

ระบบให้บริการผ่านกลุ่มเมฆสำหรับการตรวจวัดและการให้น้ำพืชอัตโนมัติตามค่า
ความชื้นในดิน

**Cloud-Based Service System for Automatic Plant Monitoring
and Watering based on Soil Moisture**

รัฐศิลป์ รานอกภาณุวัชร

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594

Received: November 19, 2018; Revised: December 18, 2018; Accepted: December 24, 2018; Published: December 25, 2018

ABSTRACT – This research is an automatic plant monitoring and watering based on soil moisture using Internet of Things (IoT) and Amazon Cloud technology. The developed system consists of 1) Wireless sensor network for monitoring soil moisture 2) Gateway is responsible for plant watering with control the water pump, tank water level measuring, rain sensor and sending data to AWS IoT via MQTT protocol using 3G/WIFI, and 3) AWS cloud system for Webserver and Database server. The system has dashboard for displaying on real-time and historical data. Moreover, the operation system can be automatic and manual. It also supports many users and many plants. The experimental results show that the operation system is accurate.

KEY WORDS -- Internet of Things; Amazon cloud technology; Automatic plant watering; Soil moisture sensor

บทคัดย่อ – งานวิจัยนี้ เป็นระบบตรวจวัดและควบคุมการให้น้ำพืชอัตโนมัติตามค่าความชื้นในดิน โดยใช้เทคโนโลยีคลาวด์ของอเมซอนร่วมกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบที่พัฒนาประกอบไปด้วย 1) เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดิน 2) Gateway สำหรับควบคุมสั่งการปั้มน้ำ วัดระดับน้ำในแทงค์น้ำ เซนเซอร์น้ำฝน โดยรับค่าเซนเซอร์จากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและส่งข้อมูลไปยัง AWS IoT ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย 3G/WIFI และ 3) Amazon Cloud ประกอบด้วย บริการ EC2 สำหรับติดตั้ง Webserver และการประมวลผลการให้น้ำพืชตามค่าความชื้นในดิน บริการ RDS เป็นฐานข้อมูล SQL สำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้และโปรไฟล์พืช บริการ DynamoDB เก็บข้อมูลเซนเซอร์ต่างๆ ในรูปแบบ NoSQL และบริการ AWS IoT เป็นตัวจัดการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Gateway กับระบบคลาวด์ผ่านโปรโตคอล MQTT ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลผ่านหน้าจอบอร์ด Dashboard สำหรับดูข้อมูลแบบ Realtime และย้อนหลัง รวมถึงสามารถสั่งการให้น้ำพืชทั้งแบบอัตโนมัติและแบบ manual ได้อีกด้วย และรองรับการใช้งานหลายไร่หรือหลายเกษตรกร ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถสามารถทำงานได้ถูกต้อง ทั้งในเรื่องการเก็บข้อมูล การรับส่งข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการแสดงผลบนหน้าจอบอร์ด Dashboard

คำสำคัญ – อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง; เทคโนโลยีคลาวด์ของอเมซอน; ระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติ; เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับการเกษตร นอกจากทำการเกษตรเพื่อยังชีพแล้วยังสามารถส่งออกผลผลิตนำรายได้เข้าประเทศได้อีกด้วย เช่น ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อยและน้ำตาล และอื่นๆ [1] ทั้งนี้การที่ผลผลิตที่ได้จะมีคุณภาพดีนั้น ขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัย ประกอบด้วย ความสมบูรณ์ของดิน แร่ธาตุและสารอาหารที่พืชต้องการในการเจริญเติบโต สภาพภูมิอากาศ แสงสว่าง และแหล่งน้ำที่อุดมสมบูรณ์ [2-3] ซึ่งหากพืชขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเหล่านี้ อาจจะทำให้ผลผลิตที่ได้ ไม่ได้คุณภาพตรงตามที่ตลาดต้องการ อีกทั้งปัญหาก็ยังเป็นที่ปัญหาที่มีผลเสียหายต่อกิจกรรมทางการเกษตร [4-5] โดยเฉพาะปัญหาภัยแล้งทำให้ไม่มีน้ำทำการเกษตรตลอดฤดูกาล ดังนั้นถ้ามีเครื่องมือช่วยให้เกษตรกรควบคุม จัดการ และอำนวยความสะดวกการใช้น้ำให้คุ้มค่าก็จะช่วยให้ปลูกพืชได้ตลอดฤดูกาล

ในปัจจุบันเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามามีบทบาท ทำให้ผู้คนในทุกระดับสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีมากขึ้น อีกทั้งเทคโนโลยียังช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตประจำวัน อาทิ เช่น การสั่งงานเปิดปิดไฟในบ้านผ่านโทรศัพท์มือถือหรือผ่านเว็บไซต์ [6-7] รวมถึงการให้บริการผ่านเทคโนโลยีกลุ่มเมฆ (cloud technology) [8-10] นอกจากนี้ยังนำเอาเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (wireless sensor network (WSN)) มาช่วยในการเก็บข้อมูลค่าเซนเซอร์ต่างๆแล้วส่งขึ้นเครื่องแม่ข่ายหรือระบบให้บริการกลุ่มเมฆ [11-13] นอกจากนี้รัฐบาลยังมีนโยบายขับเคลื่อนประเทศไทยด้วยโมเดลไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งเศรษฐกิจของประเทศจะต้องขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ดังนั้นในส่วนภาคเกษตรกรรมจะต้องใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยมากขึ้น เพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมถึงการดำเนินการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้

ด้วยเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมาทำให้ผู้พัฒนา เล็งเห็นถึงปัญหาของเกษตรกรและสนับสนุนนโยบายรัฐบาล จึงมีแนวคิด

ที่จะนำเทคโนโลยีมาแก้ปัญหา โดยการพัฒนาระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติตามค่าความชื้นในดิน มีการวัดค่าความชื้นในดินทั่วทั้งแปลง ไร้ผ่านเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย ด้วยเทคโนโลยี Internet of Things [22][23] และให้บริการผ่านเทคโนโลยีกลุ่มเมฆ ด้วยเทคโนโลยีของ Amazon cloud [24] เพื่อเป็นระบบที่คอยอำนวยความสะดวก และแก้ปัญหาให้กับเกษตรกร

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวข้องที่ผ่านมา พบว่ามีการวิจัยของ Singh และคณะ [14] นำเสนอระบบควบคุมการให้น้ำพืชอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีก่อนเมฆ ช่วยให้เกษตรกรบริหารจัดการน้ำภายในไร่ได้ง่ายขึ้น Chana และคณะ [15] สร้างระบบ Agri-Info ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศอัตโนมัติบนก่อนเมฆสำหรับบริการด้านการเกษตร ที่ช่วยจัดการข้อมูลการเกษตรต่างๆบนพื้นฐานข้อมูลจากผู้ใช้ผ่านอุปกรณ์มือถือ Biswal และคณะ [16] พัฒนาระบบ Greeves ซึ่งเป็นระบบตรวจวัดและการให้น้ำพืชในโรงเรือนผ่านเทคโนโลยีก่อนเมฆ และ Prabhushankar และคณะ [17] นำเสนอระบบการให้น้ำพืชอัตโนมัติสำหรับการบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบที่นำเสนอใช้ระบบสมองกลฝังตัวสั่งให้สังโชนอวยาวาล์ ปิดเปิดน้ำและผู้ใช้สั่งการผ่านมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในส่วนเทคโนโลยีเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย มีงานวิจัยของ Karim และคณะ [18] นำเสนอการเปรียบเทียบการสื่อสารของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและการออกแบบพัฒนาระบบตรวจวัดต่างๆสำหรับงานเกษตรกรรมทั้งประเทศพัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา Zografos [19] นำเสนอระบบตรวจวัดด้วยใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายด้วย ZigBee ส่วนงานวิจัยของ Mahesh และคณะ [20] นำเสนอระบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดและเชื่อมต่อกับ Cloud server สำหรับประมวลผลกิจกรรมทางการเกษตรภายในไร่ และ Dharani และคณะ [21] นำเสนอเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายภายในไร่ด้วย ZigBee แล้วส่งข้อมูลไป Server ด้วยเทคโนโลยี GSM ซึ่งการสรุปเปรียบเทียบงานวิจัยที่นำเสนอเกี่ยวกับงานวิจัยเกี่ยวข้องที่ผ่านมา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบงานวิจัยที่นำเสนอกับงานวิจัยเกี่ยวข้องที่ผ่านมา

| | งานวิจัยที่นำเสนอ | Singh [14] | Chana [15] | Prabhushankar [17] | Mahesh [20] |
|--|-------------------|--------------|------------|--------------------|-------------|
| 1. มีระบบ Wireless Sensor Network | มี | NA | NA | NA | มี |
| 2. วิธีการส่งข้อมูลจาก Gateway ไป Cloud | ระบบ 3G/WIFI | Ethernet | NA | GS/GPRS | NA |
| 3. การแสดงผลและควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต | ผ่าน Dashboard | ผ่าน Android | NA | ผ่าน Android | NA |
| 4. มีระบบประหยัดพลังงานที่ Sensor Node | มี | NA | NA | มี | NA |
| 5. มีระบบควบคุมปริมาณน้ำ | มี | มี | NA | มี | NA |
| 6. วัดปริมาณน้ำที่ใช้ไป | มีการวัด | NA | NA | NA | NA |
| 7. คูสติคย้อนหลัง | คูสติคย้อนหลังได้ | NA | NA | NA | NA |
| 8. มีการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลบน Cloud Server | มีการจัดเก็บ | NA | มี | NA | มี |
| 9. รองรับระบบหลายไร่หรือหลายเกษตรกร | รองรับ | NA | NA | NA | NA |

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีงานวิจัยไหนที่รองรับระบบหลายไร่หรือหลายเกษตรกร การวัดปริมาณน้ำที่ใช้ไป และสามารถคูสติคย้อนหลังได้ นอกจากนี้งานวิจัยที่กล่าวมาระบบยังไม่ครบสมบูรณ์ตามข้อ 1-9 แสดงดังตารางที่ 1

ดังนั้น งานวิจัยนี้ นำเสนอระบบการให้น้ำพืชอัตโนมัติ ตามค่าความชื้นในดินสองระดับตามค่าโปรไฟล์ที่ขุดนั้นๆ โดยค่าความชื้นในดินทั้งสองระดับจะถูกส่งมาจากเซ็นเซอร์โหนดหลายๆ โหนดทั่วทั้งพื้นที่เพาะปลูก รวมถึงระบบยังสามารถทำการให้น้ำปุ๋ยน้ำแก่พืชได้อีกด้วย ซึ่งข้อมูลของค่าความชื้นจากเซ็นเซอร์ ระดับน้ำที่ใช้ในแต่ละวัน สถานะการทำงานของระบบ และสถานะการทำงานของเซ็นเซอร์โหนดจะถูกส่งไปเก็บยังระบบ Cloud server ผ่านเทคโนโลยีเครือข่าย 3G/WIFI อีกทั้งระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ยังมีเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถดูข้อมูลสถิติของค่าความชื้น ระดับน้ำที่ใช้ในแต่ละวัน สถานะการทำงานของระบบ และสถานะการทำงานของเซ็นเซอร์โหนด รวมถึงระบบยังสามารถสั่งการให้น้ำพืชหรือให้น้ำปุ๋ยแบบ manual ผ่าน

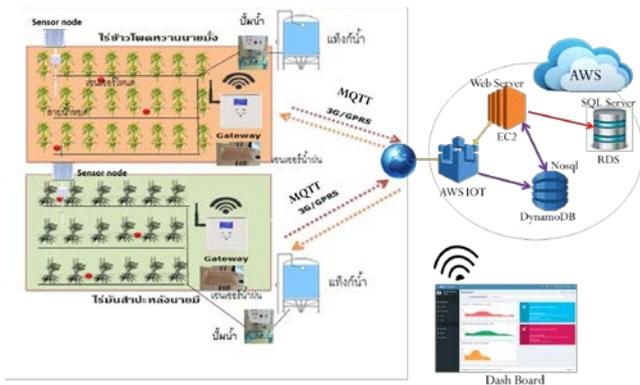
ทางเว็บแอปพลิเคชันได้อีกด้วย และระบบรองรับหลายไร่หรือหลายเกษตรกร ซึ่งระบบที่นำเสนอประกอบด้วย 3 ระบบ ดังนี้

1. ระบบให้น้ำพืชแบบ Manual และ Automatic ตามค่าความชื้นในดินที่เหมาะสมกับลักษณะโปรไฟล์ของพืชชนิดนั้นๆ โดยระบบนี้จะมีการบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในแต่ละวันในการทำการเกษตรและข้อมูลของเซนเซอร์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการปลูกพืช
2. ระบบการรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายในพื้นที่ที่ห่างไกล ความเจริญ
3. ระบบการให้บริการผ่านระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆด้วยเทคโนโลยีคลาวด์ (AWS Cloud)

2. วิธีการที่นำเสนอ

ระบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย 1) เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับตรวจวัดค่าความชื้นในดินในแปลงพืช ส่วน Gateway ควบคุมสั่งการปริมาณน้ำ วัดระดับน้ำในแทงค์ รับค่าเซนเซอร์ความชื้นในดินจากเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและส่ง

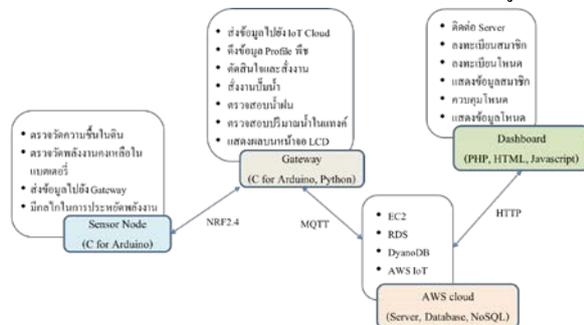
ข้อมูลไปยังระบบ AWS ผ่านอินเทอร์เน็ต 2) ระบบคลาวด์ของอเมซอน [24] ทรัพยากรที่นำมาใช้ประกอบด้วย บริการ EC2 (Elastic Compute Cloud) สำหรับติดตั้ง Webserver และประมวลผลการให้น้ำพืชตามค่าความชื้นในดิน บริการ RDS (Relational Database Service) เป็นที่เก็บข้อมูลผู้ใช้และแปลงไว้ในรูปแบบ SQL บริการ Dynamo DB เป็นที่เก็บข้อมูลเซนเซอร์ต่างๆในรูปแบบ NoSQL เพื่อให้ EC2 นำไปประมวลผลและใช้งาน และบริการ AWS IoT เป็นตัวจัดการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Gateway กับระบบ Cloud ผ่านโปรโตคอล MQTT และ 3) เป็นส่วนของหน้าจอบริการ Dashboard เป็นส่วนที่ไว้ควบคุมและดูข้อมูลต่างภายในแปลงไร่เมื่ออยู่นอกสถานที่ ภาพรวมระบบแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงภาพรวมระบบโดยรวม

2.1 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงภาพสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์โดยรวม

2.1.1 Sensor Node

มีฟังก์ชันทำงาน ดังนี้

- ตรวจสอบวัดระดับความชื้นในดิน

- ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ชาร์จจากแผง Solar Cell
- ส่งข้อมูลไปยัง Gateway
- ระบบจะมีกลไกในการประหยัดพลังงาน

2.1.2 Gateway

มีฟังก์ชันทำงาน ดังนี้

- เมื่อมีความชื้นต่ำกว่าเกณฑ์ที่พืชต้องการ ระบบจะให้น้ำพืชในพื้นที่เพาะปลูกอัตโนมัติ
- ระบบจะอ้างอิงข้อมูลจากโปรไฟล์พืชในฐานข้อมูลบน AWS
- ระบบสามารถวัดระดับน้ำในแทงค์น้ำได้
- มีการตรวจสอบวัดระดับน้ำในแทงค์ก่อนการให้น้ำพืช รวมถึงในขณะให้น้ำพืช
- ระบบจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อฝนตก
- แสดงสถานะการทำงานของ Sensor Node ที่ระบุค่าความชื้นในดินทั้งสองระดับ และค่าพลังงานในแบตเตอรี่ของแต่ละตัวได้ ผ่านทางหน้าจอ LCD Display ที่ตัว Gateway
- เพิ่ม-ลบ Sensor Node ได้โดยอัตโนมัติ
- เชื่อมต่อระบบ AWS ผ่านเครือข่าย 3G/WIFI

2.1.3 AWS Cloud

เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับ Gateway ภายในไร่ รับส่งข้อมูลผ่านทางเครือข่าย WIFI และใช้โปรโตคอล MQTT ข้อมูลเซนเซอร์ที่ได้จะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล NoSQL ที่ DynamoDB ส่วน Webserver เป็นส่วนที่ให้บริการผู้ใช้ผ่านทางหน้าเว็บ รวมถึงฐานข้อมูล SQL เก็บข้อมูลผู้ใช้และโปรไฟล์พืช ในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของ Dashboard เพื่อสะดวกในการดูข้อมูล และใช้งานง่าย ซึ่งทำให้เหมาะกับผู้ใช้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร

2.1.2 Dashboard

โดยผู้ใช้ต้องเป็นสมาชิกของระบบเท่านั้นจึงจะสามารถใช้งานได้ แบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ประเภทคือ User (สมาชิก) และ Admin (ผู้ดูแลระบบ)

User (สมาชิก)

- ดูปริมาณน้ำค้างเหลือในแทงค์ได้

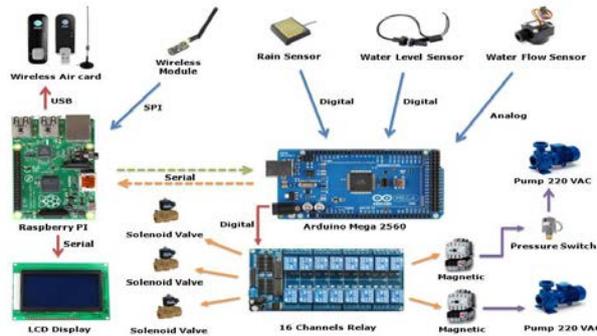
- คู่มือการใช้งานใช้น้ำประจำวัน ประจำสัปดาห์ และ ประจำเดือนได้
- ค่าความชื้นในดินได้
- คู่มือสถานะการทำงานของ Sensor Node แต่ละตัวได้
- คู่มือปริมาณพลังงานคงเหลือในแบตเตอรี่ของ Sensor Node แต่ละตัวได้
- เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข Sensor Node ในไร้นตนเองได้
- เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข Gateway ในไร้นตนเองได้
- เพิ่ม ลบ หรือแก้ไขโปรไฟล์พืชของตนเองได้
- ตั้งงานควบคุมเปิดปิดน้ำได้

Admin (ผู้ดูแลระบบ)

- สามารถเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลในโปรไฟล์พืชที่เป็นของส่วนกลางได้
- สามารถดูและแก้ไขข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานระบบได้

2.2 สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

2.2.1 Gateway



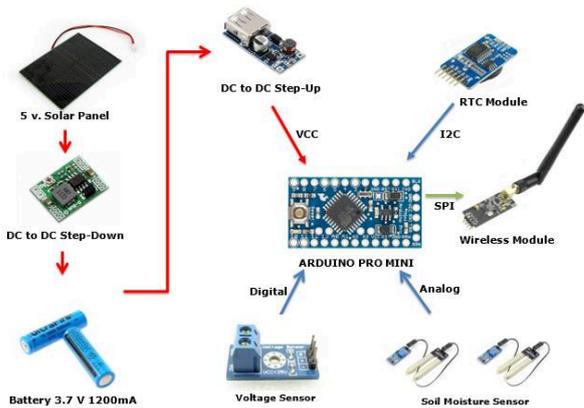
รูปที่ 3 แสดงสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ของ Gateway

สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ของ Gateway แสดงดังรูปที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Gateway และ AWS IoT ซึ่งจะใช้บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B ในการควบคุมการทำงาน และส่วนการควบคุม Solenoid wale, บั๊มน้ำ, เซนเซอร์น้ำฝน และเซนเซอร์ระดับน้ำ จะใช้บอร์ด Arduino Mega 2560 R3 ในการควบคุมการทำงาน ซึ่งทั้งสองบอร์ดจะสื่อสารกันในรูปแบบ USB Serial ส่วนที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Gateway และ AWS IoT จะใช้ WIFI ผ่าน

โปรโตคอล MQTT และส่วนที่ติดต่อกับ Sensor Node จะใช้โมดูลไร้สาย NRF24L01

2.2.2 Sensor Node

สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ของ Sensor Node แสดงดังรูปที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนพลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์สำหรับอุปกรณ์ภายใน Sensor Node ส่วนอ่านค่าเซนเซอร์ความชื้นในดิน และส่วนติดต่อกับ Gateway จะใช้ โมดูลไร้สาย NRF24L01 และใช้บอร์ด Arduino Pro Mini 5V ในการควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4 แสดงสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ของ Sensor Node

2.2.3 การติดต่อสื่อสาร

โมดูล NRF24L01

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โมดูล NRF24L01 เนื่องจากเป็นโมดูลสื่อสารไร้สายที่สามารถรับ - ส่งข้อมูลได้ในระยะ 500 เมตร ราคาไม่แพง และง่ายต่อการใช้งาน สำหรับงานวิจัยนี้จะมี Gateway 1 ตัว อยู่ในที่พัก และ Sensor Node 2 ตัว วางไว้ในไร้น ซึ่ง Gateway จะใช้ NRF24L01 ร่วมกับบอร์ด Raspberry pi 3 Model B และ Sensor Node แต่ละตัวจะใช้นี้ NRF24L01 ร่วมกับบอร์ด Arduino ในการติดต่อสื่อสาร

Data Frame Format

Data Frame Format นั้นได้ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบ ASCII ซึ่งจะประกอบด้วย Frame ที่ส่งข้อมูลจาก Sensor Node (Arduino Pro Mini) ไปยัง Gateway (Raspberry Pi 3 B) และ Gateway (Raspberry Pi 3 B) ไปยัง Gateway (Arduino MEGA)

รูปแบบ Frame การส่งข้อมูลจาก Sensor Node [Arduino Pro Mini] ไปยัง Gateway [Raspberry Pi 3 B] แสดงดังรูปที่ 5

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|--------|-----------|--------|-----------|--------|---------|
| 2 Bytes | 3 Bytes | 8 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes |
| A | B | C | D | Moisture1 | D | Moisture2 | D | Voltage |
| Header | | | | Payload | | | | |

รูปที่ 5 แสดง Frame การส่งข้อมูลจาก Sensor Node

ส่วนของ Header

- A -> เป็น Field ที่เก็บค่าเริ่มต้นของ Frame โดยจะใช้สัญลักษณ์ "<>"
- B -> Node_ID : เป็น Field ที่เก็บค่ารหัสของ โหนด แต่ละ โหนด
- C -> Node_Name : เป็น Field ที่เก็บค่าชื่อของ โหนด แต่ละ โหนด

ส่วนของ Payload

- D -> Delimiter: เป็น Field ที่เก็บค่าตัวคั่นระหว่าง Field
- Moisture1 -> เป็น Field ที่เก็บค่าความชื้น ในดินตัวที่ 1 ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์
- Moisture2 -> เป็น Field ที่เก็บค่าความชื้น ในดินตัวที่ 2 ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์
- Voltage -> เป็น Field ที่เก็บค่าแรงดันไฟฟ้าในแบตเตอรี่ ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างการส่งข้อมูลจาก Sensor Node (Arduino Pro Mini) ไปยัง Gateway (Raspberry Pi 3 B)

- ข้อมูลที่ส่ง : <>001Node_001#60#70#100

รูปแบบ Frame การส่งข้อมูลจาก Gateway (Raspberry Pi 3 B) ไปยัง Gateway (Arduino MEGA) แสดงดังรูปที่ 6

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|--------|-----------|--------|-----------|--------|---------|
| 2 Bytes | 3 Bytes | 8 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes | 1 Byte | 3 Bytes |
| A | B | C | D | Moisture1 | D | Moisture2 | D | Voltage |
| Header | | | | Payload | | | | |

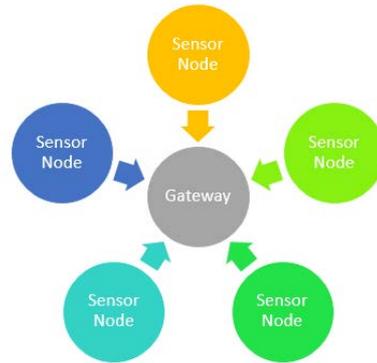
รูปที่ 6 แสดง Frame การส่งข้อมูลจาก Gateway

ตัวอย่างการส่งข้อมูลจาก Gateway (Raspberry Pi 3 B) ไปยัง

Gateway (Arduino MEGA)

- ข้อมูลที่ส่ง : <>001Node_001#60#70#100

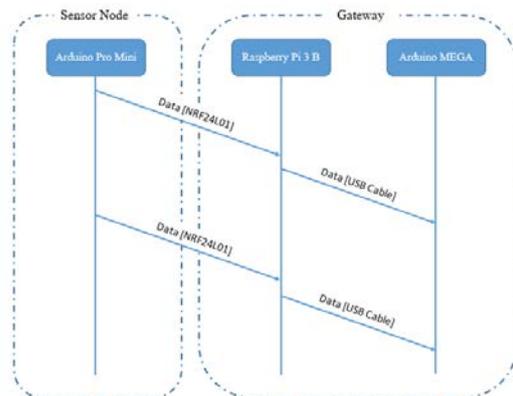
2.2.4 รูปแบบการเชื่อมต่อ



รูปที่ 7 แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อ

จากรูปที่ 7 งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อแบบดาว (Star Topology) เป็นการเชื่อมต่อจากหลาย ๆ จุดไปยังจุด ๆ เดียวกัน โดยโหนดทุกโหนดจะทำการส่งค่าความชื้นทั้ง 2 ระดับ และค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ส่งไปยังเกตเวย์โดยหากมีโหนดใดโหนดหนึ่งเสียหายก็ยังสามารถทำงานได้ปกติ

2.2.5 เทคนิคการติดต่อสื่อสาร



รูปที่ 8 แสดงเทคนิคการติดต่อสื่อสาร

จากรูปที่ 8 การติดต่อสื่อสารระหว่าง Sensor node กับ Gateway จะเป็นแบบสื่อสารเดียว โดยโหนดจะทำการส่งข้อมูลไปยัง Gateway (Raspberry Pi) และ Gateway จะทำการส่งข้อมูลไปยัง Gateway (Arduino MEGA) ซึ่ง AMEGA นี้เป็นตัวควบคุมการทำงานของบีมนี้

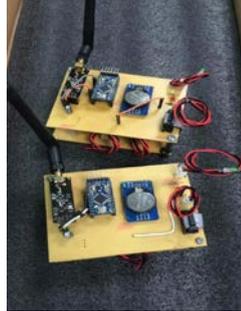
3. ผลการทดลอง

3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ Sensor node

ในงานวิจัยนี้ จัดทำขึ้นมาทั้งหมด 2 ชุด แสดงดังรูปที่ 9



แผงแผงโซลาร์เซลล์



บอร์ดควบคุม Sensor Node (บรรจุอยู่ภายในกล่องสีขาวด้านซ้าย)

รูปที่ 9 แสดงชิ้นงาน Sensor Node

3.2 ส่วนฮาร์ดแวร์ Gateway

กล่อง Gateway และแผงวงจรภายใน แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงชิ้นงาน Gateway



ส่วนเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนและวัดความชื้นในดิน แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนและวัดความชื้นในดิน



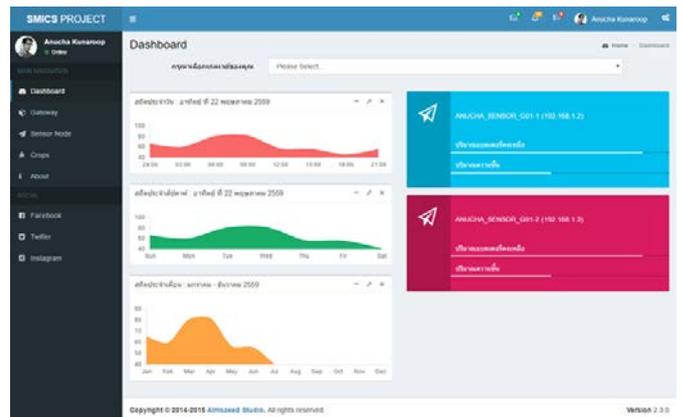
ส่วนควบคุมปั๊มน้ำ และเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำ แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงชิ้นงานส่วนควบคุมปั๊มน้ำ และเซนเซอร์วัดปริมาณน้ำที่ใช้ไป

3.3 ส่วนหน้าเว็บ Dashboard

หน้าเว็บ Dashboard ที่ได้ออกแบบสร้างพัฒนาด้วยภาษา PHP แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงหน้าเว็บ Dashboard

3.4 การทดสอบรับส่งข้อมูลระหว่าง Sensor Node กับ Gateway

ผลจากการทดลองพบว่าสามารถรับส่งข้อมูลได้ถูกต้องในเวลาที่ยอมรับได้ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การส่งข้อมูลจาก Sensor Node ไปยัง Gateway

| จำนวน Sensor Node | ครั้งที่ทดลอง | ระยะเวลา | การรับส่งข้อมูล |
|-------------------|---------------|-------------|-----------------|
| Node #1 | 1 | 2.02 วินาที | ถูกต้อง |
| | 2 | 2.43 วินาที | ถูกต้อง |
| | 3 | 2.11 วินาที | ถูกต้อง |
| | 4 | 2.06 วินาที | ถูกต้อง |
| Node #2 | 1 | 2.54 วินาที | ถูกต้อง |
| | 2 | 2.98 วินาที | ถูกต้อง |
| | 3 | 2.72 วินาที | ถูกต้อง |
| | 4 | 2.70 วินาที | ถูกต้อง |

4. บทสรุป

งานวิจัยระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติตามค่าความชื้นในดินจะมีการควบคุมการทำงานของระบบอยู่ 2 แบบคือ การควบคุมด้วย Manual เป็นการควบคุมที่ผู้ใช้สามารถเลือกให้เปิดหรือปิดการทำงานของโซลินอยด์แล้ว และป้อนในแต่ละ Gateway ได้ตามที่ต้องการผ่านหน้าเว็บ Dashboard และการควบคุมแบบอัตโนมัติเป็นการควบคุมที่ระบบทำการตัดสินใจด้วยตัวเอง โดยมีเงื่อนไขในการตัดสินใจคือ การเปรียบเทียบค่าความชื้นที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ กับข้อมูลที่จำเป็นต่อการเพาะปลูกที่ระบบหรือผู้ใช้ได้ทำการกำหนดไว้ในโปรแกรมพีซี ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องอยู่บริเวณที่เพาะปลูก สำหรับงานในอนาคตจะนำไปทดสอบกับพื้นที่เพาะปลูกจริง เก็บผลการทดลอง และปรับแต่งระบบให้ดีขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ธนาคารแห่งประเทศไทย, “รายงานสถานการณ์สินค้าเกษตรปี 2557 และแนวโน้มปี 2558,” [Online]. Available: http://www.ops3.moc.go.th/export/recode_export_rank. [Accessed Jan. 2, 2017].

[2] พงศ์ศรี แก้วชูเสน, “ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช,” [Online]. Available: <http://www.pongsee.com/wbi/3.htm>. [Accessed Jan. 2, 2017].

[3] สังคม เศรษฐกิจเสถียร, “ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช,” [Online]. Available: [:http://ag.kku.ac.th/suntec/134101/134101_Factors_affectingG-D\(note\).pdf](http://ag.kku.ac.th/suntec/134101/134101_Factors_affectingG-D(note).pdf). [Accessed Jan. 2, 2017].

[4] EIC Analysis / Note, “วิกิฤกษ์เสี่ยง ปัจจัยเสี่ยงและโอกาสที่ควรจับตามองสำหรับธุรกิจเกษตร,” [Online]. Available: <https://www.scbeic.com/th/detail/product/1421>. [Accessed Jan. 2, 2017].

[5] ไทยโพสต์, “ผลกระทบภัยแล้ง,” [Online]. Available: <http://www.thaipost.net/?q=ผลกระทบภัยแล้ง>. [Accessed Jan. 2, 2017].

[6] M. Yan and H. Shi, “Smart Living Using Bluetooth Based Android Smartphone,” In International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN) Vol. 5, No. 1, February 2013.

[7] M. A. E. Mowad, A. Fathy, and A. Hafez, “Smart Home Automated Control System Using Android Application and Microcontroller,” In International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. 5, Issue 5, May 2014.

[8] M. Soliman, T. Abiodun, T. Hamouda, J. Zhou, and C. H. Lung, “Smart Home: Integrating Internet of Things with Web Services and Cloud Computing,” 2013 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science.

[9] A. Maiti, “Home Automation as a Service,” IRACST – International Journal of Computer Networks and Wireless Communications (IJCNWC), Vol. 2, No. 3, June 2012.

[10] P. D. Nitnaware, J. G. Gadhave, P. U. Kakade, and A. G. Baviskar, “Design and Implementation of Cloud based Home Automation,” International Journal of Engineering Research & Technology, Vol. 3, Issue 2, February 2014.

[11] K. R. Rajesh and C. A. Bindyashree, “Multiple Appliances Controlling and Monitoring System based on Wireless Embedded Home Gateway,” International

- Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 3, Issue 4, April 2015.
- [12] D. S Mahesh, S. Savitha, and K. D. Anvekar, "A Cloud Computing Architecture with Wireless Sensor Networks for Agricultural Applications," *International Journal of Computer Networks and Communications Security*, Vol.2, No.1, January 2014.
- [13] R. S. Ferrarezi, S. K. Dove, and M. W. Van Iersel, "An Automated System for Monitoring Soil Moisture and Controlling Irrigation Using Low-cost Open-source Microcontrollers", Hort Technology, February 2015.
- [14] A. K. Singh, Y. Saini, and D. Singh, "Cloud Computing to Control Automatic Irrigation Systems", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Volume 5, Issue 10, October-2015.
- [15] S. Singh, I. Chana, and R. Buyya, "Agri-Info: Cloud Based Autonomic System for Delivering Agriculture as a Service", Technical Report CLOUDS-TR-2015-2, Cloud Computing and Distributed Systems Laboratory, University of Melbourne, 2015.
- [16] V. Biswal, H. M. Singh, W. Jeberson, and A. S. Dhar, "Greeves: A Smart Houseplant Watering and Monitoring System", *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, Volume 4, Issue 7, July 2015.
- [17] B. Prabhushankar, R. Jayavadivel, and S. Saravanakumar, "Autonomic Irrigation Control System for Efficient Use of Water Resource By Using Android Mobile", *International Journal of Contemporary Research in Computer Science and Technology (IJCRCST)*, Volume1, Issue 2 (May'2015).
- [18] L. Karim, A. Anpalagan, N. Nasser, and J. Almhana, "Sensor-based M2M Agriculture Monitoring Systems for Developing Countries: State and Challenges", *Network Protocols and Algorithms*, 2013, Vol. 5, No. 3.
- [19] A. Zografos, "Wireless Sensor-based Agricultural Monitoring System", Master's Thesis, School of Information and Communication Technology (ICT) KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- [20] D. S. Mahesh, S. Savitha, and D. K. Anvekar, "A Cloud Computing Architecture with Wireless Sensor Networks for Agricultural Applications", *International Journal of Computer Networks and Communications Security*, Vol. 2, No. 1, January 2014, 34-38.
- [21] K. Dharani, S. Subalakshmi, and D. Balmurugan, "Automatic Agriculture Irrigation with Periodic Camera Trapped Pictures and Land Monitoring Using Wireless Sensor Networks", *International Journal of Research in Engineering & Technology (IMPACT: IJRET)*, Vol. 2, Issue 5, May 2014.
- [22] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Gener. Comput. Syst.* Vol. 29, No. 7, September 2013.
- [23] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Netw.* Vol. 54, No. 15, October 2010.
- [24] "AWS Documentation - Amazon Web Services" [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/documentation/html>. [Accessed Jan. 10, 2018].