รายงานการวิจัย

ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

TEMPERATURE CONTROI SYSTEM IN OPEN-HOUSE CHICKEN HOUSE WITH INTERNET OF THINGS IN PHATTHALUNG PROVINCE.

โดย

นางสาวเสาวลักษณ์ บุญรอด
นางสาวจันทิรา ภูมา
นางสาวเย็นจิต นาคพุ่ม

คณะเทคโนโลยีการจัดการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย ประเภทเงินงบประมาณเงินรายได้
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ก
สารบัญภาพ ค

บทที่

1. บทนำ 1
1.1 มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4
2. แนวนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานไก่ไข่ 5
2.2 แนวคิดดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อน 8
2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3 10
2.4 การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ 11
2.5 อุณหภูมิและความชื้นด้วยวงจร AM2301-DHT21 12
2.6 เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ใช้ในการพัฒนาระบบ 13
2.7 ภาษาและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 15
2.8 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18
3. วิธีดำเนินงานวิจัย 21
3.1 ศึกษาเกี่ยวกับโรงเรือนการเลี้ยงไก่ไข่ 21
3.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อผลผลิตของไก่ไข่ 22
3.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ 23
3.4 วิธีประเมินและทดสอบ 31
4. ผลการวิจัย 37
4.1 ผลดำเนินการติดตั้งระบบ 37
4.2 ผลดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน 39
4.3 การประเมินและทดสอบประสิทธิภาพ 42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่	
5. สรุปผลการวิจัย	**46**
5.1 สรุปผลวิจัย	
5.2 ข้อเสนอแนะ	46
5.3 ปัญหาอุปสรรคการวิจัย	46
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
2.1	แสดงลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3	10
2.2	แสดงบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ	11
2.3	แสดงลักษณะการทำงานวงจรไฟฟ้าของรีเลย์	11
2.4	แสดงวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AM2301-DHT21	12
2.5	แสดงเซ็นเซอร์บอกระดับน้ำ	13
2.6	แสดงแป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4x4 ปุ่ม	14
2.7	แสดงจอแสดงผลแบบ LCD	14
2.8	แสดงการใช้งาน Arduino IDE	16
2.9	องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	17
3.1	ลักษณะโครงสร้างและขนาดมิติของโรงเรือนไก่ไข่	21
3.2	แสดงการออกแบบควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนไก่ไข่	22
3.3	แสดงการออกแบบวงจรในการควบคุมระบบ	23
3.4	ออกแบบหน้าจอลงชื่อเข้าแอปพลิเคชัน	24
3.5	ออกแบบหน้าจอเลือกโหมดการทำงาน	25
3.6	ออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้การตั้งค่าแอปพลิเคชัน	26
3.7	แสดงการออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อประสานผู้ใช้ ควบคุมโดยผู้ใช้	27
3.8	โฟรว์ชาร์ทแสดงการทำงานการควบคุมด้วยแอปพลิเคชัน	28
3.9	โฟรว์ชาร์ทแสดงการทำงานของระบบฝังตัวภายใน MCU	29
3.10	โฟรว์ชาร์ทแสดงกระบวนการทำงานในโหมดระบบรอคำสั่งจากผู้ใช้	30
3.11	โฟรว์ชาร์ทแสดงกระบวนการทำงานในโหมดระบบอัตโนมัติ	31
4.1	แสดงกล่องควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข	37
4.2	แสดงการติดตั้งหัวพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์รดน้ำ	38
4.3	แสดงการเปรียบเทียบเปิดสปริงเกอร์รดน้ำ	38
4.4	แสดงผลการควบคุมพัดลม	39
4.5	แสดงหน้าแอปพลิเคชันระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่	39
4.6	แสดงหน้าจอเลือกการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่	40
4.7	แสดงหน้าจอแอปพลิเคชันการตั้งค่าการควบคุมอัตโนมัติ	41
4.8	แสดงหน้าจอแอปพลิเคชันโหมดแมนนวล	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ในปี 2560 ทางสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร แนวโน้มของการผลิตไก่ไข่ในปี 2560 คาดว่าจะมีปริมาณการผลิตไข่ไก่ 15,189.49 ล้านฟอง ซึ่งเพิ่มมากขึ้นจาก ปี 2559 ร้อยละ 1.83 เป็นจำนวน14,915.82 ล้านฟอง เนื่องจากความต้องการในการบริโภคไข่ไก่ที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร จึงมีการขยายการผลิตตาม ประกอบกับการจัดการฟาร์มไก่ไข่ของเกษตรกรมีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันผลผลิตที่ได้มาก็มีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการผลิตและการตลาด อันได้แก่ สภาพอากาศและสภาพแวดล้อมที่ปรวนแปร ส่งผลต่อคุณภาพและสุขภาพของไก่ไข่ อาจทำให้เป็นโรคได้ง่ายขึ้น ภูมิคุมกันลดลง และส่งผลให้อัตราการให้ไข่ในแต่ละวันลดลงได้ จึงต้องมีการจัดการฟาร์มที่ดี เพื่อการวางแผนการผลิตให้ได้ผลผลิตที่เต็มศักยภาพมากที่สุด ด้วยต้นทุนในการผลิตที่คุ้มค่า ที่ส่งผลให้เกษตรกรสามารถทำธุรกิจต่อไปได้อย่างยั่งยืน

จากการที่มีเกษตรกรรายย่อยเลี้ยงไก่ไข่เพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่เกษตรกรเลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์ 1-3,000 ตัว จำนวน 26,531 ราย (ร้อยละ 82.91) รองลงมาเลี้ยง 10,00-1100,000 ตัว จำนวน 3,134 ราย (ร้อยละ 9.79) รองลงมาเลี้ยง 3,001-10,000 ตัว จำนวน 1,871 ราย (ร้อยละ 5.85) ขณะที่เลี้ยงมากกว่า 100,000 ตัวเพียง 465 ราย (ร้อยละ 1.45)

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนและร้อยละ เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์ รายเขตปศุสัตว์

เขตปศุสัตว์	เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์ (ราย)									
	1 - 3,000 ตัว		3,001 - 10,000 ตัว		10,001 - 100,000 ตัว		> 100,000 ตัว		รวม	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
รวม	26,531	100.00	1,871	100.00	3,134	100.00	465	100.00	32,001	100.00
เขต 1	1,370	5.16	127	6.79	298	9.51	161	34.62	1,956	6.11
เขต 2	2,258	8.51	335	17.90	701	22.37	85	18.28	3,379	10.56
เขต 3	7,663	28.88	165	8.82	455	14.52	78	16.77	8,361	26.13
เขต 4	7,891	29.74	118	6.31	115	3.67	-	-	8,124	25.39
เขต 5	1,170	4.41	119	6.36	179	5.71	-	-	1,468	4.59
เขต 6	930	3.51	82	4.38	316	10.08	21	4.52	1,349	4.22
เขต 7	777	2.93	212	11.33	612	19.53	118	25.38	1,719	5.37
เขต 8	1,897	7.15	517	27.63	403	12.86	1	0.22	2,818	8.81
เขต 9	2,575	9.71	196	10.48	55	1.75	1	0.22	2,827	8.83

จากปัญหาของต้นทุนในการจัดตั้งโรงเรือนที่ค่อนข้างสูงจึงต้องมีการจัดการฟาร์มในรูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมและตามกำลังของเกษตรกร โดยมีมาตรฐานของรูปแบบโรงเรือนเลี้ยงไก่อยู่ 2 แบบหลัก คือ โรงเรือนแบบระบบปิด และ โรงเรือนแบบระบบเปิด ซึ่งมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ในส่วนของโรงเรือนแบบระบบปิดนั้น ถือได้ว่าเป็นโรงเรือนที่ได้มาตรฐานความปลอดภัยที่ดี มีระบบที่ถูกสุขลักษณะ ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีกว่าเช่น อุณหภูมิ การส่องสว่างของแสง หรือโรคต่าง ๆ ได้ดีกว่าระบบเปิด แต่ก็มีข้อเสียที่สำคัญ คือต้องใช้เงินทุนในการสร้างและจัดการโรงเรือนสูงมาก เกษตรกรที่เป็นรายย่อยจึงนิยมเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนระบบเปิด ซึ่งใช้เงินในการลงทุนน้อยกว่า แต่ปัญหาของระบบโรงเรือนดังกล่าวที่ตามมาคือ การควบคุมปัจจัยจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ การส่องสว่างของแสง และโรคต่าง ๆ ทำได้ค่อนข้างยาก และเนื่องจากไก่ไข่จะตอบสนองกับสภาพแวดล้อมที่เร็ว เป็นสัตว์ที่อ่อนแอ ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิแบบฉับพลัน หรือโรงเรือนที่มีความร้อนสูงมีผลทำให้ไก่ไข่ตายได้จำนวนมาก รวมถึงมีผลต่อปริมาณการผลิตไข่ในแต่ละวันอีกด้วย

ด้วย“บ้านอัจฉริยะ” และ “สำนักงานอัจฉริยะ” คือตัวอย่างที่เด่นชัดของการนำอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาช่วยในการจัดการสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันให้มีความง่ายขึ้น เทคโนโลยีนี้เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในฟาร์มไก่ไข่ ก็จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงมีความสะดวกในการจัดการกับอุณหภูมิในโรงเรือนมากขึ้น เพราะการพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบเปิด จะมีระบบตรวจวัดอุณหภูมิภายโรงเรือนที่ตอบสนองต่อค่าที่วัดได้แบบอัตโนมัติ โดยเกษตรกรสามารถติดตามตรวจสอบอุณหภูมิจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา ลดโอกาสของความสูญเสียที่เกิดจากการไม่สามารถรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ทัน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการนำอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาออกแบบระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการจัดการอุณหภูมิในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาและเทคนิค

การนำอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่แบบพื้นบ้านโดยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสามารถติดตามตรวจสอบอุณหภูมิจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสมาร์ทโฟน ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

1.3.2 ระบบพัฒนาขึ้นบนการทำงานร่วมกันทั้งซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ของอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และผู้ใช้ โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1.3.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ก) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต

ข) ทำหน้าในการตรวจวัดอุณหภูมิ

ค) ตอบสนองต่อคำสั่งจากซอฟท์แวร์และผู้ใช้

1.3.2.2 ซอฟท์แวร์ (Software)

ก) รับค่าอุณหภูมิจากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

ข) จัดการกับฮาร์ดแวร์ตามข้อมูลที่ได้รับจากตัวตรวจวัดอุณหภูมิโดยอัตโนมัติ

ค) จัดการกับฮาร์ดแวร์ตามคำสั่งจากผู้ใช้

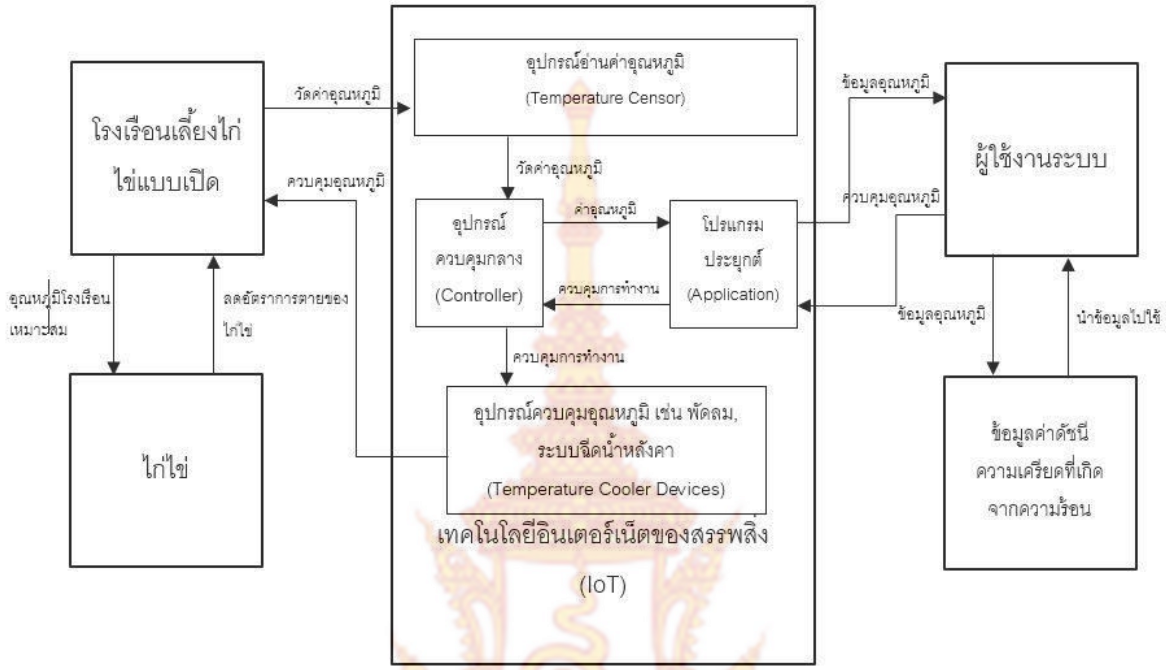
1.3.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.4.1 ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ทำการคัดเลือกฟาร์มตัวอย่างในจังหวัดพัทลุง ได้แก่ “ฟาร์มอุทัยทิพย์” มีโรงเรือน 5 โรงเรือน จำนวนไก่ไข่ 8,000 ตัว

5.4.2 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 คน เป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบ

5.4.3 ผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 3 คน เป็นผู้ประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ศึกษาและนำความรู้ทางด้านอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาออกแบบระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด

1.5.2 ได้ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด ลดอัตราการตายของไก่ไข่ที่เกิดจากสภาพอากาศที่ร้อนจัดในเวลากลางวัน

1.5.3 ได้ความพึงพอใจในประสิทธิภาพการใช้งานอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการจัดการอุณหภูมิในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ฟาร์มไก่ไข่ หมายถึง สถานที่หรือโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด

1.6.2 การจัดการอุณหภูมิ หมายถึง การกระทำที่ทำให้สามารถควบคุมระดับของอุณหภูมิเป็นไปตามวัตถุประสงค์

1.6.3 อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง เครือข่ายของวัตถุต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์และการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสามารถทำให้วัตถุนั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือสั่งงานตามคำสั่งที่ตั้งไว้ได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานไก่ไข่

2.2. แนวคิดดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อน

2.3. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3

2.4 การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ

2.5 อุณหภูมิและความชื้นด้วยวงจร AM2301-DHT21

2.6 เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.7 ภาษาและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

2.8 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. แนวคิดเกี่ยวกับมาตรฐานไก่ไข่

ไก่ไข่ หมายถึง ไก่ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gallus gallus* ซึ่งเป็นไก่สายพันธุ์ที่ให้ไข่สม่ำเสมอเพื่อการบริโภค ครอบคลุมทั้งไก่รุ่นและไก่ระยะไข่

ไก่รุ่น หมายถึง ไก่ไข่ในช่วงอายุก่อนให้ไข่

ไก่ระยะไข่ หมายถึง ไก่ไข่ที่อยู่ในช่วงอายุที่เหมาะสมในการผลิตไข่จนถึงระยะปลดระวาง ทั้งนี้ขึ้นกับสายพันธุ์

ฟาร์มไก่ไข่ หมายถึง สถานประกอบการที่เลี้ยงไก่ไข่เพื่อการค้า จำนวนตั้งแต่ 1,000 ตัวขึ้นไป

โรงเรือน หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่ซึ่งมีทั้งชนิดที่ควบคุมและไม่ควบคุมสภาพแวดล้อม

ข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มไก่ไข่ ให้เป็นไปตามรายการแนบท้าย ดังนี้

2.1.1 องค์ประกอบฟาร์ม

2.1.1.1 สถานที่ตั้ง ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เสี่ยงจากการปนเปื้อนของอันตรายทางกายภาค เคมี และชีวภาพ หรือมีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม

2.1.1.2 ผังและลักษณะฟาร์ม

2.1.1.2.1 ฟาร์มมีขนาดพื้นที่เหมาะสม ไม่หนาแน่นจนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.1.1.2.2 มีการวางผังฟาร์มที่เอื้อต่อการปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะและสุขอนามัยสัตว์ และแยกพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นสัดส่วน

2.1.1.2.3 มีบริเวณหรือสถานที่เก็บรวบรวมไข่ไก่ก่อนเคลื่อนย้ายออกนอกฟาร์ม

2.1.1.3 โรงเรือน

2.1.1.3.1 มีการวางผังที่แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ซึ่งเอื้อต่อการเลี้ยงไก่ไข่

2.1.1.3.2 มีพื้นที่เพียงพอในการเลี้ยงไก่ไข่โดยคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์

2.1.1.3.3 มีความแข็งแรง ถูกสุขลักษณะ ระบายอากาศได้ดี ง่ายต่อการบำรุงรักษา ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ รวมทั้งมีลักษณะที่เหมาะสมต่อการวางไข่และการเก็บไข่

2.1.2 การจัดการฟาร์ม

2.1.2.1 คู่มือการจัดการฟาร์ม มีคู่มือการจัดการฟาร์มที่แสดงให้เห็นรายละเอียดการปฏิบัติงานที่สำคัญภายในฟาร์ม ได้แก่ ระบบการเลี้ยง การจัดการอาหารและน้ำ การจัดการด้านสุขภาพและการจัดการด้านสวัสดิภาพสัตว์ปีก

2.1.2.2 การจัดการอาหารและน้ำที่ใช้เลี้ยงไก่

2.1.2.2.1 อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปและหัวอาหารสัตว์ต้องมีคุณภาพและมาตรฐานตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์

2.1.2.2.2 ในกรณีที่ผสมอาหารไก่ไข่เอง หรือนำอาหารจากข้อ 2.1.2.2.1 มาผสมห้ามใช้สารต้องห้ามตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์

2.1.2.2.3 ตรวจสอบคุณภาพอาหารไก่ไข่ทางกายภาพในเบื้องต้น และเก็บตัวอย่างไว้เพื่อใช้วิเคราะห์กรณีมีปัญหา

2.1.2.2.4 มีสถานที่เก็บอาหารไก่ไข่โดยแยกต่างหาก และเก็บอาหารในสภาพที่ป้องกันการเสื่อมสภาพและปนเปื้อน

2.1.2.2.5 มีการจัดการให้ไก่ไข่ทุกตัวได้รับอาหารและน้ำอย่างเพียงพอ

2.1.2.2.6 น้ำที่ใช้เลี้ยงไก่ไข่ต้องสะอาดและมีผลตรวจวิเคราะห์คุณภาพ

2.1.2.3 การจัดการโรงเรือนและอุปกรณ์

2.1.2.3.1 โรงเรือน อุปกรณ์ และบริเวณโดยรอบโรงเรือนต้องสะอาด และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีและถูกสุขลักษณะ

2.1.2.3.2 ให้ทำความสะอาด ฆ่าเชื้อโรงเรือนและอุปกรณ์ หลังจากย้ายไก่ไข่รุ่นเก่าออก และปิดพักโรงเรือนในระยะเวลาที่เพียงพอต่อการตัดวงจรเชื้อโรคไม่ให้สะสมในโรงเรือน เว้นแต่กรมปศุสัตว์กำหนดเป็นอย่างอื่นในแต่ละพื้นที่

2.1.2.3.3 ภาชนะเก็บไข่ เช่นถาดไข่ เหมาะสมและถูกสุขลักษณะ

2.1.2.3.4 ให้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภาชนะเก็บไข่ ก่อนนำเข้าในบริเวณพื้นที่เลี้ยงไก่ไข่และก่อนการนำไปใช้งานทุกครั้ง

2.1.3 บุคลากร

2.1.3.1 มีการจัดแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรอย่างชัดเจน

2.1.3.2 มีบุคลากรผู้เลี้ยงไก่ไข่ สัตวบาล หรือบุคลากรที่ได้รับการอบรมหลักสูตรด้านสัตวบาลเป็นผู้ควบคุมดูแลการเลี้ยงไก่ไข่ และสัตวแพทย์ที่มีใบรับรองเป็นสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์มสัตว์ปีกจำนวนพอเหมาะกับจำนวนไก่ไข่ที่เลี้ยง

2.1.3.3 บุคลาการที่ทำหน้าที่เลี้ยงไก่ไข่ต้องมีความรู้โดยได้รับการฝึกอบรมหรือการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงานในการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อให้จัดการฟาร์มได้

2.1.3.4 มีการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนและแพร่เชื้อ

2.1.4 สุขภาพสัตว์

2.1.4.1 การป้องกันและควบคุมโรค

2.1.4.1.1 มีหลักฐานหรือเอกสารระบุแหล่งที่มาของไก่ไข่

2.1.4.1.2 มีมาตรการป้องกัน ควบคุม และกำจัดเชื้อโรคเข้าสู่ฟาร์มจากบุคคล ยานพาหนะ วัสดุและอุปกรณ์ รวมทั้งสัตว์พาหะนำเชื้อ

2.1.4.1.3 มีแผนเฝ้าระวังและป้องกันโรคโดยสัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์ม

2.1.4.1.4 ตรวจ ติดตามสุขภาพไก่ไข่ประจำวัน และมีการจัดการซากสัตว์ที่เหมาะสม

2.1.4.1.5 กรณีเกิดโรคระบาด หรือสงสัยว่าเกิดโรคระบาด ให้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยโรคระบาดสัตว์

2.1.4.2 การบำบัดรักษาโรค การบำบัดรักษาโรคสัตว์ ต้องอยู่ภายใต้ความดูแลของสัตวแพทย์ โดยปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพการสัตวแพทย์ และตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2.1.5 สวัสดิภาพสัตว์ ดูแลไก่ไข่ให้มีความเป็นอยู่ตามหลักสวัสดิภาพสัตว์

2.1.6 การจัดการไก่รุ่น ไก่ระยะไข่และไข่ไก่

2.1.6.1 ไก่รุ่นและไก่ระยะไข่

2.1.6.1.1 สุ่มตรวจสุขภาพ ขนาดและน้ำหนักไก่

2.1.6.1.2 คัดแยกไก่ไข่ที่มีลักษณะผิดปกติ ไม่สมบูรณ์ มีขนาดและน้ำหนักไม่ใกล้เคียงกับรุ่น หรือไม่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตออก

2.1.6.2 ไข่ไก่

2.1.6.2.1 เก็บไข่และคัดแยกไข่ที่ผิดปกติ มีรอยร้าวหรือแตกออก และคัดแยกไข่ที่สกปรกมีมูลไก่ติด เพื่อแยกทำความสะอาด

2.1.6.2.2 เก็บรักษาไข่ไก่ไว้ในที่ร่ม มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกหรือมีการควบคุมอุณหภูมิ

2.1.6.2.3 การขนส่งไข่ ใช้พาหนะที่สะอาด ระบายอากาศได้ดีหรือควบคุมอุณหภูมิได้

2.1.7 สิ่งแวดล้อม

2.1.7.1 กำจัดขยะ น้ำเสีย ของเสีย โดยวิธีที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งของกลิ่นและเชื้อโรค

2.1.7.2 ป้องกันการฟุ้งกระจายของวัสดุรองพื้นหลังการย้ายไก่ไข่ออกจากฟาร์ม

2.1.8 การบันทึกข้อมูล

2.1.8.1 ให้บันทึกข้อมูลผลการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่สำคัญที่มีผลต่อสุขภาพการควบคุมโรคและผลิตผล

2.1.8.2 ให้เก็บรักษาบันทึกข้อมูลเป็นเวลาอย่างน้อย 3 ปี

2.2. แนวคิดดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อน

เนื่องจากไก่ไข่สายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกมาเลี้ยงทางการค้าจะได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากประเทศเขตอบอุ่นมาเป็นระยะเวลานาน และเมื่อมีการนำเข้าไก่ไข่นั้นมาทำการเลี้ยงในประเทศไทย ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงตลอดทั้งปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) : ซึ่งจะมีผลทางตรง ต่อการเกิดความเครียดที่เกิดจากความร้อน (heat stress) (ศิขัณฑ์, 2553) โดยสามารถทำการวัดผลจากค่าดัชนีชี้วัดความเครียดเนื่องจากความร้อนคือ Heat Stress Index (HSI) ค่า HIS ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 160 ถ้าค่า HSI สูงกว่า 160 แสดงว่า สภาวะอากาศนั้นเริ่มทำให้สัตว์เกิด heat stress และถ้าค่า HSI สูงขึ้น สัตว์จะเกิดความเครียดมากขึ้นตามลำดับ และค่า HIS ที่สูงถึง 168-170 สัตว์จะแสดงอาการหอบหายใจ กินอาหารลดลงกินน้ำมากขึ้น หมอบซึม อย่างชัดเจน แต่ถ้า HIS มีค่าสูงถึง 172-175 อาจทำให้สัตว์ตายได้ (วุฒิไกร และคณะ, 2557) ความเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่ไข่จัดว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังเลี้ยงในระบบแบบเปิด เนื่องจากเกษตรกรกลุ่มนี้ไม่สามารถนำโรงเรือนระบบปิด (Evaporative Air Cooling System; EVAPs) มาใช้เพื่อลดปัญหาจากความเครียดที่เกิดขึ้นได้ กอรปกับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นอย่างมาก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นผิวโลกสูงขึ้น ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความอยู่สบายของไก่ไข่ทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลกระทบจึงอาจทำให้ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ไม่เป็นไปตาม

ศักยภาพทางพันธุกรรมที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์มาส่งผลเสียต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ การกินได้ การเจริญเติบโต การ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และระดับภูมิคุ้มกันลดลง รวมถึงมีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น (Mashaly et al., 2004; Aengwanich, 2007; Bozkurt et al., 2012)

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินของไก่ไข่ ลดลงไป 20% และเปอร์เซ็นต์ไข่ที่เหลืออยู่ในวันนั้น (Hen - Day Production) ลดลงสภาพแวดล้อมที่มีความร้อนและความชื้นสูงส่งผลให้ไก่เกิดภาวะ heat stress ส่งผลให้ไก่ไข่ระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ยากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถส่งผลให้ไก่ไข่เครียด และทำให้ผลผลิตลดลงตามมา (ศุภนนท์, 2555) และส่งผลต่อการทำงานของรังไข่ (Rozenboim et al., 2007)

ตารางที่ 2.1 อิทธิพลของค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของไก่ไข่

Heat Stress Index (HSI)	Total eggs/day/herd	Hen house production (%)
HIS<158	371.54±5.51[a]	57.16±0.84[a]
158≤HSI≤160	354.64±7.44[a]	54.56±1.14[a]
HIS>160	316.95±9.05[c]	48.76±1.39[c]

(วรางคณา กิจพิพิธ, (2560). มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, (2560). ผลกระทบของค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ภายใต้การเลี้ยงแบบระบบเปิด)

ค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนมีผลต่อขนาดของไข่ โดยในสภาวะไม่เครียด (HIS<158) แม่ไก่จะผลิตไข่ได้มากที่สุด (54.99%) แต่เมื่อเกิดความเครียด รุนแรง (HIS>160) จะผลิตไข่ลดลงเหลือเพียง 17.56% เมื่อดัชนีความเครียดจากความร้อนเพิ่มขึ้น 1 หน่วย จะส่งผลให้อัตราการไข่ลดลง 0.39% เมื่อไก่เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนร่างกายจะค่อยๆ ปรับให้เข้าสู่ภาวะปกติเอง ซึ่งเป็นการรักษาสมดุลภาพ (homeostasis) ของร่างกายให้อยู่ในภาวะปกติ จึงส่ง ผลให้สมรรถภาพในการให้ผลผลิตลดลง ผลการศึกษาเป็นไปในแนวทางเดียวกับ Kilic and Simsek (2013) รายงานว่าค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อน (THI) ที่เพิ่มขึ้น จาก 25 เป็น 29 จะส่งผลให้ผลผลิตไข่ ลดลง 25%และสอดคล้องกับรายงานของ Mashaly et al. (2004) ได้ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิและ ความชื้นต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของไก่ไข่เชิงการค้า พบว่าไก่ไข่ในกลุ่มที่ได้รับความเครียดจากความร้อน (อุณหภูมิเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมผัสเท่ากับร้อยละ 50) นั้นมีปริมาณผลผลิตไข่ไก่และ คุณภาพไข่ไก่ที่ลดลง ส่งผลต่อการ แสดงการเป็นสัด การหลั่งฮอร์โมนที่ผิดปกติ ค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนมีผลต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ไก่ของฟาร์มแห่งหนึ่งภายใต้โรงเรือนระบบเปิด ค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ค่า HIS เพิ่มขึ้นและจะส่งผลต่อ HHP ของฟาร์ม ดังนั้นแนวทางการแก้ปัญหา คือ การเพิ่มระบบความเย็นให้กับแม่ไก่ ที่ใช้ทั่วไป คือการจัดหาน้ำดื่มสะอาดให้พอเพียง เพิ่มพัดลมระบายอากาศ และเสริมไวตามิน ให้แก่สัตว์

การเลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมสารช่วยลดผลกระทบจากสภาวะความเครียดเนื่องจากความร้อน เช่น การเสริมวิตามินซีและอี และสมุนไพรต่าง ๆ เพื่อช่วยลดความเครียดจากความร้อนได้

2.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR เบอร์ ATmega2560 ของ Atmel การใช้งานของตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น อีกทั้งผู้ใช้งานยังสามารถเพิ่มเติม ดัดแปลง พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรม ของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้ สำหรับลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3 แสดงดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3

จากภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 Rev3 ใช้ชิพ ATmega2560 มีหน่วยความจำแรม 8 KB ที่มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 4 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1ชุด SPI 1 ชุด มีความเร็วของสัญญาณนาฬิกา 16 MHz จุดเด่นของบอร์ด Arduino ที่มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ง่ายต่อการพัฒนา มี Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง และ มี Open Hardware ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอด กับการใช้งานได้หลายด้าน

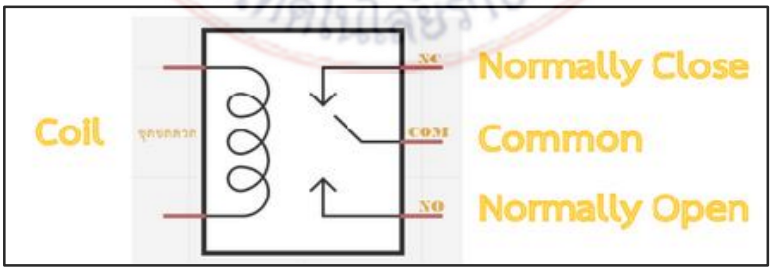
2.4 การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ

บอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณใช้สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดไฟ 220 โวลต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับลักษณะของบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ แสดงดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 แสดงบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ

จากภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ มีขนาด (L x W x H): 135 x 55 x 20 mm มีรีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 8 ช่อง ควบคุมไฟ DC ได้สูงสุด 30VDC 10A และ ไฟ AC สูงสุด 250 VAC 10A มีระดับสัญญาณอินพุตควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active High มี OPTO-ISOLATED เพื่อแยกกราวด์ส่วนของสัญญาณควบคุมกับไฟที่ขับรีเลย์ออกจากกัน มี LED แสดงสถานะการทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปจนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง มีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกันออกไปแต่มีหลักการทำงานที่คล้ายกัน สำหรับการนำ Relay ไปใช้งานจะใช้ในการตัดต่อวงจรทั้งนี้ Relay ยังสามารถเลือกใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ โดยลักษณะการทำงานวงจรไฟฟ้าในรีเลย์สำหรับลักษณะของบอร์ดรีเลย์ 8 ช่องสัญญาณ แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะการทำงานวงจรไฟฟ้าของรีเลย์

จากภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของการทำงานวงจรไฟฟ้าของรีเลย์ จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัสคือ หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลอยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด และขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ จำนวนหน้าสัมผัสถูกแยกประเภทตามจำนวน Pole และจำนวน Throw ซึ่งจำนวน Pole (SP-Single Pole, DP-Double Pole, 3P-Triple Pole, etc.) จะบอกถึงจำนวนวงจรที่ทำการเปิด-ปิด หรือ จำนวนของขา COM นั่นเอง และจำนวน Throw (ST, DT) จะบอกถึงจำนวนของตัวเลือกของ Pole ตัวอย่างเช่น SPST-Single Pole Single Throw สวิตช์จะสามารถเลือกได้เพียงอย่างเดียวโดยจะเป็นปกติเปิด (NO-Normally Open) หรือปกติปิด (NC-Normally Close) แต่ถ้าเป็น SPDT- Single Pole Double Throw สวิตช์จะมีหนึ่งคู่เป็นปกติเปิด (NO) และอีกหนึ่งคู่เป็นปกติปิดเสมอ (NC)

2.5 อุณหภูมิและความชื้นด้วยวงจร AM2301-DHT21

วงจร AM2301-DHT21 เป็นเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบดิจิทัลและเชื่อมต่อด้วยสัญญาณเพียงเส้นเดียวแบบสองทิศทาง (bidirectional) ใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ในช่วง 3.3V ถึง 5.2V สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -40..80°C ความละเอียดในการวัดอุณหภูมิและความชื้น คือ 0.5°C และ 0.1%RH และมีความแม่นยำ ±0.5°C และ ±3%RH ตามลำดับ ใช้ขาเชื่อมต่อเพียง 3 ขา ได้แก่ VCC, GND และ SDA (serial data) ในการอ่านข้อมูลแต่ละครั้ง จะอ่านข้อมูลทั้งหมด 40 บิต แบ่งเป็น 16 บิต สำหรับค่าความชื้น 16 บิต สำหรับค่าอุณหภูมิ และ 8 บิต สำหรับตรวจสอบค่า parity bits เพื่อดูว่าอ่านค่าได้ถูกต้องหรือไม่ โดยลักษณะของวงจร AM2301-DHT21 สำหรับลักษณะของวงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AM2301-DHT21 แสดงดังภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4 แสดงวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AM2301-DHT21

จากภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ AM2301-DHT21 โดยสายสัญญาณสีแดงสำหรับ VDD ใช้ป้อนแรงดันไฟฟ้า +5V สายสัญญาณสีเหลืองสำหรับ SDA ใช้ในการส่งข้อมูลจากวงจรวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และสายสัญญาณสีดำสำหรับ GND ใช้เป็น Ground ของวงจร

2.6 เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ใช้ในการพัฒนาระบบ

เซ็นเซอร์ คือ ตัวอุปกรณ์ตรวจรู้ตัวแรกในระบบการตรวจวัด ซึ่งใช้ตรวจจับหรือรับรู้การเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ แสง สี เสียง ระยะทาง การเคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณหรือข้อมูลที่สอดคล้องและเหมาะสมกับส่วนของการกำหนดเงื่อนไขทางสัญญาณ ซึ่งเซ็นเซอร์ที่นำมาพัฒนาระบบ มีดังนี้

2.6.1 เซ็นเซอร์บอกระดับน้ำ

เซ็นเซอร์บอกระดับน้ำ 3 ระดับ Future Kit รุ่น FK902 ออกแบบให้ใช้วัดระดับน้ำในบ่อหรือแท้งค์น้ำใช้ LED เป็นตัวแสดงผล โดยสามารถบอกได้ว่าน้ำอยู่ในระดับใด และยังสามารถเพิ่มระดับน้ำได้ อาจเป็น 6 9 และ12 ตำแหน่ง สำหรับลักษณะของเซ็นเซอร์บอกระดับน้ำแสดงดังภาพที่ 2.5

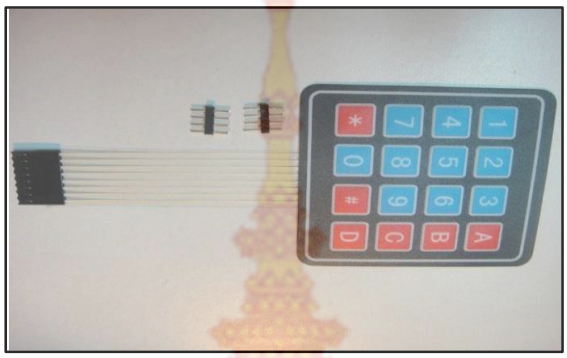
ภาพที่ 2.5 แสดงเซ็นเซอร์บอกระดับน้ำ

จากภาพที่ 2.5 แสดงลักษณะของเซ็นเซอร์บอกระดับน้ำ Future Kit รุ่น FK902 ที่มีแหล่งจ่ายไฟขนาด 9 โวลท์ดีซี กินกระแสสูงสุดประมาณ 25 มิลลิแอมป์ ขนาดแผ่นวงจรพิมพ์ 1.24 x 1.74 นิ้ว มีการส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณ 3 สายสัญญาณ คือ เขียว เหลือง แดง และมีสายไฟบวกให้กระแสไหลผ่าน

2.6.2 แป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4 x 4 ปุ่ม

แป้นปุ่มกดหรือ Keypad เป็นอุปกรณ์สำหรับรับอินพุตจากผู้ใช้ มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่ม ถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์ แบ่งเป็นแถวแนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) เช่น 3 x 4 (12 ปุ่ม) หรือ 4 x 4 (16 ปุ่ม) เป็นต้น แต่ละปุ่มก็จะมีสัญลักษณ์เขียนกำกับไว้ เช่น ตัวเลข 0 ถึง 9 เครื่องหมาย # เครื่องหมาย * เป็นต้น โดยปกติถ้าต่อปุ่มกดแยกจำนวน 16 ตัว จะต้องใช้ขาสัญญาณทั้งหมด

16 ขา แต่ถ้าใช้การจัดเรียงแบบ 4 x 4 จะใช้ขาสัญญาณเพียง 8 ขา แต่ต้องมีการตรวจดูว่า ปุ่มกดใดถูกกดบ้างในขณะนั้น วิธีการนี้เรียกว่า การสแกนปุ่มกด (key scan) สำหรับลักษณะของแป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4 x 4 ปุ่ม สำหรับลักษณะของแป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4 x 4 ปุ่ม แสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 แสดงแป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4x4 ปุ่ม

จากภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะของแป้นปุ่มกด (Keypad) แบบ 4 x 4 ปุ่ม มีสายเชื่อมต่อและคอนเนกเตอร์จำนวน 8 ขา แบบตัวเมีย (Female) ถ้าต้องการเสียบขาลงบนเบรดบอร์ด ก็สามารถใช้ Pin Header ตัวผู้ เป็นตัวเชื่อมต่อได้ ขาทั้ง 8 นั้น ถ้ามองจากด้านหน้า (Front View) และนับจากซ้ายไปขวา จะเป็นขาหมายเลข 1 ถึง 8 ตามลำดับ โดยที่ขา 1 ถึง 4 จะเป็นขาสำหรับแถวแนวนอน (Rows) และขา 5 ถึง 8 จะเป็นขาแนวตั้ง (Columns)

2.6.3 จอแสดงผลแบบ LCD

สำหรับจอแสดงผลแบบ LCD ทางผู้วิจัยได้ใช้จอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ พร้อมไฟ blacklight สีฟ้า สำหรับลักษณะของจอแสดงผลแบบ LCD แสดงดังภาพที่ 2.7

ภาพที่ 2.7 แสดงจอแสดงผลแบบ LCD

จากรูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของจอแสดงผล LCD แบบตัวอักษร ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ตัวหนังสือสีขาวบนพื้นหลังสีฟ้า สามารถปรับความสว่างหน้าจอได้ ใช้ไฟเลี้ยงแรงดัน 5 โวลต์ ติดต่อสื่อสารกับ Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้บัสข้อมูล 4 ถึง 8 บิตแบบขนาน ควบคุมด้วยสัญญาณ Enable และ Read/Write ใช้แสดงผลข้อมูลสถานการณ์ทำงานต่าง ๆ ของระบบได้

2.7 ภาษาและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบงานในครั้งนี้ได้นำซอฟต์แวร์และภาษาทางคอมพิวเตอร์มาช่วยในการพัฒนาระบบ เพื่อให้ได้ระบบงานที่มีประสิทธิภาพโดยได้แบ่งรายละเอียดออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

2.7.1 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

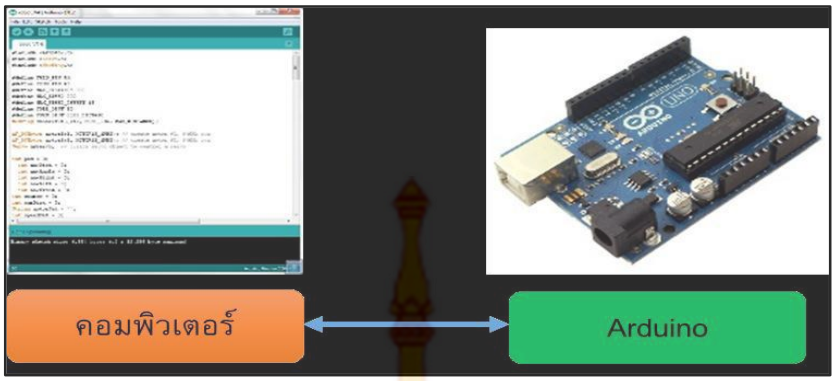
สำหรับภาษาที่ได้นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกภาษาซีมาใช้ในการพัฒนาระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาษาซี เกิดขึ้นในปี ค.ศ.1972 โดย Dennis Ritchie แห่ง Bell Labs โดยภาษาซีนั้นพัฒนามาจากภาษา B และจากภาษา BCPL ซึ่งในช่วงแรกนั้นภาษาซีถูกออกแบบให้ใช้เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมในระบบ UNIX และเริ่มมีคนสนใจมากขึ้นในปี ค.ศ.1978 เมื่อ Brain Kernighan ร่วมกับ Dennis Ritchie พัฒนามาตรฐานของภาษาซีขึ้นมา คือ K&R (Kernighan & Ritchie) และ ทั้งสองยังได้แต่งหนังสือชื่อว่า "The C Programming Language" โดยภาษาซีนั้นสามารถจะปรับใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์รูปแบบต่าง ๆ ได้ ต่อมาในช่วงปี ค.ศ.1988 Ritchie และ Kernighan ได้ร่วมกับ ANSI (American National Standards Institute) สร้างเป็นมาตรฐานของภาษาซีขึ้นมาใหม่มีชื่อว่า "ANSI C" ภาษาซีนั้นจัดเป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่นิยมใช้งาน ซึ่งภาษาซีจัดเป็นภาษาระดับกลาง (Middle-Level Language) เหมาะกับการเขียนโปรแกรมแบบโครงสร้าง (Structured Programming) โดยมีคุณสมบัติโดดเด่นอย่างหนึ่งคือ มีความยืดหยุ่นมาก กล่าวคือ สามารถทำงานกับเครื่องมือต่าง ๆ สามารถปรับเปลี่ยนการเขียนโปรแกรมในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น สามารถเขียนโปรแกรมที่มีความยาวหลายบรรทัดให้เหลือความยาว 2-3 บรรทัดได้โดยมีการผลการทำงานที่เหมือนเดิม

2.7.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

สำหรับซอฟแวร์ที่ได้นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้ภาษาซีเพื่อการพัฒนาระบบผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยซอฟแวร์ที่ได้นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ มีรายละเอียดดังนี้

Arduino IDE คือ platform ที่ทำงานบนฝั่ง hardware โดยมี IDE สำหรับพัฒนา และมี hardware i/o สำหรับต่อ interface สำหรับการทำงานในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการสื่อสารที่คอมพิวเตอร์ที่ทำได้เช่น serial sd card usb wifi lan gps gsm ฯลฯ หรือ module ต่างที่สามารถเพิ่มเข้าไปได้ซึ่งเรียกว่า shiled โดยลักษณะของการใช้งาน Arduino-IDE จะแสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แสดงการใช้งาน Arduino IDE

จากภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของการใช้งาน Arduino-IDE จะรวบรวมชุดไลบรารีสำหรับการทำงานร่วมกับ Arduino hardware โดยการพัฒนาระบบจะใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรม ซึ่งหลังจากพัฒนาหรือจะทำการทดลองเสร็จสิ้น จะอัพโหลดโปรแกรมที่ได้เขียนลงสู่ Arduino hardware ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป Arduino-IDE เพื่อให้ระบบทำงานตามวัตถุประสงค์

2.8 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Internet of Things หรือ ไอโอที (IoT) หมายถึง เครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูก สร้าง และสิ่งของอื่นๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ที่ ฝังตัวอยู่กับอุปกรณ์นั้นๆ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ IoT ยังช่วยให้สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาอีกทั้งยังสามารถควบคุม อุปกรณ์ได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย เป็นการผสมผสานระหว่างธรรมชาติกับ เทคโนโลยีได้อย่างลงตัว สิ่งที่ได้จากการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้คือประสิทธิภาพในการตรวจวัดค่า ต่างๆ ด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์ เช่น การวัดอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ที่มีความแม่นยำสูง ส่งผลให้เกิด ประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น

คำว่า Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 เป็นการพัฒนาต่อ ยอดมาจากเทคโนโลยี RFID ที่ RFID Sensors ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อกันได้ ซึ่งในเวลาต่อมามีการ ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมามากมาย อาทิเช่น smart device, smart grid, smart home, smart intelligent transportation เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นสามารถเชื่อมต่อเข้า กับระบบเครือข่ายทำให้ต่อมา Kevin นิยามให้ว่า internet-like หรือ Things ซึ่งเป็นการแทนการ เรียกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ความหมายของ Internet of Things หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูก เชื่อมโยงเข้าหากันอยู่ภายใต้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้สามารถสั่งการ ควบคุมอุปกรณ์ นั้นๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น การสั่งเปิด-ปิดไฟ เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Smart Home การรับค่าอุณหภูมิ ความชื้น แสง และ

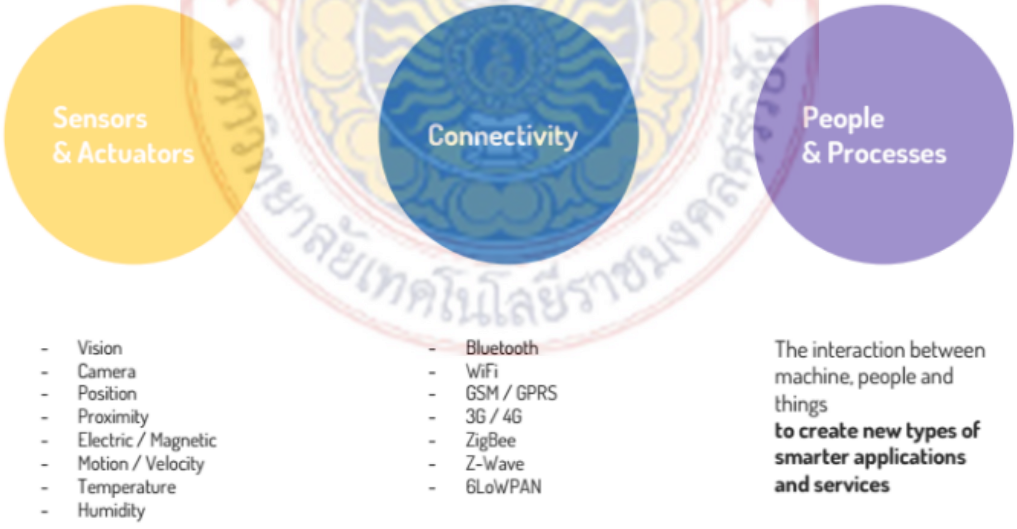
ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในพื้นที่เพาะปลูก หรือที่เรียกว่า Smart Farm เทคโนโลยีเป็นประโยชน์อย่างมาก แต่ก็มีความเสี่ยงเพราะหากระบบรักษาความ ปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำในสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์หรือข้อมูลสารสนเทศที่เป็นความลับส่วนบุคคลได้ ฉนั้นจึงต้องมีการพัฒนาระบบรักษา ความปลอดภัยเทคโนโลยีสารสนเทศควบคู่ไปกับการพัฒนาเทคโนโลยี Internet of Things

องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

2.4.1 Wireless sensor network (WSN) เกิดจาก Sensor node จำนวนมาก ซึ่ง WSN ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยกันได้ อีกทั้งสามารถตรวจจับสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น ภายในเครือข่ายได้อีกด้วย เช่น การตรวจจับค่าแสง อุณหภูมิ ความดัง เป็นต้น เพื่อส่งค่าไปที่อุปกรณ์ ในระบบต่อไป

2.4.2 Access Technology เป็นในส่วนของการพัฒนาเทคโนโลยีในฝั่ง Hardware อาทิเช่น processors, radios และ sensors ที่เรียกรวมกันว่า system on chip (Soc) การเชื่อมต่อ Access technology มีอยู่ 3 รูปแบบ ได้แก่ Bluetooth 4.0, IEEE802.15.4e และ WLAN 802.11 (Wi-Fi)

2.4.3 Gateway Sensor Node มีหน้าที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่ง จะทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดในโครงข่าย Sensor nodes เข้าสู่อินเทอร์ได้ ซึ่ง Gateway Sensor Node จะอยู่ภายใต้ Local network ซึ่งจะต้องมีการกำหนดสิทธิให้กับ Gateway ที่อยู่ภายใต้ Local network นั้นว่าสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้นั้นหมายถึงว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมมายัง Gateway นี้ก็อาจจะสื่อสารกันได้เฉพาะภายใน Local network เดียวกันเท่านั้น



ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การออกแบบภายในโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมและสั่งการได้ผ่านทางเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยจะทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม เชื่อมต่อผ่านระบบอินเตอร์เน็ตไร้สายเพื่อทำการควบคุมอุปกรณ์ลดอุณหภูมิ เครื่องพ่นน้ำบนหลังคา โดยผู้ใช้สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ควบคุมแต่ละตัวผ่านแอพพลิเคชั่นบนมือถือ เพื่อตรวจและควบคุมอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งอีกต่อหนึ่ง เพื่อให้โรงเรือนมีค่าอุณหภูมิที่เหมาะกับการเลี้ยงไก่ไข่

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรพรรณ แซ่ตั้งและคณะ (2560) การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอณุหภูมิและความชื้น โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดแครง ได้ศึกษา การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีประเมินผลการออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยใช้เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และด้าน เทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 5 คน ใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวิเคราะห์การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 2) ผลการออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 3) แบบ ประเมินความคิดเห็นของผลการออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และ 4) แบบประเมินความ เหมาะสมของผลการออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น วิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการออกแบบโรงเรือน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 1.1) การออกแบบภายนอก โรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น 1.2) การออกแบบภายในโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้น และ 1.3) การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในส่วนของห้องควบคุม และห้องเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ 2) ความ คิดเห็นของการออกแบบโรงเรือนภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.63) และ 3) ความเหมาะสมของการ ออกแบบโรงเรือนภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.90, S.D. = 0.57) แสดงว่าสามารถนำผลการออกแบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในการจัดสร้างโรงเรือนสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดแครงได้อย่างเหมาะสม

สาวิตรี ผิวงาม (2560) ระบบเช่าพื้นที่เพาะปลูกอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สาขาวิชา : การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย กล่าวว่า เกษตร 4.0 คือการนำเทคโนโลยี อาทิเช่น Internet of Things (IoT) ซึ่งเป็นการทำงาน ระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมผ่านระบบเครือข่ายเข้ามาช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับ อุตสาหกรรมการเกษตร เพื่อช่วยลดต้นทุนเพิ่มผลผลิต เนื่องจากสามารถทำหน้าที่แทนเกษตรกรใน การควบคุมสภาพแวดล้อมที่มีความเปลี่ยนแปลงบ่อยได้เป็นอย่างดี ด้วยความสามารถของเทคโนโลยี IoT ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาต่อยอดระบบสวนอัจฉริยะมาสู่ธุรกิจการเช่าพื้นที่เพาะปลูกที่ สามารถควบคุมได้จากทางไกลซึ่งพื้นที่เพาะปลูกนั้นมีการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์ควบคุม ต่าง ๆ บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอระบบเช่าพื้นที่เพาะปลูกอัจฉริยะเพื่อเป็นการตอบรับต่อการเปลี่ยนแปลงของภาคเศรษฐกิจที่เน้นการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการให้เกิดเป็นรายได้ ต่อ

ผู้ผลิตโดยความท้าทายของกรอบงานนี้นอกเหนือจากการกำหนดสิทธิการควบคุมพื้นที่เพาะปลูก คือวิธีการป้องกันการเช่าพื้นที่ซ้ำซ้อน การออกแบบให้สนับสนุนการเข้าใช้งานพร้อมกันของผู้ใช้งานที่ ควบคุมอุปกรณ์ต่างพื้นที่เพาะปลูก รวมทั้งต้องคำนึงถึงความแม่นยำของอุปกรณ์เซ็นเซอร์และการสั่ง การอุปกรณ์ควบคุมภายในพื้นที่ที่ทำการเช่า

ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่และ อดิศร ถมยา.(2560).การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ด โดยการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดของกลุ่มอาชีพเพาะเห็ด โดยวิธีการ ควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติซึ่งมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดที่ส่งสัญญาณทางไฟฟ้าเข้ามายังชุดควบคุมอุณหภูมิและความชื้นพร้อมด้วยการเขียนโปรแกรมให้กับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นมาเปรียบเทียบกับค่าปรับตั้งไว้ เมื่อเกิดมีค่าทั้ง 2 ไม่ตรงตามค่าเป้าหมาย ระบบควบคุมจะส่งสัญญาณไปยังระบบปั๊มน้ำให้ทำงานโดยการจ่ายน้ำผ่านท่อน้ำและหัวสปริงเกอร์ที่ได้ออกแบบ ให้มีการกระจายน้ำทั่วบริเวณโรงเพาะเห็ด พบว่ากลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลห้างฉัตร จังหวัด ลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในระดับ 0.7 สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 10.1 กิโลกรัม ต่อการเก็บผลผลิตเห็ด 1 ครั้ง

วีรศักดิ์ ฟองเงินและคณะ. (2561).การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า กล่าวว่า ปัจจุบันเห็ดนางฟ้าถือว่าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีประโยชน์และให้คุณค่า ทางอาหารสูงจึงทำให้เกษตรกรหันมาทำอาชีพเพาะเห็ดเพิ่มขึ้นบางกลุ่มก็ประสบผลสำเร็จบางกลุ่มก็ล้มเหลวซึ่งเกิด จากปัจจัยหลายๆด้านดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาและวางแผนเป็นอย่างดีจากสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่ เปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูทำให้ส่งผลกระทบต่อกลุ่มอาชีพเพาะเห็ดโดยเฉพาะอุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบของ ดอกเห็ดโครงการวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้าง โรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิต ของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยนำก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจำนวน 300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน ผลการทดสอบระบบควบคุมการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิต เป็นที่พอใจและในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและ ความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนักพบว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 1.506 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17

ซึ่งเมื่อ เทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่ง ผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด และนอกจากระบบควบคุม จะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบของ เชื้อเห็ดได้อีกด้วย

ทวีป ตรีหะจินดารัตน์และคณะ(2559).อินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งของสวนอัจฉริยะ กล่าวว่าเนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารต่างๆ เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน มากขึ้น และได้พัฒนาการเชื่อมต่อระหว่างอินเตอร์เน็ตกับอุปกรณ์ต่างๆ เรียกว่าอินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่ง เป็นการนำเสนออินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งของสวนอัจฉริยะ เป็นระบบจัดการดูแลสวนที่สามารถ เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม นำมาประมวลผลและทำงานตามเงื่อนไขได้อย่างอัตโนมัติ แล้วยังสามารถ ควบคุมการทำงานของระบบนี้ได้จากระยะไกลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ สร้างความสะดวกสบาย และง่ายต่อการดูแล โดยนำอินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งมาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เป็นการใช้ งานโนดเอ็มซียู (Node MCU) เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ เขียนคำสั่งผ่านซอฟแวร์ที่มีชื่อว่า อาร์ดูไอโน ไอดีอี ที่เป็น open source ด้วยภาษา C/C++ บรรจุอยู่ในตัวโนดเอ็มซียู โดยควบคุม การทำงานของเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ (DHT22) เซนเซอร์วัดค่าความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor) และ โซลินอยวาวล์ (Solenoid Valve) สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิกับความชื้นที่ ได้รับจากเซนเซอร์และควบคุมการทำงานของระบบนี้จากระยะไกลได้ผ่านเว็บบราวเซอร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเกี่ยวกับโรงเรือนการเลี้ยงไก่ไข่

3.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อผลผลิตของไก่ไข่

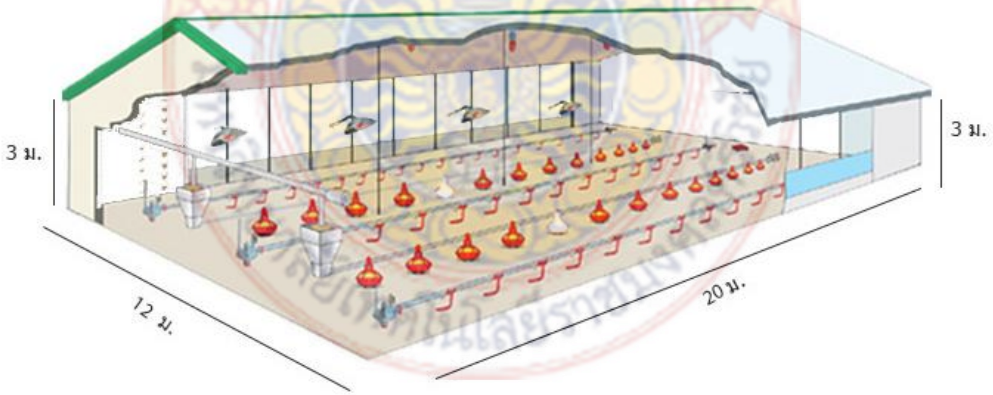
3.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ

3.4 วิธีประเมินและทดสอบ

3.1 ศึกษาเกี่ยวกับโรงเรือนการเลี้ยงไก่ไข่

ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือน จากการศึกษาข้อมูลของโรงเรือนที่เหมาะสมของโรงเรือนฟาร์มตัวอย่าง “ฟาร์มอุทัยทิพย์” ที่อยู่ 73 ม.9 ต.โตนดด้วน อ. ควนขนุน จ. พัทลุง 93110

ลักษณะโครงสร้างโรงเรือนไก่ไข่แบบเปิดจะกั้นโรงเรือนด้วยตาข่ายเหล็กล้อมรอบโรงเรือนไก่ไข่โดยขนาดมิติของโรงเรือนไก่ไข่ตามมาตรฐานของโรงเรือนไก่ไข่ปริมาณ 1,500 – 2,000 ตัวโดยซึ่งขนาดมิติของโรงเรือนไก่ไข่แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ลักษณะโครงสร้างและขนาดมิติของโรงเรือนไก่ไข่

1. ความกว้างโรงเรือนไก่ไข่ มีความกว้างขนาด 12 เมตร ซึ่งเป็นความกว้างตามมาตรฐานของโรงเรือนไก่ไข่จำนวน 1,500 – 2,000 ตัว เป็นขนาดที่เหมาะสมทั้งปริมาณจำนวนไก่และสภาพบริเวณที่ตั้งของโรงเรือนไก่ไข่

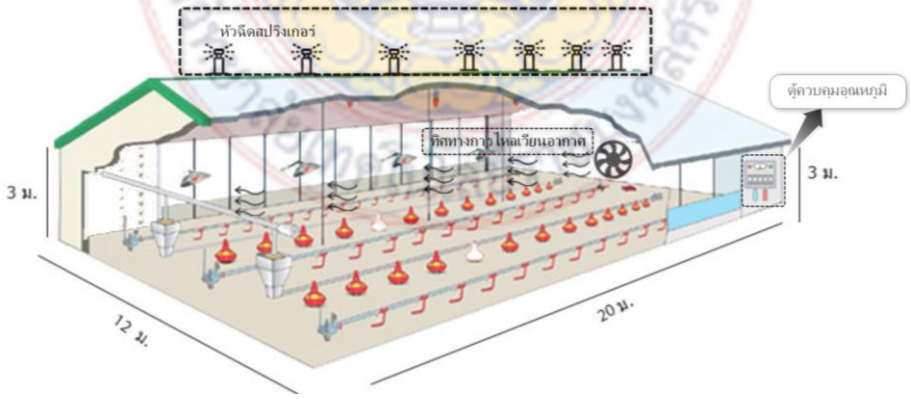
2. ความยาวโรงเรือนไก่ไข่ มีความยาว 20 เมตร เป็นขนาดมาตรฐานสำหรับจำนวนไก่ไข่ 1,500 - 2,000 ตัว และเป็นขนาดความยาวที่เหมาะสมกับสภาพบริเวณพื้นที่ตั้งโรงเรือนไก่ไข่ รวมทั้งมียาวตามมาตรฐานขนาดความยาวของเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ และเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

3. ความสูงของโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่จากพื้นถึงชายหลังคา 3 เมตร

4. หลังคาโรงเรือนไก่ไข่แบบเปิดเป็นหลังคาแบบหน้าจั่ว หลังคามุงด้วยกระเบื้องลอนเอียง 20 องศา ชายคากว้าง 1-1.5 เมตร ความลาดเอียงของหลังคามีผลต่อการครอบคลุมพื้นที่ของโรงเรือนไก่ไข่ การระบายอากาศ และการระบายความชื้น

3.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ส่งผลต่อผลผลิตของไก่ไข่

ความเครียดเนื่องจากความร้อนในไก่ไข่จัดว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังคงเลี้ยงในระบบแบบเปิด ทั้งนี้เพื่อต้องการให้อากาศภายในโรงเรือนมีการหมุนเวียนและระบายอากาศเป็นการลดความร้อนภายในโรงเรือนได้ดี ตามระเบียบของมาตรฐานฟาร์มการระบายอากาศของโรงเรือนระบบเปิด จะต้องมีการระบายอากาศภายในโรงเรือนออกได้หมดภายในเวลาที่กำหนด คือ อากาศหนาว 5 ถึง 8 นาที อากาศปกติ 45 วินาที ถึง 1 นาที 15 วินาที ค่าของฝุ่นละออง ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตรอุณหภูมิ ระยะไก่รุ่น และไก่ไข่ 20 ถึง 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึง 85 จึงได้ออกแบบการควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนไก่ไข่ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงการออกแบบควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนไก่ไข่

ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับขนาดของโรงเรือนการเลี้ยงไก่ไข่สรุประยะของการติดตั้งอุปกรณ์หัวฉีดสปริงเกอร์ จากขนาดโรงเรือนของหลังคา ยาว 20 เมตร จะใช้ หัวฉีดสปริงเกอร์ที่ระยะรัศมี 1.7 เมตร จำนวน 6 ตัว ระยะของการติดตั้งหัวหัวฉีดสปริงเกอร์บนหลังคาของแต่ละหัวห่างกัน 3.3 เมตร พร้อมทั้งติดพัดลมระบายอากาศภายในโรงเรือนตามหลักกลศาสตร์ของไหล ขนาดของพัดลมมีมิติขนาด 1380x1380x450 mm ให้ปริมาณลม: 46000 m3/ชั่วโมง โดยมีตู้ควบคุมการทำงานทั้งการพ่นน้ำ และพัดลมระบายอากาศ มีเซนเซอร์การวัดอุณหภูมิค่อยตรวจสอบค่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนไก่ไข่เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ระบายความร้อนของอากาศ

3.3 ออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งซึ่งได้ดำเนินการออกแบบการพัฒนาระบบไว้ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ 1. แอปพลิเคชัน 2. ระบบเครือข่ายและพื้นที่ข้อมูล 3. ฮาร์ดแวร์และระบบฝังตัวควบคุมอุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 แสดงการออกแบบวงจรในการควบคุมระบบ

จากภาพที่ 3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยมีองค์ประกอบดังนี้

3.3.1 แอปพลิเคชัน ค้างไว้

3.3.1.1 ออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันลงชื่อเข้าใช้

หน้าจอลงชื่อเข้างานเป็นการพิสูจน์ตัวตนสิทธิเข้าใช้งานแอปพลิเคชันโดยได้ออกไว้ดังภาพที่ 3.4

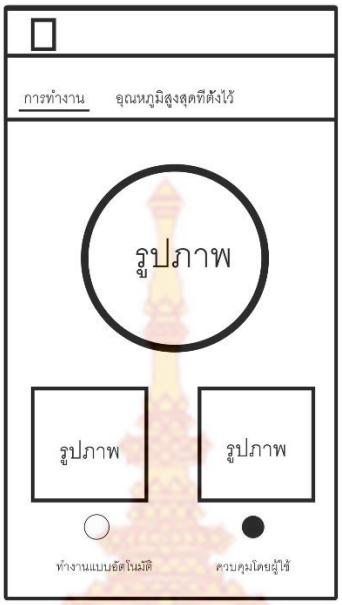
ภาพที่ 3.4 ออกแบบหน้าจอลงชื่อเข้าแอปพลิเคชัน

ในภาพที่ 3.4 เป็นการออกแบบหน้าจอลงชื่อเข้าใช้งานเพื่อพิสูจน์ตัว โดยมีองค์ประกอบคอมโพเน้นดังนี้

- รูปภาพใช้ในการแสดงรูปภาพโลโก้หรือสัญลักษณ์ของแอปพลิเคชัน
- Username email ใช้สำหรับป้อนชื่อชื่อผู้ใช้ หรือ อีเมลของผู้ใช้
- Password ช่องป้อนข้อมูลสำหรับกรอกรหัสผ่านของผู้ใช้งาน

3.3.1.2 ออกแบบหน้าจอเลือกโหมดการทำงาน

การทำงานของแอปพลิเคชันผู้ใช้สามารถเลือกโหมดควบคุมการทำงานได้ 2 โหมด ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ออกแบบหน้าจอเลือกโหมดการทำงาน

การออกแบบหน้าจอเลือกโหมดการทำงานเป็นเลือกการควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ 2 โหมดคือ โหมดควบคุมโดยผู้ใช้ และโหมดอัตโนมัติมีองค์ประกอบคอมโพเน้นดังนี้

- รูปภาพวงกลมใหญ่ แสดงสัญลักษณ์ (icon) หน้าจอให้ผู้ใช้ได้เห็นภาพที่ชัดเจนและจำได้ง่าย
- รูปภาพสี่เหลี่ยมด้านซ้าย แสดงรูปสัญลักษณ์เลือกการทำงานแบบอัตโนมัติ
- รูปภาพสี่เหลี่ยมด้านขวา แสดงรูปสัญลักษณ์การทำงานควบคุมโดยผู้ใช้

3.3.1.3 ออกแบบหน้าจอการตั้งค่าแอปพลิเคชัน

ในการควบคุมโดยระบบอัตโนมัติจำเป็นต้องมีการกำหนดค่าเบื้องต้นก่อนสำหรับสร้างเงื่อนไขในการควบคุมอุปกรณ์ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่โดยได้ออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้ไว้ดังภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 ออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้การตั้งค่าแอปพลิเคชัน

การออกแบบหน้าจอการตั้งค่าแอปพลิเคชันได้แบ่งการตั้งค่าไว้ 2 ส่วน คือ ปั๊มน้ำ และพัดลม มีส่วนประกอบคอมโพเน้นดังนี้

- รูปภาพอุณหภูมิ เป็นการแสดงสถานะค่าอุณหภูมิปัจจุบันแบบเรียลไทม์
- รูปภาพความชื้น เป็นการแสดงสถานะค่าความชื้นปัจจุบันแบบเรียลไทม์
- MIN ช่องป้อนข้อมูลสำหรับกำหนดให้อุปกรณ์หยุดทำงาน
- MAX ช่องป้อนข้อมูลสำหรับกำหนดให้อุปกรณ์เริ่มทำงาน

3.3.1.4 ออกแบบหน้าจอควบคุมโดยผู้ใช้

หน้าจอควบคุมโดยผู้ใช้ ผู้ใช้สามารถสั่งควบคุมเปิด หรือปิดอุปกรณ์ได้จากระยะไกลได้ ออกแบบมีส่วนติดต่อประสานผู้ใช้ดังภาพที่ 3.7

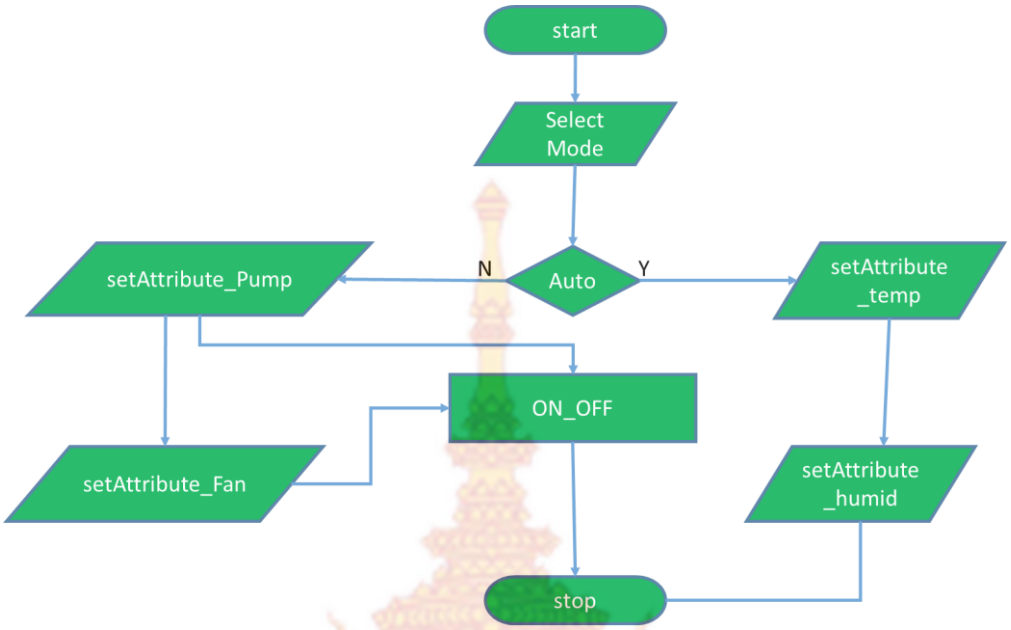
ภาพที่ 3.7 แสดงการออกแบบหน้าจอส่วนติดต่อประสานผู้ใช้ ควบคุมโดยผู้ใช้

ในหน้าจอนี้ผู้ใช้สามารถเลือกเปิด หรือปิดอุปกรณ์ใดๆ ผ่านแอปพลิเคชันซึ่งมีส่วนประกอบคอมโพเน้นดังนี้

- รูปภาพอุณหภูมิ แสดงค่าอุณหภูมิปัจจบันแบบเรียลไทม์
- ตัวเลือก ทำงาน ถ้าผู้ใช้เลือกจะเป็นการสั่งให้อุปกรณ์นั้น ๆ เริ่มต้นทำงานทันที
- ตัวเลือก หยุด ถ้าผู้ใช้เลือกจะการสั่งให้อุกรณ์นั้น ๆ หยุดทำงานทันที
- สปริงเกิล เป็นปุ่มยืนคำสั่งควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำ
- พัดลม เป็นปุ่มยืนคำสั่งควบคุมการทำงานของพัดลม

3.3.1.5 โฟรว์ชาร์ทขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน

โฟรว์ชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันแสดงให้เห็นขั้นตอนกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันทั้งหมดดังภาพที่ 3.8



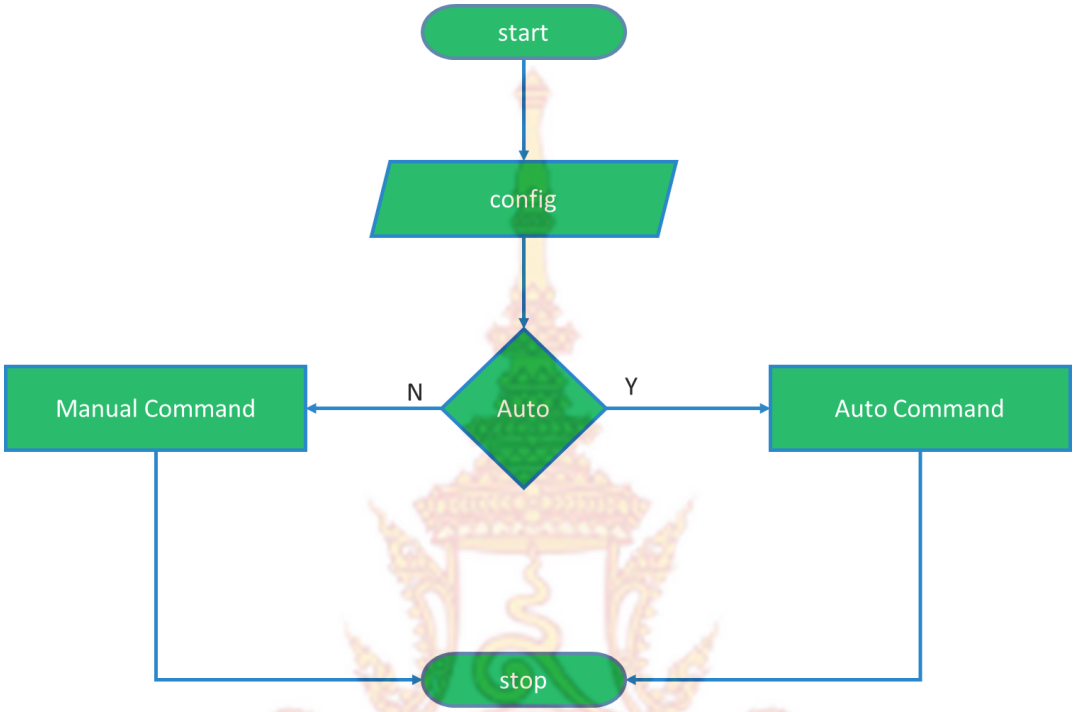
ภาพที่ 3.8 โฟรว์ชาร์ทแสดงการทำงานการควบคุมด้วยแอปพลิเคชัน

การควบคุมด้วยแอปพลิชันผู้ใช้สามารถเลือกโหมดการควบคุมได้ 2 โหมด คือ 1. โหมดควบคุมด้วยตนเอง และ 2. โหมดอัตโนมัติ ซึ่งทั้ง 2 โหมดนั้นต้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อส่งข้อมูลไปยังคลาวด์โดยแยกการจัดเก็บข้อมูลตามแอทริบิวต์ที่ได้กำหนดไว้

3.3.2 ระบบเครือข่ายและพื้นที่ข้อมูล ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการนำเครือข่าย หลาย ๆ เครือข่ายเชื่อมโยงถึงกันโดยมี IPS เป็นเป็นตัวกลางจัดการให้สามารถเชื่อมโยงถึงหากันได้และมีภาษาที่ใช้ในการสื่อสารบนระบบเครือข่ายคือ โพรโตคอล (Protocal) เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการสื่อสารติดต่อหากันได้ บลิ้งแพลตฟอร์ม (Blynk Platform) เป็นส่วนสำคัญในการทำงานของระบบ IoT ซึ่งทำหน้าทีเป็นตัวกลางประสานการทำงานให้มีความสอดคล้องทั้งด้านแอปพลิเคชัน และ ด้านฮาร์ดแวร์และระบบฝังตัวควบคุมอุณหภูมิ ทำให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการดูแลตรวจสอบ ควบคุมการทำงานระยะไกลโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเข้าถึงพื้นที่จัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์แบบเรียลไทม์ได้

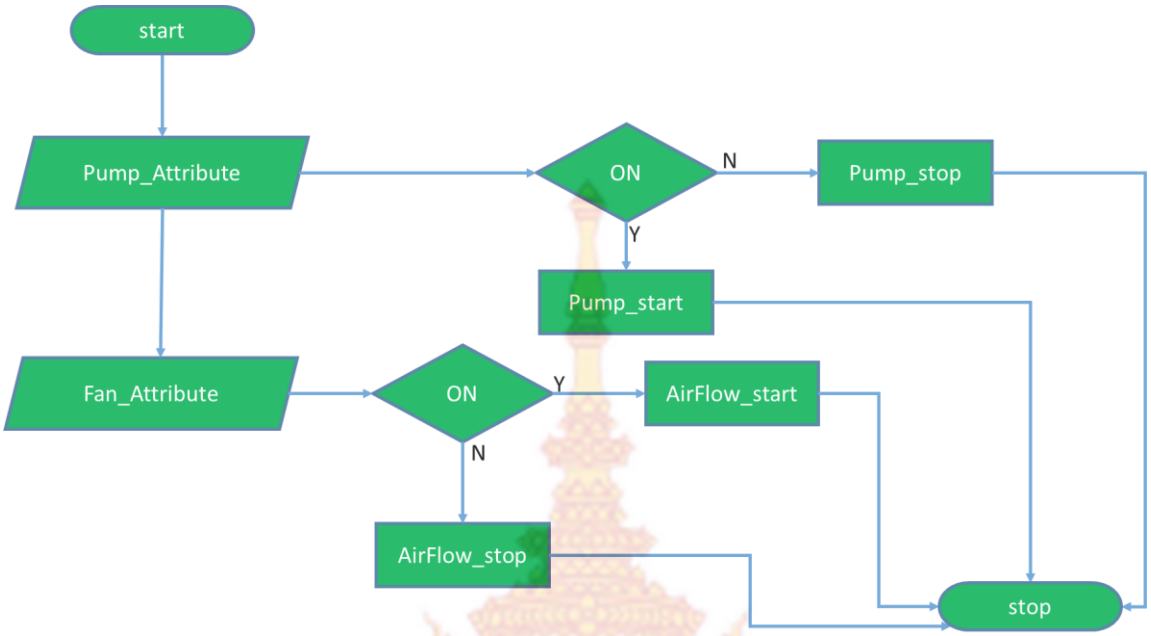
3.3.3 ฮาร์ดแวร์และระบบฝังตัวควบคุมอุณหภูมิ หน่วย MCU ที่ค่อยทำหน้าที่การประมวลผลได้รับข้อมูลจากระบบคลาวด์มาประมวลผลร่วมกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิปัจจุบันมาเป็นข้อมูลเงื่อนไขตัดสินใจของชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ เช่น ปั้มน้ำ และพัดลมตามเงื่อนไขที่ได้ระบุไว้ในชุดระบบฝังตัวของ MCU

ขั้นตอนการประมวลผลคำสั่งของระบบฝังตัว MCU มีขั้นตอนการทำงานดังภาพโฟรว์ชาร์ทที่ 3.9



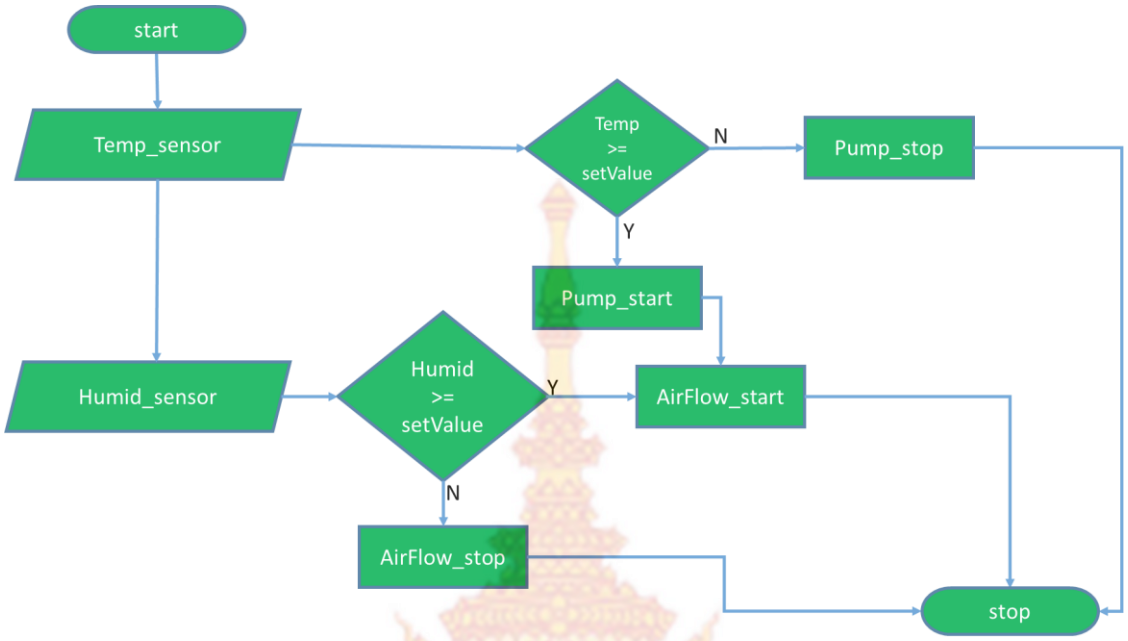
ภาพที่ 3.9 โฟรว์ชาร์ทแสดงการทำงานของระบบฝังตัวภายใน MCU

ภาพที่ 3.9 โฟรว์ชาร์ทแสดงการทำงานของระบบฝังตัวภายใน MCU แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานภายในหน่วย MCU การประมวลผลใน 1 รอบของการทำงานซึ่งจะตรวจสอบคำสั่งในทุกรอบหากมีการปรับปรุงคำสั่งหรือเปลี่ยนแปลงคำสั่งเกิดขึ้นหน่วย MCU จะดำเนินการตามคำสั่งล่าสุดทันที เช่น ผู้ใช้ยกเลิกการทำงานจากโหมดระบบอัตโนมัติ เป็นโหมดระบบรอคำสั่งจากผู้ใช้ ซึ่งกระบวนการทำงานของโหมดระบบรอรับคำสั่งจากผู้แสดงดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 โฟรว์ชาร์ทแสดงกระบวนการทำงานในโหมดระบบรอคำสั่งจากผู้ใช้

จากภาพที่ 3.10 แสดงขั้นตอนกระบวนการทำงานในโหมดระบบรอคำสั่งจากผู้ใช้ควบคุมสั่งการจากแอปพลิเคชันผ่านคลาวด์โดย หน่วย MCU จะเข้าไปอ่านคำสั่งจากคลาวด์ซึ่งถูกแยกคำสั่งตามแอทริบิวต์ MCU จะไม่นำเงื่อนไขสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิ หรือความชื้นขณะนั้นมาเป็นปัจจัยตรวจสอบการซึ่งจะแตกต่างจากโหมดระบบอัตโนมัติแสดงดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 โฟรว์ชาร์ทแสดงกระบวนการทำงานในโหมดระบบอัตโนมัติ

โหมดระบบอัตโนมัติจะนำข้อมูลสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิ และความชื้นมาเป็นเงื่อนไขในการดำเนินการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เช่น ปั๊มน้ำ และ พัดลม ขึ้นกับค่าที่ผู้ใช้ได้กำหนดตั้งค่าไว้ให้ทำงานทุกครั้งที่มีอุณภูมิ หรือความชื้นในอากาศเกินจากค่าที่กำหนดไว้ระบบจะสั่งการทำงานอัตโนมัติ เพื่อลดอุณหภูมิ และความชื้นทันที

3.4 วิธีประเมินและทดสอบ

วิธีประเมินและทดสอบระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3.4.1 วิธีทดสอบประสิทธิภาพของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ได้ประเมินและทดสอบด้วยวิธี Black-Box Testing And White-Box Testing เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยรวม ในการค้นหาข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบโดยแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญสำหรับการทดสอบระบบแบบ Black box Testing

แบบสอบถามงานวิจัย (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....

ประเมินประสิทธิภาพระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับปัจจัยในการดำเนินงานของท่านให้มากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

คำถาม	ความคิดเห็น		
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1
1. ด้านการทำงานของระบบ			
1.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า			
1.2 ความถูกต้องการแจ้งเตือนสถานะการทำงาน			
1.3 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ			
1.4 ความแม่นยำในการสั่งงานระบบ			
1.5 ความมีเสถียรภาพการทำงานของระบบ			
1.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ			
1.7 ความสามารถการทำงานของระบบโดยภาพรวม			
2. ด้านการใช้งานระบบ			
2.1 การติดตั้งระบบและ Application			
2.2 การกำหนดผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้ใช้ระบบ			
2.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน			
2.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ			
2.5 ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงผลบนจอภาพ			
2.6 ความเหมาะสมของสี			
2.7 ความเหมาะสมของตัวอักษร			
2.8 ความเหมาะสมของภาพประกอบ			

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง

ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ						
ข้อที่	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**ผลรวมคะแนน**	**ค่า IOC**	**ผลการพิจารณา**
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
1.6						
1.7						
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
2.6						
2.7						
2.8						
ดัชนีความสอดคล้อง						

3.4.2 การออกแบบ แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

วิธีการประเมินสอบถามความพึงพอใจของใช้ต่อระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งดำเนินการติดตั้งระบบระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งให้เสร็จสิ้นเรียบร้อยและให้ผู้ใช้หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทำการทดลองใช้งานและได้ แบ่งมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับดังนี้

ระดับคะแนน 5 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระดับคะแนน 4 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

ระดับคะแนน 3 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับคะแนน 2 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

ระดับคะแนน 1 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจใจการใช้งานระบบ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ
   - ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 31-44 ปี
   - ☐ 45-50 ปี ☐ 51-54
   - ☐ 55-60 ☐ มากกว่า 60 ปี
3. ระดับการศึกษา
   - ☐ ชั้นประถมศึกษา ☐ ชั้นมัธยมศึกษา
   - ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. รายได้
   - ☐ ต่ำ 10,000 บาท ☐ 10,000-20,000 บาท
   - ☐ 20,001-30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจในระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องที่ตรงกับปัจจัยในการดำเนินงานของท่านให้มากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ด้านการทำงานของระบบ					
1.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า					
1.2 ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล					
1.3 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ					
1.4 ความแม่นยำในการสั่งงานระบบ					
1.5 ความมีเสถียรภาพการทำงานของระบบ					
1.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ					
1.7 ความสามารถการทำงานของระบบโดยภาพรวม					
2. ด้านการใช้งานระบบ					
2.1 การติดตั้งระบบและ Application					
2.2 การกำหนดผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้ใช้ระบบ					
2.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน					
2.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ					
2.5 ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงผลบนจอภาพ					
2.6 ความเหมาะสมของสี					
2.7 ความเหมาะสมของตัวอักษร					
2.8 ความเหมาะสมของภาพประกอบ					
2.9 ความเหมาะสมทางด้านราคาและต้นทุน					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เพื่อนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ประโยชน์ในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ ให้เกิดความสะดวก ลดความยุ่งยากในการตรวจสอบประเมินอุณหภูมิ การระบายความร้อนในโรงเรือนไก่ไข่ด้วยตนเองของเกษตรกร ส่งผลให้ช่วยเกษตรกรประหยัดเวลา และช่วยลดต้นทุนแรงงานทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.1 ผลดำเนินการติดตั้งระบบ

ชุดควบคุมสำหรับระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง การศึกษานำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาจัดการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิด ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับโครงสร้างอาคารโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ ถึงความต้องการของระบบ จากการศึกษาพบว่าโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ขนาด กว้าง 12 เมตร x ยาว 20 เมตร นั้นต้องมีพัดลมไหลเวียนอากาศอย่างน้อย 1 ตัว ขนาดของพัดลมมีมิติขนาด 1380x1380x450 mm ให้ปริมาณลม: 46000 m3/ชั่วโมง และมีกล่องควบคุมกลางสำหรับบรรจุชุดควบคุมทั้งหมดไว้ภายในกล่องเดียวของโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่เพื่อง่ายสำหรับดูแลรักษาชุดอุปกรณ์ดังภาพที่ 4.1 การติดตั้งกล่องควบคุมระบบไอโอที

ภาพที่ 4.1 แสดงกล่องควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข

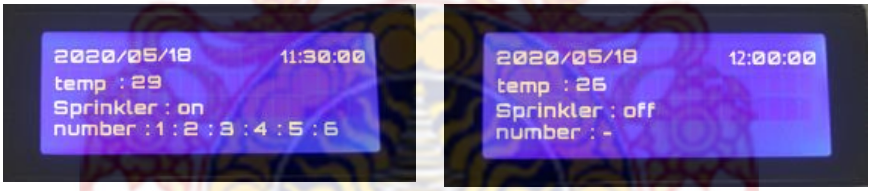
กล่องควบคุมระบบไอโอทีภายในกล่องบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากเพื่อใช้ในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ด้วยเซ็นเซอร์ดิจิตอล และอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WLAN) เป็นช่องทางการสื่อสารและควบคุมการทำงานของระบบไอโอทีภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่จากระยะไกลได้

4.1.1 การติดตั้งและควบคุมหัวพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์รดน้ำ

ได้ดำเนินการติดตั้งชุดควบคุมปั้มน้ำและหัวพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์รดน้ำ จำนวน 6 หัว เข้ากับปั้มน้ำ 2 HP ของโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ขนาด กว้าง 12 เมตร x ยาว 20 เมตร ผลการดำเนินการติดตั้งดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2 แสดงการติดตั้งหัวพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์รดน้ำ

สปริงเกอร์รดน้ำจำนวน 6 หัวกับขนาดโรงเรือน กว้าง 12 เมตร x ยาว 20 เมตร จะช่วยลดความร้อนสะสมบนหลังคาโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ลงได้ ดังภาพที่ 4.3



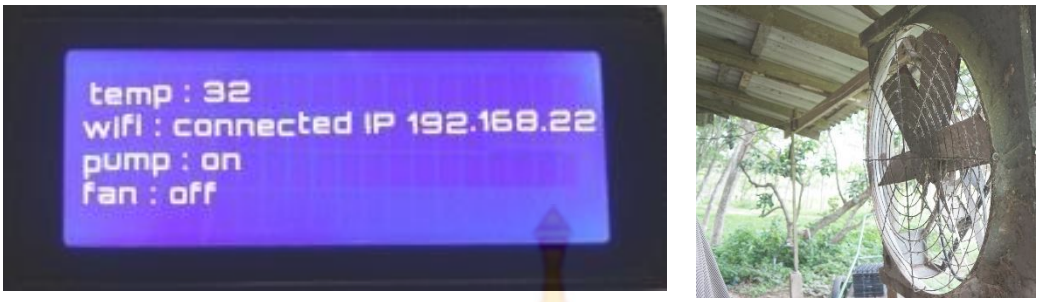
A B

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบเปิดสปริงเกอร์รดน้ำ

จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิในระยะเวลา 30 นาที โดยภาพ (A) จะแสดงค่าอุณหภูมิที่ 29 องศาเซลเซียสและเริ่มสั่งเปิดหัวพ่นน้ำแบบสปริงเกอร์รดน้ำ เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาทีแสดงค่าอุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ในภาพ (B) แสดงให้เห็นว่าการรดน้ำด้วยสปริงเกอร์รดน้ำช่วยให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ถึง 3 องศาเซลเซียส

4.1.2 การติดตั้งควบคุมพัดลม

การเปิดพัดลมเพื่อช่วยการไหลเวียนถ่ายเทอากาศให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นชุดควบคุมพัดลมสามารถช่วยให้ผู้ใช้หรือเกษตรกรควบคุมเปิดได้จากระยะไกล หรือสามารถควบคุมจากเงื่อนไขที่ตั้งไว้ให้ควบคุมการเปิดปิดได้อัตโนมัติทำให้สะดวกมากขึ้นแสดงการควบคุมดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แสดงผลการควบคุมพัดลม

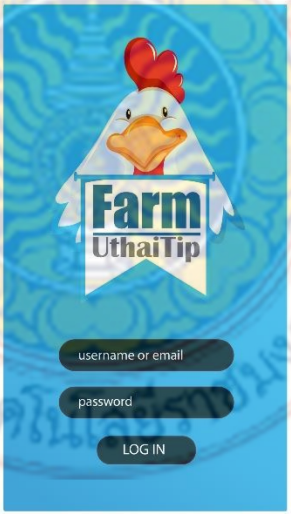
ผลการทดลองควบคุมพัดลมภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่สามารถควบคุมการทำงานของพัดได้ 2 คำสั่งตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้คือ สามารถควบคุมสั่งเปิดพัดลม และปิดพัดลมได้จากระยะไกล หรือสั่งควบคุมโดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

4.2 ผลดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ผลดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

4.2.1 หน้าจอแอปพลิเคชันลงชื่อเข้าใช้งาน

การลงชื่อเข้าใช้งานเป็นการระบุพิสูจน์ตัวตนสิทธิ์เข้าถึงระบบ ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

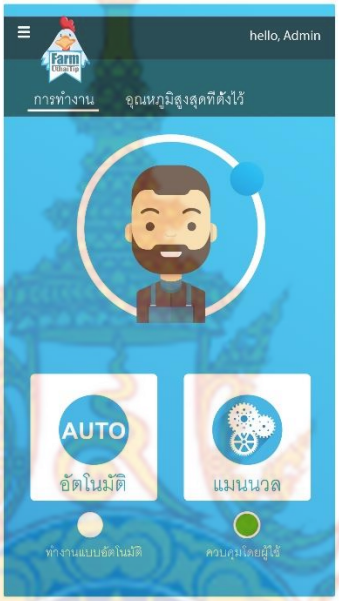


ภาพที่ 4.5 แสดงหน้าแอปพลิเคชันระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่

การติดตั้งแอปพลิเคชันในครั้งแรกนั้นผู้ใช้ต้องลงชื่อเข้าใช้ก่อนแต่ในการเปิดแอปพลิเคชันในครั้งถัดไปนั้นสามารถเข้าใช้งานได้ทันทีไม่จำเป็นต้องลงชื่อเข้าใช้ซ้ำอีกเพื่อความสะดวกสำหรับใช้งาน

4.2.2 หน้าจอแอปพลิเคชันการเลือกการควบคุม

ในความสามารถของแอปพลิเคชันเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดและเพื่อให้เหมาะสมกับในแต่ละสถานะการณ์นั้นอาจจะมีการปรับเปลี่ยนกำหนดความต้องการได้ฉะนั้นแอปพลิเคชันจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตลอดโดยแอปพลิเคชันนั้นจะโหมดให้ผู้ใช้ได้เลือกตามความต้องการ คือ โหมดอัตโนมัติ และโหมดแมนนวล ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.6 แสดงหน้าจอเลือกการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่

การเลือกโหมดควบคุมนั้นสามารถเลือกได้ 2 โหมดคือ อัตโนมัติ และแมนนวล การเลือกอัตโนมัติการกำหนดค่าไว้ล่วงหน้าโดยมีค่าเซ็นเซอร์สภาพอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่เป็นเงื่อนไขในการควบคุมสั่งการทำงานของอุปกรณ์ ปั๊มน้ำ และพัดลม วิธีกำหนดค่าหรือตั้งสามารถทำได้ดังในข้อที่ 4.2.3

4.2.3 หน้าจอแอปพลิเคชันตั้งการควบคุมอัตโนมัติ

การตั้งค่าในหน้าจอการตั้งนี้เป็นการตั้งค่าใช้งานสำหรับการทำงานในโหมดอัตโนมัติเท่านั้นวิธีการตั้งค่านั้นสามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.7 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชันการตั้งค่าการควบคุมอัตโนมัติ

ในการตั้งค่าผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานของอุปกรณ์ได้ดังนี้

- ปั๊มน้ำ การตั้งค่าให้ปั๊มน้ำทำงานจะขึ้นกับอุณหภูมิของสภาพอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่สามารถกำหนดช่วงค่าอุณหภูมิได้ ค่า MAX หมายถึงเมื่ออุณหภูมิสูงถึง ค่า MAX ให้ปั๊มน้ำเริ่มทำงานเพื่อพ่นน้ำบนหลังคาโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ และเมื่อลดลงมาถึงค่า MIN สั่งให้ปั๊มน้ำหยุดทำงาน
- พัดลม การตั้งค่าของพัดลมจะขึ้นกับค่าความชื้นโดยผู้ใช้สามารถตั้งค่าได้ในลักษณะเดียวกันกับปั๊มน้ำคือ ถ้าค่าความชื้นสูงขึ้นถึงค่า MAX พัดลมจะเริ่มทำงาน และถ้าค่าความชื้นลดต่ำลงมาถึงค่า MIN สั่งให้พัดลมหยุดทำงาน

4.2.4 หน้าจอควบคุมโดยผู้ใช้

โหมดแมนนวลคือการควบคุมการทำงานของอุกรณ์ไอโอทีโดยผู้ใช้ หน้าจอแอปพลิเคชันมีองค์ประกอบคอมโพเน้นดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.8 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชันโหมดแมนนวล

การทำงานของอุปกรณ์บ้างครั้งอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับโหมดอัตโนมัติ ผู้จัยได้ออกแบบและพัฒนาให้ตรงกับความต้องการองเกษตรกรหรือผู้ใช้เป็นสำคัญจึงได้ใส่ความสามารถให้แอปพลิเคชันสามารถควบโดยผู้ใช้ได้ เมื่อผู้ใช้เลือกโหมดนี้ขึ้นมาทำงานระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะปิดการทำงานในระบบอัตโนมัติทันโดยจะไม่นำค่าสภาพแวดล้อมมาเป็นปัจจัยเงื่อนไขในการสั่งการควบคุมอุปกรณ์ ฉะนั้นระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งถูกสั่งการทั้งหมดจากผู้ใช้เท่านั้น

4.3 การประเมินและทดสอบประสิทธิภาพ

การประเมินและทดสอบประสิทธิภาพของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

4.3.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยผู้เชี่ยวชาญผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลค่าดัชนีความสอดคล้อง

สำหรับขั้นตอนในการออกแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจ ได้ดำเนินการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถาม โดยเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ						
ข้อที่	**คนที่ 1**	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**	**ผลรวมคะแนน**	**ค่า IOC**	**ผลการพิจารณา**
1.1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.5	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
1.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
1.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.1	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
2.2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2.8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
ดัชนีความสอดคล้อง					0.96	

4.3.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยผู้ใช้งานและผู้เกี่ยวข้องผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบสอบถามในด้านเพศ

เพศ	**จำนวน**	**ร้อยละ**
เพศชาย	2	66.66
เพศหญิง	1	33.33
รวม	**3**	**100.00**

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบสอบถามในด้านอายุ

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 30 ปี	0	0.00
31-44 ปี	1	33.33
45-50 ปี	2	66.66
51-54	0	0.00
55-60	0	0.00
มากกว่า 60 ปี	0	0.00
รวม	**3**	**100.00**

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบสอบถามในด้าน ระดับการศึกษาสูงสุด

ระดับการศึกษาสูงสุด	จำนวน	ร้อยละ
ชั้นประถมศึกษา	1	33.33
ชั้นมัธยมศึกษา	1	33.33
ปริญญาตรี	1	33.33
สูงกว่าปริญญาตรี	0	0.00
รวม	**330**	**100.00**

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้ตอบสอบถามในด้าน รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน

รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำ 10,000 บาท	1	33.33
10,000 – 20,000 บาท	1	33.33
20,001 – 30,000 บาท	1	33.33
มากกว่า 30,000 บาท	0	0.00
รวม	**3**	**100.00**

ตารางที่ 4.6 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบด้านการทำงานของระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับพึงพอใจ**
1.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.67	0.483	มากที่สุด
1.2 ความถูกต้องการแจ้งเตือนสถานะการทำงาน	4.09	0.681	มาก
1.3 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.16	0.652	มาก
1.4 ความแม่นยำในการสั่งงานระบบ	4.42	0.620	มาก
1.5 ความมีเสถียรภาพการทำงานของระบบ	4.43	0.654	มาก
1.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ	4.22	0.679	มาก
1.7 ความสามารถการทำงานของระบบโดยภาพรวม	4.06	0.739	มาก
รวม	4.29	0.64	มาก

ตารางที่ 4.7 แสดงความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบด้านการใช้งานของระบบ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับพึงพอใจ**
2.1 การติดตั้งระบบและ Application	4.54	0.629	มากที่สุด
2.2 การกำหนดผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้ใช้ระบบ	4.40	0.527	มาก
2.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน	4.27	0.613	มาก
2.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.67	0.483	มากที่สุด
2.5 ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงผลบนจอภาพ	4.48	0.585	มาก
2.6 ความเหมาะสมของสี	4.42	0.620	มาก
2.7 ความเหมาะสมของตัวอักษร	4.43	0.654	มาก
2.8 ความเหมาะสมของภาพประกอบ	4.22	0.679	มาก
2.9 ความเหมาะสมทางด้านราคาและต้นทุน	4.57	0.602	มากที่สุด
รวม	4.44	0.599	มาก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เพื่อนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้ประโยชน์ในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่ให้เกิดความสะดวก ลดภาระงานให้กับเกษตรกร ได้ดำเนินการพัฒนาและติดตั้งชุดควบคุมสำหรับระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง ได้ประเมินทดสอบประสิทธิภาพและความพึงพอใจแต่ละด้านสรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 การประเมินทดสอบประสิทธิภาพของระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุงโดยผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับมากมีความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วยค่าเฉลี่ย 4.20

5.1.2 การประเมินทดสอบความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก มีความพึ่งพอใจด้วยค่าเฉลี่ย 4.36

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้งาน

ผู้ใช้งานผู้สนใจควรมีความรู้เรื่องทางคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะทำให้ศึกษาและนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

ควรเพิ่มการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เป็นสารสนเทศได้

5.3 ปัญหาอุปสรรคการวิจัย

จากการพัฒนาระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง ผู้วิจัยสรุปปัญหาและอุปสรรค ได้ดังต่อไปนี้

5.3.1 ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่และลักษณะการใช้งาน เช่น ขนาดปั๊มแรงดันน้ำต้องเพียงพอกับแรงดันการจ่ายน้ำ

5.3.2 การเก็บข้อมูลจากผู้ใช้งานที่ต้องมีความรู้ในการให้ข้อมูลตามความเป็นจริงในการปรับสภาพแวดล้อมของโรงเรือน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์. (2561). รายงานข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศดไทย ปี 2561

ณัฐวุฒิ บุญโรจน์วงค์, กชกร พระพรตระการ. 2560, ความหลากหลายของคิวอาร์โค้ด, มหาวิทยาลัยพายัพ

วีรากร พงศ์พนิตานนท์. 2557, การออกแบบและพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับอาชญากรรมทางไซเบอร์, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ประภากร ธาราฉาย.(2560). กาผลิตสัตว์ปีก. โรงเรือนและอุปกรณ์สัตว์ปีก

วรางคณา กิจพิพิธ.(2560). มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, (2560). ผลกระทบของค่าดัชนีความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ภายใต้การเลี้ยงแบบระบบเปิด

วีรศักดิ์ ฟองเงินและคณะ. (2561).การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า.วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม.คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2561.

ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่และ อดิศร ถมยา.(2560).การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง.วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม 2557 – มิถุนายน 2557.

สมนึก จิระศิริโสภณ. (2559). Internet of Things (IoT). (เอกสารอัดสาเนา).

สาวิตรี ผิวงาม (2560) ระบบเช่าพื้นที่เพาะปลูกอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สาขาวิชา : การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย.สาขาวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย.ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.(2561).สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ในปี 2560

เสฏฐวิทย์ เกิดผล. (2559). เซ็นเซอร์สาหรับ Internet of Things. ค้นเมื่อ 2 มกราคม 2560 ค้นจาก https://goo.gl/cdLcKd

ทวีป ตรีหะจินดารัตน์และคณะ(2559).อินเตอร์เน็ตกับทุกสิ่งของสวนอัจฉริยะ.สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ธีรยศ เวียงทอง และประยูร จวงจันทร์. (2554). ระบบควบคุมอุณหภูมิความชื้นอัตโนมัติในโรงเรือนแบบปิด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ธีระชัย หลำเนียม, (2559). การออกแบบและประยุกต์สวนอัจฉริยะบนระบบไอโอที
กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

อรพรรณ แซ่ตั้ง, นิสา พุทธนาวงศ์, ณัฐพล ธนเชวงสกุล, 2560. การออกแบบโรงเรือนสำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดแครง

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามงานวิจัย (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

โครงการวิจัย เรื่อง ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ต
ของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อวิจัย เรื่อง ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง
2. เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบกราฟิกดีไซน์ของบรรจุภัณฑ์สินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง
3. เพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านการออกแบบกราฟิกดีไซน์และประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง

โดยแบบสอบถามชุดนี้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยรวม ค้นหาข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในระบบ จากการดำเนินการแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ เพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถาม

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับการอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดีและขอขอบคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้

ด้วยความขอบคุณ คณะนักวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ

.....

ประเมินประสิทธิภาพระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับปัจจัยในการดำเนินงานของท่านให้มากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

คำถาม	ความคิดเห็น		
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1
1. ด้านการทำงานของระบบ			
1.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า			
1.2 ความถูกต้องการแจ้งเตือนสถานะการทำงาน			
1.3 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ			
1.4 ความแม่นยำในการสั่งงานระบบ			
1.5 ความมีเสถียรภาพการทำงานของระบบ			
1.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ			
1.7 ความสามารถการทำงานของระบบโดยภาพรวม			
2. ด้านการใช้งานระบบ			
2.1 การติดตั้งระบบและ Application			
2.2 การกำหนดผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้ใช้ระบบ			
2.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน			
2.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ			
2.5 ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงผลบนจอภาพ			
2.6 ความเหมาะสมของสี			
2.7 ความเหมาะสมของตัวอักษร			
2.8 ความเหมาะสมของภาพประกอบ			

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามงานวิจัย (สำหรับผู้ใช้งานระบบ)

โครงการวิจัย เรื่อง ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อวิจัย เรื่อง ระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง โดยมีวัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง
2. เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบกราฟิกดีไซน์ของบรรจุภัณฑ์สินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง
3. เพื่อเผยแพร่ความรู้ด้านการออกแบบกราฟิกดีไซน์และประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดพัทลุง

โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจใจการใช้งานระบบ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับการอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดีและขอขอบคุณในความร่วมมือมา ณ โอกาสนี้

ด้วยความขอบคุณ คณะนักวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ไสใหญ่)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงเกี่ยวกับแบบสอบถาม

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ
   - ☐ ต่ำกว่า 30 ปี ☐ 31-44 ปี
   - ☐ 45-50 ปี ☐ 51-54
   - ☐ 55-60 ☐ มากกว่า 60 ปี
3. ระดับการศึกษา
   - ☐ ชั้นประถมศึกษา ☐ ชั้นมัธยมศึกษา
   - ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. รายได้
   - ☐ ต่ำ 10,000 บาท ☐ 10,000-20,000 บาท
   - ☐ 20,001-30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจในระบบจัดการอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ไข่แบบโรงเรือนเปิดด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พื้นที่จังหวัดพัทลุง
คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับปัจจัยในการดำเนินงานของท่านให้มากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด
ระดับคะแนน 2 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย
ระดับคะแนน 3 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง
ระดับคะแนน 4 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก
ระดับคะแนน 5 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

รายการ	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. ด้านการทำงานของระบบ					
1.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า					
1.2 ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล					
1.3 ความเร็วในการประมวลผลของระบบ					
1.4 ความแม่นยำในการสั่งงานระบบ					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1.5 ความมีเสถียรภาพการทำงานของระบบ					
1.6 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ					
1.7 ความสามารถการทำงานของระบบโดยภาพรวม					
2. ด้านการใช้งานระบบ					
2.1 การติดตั้งระบบและ Application					
2.2 การกำหนดผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้ใช้ระบบ					
2.3 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ง่ายต่อการใช้งาน					
2.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ					
2.5 ความชัดเจนของสารสนเทศที่แสดงผลบนจอภาพ					
2.6 ความเหมาะสมของสี					
2.7 ความเหมาะสมของตัวอักษร					
2.8 ความเหมาะสมของภาพประกอบ					
2.9 ความเหมาะสมทางด้านราคาและต้นทุน					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย