รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Embedded Systems Monitoring the Environment for Smart Farm

นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์

นายสิทธิพร ทองภูเบศร์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Embedded Systems Monitoring the Environment for Smart Farm

นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์

นายสิทธิพร ทองภูเบศร์

b00264189

RC00003

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ): Embedded systems monitoring the environment for smart farm
แหล่งเงิน เงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 65,200 บาท
ระยะเวลาดำเนินการโครงการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 ถึง 30 กันยายน 2560
รายนามคณะผู้วิจัย 1. นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
2. นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
3. นายสิทธิพร ทองภูเบศร์
หน่วยงานต้นสังกัด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

บทคัดย่อ

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมส่งผลกระทบต่อผลิตผลทางการเกษตร เกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องดูแลและตรวจสอบสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ แต่การจัดการสภาพแวดล้อมในการดูแลค่อนข้างยุ่งยากและเสียเวลา จึงมีการนำเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อเปลี่ยนฟาร์มเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมให้เป็น ฟาร์มอัจฉริยะ โดยนำเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม มาใช้ในการพัฒนาระบบให้สามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อม และวิเคราะห์สภาพแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์กับเกษตรกร งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ โดยออกแบบระบบให้ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 3 ปัจจัย ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และปริมาณแสงสว่าง จากนั้นจะส่งข้อมูลการตรวจวัดผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายมายังส่วนประมวลผลกลางของระบบ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาประมวลผลเพื่อการ ตัดสินใจ แสดงผล และแจ้งเตือน โดยมีการแสดงผลการตรวจวัดในรูปแบบของกราฟ ข้อความ และการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เมื่อทดสอบระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงเพาะกล้าไม้เปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน พบว่าอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสามารถตรวจวัดข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าความผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิไม่เกิน 1% ค่าความผิดพลาดในการวัดค่าปริมาณแสงไม่เกิน 4% และวัดค่าระดับความชื้นในดินได้เป็น 3 ระดับ (แห้ง ชื้น และเปียก) โดยระบบสามารถแสดงผลผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

คำสำคัญ : ฟาร์มอัจฉริยะ สมองกลฝังตัว สภาพแวดล้อม เครือข่ายคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Embedded systems monitoring the environment for smart farm
Researcher: 1. Mr. Athasart Narkthewan
2. Mr. Montree Chaichanyut
3. Mr.Sittiporn Thongphubes
Faculty: Prince of Chumphon Campus, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

Agricultural production has been largely affected by environmental factors. Farmers have to control the continuous production process to obtain the quantitative and qualitative products. However, the environmental management system is rather complex and time consuming. Electronics and computer technology were therefore applied to change traditional farming to smart farming. Environmental sensors were utilized to develop smart farming system. The system could detect the environmental factors and continuously analyzed the environmental data. Subsequently, results from data analysis were informed to the farmers. The aims of the study were to design and develop the embedded system monitoring the environment for smart farm. The system was designed for detection of three environmental factors, such as soil moisture, temperature and light. The received data via local wireless computer network were sent to central data processing to display current environmental situation. The data exhibited in terms of graph, text message and notification as the defined conditions. The embedded system monitoring the environment was compared with the standard measuring tools in plant nursery. Results showed that this device had accurate measurement. The percentage error of temperature and light detection were not over 1% and 4%, respectively. In addition soil moisture conditions were classified into 3 levels (dry, moist and wet). Finally, the embedded system could be displayed via web browser.

Keywords : Smart farm, Embedded system, Environment, Computer network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และขอขอบคุณหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และหลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ และห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำหรับการทดลอง และทดสอบระบบ

นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นายสิทธิพร ทองภูเบศร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ฟาร์มอัจฉริยะ	3
2.2 ระบบสมองกลฝังตัว	3
2.3 Internet of Things (IoT)	4
2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์	4
2.5 ไมโครคอนโทรเลอร์อาร์ดูอิโน่	7
2.6 ตัวต้านทานไวแสง	9
2.7 ไอซี ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ DS18B20	12
2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266	13
2.9 ระบบฐานข้อมูล	14
2.10 โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL	17
2.11 ภาษา SQL	18
2.12 ภาษาพีเอชพี	21
2.13 ภาษา HTML	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 การออกแบบระบบ	25
3.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม	26
3.3 การออกแบบอุปกรณ์ประมวลผล จัดเก็บข้อมูล และโปรแกรมการแสดงผล	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	28
4.1 ผลการศึกษาการตรวจวัดสภาพแวดล้อม	28
4.2 ผลการศึกษาการแสดงผลข้อมูลการตรวจวัด	32
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	33
5.1 สรุปผลการวิจัย	33
5.2 ข้อเสนอแนะและวิจารณ์	33
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	34
เอกสารอ้างอิง	35
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลผลิตงานวิจัย	38
ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	51
ประวัติคณะนักวิจัย	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อมูลจำเพาะของอาร์ดูอิโน่ ยูโน่ อาร์สาม	9
2.2 ตารางคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา DDL	19
2.3 คำสั่งการจัดการข้อมูลภายในตาราง	20
4.1 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน	28
4.2 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณแสงสว่างที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของอาร์ดูอิโน่	8
2.2 โครงสร้างของ LDR	10
2.3 กราฟแสดงความไวต่อแสงความถี่ต่าง ๆ ของ LDR เมื่อเทียบกับความไวของสายตามนุษย์	11
2.4 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR	12
2.5 ขาและตัวถัง TO-92 ของไอซี DS18B20	12
2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266	13
2.7 ขาของโมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266	14
3.1 ส่วนประกอบของระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ	25
3.2 อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม	26
3.3 อุปกรณ์ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล	27
4.1 อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม	29
4.2 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ	30
4.3 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมปริมาณแสงสว่าง	30
4.4 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมค่าความชื้นในดิน	31
4.5 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงเกษตร	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

กระบวนการผลิตทางการเกษตรพบว่ามีปัจจัยมากมายที่ส่งผลต่อผลิตผล[1] เช่น สภาพดิน ฟ้าอากาศ แร่ธาตุอาหาร ค่าสภาพความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น ที่เกษตรกรจำเป็นต้องดูแลเอาใจใส่ตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ซึ่งในความเป็นจริงเกษตรกรไม่สามารถดูแลพื้นที่การเกษตรได้อย่างทั่วถึงในทุกปัจจัยที่กล่าวมา หรือการตรวจสอบสภาพแวดล้อมบางประเภทมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก และเสียเวลาในการเตรียมการ จึงมีแนวคิดในการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ไอที สื่อสาร เซ็นเซอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีอื่น ๆ มาผสมผสานเข้ากับงานด้านการเกษตรกรรมก็จะสามารถเปลี่ยนฟาร์มเกษตรกรรมทั้งหลายให้กลายเป็น ฟาร์มอัจฉริยะ[2] ซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ได้ทั้งฟาร์มพืชและสัตว์ โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า Internet of Things (IoT) [3] เครื่องมือ เครื่องใช้หรือระบบต่าง ๆ ถูกพัฒนาให้เชื่อมต่อถึงกันเป็นเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลบนระบบอินเตอร์เน็ต สามารถรับรู้ ตัดสินใจ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแต่ละอุปกรณ์ บนพื้นฐานของการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทั้งหลายที่เก็บจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัด

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นประเด็นปัญหาสำคัญที่น่าสนใจในการวิจัยคือ ฟาร์มอัจฉริยะในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่ยังคงใช้มาตรฐานการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดหรือควบคุมที่เป็นของตนเองไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ IoT ได้ หากสามารถพัฒนาอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวให้มีมาตรฐานการเชื่อมต่อการสื่อสารบนโปรโตคอล TCP/IP ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในปัจจุบัน ก็จะสามารถปรับให้อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT ได้ นั่นก็หมายความว่าอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นในระบบ IoT ได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจการพัฒนาอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีความคล่องตัวในการใช้งาน ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีความสามารถในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการปลูกพืชคือ ค่าความเข้มแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าความชื้นในดิน ภายในบริเวณพื้นที่จุดสนใจ และสามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดออกไปในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT และสามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นที่อยู่ในระบบ IoT เพื่อประมวลผลด้วยตนเองเพื่อการตัดสินใจต่อไป ซึ่งในเบื้องต้นคณะผู้วิจัยได้มีความสนใจในการจัดการปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ที่หน่วยงานภาครัฐได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเพื่อเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นน้ำมันสำหรับอุปโภค และบริโภค ซึ่งหากระบบที่คณะผู้วิจัยสามารถติดตามสภาพแวดล้อม ประมวลผล และวิเคราะห์ความต้องการ ในการปรับสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกปาล์ม[15] ได้อย่างเหมาะสม ย่อมส่งผลต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ จะสามารถช่วยเกษตรกรในการทำสวนปาล์มที่มีคุณภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ออกแบบระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อม ค่าความเข้มแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าความชื้นในดิน สำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

2. ออกแบบมาตรฐานการเชื่อมต่อการสื่อสารข้อมูลของระบบสมองกลฝังตัวให้สามารถเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นที่อยู่บนระบบ IoT ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless LAN)

3. ศึกษามาตรฐานการเชื่อมต่อการสื่อสารบนระบบ IoT และระบบอินเตอร์เน็ต

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เน้นศึกษาการออกแบบระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีความที่มีความคล่องตัวในการใช้งาน ใช้การสื่อสารบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (Wireless LAN) ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ มีความสามารถในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการปลูกพืชคือ ค่าความเข้มแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในอากาศ และค่าความชื้นในดิน ภายในบริเวณพื้นที่จุดสนใจ และสามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดออกไปในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT สามารถติดตามข้อมูลการตรวจวัดได้จากอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบอินเตอร์เน็ต อาทิ เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ สมาร์ทโฟน เป็นต้น และสามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นที่อยู่ในระบบ IoT เช่นข้อมูลการพยากรณ์อากาศ แล้วประมวลผลด้วยตนเองเพื่อการตัดสินใจในการจ่ายน้ำให้กับพืชเป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในฟาร์มอัจฉริยะต่าง ๆ ได้ เพื่อช่วยให้การทำการเกษตรเป็นเรื่องง่ายขึ้นในการช่วยตัดสินใจ สามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อมได้ตลอดเวลามีความแม่นยำสูง ส่งผลให้ได้ผลผลิตที่มีมาตรฐานคุณภาพที่ดี ตลอดจนสามารถลดต้นทุนด้านแรงงานได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟาร์มอัจฉริยะ

ฟาร์มอัจฉริยะ(farming) เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่เรียกว่า เกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture หรือ Precision Farming) เป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเกษตรกรสามารถจะปรับการใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่ ทำให้การทำไร่ทำนามีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Microclimate) ระดับไร่ (Mesoclimate) และระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ระบบฟาร์มอัจฉริยะจะบูรณาการข้อมูลจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในไร่นา (ข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น ในดินและในอากาศ แสง ลม น้ำฝน) และนำเสนอต่อเกษตรกร เจ้าของไร่ โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลของไร่ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และ ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ การวางแผนการเพาะปลูก การให้น้ำ ให้ปุ๋ย และ ยา เป็นต้น [2]

ยกตัวอย่างเช่น การปลูกข้าว ในพื้นที่นาหลาย ๆ แห่งจะสังเกตได้ว่า ผลผลิตของข้าวที่ออกมาในแต่ละต้น ให้รวงข้าวที่ไม่เท่ากัน บางบริเวณก็ให้รวงข้าวเยอะ บางบริเวณให้รวงข้าวน้อย สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะดินที่ใช้ในการเพาะปลูกในแต่ละบริเวณของท้องนา มีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารไม่เท่ากัน ดังนั้นในการเตรียมดินก่อนทำการเพาะปลูกในระบบฟาร์มอัจฉริยะจะทำได้แม่นยำกว่า โดยอาจจะอาศัยเครื่องสแกนสภาพดินในไร่ (Soil Mapping) เพื่อเก็บข้อมูลว่าบริเวณต่าง ๆ มีความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันอย่างไร ตรงไหนขาดแร่ธาตุชนิดใด ลักษณะดินร่วนซุยต่างกันแค่ไหน ข้อมูลเหล่านั้นจะถูกเก็บเข้าไปในฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับแผนที่ของฟาร์ม แล้วสามารถดาวน์โหลดไปยังเครื่องหยอดปุ๋ยบนรถไถที่ติด GPS (Global Positioning System) ทำให้การหยอดปุ๋ยสามารถกำหนดได้ว่าจะหยอดปุ๋ยชนิดใด ลงตำแหน่งใดในฟาร์มมากหรือน้อย

2.2 ระบบสมองกลฝังตัว

ระบบฝังตัว หรือ สมองกลฝังตัว (embedded system) คือระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ซึ่งต่างจากระบบประมวลผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ระบบฝังตัวถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและสำนักงาน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์ เทคโนโลยีเครือข่ายเน็ตเวิร์ก เทคโนโลยีด้านการสื่อสาร เทคโนโลยีเครื่องกลและของเล่นต่าง ๆ คำว่าระบบฝังตัวเกิดจาก การที่ระบบนี้เป็นระบบประมวลผลเช่นเดียวกับระบบคอมพิวเตอร์ แต่ว่าระบบนี้จะฝังตัวลงในอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันระบบสมองกลฝังตัวได้มีการพัฒนามากขึ้น โดยในระบบสมองกลฝังตัวอาจจะประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวที่เห็นได้ชัดเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์มือถือ และในระบบสมองกลฝังตัวยังมีการใส่ระบบปฏิบัติการต่าง ๆแตกต่างกันไปอีกด้วย ดังนั้น ระบบสมองกลฝังตัวอาจจะทำงานได้ตั้งแต่ควบคุมหลอดไฟจนไปถึงใช้ในยานอวกาศ ตัวอย่างงานวิจัยที่ได้นำเอาระบบสมองกลฝังตัวไปใช้งาน เช่น การติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่มีการออกแบบอุปกรณ์สมองกลฝังตัวให้เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเพื่อติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละจุด[4] หรือ การประยุกต์ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อม แล้วประมวลผลข้อมูลเพื่อควบคุมระบบชลประทานในแปลงเกษตร [6]

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things [3] หรือ IoT คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่างๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่อีกมากมาย ตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในบ้านตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณไปสั่งเปิด/ปิดสวิตซ์ไฟตามห้องต่างๆ ที่มีคนหรือไม่มีคนอยู่ อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพของผู้ป่วย/ผู้สูงอายุและส่งข้อมูลไปยังบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งข้อความเรียกหน่วยกู้ชีพหรือรถฉุกเฉิน เป็นต้น นอกจากนี้ IoT จะเปลี่ยนรูปแบบและกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรมไปสู่ยุคใหม่ หรือที่เรียกว่า Industry 4.0 ที่จะอาศัยการเชื่อมต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักร มนุษย์ และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยที่ข้อมูลทั้งหลายที่เก็บจากเซ็นเซอร์ [5][6][7]

2.4 การสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การสื่อสารข้อมูล (Data Communications) หมายถึง กระบวนการถ่ายโอนหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างผู้ส่งและผู้รับ โดยผ่านช่องทางสื่อสาร [6] เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูล เพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับเกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน

2.4.1 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งข้อมูล (Sender) ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ต้นทางจะต้องจัดเตรียมนำเข้าสู่อุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล ซึ่งได้แก่เครื่องพิมพ์ หรืออุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ใน รูปแบบที่สามารถส่งข้อมูลนั้นได้ก่อน

2. ผู้รับหรืออุปกรณ์รับข้อมูล (Receiver) ข้อมูลที่ถูกส่งจากอุปกรณ์ส่งข้อมูลต้นทาง เมื่อไปถึงปลายทางก็จะมีอุปกรณ์สำหรับ รับข้อมูลเหล่านั้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป อุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ เครื่องพิมพ์ คอมพิวเตอร์ จานไมโครเวฟ จานดาวเทียม ฯลฯ

3. โปรโตคอล (Protocol) โปรโตคอล คือ กฎระเบียบ หรือวิธีการใช้เป็นข้อกำหนดสำหรับการสื่อสาร เพื่อให้ผู้รับและผู้ส่งเข้าใจกันได้ ซึ่งมีหลายชนิดให้เลือกใช้ เช่น TCP/IP, X.25, SDLC เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ซอฟต์แวร์ (Software) การส่งข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีโปรแกรมสำหรับดำเนินการ และควบคุมการส่งข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ได้แก่ Novell's Netware, UNIX, Windows NT, Windows 2003 ฯลฯ

5. ข่าวสาร (Message) เป็นรายละเอียดซึ่งอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะส่งผ่านระบบการสื่อสาร ซึ่งมีหลายรูปแบบดังนี้

- ข้อมูล (Data) เป็นรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งถูกสร้างและจัดเก็บด้วยคอมพิวเตอร์ มีรูปแบบแน่นอน เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคล ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้า เป็นต้น ข้อมูลสามารถนับจำนวนได้และส่งผ่านระบบสื่อสารได้เร็ว

- ข้อความ (Text) อยู่ในรูปของเอกสารหรือตัวอักขระ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ชัดเจนนับจำนวนได้ค่อนข้างยาก และมีความสามารถในการส่งปานกลาง

- รูปภาพ (Image) เป็นข่าวสารที่อยู่ในรูปของภาพกราฟิกแบบต่าง ๆได้แก่ รูปภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดีโอ ซึ่งข้อมูลชนิดนี้จะต้องอาศัยสื่อสำหรับเก็บ และใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก

- เสียง (Voice) อยู่ในรูปของเสียงพูด เสียงดนตรี หรือเสียงอื่น ๆข้อมูลชนิดนี้จะกระจัดกระจาย ไม่สามารถวัดขนาดที่แน่นอนได้ การส่งจะทำได้ด้วยความเร็วค่อนข้างต่ำ

6. ตัวกลาง (Media) เป็นตัวกลางหรือสื่อกลางที่ทำหน้าที่นำข่าวสารในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ส่งหรืออุปกรณ์ส่งต้นทางไปยังผู้รับ หรืออุปกรณ์รับปลายทาง ซึ่งมีหลายรูปแบบได้แก่ สายไฟ ขดลวด สายเคเบิล สายไฟเบอร์ออฟติก ตัวกลางอาจจะอยู่ในรูปของคลื่นที่ส่งผ่านทางอากาศ เช่น คลื่นไมโครเวฟ คลื่นดาวเทียม หรือคลื่นวิทยุ เป็นต้น

2.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์

1. โมเด็ม (MODEM) มาจากคำเต็มว่า Modulator – DEModulator ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอล ที่ได้รับจากเครื่องส่งหรือคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณแบบอนาลอกก่อนทำการส่งไปยังปลายทางต่อไป โดยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ และเมื่อส่งถึงปลายทางก็จะมีโมเด็มทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากอนาลอกให้เป็นดิจิตอล เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ปลายทาง

2. มัลติเพล็กซ์เซอร์ (Multiplexer) วิธีการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างผู้รับและผู้ส่งปลายทางที่ง่ายที่สุดคือ การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (Point to Point) แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและใช้งานไม่เต็มที่ จึงมีวิธีการเชื่อมต่อที่ยุ่งยากขึ้น คือการเชื่อมต่อแบบหลายจุดซึ่งใช้สายสื่อสารเพียงเส้น 802.3

3. คอนเซนเตรเตอร์ (Concentrator) เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเพิ่มสายหรือช่องทางการส่งข้อมูลได้มากขึ้น การส่งข้อมูลจะเป็นแบบอซิงโครนัส

4. คอนโทรลเลอร์ (Controller) เป็นมัลติเพล็กซ์เซอร์ที่ส่งข้อมูลแบบอซิงโครนัส ที่สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงได้ดี การทำงานจะต้องมีโปรโตคอลพิเศษสำหรับกำหนด วิธีการรับส่งข้อมูล มีบอร์ดวงจรไฟฟ้าและซอฟต์แวร์สำหรับคอมพิวเตอร์

5. ฮับ (HUB) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทำหน้าที่เช่นเดียวกับมัลติเพล็กซ์เซอร์ ซึ่งนิยมใช้กับระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) มีราคาต่ำ ติดต่อสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐาน IEEE 802.3

6. ฟรอนต์–เอ็นโปรเซสเซอร์ FEP (Front-End Processor) FEP เป็นคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างโฮสต์คอมพิวเตอร์ หรือมินิคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายสำหรับสื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม มัลติเล็กซ์เซอร์ เป็นต้น FEP เป็นอุปกรณ์ทีมีหน่วยความจำ (RAM) และซอฟต์แวร์สำหรับควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานเป็นของตัวเองโดยมีหน้าที่หลักคือ ทำหน้าที่แก้ไขข่าวสาร เก็บข่าวสาร เปลี่ยนรหัสรวบรวมหรือกระจายอักขระ ควบคุมอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล จัดคิวเข้าออกของข้อมูล ตรวจสอบข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล

7. อิมูเลเตอร์ (Emulator) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนกลุ่มข่าวสารจาก โปรโตคอลแบบหนึ่งไปเป็นกลุ่มข่าวสาร ซึ่งใช้โปรโตคอลอีกแบบหนึ่ง แต่จะเป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ก็ได้ บางครั้งอาจจะเป็นทั้ง 2 อย่าง โดยทำให้คอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้ามานั้นดูเหมือนเป็นเครื่องเทอร์มินัลหนึ่งเครื่อง โฮสต์หรือมินิคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนิยมนำเครื่อง PC มาใช้เป็นเทอร์มินัลของเครื่องเมนเฟรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะประหยัดกว่าและเมื่อไรที่ไม่ใช้ติดต่อกับมินิหรือเมนเฟรมก็สามารถใช้เป็น PC ทั่วไปได้

8. เกตเวย์ (Gateway) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน้าที่หลักคือ ทำให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 2 เครือข่ายหรือมากกว่าซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน สามารถสื่อสารกันได้เสมือนกับเป็นเครือข่ายเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วระบบเครือข่ายแต่ละเครือข่ายอาจจะแตกต่างกันในหลายกรณี เช่น ลักษณะการเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ไม่เหมือนกัน โปรโตคอลที่ใช้สำหรับรับส่งข้อมูลต่างกัน เป็นต้น

9. บริดจ์ (Bridge) เป็นอุปกรณ์ IWU (Inter Working Unit) ที่ใช้สำหรับเชื่อมเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network หรือ LAN) 2 เครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะใช้โปรโตคอลที่เหมือนกันหรือต่างกันก็ได้

10. เราเตอร์ (Router) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่ายเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจจะเป็นเครือข่ายเดียวกันหรือข้ามเครือข่ายกัน โดยการเชื่อมกันระหว่างหลายเครือข่ายแบบนี้เรียกว่าเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet) โดยเครือข่ายแต่ละเครือข่ายจะเรียกว่า เครือข่ายย่อย (Subnetwork) ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เชื่ออมต่อระหว่างเครือข่าย เรียกว่า IWU (Inter Working Unit) ได้แก่ เราเตอร์และบริดจ์

11. รีพีตเตอร์ (Repeater) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งสัญญาณซ้ำ เพื่อส่งสัญญาณต่อไปนี้ในระยะไกลป้องกันการขาดหายของสัญญาณ ซึ่งรูปแบบของเครือข่ายแต่ละแบบรวมทั้งสายสัญญาณที่ใช้เป็นตัวกลางหรือสื่อกลาง แต่ละชนิดจะมีข้อจำกัดของระยะทางในการส่ง ดังนั้นเมื่อต้องการส่งสัญญาณให้ไกลกว่าปกติต้องเชื่อมต่อกับรีพีตเตอร์ดังกล่าว เพื่อทำให้สามารถส่งสัญญาณได้ไกลยิ่งขึ้น

2.4.3 ประเภทของเครือข่าย

ประเภทของเครือข่ายสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. จำแนกตามพื้นที่

- เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network-LAN) เป็นการติดต่ออุปกรณ์สื่อสารตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไประยะ 2,000 ฟุต (โดยปกติจะอยู่ในอาคารเดียวกัน) LAN จะช่วยให้ผู้ใช้จำนวนมากสามารถใช้ทรัพยากรของหน่วยงานร่วมกัน เช่น พรินเตอร์ โปรแกรม และไฟล์ข้อมูล ในกรณีที่ LAN ต้องการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสาธารณะภายนอก เช่น เครือข่ายโทรศัพท์หรือเครือข่ายของหน่วยงานอื่น จะต้องมี gateway ซึ่งทำหน้าที่เหมือนประตูติดต่อระหว่างเครือข่ายที่แตกต่างกัน โดยช่วยแปลโปรโตคอลของเครือข่ายให้กับอีกโปรโตคอลหนึ่งเพื่อจะทำงานร่วมกันได้

- เครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network-MAN) เครือข่ายเป็นกลุ่มของเครือข่าย LAN ที่นำมาเชื่อมต่อกันเป็นวงขนาดใหญ่ขึ้นภายในพื้นที่บริเวณใกล้เคียง เช่น ในเมืองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network-WAN) เป็นเครือข่ายที่ครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้างโดยครอบคลุมทั้งประเทศหรือทั้งทวีป WAN จะอาศัยสื่อโทรคมนาคมหลายประเภท เช่น เคเบิ้ล ดาวเทียม และไมโครเวฟ

2. แบ่งตามความเป็นเจ้าของ

- เครือข่ายสาธารณะ (Public Network) เป็นเครือข่ายที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้โดยทั่วไปได้ใช้ประโยชน์ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องแข่งกับผู้ใช้รายอื่น โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีผู้ใช้จำนานมาก เช่น ระบบโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งผู้ใช้ไม่มีหลักประกันว่าสายจะว่างในช่วงนี้ต้องการหรือไม่

- เครือข่ายภายใน (Private Network) เป็นเครือข่ายที่หน่วยงานสามารถเป็นเจ้าของเองหรือเช่าเพื่อประโยชน์ในการสื่อสาร กรณีนี้ก็จะเป็นหลักประกันว่าหน่วยงานจะมีโอกาสได้ใช้เครือข่ายเมื่อต้องการเสมอ

- เครือข่ายแบบแวน (Value-added Network-VAN) เป็นเครือข่ายกึ่งสาธารณะซึ่งให้บริการเพิ่มขึ้นจากการติดต่อสื่อสารปกติผู้ให้บริการสื่อสาร (Communication service provider) เป็นเจ้าของ VAN อย่างไรก็ตาม VAN เร็วกว่าเครือข่ายสาธารณะและมีความปลอดภัยมากกว่า เครือข่ายสาธารณะ

- เครือข่ายภายในเสมือน (Virtual Private Network-VPN) เป็นเครือข่ายสาธารณะที่รับประกันว่าผู้ใช้จะมีโอกาสใช้งานเครือข่ายได้ตลอดเวลา แต่ไม่ได้ให้สายหรือช่องทางการสื่อสารแก่หน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงานผู้ใช้โดยเฉพาะ แต่จะใช้วิธีแปลงรหัสข้อมูลของหน่วยงาน เพื่อที่จะส่งไปพร้อม ๆ กับหน่วยงานอื่น ๆ

2.5 ไมโครคอนโทรเลอร์อาร์ดูอิโน่

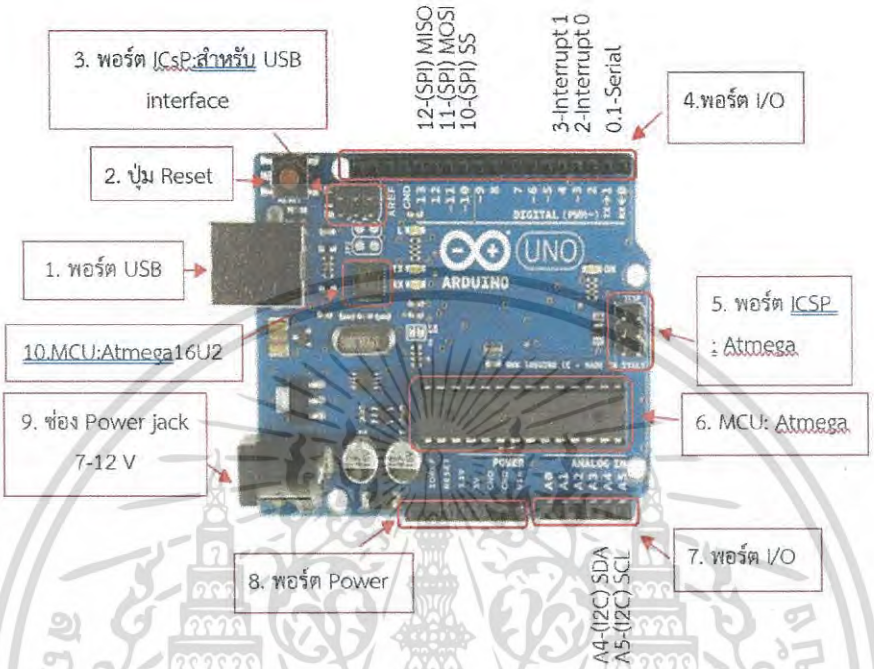
Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ความง่ายของบอร์ด Arduino [11] ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆเช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมได้เลย

ข้อดีของบอร์ด Arduino

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 โครงสร้างของอาร์ดูอิโน่ ยูโน่ อาร์สาม



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของอาร์ดูอิโน่

1. USBPort: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/OPort: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ข้อมูลจำเพาะของอาร์ดูอิโน่ ยูโน่ อาร์สาม

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำเพาะของอาร์ดูอิโน่ ยูโน่ อาร์สาม

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	2KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	68.6x53.4 mm
น้ำหนัก	25 กรัม

2.6 LDR ตัวต้านทานไวแสง

ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไวต่อแสง[13]หรือเปลี่ยนแปลงการทำงานของตัวมันเองตามปริมาณของแสงมีอยู่หลายอย่างตั้งแต่ LDR (light dependent resistor) โฟโตโวลตาอิกเซล (photovoltaic cell) ซึ่งจ่ายแรงดันออกมาได้เมื่อได้รับแสง,โฟโต้ไดโอด (photodiode) โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (phototransistor) ไปจนถึงเอสซีอาร์ที่ทำงานด้วยแสง (LASCR - light activated sillicon controlled rectifier) ซึ่งใช้หลักการของสารกึ่งตัวนำทั้งนั้น อุปกรณ์ประเภทนี้ที่มีโครงสร้าง และลักษณะการทำงานง่ายที่สุดก็เห็นจะได้แก่ LDR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 โครงสร้างของ LDR

ตัว LDR ความจริงแล้วมีเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโต้คอนดักตีฟเซล (photoconductive cell) หรือตัวต้านทานไวแสง (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือไม่ก็แคดเมียมซีนิไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำเอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมา

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ LDR

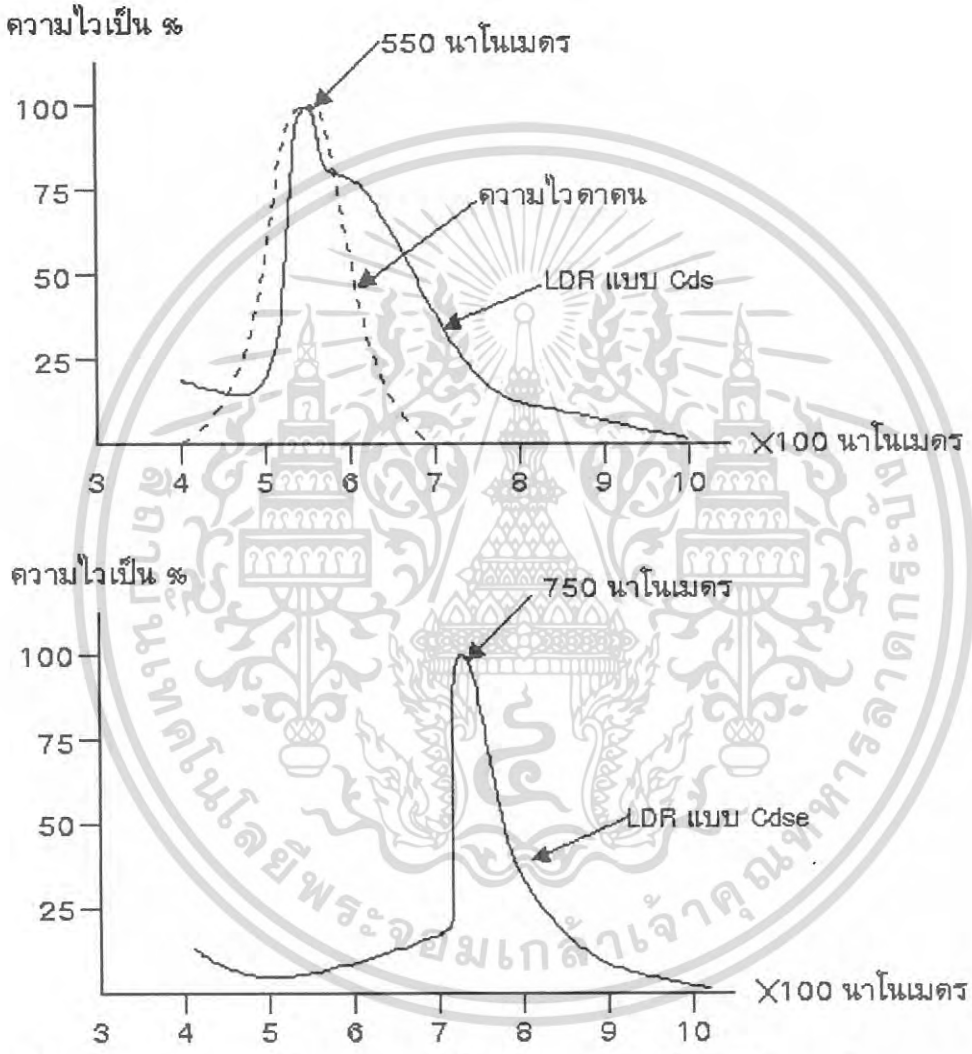
รูปร่างของ LDR จะเห็นได้ในรูปที่ 2.2 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆสีดำที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และแนวสีดำนั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ซึ่งถ้าดูของจริงจะเห็นว่าออกสีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือเรียกว่าอิเล็กโทรด ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิกและอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้ม LDR ซึ่งมีได้หลายแบบ

2.6.2 สมบัติทางแสงของ LDR

การทำงานของ LDR ก็ง่ายๆ เพราะว่ามันเป็นสารกึ่งตัวนำ เวลามีแสงตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงาน ให้กับสาร ที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งกันพล่าน. การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานก็ยิ่งลดลงมากเท่านั้น ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้น มิใช่ว่าจะเป็นแสงอะไรก็ได้ เฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอมเท่ากับ 10- 10เมตร) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอม เท่านั้นที่จะใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอม ถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็เป็นช่วงคลื่นเพียงแคบ ๆ เมื่อเทียบกับการทำงาน ของอุปกรณ์ไวแสง ประเภทอื่นๆ แต่ถึงอย่างไรแสงในช่วงคลื่นนี้ ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟแบบไส้ และ แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ด้วย หรือ ถ้าจะคิดถึงความยาวคลื่นที่ LDR จะตอบสนองไวที่สุดแล้ว ก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไป LDR ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์ จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 5,000 กว่าอังสตรอม. ซึ่งเราจะเห็นเป็นสีเขียวไปจนถึงสีเหลือง สำหรับบางตัวแล้วความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตาคนมาก (ตาคนไวต่อความยาวคลื่นประมาณ 5,550 อังสตรอม) จึงมักจะใช้ทำเป็นเครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูป ถ้า LDR ทำจากแคดเมียมซีลิไนด์ก็จะไวต่อความยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งไปอยู่ในช่วงอินฟราเรดแล้ว

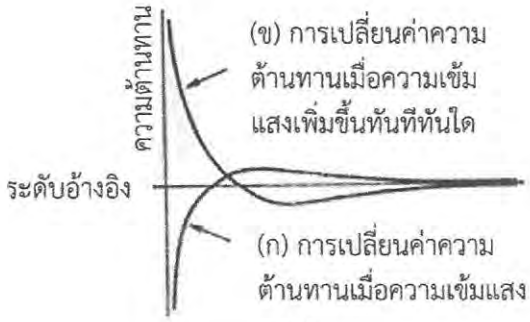


รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความไวต่อแสงความถี่ต่าง ๆ ของ LDR เมื่อเทียบกับความไวของสายตามนุษย์

2.6.3 ผลตอบสนองทางไฟฟ้าของ LDR

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ LDR ในขณะที่ไม่มีแสงกับขณะที่มีแสงอาจจะเป็นได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 MW ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2 MW และ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10 - 20kW ลงไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์มหรือไม่ถึงโอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และกำลังสูญเสียอย่างต่ำประมาณ 50 mW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในทันทีทันใดกับ LDR

นอกเหนือจากลักษณะสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้แล้วยังมีอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ในรูปที่ 2.4 ถ้า LDR ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังเส้น (ก) ความต้านทานจะมีค่าต่ำและในทันทีที่ความเข้มของแสงถูกลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิง ความต้านทานก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทานที่มันควรจะเป็นในระดับอ้างอิง แต่แทนที่มันจะไปหยุดอยู่ระดับอ้างอิง มันกลับเพิ่มเลยขึ้นไปอีก แล้วจึงจะลดลงมาอยู่ในระดับอ้างอิง เหมือนกับว่าเบรกมันไม่ค่อยดีและในทำนองเดียวกัน ถ้าเก็บมันไว้ในที่ความเข้มแสงน้อย ๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับอ้างอิงทันทีดังในรูป (ข) ความต้านทานก็จะลดเลยต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากัน LDR แบบแคดเมียมซีลิไนด์จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่าแบบแคดเมียมซัลไฟต์ แต่ก็จะวิ่งเลยไปไกลกว่าด้วยและอีกอย่างหนึ่งความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก ซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาทีหรือบางทีก็เป็นวินาทีเลย จึงทำให้ LDR ใช้ได้กับงานความถี่ต่ำ ๆ เท่านั้น

2.7 ไอซี ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ DS18B20

ไอซีวัดอุณหภูมิในตระกูล DS18xx มีอยู่หลายรุ่นเช่น DS1820,DS18S20และ DS18B20 เป็นไอซีที่วัดอุณหภูมิและให้ค่าแบบดิจิทัล[14] เชื่อมต่อในรูปแบบของบัสที่เรียกว่า 1-Wire ไอซีเหล่านี้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย

รูปที่ 2.5 ขาและตัวถัง TO-92 ของไอซี DS18B20

ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับไอซี DS18B20:

1. ใช้แรงดันไฟเลี้ยง (Vdd หรือ Vcc) ได้ในช่วง 3.0V ถึง 5.5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มี 3 ขา (สำหรับตัวถัง TO-92) คือ Gnd (Pin 1), DQ (Pin 2), Vdd (Pin 3)

3. ใช้งานได้สองแบบ คือ normal mode (ใช้ทั้ง 3 ขา) และ parasitePower mode (ใช้เพียง 2 ขา คือ DQ และ GND ในขณะที่ขา Vdd จะต่อกับขา Gnd)

4. สามารถนำไอซีมาพ่วงต่อกันในบัสเดียว (เส้นสัญญาณ DQ) ได้หลายอุปกรณ์

5. ในการใช้งาน จะต้องต่อ pull-up 4.7kΩ (หรือน้อยกว่าได้เล็กน้อย) ที่ขา DQกับแรงดันไฟเลี้ยง

6. วัดอุณหภูมิได้ในช่วง -55 °C ถึง +125 °C

7. มีความแม่นยำ ±0.5 °C สำหรับอุณหภูมิในช่วง -10°C ถึง +85°C

8. มีความละเอียดของค่าที่อ่านได้ 12 บิต (Resolution)

9. ใช้เวลาในการแปลงข้อมูลสำหรับ ADC ไม่เกิน 750 msec (มิลลิวินาที) สำหรับข้อมูล 12 บิต

10. ไอซีแต่ละตัวมีหมายเลขเฉพาะตัว ขนาด 64 บิต (64-bit serial code)

11. สำหรับตระกูล DS18B20 มีค่าไบต์สำหรับ 8-bit family code ตรงกับ 28h (0x28) เป็นไบต์แรกของหมายเลขอุปกรณ์

ภายในไอซี DS18B20 มีหน่วยความจำแบบ SRAM ขนาดความจุ 9 ไบต์ (Byte 0 ถึง Byte 9) และเรียกว่า Scratchpad ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำนี้ จะใช้สำหรับเก็บค่าอุณหภูมิที่ได้จากการอ่านและแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัลในแต่ละครั้ง (ใช้ 2 ไบต์ และเก็บไว้ใน Byte 0 และ Byte 1) และยังมีการคำนวณค่า CRC (checksum) ขนาดหนึ่งไบต์ด้วย (เก็บไว้ใน Byte 8)

2.8 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266

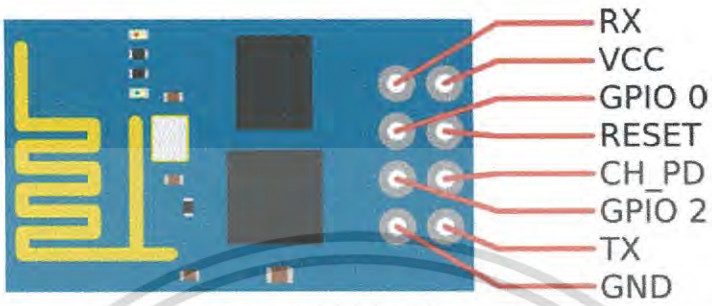
ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิฟของโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน WiFi [9] ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6 V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80 mA รองรับคำสั่ง deep sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ สามารถ wake up กลับมาส่งข้อมูลใช้เวลาน้อยกกว่า 2 มิลลิวินาที ภายในมี Low power MCU 32bit ทำให้เราเขียนโปรแกรมสั่งงานได้ มีวงจร analog digital converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก analog ได้ความละเอียด 10bit ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.6 โมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266

ESP8266 มี Flash Memory จาก 512K เป็น 1MB ESP8266 เป็นโมดูล WiFi ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำ รองรับการใช้งานได้หลากหลายรูปแบบทั้ง Client, Access Point และ Client +AP โมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสารไร้สาย ESP8266 ใช้การเชื่อมต่อแบบ Serial UART ที่ไฟ 3.3 ใช้คำสั่งควบคุมการทำงานแบบ AT Command ทำให้เขียนโปรแกรมเชื่อมต่อได้สะดวก ESP8266 ติดต่อกับ WI-FI แบบ Serial สามารถเขียนโปรแกรมลงไปในชิฟ โดยใช้ Arduino IDE ได้



รูปที่ 2.7 ขาของโมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266

ขาของโมดูลสื่อสารไร้สาย ESP8266

RX - ขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลเข้า ให้นำไปต่อกับขา Tx ของโมดูล USB-to-Serial

VCC - ขา VCC สำหรับแรงดันไฟเลี้ยง +3.3V (นำไปต่อกับจากแหล่งจ่ายแรงดันคงที่ ไม่เกิน+ 3.6V)แหล่งจ่ายควรจะสามารถจ่ายกระแสได้อย่างน้อย 350mA ที่ระดับ+3.3Vเนื่องจากโมดูลอาจใช้กระแสได้สูงเกิน 200mA ในการเชื่อมต่อ Wi-Fi

GPIO 0 - ขา I/O ใช้สำหรับเลือกโหมดระหว่าง Normal Mode (High) กับ Flash Mode (Low) (โดยปกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้ และได้ High)

RST - ขาอินพุตนี้ทำหน้าที่เป็นขา Reset แบบ Active-low (โดยปรกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้และได้ High)

CH_PD - ขาอินพุตนี้ทำหน้าที่เป็น Chip Power-Down, Active-Low (ถ้าอินพุตเป็น Low ชิพจะไม่ทำงาน) ให้นำไปต่อกับ +3.3V (หรือต่อผ่านตัวต้านทาน pull-up ไปยัง +3.3V)

GPIO 2 - ขา I/O (โดยปรกติ ไม่ต้องเชื่อมต่อขานี้ และได้ลอจิก High)

GND - ขา GND (นำไปต่อกับขา GND ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง)

TX - ขาเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูลออก ให้นำไปต่อกับขา Rx ของโมดูล USB-to-Serial

2.9 ระบบฐานข้อมูล

ปัจจุบันการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล (database) ได้รับความนิยมมาก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการสามารถทำได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมในการดำเนินการขององค์กรสูงขึ้นด้วย [4]

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลดังกล่าวได้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเพิ่มข้อมูล (Add Data) การแทรกข้อมูล (Insert Data) การเรียกใช้ข้อมูล (Retrieve Data) การแก้ไขและลบข้อมูล (Update & Delete Data) ตลอดจนการเคลื่อนย้ายข้อมูล (Move Data) ไปตามที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.1 โครงสร้างของระบบ

ระบบฐานข้อมูลในมุมมองของผู้ใช้สามารถแบ่งออกตามลักษณะโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างหลัก 2 ส่วน ได้แก่

1.Font End คือโปรแกรมประยุกต์ (Application) ที่อาจจะสร้างจากภาษาต่างๆ เช่น ภาษาระดับสูง CASE หรือภาษาอื่นๆ ส่วนนี้โดยปกติจะรองรับการทำงานของผู้ใช้ (End User) เพื่อทำหน้าที่ติดต่อกับระบบ

2. Back End คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดการกับระบบฐานข้อมูลทั้งหมด ในแง่ของการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจริง ได้แก่ การปฏิบัติการต่างๆ กับข้อมูล, การจัดทำ Backup, การควบคุมความถูกต้องในการใช้ข้อมูลพร้อมกัน รวมไปถึงการควบคุมความปลอดภัยของระบบ เป็นต้น

2.9.2 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

1. Data เนื่องจากฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล ให้มีลักษณะเป็นศูนย์กลางข้อมูลอย่างเป็นระบบ ในกรณีที่มีผู้ใช้ร่วมกันหลายคน (Multi-User) ข้อมูลจะต้องสามารถเรียกใช้ร่วมกันได้ ซึ่งในทางปฏิบัติผู้ใช้จะมองภาพของข้อมูล ที่แตกต่างกันไปตามระดับของการออกแบบระบบ

2. Hardware ในส่วนของ Hardware ที่เกี่ยวข้องกับระบบ พิจารณาถึงส่วนประกอบที่สำคัญสองประการ ส่วนแรกคือ สื่อในการเก็บข้อมูล (Secondary Storage) ได้แก่ การเก็บข้อมูลด้วย Magnetic Disk รวมไปถึงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น I/O Device ต่างๆ ส่วนที่สองจะเกี่ยวข้องกับความเร็วในการทำงานของโปรเซสเซอร์และเมมโมรี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลในระบบและจำนวนของผู้ใช้เป็นตัวกำหนด

3. User ในระบบฐานข้อมูลจะมีบุคลากรที่เกี่ยวข้องดังนี้

- Programmer เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน เพื่อการจัดเก็บและการเรียกใช้งาน เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้
- End User เป็นบุคลากรที่ทำการใช้ข้อมูลจากระบบ ซึ่งโดยปกติจะทำงานใน 3 ลักษณะ คือ การอ่าน (Read Only), การเพิ่มหรือลบข้อมูล (Add/Delete) และการแก้ไขข้อมูล (Modify Data) เป็นต้น
- DBA (Database administrator) เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุม และบริหารงานของระบบฐานข้อมูลทั้งหมด นั่นคือจะเป็นผู้ที่ต้องตัดสินใจว่าข้อมูลใด ที่จะรวบรวมเข้าสู่ระบบ รวมไปถึงเป็นผู้กำหนดกฎเกณฑ์ที่ใช้ภายในระบบ เช่น วิธีการในการจัดเก็บข้อมูล การเรียกใช้ข้อมูล ตลอดจนการกำหนดการรักษาความปลอดภัยในระบบ เป็นต้น
- Software ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้ และข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในสื่อต่าง ๆ Software ในส่วนนี้เรียกว่า Database Management System (DBMS) นั่นคือ ความต้องการใช้ข้อมูลจากผู้ใช้จะถูกจัดการโดย DBMS เพื่อที่จะทำงานในลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลการจัดทำรายงานและการปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขในรูปแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 ข้อดีของการประมวลผลด้วยระบบฐานข้อมูล

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Minimal Data Redundancy) การจัดเก็บข้อมูลในลักษณะเป็นแฟ้มข้อมูล อาจทำให้ข้อมูลประเภทเดียวกันถูกเก็บไว้หลายๆ แห่ง ทำให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลขึ้นได้ ดังนั้นระบบฐานข้อมูลจะช่วยลดปัญหาความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้

2. หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ (Consistency of Data) การจัดเก็บข้อมูลในลักษณะเป็นแฟ้มข้อมูล โดยที่ข้อมูลเป็นเรื่องเดียวกัน อาจมีอยู่ในหลายแฟ้ม ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งของข้อมูลขึ้นได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแก้ไขข้อมูลที่แฟ้มแห่งหนึ่ง แต่มิได้แก้ไขข้อมูลเรื่องเดียวกันที่อยู่ในไฟล์อื่น ๆ ทำให้ข้อมูลนั้น ๆ แตกต่างกันได้

3. จำกัดความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลให้น้อยที่สุด (Data Integrity) บางครั้งความผิดพลาดของข้อมูล อาจเกิดขึ้นจากการป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเข้าสู่ระบบดังนั้นใน ระบบจัดการฐานข้อมูล จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดกฎเกณฑ์ในการรับข้อมูลจากการป้อนของผู้ใช้เพื่อรักษาความถูกต้องของข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

4. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (Sharing of Data) เนื่องจากระบบฐานข้อมูลเป็นการจัดเก็บข้อมูลไว้ในที่เดียวกัน เมื่อผู้ใช้ต้องการเรียกใช้ข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่แตกต่างกัน ก็จะสามารถทำได้โดยง่าย

5. สามารถกำหนดความเป็นมาตรฐานเดียวกันได้ (Enforcement of Standard) การเก็บข้อมูลไว้ด้วยกันจะสามารถกำหนด และควบคุมความมีมาตรฐานของข้อมูลให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันได้ ดังนั้นจึงทำให้ระบบเกิดความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

6. สามารถกำหนดระบบความปลอดภัยของข้อมูลได้ (Security and Privacy Control) เนื่องจากระบบจะทำการกำหนดระดับของผู้ใช้แต่ละคน ตามลำดับความสำคัญของผู้ใช้ดังนั้นจึงสามารถที่จะควบคุมและดูแลความปลอดภัยของข้อมูลภายในระบบได้ดียิ่งขึ้น

7. ข้อมูลมีความเป็นอิสระ (Data Independence) ระบบฐานข้อมูลจะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงกับโปรแกรมประยุกต์ ที่ทำงานกับข้อมูลโดยตรง การแก้ไขข้อมูล เช่น ต้องการเปลี่ยนรหัสไปรษณีย์จากเลข 4 หลัก เป็นเลข 5 หลัก ก็จะทำการแก้ไขข้อมูลที่เป็นรหัสไปรษณีย์เฉพาะโปรแกรมที่เรียกใช้รหัสไปรษณีย์เท่านั้น ส่วนโปรแกรมอื่นจะเป็นอิสระ ต่อการเปลี่ยนแปลงนี้

2.9.4 ข้อเสียของการประมวลผลด้วยระบบฐานข้อมูล

1. ขั้นตอนการออกแบบดำเนินการและการบำรุงรักษามีต้นทุนที่สูง เนื่องจากระบบต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการออกแบบระบบ ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน Hardware และ Software รวมไปถึงราคาอุปกรณ์ที่ใช้มีราคาค่อนข้างสูง

2. ระบบมีความซับซ้อนจำเป็นต้องมีผู้ดูแลระบบที่ถูกฝึกมาอย่างดี เพื่อรองรับสถานการณ์ที่ผิดพลาดอันอาจจะเกิดขึ้นได้

3. การเสี่ยงต่อการหยุดชะงักของระบบ เนื่องจากข้อมูลอาจถูกจัดเก็บแบบรวมศูนย์ (Centralized Database System) ความล้มเหลวของการทำงานบางส่วน อาจทำให้ระบบฐานข้อมูลโดยรวมหยุดชะงักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล ที่พัฒนาโดยบริษัท MySQL AB [16]มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบรองรับคำสั่ง SQL เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับ ความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script) เช่น ภาษา php ภาษา aps.net หรือภาษาเจเอสพี เป็นต้น หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) เช่น ภาษาวิชวลเบสิกดอทเน็ต ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลายและเป็นระบบฐานข้อมูลโอเพนทซอร์ท (Open Source)ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด

MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark,Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius. ปัจจุบันบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ (Sun Microsystems, Inc.) เข้าซื้อกิจการของ MySQL AB เรียบร้อยแล้ว ฉะนั้นผลิตภัณฑ์ภายใต้ MySQL AB ทั้งหมดจะตกเป็นของซัน ชื่อ "MySQL" อ่านออกเสียงว่า "มายเอสคิวเอล" หรือ "มายเอสคิวแอล" (ในการอ่านอักษร L ในภาษาไทย) ซึ่งทางซอฟต์แวร์ไม่ได้อ่าน มายซีเควล หรือ มายซีควล เหมือนกับซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูลตัวอื่น

ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL

1. MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System (DBMS) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการ ใช้งานเฉพาะ และรองรับการทำงานของแอพลิเคชันอื่นๆที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

2. MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์ เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้น แต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

3. MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ Open Source ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ตและนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ในระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux นั้น มีโปรแกรมที่สามารถใช้งานเป็นฐานข้อมูลให้ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกใช้งานได้ หลายโปรแกรม เช่น MySQL และ PostgreSQL ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกติดตั้งได้ทั้งในขณะที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Red Hat Linux หรือจะติดตั้งภายหลังจากที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการก็ได้ นอกจากนั้น MySQL ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำหน้าเป็นเครื่องให้บริการรองรับการจัดการกับ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งการพัฒนายังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่องส่งผลให้มีฟังก์ชันการทำงานใหม่ๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงการปรับปรุงด้านความต่อเนื่อง ความเร็วในการทำงาน และความปลอดภัย ทำให้ MySQL เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานเพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ภาษา SQL

ภาษา SQL (Structured Query Language) เป็นภาษาที่ใช้ในการทำงานเกี่ยวข้องกับตารางไม่ว่าจะเป็นการสร้าง ตลอดจนปรับปรุงรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ภาษา SQL ซึ่งเป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสำหรับใช้ในการจัดการฐานข้อมูล โดยได้มีการเริ่มพัฒนาครั้งแรกโดยบริษัท IBM ในปี 1970 จนกระทั่งปี 1968 American National Standards Institute (ANSI) เป็นสำนักงานมาตรฐานของอเมริกา [17] ได้ทำการกำหนดมาตรฐานของSQLไว้ดังนี้

ประเภทของคำสั่งภาษา SQL แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ DDL DML และ DCL

1. ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล (Data Definition Language : DDL) ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการสร้างตารางด้วยการกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่าประกอบด้วยฟิลด์อะไรบ้างและข้อมูลที่จัดเก็บเป็นข้อมูลประเภทใด รวมถึง การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตาราง การกำหนดดัชนี และการสร้างวิวหรือตารางเสมือนของผู้ใช้ เป็นต้น

2. ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language : DML)ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ข้อมูล การเปลี่ยนแปลงข้อมูล การเพิ่มหรือลบข้อมูล เป็นต้น

3. ภาษาสำหรับการควบคุม (Data Control Language : DCL) ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม การเกิดภาวะพร้อมกัน หรือการป้องกันการเกิดเหตุการณ์ที่ผู้ใช้หลายคนเรียกใช้ข้อมูลพร้อมกัน และคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

2.11.1 ภาษาที่ใช้สำหรับนิยามข้อมูล (Data Definition Language-DDL)

Data Definition Language (DDL) เป็นภาษาที่ใช้นิยามโครงสร้างข้อมูลเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิกโครงสร้างฐานข้อมูลตามที่ออกแบบไว้ โครงสร้างดังกล่าวคือ สคีมา (Schema) นั้นเอง ตัวอย่างเช่น การกำหนดให้ฐานข้อมูลประกอบด้วยตารางอะไรบ้าง ชื่ออะไร ประเภทใด มีอินเด็กซ์(Index) ภาษา DDLประกอบด้วย 3 คำสั่งคือ

1. คำสั่งการสร้าง (Create) ได้แก่ การสร้างตารางและอินเด็กซ์

```
CREATE TABLE <Table name>
( Attribute 1 Type 1,
Attribute 2 Type 2,
) CREATE Unique Index on X <Table name>
```

ตัวอย่างเช่น

```
CREATE TABLE S11
(SNO CHAR(5) Not NULL,
SNAME CHAR(10),
STATUS integer
) CREATE Unique Index XS11 on S11(SNO)
```

2. คำสั่งเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง

```
ALTER TABLE < ชื่อตารางที่ตั้งขึ้น >
<คำสั่งการเปลี่ยนแปลง> (<ชื่อคอลัมน์ประเภทขอมูล>);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น

ALTER TABLE SUPPLIER
ADD (LAST_SNAME Char(10));

3. คำสั่งยกเลิก (Drop) ต่างๆ
การลบโครงสร้างตาราง
DROP TABLE < ชื่อตารางที่ตั้งขึ้น >

ภาษาดังกล่าวคือ ภาษาที่ใช้สร้างฐานข้อมูลลงในคอมพิวเตอรหลังจากที่เราได้ออกแบบแล้วว่าฐานข้อมูลมีกี่รีเลชั่น แต่ละรีเลชั่นมีความสัมพันธ์อย่างไร จากนั้นการใช้ภาษา DDL นี้แปลงรีเลชั่นต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปภาษาสำหรับนิยามข้อมูล เพื่อป้อนเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล เพื่อสร้างฐานข้อมูลที่แท้จริง ให้เกิดขึ้นในคอมพิวเตอร์ภาษา DDL สามารถสรุปคำสั่งต่าง ๆได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา DDL

คำสั่ง	ความหมาย
CREATE TABLE	นิยามโครงสร้างข้อมูลในรูปตารางบนฐานข้อมูล
DROP TABLE	ลบโครงสร้างตารางข้อมูลออกจากระบบ
ALTER TABLE	แก้ไขปรับปรุงโครงสร้างตาราง
CREATE INDEX	สร้างดัชนีของตาราง
DROP INDEX	ลบดัชนีของตารางออกจากระบบ
CREATE VIEW	กำหนดโครงสร้างวิวของผู้ใช้
DROP VIEW	ลบโครงสร้างวิวออกจากระบบ

คำสั่งนิยามโครงสร้างตาราง

การสร้างตารางในฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นเนล โดยเฉพาะฐานข้อมูลขนาดใหญ่บนระบบ UNIX จะทำด้วยการป้อนคำสั่งในลักษณะเท็กซ์โหมด (Text Mode) เข้าไปในระบบฐานข้อมูลดังรูปแบบต่อไปนี้

CREATE TABLE <ชื่อตาราง>
(<ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>[,<ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>]....);

ประเภทของข้อมูล

ประเภทของข้อมูลแบ่งเป็น 5 ประเภทใหญ่ๆ ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์ระบบฐานข้อมูลที่ใช้ว่าคืออะไร ตัวอย่างเช่น CHAR, INTEGER, DATE ฯลฯ

- คำสั่งการลบโครงสร้างตาราง
DROP TABLE <ชื่อตารางที่ต้องการลบ>
- คำสั่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตาราง
ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตารางที่เคยนิยามไว้สามารถใช้คำสั่งต่อไปนี้
ALTER TABLE <ชื่อตารางที่ต้องการเปลี่ยนแปลง>
<คำสั่งการเปลี่ยนแปลง><[,<ชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล>]>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คำสั่งดัชนี

ดัชนี (INDEX) มีความสำคัญมากต่อฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลแบบรีเลชั่นเนล (RDBMS) จะใช้ดัชนีในการค้นหาระเบียนที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยดัชนีที่ถูกสร้างขึ้นจะเก็บไว้แยกจากตารางในพื้นที่ต่างหากของคอมพิวเตอร์ โดยปกติถ้าไม่มีการประกาศดัชนีไว้ การค้นหาข้อมูลในตารางนั้นจะต้องทำแบบเรียงลำดับจากแถวที่หนึ่งจนถึงแถวสุดท้าย การสร้างดัชนีสำหรับตารางใดๆ จะทำได้โดยการเลือกคอลัมน์ใดคอลัมน์หนึ่งจากตารางมาเป นดัชนีและตารางหนึ่งๆ สามารถมีได้หลายดัชนี

นอกจากเพิ่มความรวดเร็วในการดึงข้อมูลแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการควบคุมคอลัมน์ที่นำมาสร้างเป็นดัชนีให้มีการเก็บข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน (Unique) อีกด้วย

การสร้างดัชนีจะใช้คำสั่ง CREATE INDEX แล้วตามด้วยชื่อดัชนีที่เราตั้งขึ้นดังรูปแบบต่อไปนี้

CREATE [UNIQUE] INDEX < ชื่อตารางที่ตั้งขึ้น >

ON ((< ชื่อคอลัมน_1> [,< ชื่อคอลัมน์_2>]...);

- การลบดัชนี

เมื่อต้องการลบดัชนีที่สร้างขึ้น ก็สามารถทำได้ด้วยคำสั่ง DROP INDEX แล้วตามดวย ชื่อดัชนีที่ต้องการลบ ดังรูปแบบดังนี้

DROP INDEX<ชื่อดัชนี>

2.11.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language-DML)

หลังจากที่เราสร้างโครงสร้างฐานข้อมูลขึ้นแล้ว คำสั่งต่อไปในการป้อนข้อมูลลงในฐานข้อมูลและเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล โดยการใช้ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล(Data Manipulation Language-DML) ใช้จัดการข้อมูลภายในตารางภายในฐานข้อมูล และภาษาแก้ไขเปลี่ยนแปลงตารางแบ่งออกเป็น 4 Statement คือ

- Select Statement : การเรียกหา (Retrieve) ข้อมูลจากฐานข้อมูล
- Insert Statement : การเพิ่มเติมข้อมูลลงในตาราง (Table) จากฐานข้อมูล
- Delete Statement: การลบข้อมูลลงออกจากตาราง (Table) จากฐานข้อมูล
- Update Statement: การเปลี่ยนแปลงข้อมูลลงในตาราง (Table) จากฐานข้อมูล

ตารางที่ 2.3 คำสั่งการจัดการข้อมูลภายในตาราง

คำสั่ง	ความหมาย
SELECT	เรียกค้นข้อมูลในตาราง
INSERT	เพิ่มแถวข้อมูลลงในตาราง
DELETE	ลบแถวข้อมูล
UPDATE	ปรับปรุงแถวข้อมูลในตาราง

1. คำสั่งค้นหาข้อมูล (Query Statement)

คำสั่ง SELECT เป็นคำสั่งการเรียกดูข้อมูลหรือค้นข้อมูลตามเงื่อนไขที่ระบุ เนื่องจากคำสั่ง SELECT เปนคำสั่งที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายเพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูลที่ซับซ้อนดังรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SELECT <ชื่อคอลัมน์ที่ต้องการดูข้อมูล>
FROM <ชื่อตาราง> WHERE <เงื่อนไขตามที่ระบุ>

SELECT – เป็นคำสั่งให้ทำการเรียกดูข้อมูลในคอลัมน์ที่ระบุ ซึ่งอาจจะมากกว่าหนึ่งก็ได้ และ ถ้ามีมากกว่าหนึ่งคอลัมน์ต้องคั่นด้วยคอมม่า (,) และนอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องหมายดอกจัน (*) เพื่อแสดงถึงการขอดูข้อมูลทั้งหมดได้อีกด้วย

FROM – เป็นคำส่วนประกอบของคำสั่งที่บอกถึงตารางที่ต้องการดู ซึ่งอาจจะมีมากกว่าหนึ่งตารางก็ได้ที่จะถูกเรียกใช้จากคำสั่ง SELECT

WHERE - เป็นส่วนประกอบของคำสั่งที่ใช้บ่งบอกเงื่อนไขที่จะใช้ในการค้นหาข้อมูลขึ้นมาจากตารางใดๆ ที่อยู่หลัง FROM นี้

1. การเรียกดูแบบซ้อนกัน (Nested SELECT Statement)

```
SELECT <ชื่อคอลัมน์>
 FROM <ชื่อตาราง>
WHERE <ชื่อคอลัมน์> IN
( SELECT <ชื่อคอลัมน์>
 FROM <ชื่อตาราง>
WHERE <ชื่อคอลัมน์> )
```

2. คำสั่งเติมข้อมูล (Insert Statement)

```
INSERT INTO < ชื่อตาราง >
VALUES (< ชื่อคอลัมน์_1> [,< ชื่อคอลัมน์_2>]...);
```

3. คำสั่งแก้ไขและลบแถว (Update Statement)

```
UPDATE < ชื่อตาราง >
SET <ค่าที่ต้องการ>
WHERE <เงื่อนไข>
```

2.11.3 ภาษาควบคุม (Control Language)

ใช้เป็นภาษาที่ใช้ควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยของฐานข้อมูล ประกอบด้วยคำสั่ง 2 คำสั่งคือ

1. คำสั่ง GRANT เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดสิทธิให้กับผู้ใช้แต่ละคนให้มีสิทธิกระทำการใดกับข้อมูลเช่น การเพิ่มข้อมูล การแก้ไข หรือการลบข้อมูลในตารางใดบ้าง
2. คำสั่ง REVOKE เป็นคำสั่งให้มีการยกเลิกสิทธินั้นหลังจากที่ได้ GRANT แล้ว

2.12 ภาษาพีเอชพี (PHP)

PHP ถูกพัฒนาโดย Mr.Rasmus Lerdorf เริ่มเผยแพร่เมื่อปีพ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และต่อมามีการปรับปรุงโดย Mr.Zeev Saraski และ Andi Gutmans ทำให้สมบูรณ์ และเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนเป็นรุ่นที่ 4 ในปัจจุบัน

PHP เดิมย่อมาจาก Personal Home Page ต่อมาปรับเป็น Professional Home Page [18] มีรูปแบบ ภาษาคล้ายภาษา C หรือ PERL แต่ใช้งานได้ง่ายกว่า หลายท่านที่เคยพัฒนาเว็บไซต์ด้วย PERL เมื่อหันมาลองใช้ PHP จะติดใจ เพราะภาษานี้บอกจุดผิดพลาดเมื่อเขียนผิด ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานง่ายรูปแบบภาษาไม่ซับซ้อน ติดต่อกับฐานข้อมูลได้หลากหลาย มีลักษณะการทำงานแบบ Server-side script ซึ่งทำงานบนเครื่องให้บริการ (Server) เช่นเดียวกับภาษา PERL หรือ ASP ภาษาเหล่านี้เก็บ Source code แต่เมื่อผู้ใช้ร้องขอโปรแกรมที่ต้องการจากเครื่องบริการ สิ่งที่ส่งให้ผู้ใช้คือ ผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลเท่านั้นผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลเท่านั้น

2.12.1 คุณสมบัติของพีเอชพี

การแสดงผลของพีเอชพีจะปรากฏในลักษณะHTML ซึ่งจะไม่แสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียนซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต

ความสามารถการประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากดาต้าเบส ความสามารถจัดการกับคุกกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะCGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเซิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ในยูนิกซ์หรือลีนุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

การแสดงผลของพีเอชพี ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming)

พีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความ จาก POSIX Extended หรือรูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตราฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML เมื่อใช้พีเอชพีในการทำอีคอมเมิร์ซ สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment, CyberMUT, VeriSign Payflow Pro และ CCVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

2.12.2 การรองรับภาษาพีเอชพี

คำสั่งของพีเอชพี สามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น โน้ตแพด หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS) , Personal Web Server , Netscape และ iPlanet servers,Oreilly Website Pro server,Caudium ,Xitami , OmniHTTPd และอื่นๆ อีกมากมาย สำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมี Moduleในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP คุณมีอิสรภาพในการเลือกระบบปฏิบัติการและเว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้คุณยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย คุณสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

พีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่าง ๆ เช่น LDAP IMAP SNMP NNTP POP3 HTTP COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย คุณสามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้ โพรโทคอลใดๆ ก็ได้ PHP มีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆ ทั่วไปได้ พูดถึงในส่วน Interconnection, พีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน คุณยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

2.13 ภาษา HTML

HTML ย่อมาจาก Hypertext Markup Language เป็นภาษาคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัยตัวกำกับ (Tag) ควบคุมการแสดงผลข้อความ รูปภาพ หรือวัตถุอื่น ๆ ผ่านโปรแกรมเบราเซอร์ [19] แต่ละ Tag อาจจะมีส่วนขยาย เรียกว่า Attribute สำหรับระบุ หรือควบคุมการแสดงผลของเว็บได้ด้วย HTML เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาโดย World Wide Web Consortium (W3C) จากแม่แบบของภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดยตัดความสามารถบางส่วนออกไป เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย และด้วยประเด็นดังกล่าว ทำให้บริการ www เติบโตขยายตัวอย่างกว้างขวาง

Tag เป็นลักษณะเฉพาะของภาษา HTML ใช้ในการระบุรูปแบบคำสั่ง หรือการลงรหัสคำสั่ง HTML ภายในเครื่องหมาย less-than bracket (<) และ greater-than bracket (>) โดยที่ Tag HTML แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

1. Tag เดี่ยว เป็น Tag ที่ไม่ต้องมีการปิดรหัส เช่น <hr>(Tag กำหนดเส้นคั่น),
 (Tag กำหนดขึ้นบันทัดใหม่) เป็นต้น

2. Tag เปิด/ปิด เป็น Tag ที่ประกอบด้วย Tag เปิด และ Tag ปิด โดย Tag ปิด จะมีเครื่องหมาย slash (/) นำหน้าคำสั่งใน Tag นั้น ๆ เช่น <B>.....</B> (Tag กำหนดตัวหนา), ...จุด link.. (Tag กำหนดการเชื่อมโยงข้อมูล) เป็นต้น

3. Tag เปิด/ปิด บาง tag ละ tag ปิดได้ เช่น <tr> (Tag กำหนดแถวตาราง), <th> (Tag กำหนดคอลัมภ์ตาราง)

4. คำสั่งใน Tag เขียนด้วยอักษรตัวใหญ่หรือเล็กก็ได้ เช่น <Body> หรือ <BODY> หรือ <body>

โครงสร้างของภาษา HTML

การเขียนโฮมเพจด้วยภาษา HTML จะประกอบด้วยส่วนประกอบ2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วน Head คือส่วนที่จะเป็นหัว (Header) ของหน้าเอกสารทั่วไป หรือส่วนชื่อเรื่อง (Title) ของหน้าต่างการทำงานในระบบ Windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วน Body จะเป็นส่วนเนื้อหาของเอกสาร ซึ่งจะประกอบด้วย Tag คำสั่งในการจัดรูปแบบหรือตกแต่งเอกสาร HTML ในทั้งสองส่วนนี้จะอยู่ภายใน Tag <HTML>...</HTML> ดังนี้

```
<html>
    <head>
        <title> ส่วนชื่อเอกสาร </title>
    </head>
    <body>
        tag คำสั่ง
    </body>
</html>
```

คำสั่งหรือ Tag ที่ใช้ในภาษา HTML ประกอบไปด้วยเครื่องหมายน้อยกว่า "<" ตามด้วยชื่อคำสั่งและปิดท้ายด้วยเครื่องหมายมากกว่า ">" เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตกแต่งข้อความ เพื่อการแสดงผลข้อมูล โดยทั่วไปคำสั่งของ HTML ส่วนใหญ่จะอยู่เป็นคู่ มีเพียงบางคำสั่งเท่านั้น ที่มีรูปแบบคำสั่งอยู่เพียงตัวเดียว ในแต่ละคำสั่งจะมีคำสั่งเปิดและปิด คำสั่งปิดของแต่ละคำสั่งจะมีรูปแบบเหมือนคำสั่งเปิดเพียงแต่จะเพิ่ม "/" (Slash) นำหน้าคำสั่งปิด ให้ดูแตกต่างเท่านั้นและในคำสั่งเปิดบางคำสั่งอาจมีส่วนขยายอื่นผสมอยู่ด้วย

ในการเขียนคำสั่งภาษา HTML สามารถเขียนด้วยตัวอักษรเล็กหรือใหญ่ ทั้งหมดหรือเขียนคละกันได้ เช่น <HTML> หรือ <Html> หรือ <html> ซึ่งจะให้ผลเหมือนกัน
คำสั่งเริ่มต้นของเอกสาร HTML

<HTML>.....</HTML> คำสั่ง <HTML> เป็นคำสั่งเริ่มต้นในการเขียนโปรแกรมและคำสั่ง </HTML> เป็นการสิ้นสุดโปรแกรม HTML คำสั่งนี้จะไม่แสดงผลในโปรแกรมเว็บเบราเซอร์ แต่ต้องเขียนเพื่อให้เกิดความเป็นระบบของงาน และเพื่อจะให้รู้ว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารของภาษา HTML ส่วนหัวเรื่องเอกสารเว็บ (Head Section)

<HEAD>.....</HEAD> Head Section เป็นส่วนที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลเฉพาะของหน้าเว็บนั้น ๆ เช่น ชื่อเรื่องของหน้าเว็บ (Title), ชื่อผู้จัดทำเว็บ(Author), คีย์เวิร์ดสำหรับการค้นหา (Keyword) โดยมี Tag สำคัญ คือ

<TITLE>.....</TITLE> ข้อความที่ใช้เป็น TITLE ไม่ควรพิมพ์เกิน 64 ตัวอักษร, ไม่ต้องใส่ลักษณะพิเศษ เช่น ตัวหนา เอียง หรือสี และควรใช้ภาษาที่มีความหมายครอบคลุมถึงเนื้อหาของเว็บเพจนั้น หรือเป็นคำสำคัญในการค้นหา (Keyword)

<BODY>.....</BODY> Body Section เป็นส่วนเนื้อหาหลักของหน้าเว็บ ซึ่งการแสดงผลจะต้องใช้ Tag จำนวนมาก ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล เช่น ข้อความ, รูปภาพ, เสียง, วีดีโอ หรือไฟล์ต่าง ๆส่วนเนื้อหาเอกสารเว็บ เป็นส่วนการทำงานหลักของหน้าเว็บ ประกอบด้วย Tag มากมายตามลักษณะของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ การป้อนคำสั่งในส่วนนี้ไม่มีข้อจำกัดสามารถป้อนติดกันหรือ 1 บรรทัดต่อ 1 คำสั่งก็ได้ แต่ส่วนใหญ่จะยึดรูปแบบที่อ่านง่าย คือ การทำย่อหน้าในชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกัน ทั้งนี้ให้ป้อนคำสั่งทั้งหมดภายใต้ Tag <BODY> ... </BODY>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

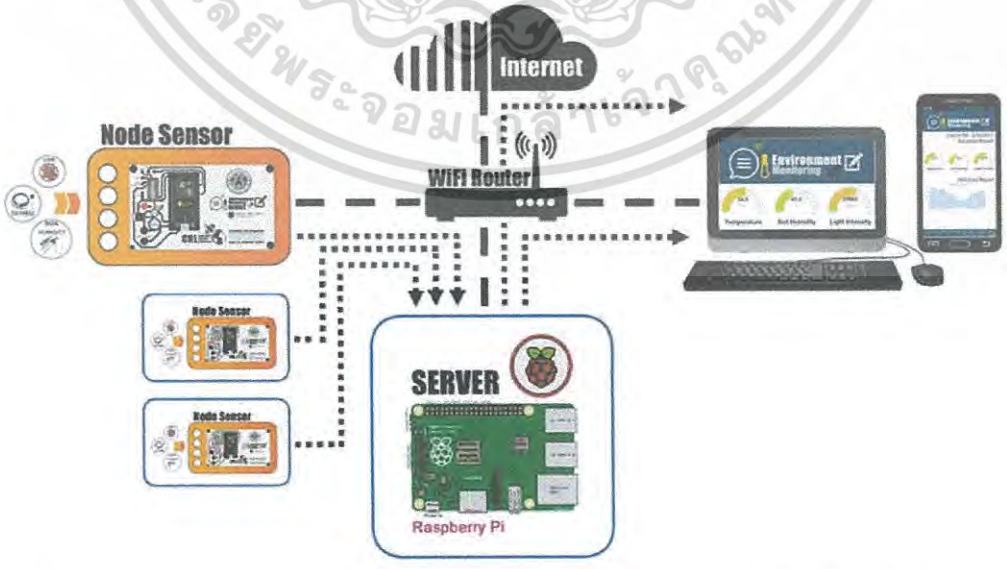
วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการพัฒนาอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีความคล่องตัวในการใช้งานด้วยการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และมีความสามารถในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการปลูกพืช คือ ค่าความเข้มแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าความชื้นในดิน ภายในบริเวณพื้นที่จุดสนใจ สามารถประมวลผลได้ด้วยตนเองเพื่อการตัดสินใจ และสามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดออกไปในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT ได้ต่อไป

จากการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สรุปได้ว่ามีปัจจัยหลักอยู่ 2 ประการคือ ปัจจัยภายใน หรือปัจจัยด้านพันธุกรรม และปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืชเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะ แสงสว่าง อุณหภูมิ อากาศ และน้ำ ดังนั้นในกระบวนการศึกษาจึงเริ่มต้นจากการออกแบบระบบในภาพรวม การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสม การออกแบบระบบการตรวจวัด การสื่อสารข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผลข้อมูล ตามลำดับ

3.1 การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบได้พิจารณาถึงการทำงานของระบบที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมได้หลายชุด และใช้วิธีการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สาย IEEE 802.11 ส่งผ่านข้อมูลการตรวจวัดมายังอุปกรณ์ประมวลผลและเก็บข้อมูลขนาดเล็ก Raspberry Pi และสร้างระบบการแสดงผลข้อมูลบนเว็บบราวน์เซอร์ เพื่อให้สามารถแสดงผลได้บนทุกแพลตฟอร์มดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม

การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม มีข้อพิจารณาจากลักษณะการใช้งานที่ต้องเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในการใช้งานจริง และมีความเที่ยงตรงของข้อมูลในการตรวจวัด โดยอุปกรณ์ประมวลผลในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ NodeMCU V2 ซึ่งเป็น Arduino Microcontroller + Wifi ESP8266 Module (Figure 2) และได้กำหนดตัวตรวจวัดในระบบเป็น 3 ชนิด คือ แสงสว่าง อุณหภูมิ และความชื้นในดิน

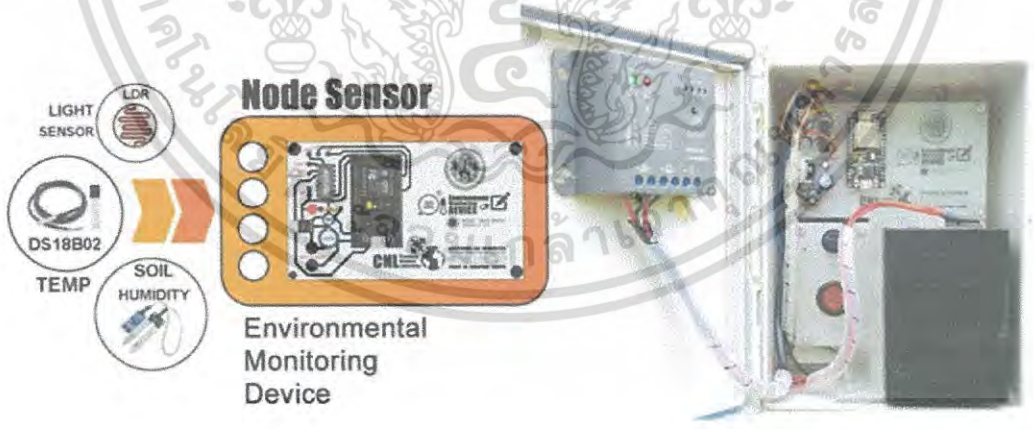
1.ตัวตรวจวัดแสงสว่าง เลือกใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง LDR(Light Dependent Resistor)

2. ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ เลือกใช้ไอซีเบอร์ DS18B02 ชนิดกันน้ำ ที่มีค่าความผิดพลาด ±0.5°C ที่มีค่าความถูกต้องอยู่ในระหว่าง –10°C to +85°C

3. ตัวตรวจวัดความชื้นในดิน เลือกใช้ Soil Moisture Sensor Module ที่ให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณอะนาล็อก

ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อม จะต้องส่งผ่านข้อมูลการวัดค่าจากตัวตรวจวัดทั้ง 3 ชนิด เข้ามายังอุปกรณ์ประมวลผล เพื่อเขียนโปรแกรมแปลผลการตรวจวัด และทำการสอบเทียบกับเครื่องมือตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อมมาตรฐาน และคำนวณค่าร้อยละความผิดพลาดของการตรวจวัดข้อมูล (%Error) ได้จากสมการ

$$\text{ร้อยละความผิดพลาดการตรวจวัดข้อมูล} = \left| \frac{(\text{ค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น} - \text{ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐาน})}{\text{ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐาน}} \right| \times 100$$



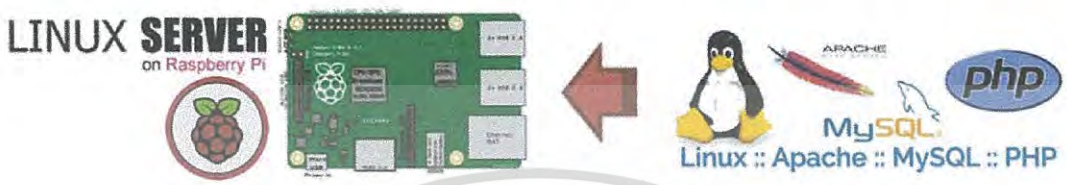
รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม

3.3 การออกแบบอุปกรณ์ประมวลผล จัดเก็บข้อมูล และโปรแกรมการแสดงผล

เป็นอุปกรณ์ประมวลผลกลางของระบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีจุดประสงค์ในการสร้างระบบที่มีราคาถูก และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดได้อย่างเป็นระบบเปิด ที่มีมาตรฐานการสื่อสารข้อมูล TCP/IP ซึ่งเป็นมาตรฐานกลางในการสื่อสารบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงได้เลือกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry PI มาเป็นอุปกรณ์ประมวลผลกลางของระบบดังรูปที่ 3.3 โดยใช้ระบบปฏิบัติการที่ Linux เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่าย ตลอดจนเลือกใช้โปรแกรมที่เป็น Open source ทั้งหมดในงานวิจัยนี้ มี Apache เป็นโปรแกรมให้บริการเว็บเซอร์วิส MySQL เป็นโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล และใช้ภาษา HTML และ PHP ในการเขียนโปรแกรมเก็บข้อมูล และการแสดงผล



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ ที่ได้ออกแบบตามงานวิจัยนี้มีผลการศึกษา และผลการทดลอง แยกเป็นประเด็นความถูกต้องของการตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อม และการแสดงผลข้อมูลการตรวจวัดบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาการตรวจวัดสภาพแวดล้อม

แยกเป็นการตรวจวัดค่าปริมาณแสงสว่าง ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นในดิน ดังตารางที่ 4.1 เป็นข้อมูลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในช่วงการใช้งานระหว่าง 20 – 65 °C เทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน Yokogawa TM10 Thermo Collector แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นตามหลักการของงานวิจัยนี้สามารถตรวจวัดได้อย่างถูกต้อง มีค่าร้อยละของความผิดพลาด(%Error) สูงสุดที่ 1%

ตารางที่ 4.1 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน

เครื่องวัดมาตรฐาน (°C)	อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น (°C)	ค่าความผิดพลาด (°C)
20	20.2	0.2
25	25.1	0.1
30	30.3	0.3
35	35.2	0.2
40	40.1	0.1
45	45.2	0.2
50	50.3	0.3
55	55.1	0.1
60	60.3	0.3
65	65.2	0.2

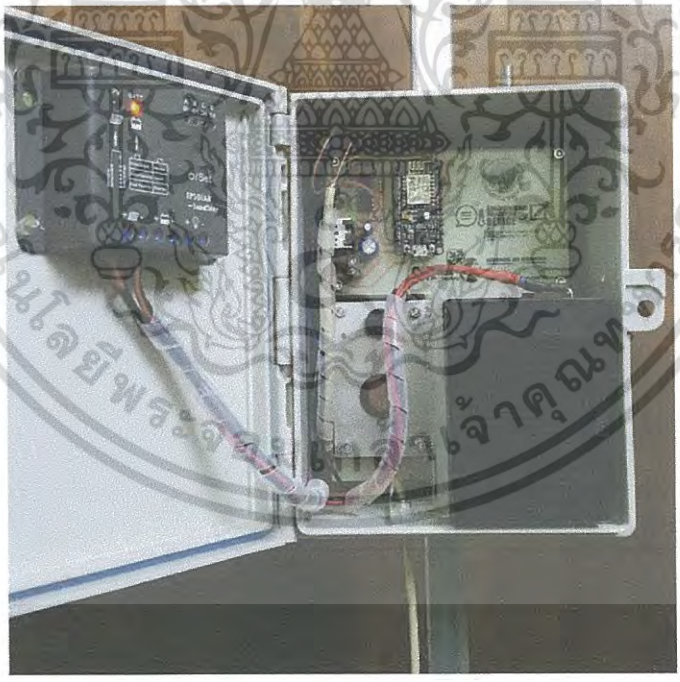
ในตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดค่าปริมาณแสงสว่าง ที่ให้ค่าการตรวจวัดเทียบกับเครื่องมือวัดแสงมาตรฐาน Yokogawa 51002 Illuminance Meter ซึ่งพบว่ามีค่าร้อยละของความผิดพลาด (%Error) สูงสุดที่ 4% ในช่วงการทดสอบ 0-100,000 lx และท้ายสุดของการตรวจวัดค่าความชื้นในดินโดยการออกแบบเงื่อนไขของโปรแกรมประมวลผลเทียบกับเครื่องมือวัดความชื้นในดิน ซึ่งจะสามารถบอกได้ใน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะ คือ ดินแห้ง ดินที่มีความชื้น และดินเปียก ยังไม่มีความละเอียดในการตรวจวัดเป็นค่าตัวเลข แต่สามารถใช้ในการตรวจวัดได้ ซึ่งลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ในการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณแสงสว่างที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน

Standard tool (lx)	Embedded device (lx)	Error (lx)
0	0	0
100	96	4
500	487	13
1,000	984	16
5,000	5,087	87
10,000	9,860	140
50,000	49,420	580
100,000	98,745	1,255



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมอุณหภูมิ

รูปที่ 4.3 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมปริมาณแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมค่าความชื้นในดิน

รูปที่ 4.5 การสอบเทียบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาการแสดงผลข้อมูลการตรวจวัด

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมของในแต่ละโหนดจะถูกส่งมาประมวลผล และเก็บลงระบบฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ในตัว Raspberry PI และสร้างโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบของกราฟ ข้อความ และการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนด ผ่านทางหน้าเว็บเพจอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เชื่อมต่อเข้ามาเพื่อดูข้อมูลได้ โดยข้อมูลที่แสดงจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ข้อมูลแบบปัจจุบัน และข้อมูลสถิติรายชั่วโมง และสามารถเลือกดูข้อมูลของแต่ละโหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่ได้จากระบบนี้มีความถูกต้องของการตรวจวัด มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 4% การส่งข้อมูลระหว่างโหนดตรวจวัดกับอุปกรณ์ประมวลผลหลัก ผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เพียงเครือข่ายภายใน และไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตก็สามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูลได้ และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้เมื่อระบบเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต และเป็นระบบที่มีต้นทุนไม่สูง สามารถนำไปใช้งานได้จริง และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการเกษตรหลากหลายประเภท ที่ต้องการตรวจวัดสภาพแวดล้อม

5.2 ข้อเสนอแนะและวิจารณ์

จากการทดลองของงานวิจัยนี้พบว่า ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ ที่ได้ออกแบบนี้มีความสามารถในการตรวจวัด และรายงานค่าสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ ซึ่งยังคงต้องการการพัฒนาเพิ่มเติมตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานตามความเหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิด แต่อย่างไรก็ตามระบบนี้ได้ออกแบบให้รองรับการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานสากล ซึ่งสามารถเชื่อมต่อระบบนี้เข้ากับระบบอื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และสิทธิพร ทองภูเบศร์. อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2, The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology. 31 พฤษภาคม – 1 มิถุนายน 2560. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. จังหวัดชุมพร

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ. ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 1 (2561). หน้า 807 -812. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. /การประชุมวิชาการระดับชาติ "ประชุมวิชาการเกษตรครั้งที่ 19 ประจำปี 2561" ระหว่างวันที่ 19-30 มกราคม 2561 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.สังคม เตชะวงค์เสถียร. "เอกสารสื่อการสอนเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช". สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[2] ดร. ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. "Smart Farm – ยุคใหม่ของเกษตรโลก". [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา https://www.gotoknow.org/posts/192485.

[3] Ala Al-Fuqaha, Mohsen Guizani, Mehdi Mohammadi, Mohammed Aledhari and Moussa Ayyash. 2015. "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications". IEEE COMMUNICATION SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 17 , NO. 4: 2347 – 2376.

[4] Frank Doylea , Maria-Jose Rivas Duartea , John Cosgrove. 2015. "Design of an Embedded Sensor Network for Application in Energy Monitoring of Commercial and Industrial Facilities". Energy Procedia 83 : 504 – 514.

[5] Andrea Zanella, Nicola Bui, Angelo Castellani, Lorenzo Vangelista and Michele Zorzi. 2014. "Internet of Things for Smart Cities". IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 1 : 22 – 32.

[6] Jiong Jin, Jayavardhana Gubbi, Slaven Marusic and Marimuthu Palaniswami. 2014. "An Information Framework for Creating a Smart City Through Internet of Things". IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 1, NO. 2 : 112 – 121.

[7] Frieder Ganz, Daniel Puschmann, Payam Barnaghi and Francois Carrez. 2015. "A Practical Evaluation of Information Processing and Abstraction Techniques for the Internet of Things". IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 2, NO. 4 : 340 – 354.

[8] E. Sisinni , A. Depari, A. Flammini. 2016. "Design and implementation of a wireless sensor network for temperature sensing in hostile environments". Sensors and Actuators. A 237: 47–55.

[9] Amel Achour, Laurent Deru, Jean Christophe Deprez. 2015. "Mobility Management for Wireless Sensor Networks A State-of-the-Art". Procedia Computer Science 52 : 1101 – 1107.

[10] Radosveta Sokullu, Eren Demir. 2015. "A Comparative Study of MAC protocols for Linear WSNs". The 6th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT 2015) : 492 – 499.

[11] Jacques Palicot, Christophe Moy, Benoit Résimont and Rémi Bonnefoi. 2016. "Application of Hierarchical and Distributed Cognitive Architecture Management for the Smart Grid". Ad Hoc Networks 41 : 86 – 98.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] Luca Mainetti, Vincenzo Mighali, and Luigi Patrono. 2015. "A Software Architecture Enabling the Web of Things". IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 2, NO. 6 : 445 – 454.

[13] Jerzy Dom_ zał, Zbigniew Dulin´ ski, Mirosław Kantor, Jacek Rza¸sa, Rafał Stankiewicz, Krzysztof Wajda and Robert Wojcik. 2015. "A survey on methods to provide multipath transmission in wired packet networks". Computer Networks 77 : 18 – 41.

[14] ผศ. เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คาสวัสดิ์. "การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สาหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ". รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยสุรนารี. กรกฎาคม 2558.

[15] ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. "การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน". [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/management.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลผลิตงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EP-03 ผลของการอบแห้งด้วยลมร้อนต่อคุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระของข้าวไรซ์เบอร์รีกึ่งสำเร็จรูป 99
พรรณิภา ยั่วยล สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น จักรพันธ์ ด้วงคำจันทร์ และวสันต์ ด้วงคำจันทร์

EP-04 อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ 101
อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และสิทธิพร ทองภูเบศร์

EP-05 การศึกษาเชิงทดลองของการถ่ายเทความร้อน ความดันลด และคุณลักษณะรูปแบบการไหลแบบสองสถานะภายในท่อขดเกลียว 103
ฤทธิศักดิ์ ปิ่นจอม กฤษฎา ประตูใหญ่ ณัฐดนัย สุชสาลี ทวี เทศเจริญ และศิระ สายศร

EP-06 คุณลักษณะการไหลขณะเกิดการเดือดภายในท่อซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 mm 105
ชานนท์ สุขกล่ำ ณัตรชัย ฉิมพิบูลย์ สิทธิศักดิ์ จักรหนู ปกรณ์ วงษ์พรมมา ทวี เทศเจริญ และศิระ สายศร

EP-07 การใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมน้ำกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียว 107
ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ รัตติกร สมบัติแก้ว และชมพูนุช กุลเกตุวงศ์

EP-08 การพัฒนาประสิทธิภาพไฮโดรไซโคลนสำหรับชุดบำบัดน้ำเสียแบบอิเล็กโตรโคแอคกูเลชั่น 109
ณัฐ จันท์ครบ และพรนิภา บริบูรณ์สุขศร

EP-09 การศึกษาความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานสายงานฝ่ายผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมการผลิตขวดแก้ว 111
พรนิภา บริบูรณ์สุขศร และณัฐ จันท์ครบ

กลุ่ม S : Sciences (ด้านวิทยาศาสตร์)

SP-01 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเข่มาปีนโนโพรงจมูกผู้ยิงปืนกับระยะเวลาภายหลังการยิงปืนที่วิเคราะห์โดยเทคนิค Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) 113
สุรีย์พร ตันติศักดิ์ และภาณุวัฒน์ ชุติวงศ์

SP-02 ผลของกัมอะราบิกและมอลโทเด็กซ์ทรินต่อคุณลักษณะของไมโครแคปซูลกลิ่นรสจากเศษหัวกุ้งขาวแวนนาไม 115
จิรพร สวัสดิการ และหยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2
The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology

อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Environmental Monitoring Device for Smart Farm

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ[1,*] และ สิทธิพร ทองภูเบศร์[2]
Athasart Narkthewan and Sittipom Thongphubes

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ น้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ อากาศ และลม ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตทางการเกษตร ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องดูแลและตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ เหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ แต่ขั้นตอนในการดูแลค่อนข้างจะยุ่งยาก และเสียเวลาในขั้นตอนการดำเนินการ ดังนั้นจึงมีการนำเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อเปลี่ยนฟาร์มเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมให้เป็น ฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถรับรู้สภาพแวดล้อม และสามารถวิเคราะห์สภาพแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดกับเกษตรกร ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ เพื่อประยุกต์ใช้ในแปลงเพาะพันธุ์กล้าปาล์ม โดยออกแบบระบบให้ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 4 ปัจจัย ได้แก่ ความชื้นในดิน ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และปริมาณแสงสว่าง โดยได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไว้หลายตำแหน่งในแปลงเพาะ และใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน ผลการทดสอบการตรวจวัด พบว่าอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสามารถตรวจวัดข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมได้ครอบคลุมในรัศมี 50 เมตร และส่งข้อมูลการตรวจวัดผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายมายังส่วนประมวลผลกลางของระบบ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดมาประมวลผลเพื่อการตัดสินใจปรับสภาพแวดล้อม และแจ้งเตือน โดยมีการแสดงผลการตรวจวัดในรูปแบบของกราฟ ข้อความ และการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยมีความผิดพลาดของการตรวจวัดไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน

คำสำคัญ: สภาพแวดล้อม, เครือข่ายคอมพิวเตอร์, ฟาร์มอัจฉริยะ

1 ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ชุมพร 86160 ประเทศไทย * อีเมล์: athasart.na@kmitl.ac.th
2 ห้องปฏิบัติการกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ชุมพร 86160 ประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

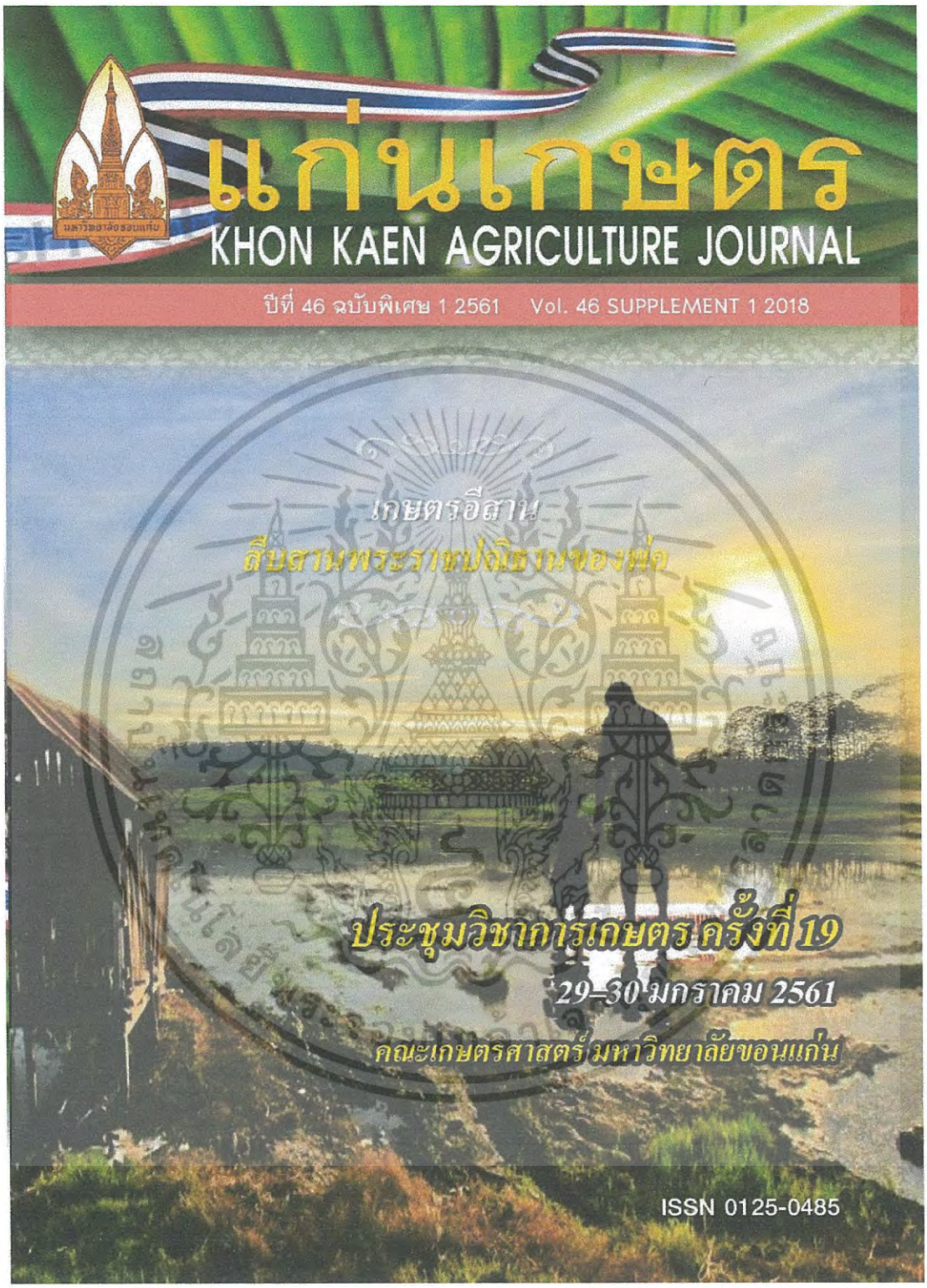
Abstract

Agricultural production has been largely affected by environmental factors: light, temperature, water, relative humidity, air, and wind. Farmers are necessary to control the continuous production process to receive the quantitative and qualitative products. However, the management system is fairly complex for long time success. Therefore, electronics and computer technology were applied to change traditional farming to smart farming. Environmental sensors were used for development of smart farming system. The system could detect the environmental factors and it continuously analyzed the environmental data. Subsequently, results from data analysis were informed to the farmers. The aims of the study were to design and develop the environmental monitoring devices for smart farm in palm oil tree nursery. In the experimental study, The system was designed for detection of four environmental factors (soil moisture, relative humidity, temperature and light) in the nursery. In addition, the devices were installed at several positions of the nursery and the solar cell system was used as an energy source. The results showed that environmental monitoring device exactly detected environmental data with coverage area of 50 meter radius. The environmental data from each position was then sent to the central data processing through the wireless computer networks. Central data processing evaluated the received data in order to optimize the nursery environment and notify situation. The results exhibited in terms of graph, text message and notification as the defined conditions. The percentage error of the measurement was not over 5% compared with standard measuring tools.

Keywords: Environment, Computer network, Smart farm

1 Department of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon Province, 86160, Thailand
* e-mail: athasart.na@kmitl.ac.th
2 Central Laboratory, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, Chumphon Province, 86160, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

61	ความต้องการสารสนเทศการเกษตรผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในจังหวัดกาฬสินธุ์ ละม่อม สุนทรชัย และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์*	772
62	การยอมรับเทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิตามการปฏิบัติเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดร้อยเอ็ด ณรงฤทธิ์ เกาสระคู และ ชัยชาญ วงศ์สามัญ*	779
63	ศักยภาพการจัดการกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวในจังหวัดสกลนคร พัดชา เศรษฐากา* และ วรรณวิสา ศรีตาชัย	786
64	ความคิดเห็นต่อการปฏิบัติงานตามบทบาทและหน้าที่ของอาสาสมัครเกษตรหมู่บ้านในจังหวัดเลย สมโภชน์ บุญชื่น และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์*	795
65	การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมการปลูกมะม่วงมหาชนกเพื่อการส่งออกในเขตพื้นที่จังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อุดร จิตจักร*	801
66	ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ*	807
67	ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของกลุ่มเกษตรผสมผสานบ้านห้วยหลาว อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม นภาพร เวชกามา*, ธีระรัตน์ ชิณแสน และ สำราญ พิมราช	813
68	ความรู้และการปฏิบัติตามเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดเพื่อการผลิตข้าวของเกษตรกร ตำบลบ้านดง อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ชลธิชา ฐานะ, ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล* และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์	819
69	ความรู้และการปฏิบัติในการปลูกปอเทืองเพื่อปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย อินทุอร สินธุชาติ, ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล* และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์	827
70	ความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในตำบลท่าศาลา อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย นริศรา สุรีย์, ภรพรรณกรณ์ เพ็งน้อย, พัทนันท์ โกธรรม, ประภาศิริ ใจผ่อง, ปิยวดี น้อยน้ำใส, Tuan Nguyen Ngoc, ศิริกานดา แหยมคง, สิริธร จำปานิล และ สุภาวดี แหยมคง*	834
71	การตรวจสอบสารพิษตกค้างพืชสมุนไพร กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ไกรศรี ศรีทัพไทย*	841
72	กระบวนการยอมรับการใช้โสนอัฟริกันในการปรับปรุงดินเค็มในพื้นที่นาข้าวของเกษตรกร ตำบลพังงู อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี อรรถพล ไชยมาลา, ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล* และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์	847
73	การยอมรับมาตรฐานฟาร์มผึ้งของเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย นพดล ภูมาลัย, ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล* และ ประภัสสร เกียรติสุรนนท์	853

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก่นเกษตร 46 ฉบับพิเศษ 1 : (2561). KHON KAEN AGR. J. 46 SUPPL. 1 : (2018).

ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

Embedded system monitoring the environment for smart farm

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ[1*]

Athasart Narkthewan[1*]

บทคัดย่อ: ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมส่งผลกระทบต่อผลิตผลทางการเกษตร เกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องดูแลและตรวจสอบสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ แต่การจัดการสภาพแวดล้อมในการดูแลค่อนข้างยุ่งยากและเสียเวลา จึงมีการนำเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อเปลี่ยนฟาร์มเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมให้เป็น ฟาร์มอัจฉริยะ โดยนำเซนเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม มาใช้ในการพัฒนาระบบให้สามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อม และวิเคราะห์สภาพแวดล้อมได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์กับเกษตรกร งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ โดยออกแบบระบบให้ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 3 ปัจจัย ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และปริมาณแสงสว่าง จากนั้นจะส่งข้อมูลการตรวจวัดผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายมายังส่วนประมวลผลกลางของระบบ และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาประมวลผลเพื่อการ ตัดสินใจ แสดงผล และแจ้งเตือน โดยมีการแสดงผลการตรวจวัดในรูปแบบของกราฟ ข้อความ และการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เมื่อทดสอบระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมในแปลงเพาะกล้าไม้เปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน พบว่าอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสามารถตรวจวัดข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าความผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิไม่เกิน 1% ค่าความผิดพลาดในการวัดค่าปริมาณแสงไม่เกิน 4% และวัดค่าระดับความชื้นในดินได้เป็น 3 ระดับ (แห้ง ชื้น และเปียก) โดยระบบสามารถแสดงผลผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

คำสำคัญ: ฟาร์มอัจฉริยะ, สมองกลฝังตัว, สภาพแวดล้อม, เครือข่ายคอมพิวเตอร์

ABSTRACT: Agricultural production has been largely affected by environmental factors. Farmers have to control the continuous production process to obtain the quantitative and qualitative products. However, the environmental management system is rather complex and time consuming. Electronics and computer technology were therefore applied to change traditional farming to smart farming. Environmental sensors were utilized to develop smart farming system. The system could detect the environmental factors and continuously analyzed the environmental data. Subsequently, results from data analysis were informed to the farmers. The aims of the study were to design and develop the embedded system monitoring the environment for smart farm. The system was designed for detection of three environmental factors, such as soil moisture, temperature and light. The received data via local wireless computer network were sent to central data processing to display current environmental situation. The data exhibited in terms of graph, text message and notification as the defined conditions. The embedded system monitoring the environment was compared with the standard measuring tools in plant nursery. Results showed that this device had accurate measurement. The percentage error of temperature and light detection were not over 1% and 4%, respectively. In addition soil moisture conditions were classified into 3 levels (dry, moist and wet). Finally, the embedded system could be displayed via web browser.

Keywords: Smart farm, Embedded system, Environment, Computer network

[1] ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 86160

Department of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus, 86160

* Corresponding author: athasart.na@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

กระบวนการผลิตทางการเกษตรพบว่ามีปัจจัยมากมายที่ส่งผลต่อผลิตผล (สังคม, ม.ป.ป.) เช่น สภาพดิน อากาศ แร่ธาตุ สภาพความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น ซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องดูแลเอาใจใส่ตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่างๆ เหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีทั้งในเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ซึ่งในความเป็นจริงเกษตรกรไม่สามารถดูแลพื้นที่การเกษตรได้อย่างทั่วถึงในทุกปัจจัยที่กล่าวมา หรือการตรวจสอบสภาพแวดล้อมบางประเภทมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก และเสียเวลาในการเตรียมการ จึงมีแนวคิดในการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์ ไอที สื่อสาร เซ็นเซอร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และเทคโนโลยีอื่นๆ มาผสมผสานเข้ากับงานด้านการเกษตรกรรมก็จะสามารถเปลี่ยนฟาร์มเกษตรกรรมทั้งหลายให้กลายเป็นฟาร์มอัจฉริยะ (ธีระเกียรติ์, 2558) ซึ่งจะเป็นการเพิ่มศักยภาพในการผลิต และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาด โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาเข้าสู่ยุคที่เรียกว่า Internet of Things (IoT) (Al-Fuqaha et al., 2015) เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือระบบต่างๆ ถูกพัฒนาให้เชื่อมต่อถึงกันเป็นเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลบนระบบอินเตอร์เน็ต สามารถรับรู้ ตัดสินใจ และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแต่ละอุปกรณ์บนพื้นฐานของการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลทั้งหลายที่เก็บจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจวัด (ประโยชน์, 2558)

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นประเด็นปัญหาสำคัญที่น่าสนใจในการวิจัยคือ หากสามารถพัฒนาอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัว (Doylea et al., 2015) ให้มีมาตรฐานการเชื่อมต่อการสื่อสารบนโปรโตคอล TCP/IP ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตในปัจจุบัน ก็จะสามารถปรับให้อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT ได้ นั่นก็หมายความว่า อุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นในระบบ IoT ได้ (Mainetti et al., 2015)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมีความสนใจในการพัฒนาอุปกรณ์ระบบสมองกลฝังตัวเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในฟาร์มอัจฉริยะ ที่มีความคล่องตัวในการใช้งานด้วยการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สาย ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และมีความสามารถในการตรวจวัดสภาพแวดล้อม (Sisinni et al., 2016) ที่เป็นปัจจัยพื้นฐานในการปลูกพืชคือ ค่าความเข้มแสง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ค่าความชื้นในดิน ภายในบริเวณพื้นที่จุดสนใจ สามารถประมวลผลได้ด้วยตนเองเพื่อการตัดสินใจ และสามารถส่งข้อมูลการตรวจวัดออกไปในระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบ IoT ได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สรุปได้ว่ามีปัจจัยหลักอยู่ 2 ประเภทคือ ปัจจัยภายใน หรือปัจจัยด้านพันธุกรรม และปัจจัยภายนอก หรือปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นปัจจัยที่ค่อนข้างมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพืช ปัจจัยต่างๆ เหล่านั้น ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ อากาศ และน้ำ ดังนั้นในกระบวนการศึกษาจึงเริ่มต้นจากการออกแบบระบบในภาพรวม การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสม การออกแบบระบบการตรวจวัด การสื่อสารข้อมูล การประมวลผล และการแสดงผลข้อมูล ตามลำดับ

การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบได้พิจารณาถึงการทำงานของระบบที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมได้หลายชุด และใช้วิธีการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานการสื่อสารแบบไร้สาย IEEE 802.11 ส่งผ่านข้อมูลการตรวจวัดมายังอุปกรณ์ประมวลผลและเก็บข้อมูลขนาดเล็ก Raspberry Pi และสร้างระบบการแสดงผลข้อมูลบนเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อให้สามารถแสดงผลได้บนทุกแพลตฟอร์มดัง Figure 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

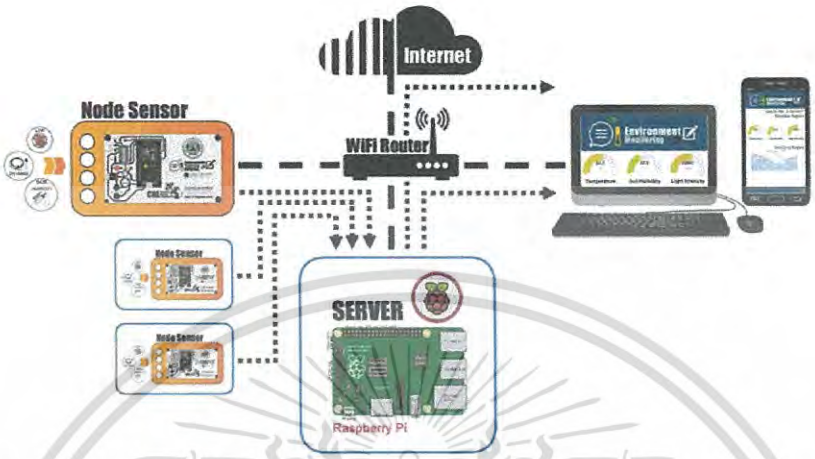


Figure 1 Block Diagram of Embedded system monitoring the environment

อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม

การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม มีข้อพิจารณาจากลักษณะการใช้งานที่ต้องเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในการใช้งานจริง และมีความเที่ยงตรงของข้อมูลในการตรวจวัด โดยอุปกรณ์ประมวลผลในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ NodeMCU V2 ซึ่งเป็น Arduino Microcontroller + Wifi ESP8266 Module (Figure 2) และได้กำหนดตัวตรวจวัดในระบบเป็น 3 ชนิด คือ แสงสว่าง อุณหภูมิ และความชื้นในดิน

1. ตัวตรวจวัดแสงสว่าง เลือกใช้ตัวต้านทานปรับค่าตามแสง (Light Dependent Resistor, LDR
2. ตัวตรวจวัดอุณหภูมิ เลือกใช้ไอซีเบอร์ DS18B02 ชนิดกันน้ำ ที่มีค่าความผิดพลาด ±0.5°C ที่มีค่าความถูกต้องอยู่ในระหว่าง -10°C to +85°C
3. ตัวตรวจวัดความชื้นในดิน เลือกใช้ Soil Moisture Sensor Module ที่ให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณอะนาล็อก

ในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อม จะต้องส่งผ่านข้อมูลการวัดค่าจากตัวตรวจวัดทั้ง 3 ชนิด เข้ามายังอุปกรณ์ประมวลผล เพื่อเขียนโปรแกรมแปลผลการตรวจวัด และทำการสอบเทียบกับเครื่องมือตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อมมาตรฐาน และคำนวณค่าร้อยละความผิดพลาดของการตรวจวัดข้อมูล (%Error) ได้จากสมการ

โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไข ค่าร้อยละความผิดพลาดของการตรวจวัดปริมาณแสงไว้ที่ ±5% ค่าความผิดพลาดของการตรวจวัดค่าอุณหภูมิไว้ที่ ±1°C และกำหนดค่าปริมาณความชื้นในดินเป็น 3 ระดับ คือ แห้ง ชื้น และเปียก

อุปกรณ์ประมวลผล จัดเก็บข้อมูล และโปรแกรมการแสดงผล

เป็นอุปกรณ์ประมวลผลกลางของระบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีวัตถุประสงค์ในการสร้างระบบที่มีราคาถูก และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดได้อย่างเป็นระบบเปิด ที่มีมาตรฐานการสื่อสารข้อมูล TCP/IP ซึ่งเป็นมาตรฐานกลาง

ในการสื่อสารบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงได้เลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก Raspberry PI มาเป็นอุปกรณ์ประมวลผลกลางของระบบดัง Figure 3 โดยใช้ระบบปฏิบัติการที่ Linux เป็นระบบปฏิบัติการเครือข่าย ตลอดจนเลือกใช้โปรแกรมที่เป็น Open source ทั้งหมดในงานวิจัยนี้ มี Apache เป็นโปรแกรมให้บริการเว็บเซอร์วิส MySQL เป็นโปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล และใช้ภาษา HTML และ PHP ในการเขียนโปรแกรมเก็บข้อมูล และการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2 Node Sensor

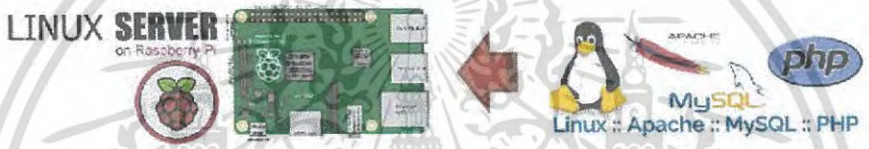


Figure 3 Embedded system central data processing

ผลการศึกษา

ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ ที่ได้ออกแบบตามงานวิจัยนี้มีผลการศึกษา และผลการทดลอง แยกเป็นประเด็นความถูกต้องของการตรวจวัดค่าสภาพแวดล้อม และการแสดงผลข้อมูลการตรวจวัดบนอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

ผลการศึกษาการตรวจวัดสภาพแวดล้อม

แยกเป็นการตรวจวัดค่าปริมาณแสงสว่าง ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นในดิน ดัง Table 1 เป็นข้อมูลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในช่วงการใช้งานระหว่าง 20-65 °C เทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน Yokogawa TM10 Thermo Collector แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นตามหลักการของงานวิจัยนี้สามารถตรวจวัดได้อย่างถูกต้องมีค่าร้อยละของความผิดพลาด (%Error) สูงสุดที่ 1%

Table 2 แสดงผลการตรวจวัดค่าปริมาณแสงสว่าง ที่ให้ค่าการตรวจวัดเทียบกับเครื่องมือวัดแสงมาตรฐาน Yokogawa 51002 Illuminance Meter ซึ่งพบว่ามีค่าร้อยละของความผิดพลาด (%Error) สูงสุดที่ 4% ในช่วงการทดสอบ 0-100,000 lx และท้ายสุดของการตรวจวัดค่าความชื้นในดินโดยการออกแบบเงื่อนไขของโปรแกรมประมวลผลเทียบกับเครื่องมือวัดความชื้นในดินซึ่งจะสามารถบอกได้ใน 3 ลักษณะ คือ ดินแห้ง ดินที่มีความชื้น และดินเปียก ยังไม่มีความละเอียดในการตรวจวัดเป็นค่าตัวเลข แต่สามารถใช้ในการตรวจวัดได้ ซึ่งลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ในการทดสอบดังแสดงใน Figure 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Comparison of temperature measurement (DS18B02 ±0.5°C accuracy from -10°C to +85°C)

Standard tool (°C)	Embedded device (°C)	Error (°C)
20	20.2	0.2
25	25.1	0.1
30	30.3	0.3
35	35.2	0.2
40	40.1	0.1
45	45.2	0.2
50	50.3	0.3
55	55.1	0.1
60	60.3	0.3
65	65.2	0.2

Table 2 Comparison of light measurement (LDR)

Standard tool (lx)	Embedded device (lx)	Error (lx)
0	0	0
100	96	4
500	487	13
1,000	984	16
5,000	5,087	87
10,000	9,860	140
50,000	49,420	580
100,000	98,745	1,255

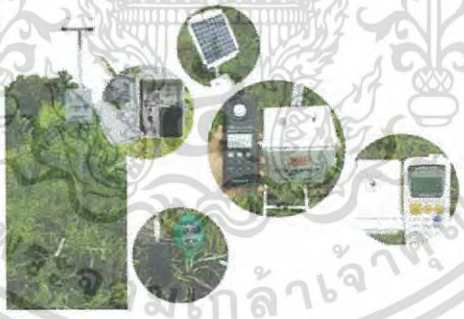


Figure 4 The operation of node sensor

ผลการศึกษาการแสดงผลข้อมูลการตรวจวัด

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมของในแต่ละโหนดจะถูกส่งมาประมวลผล และเก็บลงระบบฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ในตัว Raspberry PI และสร้างโปรแกรมแสดงผลในรูปแบบของกราฟ ข้อความ และการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนด ผ่านทางหน้าเว็บเพจอุปกรณ์ต่างๆ อาทิ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์เชื่อมต่อเข้ามาเพื่อดูข้อมูลได้ โดยข้อมูลที่แสดงจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ข้อมูลแบบปัจจุบัน และข้อมูลสถิติรายชั่วโมง และสามารถเลือกดูข้อมูลของแต่ละโหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์

จากการทดลองของงานวิจัยนี้พบว่า ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะที่ได้ออกแบบนี้มีความสามารถในการตรวจวัด และรายงานค่าสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ ซึ่งยังคงต้องการการพัฒนาเพิ่มเติมตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมอื่นๆ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานตามความเหมาะสมในการปลูกพืชแต่ละชนิด แต่อย่างไรก็ตาม ระบบนี้ได้ออกแบบให้รองรับการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานสากล ซึ่งสามารถเชื่อมต่อระบบนี้เข้ากับระบบอื่นๆ ได้

สรุป

การตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่ได้จากระบบนี้มีความถูกต้องของการตรวจวัด มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 4% การส่งข้อมูลระหว่างโหนดตรวจวัดกับอุปกรณ์ประมวลผลหลัก ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เพียงเครือข่ายภายในและไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตก็สามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูลได้ และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้เมื่อระบบเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต และเป็นระบบที่มีต้นทุนไม่สูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากแหล่งทุนงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารอ้างอิง

ธีรเกียรติ์ เกิดเจริญ. 2555. Smart Farm-ยุคใหม่ของเกษตรโลก. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/H3tcKY. ค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2558.

ประโยชน์ คำดวัสดิ์. 2558. การพัฒนาเครือข่ายเซนเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สังคม เตชะวงค์เสถียร.ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช. ม.ป.ท. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/ttCd6E. ค้นเมื่อ 20 กันยายน 2560

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and M. Ayyash. 2015. Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communication Surveys & Tutorials. 17: 2347-2376.

Doylea F., Duartea, M. J. R., and J. Cosgrove. 2015. Design of an embedded sensor network for application in energy monitoring of commercial and industrial facilities. Energy Procedia. 83: 504-514.

Mainetti, L., Mighali V., and L. Patrono. 2015. A software architecture enabling the web of things. IEEE Internet of Things Journal. 2: 445-454.

Sisinni E., A. Depari, and A. Flammini 2016. Design and implementation of a wireless sensor network for temperature sensing in hostile environments. Sensors and Actuators. 237: 47-55.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2560-0108-001

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2560

หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

☐ **แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ)** ☑ **แหล่งเงินรายได้**

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ

(ภาษาอังกฤษ) Embedded systems monitoring the environment for smart farm

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 **ถึงวันที่** 30 กันยายน 2560

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. **การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)**
   งวดที่ 1 55,420 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป)
   งวดที่ 2 9,780 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป)

2. **สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)**

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวม ทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (บาท)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	30,000	30,000	0
ค่าวัสดุ	35,200	35,200	0
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน : ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	65,200	65,200	0

.....
(นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
..... / ..... / .....

.....
(นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
..... / ..... / .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. ATHASART NARKTHEWAN

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

   17/1 ม.6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

   หมายเลขโทรศัพท์ 081-6326779

   ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) : athasart.na@kmitl.ac.th ,
   knathasa@gmail.com
4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย
2536	ตรี	ค.อ.บ.	ครุศาสตร์วิศวกรรม	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	สจล.	ไทย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - การสื่อสารเครือข่ายคอมพิวเตอร์
   - เว็บเทคโนโลยี และระบบฐานข้อมูล

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

   งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

   หัวหน้าโครการวิจัย

   1. เครื่องต้นแบบสำหรับการวิเคราะห์สีดิน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี2550

   ผู้ร่วมวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโค เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549
2. การตรวจวัดความเข้มข้นของน้ำยางพาราโดยวิธีการทางแสง เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549
3. การออกแบบโพรบตรวจจับความชื้น และอุณหภูมิในผิวดิน เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2549
4. เครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2550
5. เครื่องวัดและศึกษาดัชนีบ่งชี้ความสดของเนื้อปลาทะเลโดยการวัดความต้านทานเชิงซ้อน เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2555
6. เครื่องมือในการวัดหาค่าฮีมาโตคริตด้วยวิธีการทางแสง เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2555
7. เครื่องต้นแบบการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นผลผลิตการเกษตรตามเวลาจริงโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อทำนายการอบแห้ง เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2555
8. เครื่องต้นแบบสำหรับการรับซื้อขยะเพื่อช่วยลดโลกร้อน (ขวดพลาสติกและกล่องเครื่องดื่มยูเอชที) เงินงบประมาณแผ่นดิน ปี 2555

ผลงานตีพิมพ์

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ. ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 46 ฉบับพิเศษ 1 (2561). หน้า 807 -812. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และสิทธิพร ทองภูเบศร์. อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 2, The 2nd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology. 31 พฤษภาคม – 1 มิถุนายน 2560. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และ กิติพล ชิตสกุล. "การตรวจหาสิ่งผิดปกติในเท็กเจอร์ของผ้าไหมโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41, 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และ กิติพล ชิตสกุล. "การวิเคราะห์เท็กเจอร์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20 (EECON-20), พฤศจิกายน 2540. หน้า 530-535.

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ ชัยชาญ มัคคุ้น กิติพล ชิตสกุล มนัส สังวรศิลป์. "การแก้ไขรายละเอียดของภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." วิศวสารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, เมษายน 2540. หน้า 44-50.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผศ.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof. Montree CHAICHANYUT

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
3. หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

17/1 ม.6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

หมายเลขโทรศัพท์ 077-591-445

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) : kcmontre@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2547	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย
2545	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์และการประมวลผลสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

ชื่อเรื่อง Thermal Conduction and Perfusion of Ring-Slot Microwave Antenna for treatment Liver Tumor

วารสาร International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE), Organized bySchool of Mechatronic Engineering,Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Perlis, Malaysia Tutorials

ปีที่พิมพ์ 26th February, 2012 Conference: 27-28, February 2012

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง Microwave Ablation with Cap-Choke Antenna: Result in Computer Simulation

วารสาร International Conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2010),

ปีที่พิมพ์ 19-21 MAY,2010 ,Chiang Mai, THAILAND

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง ความเป็นไปได้ในการตรวจจับการลอกคราบของปูด้วยวิธีการประมวลผลภาพสำหรับฟาร์มปูนิ่ม

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง เทคนิคการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟแบบสาย พานลำเลียง

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง เครื่องคัดแยกขนาดสับปะรดโดยใช้อินฟาเรดเซนเซอร์

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง เครื่องคั่วกาแฟ

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง การออกแบบโพรบตรวจจับความชื้นในผิวดินด้วยวิธีการวัดความนำ ไฟฟ้า

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง ระบบต้นแบบการเก็บข้อมูลขนาดความยาว และ น้ำหนักของปลาทะเล

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง ระบบต้นแบบการตรวจจับการลอกคราบของปูทะเลสำหรับฟาร์มปูนิ่มด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง ตู้ต้นแบบเพื่อการเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษในครัวเรือนด้วยระบบควบ คุมอุณหภูมิ และความชื้น

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง LENGTH EFFECT OF DIELECTRIC-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION

วารสาร International Conference on Cellular & Molecular Bioengineering

ปีที่พิมพ์ 10-12th December 2007, Singapore

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง LENGTH EFFECT OF METAL-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION

วารสาร World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006

ปีที่พิมพ์ August 27 –September 1 WC 2006

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง COMPARISON TEMPERATURE DISTRIBUTION BETWEEN MICROWAVE AND RADIO-FREQUENCY ABLATION PROBE IN HEPATIC CANCER

วารสาร World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006

ปีที่พิมพ์ August 27 –September 1 WC 2006

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง "FINITE ELEMENT METHOD FOR ANALYSIS OF HEPATIC CANCER TISSUE DESTRUCTION USING 2.45 GIGAHERTZ ANTENNAS"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วารสาร ICBME the 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING

ปีที่พิมพ์ December 7-10, 2005

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อเรื่อง "Finite Element Analyses for a study of Hepatic cancer tissue destruction using monopolar and bipolar Radio-frequency Ablation"

วารสาร ISBME INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMEDICAL ENGINEERING

ปีที่พิมพ์ November 16-18, 2004

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อเรื่อง "ระบบเก็บข้อมูลสำหรับอุณหภูมิและความชื้น"

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5

ปีที่พิมพ์ 2547

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายสิทธิพร ทองภูเบศร์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Sittiporn Thongphubes

7. ตำแหน่งปัจจุบัน ช่างเทคนิค
8. ห้องปฏิบัติการกลาง
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

   17/1 ม.6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

   หมายเลขโทรศัพท์ 081-6326779

   ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) : athasart.na@kmitl.ac.th , knathasa@gmail.com

9. ประวัติการศึกษา
   วุฒิการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาโทรคมนาคม

   วิทยาลัยเทคนิคชุมพร จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
    - อิเล็กทรอนิกส์ และโทรคมนาคม

11. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
    -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้