

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	(1)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(2)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(3)
กิตติกรรมประกาศ.....	(4)
สารบัญ.....	(5)
สารบัญตาราง.....	(6)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความต้องการน้ำของพืช.....	3
2.2 การวิเคราะห์พืชพรรณจากระยะไกล.....	10
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	12
2.4 มาตรฐานการรับส่งข้อมูล.....	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	23
3.1 ภาพรวม.....	23
3.2 ฮาร์ดแวร์.....	24
3.3 ซอฟต์แวร์ของโหนดรับบริการ.....	36
3.4 ซอฟต์แวร์ของโหนดให้บริการ.....	38
3.5 ฐานข้อมูลและซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์ให้บริการ.....	43
3.6 การทดลอง.....	56
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	59
ฮาร์ดแวร์.....	59
การอิมพลีเมนต์ซอฟต์แวร์.....	62
อภิปรายผลการทดลอง.....	86
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	91
บรรณานุกรม.....	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์พีชเฉลี่ยจากการทดลอง.....	5
2.2 สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงวิธีต่าง ๆ.....	6
2.3 คุณสมบัติของบอร์ด Arduino รุ่นต่าง ๆ.....	13
2.4 พารามิเตอร์การร้องขอบริการของมาตรฐานดับเบิลยูเอฟเอส.....	18
2.5 พารามิเตอร์ของมาตรฐานดับเบิลยูเอฟเอสที่เพิ่มมาในเวอร์ชัน 2.0.0.....	18
2.6 พารามิเตอร์ของมาตรฐานเอสไอเอสที่เพิ่มมาในเวอร์ชัน 2.0.0.....	22
3.1 คุณสมบัติของ BH1750FVI.....	32
3.2 คุณสมบัติของมอดูลจีพีอาร์เอส/จีเอสเอ็ม.....	34
3.3 คำสั่งงานที่สำคัญของ SHT1x.....	36
3.4 คำสั่งงานของ BH1750FVI.....	37
3.5 คำสั่งงานเอทีที่สำคัญ.....	39
3.6 แฉวลำดับของข้อมูลที่จะส่งจากโหนดให้บริการ.....	41
3.7 ความต้อปรับจากคอมพิวเตอร์ให้บริการ.....	42
3.8 ความต้องการของระบบต่าง ๆ บนคอมพิวเตอร์ให้บริการ.....	43
3.9 พจนานุกรมข้อมูลตารางข้อมูลผู้ใช้.....	44
3.10 พจนานุกรมข้อมูลตารางข้อมูลเซ็นเซอร์พจนานุกรมข้อมูลตารางข้อมูลเซ็นเซอร์.....	44
3.11 พจนานุกรมข้อมูลตารางข้อมูลพีช.....	45
3.12 พจนานุกรมข้อมูลตารางจังหวัด.....	45
3.13 พจนานุกรมข้อมูลตารางข้อมูลตรวจวัด.....	45
3.14 พจนานุกรมข้อมูลตารางค่าสัมประสิทธิ์พีช.....	46
3.15 พจนานุกรมข้อมูลตารางแผนการให้น้ำ.....	46
3.16 ค่าสัมประสิทธิ์พีชของคณน้ำ.....	47
3.17 ETO รายเดือนจังหวัดจันทบุรี.....	48
3.18 ตัวอย่างพารามิเตอร์ของการร้องขอ getCapabilities.....	50
3.19 ตัวอย่างพารามิเตอร์ของการร้องขอ DescribeSensor.....	51
3.20 ตัวอย่างพารามิเตอร์ของ getObservation.....	52
4.1 คลังโปรแกรมภายนอกที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	63
4.2 ค่าที่ใช้ในการสั่งงานคลังโปรแกรมเคิร์ล.....	73
4.3 การร้องขอข้อมูลแผนการให้น้ำ.....	80
4.4 อัตราค่าน้ำประปาสาขาอื่นทั่วประเทศ ประเภทที่อยู่อาศัย.....	81
4.5 ตัวอย่างแผนการให้น้ำสำหรับคณน้ำ.....	81
4.6 วันที่มีการบันทึกภาพ เริ่มต้นเพาะปลูกวันที่ 11 มกราคม 2560.....	84
4.7 การทดสอบการใช้พลังงานของโหนดรับบริการ (ไม่ต่อเซ็นเซอร์).....	87
4.8 การใช้พลังงานของบอร์ด การใช้พลังงานของบอร์ด	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างบอร์ด Arduino รุ่นรุ่นต่าง ๆ.....	12
2.2 ตัวอย่างการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอลการสื่อสารอนุกรม.....	14
2.3 ตัวอย่างการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอลไอทิวซี.....	15
2.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อด้วยโปรโตคอลเอสพีไอ.....	16
2.5 ตัวอย่างเอกสารอิเล็กทรอนิกส์เอ็มแอล.....	16
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานต่าง ๆ ที่ไอจีซีกำกับ.....	17
2.7 ตัวอย่างข้อความตอบกลับของการร้องขอ GetCapabilities.....	20
2.8 ตัวอย่างข้อความตอบกลับของการร้องขอ GetFeature.....	21
3.1 สแตตไดอะแกรม.....	23
3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3.....	24
3.3 ขาต่าง ๆ ของ ATmega328P-PU.....	24
3.4 สคีมเมติกไดอะแกรมของ Arduino R3.....	25
3.5 สคีมเมติกไดอะแกรมของ Arduino แบบวงจรเล็กสุด.....	25
3.6 สคีมเมติกไดอะแกรมของวงจรพื้นฐานแบบวงจรเล็กสุด.....	26
3.7 แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์.....	26
3.8 ตัวชาร์จแบตเตอรี่.....	27
3.9 แผงเซลล์สุริยะ.....	27
3.10 เซ็นเซอร์วัดข้อมูลดิน.....	28
3.11 เซ็นเซอร์วัดข้อมูลดินแบบกันน้ำ.....	28
3.12 ตัวส่งวิทยุความถี่ 433 เมกะเฮิรตซ์.....	29
3.13 สายอากาศของตัวส่งวิทยุ.....	29
3.14 วงจรรวมสำหรับอุปกรณ์ฝั่งรับบริการ.....	30
3.15 ตัวรับส่งวิทยุ.....	31
3.16 การตอบสนองช่วงคลื่นต่าง ๆ ของ BH1750FVI.....	31
3.17 เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงแวกด์ล้อม.....	32
3.3.18 มอดูลนาฬิกาเวลาจริง.....	33
3.19 มอดูลจีพีอาร์เอส/จีเอสเอ็ม.....	33
3.20 วงจรสื่อสารกับมอดูลจีพีอาร์เอส/จีเอสเอ็ม.....	34
3.21 วงจรควบคุมโซเลนอยด์.....	35
3.22 วงจรรวมของโหนดให้บริการ.....	36
3.23 เรจิสเตอร์ของ DS3231.....	40
3.24 อีอาร์ไดอะแกรมของระบบงานบนคอมพิวเตอร์ให้บริการ.....	44
3.25 ตัวอย่างการตอบรับของการร้องขอ getCapabilities.....	51
3.26 ตัวอย่างการตอบรับของการร้องขอ DescribeSensor.....	52
3.27 ตัวอย่างการตอบรับของการร้องขอ getObservation.....	53

ภาพที่	หน้า
3.28 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้.....	54
3.29 การออกแบบส่วนติดต่อสำหรับการวางแผนการให้น้ำ.....	55
3.30 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ส่วนอื่น.....	56
3.31 แบบแปลนของแปลงเพาะปลูก.....	5
4.1 การผลิตแผ่นวงจรโหนดรับบริการ.....	60
4.2 เครื่องประจุแบตเตอรี่ลิโไฟเรเตอร์.....	61
4.3 โหนดให้บริการ.....	61
4.4 กล้องต้นแบบสำหรับใส่เซ็นเซอร์วัดข้อมูลดิน.....	63
4.5 ฟังก์ชัน encode_data.....	63
4.6 ฟังก์ชัน loop.....	65
4.7 ชุดคำสั่งควบคุมการกลับของไมโครคอนโทรเลอร์.....	66
4.8 ชุดคำสั่งอ่านข้อมูลและส่งข้อมูล.....	66
4.9 ชุดคำสั่งการแปลงและเข้ารหัสข้อมูลแบบสองไบต์.....	67
4.10 ชุดคำสั่งการจัดการข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ.....	68
4.11 ชุดคำสั่งการแปลงและเข้ารหัสข้อมูลแบบสี่ไบต์.....	69
4.12 ชุดคำสั่งควบคุมการกลับของไมโครคอนโทรเลอร์.....	70
4.13 ชุดคำสั่งควบคุมการเตรียมข้อมูลและส่งข้อมูลผ่านจีพีอาร์เอส.....	70
4.14 ชุดคำสั่งการตรวจสอบการให้น้ำ.....	71
4.15 การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรเลอร์.....	72
4.16 การส่งงานคลังโปรแกรมเคิร์ล.....	73
4.17 การส่งงานคลังโปรแกรมเคิร์ล.....	73
4.18 ตัวอย่างรหัสต้นฉบับของเว็บพยากรณ์ข้อมูลรายจังหวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา.....	75
4.19 การส่งงานคลังโปรแกรมเคิร์ล.....	75
4.20 ตัวอย่างข้อมูลพยากรณ์อากาศที่ได้จากฟอร์คา.....	76
4.21 ตัวอย่างข้อมูลพยากรณ์อากาศที่ได้จากโอเพ่นเวเธอร์แมพ.....	77
4.22 การค้นหาข้อมูลที่ต้องการจากแท็กในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล.....	78
4.23 เว็บแอปพลิเคชันต้นแบบสำหรับแสดงข้อมูลอากาศปัจจุบัน.....	78
4.24 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงข้อมูลความต้องการใช้น้ำของพืช.....	79
4.25 แสดงทดสอบการแสดงผลข้อมูลแผนการให้น้ำบนโปรแกรมจำลอง.....	82
4.26 รายละเอียดแผนการให้น้ำช่วงเวลาต่าง ๆ.....	83
4.27 การเตรียมการเพาะปลูก.....	83
4.28 สไลด์ที่ 1-3.....	85
4.29 สไลด์ที่ 4-7.....	85
4.30 สไลด์ที่ 8-10.....	86
4.31 ภาพสรุปการเจริญเติบโตของคะน้าระยะเวลาต่าง ๆ.....	86
4.32 เปรียบเทียบการใช้พลังงาน.....	88