโหนด จาก โหนดเซนเซอร์ 7 โหนดเซนเซอร์8 โหนดเซนเซอร์ 9 แสดงดังภาพที่ 4.14

ภาพที่ 4.15 ข้อมูลแปลงปลูกโหนด 7-9

ในแต่ละโหนดจะประกอบด้วยข้อมูล คือ ข้อมูลโหนด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน แบตเตอรี่ วันที่ เวลา แสดงดังภาพที่ 4.16 จะเห็นว่าเป็นข้อมูลของโหนด 1



ข้อมูลโหนด	อุณหภูมิ	ความชื้น	แสง	อุณหภูมิดิน	ความชื้นดิน	แบตเตอรี่	วันที่	เวลา
node1	22	45	644	25.31	44	3.18	0000-00-00	00:00:00
node1	22	45	567	25.31	43	3.18	0000-00-00	00:00:00
node1	22	45	625	25.31	43	3.18	0000-00-00	00:00:00
node1	22	43	607	25.43	26	3.18	2017-10-31	10:20:26
node1	22	43	603	25.37	26	3.18	2017-10-31	01:02:12
node1	22	43	578	25.37	27	3.18	2017-10-31	10:21:36
node1	22	43	532	25.37	25	3.18	2017-10-31	01:02:29
node1	22	43	493	25.37	25	3.18	2017-10-31	10:22:43
node1	22	43	534	25.37	25	3.18	2017-10-31	10:23:17
node1	22	43	525	25.37	24	3.18	2017-10-31	10:23:50
node1	22	43	548	25.43	26	3.18	2017-10-31	10:24:24
node1	22	43	560	25.37	25	3.18	2017-10-31	10:24:58
node1	22	43	568	25.37	28	3.18	2017-10-31	10:25:32
node1	22	43	524	25.43	25	3.18	2017-10-31	00:00:00
node1	22	43	513	25.43	24	3.18	2017-10-31	10:26:39
node1	22	43	585	25.43	24	3.18	2017-10-31	10:27:13
node1	22	42	480	25.43	23	3.18	2017-10-31	10:27:47
node1	22	42	537	25.43	23	3.18	2017-10-31	10:28:54
node1	22	42	532	25.43	23	3.18	2017-10-31	10:29:28
node1	22	42	570	25.37	21	3.18	2017-10-31	01:03:02
node1	22	42	579	25.37	22	3.18	2017-10-31	10:30:36

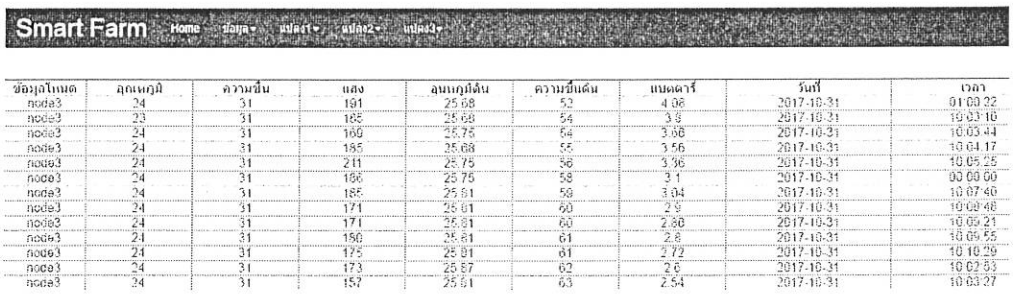
ภาพที่ 4.16 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์ 1

โหนด 2 ประกอบด้วย ข้อมูล คือ ข้อมูลโหนด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน แบตเตอรี่ วันที่ เวลา แสดงดังภาพที่ 4.17

ข้อมูลโหนด	อุณหภูมิ	ความชื้น	แสง	อุณหภูมิดิน	ความชื้นดิน	แบตเตอรี่	วันที่	เวลา
node2	21	8	657	-127	5	4.61	2017-10-31	10:30:34
node2	21	8	594	-127	5	4.6	2017-10-31	01:03:17
node2	21	8	594	-127	5	4.6	2017-10-31	10:31:40
node2	21	8	600	-127	5	4.6	2017-10-31	10:32:13
node2	21	8	573	-127	5	4.61	2017-10-31	10:32:46
node2	21	8	618	-127	5	4.6	2017-10-31	10:33:19
node2	21	8	529	-127	5	4.6	2017-10-31	10:33:52
node2	21	8	518	-127	5	4.6	2017-10-31	10:34:25
node2	21	8	755	-127	5	4.6	2017-10-31	10:34:59
node2	21	8	563	-127	5	4.6	2017-10-31	10:35:32
node2	21	8	548	-127	5	4.6	2017-10-31	00:00:00
node2	21	8	651	-127	5	4.6	2017-10-31	10:36:38
node2	21	8	777	-127	5	4.6	2017-10-31	10:37:11
node2	21	8	762	-127	5	4.6	2017-10-31	10:37:44
node2	21	8	760	-127	5	4.61	2017-10-31	10:38:17
node2	21	8	758	-127	5	9.61	2017-10-31	10:38:50
node2	21	8	694	-127	4	4.6	2017-10-31	01:11:30

ภาพที่ 4.17 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์2

โหนด 3 ประกอบด้วย ข้อมูล คือ ข้อมูลโหนด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน แบตเตอรี่ วันที่ เวลา แสดงดังภาพที่ 4.18



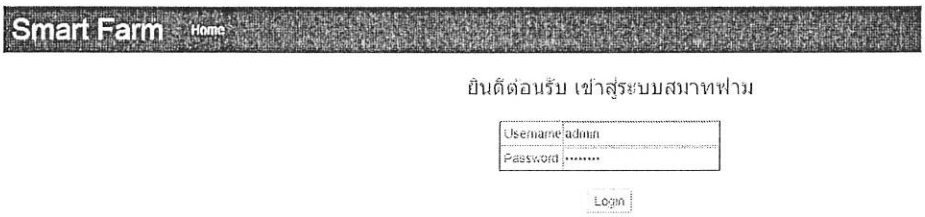
ข้อมูลโหนด	อุณหภูมิ	ความชื้น	แสง	อุณหภูมิดิน	ความชื้นดิน	แบตตารี่	วันที่	เวลา
node3	24	31	191	25.68	52	4.06	2017-10-31	01:00:22
node3	23	31	185	25.68	54	3.8	2017-10-31	10:03:10
node3	24	31	160	25.75	54	3.66	2017-10-31	10:03:44
node3	24	31	185	25.68	55	3.56	2017-10-31	10:04:17
node3	24	31	211	25.75	56	3.36	2017-10-31	10:05:25
node3	24	31	186	25.75	58	3.1	2017-10-31	00:00:00
node3	24	31	185	25.81	59	3.04	2017-10-31	10:07:40
node3	24	31	171	25.81	60	2.9	2017-10-31	10:08:48
node3	24	31	171	25.81	60	2.86	2017-10-31	10:09:21
node3	24	31	150	25.81	61	2.8	2017-10-31	10:09:55
node3	24	31	175	25.81	61	2.72	2017-10-31	10:10:29
node3	24	31	173	25.87	62	2.6	2017-10-31	10:02:53
node3	24	31	152	25.81	63	2.54	2017-10-31	10:03:27

ภาพที่ 4.17 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์ 3

การส่งข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลขึ้นเวปไซด์ อัตโนมัติ วนไปเรื่อยๆจนครบ 9 โหนด แล้วจะวนกลับมาส่ง โหนด 1 และวนส่งไปเรื่อย อย่างอัตโนมัติ

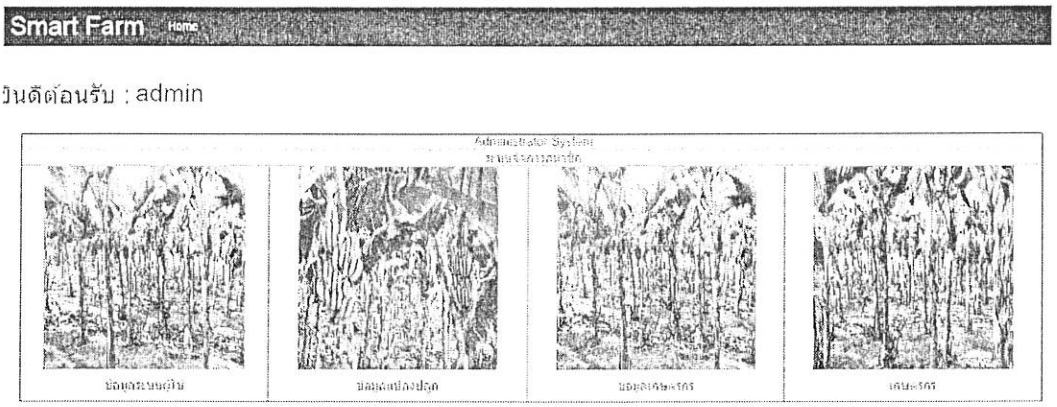
การเข้าใช้ระบบ ด้วยผู้ใช้งาน

การใช้งานของระบบจะเข้าสู่ระบบสมาร์ทฟาร์มดังภาพที่ 4.18 โดยผู้ใช้งานระบบจะต้องใส่ Usename และ Password ก่อนเข้าใช้ระบบ



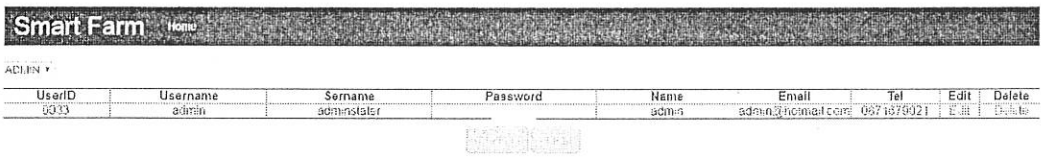
ภาพที่ 4.18 การเข้าใช้งานของระบบ

เมื่อเข้าสู่ระบบแสดงดังภาพที่ 4.19 โดยหน้าจอนี้จะเป็นหน้าจอของผู้ใช้งานที่เป็น admin ซึ่งสามารถใช้งานระบบโดยป้อนข้อมูล คือ 1) ข้อมูลระบบผู้ใช้ 2) ข้อมูลแปลงปลูก 3) ข้อมูลเกษตรกร 4) เกษตรกร



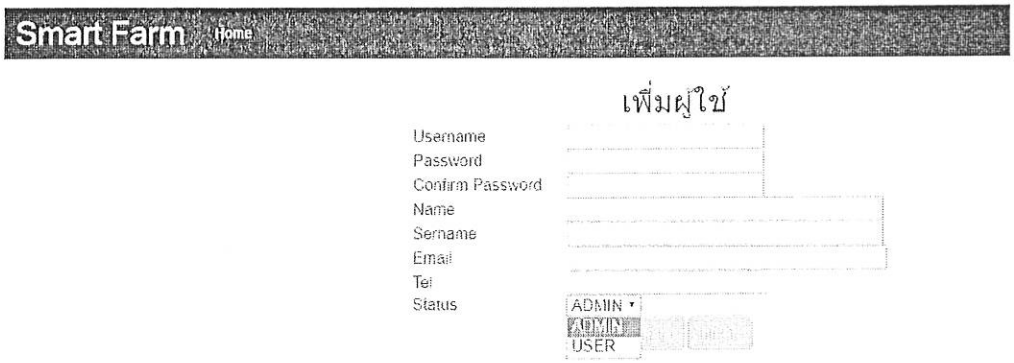
ภาพที่ 4.19 ระบบจัดการผู้ใช้งาน

ข้อมูลระบบผู้ใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบเมนู ข้อมูลระบบผู้ใช้งาน แสดงดังภาพที่ 4.20 ข้อมูลประกอบด้วย 1) รหัสผู้ใช้งาน(UserID) 2) ชื่อผู้ใช้งาน(Username) 3) นามสกุล(Sename) รหัสเข้าใช้งาน(Password) 4) ชื่อ(name) 5) อีเมล์(Email) 6) โทรศัพท์(Tel) 7) แก้ไข(Edit) 8) ลบข้อมูล(Delete) หน้าจอใช้งานแสดงดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 ข้อมูลระบบผู้ใช้งาน

การเพิ่มเติมบัญชีผู้ใช้งาน สามารถเพิ่มบัญชีเกษตรกรแสดงดังภาพที่ 4.21 สามารถเพิ่มข้อมูลในสองรูปแบบคือ ในฐานะ admin และ User

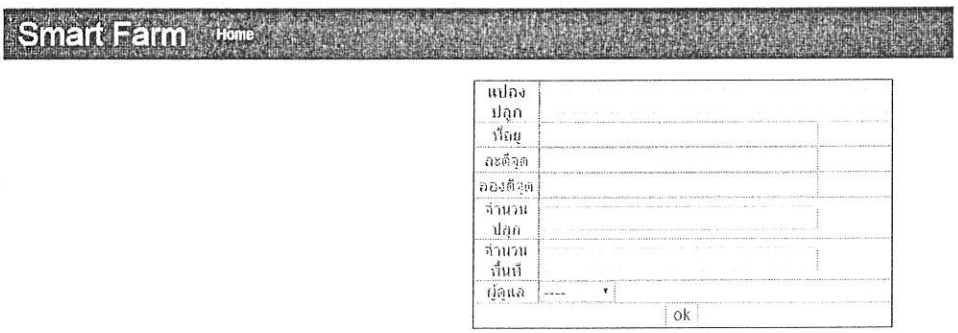


ภาพที่ 4.21 การเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

ข้อมูลแปลงปลูก ข้อมูลแปลงปลูก จะแสดงรายละเอียดของพื้นที่ปลูก ได้แก่ 1) รหัสแปลงปลูก 2) สถานที่ปลูก 3) ละติจูด 4) ลองติจูด 5) จำนวนปลูก 6) จำนวนปลูก 7) จำนวนพื้นที่ปลูก 8) รหัสผู้ดูแล 9) การแก้ไข 10) การลบข้อมูล ข้อมูลแปลงปลูกแสดงดังภาพที่ 4.22

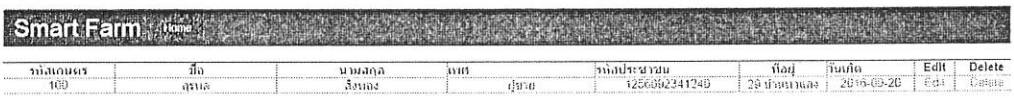
ภาพที่ 4.22 ข้อมูลแปลงปลูก

การกรอกข้อมูลแสดงดังภาพที่ 4.23



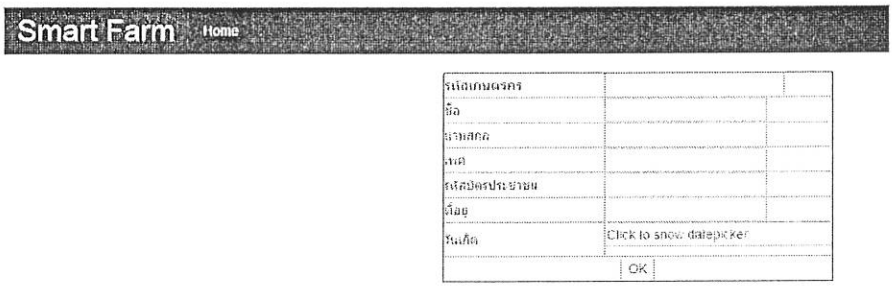
ภาพที่ 4.23 เมนูการกรอกข้อมูลแปลงปลูก

ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลเกษตรกรประกอบด้วย 1) รหัสเกษตรกร 2) ชื่อเกษตรกร 3) นามสกุล 4) เพศ 5) รหัสประชาชน 6) ที่อยู่ 7) วันเดือนปีเกิด 8) การแก้ไข 9) การลบข้อมูล ข้อมูลแสดงดังภาพที่ 4.24



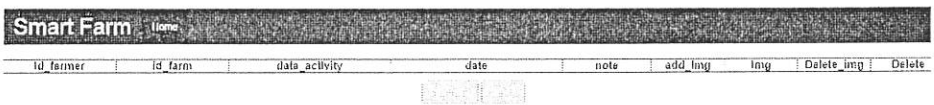
ภาพที่ 4.24 ข้อมูลเกษตรกร

การกรอกข้อมูลแสดงดังภาพที่ 4.25



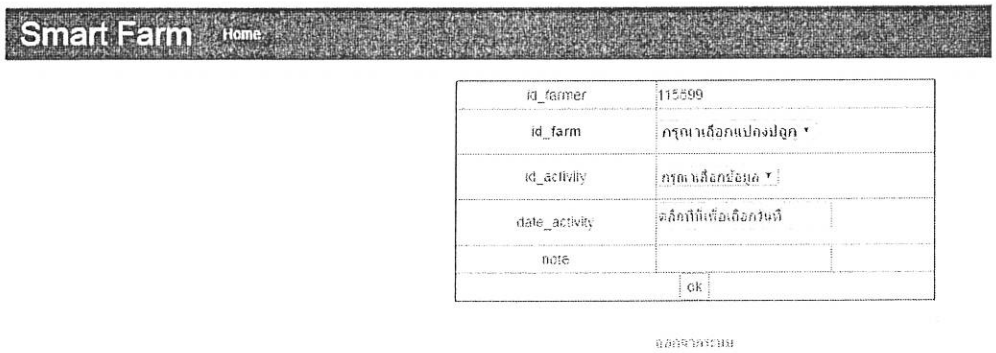
ภาพที่ 4.25 การกรอกข้อมูลเกษตรกร

รายละเอียดการเพาะปลูก การปลูกจะมีรายละเอียดที่จำเป็นในการเก็บและแสดงข้อมูลคือ 1) รหัสเกษตรกร 2) รหัสแปลงของเกษตรกร 3) ข้อมูลกิจกรรม 4) วันเดือนปี 5) บันทึกข้อความ 6) เพิ่มภาพกิจกรรม 7) แสดงภาพกิจกรรม 8) ลบภาพกิจกรรม 9) ลบข้อมูลทั้งหมด เมนูแสดงดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 รายละเอียดการเพาะปลูก

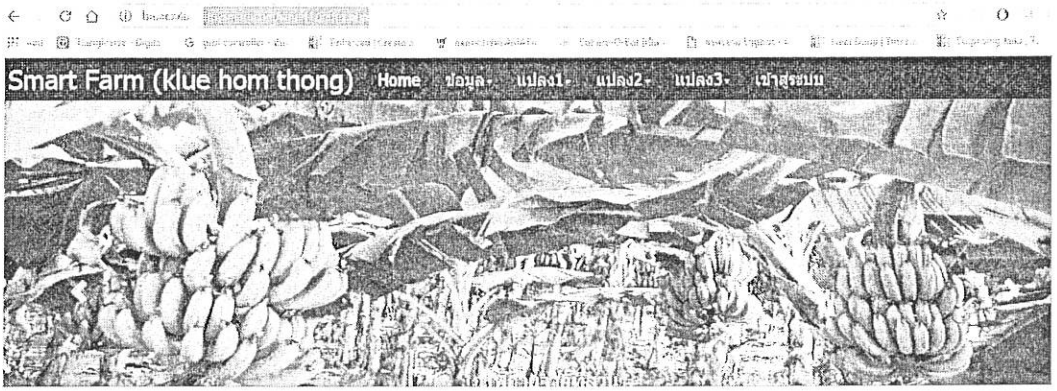
การกรอกข้อมูลรายละเอียดการปลูกแสดงดังภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 การเลือกข้อมูลรายละเอียดการปลูก

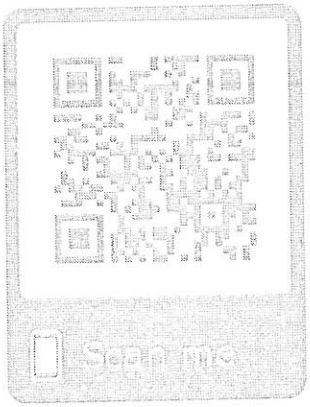
4.3 ผลการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR

การตรวจสอบระบบย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบย้อนกลับของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับกล้วยหอมที่ซื้อไปบริโภคได้ โดยสามารถตรวจสอบจากเว็บไซต์ดังภาพที่ 4.28



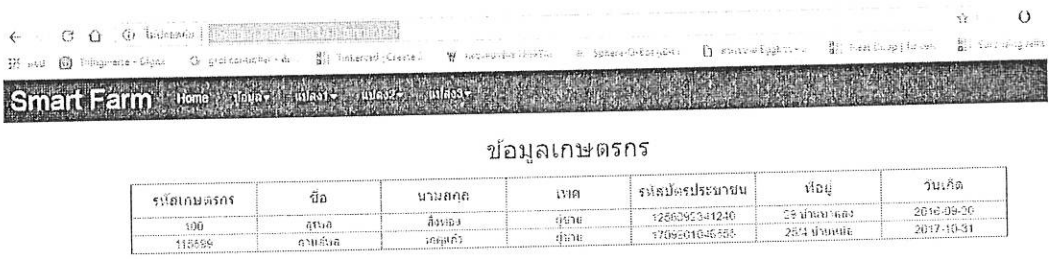
ภาพที่ 4.28 เว็บไซต์แสดงข้อมูลการปลูกกล้วยหอม

ที่กล้วยหอมจะติดรหัสคิวอาร์โค้ดแสดงดังภาพที่ 4.29 เมื่อสแกนรหัสคิวอาร์โค้ด จะสามารถเข้าเว็บไซต์ เพื่อตรวจที่มาของกล้วยหอม ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลรายละเอียดการปลูกได้



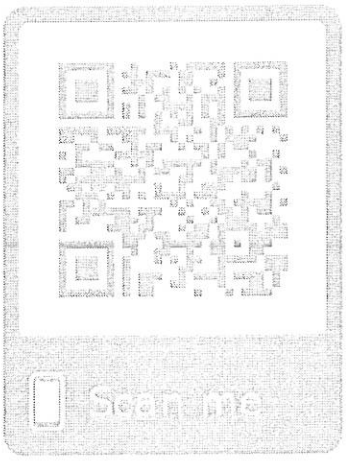
ภาพที่ 4.29 คิวอาร์โค้ด แสดงข้อมูลการปลูกกล้วยหอม

การตรวจย้อนกลับข้อมูลเกษตรกรสามารถอ่านข้อมูลได้จากเว็บไซต์ ดังภาพที่ 4.30 ซึ่งจะแสดง ข้อมูลเกี่ยวกับเกษตรกรที่ปลูกกล้วยหอม



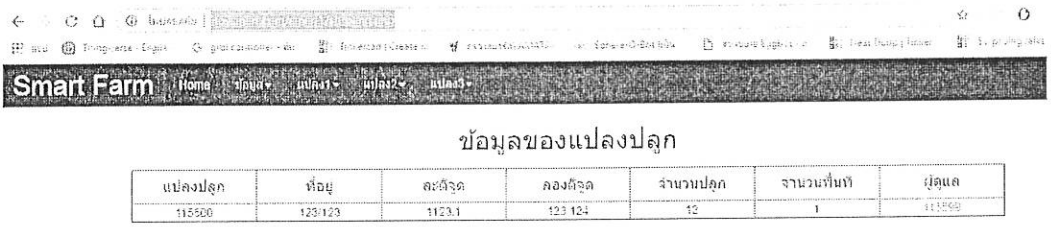
ภาพที่ 4.30 เว็บไซต์ข้อมูลเกษตรกร

การตรวจย้อนกลับสามารถตรวจสอบจากรหัสคิวอาร์โค้ด ดังภาพที่ 4.31 ซึ่งจะแสดงข้อมูลเกษตรกรปลูกกล้วยหอม

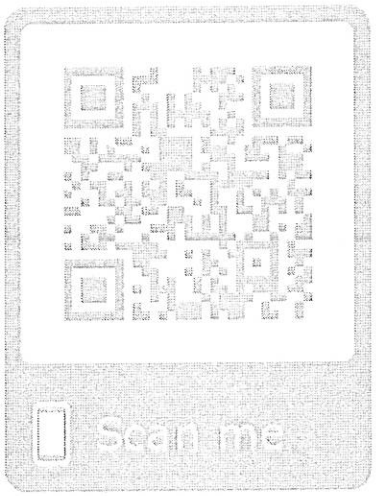


ภาพที่ 4.31 คิวอาร์โค้ดข้อมูลเกษตรกร

ข้อมูลแปลงปลูกแสดงพื้นที่การปลูกดังภาพที่ 4.32 และสามารถดูข้อมูลด้วยระบบคิวอาร์โค้ดดังภาพที่ 4.33



ภาพที่ 4.32 เว็บไซต์ข้อมูลแปลงปลูก



ภาพที่ 4.33 คิวอาร์โค้ดไซต์ข้อมูลแปลงปลูก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ เป็นการสร้างระบบการออกแบบนวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก ในการออกแบบจะทำการออกแบบและทดสอบในห้องปฏิบัติการก่อนนำไปใช้งานจริงโดยได้ออกแบบระบบดังนี้ คือ

1) สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย

2) สร้างระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทอง

3) สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code

5.1 สรุปผลการวิจัย

นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพในห้องปฏิบัติการและทดสอบการใช้งานจริงในไร่กล้วยบริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

6.1 สร้างระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย พื้นที่ปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

6.2 สร้างระบบสารสนเทศในการดูแลการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

6.3 สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code การปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

ในการวิจัยได้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

5.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์ สร้างระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้ทำการออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย โดยออกแบบเป็นโหนดต่าง ๆ คือ โหนดเซนเซอร์ โหนดฐาน และโหนดสถานี นอกจากนั้นได้ทดสอบประสิทธิภาพในรูปแบบของการส่งข้อมูลต่าง ๆ

การออกแบบบอร์ดระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จะออกแบบบนฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน โดยได้ออกแบบเซนเซอร์ต่างๆคือ

เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม สำหรับเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมจะมีเซ็นเซอร์ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมทั้งหมด 5 เซ็นเซอร์ ดังนี้ เซ็นเซอร์โหนด วัดความชื้นสัมผัสและวัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิ เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นสัมพัทธ์ เซ็นเซอร์โหนด วัดความเข้มแสง เซ็นเซอร์โหนด วัดความชื้นดิน เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิดิน การรับส่งสัญญาณจะใช้ ตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย และการจ่ายพลังงานจะใช้ ชุดชาร์จแบตเตอรี่

5.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพ จะทดสอบแต่ละรูปแบบ รูปแบบการส่งข้อมูลของการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการทดสอบเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ดังนี้

การทดสอบ การรับส่งข้อมูล แบบ จุดต่อจุด (point-to-point)

การทดสอบ การรับส่งข้อมูลจะทำการทดสอบข้อมูลในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ การทดสอบแบบจุดต่อจุด (point-to-point) แสดงดังภาพที่ 3.6 การทดสอบจะทำการทดสอบการส่งข้อมูลจากโหนด 1 และโหนด 2 ไปยังโหนดฐาน จำนวน 10 ครั้ง พบว่า สามารถส่งข้อมูลได้ทั้ง 10 ครั้ง และหลังจากนั้น ทำการทดสอบ การส่งข้อมูลระยะห่างต่าง ๆ พบว่า การส่งข้อมูลที่ดีที่สุดคือ 15-20 เมตร

การทดสอบเครือข่ายแบบ 4 จุด

การทดสอบเครือข่ายแบบ 4 จุด แสดงดังภาพที่ 3.7 การทดสอบแบบ 4 จุดจะทดสอบโดยการเขียนโปรแกรมให้โหนดเซ็นเซอร์ทั้ง 3 โหนดส่งข้อมูลไปที่โหนดฐาน โดยโหนดฐานจะทำการเก็บข้อมูลให้เรียงลำดับข้อมูลเริ่มจากโหนดเซ็นเซอร์ 1 ตามด้วยโหนดเซ็นเซอร์ 2 และโหนดเซ็นเซอร์ 3 ข้อมูลทั้ง 3 โหนดจะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำโหนดฐาน ก่อนจะส่งข้อมูลไปยังส่วนต่อไป เมื่อมีการเก็บข้อมูลครบทั้ง 3 ชุดข้อมูลจะส่งข้อมูลไปยังส่วนต่อไป การทดสอบจะทำการทดสอบการส่งข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง พบว่า สามารถส่งข้อมูลและบันทึกค่าข้อมูลได้ถูกต้องทั้ง 10 ครั้งไม่ผิดพลาด

การทดสอบเครือข่ายแบบ 5 จุด

การทดสอบโหนดเซ็นเซอร์แบบ 5 จุด แสดงดังภาพที่ 3.8 การทดสอบแบบ 5 จุดเป็นการทดสอบการส่งสัญญาณเป็นคู่ โดยในลำดับแรกให้โหนด 1 และโหนด 2 ส่งข้อมูลไปยัง เบสโหนด โดยทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ เบสโหนดเมื่อครบทั้ง 2โหนดแล้วจึงส่งไปโหนดสถานี อีก 30 วินาทีต่อมาให้โหนด 2 และโหนด 3 ส่งข้อมูลไปบันทึกที่โหนดเบส เมื่อครบทั้ง 2 โหนดแล้วจึงส่งไปยังสถานี ทำการทดสอบข้อมูลโดยการส่งข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที พบว่า การทดสอบแบบ 5 จุด สามารถส่งข้อมูลได้ 90 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบเครือข่ายแบบ 10 จุด

การทดสอบโหนดเซ็นเซอร์แบบ 10 จุด แสดงดังภาพที่ 3.9 การทดสอบแบบ 10 จุดเป็นการทดสอบการส่งสัญญาณเป็น โดยในลำดับแรกให้โหนด 1 และโหนด 2 และโหนด 3 ส่งข้อมูลไปยัง เบสโหนด 1 โดยทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ เบสโหนดเมื่อครบทั้ง 3โหนดแล้วจึงส่งไปโหนดสถานี 1 อีก 30 วินาทีต่อมาให้โหนด 4 และโหนด 5 และโหนด 6 ส่งข้อมูลไปบันทึกที่โหนดเบส 2 เมื่อครบทั้ง 2 โหนดแล้วจึงส่งไปยังสถานี 2 ทำการทดสอบข้อมูลโดยการส่งข้อมูลเป็นเวลา 30 นาที พบว่า การทดสอบแบบ 10 จุด สามารถส่งข้อมูลได้ 80 เปอร์เซ็นต์มีความผิดพลาด เกิดขึ้น

5.1.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

การออกแบบซอฟต์แวร์จะออกแบบเป็น 4 ส่วนคือ 1) ส่วนรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ 2) ส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดฐาน 3) ส่วนรับส่งข้อมูลโหนดสถานี 4) การนำข้อมูลขึ้นโฮสต์เพื่อการแสดงผลบนเว็บไซต์

ส่วนรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ในส่วนของการรับค่าข้อมูลจากเซนเซอร์จะเขียนโปรแกรมให้อ่านค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ ได้แก่ เซนเซอร์ ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะรับค่าข้อมูลผ่าน พอร์ต 17 ของ อาดูโน ส่วนวัดอุณหภูมิในดินรับค่าข้อมูลผ่านพอร์ต 15 วัดความสว่างผ่านพอร์ต 14 และวัดค่าความชื้นในดินผ่านพอร์ต 16

ส่วนการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดฐาน การกำหนดการรับส่งข้อมูลระหว่างโหนดเซนเซอร์และโหนดฐานจะมีการกำหนดที่ Mirf.setRADDR((byte *)"clie1") ซึ่งจะต้องกำหนดให้โหนดเซนเซอร์และโหนดฐานให้มีค่าตรงกันจึงจะสามารถรับส่งข้อมูลได้

ส่วนรับส่งข้อมูลโหนดสถานี การกำหนดค่าโหนดสถานีจะทำการกำหนดให้มีค่าโหนดเหมือนกับโหนดฐานซึ่งจะสามารถรับส่งข้อมูลกันได้

การนำข้อมูลขึ้นโฮสต์ เพื่อการแสดงผลบนเว็บไซต์ การนำข้อมูลขึ้นเว็บจะทำการรับข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยรับข้อมูลด้วยโปรแกรมภาษาไพทอน

สร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR code การตรวจสอบย้อนกลับของกล้วยหอมจากลูกค้า สามารถนำตำแหน่ง IP ของเว็บไซต์แปลงเป็นรหัสคิวอาร์โค้ด โดยสามารถแปลงจากเว็บไซต์ต่างๆได้ เช่น เว็บไซต์ https://th.qr-code-generator.com/ ซึ่งเป็นเว็บสำหรับการแปลง IP ของเว็บไซต์เป็น รหัสคิวอาร์โค้ด

5.1.4 ผลข้อมูลจากการเก็บสภาพแวดล้อมในสถานที่จริง

ผลข้อมูลจากการเก็บสภาพแวดล้อมในสถานที่จริงในสวนกล้วยหอมทอง การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสภาพแวดล้อมในสวนกล้วยหอมทองมีความสำคัญจากการติดตั้งในระบบจริง ผลของค่าต่างๆจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์สภาพตามที่เป็นจริงเพื่อให้น้ำและปุ๋ยสำหรับกล้วยหอมทอง ในงานวิจัยนี้ได้ทดสอบโดยเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เป็นข้อมูลประกอบด้วย ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน แหล่งพลังงานพบว่า

ค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์พบว่าค่าของอุณหภูมิดังภาพที่ 4.2 มีค่าสม่ำเสมอในตอนกลางคืนตั้งแต่เวลา 20:00 นาฬิกา ถึงเวลา 9:00 นาฬิกา โดยค่าของอุณหภูมิที่เก็บได้จะมีค่าระหว่าง 24-28 องศาเซลเซียส ตั้งแต่เวลา 10:00 นาฬิกาถึงเวลา 16:00 นาฬิกาอุณหภูมิจะมีค่าสูงถึง 32-37 องศาเซลเซียส

ความเข้มแสง ความเข้มแสง พบว่าในช่วงเวลากลางวันความเข้มแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 80-95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสงสว่างจะมีสูงในช่วงเวลา 9:00 นาฬิกา ถึง เวลา 16:00 นาฬิกา

ความชื้นในดิน ความชื้นในดินพบว่า ในช่วงเวลา 8:00 นาฬิกาถึง 18:00 นาฬิกาโดยความชื้นลดลง เหลือ 75เปอร์เซ็นต์และจะลดลงไปเรื่อย ๆ โดยความชื้นในดินจะลดลงน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ชาวสวนมะนาวจะให้น้ำมะนาว ปกติเมื่อให้น้ำมะนาวความชื้นในดินจะมีประมาณ 90 - 100 เปอร์เซ็นต์ และจะหายไปในระยะเวลา 2-3 อาทิตย์ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ จากการทดสอบพบว่า ในงานวิจัยนี้ดินลดความชื้นลงจาก 100 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 15 วัน

อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิในดินพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไม่มากในตอนกลางคืนแต่จะเปลี่ยนแปลงมากในตอนกลางวัน แสดงดังภาพที่ 4.6 โดยพบว่าในตอนกลางคืนตั้งแต่เวลา 3:00 นาฬิกา ถึงเวลา 9:00 นาฬิกามีค่าอุณหภูมิลดลง โดยค่าของอุณหภูมิที่เก็บได้จะมีค่าระหว่าง 25-27 องศาเซลเซียส ตั้งแต่เวลา 12:00 นาฬิกาถึงเวลา 17:00 นาฬิกาอุณหภูมิจะมีค่าสูงถึง 35 องศาเซลเซียส

แหล่งพลังงาน แหล่งพลังงานพบว่าแบตเตอรี่สามารถทำงานได้ปกติโดยในระยะเวลาของการทดสอบ 24 ชั่วโมงพบว่า โซล่าเซลล์สามารถประจุแบตเตอรี่ได้ตลอดเวลาในช่วงเวลาที่มีแสง

สว่าง ส่วนในเวลากลางคืนพลังงานจะลดลง เหลือ 60 เปอร์เซ็นต์และจะเริ่มประจุแบตเตอรี่ใหม่ในช่วงเวลามีแสงสว่าง การทดสอบพบว่า ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ถ้าเหลือพลังงานเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลดลงของพลังงาน

5.1.5 ผลระบบสารสนเทศการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ

การแสดงผลบนเว็บไซต์ itoysmart.com/smart1/index.php การแสดงผลบนเว็บ นี้ จะต้องส่งข้อมูลขึ้นไปยังโฮสต์ที่แสดงผลบนเว็บไซต์ โดยหน้าจอของเว็บไซต์

itoysmart.com/smart1/index.php เว็บไซต์ประกอบด้วยเมนูคือ หน้าจอเว็บไซต์ แสดงข้อมูลทั่วไป ข้อมูลของแปลงปลูก ข้อมูลโหนดเซนเซอร์

การออกแบบฐานข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูลจะทำการออกแบบเป็น 5 ส่วน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลเกษตรกร 2) ข้อมูลแปลงปลูก 3) ข้อมูลการดูแล 4) ข้อมูลกิจกรรม 5) ข้อมูลโหนด

ผลการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับด้วยระบบ QR การตรวจสอบระบบย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบย้อนกลับของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับกล้วยหอมที่ซื้อไปบริโภคได้ โดยสามารถตรวจสอบจากเว็บไซต์ด้วยระบบคิวอาร์โค้ด

5.2 ข้อเสนอแนะการนำงานวิจัยไปใช้

การนำงานวิจัยนี้ไปใช้จะต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของผลการวิจัยดังนี้

1) ระยะการรับส่งข้อมูลของโหนดต่าง ๆ ไม่ควรเกิน 15-20 เมตร

2) การใช้งาน เว็บไซต์ itoysmart.com/smart1/index.php ผู้ใช้งานจริงควรศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานเว็บไซต์จริงจากหน้าเว็บไซต์

3) ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์เป็นข้อมูลที่มีจำนวนมาก จำเป็นที่จะต้องมีพื้นที่ในการเก็บข้อมูลให้มากเพียงพอ

5.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการดำเนินการวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยดังนี้

1) งานวิจัยนี้เป็นงานที่ออกแบบระบบโดยใช้ระบบฮาร์ดแวร์ซึ่งมีราคาถูกจึงทำให้การส่งสัญญาณของเซ็นเซอร์โหนดส่งในระยะไกลได้ไม่เกิน 15-20 เมตร ซึ่งควรทำการวิจัยโดยทำการขยายสัญญาณการรับส่งให้มีระยะที่ไกลขึ้น

2) งานวิจัยนี้ยังขาดการนำข้อมูลมาพยากรณ์สภาพแวดล้อม เพื่อการเพาะปลูกในช่วงเวลาที่เหมาะสม ควรพัฒนาเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

กลอยใจ กางกรณ์. (2551). **การวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บนท้องถนนโดยใช้เครือข่ายตรวจวัดแบบไร้สาย.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เฉลิมพล ศิริอาคเนย์. (2551). **ระบบควบคุมและตรวจสอบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สาย.** โครงงานวิศวกรรมภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัทวีนัสซัพพลาย จำกัด. (2556). **Xbee Basic Configuration in Network Application.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้: http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/xbee-basic-configuration-in-network-application.html [2556, สิงหาคม 1]

———————. (2556). **Zigbee And Xbee BASIC ตอน Xbee คืออะไร.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้: http://thaieasyelec.com/Review-Product-Article/what-is-xbee.html [2556, สิงหาคม 1]

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2556). **Microcontroller.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้: http://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest2003/ 100team/dlnes137/am/Microcontroller.html [2556, กันยายน 25]

สถาปัตย์ กิลาโส. (2553). **ระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อแสดงผลสภาพอากาศ.** ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุชา สุพิทยภรณ์พงศ์. (2556). **เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ : http://www.thaitelecomkm.org/ TTE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php [2556, สิงหาคม 1]

สุวิชชา โกสุมวงศ์วิวัฒน์. (2549). **การพัฒนาระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายเพื่อแจ้งเตือนไฟป่า.** สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อนุศักดิ์ ประพัฒน์. (2551). **ระบบตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำโดยอัตโนมัติโดยใช้เครือข่ายเซ็นต์เซอร์ไร้สาย สำหรับฟาร์มกุ้ง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Adafruit. (2013). **Using a Photocell Analog Voltage Reading Method.** [online]Available: http://learn.adafruit.com/photocells [2013, March 1]

Arduino.(2013). **Arduino Uno.** [online]Available: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno [2013, December 1]

Arduitronics. (2013). **DHT11 Humitdity and Temperature Sensor with Arduino.** [online]Available: http://www.arduitronics.com/article?tskp=4 [2013, December 1]

Koanantakool, T., Kingrungped, B., Krootkaew, C., and Vannarat, S. (2013). **Mini Monitoring Station (MMS). National Electronics and Computer Technology Center.** [online] Available: www.apan.net/meetings/bangkok2005/ presentation/MMS-APAN2005.pdf [20013, August 1]

Moteiv Corporation. (2013). **Ultra low power IEEE 802.15.4 compliant wireless sensor module.** [online] Available: http://www.eecs.harvard.edu/~konrad/.../tmote-sky-datasheet.pdf [2013, August 29]

Terry. (2013). **nRF24L01 2.4GHz Radio/Wireless Transceivers How-To.** [online] Available: http://arduino-info.wikispaces.com/Nrf24L01-2.4GHz-HowTo [2013, January 20]

Valada. A., Kohanbash. D., and Kantor. G. (2010). **Design and Development of a Wireless Sensor Network System for Precision Agriculture.** Pittsburgh. Pennsylvania.

ภาคผนวก

การเผยแพร่งานวิจัย

นำเสนอผลงานวิจัย **"นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก"**, งานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018 ครั้งที่ 10 "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0" จัดโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคมและสารสนเทศประเทศไทย ระหว่างวันที่ 26 – 29 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ จังหวัดพิษณุโลก

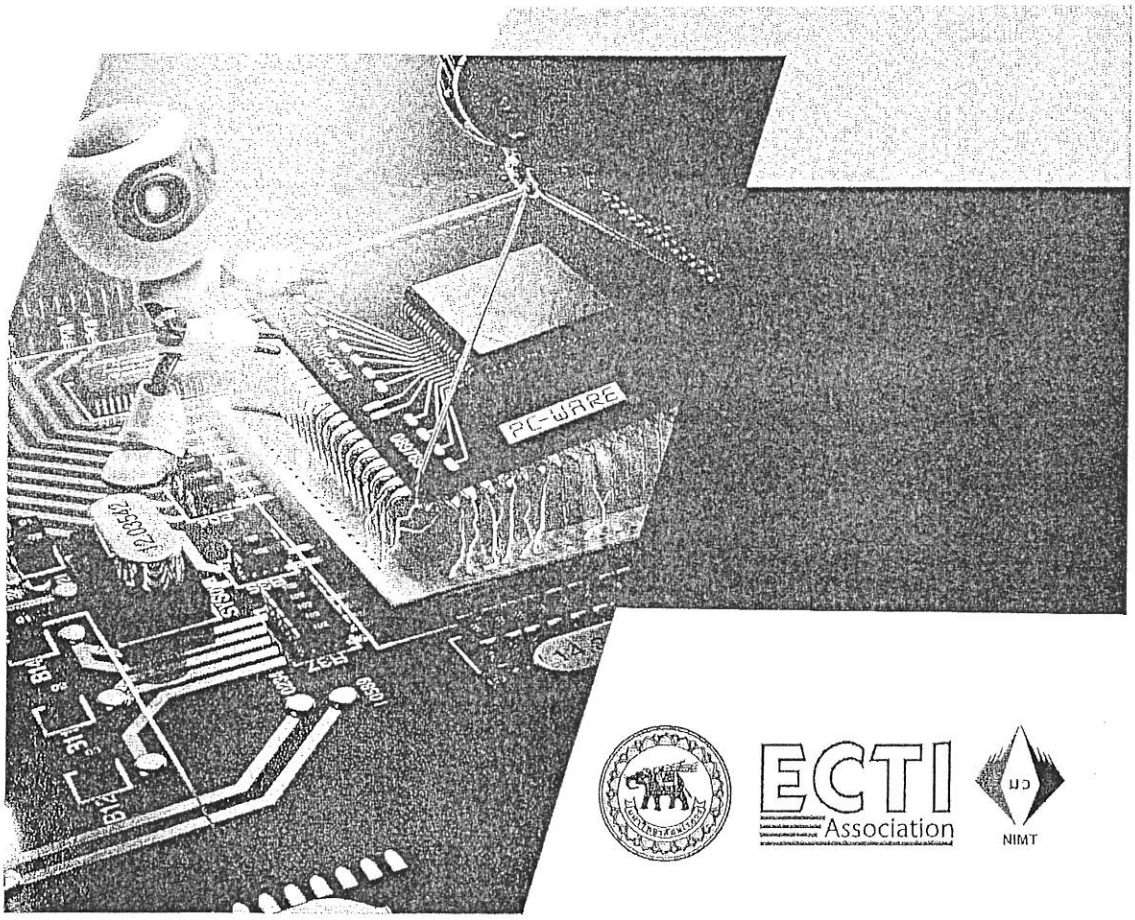
Conference Proceedings

ECTI-CARD 2018

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ ริเวอร์วิว จ.พิษณุโลก

26 - 29 มิถุนายน 2561



ECTI Association

NIMT

ECTI-CARD 2018

การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0

วันที่ 26-29 มิถุนายน 2561
ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ริเวอร์วิว
จังหวัดพิษณุโลก

จัดโดย

สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม และสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยนเรศวร
สถาบันมาตรวิทยาแห่งประเทศไทย

Conference Committee

Advisory Chairs

ศาสตราจารย์(พิเศษ) ดร. กาญจนา เงารังษี	อธิการบดี มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ศรินทร์ทิพย์ แทนธานี	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Steering Committee

รศ.ดร. สมศักดิ์ ชุบช่วย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ.ดร. ณัฐพงศ์ พันธุนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

General Chairs

ศาสตราจารย์ ดร. โกสินทร์ จำนงไทย	ECTI
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. สินชัย กมลภิวงศ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Technical Program Committee

ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ชัยรัตน์ พินทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. ไพศาล มุณีสว่าง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.พรชัย พฤกษ์ภัทรานนท์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ.ดร.เอกรัฐ บุญเชียง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.พีระยศ แสนโภชน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.วินัย ไชกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ชานนท์ วริสาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผศ.ดร.สุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร.ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.สริญญา ปะสะกวี	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

Local Arrangement Chairs

ดร. สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Registration Chair

ผศ.ดร.สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Finance Chairs

ไพริน แก้วกวย	ECTI
สารินทร์ เดิมสุทา	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Publication Chairs

ภาณุพงศ์ สอนคม	มหาวิทยาลัยนเรศวร

Secretary

เศรษฐา ตั้งค้าวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ดร.พัฒพล เหรียญโมรา	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ผศ.ดร.ชัยพร ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วิธวัช ตั้งตรงไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ถิระภัทร จริยะนรวิชช์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.กาญจนพันธุ์ สุขวิชชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ณัฐวุฒิ ชินธเนศ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สุชัยศรี ไลออน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.วีรวุฒิ กนกบรรณกร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.เชาวลิต นิตรสันติสุข	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.วิทิต ฉัตรรัตนกุลชัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.อภิรักษ์ จันทร์สร้าง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ชัยรัตน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.กฤษณะ ไวยมัย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ดุลย์พิเชษฐ์ ฤกษ์ปรีดาพงษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เสนีย์ ตั้งสถิตย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.มิติ รุจานุรักษ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ผศ.ดร.สราวุธ จักรเป็ง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.ชญาดา สุระวนิชกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.ดร.สุดชาย บุญโต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.เบญจมาศ พานมรัตนรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.วิทวัส สิฏฐกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.พิสิทธิ วิสุทธิเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.ชูพันธุ์ รัตนโภคา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.กฤษฎา มามาตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผศ.ดร.วิทวัส ผ่องญาติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.เชิดพงษ์ ดีเลิศไพบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.ณัฐพล ประยงค์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.โอภาส ศิริครรชิตถาวร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.ยุพิน สรรพคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ดร.สมมาตร แสงเงิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผศ.ดร.สายชล ชุดเจือจีน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.วิภารัตน์ บุษยาตรัส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.นรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ พันธนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผศ.ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.คมกฤช บุญยิ่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผศ.สุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ดร.พลกฤษณ์ ทุนคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ผศ.ดร.อุเทน คาน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ดร.นพดล มีเศียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
รศ.โกศล โอฬารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ เคลือบวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
ดร.ชาญยุทธ์ กาญนพินุลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
ผศ.ดร.ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ธนาฒน์ สุกนวล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ไมตรี ธรรมมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผศ.วิชชุพงษ์ วิบูลเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผศ.ดร.ศิริวัฒน์ วสุนธราเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ศราวุฒ คงลำพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.นิติพัฒน์ พิสุทธิพงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.อดิเรก จันตะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.สมใจ อารยวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผศ.ดร.วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
รศ.ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ธรา อั้งสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ.ดร.จิติมนต์ อั้งสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ประโยชน์ คำสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผศ.ดร.ณัฐชนนท์ หงส์วริทธิ์ธร	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.ประภาพร รัตนธำรง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.วนิดา พฤทธิวิทยา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
นุชชากร งามเสาวรส	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดร.วิรัตน์ จารีวงศ์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผศ.ดนุพัฒน์ ดวงมาลัย	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.พงษ์พัทธ์ บังคละคีรี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผศ.ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา	มหาวิทยาลัยนเรศวร
เสรษฐา ตั้งค้าวานิช	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ชัยรัตน์ พินทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนัส นัถฤทธิ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ภาณุพงศ์ สอนคม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
แสงชัย มังกรทอง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ศิริพร เดชะศิลารักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.มุฑิตา สงฆ์จันทร์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พนมขวัญ ริยมงคล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รัฐภูมิ วรานุสาสน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.พิสุทธิ์ อภิชยกุล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.สุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.สุรเดช จิดประไพกุลศาล	มหาวิทยาลัยนเรศวร
จิราพร พุกสุข	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.นรรัตน์ วัฒนมงคล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.เฉลิมภัณฑ์ ฟองสมุทร	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.ชนาทิพย์ จันทร์คง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ฉาสนา นากุ	มหาวิทยาลัยพะเยา
กรวิน สุวรรณภักดิ์	มหาวิทยาลัยพะเยา

ศราวุธ แต้โอสถ	มหาวิทยาลัยพะเยา
รศ.ดร.อภินันท์ อุรโสภณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.สุรโชค ธนพิทักษ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
โกศล พิทักษ์สัตยพรต	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผศ.ดร.สราวุฒิ บุญเกิดรัมย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผศ.วาสนา เกษมสินธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
รณยุทธ นนพละ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญา รจนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ผศ.ราชต บุญยะยุต	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
นนทรัฐ บำรุงเกียรติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ดร.สัญญา ควรคิด	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร.ธวัชชัย ทองเหลี่ยม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ผศ.ดร.สันติ ภูลการชาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รศ.ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ดร.ธัชชัย พุ่มพวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ชัยพันธุ์ ประการะพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร.กริช สมกันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ปองพล แสนสอน	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ดร.ลณิศร จี้กระโทก	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.วิไลพร กุลตังวัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผศ.ไชยยันต์ ชนะพรมมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ดร.ชนันท์กรณ์ จันแดง	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผศ.ดร.ชาญไชย ไทยเจียม	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.จิรัฏฐ์ เหมือนชู	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร.จิรวัฒน์ แท่นทอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อัมรินทร์ คีมะการ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ธัชชัย เอ้งฉ้วน	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผศ.ดร.ณัฏฐา จินดาเพ็ชร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ชัชวิน นามมั่น	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ดร.รัศมิทัต แผนสมบูรณ์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

ดร.บัญชา เหลือแดง	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ภาสกร ทิวัฑฒานนท์	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ผศ.ดร.อิทธิเสก นิลกำแหง	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร
ผศ.ดร.ชานนท์ วริสาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สิทธิชัย เด่นตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.ศรวัฒน์ ชีวปรีชา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ปิยะ สุภวราสุวัฒน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.วินัย ไจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.อมรชัย ชัยชนะ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.สุชิน อาจหาญ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.พิพัฒน์ พรหมมี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คเณศ พุกกะพันธุ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พิชชานันท์ วงศ์ศิริธร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.จตุพร ทองศรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อานนท์ สกลดณาพงษ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.รัฐพงษ์ สุวลักษณ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
ดร.ศริญญา ปะสะกวี	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.นฤดม นวลขาว	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ชัชวาล คุรุภากรณ์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ปิยพัฒน์ พูลทอง	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ทยาทิพย์ ทองดัน	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.ธัญญา คชวัฒน์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
เนตรนพิศ หุ้มทุกทิศ	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
เทพบดินทร์ บริรักษ์อราวินท์	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.กรภัสร์สิษฐ์ พรมอาสา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

สรุปจำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมการประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018

จำนวนบทความที่ส่งเข้าร่วมฯ มีทั้งสิ้น	277	บทความ
ผ่านการพิจารณา	212	บทความ
นำเสนอแบบบรรยาย	195	บทความ
นำเสนอแบบโปสเตอร์	17	บทความ
ไม่ผ่านการพิจารณา	65	บทความ

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณา

กลุ่มที่	1	เกษตรกรรม อุตสาหกรรมเกษตร	24	บทความ
กลุ่มที่	2	เทคโนโลยีชีวภาพ การแพทย์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ การกีฬา	8	บทความ
กลุ่มที่	3	การประหยัดพลังงาน การจัดการพลังงาน บ้านอัตโนมัติ	0	บทความ
กลุ่มที่	4	การเรียนการสอนทางไกล การศึกษาบันเทิง คอมพิวเตอร์แอนิเมชัน	0	บทความ
กลุ่มที่	5	การกู้ภัย ระบบเตือนภัย และพยากรณ์	9	บทความ
กลุ่มที่	6	การสื่อสาร การสนับสนุนผู้ใช้ตามบ้าน เครือข่ายสังคม เครือข่ายไร้สาย	18	บทความ
กลุ่มที่	7	การขนส่ง การควบคุมจราจร การจัดการอุตสาหกรรม	0	บทความ
กลุ่มที่	8	ธุรกิจการธนาคาร การท่องเที่ยว และการโรงแรม	0	บทความ
กลุ่มที่	9	ระบบความปลอดภัย การควบคุมการเข้าถึง การยืนยันตัวตน ระบบตรวจจับ	10	บทความ
กลุ่มที่	10	มาตรวิทยา การวัดและควบคุม	9	บทความ
กลุ่มที่	11	วิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	27	บทความ
กลุ่มที่	12	STEM เทคโนโลยีการศึกษา	10	บทความ
กลุ่มที่	13	หัวข้ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	18	บทความ
กลุ่มที่	14	Special Sessions	79	บทความ
		การประยุกต์ใช้งานทางแม่เหล็กไฟฟ้า	8	บทความ
		การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการใช้งาน IoT	8	บทความ
		เทคโนโลยีการวัดสำหรับอุตสาหกรรมศักยภาพ S-Curve	7	บทความ
		เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	8	บทความ
		นวัตกรรมทางเทคโนโลยีไมเซิงไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	28	บทความ
		การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้ากับภาคอุตสาหกรรม	7	บทความ
		การประยุกต์วิทยากาหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์	7	บทความ
		การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงประยุกต์	5	บทความ
		นวัตกรรมสำหรับการต่อสู้อาชญากรรม	1	บทความ

สรุปจำนวนบทความที่ผ่านการพิจารณาแยกตามหน่วยงาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	30	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน	16	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น	16	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	12	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	12	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร	11	บทความ
มหาวิทยาลัยนเรศวร	10	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	9	บทความ
มหาวิทยาลัยบูรพา	8	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย	8	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	7	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	7	บทความ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์	7	บทความ
มหาวิทยาลัยนครพนม	7	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	6	บทความ
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	6	บทความ
การทางพิเศษแห่งประเทศไทย	5	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	4	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	4	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี	4	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	4	บทความ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ	3	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ	2	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตเชียงราย	2	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง	2	บทความ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	2	บทความ
มหาวิทยาลัยพะเยา	2	บทความ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	2	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม	2	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี	2	บทความ

วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา	2	บทความ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ	2	บทความ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	1	บทความ
บริษัท เคซีอีนโฟเทค จำกัด	1	บทความ
บริษัท เบสแล็บ จำกัด	1	บทความ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล บางพระ	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตน่าน	1	บทความ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยรังสิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	1	บทความ
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	1	บทความ
โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	1	บทความ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์	1	บทความ

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10
10th ECTI-CARD 2018, Phitsanulok Thailand

นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก

Innovation of Assist farmers on planting and care Sweet Banana (klue hom thong) in Grow Area Organic Sweet Banana (klue hom thong) Contaminants Toxins for Export

ศิวาพร เหมียดไธสง[1] เพียง เหมียดไธสง[1] สราวุฒิ เชาวสงู[2]
[1]สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
38 ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000 โทรศัพท์ 032-405502 E-mail: thiangone@hotmail.com

บทคัดย่อ

นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรสำหรับการปลูกและดูแลกล้วยหอมทอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถปลูกกล้วยหอมทองที่ปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก การมีนวัตกรรมอัจฉริยะในการช่วยเหลือเกษตรกรในขั้นของการเก็บข้อมูลและตรวจสอบย้อนกลับของแปลงปลูกจะทำให้เกษตรกรปลูกและดูแลง่ายขึ้น สามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งฝ่ายผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับผลผลิตได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการสร้างเทคโนโลยีอัจฉริยะเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเพื่อเป็นข้อมูลในการควบคุมการให้น้ำ ให้ปุ๋ย ควบคุมโรคและแมลง โดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และยาฆ่าแมลง

คำสำคัญ: นวัตกรรมอัจฉริยะ , กล้วยหอมทอง , เกษตรกร

Abstract

Innovation of Assist farmers on planting and care Sweet Banana (klue hom thong) objective of encouruges farmers to grow Sweet Banana (klue hom thong) Contaminants Toxins for Export. Intelligent innovation is helping farmers in the process of data collection and traceability of the plots will make the farmers grow and care easy. Can increase the area quickly. Consumers can trace back their output. This research focuses on the creation of intelligent wireless sensor network technology for measuring the environment to control water supply, fertilization, disease control and insect control. Do not use chemical fertilizers and pesticides.

Keywords: Intelligent innovation, klue hom thong , farmers

1 บทนำ

ในการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ มีการเพิ่มพื้นที่ปลูกเป็นไปอย่างล่าช้าไม่ทันต่อความต้องการบริโภคของต่างประเทศซึ่งต้องมีการเพิ่มขึ้นปีละ 1 ล้านตัน สาเหตุเนื่องจากมีเกษตรกรปลูกจำนวนน้อย เพราะขั้นตอนการปลูกการดูแลมีความเข้มงวด ตั้งแต่การเตรียมดิน ขั้นตอนการปลูกการดูแล และการขนส่ง จากข้อมูลการส่งออกเช่น ปี 2551 สมุทรณัฐกิจเกษตรกรบางจำกัด มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการจำนวน 259 ราย พื้นที่เพาะปลูก 1,500 ไร่ มีผลผลิตส่งออกประมาณ 2,000-2,500 ตัน/ปี และสหกรณ์การเกษตรบ้านลาดจำกัด มีสมาชิกเข้าร่วมโครงการผลิตกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออกประเทศญี่ปุ่นจำนวน 212 ราย มีผลการผลิตส่งออกเมื่อเดือนสิงหาคม 2549 จำนวน 36,826 กิโลกรัม [1] เนื่องจากการปลูกกล้วยหอมทองเพื่อการส่งออกต้องปลูกแบบปลอดสารพิษโดยไม่ใช้สารเคมี เช่น ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลง ในการปลูกพืช อีกทั้งยังต้องมีการตรวจสอบการปลูกเป็นพิเศษ โดยจะส่งเจ้าหน้าที่มาควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด

2 ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การปลูกกล้วยหอมเพื่อการส่งออกมีข้อกำหนดที่เข้มงวดในการตรวจสอบสมาชิก การให้สมาชิกทุกแปลงต้องจดบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด ตั้งแต่การตรวจแปลง เตรียมดิน วัน เดือน ปี ที่เริ่มปลูกกล้วยหอมทอง สภาพการปลูก และต้องรายงานให้กลุ่มทราบเป็นระยะ มีความซับซ้อน จึงทำให้มีการเพิ่มจำนวนผู้ปลูกน้อย อีกปัจจัยหนึ่ง คือ การเข้าใจสภาพแวดล้อมเกี่ยวกับการปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษ ซึ่งการปลูกจะไม่ใช้สารเคมีและสารพิษ เป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เข้มงวดมากกว่าการปลูกพืชอื่น ๆ ดังนั้นปัจจัยสภาพแวดล้อมจึงมีความสำคัญกับการเกิดโรคและแมลง การมีเทคโนโลยี จะสามารถตรวจสอบและบอนิเตอร์สภาพแวดล้อมและนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ในการควบคุม

โรค แบลงและการให้ปุ๋ยได้ จึงเป็นแรงบันดาลใจให้สร้างระบบเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร

3 งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วยสามส่วน คือ หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เกตเวย์ และสถานีฐาน เป็นต้น

3.1 หน่วยร่วมเซ็นเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีจำนวนมากที่ฝังตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมเพื่อเก็บข้อมูลและส่งข้อมูล โดยแต่ละหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ติดต่อสื่อสารแบบไร้สายกับหน่วยร่วมข้างเคียง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับส่งแบบไร้สาย โดยหน่วยร่วมเซ็นเซอร์แต่ละหน่วยจะควบคุมและจัดการงานตัวเอง

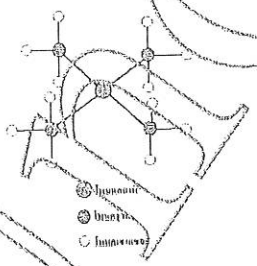
3.2 เกตเวย์ เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูล ระหว่างสถานีฐานและเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยเกตเวย์อาจเป็นหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ ที่มีความสามารถพิเศษในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

3.3 สถานีฐาน ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่รวบได้จากหน่วยร่วมเซ็นเซอร์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ควบคุมการทำงานและติดต่อกับผู้ใช้งานหรือสามารถติดต่อกับเครือข่ายอื่น ๆ [2]

4รายละเอียดการพัฒนา

4.1 ภาพรวมของระบบ

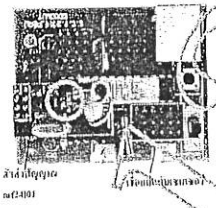
ระบบประกอบด้วย โหนดเซนเซอร์จำนวน 12 โหนด โหนดฐานจำนวน 4 โหนด และโหนดสถานี จำนวน 1 โหนด โหนดฐานและโหนดเซนเซอร์ออกแบบเหมือนกันแต่โปรแกรมการทำงานต่างกัน ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลใช้คลื่นวิทยุ nrf24l01 ความถี่ 2.4 GHz ภาพรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบในการทดสอบ

4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบโหนดเซนเซอร์และโหนดฐาน มีลักษณะฮาร์ดแวร์ที่เหมือนกันคือ ใช้บอร์ด อาดุโนที่พัฒนาขึ้นมาดังรูปที่ 2 บนบอร์ด ประกอบด้วย ตัวส่งสัญญาณไร้สาย nrf24l01 จุดเชื่อมต่อกับเซนเซอร์

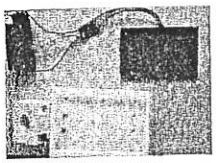


รูปที่ 2 บอร์ดอาดุโน

เซนเซอร์โหนดและโหนดฐานเมื่อประกอบแล้วของแสดงดังรูปที่ 3

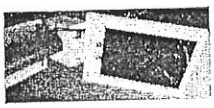
รูปที่ 3 เซนเซอร์โหนดและโหนดฐาน

ส่วนสำคัญของระบบโหนดเซนเซอร์และโหนดฐาน คือระบบการชาร์จแบตเตอรี่ ระบบชาร์จโซล่าเซลล์แสดงดังรูปที่ 4



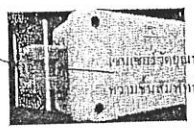
รูปที่ 4 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ โซล่าเซลล์

ชุดชาร์จแบตเตอรี่เมื่อประกอบเสร็จแสดงดังรูปที่ 5 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบด้วย โซล่าเซลล์ ขนาด Solar Cell 5.5V 90mA พลังงาน 0.5W ขนาด แบตเตอรี่แบบ Li-ion 18650 ความ 2850mAh



รูปที่ 5 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ประกอบเข้ากับเซนเซอร์โหนด

เซนเซอร์ ที่ใช้ในการ ตรวจวัดสภาพแวดล้อมทั้งหมด 5 ค่า ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ เซนเซอร์วัดแสงสว่าง เซนเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน



รูปที่ 6 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นและอุณหภูมิในอากาศที่แสดงดังรูปที่ 6 เซ็นเซอร์นี้สามารถวัดค่าได้ 2 ค่าคือวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิโดยค่าความชื้นที่วัดในย่าน 20-90 % ความผิดพลาด 5 % ค่าอุณหภูมิมีค่าการวัด 0-50 C ความผิดพลาด 2 %[3]

เซ็นเซอร์โหนดวัดความสว่างเซ็นเซอร์จะใช้อุปกรณ์ LDR และความต้านทานขนาด 10 กิโลโอหม์ นำมาต่ออนุกรมกันโดยใช้ความต้านทานต่อพูลดาว(pull down) การต่อใช้งานจะวัดแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทานโดยอ่านค่าสัญญาณไฟเข้ามาเป็นสัญญาณอนาล็อก เพื่อนำไปประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน เพื่อนำค่าไปประมวลผลเป็นค่าความสว่าง เซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 6

เซ็นเซอร์โหนดวัดอุณหภูมิในดินแสดงดังรูปที่ 7 เซ็นเซอร์ใช้ DS18B20 เป็นเซ็นเซอร์ที่หุ้มวัสดุเซรามิกสเตนเลส ขนาด 6x30 มิลลิเมตร สายสัญญาณยาว 100 เซนติเมตร ใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ช่วง 3-5.5 โวลต์ ค่าการวัดอุณหภูมิ -55 - +125 C ในการใช้งานจะทำการฝังลงไปในดินลึก 30 เซนติเมตร[4]

รูปที่ 7 แสดงภาพรวมของระบบในการทดสอบ

เซ็นเซอร์โหนดวัดความชื้นในดินแสดงดังรูปที่ 7 เซ็นเซอร์จะทำจากขั้วโลหะสองชิ้นวางขนานกันระยะห่างระหว่างแท่งโลหะ 1 เซนติเมตร แท่งโลหะยาว 10 เซนติเมตร หุ้มแท่งโลหะด้วยปูนปาสเตอร์ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร แท่งยาว 12 เซนติเมตรเมื่อหุ้มด้วยปูนปาสเตอร์แล้ว ขั้วต่อโลหะทั้งสองขั้วจะถูกต่อกับความต้านทาน 100 โอห์มแล้วเชื่อมต่อกับขั้วสัญญาณดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และอีกขั้วต่อความต้านทาน 100 กิโลโอห์มและเชื่อมต่อกับขั้วดิจิตอลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้านขั้วต่อเส้นขั้วโลหะที่ต่อกับความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม จะถูกเชื่อมต่อเข้ากับสัญญาณอนาล็อกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการวัดความชื้นในดินจะทำการฝังตัววัดความชื้นในดินลึก 30 เซนติเมตร แล้วส่งผลลำมาประมวลผลเป็นค่าความชื้นในดิน ในการสร้างจะมีการทดสอบเทียบกับชุดวัดความชื้นดินมาตรฐาน ชุดเซนเซอร์ไทเดและโหนดฐานสมบูรณ์แสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 โหนดเซนเซอร์และโหนดฐานสมบูรณ์

โหนดสถานี การออกแบบโหนดสถานีจะใช้บอร์ด อาดูโนและบอร์ดราสเบอรี่พายในการรับและส่งข้อมูลขึ้นเว็บ การแสดงหน้าเว็บไซต์แสดงดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 หน้าเว็บไซต์

5การทดสอบการใช้งาน

5.1สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

การทดสอบจะใช้การทดสอบดังรูปที่ 1 โดยมีเซ็นเซอร์โหนดทั้งหมด 12 ตัว โหนดฐาน 4 ตัว โดยทำการติดตั้งเซ็นเซอร์โหนดห่างจาก โหนดฐาน 20 เมตร โหนดฐานแต่ละโหนดห่างกัน 20 เมตร โหนดเซ็นเซอร์ทั้ง 12 ตัวและโหนดฐาน 4 ตัว จะประกอบด้วยเซ็นเซอร์ คือ เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ วัดค่าอุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้นในดิน อุณหภูมิในดิน โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ซึ่งชาร์จแบตเตอรี่ด้วยโซล่าเซลล์

5.2 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

การทดสอบดังรูปที่ 10 จะเริ่มจากการทำงานของโหนดเซนเซอร์ จะมีทั้งหมด 12 โหนดแบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยใน 1 กลุ่มจะทำงานเก็บข้อมูลจากโหนดทั้ง 3 โหนดไว้ที่โหนดฐานก่อน เมื่อโหนดฐานรับข้อมูลโหนดเซนเซอร์ได้ทั้ง 3 โหนดแล้ว โหนดฐานจะส่งข้อมูลไปยังโหนดสถานี โดยจัดเรียงข้อมูล ค่าแรกคือ ค่าไอดี โหนดเซนเซอร์กลุ่ม 1 ข้อมูลโหนดเซนเซอร์ 3 โหนด และข้อมูลโหนดฐานร่วมข้อมูลอีก 4 ชุดข้อมูล ส่งไปยังโหนดสถานีแสดงดังภาพที่ 12 เมื่อส่งข้อมูลสำเร็จ จะหยุดการส่งข้อมูล โดยจะส่งครั้งต่อไปต้องรออีก 20 นาที จึงจะส่งอีกครั้ง โหนดในกลุ่ม 2 กลุ่ม 3 และกลุ่ม 4 ก็ทำงานเช่นเดียวกันโดยจะทำการส่งข้อมูลทุกๆ 20 นาที

ผลการทดสอบพบว่าการส่งข้อมูลทั้ง 4 กลุ่มโหนดสามารถส่งข้อมูลได้ครบไม่มีข้อผิดพลาดแม้จะใช้วิธีการรับส่งข้อมูลแบบ รุ่นโดยโหนดใหม่มีเวลาครบ 20 นาทีแล้วจะส่งข้อมูลทันที เนื่องจากการทดลองมีโหนดจำนวนน้อยเพียง 16 โหนดทำให้การส่งข้อมูลไม่มีปัญหา สำหรับที่โหนดสถานีจะนำค่าข้อมูลมาประมวลก่อนจะส่งไปยังโฮสต์เพื่อนำข้อมูลแสดงบนเวปไซต์ การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐานในสวนกล้วยหอมทองแสดงดังรูปที่ 10

รูปที่ 10 การติดตั้งโหนดเซ็นเซอร์และโหนดฐานในสวนกล้วยหอมทอง

6 บทสรุป

การออกแบบนวัตกรรมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ คาดูโน ซึ่งทำให้ง่ายสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาต่อยอด จากการวัดเอาข้อมูลโหมดเซ็นเซอร์และโหนดฐานสามารถส่งค่าข้อมูลที่ประกอบด้วย ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิของอากาศ ความสว่างของแสง อุณหภูมิในดิน ความชื้นในดิน โดยสามารถส่งข้อมูลมายังโหนดฐานโดยใช้แบบ Single-hop และโหนดฐานแต่ละฐานจะถูกส่งมายังโหนดสถานี แบบ Single-hopเช่นเดียวกัน เพื่อบันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังโฮสต์เพื่อแสดงผลบนเวปไซต์ได้

7 แนวทางการพัฒนาต่อ

การพัฒนาระบบควรพัฒนาให้สามารถตรวจวัดสภาพแวดล้อมได้มากขึ้นเช่น ความเร็วลม ทิศทางลม ปริมาณน้ำฝน ความกดดันอากาศ นอกจากนั้นควรทำให้โหนดเซ็นเซอร์สามารถส่งข้อมูลแบบการร้องขอได้ ส่วนฐานข้อมูลควรให้สามารถที่จะ Monitoring ในหลายรูปแบบ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีที่ให้ทุนสนับสนุน โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ช่วยเหลือห้องปฏิบัติการและ ไร่มะนาว คุณพ่อใหญ่ จันทอม อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

9. เอกสารอ้างอิง

[1] สหกรณ์การเกษตรบ้านลาดจำกัด จังหวัดเพชรบุรี,2549.

[2] สุชา สุพิทยกรณ์พงศ์ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย เข้าถึงได้จาก:http://www.thailelecomkm.org/ITE/topic/attach/Wireless_Sensor_Network/index.php สืบค้น 20 มกราคม พ.ศ. 2561

[3] DHT11:เข้าถึงได้จาก: http://www.adafruit.com/products/386 สืบค้น 2ธันวาคม พ.ศ. 2560

[4] Waterproof Temperature Probe (DS18B20) : เข้าถึงได้จาก : http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=689#.UPLEWCcvRdU 15 ธันวาคม พ.ศ. 2560.

ECTI-CARD 2018

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู

ได้นำเสนอบทความวิชาการภาคบรรยาย

เรื่อง "นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูก กล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก"

ในการประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10

ระหว่างวันที่ 26 - 29 มิถุนายน พ.ศ.2561

ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง วังจันทน์ ริเวอร์วิว จ.พิษณุโลก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ กานต์ประชา (มน.)
ประธานในการจัดงาน

ศาสตราจารย์ ดร.โกสินทร์ จำนงไทย (มจธ.)
นายกสมาคม ECTI

ECTI Association

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิวาพร เหมียดไธสง

ที่อยู่ปัจจุบัน 211 หมู่ 6 ตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สถานที่ติดต่อ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ถนน หาดเจ้าสำราญ ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี

2. ตำแหน่ง

(พ.ศ. 2552-2556) รองคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

(พ.ศ. 2547-2559) ประธานสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์

(พ.ศ. 2560) รองคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี -วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, ปี พ.ศ. 2535

ปริญญาโท - ครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
(คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปี พ.ศ. 2545

4. ผลงานวิชาการ

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2545) การประยุกต์ใช้แผ่นตารางทำการ, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, 270 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2546) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ,สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, 260 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2547) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์(โคบอล), สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, 281 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2548) การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, 290 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2549) การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 360 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2551) การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 381 หน้า

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2553) ตรรกะการเขียนโปรแกรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 281 หน้า

5. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

ศิวาพร เหมียดไธสง.(2542). การเปรียบเทียบความคาดหวังและสภาพการปฏิบัติจริงเกี่ยวกับการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาเอกคอมพิวเตอร์กลุ่มสถาบันราชภัฏภาคตะวันตก.กรุงเทพมหานคร : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2552). การพัฒนาระบบสารสนเทศรายรับรายจ่ายครัวเรือน : กรณีศึกษาชาวบ้านตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี, ทุนมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2554). ลอจิกบล็อก: ตรรกะการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น. ทุนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2555). การพัฒนาโปรแกรมภาษาช้าง. ทุนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2555). การพัฒนาและออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเด็ก. ทุนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2556). การสร้างความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับระบบควบคุมพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมภาษาที่สัมผัสและรู้สึกได้, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2556). ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและตรวจจับขโมยด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับพื้นที่เพาะปลูกมะนาว, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2558). **การวิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและระบบสารสนเทศในพื้นที่เพาะปลูกมะนาวด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายระดับหมู่บ้านเพื่อลดการใช้สารเคมีและสารพิษตกค้างลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี**, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สราวุฒิ เชาวสกู, ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง. (2558). **การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะตามแนวทางการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **นวัตกรรมอัจฉริยะเพื่อการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ลุ่มแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน**, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับพลวัตรของระบบ**, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2560). **นวัตกรรมดิจิตอลการละเล่นพื้นบ้านไทยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา**, ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ได้รับรางวัลนักวิจัยดีเด่น เนื่องในงานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีประจำปี พ.ศ. 2554

ได้รับรางวัลนักวิจัยระดับดี เนื่องในงานราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2556

ได้รับรางวัลนักวิจัยดีเด่นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องในงานสัปดาห์วันวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีประจำปี พ.ศ. 2557

ได้รับรางวัลนักวิจัยระดับดี เนื่องในงานนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 4 “พลังงานทดแทนเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตก้าวไกลสู่อาเซียน” มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2557

6. บทความวิจัยและการนำเสนอผลงานวิจัย

บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสาร

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2552). การพัฒนาระบบสารสนเทศรายรับรายจ่ายครัวเรือน :กรณีศึกษาตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี (Development of revenue and expense information systems for families in Taleang townTayang district Phetchaburi province Case study), วารสารวิชาการ มนุษย์สังคมปริทัศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2553.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2554). ลอจิกบล็อก: ตรรกะการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น (Logic Block: Logic programming for Novices), วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2554.

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2556). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเด็ก, วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2556.

เผยแพร่ในงานสัมนา/ประชุมวิชาการ

ศิวาพร เหมียดไธสง. (2553). ลอจิกบล็อก: การเรียนรู้ตรรกะการเขียนโปรแกรมสู่การเขียนโปรแกรมจริง,แสดงผลงานวิจัยในงาน "การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2553" (Thailand Research Expo2010), สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), วันที่ 26-30 สิงหาคม 2553.

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2556). การสร้างความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับระบบควบคุมพื้นฐานโดยใช้โปรแกรมภาษาที่สัมผัสและรู้สึกได้, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 5,ECTI-CARD 2013, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา, วันที่ 8-10 พฤษภาคม 2556.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2556). ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและตรวจจับขโมยด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับพื้นที่

เพาะปลูกมะนาว, การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 5,ECTI-CARD 2013, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา, วันที่ 8-10 พฤษภาคม 2556.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2556). **ระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่เหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูกมะนาว**, แสดงผลงานวิจัยในงาน "การนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2556" (Thailand Research Expo2013), สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), วันที่ 23-28 สิงหาคม 2556.

Siwaporn Meadthaisong and Thiang Meadthaisong(2013).**Wireless Sensor NetWorks for Lemon Orchards.**, การประชุมวิชาการนานาชาติ ม.อ.ภูเก็ตวิจัยครั้งที่ 2."The 2nd Annual PSU Phuket International Conference 2013", มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต, วันที่ 14-15 พฤศจิกายน 2556.

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง(2556). **ระบบบันทึกและการใช้ข้อมูลตรวจวัดสภาพแวดล้อมด้วยเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับพื้นที่เพาะปลูกมะนาว**,การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 36 The 36th Electrical Engineering Conference (EECON-36), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นเจ้าภาพ ณ โรงแรมเฟลิกซ์ ริเวอร์แคว รีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี, วันที่ 11-13 ธันวาคม 2556.

Thiang Meadthaisong and Siwaporn Meadthaisong (2014). **Tangible Programming for Controling Robots.**, การประชุมวิชาการนานาชาติ "ICLIST 2014 : International Conference on Learning Innovation in Science and Technology 2014 "Learning and Innovation in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education.", จังหวัดเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , วันที่ 22-24 มกราคม 2557.

Thiang Meadthaisong and Siwaporn Meadthaisong (2014).**Tangible Programming for Basic Control System New Frameworks in Engineering Education for Children.**The 5th KKU International Engineering Conference 2014 (KKU-IENC 2014) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จังหวัดขอนแก่น วันที่ 27 - 29 มีนาคม 2557

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง (2557). **การพัฒนาของเล่นพื้นบ้านเป็นของเล่นอัจริยะ.** การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 (6th RMUTNC)"เทคโนโลยีและนัวตกรรมสู่อาเซียน" จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, วันที่ 23-25 กรกฎาคม 2557

เขตต์ทินทัศน์ พรหมทา, ศิวาพร เหมียดไธสง และ เที่ยง เหมียดไธสง (2557). **ระบบตรวจวัดกระแสไฟฟ้าและอุณหภูมิด้วยระบบเครือข่ายเซ็นต์เซอร์ไร้สาย.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืนครั้งที่ 4 "พลังงานทดแทนเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน" มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี, 23 สิงหาคม 2557

ศิวาพร เหมียดไสง (2558). **การพัฒนาโปรแกรมภาษาช้าง.** การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืนครั้งที่ 5 "พลังงานทดแทนเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตไทย ก้าวไกลสู่อาเซียน" มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี, 24-25 กรกฎาคม 2558

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง (2558).**การวิจัยและพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพาะปลูกมะนาวด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายระดับหมู่บ้านเพื่อลดการใช้สารเคมีและสารพิษตกค้างลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี.** การประชุมวิชาการการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 7 ECTI-CARD 2015. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, วันที่ 8 – 10 กรกฎาคม 2558

สราวุฒิ เชาวสกู, เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง (2558). **การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้น บ้านอัจฉริยะ ตามแนวทางการเรียนรู้สะเต็ม ศึกษา.** การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12, วันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2558

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับพลวัตของระบบ.** การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 ECTI-CARD 2016, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อตอบสนอง

ภาคอุตสาหกรรมสมัยใหม่อย่างยั่งยืน, ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ โฮเทล แอนด์ รีสอร์ท, อำ เภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, วันที่ 27-29 กรกฎาคม พ.ศ.2559

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **นวัตกรรมอัจฉริยะเพื่อการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ลุ่มแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.** การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 ECTI-CARD 2016, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อตอบสนองภาคอุตสาหกรรมสมัยใหม่อย่างยั่งยืน, ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ โฮเทล แอนด์ รีสอร์ท, อำ เภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, วันที่ 27-29 กรกฎาคม พ.ศ.2559

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง (2558). **การวิจัยและพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่เพาะปลูกมะนาวด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายระดับหมู่บ้านเพื่อลดการใช้สารเคมีและสารพิษตกค้างลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี.** ประชุมวิชาการการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 7 ECTI-CARD 2015. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, วันที่ 8 – 10 กรกฎาคม 2558

เที่ยง เหมียดไธสง (2558).**การวิจัยและพัฒนาเครื่องมือจับสัตว์ภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เป็นนวัตกรรมอัจฉริยะเพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์และการอนุรักษ์.** ประชุมวิชาการการวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 7 ECTI-CARD 2015. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, วันที่ 8 – 10 กรกฎาคม 2558

สราวุฒิ เชาวสกู, เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง (2558). **การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยของเล่นพื้น บ้านอัจฉริยะ ตามแนวทางการเรียนรู้สะเต็ม ศึกษา.** การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 12, วันที่ 8 - 9 ธันวาคม 2558

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมของเล่นพื้นบ้านอัจฉริยะ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับพลวัตของระบบ.** การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 ECTI-CARD 2016, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อตอบสนอง

ภาคอุตสาหกรรมสมัยใหม่อย่างยั่งยืน, ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ โฮเทล แอนด์ รีสอร์ท, อำ เภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, วันที่ 27-29 กรกฎาคม พ.ศ.2559

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2559). **นวัตกรรมอัจฉริยะเพื่อการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ลุ่มแม่น้ำเพชรบุรีตอนบน.** การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 ECTI-CARD 2016, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างชาญฉลาดเพื่อตอบสนองภาคอุตสาหกรรมสมัยใหม่อย่างยั่งยืน, ณ โรงแรมหัวหินแกรนด์ โฮเทล แอนด์ รีสอร์ท, อำ เภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, วันที่ 27-29 กรกฎาคม พ.ศ.2559

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง. (2561). **การพัฒนาหุ่นยนต์วัวลานและหุ่นยนต์วัวเทียมเกวียนเพื่อกำรอนุรักษ์และเรียนรู้หุ่นยนต์สำหรับเด็กไทย.** การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ ๕ "สร้างองค์ความรู้ สู่ท่องเที่ยวไทย เศรษฐกิจก้าวไกล สังคมไทยยั่งยืน" ในวันพุธที่ ๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี

ศิวาพร เหมียดไธสง, เที่ยง เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2561). **นวัตกรรมอัจฉริยะช่วยเหลือเกษตรกรในการปลูกและดูแลกล้วยหอมทองในพื้นที่เพาะปลูกกล้วยหอมทองปลอดสารพิษเพื่อการส่งออก.** งานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018 ครั้งที่ 10 "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0" จัดโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ สมาคมวิชาการไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคมและสารสนเทศประเทศไทย ระหว่างวันที่ 26 – 29 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ จังหวัดพิษณุโลก

เที่ยง เหมียดไธสง, ศิวาพร เหมียดไธสง, สราวุฒิ เชาวสกู. (2561). **นวัตกรรมดิจิตอลการละเล่นพื้นบ้านไทยเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแบบนักวิทยาการคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา.** งานประชุมวิชาการ ECTI-CARD 2018 ครั้งที่ 10 "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองนโยบายประเทศไทย 4.0" จัดโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ สมาคมวิชาการไฟฟ้า

อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคมและสารสนเทศประเทศไทย ระหว่างวันที่ 26 – 29 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ จังหวัดพิษณุโลก

Siwaporn Meadthaisong, Thiang Meadthaisong. (2018). **Tangible programming for Developmenting of Computer Scientist Thinking Skill New Frameworks to Smart Farm in Primary School Student.** ECTI-CON 2018 (IEEE Conference Record Number #42360) is the fifteenth annual international conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI) Association, Thailand, 18-21 July 2018, Chiang Rai, Thailand