สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
สารบัญชุดคำสั่ง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.2.1 ขอบเขตการวิจัย	2
1.2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	2
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลองเก็บข้อมูล/	3
1.4.1การศึกษาการทำงานและเตรียมติดตั้งระบบตรวจรู้ไร้สาย และระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติแบบสั่งการผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ	3
1.4.2การวิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบระบบ และสรุปผล	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1.5.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 5

2.1.1 แสงและความต้องการของพืช 5

2.1.2 ความชื้นในดิน 7

2.1.3 ความชื้นในบรรยากาศ 9

2.1.4 บทบาทของอุณหภูมิต่อการเจริญของพืช 10

2.1.5 การให้น้ำและระบายน้ำ 13

2.1.6 การให้น้ำทางผิวดิน 13

2.1.7 การให้น้ำโดยซึมจากใต้ดิน 14

2.1.8 การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน 14

2.1.9 การระบายน้ำ 15

2.2.10 หลักเกณฑ์และวิธีการเลือกใช้ระบบให้น้ำแบบต่างๆ 16

2.2 ระบบตรวจรู้ไร้สาย 16

2.2.1 ระบบตรวจรู้ไร้สาย 16

2.2.2 คุณสมบัติของ mote 17

2.2.3 การควบคุมและใช้งานระบบ Wireless Sensor Networks 17

2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 18

2.4 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ 19

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบการประมาณค่าในช่วง 19
2.4.2 การประมาณค่าแบบ Kriging 19
2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 20
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 22
3.1 การออกแบบระบบฝั่งลูกข่าย 23
3.1.1 บอร์ด Arduino 23
3.1.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ 26
3.1.3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิของดิน 28
3.1.4 เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพันธ์ของดิน 29
3.1.5 เซนเซอร์วัดความเข้มแสงแวดล้อม 30
3.1.6 อุปกรณ์ส่งรับสัญญาณวิทยุ 30
3.1.7 การควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ 34
3.1.8 การประหยัดพลังงาน 35
3.2 อุปกรณ์ฝั่งแม่ข่าย 38
3.2.1 ส่วนรับสัญญาณวิทยุ 38
3.2.2 การออกแบบฐานข้อมูล 39
3.2.3 การควบคุมการเปิดปิดโซเลนอยด์ 40

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 41
4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานฝั่งลูกข่าย 42
4.1.1 การทำงานของไมโครคอนโทลเลอร์ 43
4.1.2 การจัดการค่าบนเครื่องแม่ข่าย 66
4.1.3 การบันทึกข้อมูล 67
4.2 กล่องบรรจุเซนเซอร์ 69
4.3 การแสดงผล 71
4.4 การควบคุมโซเลนอยด์ 73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 76
5.1 สรุปผลการวิจัย 76
5.1.1 สรุปผลการพัฒนาระบบ 76
5.1.2 สรุปผลการทำงานของระบบ 78
5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย 79
5.2.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 79
5.2.2 ข้อเสนอแนะแนวทางการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ 80
บรรณานุกรม 81
ภาคผนวก 83

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino รุ่นต่าง ๆ (ข้อมูลปีพ.ศ.2558)	24
3.2 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino UNO	26
3.3 คุณสมบัติของ SHT11 ในการวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	27
3.4 คุณสมบัติของ SHT11 ในการวัดอุณหภูมิของอากาศ	27
3.5 เวลาที่จำเป็นต้องใช้ในการสื่อสารด้วยโพรโทคอล SPI ของ CC1100	32
3.6 ไบต์สถานะของ CC1100	33
3.7 การทำงานของบอร์ด Arduino ในโหมดประหยัดพลังงานแบบต่างๆ	36
3.8 ช่วงเวลาของดับเบิลยูดีที	37
3.9 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับบันทึกข้อมูลที่วัดได้	40
4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเริ่มใช้งาน CC1100	46
4.2 บิตคำสั่งงานของ SHT11	54
4.3 สัมประสิทธิ์สำหรับการคำนวณความชื้นสัมพัทธ์จาก SHT1x	60
4.4 สัมประสิทธิ์การชดเชยอุณหภูมิสำหรับการคำนวณความชื้นสัมพัทธ์จาก SHT1	60
4.5 สัมประสิทธิ์การแปลงอุณหภูมิสำหรับการคำนวณอุณหภูมิจาก SHT1x เมื่อเทียบกับความต่างศักย์อินพุต	60
4.6 สัมประสิทธิ์การแปลงอุณหภูมิสำหรับการคำนวณอุณหภูมิจาก SHT1x เมื่อเทียบกับกับความละเอียดของการวัดค่า	61
4.7 การเข้ารหัสข้อมูลสำหรับการส่งสัญญาณวิทยุ	63

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2. 1ระบบการให้น้ำแบบหยด	13
2. 2ระบบการให้น้ำแบบหยด	14
2. 3การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน หัวฉีดหมุนได้รอบตัว	15
2.4 ภาพรวมของระบบ E2K	21
3.1 ภาพรวมของระบบที่พัฒนา(สีแดง) ระบบส่วนที่ติดตั้งที่สวน (สีเขียว) เครื่องแม่ข่ายกลาง และ (สีน้ำเงิน) ระบบฝั่งผู้ใช้	22
3.2 ตัวอย่างบอร์ด Arduinoรุ่น UNO ทั้งสามแบบ	23
3.3 ตัวอย่างการสื่อสารระหว่าง SH11 กับไมโครคอนโทรเลอร์	28
3.4 เซนเซอร์วัดข้อมูลอากาศ (ซ้าย) LM393 สำหรับวัดความชื้นสัมพัทธ์ และ (ขวา) TPS852เซนเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ	29
3.5 ตัวอย่าง CC1100	30
3.6 สเตทไดอะแกรมของ CC1100	31
3.7 สแตทไดอะแกรมของโปรแกรมควบคุมการทำงานของงานวิจัยนี้	34
3.8 ผังงานการควบคุมการหลับของบอร์ด Arduino ด้วยดับเบิลยูดีที	38
3.9 โซเลนอยด์ AQT15SP	40
4.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ฝั่งลูกข่าย)	42
4.2 คลาสไดอะแกรมของ CC1101	43
4.3 คลาสไดอะแกรมของ SHT1x	52
4.4 ตัวอย่างการควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่	70

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

4.5 เซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ของดินที่เสื่อมสภาพ หลังจากใช้งานประมาณ 30 วัน 71

4.6 ตัวอย่างการแสดงข้อมูลที่บันทึกไว้ประมาณ 30 วัน (บน) อุณหภูมิ,
(กลาง) ความชื้นสัมพัทธ์ และ (ล่าง) ความเข้มแสงแวดล้อม
โดยแสดงข้อมูลของอากาศและดินด้วยเส้นสีน้ำเงินและแดงตามลำดับ 72

4.7 ตัวอย่างการควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ 73

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญชุดคำสั่ง

ชุดคำสั่งที่	หน้า
4.1 เมธอดreset ของคลาส CC1101	45
4.2 เมธอดอ่านข้อมูลจากเรจิสเตอร์	48
4.3 เมธอดเขียนข้อมูลลงรีจิสเตอร์	49
4.4 เมธอดส่งข้อความสั่ง	49
4.5 เมธอดส่งข้อมูลผ่านสัญญาณวิทยุ	50-51
4.6 เมธอด shiftIn ของคลาส SHT1x	53
4.7 ชุดคำสั่ง Arduino สำหรับตัวจัดลำดับเริ่มต้นการส่งข้อมูลของ SHT11	54
4.8 การอ่านข้อมูลจาก SHT11	55
4.9 เมธอด readTemeratureRaw ของคลาส SHT1x	57
4.10 เมธอด waitForResultSHT ของคลาส SHT1x	58
4.61 เมธอด skipCrcSHT ของคลาส SHT1x	59
4.12 ฟังชั่นสำหรับการอ่านค่าจากเซนเซอร์แบบแอนะล็อก	62
4.13 ฟังก์ชั่นเข้ารหัสข้อมูล	64
4.14 ลูปหลักสำหรับใช้สั่งให้บอร์ด Arduino หลับเป็นเวลา 10 นาที	65
4.15 เมธอด receiveData ของคลาส CC1101	66-67
4.75 คำสั่ง PHP สำหรับการเขียนข้อมูลที่อ่านได้ลงฐานข้อมูล MySQL	68
4.16 การควบคุมโซเลนอยด์เพื่อเปิดปิดวาล์วน้ำ	75

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี