

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนของการสรุปผลการวิจัยและส่วนข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยโดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) สรุปผลการวิจัย แบ่งออกเป็นสรุปผลการพัฒนาระบบและสรุปผลการทดสอบการทำงานของระบบตรวจรู้รั้วสายและระบบตัดสินใจให้น้ำผ่านโทรศัพท์มือถือ
- 2) ข้อเสนอแนะ เป็นข้อเสนอแนะในด้านวิธีการการศึกษา จำแนก และแนวทางในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1.1 สรุปผลการพัฒนาระบบ

ระบบงานส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Arduino นั้นพัฒนาด้วย Arduino IDE 1.01 เป็นหลักโดยผู้วิจัยได้ใช้คลาส CC1101 จากคลังคำสั่ง panstamp ร่วมกับคลาส SPI ของ Arduino ในการติดต่อกับตัวรับส่งวิทยุ และกำหนดความถี่วิทยุเป็น 833 เมกะเฮิรตซ์และส่งข้อมูลโดยใช้คลาส SHT1x ในการติดต่อกับ SHT11 และใช้คลาส DallasTemperature ร่วมกับคลาส OneWire ในการติดต่อกับ DS18B20 แสดงการทดสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมด โดยส่วนประกอบหลักของระบบ มีดังนี้

5.1.1.1 เครื่องลูกข่าย ประกอบด้วยเซ็นเซอร์สำหรับวัดข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่อ่านได้จาก SHT11 ทำงานโดยการแปลงข้อมูลข้อมูลดิบให้เป็นความชื้นสัมพัทธ์เชิงเส้น (RH_L) ด้วยสมการ $RH_L = c1 + c2*SO_RH + c3*SO_RH2$ สำหรับการอ่านค่าจากตัววัดความเข้มแสงแวลด์ลอมจะใช้เซ็นเซอร์ TPS852 ซึ่งสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแอนะล็อก พบว่าเซ็นเซอร์ TP852 มีความไว (sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงเป็นอย่างมากด้วย ในการอิมพลิเมนต์จริง จึงต้องสร้างฟังก์ชัน readAnalogRaw เพื่อทำหน้าที่อ่านข้อมูลแอนะล็อก เพื่อใช้คำนวณค่าเฉลี่ยจากการอ่านข้อมูลจากขาอินพุตที่เป็นแอนะล็อก โดยได้กำหนดให้วนอ่านค่าเป็นจำนวน 10 รอบ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าที่อ่านจาก

อุปกรณ์ที่มีความไวเช่นนี้ โดยในแต่ละรอบการทำงานจะเริ่มต้นด้วยการอ่านข้อมูลเปล่าไปก่อนหนึ่งครั้งแล้วหยุดรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อรอให้เอ็ดซีเสถียร หลังจากนั้นจึงทำการอ่านข้อมูลจริง ๆ มาเก็บไว้ แล้วรอ 20 มิลลิวินาที ก่อนจะวนซ้ำ

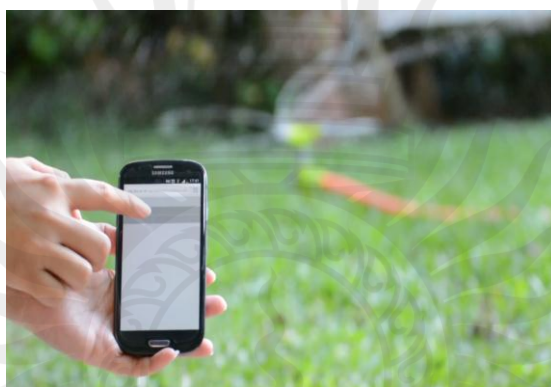
5.1.1.2 เครื่องแม่ข่าย เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สกัดข้อมูลที่ส่งมาทางสัญญาณวิทยุได้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งต่อข้อมูลที่รับได้เหล่านี้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านทางพอร์ตอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที ที่คอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะมีโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาด้วยการประมวลผล เพื่อคอยฟังข้อมูลดังกล่าว หากพบว่ามิข้อมูลมา ก็จะสกัดสายอักขระจากช่องทางการสื่อสารออกมาเก็บไว้ แสดงตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกเก็บไว้ตลอดช่วงเวลาประมาณ 1 เดือนเนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการให้ข้อมูลที่ตรวจวัดได้ทั้งหมดเผยแพร่สู่สาธารณะผ่านทางอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำข้อมูลที่บันทึกได้เหล่านี้ไปจัดเก็บบนเครื่องแม่ข่ายอีกเครื่องหนึ่งที่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นในกรณีนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องแม่ข่ายของสาขาวิชาฯ ที่ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยฯ เป็นคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอีกหนึ่งเครื่องสำหรับการบันทึกข้อมูลและแสดงผลข้อมูลที่ตรวจวัดได้ โปรแกรมที่จัดการสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้พัฒนาด้วยภาษา PHP และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ในการทำงาน โดยสคริปต์ PHP ที่เครื่องแม่ข่ายเครื่องนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ส่งมาผ่านจากแม่ข่ายเครื่องแรกทางโพรโทคอล HTTP โดยใช้การส่งพารามิเตอร์แบบ GET ทั้งนี้ นอกจากจะส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายที่มหาวิทยาลัยแล้ว ระบบจะสำรองข้อมูลเหล่านี้ไว้ที่เครื่องแม่ข่ายอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสูญหายเมื่อการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตขัดข้อง

การแสดงผลข้อมูลนั้นกำหนดให้แสดงเป็นกราฟเพื่อความสะดวกในการแปลผล ผู้วิจัยแสดงกราฟบนเว็บเพจโดยใช้คำสั่ง ChartJS ซึ่งเป็นคำสั่งคำสั่งภาษาจาวาสคริปต์ โดยในหน้าเว็บแสดงผลนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีกล่องข้อความให้ผู้ใช้งานช่วงเวลาสำหรับการใช้ในการกรองข้อมูลที่ต้องการแสดง และเมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มแสดงผล สคริปต์จะตรวจสอบความสมเหตุสมผลของตัวแปร หลังจากนั้นจึงสร้างใช้ภาษา PHP อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ตามเงื่อนไขช่วงเวลาที่ใช้กำหนด แล้วใช้สคริปต์ภาษา PHP ในการถ่ายค่าข้อมูลจากภาษา PHP มาเป็นตัวแปรในภาษาจาวาสคริปต์

ข้อมูลที่อ่านได้จากเซนเซอร์ทั้งหมดนี้จะถูกรวบรวมเข้าด้วยกันแล้วเข้ารหัสเป็นข้อมูลใหม่หนึ่งชุด โดยข้อมูลใหม่จะอยู่ในรูปของแถวลำดับของไบต์ จากการวิจัยนี้กำหนดไว้ให้มีจำนวน 13 ไบต์ โดยไบต์ที่ 1 – 2 สำหรับบันทึกอุณหภูมิดิน, ไบต์ที่ 3 – 4 บันทึกความชื้นสัมพัทธ์ดิน, ไบต์ที่ 5 – 6 บันทึกอุณหภูมิอากาศ, ไบต์ที่ 7 – 8 บันทึกความชื้นสัมพัทธ์อากาศ, ไบต์ที่ 9 – 10 บันทึกความเข้มแสงแวดล้อม

และใบต์ที่ 11 – 12 สำรองไว้ใช้ในอนาคต และเพื่อความสะดวกในการส่งข้อมูล ผู้วิจัยจึงแปลงข้อมูลที่เป็นทศนิยมให้เป็นรูปจำนวนเต็ม โดยการคูณด้วย 100.0 ซึ่งจะทำให้ค่าที่ส่งได้รับมีความละเอียดถึงทศนิยมลำดับที่สองซึ่งเป็นความละเอียดที่เพียงพอต่อการใช้งานในงานวิจัยครั้งนี้

5.1.1.3 ส่วนการควบคุมการเปิด ปิดวาล์วน้ำ ระบบส่วนสุดท้ายของงานวิจัยนี้คือการควบคุมการเปิดปิดวาล์วน้ำ เว็บไซต์สำหรับการควบคุมนี้พัฒนาด้วยภาษา PHP ดังภาพที่ 5.1 แสดงตัวอย่างการควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่และสมาร์ทโฟน



ภาพที่ 5.1 การทดสอบการควบคุมการเปิดปิดน้ำผ่านสมาร์ทโฟน

5.1.2 สรุปผลการทำงานของระบบ

ระบบที่พัฒนานั้นสามารถทำงานได้ดี โดยที่ระบบสามารถวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ได้ตามที่กำหนดแต่ มักจะพบสัญญาณรบกวนแทรกในบางครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของข้อมูลความเข้มแสงแวลล์มั้นจะพบมากในช่วงกลางคืน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการออกแบบระบบไฟฟ้าของวงจรนั้นยังทำไม่ได้รัดกุมพอ จึงอาจจะทำให้เกิดการรบกวนกันจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบนสายวงจรจนไปรบกวนการทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ และอีกประการหนึ่งคือการเสื่อมสภาพของเซนเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ดิน ซึ่งเป็นเงื่อนไขปกติของการใช้เซนเซอร์กลุ่มนี้ เนื่องจากหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ที่เลือกใช้นั้นไม่ได้มีการเคลือบสารป้องกันการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสความชื้นเป็นเวลานาน การวิจัยพบว่าอุปกรณ์นี้สามารถใช้วัดข้อมูลได้เป็นระยะเวลาประมาณหนึ่งเดือนก่อนที่หน้าสัมผัสจะเสื่อมจนไม่สามารถใช้งานต่อได้อีก ภาพที่ 5.2 แสดงสภาพของเซนเซอร์หลังจากใช้งานหนึ่งเดือน



ภาพที่ 5.2 เซ็นเซอร์ที่เสื่อมสภาพหลังจากใช้งานประมาณหนึ่งเดือน

จากการวิจัยพบว่าการเปิดปิดวาล์วน้ำนั้นจะมีการหน่วงเวลาบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยกำหนดให้โปรแกรม Processing บนคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องแรก ส่งข้อความร้องขอไปยังแม่ข่ายเครื่องที่สอง เพื่อตรวจสอบสถานะการของวาล์วน้ำ ซึ่งกำหนดให้มีตรวจสอบสถานะนี้ทำทุก ๆ หนึ่งวินาที

5.2 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.2.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.2.1.1 ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจจะเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์ให้มากยิ่งขึ้น เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลในกรณีที่มีเซ็นเซอร์หลายตัว ส่งข้อมูลพร้อมกันและเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่เกษตรให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.2.1.2 การศึกษาระบบตรวจรู้โรยสำหรับควบคุมระบบการให้น้ำ ครั้งต่อไปที่เน้นผลการตรวจวัดและให้น้ำที่ถูกต้องและเหมาะสมกับชนิดพืชมากยิ่งขึ้นและ ควรเพิ่มการจดบันทึกปัจจัยที่เกิดขึ้นแบบรายวันในพื้นที่ศึกษาเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด

5.2.1.3 ในการพัฒนาระบบครั้งต่อไปควรเน้นไปในเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลผลิตระหว่างสวนผลไม้ที่รดน้ำด้วยระบบปกติกับสวนที่ใช้การรดน้ำด้วยระบบที่ตรวจวัดการขาดน้ำด้วยระบบ

5.2.2 ข้อเสนอแนะแนวทางการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การประยุกต์นาระบบที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาไปใช้กับระบบการให้น้ำและการตัดสินใจในการให้น้ำต้นไม้ ในแต่ละช่วงเวลา โดยอาศัยการสั่งการผ่านโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดในด้านต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตร



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี