บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาโมเดลระบบน้ำในการปลูกออแกนิคด้วยเทคนิคดาต้าไมนิ่ง ผู้จัดทำได้ศึกษาตำราเอกสารบทความโครงการที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาระบบบริหารงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 **แนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง**

ในการพัฒนาระบบได้มีการศึกษา และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆโดยข้อมูลเหล่านั้นเป็นสารสนเทศที่จะนำมาพัฒนาโครงการให้สำเร็จลุลวงไปได้ด้วยดี โดยผู้จัดทำได้รวบรวมองค์ความรู้ทั้งแนวคิด ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโมเดลระบบน้ำในการปลูกออแกนิคด้วยเทคนิคดาต้าไมนิ่ง ดังต่อไปนี้

2.1.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) หรือ อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คือ เครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่นๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึก และแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ เป็นไปได้ตั้งแต่เม็ดยา กล้องบันทึกภาพ นาฬิกา หลอดไฟ รถยนต์ ไปจนถึงเครื่องบิน และยังสามารถทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อม และถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้ว ทำให้สามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้แนบแน่นมากยิ่งขึ้นโดยมีมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องน้อยที่สุด ผลที่ตามมา คือ ประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น

“สรรพสิ่ง" ในความหมายของ Internet of Things สามารถหมายถึงอุปกรณ์ที่แตกต่างหลากหลาย เช่น อุปกรณ์วัดอัตราหัวใจแบบฝังในร่างกาย แท็กไบโอชิปที่ติดกับปศุสัตว์ ยานยนต์ที่มีเซ็นเซอร์ในตัว อุปกรณ์วิเคราะห์ดีเอ็นเอในสิ่งแวดล้อมหรืออาหาร หรืออุปกรณ์ภาคสนามที่ช่วยในการทำงานของนักผจญเพลิงในภารกิจค้นหา และช่วยเหลือ อุปกรณ์เหล่านี้จะจัดเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ด้วยการใช้เทคโนโลยีหลากหลายชนิดและจากส่งต่อข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อื่นๆ โดยอัตโนมัติ เช่น เทอร์โมสตัตอัจฉริยะ และเครื่องซักผ้า-อบผ้าที่ต่อกับเครือข่ายไวไฟเพื่อให้สามารถดูสถานะจากระยะไกลได้

โดยแนวคิดการสร้าง Smart Device เกิดขึ้นตั้งแต่ในยุค 1970 โดยมาจากแนวคิดที่ชื่อว่า Pervasive Computing ที่นักพัฒนาสมัยนั้นต้องการสร้างคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา รองรับข้อมูลได้หลาย Format และที่สำคัญคือสามารถส่งต่อหน้าที่ไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ได้ ตรงข้ามกับ Desktop Computing ที่เน้นการทำงานจบทุกขั้นตอนภายในเครื่อง เพราะ

ข้อจำกัดทางกายภาพ และระบบในเวลานั้น ส่วนคำว่า Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 ซึ่งเริ่มต้นจาก โครงการ “Auto-ID Center” ในมหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology จาก เทคโนโลยี RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมา ใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิด ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ต่อมาในยุคหลังปี 2000 เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เริ่มมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และยังมีการใช้คำว่า Smart เกิดขึ้นเช่น Smart grid, Smart home, Smart device, Smart network เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเตอร์เน็ตได้ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถ สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน โดย Kevin ได้ให้นิยามไว้ว่า “Internet-like” ต่อมามีคำว่า “Things” เข้ามาแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ประโยชน์จาก Internet of Things การที่เทคโนโลยีเป็นที่แพร่หลายนั้นไม่ได้อยู่ที่ปัจจัยด้านราคาอย่างเดียว แต่เทคโนโลยีนั้นต้องส่งมอบประโยชน์ต่อชีวิตของพวกเราด้วย ซึ่ง Internet of Things ในปัจจุบัน ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น

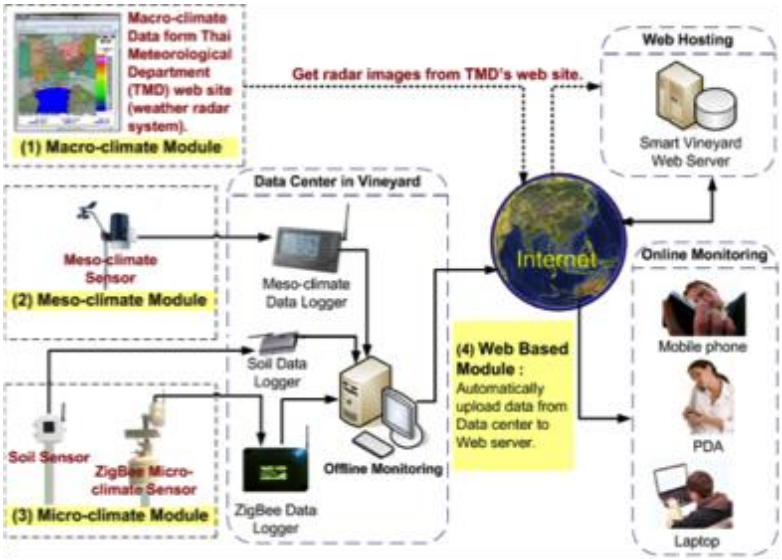
- **รับส่งข้อมูลรูปแบบดิจิทัล** ปัจจุบัน ข้อมูลดิจิทัลมีความจำเป็นมาก เพราะสามารถนำไปใช้กับเทคโนโลยีอื่นๆ ได้ทันที ซึ่ง IoT มีคุณสมบัติด้านการเก็บข้อมูลทางภายภาพให้อยู่ในรูปดิจิทัลได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว จึงนับเป็นประโยชน์อย่างมากในยุค Digital Transformation
- **แม่นยำ ใช้ได้ตลอดเวลา และส่งข้อมูลแบบ Real-Time** ข้อมูลจาก IoT ไม่เพียงแต่เป็นดิจิทัลเท่านั้น แต่ยังสามารถแลกเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วระดับ Real-Time มีความแม่นยำและสามารถใช้งานได้ตลอดเวลา ช่วยให้มีข้อมูลในการตัดสินใจได้ทันท่วงที
- **ลดภาระงานของบุคลากร** ในอดีตการเก็บข้อมูลอาจต้องใช้คนเดินทางเข้าไปสอดส่องที่เครื่องมือเพื่อหาความผิดปกติ แต่ปัจจุบัน IoT ไม่เพียงแต่สอดส่องให้เราผ่าน Dashboard เท่านั้น แต่ยังสามารถเรียนรู้การหาความผิดปกติด้วยเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น Artificial Intelligence ได้
- **ทำงานตรวจสอบในจุดที่คนเข้าไม่ถึง** เราสามารถออกแบบ Smart Device ให้มีขนาดเล็กและทนทานเพื่อติดตั้งตามจุดที่คนเข้าถึงยากหรือในจุดที่มีอันตรายระหว่างดำเนินการได้ เช่น ภายในท่อส่งน้ำมัน หรือบ่อบำบัดน้ำเสีย ช่วยลดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินจากการต้องเข้าพื้นที่อันตรายเป็นประจำได้

ภาพที่ 2.1 Internet of Thing (IoT)

2.1.2 Smart Farm

Smart Farm หรือ เกษตรอัจฉริยะ เป็นรูปแบบการทำเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้ การทำไร่ทำนามีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Microclimate) ระดับไร่ (Mesoclimate) และระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการบริหารจัดการ ดูแลพื้นที่เพาะปลูก เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

หลักการทำงานของสมาร์ทฟาร์ม ระบบสมาร์ทฟาร์มจะบูรการข้อมูล Microclimate และ Mesoclimate จากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) ที่ติดตั้งตามจุดต่างๆ ภายในไร่นา (ข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น ในดินและในอากาศ แสง ลม น้ำฝน) กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา Macroclimate (เรดาร์ ข้อมูลดาวเทียม โมเดลสภาพอากาศ) ที่มีอยู่บนอินเตอร์เน็ต และนำเสนอต่อเกษตรกร เจ้าของไร่ ผ่านทางเว็บไซต์ โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลของไร่เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และดำเนินกิจกรรม
ต่าง ๆ การวางแผนการเพาะปลูก การให้น้ำ ให้ปุ๋ย และ ยา เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 Smart Farm

2.1.3 Cloud Computing

Cloud Computing หรือ การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นลักษณะการทำงานโดยใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่มากบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น พื้นที่เก็บข้อมูล แพลตฟอร์มทางธุรกิจ แอปพลิเคชัน พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การตลาดออนไลน์ผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์สามารถเลือกใช้งานได้ผ่านผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (Internet Service Provider : ISP) ที่ให้บริการใดบริการหนึ่งกับผู้ใช้ โดยผู้ให้บริการจะแบ่งปันทรัพยากร ให้กับผู้ต้องการใช้งานนั้น และจ่ายค่าบริการตามการใช้งานจริง หรือให้เข้าใจง่ายๆ คือระบบโปรแกรม คอมพิวเตอร์ที่ประมวลผลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และรับข้อมูลแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งเดิมการประมวลผลจะทำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรมและเปิดใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เช่น การใช้งานโปรแกรม Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint ฯลฯ) แต่ Cloud Computing จะเรียกใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ตามแต่ผู้ให้บริการจะเตรียมไว้ให้ เช่น Google Docs, Office 365 โดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

Cloud Computing เน้นการขยายตัวได้อย่างยืดหยุ่น สามารถที่จะปรับขนาดได้ตามความ ต้องการของผู้ใช้ และมีการจัดสรรทรัพยากรโดยเน้นการทำงานระยะไกลอย่างง่าย ที่ใช้เครือข่าย อินเทอร์เน็ตเป็นโครงสร้างพื้นฐานผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเชิงเทคนิคสำหรับพื้นฐานการทำงานนั้น ส่วนใหญ่จะให้บริการในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชันโดยให้ผู้ใช้ทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ขณะเดียวกันซอฟต์แวร์ และข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บไว้บนเซิร์ฟเวอร์ของผู้ให้บริการ

ภาพที่ 2.3 Cloud Computing

รูปแบบการให้บริการของ Cloud Computing

1. Software as a Service : SaaS เป็นการให้บริการด้านซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันผ่านทางอินเทอร์เน็ตคล้ายกับการเช่าใช้คิดค่าบริการตามลักษณะการใช้งาน (Pay as you go) เช่น ตามจำนวนผู้ใช้งานระยะเวลาการใช้งานทำให้ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเติมในส่วนของฮาร์ดแวร์ และค่าลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาระบบ เพราะผู้ให้บริการจะเป็นผู้ดูแลระบบทั้งหมดให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชันผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต จากที่ไหนก็ได้โดยไม่สนใจว่าซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันเหล่านี้ติดตั้งอยู่ที่ไหนประมวลผลอยู่บนเซิร์ฟเวอร์อะไร

2. Platform as a Service : PaaS เป็นการให้บริการด้านแพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชัน โดยผู้ให้บริการจะจัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน เช่น เว็บแอปพลิเคชัน เซิร์ฟเวอร์ที่จัดเก็บฐานข้อมูล ระบบประมวลผลกลางสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ และ Middleware อื่นๆ โดยบริการทั้งหมดทำงานภายใต้ระบบรักษาความปลอดภัยเครือข่าย และสามารถเรียกใช้งานได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

3. Infrastructure as a Service : laaS เป็นการให้บริการเฉพาะโครงสร้างพื้นฐาน เช่น เซิร์ฟเวอร์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และระบบจัดเก็บข้อมูลที่ทำงานอยู่บนระบบเสมือน (Virtualization) เพื่อรองรับการใช้งานซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชัน

4. Storage as a Service : SaaS เป็นการให้บริการระบบการจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ไม่จำกัด รองรับการสืบค้นและการจัดการข้อมูลขั้นสูง

5. Composite Service : CaaS เป็นการให้บริการส่วนทำหน้าที่รวมโปรแกรมประยุกต์หลายๆ โปรแกรม หรือจัดลำดับการเชื่อมโยงแบบกระแสงานข้ามเครือข่าย รวมถึงการจัดการด้านความปลอดภัย Cloud Computing แบ่งการทำงานเป็นส่วนๆ ดังนี้

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interaction Interface) ทำหน้าที่รับค่าขอบริการจากผู้ใช้

2. ส่วนจัดเก็บรายการบริการ (Services Catalog) ทำหน้าที่เก็บและบริหารรายการของบริการที่ผู้ใช้ต้องการ

3. ส่วนบริหารจัดการระบบ (System Management) ทำหน้าที่ในการกำหนดทรัพยากรที่เหมาะสมเมื่อมีผู้ใช้เรียกใช้บริการ

4. ส่วนจัดหาทรัพยากร (Provisioning Services) ทำหน้าที่จัดหาจัดเตรียม และจองทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อส่งให้ผู้ที่เรียกใช้ต่อไป

5. ส่วนตรวจสอบข้อมูลการใช้งาน (Monitoring and Metering) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการใช้ บริการต่างๆ ของผู้ใช้ เพื่อใช้ในการเก็บค่าบริการหรือเก็บข้อมูลสถิติต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในส่วนอื่นๆ

ประเภทของ Cloud Computing

1. Private Cloud คือ ระบบที่ทำงานอยู่บน Cloud และบริหารจัดการโดยบริษัท หรือองค์กร เพื่อการ ใช้งานภายในองค์กรเท่านั้น ผู้ให้บริการและผู้ใช้สามารถควบคุมและปรับปรุงระบบความปลอดภัยได้ด้วยตนเอง

ภาพที่ 2.4 Private Cloud

2. Public Cloud คือ ระบบที่ทำงานอยู่บน Cloud แบบสาธารณะที่ดูแลจัดการโดยผู้ให้บริการภายนอกผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้จะมีสิทธิในการควบคุมที่จำกัดขึ้นอยู่กับการมอบสิทธิของผู้ให้บริการ Public Cloud มีทั้งบริการที่เสียค่าใช้จ่าย เช่น Windows Azure,SQL Azure และบริการฟรี เช่น Windows Live

ภาพที่ 2.5 Public Cloud

3. Community Cloud คือ ระบบที่สร้างขึ้นมาระหว่างองค์กรเป็นเครือข่ายสังคมเฉพาะกลุ่มที่มีความสนใจ หรือต้องทำงานร่วมกัน สามารถเข้าใช้งานได้เพื่อใช้เป็นมาตรฐาน หรือใช้ในการแก้ไขปัญหา

ภาพที่ 2.6 Community Cloud

4. Hybrid Cloud คือ ระบบที่ผสมผสานระหว่าง Private Cloud และ Public Cloud ทำให้สามารถ ทำงานเชื่อมต่อกันได้ ผู้ใช้สามารถขยายศูนย์ข้อมูลไปยัง Public Cloud เพื่อการใช้งานเฉพาะอย่าง และยังกลับมาใช้ Private Cloud ได้เมื่อต้องการเช่นกัน

ภาพที่ 2.7 Hybrid Cloud

ข้อดีของ Cloud Computing

1. ลดต้นทุนค่าดูแลบำรุงรักษาเนื่องจากค่าบริการได้รวมค่าใช้จ่ายตามที่ใช้งานจริง เช่น ค่าจ้างพนักงานค่าซ่อมแซม ค่าลิขสิทธิ์ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าอัพเกรด และค่าเช่าคู่สาย

2. ลดความเสี่ยงจากการเริ่มต้น หรือการทดลองโครงงาน

3. มีความยืดหยุ่นในการเพิ่มหรือลดระบบตามความต้องการ

4. ได้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่มีประสิทธิภาพ มีระบบสำรองข้อมูลที่ดี มีเครือข่ายความเร็วสูง

5. มีผู้เชี่ยวชาญดูแลระบบและพร้อมให้บริการช่วยเหลือ 24 ชั่วโมง

ข้อเสียของ Cloud Computing

1. เนื่องจากเป็นการใช้ทรัพยากรที่มาจากหลายที่หลายแห่งทำให้อาจมีปัญหาในเรื่องของความต่อเนื่องและความเร็วในการเข้าถึงทรัพยากรมากกว่าการใช้บริการแม่ข่ายที่อยู่ภายในองค์กร

2. ยังไม่มีการรับประกันในการทำงานอย่างต่อเนื่องของระบบและความปลอดภัยของข้อมูล

3. แพลตฟอร์มยังไม่มีมาตรฐาน ทำให้ผู้ใช้มีข้อจำกัดสำหรับตัวเลือกในการพัฒนาหรือติดตั้งระบบ

ปัจจุบันเทคโนโลยี Cloud เข้ามามีบทบาทกับการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่จะเข้ามารองรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ รวมถึงเรื่องค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นเพื่อลงทุนซื้อ Hardware ใหม่ ทำให้มีผู้ให้บริการมากมายกว่า 20 เจ้า โดยจะมีการเปรียบเทียบเป็นตารางดังนี้

Amazon EC2	Rackspace Cloud	Windows Azure	SoftLayer	HP Cloud
M1. Medium 2 ECUs (1 vCPU) 3.75GB RAM 410 GB Disk Ubuntu 12.04	4GB Offering 2 vCPUs 4GB RAM 160GB Disk Ubuntu 12.04	Medium 2 vCPUs 3.5GB RAM 135GB Disk Ubuntu 12.04	BYO Cloud Server 2 vCPUs 4GB RAM 100GB Disk Ubuntu 12.04	Medium 4 HPCUs 4GB RAM 120GB Disk Ubuntu 12.04

ภาพที่ 2.8 การเปรียบเทียบผู้ให้บริการ Cloud

Average Unixbench Score	
Amazon EC2	381.8
Rackspace Cloud	555.2
HP Cloud	1338.3
SoftLayer	1138.2
Windows Azure	1442.8

Pay-Per-Hour Price	
Amazon EC2	$0.12
Rackspace Cloud	$0.24
HP Cloud	$0.14
SoftLayer	$0.26
Windows Azure	$0.12

ภาพที่ 2.9 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของ Cloud

2.1.4 Firebase

จากที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเก็บค่าสถานะเช่น สถานการณ์เปิด-ปิด ไฟ รวมถึง ค่าอุณหภูมิความชื้น เพื่อนำค่าสถานะไปใช้ในการควบคุม และแสดงผลผ่านเว็บแอพพลิเคชัน โดยผู้จัดทำได้เลือกใช้เทคโนโลยี Firebase เป็นฐานข้อมูล เพราะใช้งานง่าย และมีความเร็วในการแสดงผล และรับส่งข้อมูลแบบ Real Time ซึ่งต่างจาก MySQL ที่ต้องเปิดหน้าใหม่เสมอในการแสดงข้อมูล

Firebase Real Time Database เป็น NoSQL Cloud Database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ Real Time กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาทีรองรับการทำงานเมื่อ offline (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมา online ก็จะทำการ Sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ที่สามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ข้อมูล

Firebase ถูกสร้างขึ้นจากคุณสมบัติเสริมว่านักพัฒนาสามารถผสมและจับคู่เพื่อให้พอดีกับความต้องการของตน บริษัทก่อตั้งขึ้นในปี 2011 โดยมีแอนดรู ลี และเจมส์ เทมปลิน สินค้าเริ่มต้น Firebase เป็นฐานข้อมูลเรียลไทม์ซึ่งมี API ที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บ และซิงค์ข้อมูล โดย Google Firebase 2.0

กูลเกิล (Google) ได้ซื้อกิจการ Firebase และมีการพัฒนาจากบริการ backend เก็บข้อมูลอย่างเดียวให้มาเป็นแพลตฟอร์มครบวงจรสำหรับนักพัฒนาแอพพลิเคชัน รองรับบริการสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการใช้งาน

<u>การให้บริการของ Firebase</u>

1. Firebase Analytics บริการวิเคราะห์ข้อมูล ดึงเทคโนโลยีมาจาก Google Analytic ซึ่งเปิดให้ใช้ฟรีแบบไม่จำกัดปริมาณข้อมูลใด ๆ

2. Firebase Cloud Messaging (FCM) ระบบส่งข้อความแจ้งเตือน ใช้งานฟรีไม่จำกัดปริมาณข้อความ

3. บริการพื้นที่เก็บข้อมูล เอาไว้เก็บภาพ วิดีโอ หรือไฟล์ขนาดใหญ่จากแอพพลิเคชันของผู้ใช้สร้างอยู่บนGoogle Cloud Storage

4. Firebase Remote Config ตัวช่วยอัพเดตคอนฟิกของแอพพลิเคชัน สำหรับปรับแต่งค่าต่าง ๆ ใน

แอพพลิเคชันจากระยะไกล สามารถใช้ร่วมกับ Firebase Analytics เพื่อกำหนดผู้ใช้งานแยกเป็นกลุ่ม ๆ ได้

5. Firebase Crash Reporting ตัวรายงานการแคชของแอพพลิเคชัน รองรับทั้ง iOS และ Android

6. Firebase Test Lab for Android บริการทดสอบแอพพลิเคชันบนฮาร์ดแวร์จริง

7. Firebase Notifications เป็นคอนโซลสำหรับนักพัฒนา เพื่อส่งข้อความผ่าน FCM ไปยังผู้ใช้สำหรับโปรโมท หรือกระตุ้นให้ผู้ใช้กลับมาเปิดแอพพลิเคชัน

8. Firebase Dynamic Links บริการ URL กลางที่สามารถชี้ทางไปยังเว็บเพจต่าง ๆ แปรผันตามอุปกรณ์หรือคุณสมบัติของผู้ใช้

9. Firebase Invites ระบบเชิญเพื่อนมาใช้แอพพลิเคชันมีฟีเจอร์ referral คนชวนได้สิทธิประโยชน์

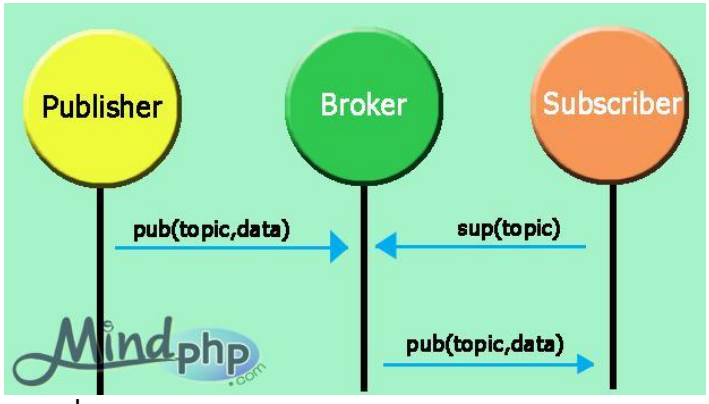
10. Firebase App Indexing เปลี่ยนชื่อมาจาก Google App Indexing ที่ช่วยให้ GoogleSearch ค้นเจอเนื้อหาภายในแอพพลิเคชัน

ภาพที่ 2.10 การบริการต่าง ๆ ของ Firebase

2.1.5 MQTT Protocols

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็นProtocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คือ อุปกรณ์กับอุปกรณ์สนับสนุนเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) คือเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่น การสั่งปิด - เปิดไฟในบ้านจากที่อื่นๆ

เนื่องจากโปรโตคอลตัวนี้มีน้ำหนักเบาออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กการรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนร์วิธต่ำใช้หลักการแบบ publisher / Subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน Web Service ที่ต้องใช้ Web Server เป็นตัวกลางระหว่าง คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ - ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber



ภาพที่ 2.11 การรับ – ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์โดยใช้ MQTT

จากภาพจะเห็นได้ว่า Topic จะเป็นตัวอ้างอิงหลักข้อมูลที่จะ Publisher ออกไปยัง Broker จะต้องมี topic กำกับไว้เสมอ ทางฝ่าย Subscriber ก็จะอ้างถึง topic เพื่อเรียกข้อมูลที่ต้องการ ตัวอย่าง แอพพลิเคชั่นที่ใช้งานคือ Facebook Messenger

สรุปองค์ประกอบของ MQTT Protocol จะประกอบไปด้วย Broker , Publisher และ Subscriber แต่ละอย่างก็จะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไปโดย Broker ทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยจัดการกับข้อความโดยอ้างอิงจาก Topic Publisher จะทำหน้าที่คอยส่งข้อมูลไปยังหัวข้อนั้น ๆ Subscriber จะทำหน้าที่คอยดูการเปลี่ยนแปลงของ message ที่อ้างอิงด้วย Topic เช่นถ้ามีหัวข้อหน้าสนใจและมีการเปลี่ยนแปลงก็จะทำกรดึงข้อมูลนั้น ๆ มาใช้งาน

2.1.6 NodeMCU

NodeMCU คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจค Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware Software บนบอร์ด) ที่เป็น open Source มีกับโมดูล Wi-Fi (ESP8266) ที่เป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ต NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output build in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น ข้อมูลทางเทคนิคของ NodeMCU

ใช้โมดูล ESP8266-12E ที่ภายในมีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต หน่วยความจำแบบแฟลช ความจุ 4 เมกะไบต์และโมดูล Wi-Fi ในตัว มีชิป CP2102 สำหรับแปลงสัญญาณพอร์ต USB เป็น เUART เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ ใช้ไฟเลี้ยงภายนอก +5V มีวงจรควบคุม แรงดันไฟเลี้ยงสำหรับอุปกรณ์ 3.3V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 800mA มีขาพอร์ต SPI สำหรับติดต่อกับ SD การ์ด มีสวิตช์ RESET และ Flash สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่ มีอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล (ลอจิก 3.3V) รวม 16 ขา มีอินพุตอนาล็อก 1 ช่อง รับแรงดันไฟตรง 0 ถึง +1Vdc เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณ อนาล็อกเป็นดิจิตอล

ภาพที่ 2.12 NodeMCU

2.1.7 Relay Modules

Relay Modules เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ่งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ่งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ

<u>ประเภทของรีเลย์</u>

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (Solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (Power Relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทคเตอร์ ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางที่เรียกกันง่ายๆ ว่า "รีเลย์"

ภาพที่ 2.13 Relay Modules 8 channel

2.1.8 4x4 Matrix Keypad

4x4 Matrix Keypad แป้นปุ่มกดแบบ 4X4 หรือ Keypad เป็นอุปกรณ์สำหรับรับอินพุตจากผู้ใช้มีลักษณะเป็นปุ่มกดหลายปุ่ม ถูกจัดเรียงกันในลักษณะเป็นอาร์เรย์ แบ่งเป็นแถว แนวนอน (Rows) และแถวแนวตั้ง (Columns) เช่น 3x4 (= 12 ปุ่ม) หรือ 4x4 (= 16 ปุ่ม) เป็นต้น แต่ละปุ่มก็จะมีสัญลักษณ์เขียนกำกับไว้ เช่น ตัวเลข 0-9, *, * โดยปรกติ ถ้าต่อปุ่มกดแยกจำนวน 16 ตัว จะต้องใช้ขาสัญญาณทั้งหมด 16 ขา แต่ถ้าใช้การจัดเรียงแบบ 4x4 จะใช้ขาสัญญาณเพียง 8 ขา แต่ต้องมีเทคนิคในการตรวจดูว่า ปุ่มกดใดถูกกดบ้างในขณะนั้น วิธีการนี้เรียกว่า การสแกนปุ่มกด (Key Scan)

ภาพที่ 2.14 4x4 Matrix Keypad

การทำงานของ 4x4 Matrix Keypad ในการตรวจสอบดูว่ามีการกดปุ่มใดบ้างในแต่ละเวลาจะเลือกใช้ไลบรารีที่มีชื่อว่า Keypad ของ Arduino ซึ่งทำให้สะดวกในการใช้งานในการต่อวงจรจะต้องต่อขา Rows (ขาหมายเลข 1-4 นับจากซ้ายไปขวา) ของอุปกรณ์ 4x4 Keypad ไปยังขา D2, D3, D4, D5 ตามลำดับ และขา Columns (ขาหมายเลข 5-8 นับจากซ้ายไปขวา) ของอุปกรณ์ 4x4 keypad ไปยังขา D8, D9, D10, D11 ตามลำดับ

2.1.9 จอแสดงผล LCD

จอแสดงผล LCD คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่น สี

เขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่าง ๆ กัน จอ LCD จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งานส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

การเชื่อมต่อกับจอ Character LCD มี 2 แบบ คือ

1. การเชื่อมต่อแบบขนาน - เป็นการเชื่อมต่อจอ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino โดยตรง โดย จะแบ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบ 4 บิต และการเชื่อมต่อแบบ 8 บิต ใน Arduino จะนิยมเชื่อมต่อแบบ 4 บิต เนื่องจากใช้สายในการเชื่อมต่อน้อยกว่า

2. การเชื่อมต่อแบบอนุกรม - เป็นการเชื่อต่อกับจอ LCD ผ่านโมดูลแปลงรูปแบบการเชื่อมต่อกับจอ LCD จากแบบขนาน มาเป็นการเชื่อมต่อแบบอื่นที่ใช้สายน้อยกว่าเพียง 4 เส้น

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสง หรือ ปล่อย แสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของ จำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และ มีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด

ภาพที่ 2.15 จอแสดงผล LCD ขนาด 20x4

2.1.10 Current Sensor

ภาพที่ 2.16 A Current Sensor Module (ACS712-30A)

Current Sensor Hall Effect Current Sensor สามารถวัดค่ากระแสโดยการวัด คล้องสายของกระแสที่ไหล และให้เอาท์พุตออกมาเป็นแรงดัน hallมีมากมายหลายรุ่น รุ่นที่ ให้แรงดัน Output = รูปแบบสัญญาณจริง ก็มีให้เลือกแต่hallส่วนใหญ่จะใช้เป็น Instrument สำหรับความแม่นยำสูง สามารถวัดสัญญาณที่มี DC และ Harmonics ปะปนมากได้ หรือกระแสมีความซับซ้อนนของสัญญาณปะปนสูง เหมาะสำหรับการต้องวัดเพื่อวิเคราะห์หาHarmonicsต่างๆ การเลือกใช้ต้องระวังแบนด์วิดท์ (ความถี่ใช้งาน) ด้วย

แผ่นตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านเมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) มากระทำในทิศทางตั้ง ฉากกับแผ่นตัวนำ จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าหรือแรงดันเรียกว่าแรงดันฮอลล์ (Hall Voltage) ขึ้นที่ตัวนำในทิศทางตั้งฉากกับกระแส และฟลักซ์แม่เหล็ก เมื่อจ่ายกระแสคงที่ให้แผ่นตัวนำจะทำให้กระแสไหลผ่านแผ่นตัวนำอย่างคงที่ โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบไปขั้วบวก เมื่อมีฟลักซ์แม่เหล็กมากระทำกับแผ่นตัวนำในทิศทางตั้งฉากจะทำให้ประจุพาหะ (Charge Carrier) ขงตัวนำเบี่ยงเบนไปด้านบนของตัวนำ จากรูป ประจุพาหะเป็นอิเล็กตรอนมีประจุเป็นประจุลบทำให้ด้านบนของแผ่นตัวนำมีขั้วไฟฟ้าเป็นลบ ส่วนด้านล่างของแผ่นตัวนำจะมีขั้วตรงข้ามกับ ด้านบนนั่น คือ มีประจุบวก เมื่อวัดความต่างศักย์ระหว่างด้านบนกับด้านล่างทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าออกมาเป็นแรงดันลบโดยขนาดของแรงดันที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กที่มากระทำหากความเข้มสนามแม่เหล็กมากก็จะทำให้เกิดแรงดันมาก และถ้าความเข้มสนามแม่เหล็กน้อย แรงดันก็จะน้อยตามไปด้วย

ส่วนกรณีที่มีการกลับขั้วแม่เหล็กจะทำให้แรงดันเอาท์พุตกลับขั้วกับกรณีที่กล่าวมา ตัวนำที่มีประจุพาหะเป็นอิเล็กตรอนได้แก่ ตัวนำไฟฟ้าทั่วไปสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type) ส่วนตัวนำที่มีประจุพาหะเป็นประจุบวก ได้แก่ สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type) ปัจจุบันฮอลล์เอฟเฟคจะอยู่ในรูปของวงจรรวม หรือ IC (Integrated Circuit) ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำเนื่องจากสารกึ่งตัวนำจะให้แรงดันเอาท์พุตสูงกว่าตัวนำไฟฟ้าทั่วไป

แอมมิเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าซึ่งดัดแปลงจากการนำความต้านทาน(ชันต์) ที่มีค่าน้อย ๆ มาต่อขนานแกลวานอมิเตอร์ เพื่อแบ่งกระแสไม่ให้ไหลผ่านแกลแวนอมิเตอร์มากเกินไป จนทำให้แกลวานอ มิเตอร์พังได้ เมื่อต้องการวัดกระแสที่มีค่ามากๆ

1. นำชั้นต์ต่อขนานกับแกลวานอมิเตอร์

2. ชั้นต์ต้องมีค่าน้อย ๆ เพื่อให้กระแสแยกไหลผ่านชั้นต์มาก ๆ เพื่อช่วยลดกระแสที่จะไหลผ่านแกลวานอมิเตอร์

การวัดกระแสไฟฟ้าทั่วไปโดยใช้แอมป์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์จะใช้อักษรย่อ I เป็นสัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ คือ แอมมิเตอร์ที่ดีต้องมีความต้านทานน้อยเพื่อให้กระแสไฟฟ้าในวงจรไหลผ่านตัวแอมมิเตอร์ให้มากที่สุด การใช้แอมมิเตอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้ามีลักษณะเช่นเดียวกับการใช้มาตราวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อประปา คือ ต้องต่อแอมมิเตอร์แทรกในวงจรที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เรียงลำดับในวงจรไฟฟ้าเป็นการต่อแบบอนุกรมเพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์เป็นค่าเดียวกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรนั้น

<u>คุณสมบัติของแอมมิเตอร์ที่ดี</u>

1. มีความแม่นยำสูงซึ่งเกิดจากการนำชั้นต์ที่มีความต้านทานน้อยๆมาต่อเพื่อว่าเมื่อนำแอมมิเตอร์ไปต่อ อนุกรมในวงจรแล้วจะไม่ทำให้ความต้านทานรวมของวงจรเปลี่ยนแปลง ทำให้กระแสที่วัดได้มีความแม่นยำสูงหรือมีความผิดพลาดจากการวัดน้อย

2. มีความไว (Sensitivity) สูงเมื่อชันต์มีค่าน้อย ๆ กระแสที่ไหลผ่านชั้นต์จะมีค่ามากทำให้กระแสที่ไหลผ่านแกลวานอมิเตอร์มีค่าน้อยนั่น คือ แอมมิเตอร์ที่ดีจะสามารถตรวจวัดค่ากระแสน้อยได้ แม้วงจรจะมีกระแสไหลเพียงเล็กน้อยแอมมิเตอร์ก็สามารถวัดค่าได้

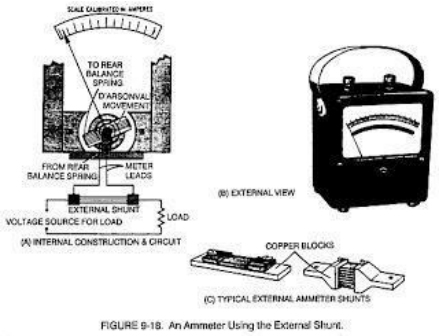
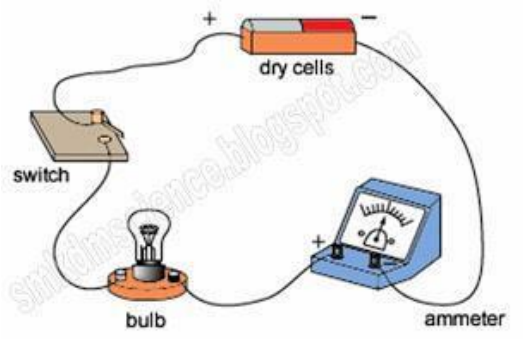


FIGURE 9-18. An Ammeter Using the External Shunt.

ภาพที่ 2.17 แอมมิเตอร์

การนำไปใช้วัด ใช้แอมมิเตอร์ไปต่ออนุกรมในวงจรในสายที่ต้องการทราบค่ากระแสที่ไหลผ่านเหมือนกับการวัดกระแสน้ำก็ต้องนำเครื่องมือวัดไปจุ่มลงน้ำด้วย

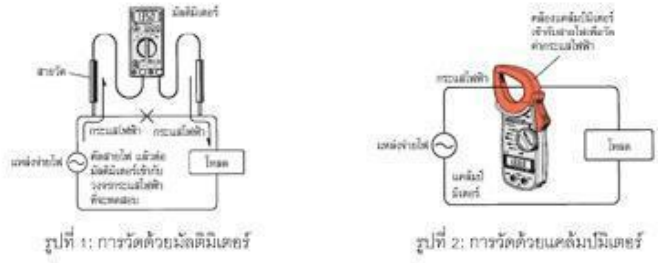


ภาพที่ 2.18 รูปแสดงการใช้งานแอมมิเตอร์

แคลมป์มิเตอร์ (Clamp Meter) เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับเปลี่ยนปริมาณทางไฟฟ้า เช่น ตัวเลขแสดงผล หรือให้อยู่ในรูปของเข็มชี้ค่าแสดงผลโดยจะสามารถตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำโดยไม่ ต้องดับไฟ หรือหยุดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการวัด แคลมป์มิเตอร์จึงเป็นเครื่องมือวัดอีกชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็น มากในงานด้านไฟฟ้าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบปรับ อากาศ เครื่องทำความเย็น หรืองานซ่อมบำรุง ระบบไฟฟ้าภายในรถยนต์ เป็นต้น

ภาพที่ 2.19 แคลมป์มิเตอร์

ซึ่งถ้าหากสามารถใช้งานแคลมป์มิเตอร์ได้อย่างถูกวิธี และมีความชำนาญอยู่แล้วจะสามารถช่วยให้ทำงานได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในขณะเดียวกันก็ยังจะสามารถช่วยลดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากระบบไฟฟ้าได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.20 การทำงานของแคลมป์มิเตอร์

<u>ประโยชน์ของแคลมป์มิเตอร์</u>

แคลมป์มิเตอร์โดยทั่วไปแล้ว จะถูกนำมาใช้งานในการวัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าต่าง ๆ โดยการนำแคล้มป์มิเตอร์ไฟคล้องกับสายไฟที่ต้องการวัด จะทำให้สามารถทราบค่ากระแสไฟฟ้าได้จากจอแสดงผลบนแคลมป์มิเตอร์ ในปัจจุบันแคลมป์มิเตอร์ได้มีการพัฒนาให้มีขีดความสามารถในการวัดได้ ทั้งไฟฟ้า กระแสสลับ (AC) และไฟฟ้ากระแสตรง (DC) นอกจากนั้นแคลมป์มิเตอร์ที่มีการใช้ในปัจจุบันนี้ยังมี ความสามารถในการวัดกำลังไฟฟ้า (Power) ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกกราฟ (Recorder) หรือเครื่อง ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) เพื่อใช้ในการตรวจสอบ และวิเคราะห์รูปคลื่นไฟฟ้าได้อีกด้วย

2.1.11 ซอฟต์แวร์ Weka

Weka ย่อ มาจาก Waikato Environment for Knowledge Analysis (ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จภาพประกอบประเภทซอฟแวร์ให้เปล่า (Free Ware) ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของ GPL License ซึ่งโปรแกรม Weka ได้ถูกพัฒนามาจากภาษาจาวาทั้งหมด ซึ่งเขียนมาโดยเน้นกับงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) และการทำเหมืองข้อมูลโปรแกรมประกอบไปด้วยโมดูลย่อยๆ สำหรับใช้ในการจัดการข้อมูล และเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ Graphic User Interface (GUI) และ ใช้คำสั่งในการให้ซอฟตแวร์

ภาพที่ 2.22 การทำงานของเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

2.1.11.1 โปรแกรมหลักของซอฟต์แวร์Weka

2.1.11.1.1 Simple CLI (Command Line Interface) เป็นโปรแกรมรับคำสั่งการทำงานผ่านการพิมพ์

2.1.11.1.2 Explorer เป็นโปรแกรมที่ออกแบบในลักษณะ GUI

2.1.11.1.3 Experimenter เป็นโปรแกรมที่ออกแบบการทดลองและการทดสอบผล

2.1.11.1.4 KnowledgeFlow เป็นโปรแกรมออกแบบผังการไหลของความรู้

2.1.11.1.5 ArffViewer เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแก้ไขแฟ้มประเภท Arff

2.1.11.1.6 Log เป็นโปรแกรมที่ใช้อ่านข้อความบันทึกเก็บระหว่างการทำงาน

2.1.11.2 เมนูหลักของ Explorer

2.1.11.1 Preprocess การเตรียมข้อมูล

2.1.11.2 Classify รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลแบบจัดจำแนกประเภท

2.1.11.3 Cluster รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลแบบการเกาะกลุ่ม

2.1.11.4 Associate รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลแบบกฎเชื่อมโยง

2.1.11.5 Select attributes รวมโมดูลสำหรับการวิเคราะห์ความเกี่ยวพนัของลักษณะประจำ

2.1.11.6 Visualize นำเสนอข้อมูลด้วยภาพนามธรรมสองมิติ

2.1.11.3 ประเภทของแฟ้มข้อมูลที่รับได้

2.1.11.3.1 แฟ้มขอ้มูลที่รับตอ้งอยใู่ นรูปแบบ ASCII อาจเป็ น arff, csv, C45

2.1.11.3.2 ในกรณีแฟ้มขอ้มูลอยใู่ นเครือข่ายผใู้ชส้ ามารถเรียกใชไ้ดยอาศยั URL

2.1.11.3.3 หรืออาจใชข้อ้มูลที่อยใู่ นฐานขอ้มูลที่เชื่อมโยงผา่ น JDBC

2.1.12 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

D.K. Sreekantha และ Kavya A.M (2017) ได้นำเสนองานวิจัย การปรับเปลี่ยนการเกษตรทำให้เกษตรกรสามารถใช้เทคนิคต่างๆ เช่นความแม่นยำและการเกษตรที่ยั่งยืนเพื่อเผชิญกับความเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยี IOT ช่วยในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น สภาพอากาศ, ความชื้น, อุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ติดตามตรวจสอบออนไลน์ช่วยให้สามารถตรวจจับวัชพืช, ระดับน้ำ, การตรวจหาศัตรูพืช, การบุกรุกจากสัตว์ ระบบ IOT ช่วยให้เกษตรกรเชื่อมต่อกับฟาร์มของเขาได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านเครือข่ายแบบไร้สายเพื่อใช้ในการตรวจสอบสภาพฟาร์ม และ ใช้ micro controller ในการควบคุมทำให้กระบวนการผลิตของฟาร์มเป็นไปโดยอัตโนมัติ ในการดูระยะไกลจะใช้รูปแบบของภาพและวิดีโอได้โดยกล้องไร้สาย เทคโนโลยี IOT สามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำฟาร์มแบบดั้งเดิมได้ [9]

Sinung Suakanto และ Ventje J. L. Engel และ Maclaurin Hutagalung และ Dina Angela (2016) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับ ภาคเกษตรกรรมได้เผชิญกับความท้าทายอย่างมาก เพื่อที่จะเลี้ยงดูจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในโลกและ ในอนาคตจะเป็นการยากที่จะพึ่งพาเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมในการผลิตอาหาร นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรมได้เริ่มพัฒนาเกษตรกรรมแบบสมาร์ทโดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ บทความนี้นำเสนอรูปแบบแนวคิดและการออกแบบระบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการทำฟาร์มแบบสมาร์ทกับการประยุกต์ใช้งานเครือข่ายเพื่อดำเนินการที่จำเป็นสำหรับเกษตรกรเสนอแบบจำลองที่ครอบคลุมโดยใช้ Internet of Things (IoT) ซึ่งจะใช้กับการเกษตร จัดเก็บข้อมูลผ่านเซนเซอร์การควบคุม และการจัดการทำงานและการวิเคราะห์ข้อมูลได้รับการพิจารณาในการพัฒนารูปแบบและการออกแบบระบบ ในระบบนี้จะเสนอวิธีแก้ปัญหาเพื่อช่วยให้เกษตรกรเผชิญกับปัญหาในการจัดการและวางแผนงานการวัดสภาพแวดล้อมและการกระจายข้อมูล [14]

Andreas Kamilarisและ Feng Gaoและ Francesc X. Prenafeta-Boldและ Muhammad Intizar Ali (2016) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ ความคืบหน้าล่าสุดของ Internet of Things (IoT) ทำให้สามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้โดยใช้แพลตฟอร์ม IoT ขนาดที่แตกต่างกันกรอบการทำงาน IoT เหล่านี้ถูกใช้เพื่อเก็บรวบรวมประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลในแบบเรียลไทม์และอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมโซลูชันสมาร์ทที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ โซลูชันที่อิงกับ IOT ที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับโดเมนโดยให้บริการการประมวลผลแบบสตรีมและการวิเคราะห์โดยมุ่งเน้นที่พื้นที่เฉพาะ(smart cities,การดูแลสุขภาพ ฯลฯ) ในบริบทของอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตรพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่หลากหลายของโดเมนต่าง ๆ (เช่นสภาพอากาศ,กฎระเบียบ ฯลฯ) มีอิทธิพลสำคัญในห่วงโซ่อาหารในขณะที่กรอบ IoT แบบยืดหยุ่นและปรับตัวได้ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตระหนักถึงแนวคิดเรื่องการทำฟาร์มแบบสมาร์ทอย่างแท้จริงอยู่ในปัจจุบันในบทความนี้เราเสนอ Agri-IoT กรอบความหมายสำหรับ IoT - based โปรแกรมการทำฟาร์มสมาร์ทซึ่งสนับสนุนสตรีมข้อมูลแบบเรียลไทม์ Agri-IoT สามารถรวมข้อมูลข้ามโดเมนหลายสายเข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นระบบการประมวลผลที่สมบูรณ์แบบ Agri-IoT สนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่และการตรวจสอบเหตุการณ์, มั่นใจในการทำงานร่วมกันระหว่างตัวเซ็นเซอร์, บริการ, กระบวนการ, การดำเนินงานเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง,รวมถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์และชุดข้อมูลและสตรีมแบบเปิดที่เชื่อมโยงอยู่บนเว็บ [6]

Joan Baez U. Dimatiraและ Elmer P. Dadios และ Francisco Culibrina และ Jo-Ann Magsumbolและ John Dela Cruz และ Kristine Sumage และ Mary Tamar Tan (2016) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ มะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในโลกเป็นประโยชน์ไม่เพียงเพื่อความเป็นอยู่ของเกษตรกร แต่ยังประโยชน์ต่อสุขภาพมะเขือเทศยังอุดมไปด้วยวิตามินซีและไลโคปีน

ไลโคปีนสามารถลดความเสี่ยงต่อมะเร็งเต้านมและมะเร็งต่อมลูกหมากโรคกระดูกพรุนและสามารถรักษาภาวะมีบุตรยากของผู้ชาย ด้วยความช่วยเหลือของเทคโนโลยี Smart Farming การผลิตมะเขือเทศไม่จำเป็นต้องปลูกในหน้าฤดูกาลก็ได้ การศึกษาครั้งนี้เกี่ยวข้องกับคุณภาพของมะเขือเทศเพราะเป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดเพราะเป็นตัวกำหนดมูลค่าการค้าของผลิตภัณฑ์ และคุณภาพที่ดีจะได้รับการตอบสนองหากครบกำหนดเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศจะขึ้นกับสีผิวดังนั้นการประเมินระดับการเติบโตของมะเขือเทศจะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน : Green stage, breakers stage, turning stage, pink stage, light red stage and red stage (USDA, 1991). นักวิจัยได้ใช้สีขนาดและรูปร่างของผลมะเขือเทศเพื่อเป็นพื้นฐานของการเติบโตโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับของตรรกศาสตร์ภายใต้การดำเนินงานของสมาร์ทฟาร์ม [12]

Ankita Patil และ Mayur Beldar และ Akshay Naik และ Sachin Deshpande (2016) 3rd ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ สถานการณ์ปัจจุบันในอินเดียแสดงถึงการลดลงอย่างต่อเนื่องของการสนับสนุนทางการเกษตรต่อ GDP ของอินเดีย สาเหตุของสภาพนี้ส่วนใหญ่เป็นสภาพอากาศที่ผิดปกติและการสูญเสียพืช เทคโนโลยีใหม่และปุ๋ยที่ทันสมัยยังไม่ผ่านเข้าไปในมุมของอินเดียซึ่งส่วนใหญ่ของเกษตรกรอาศัยอยู่จากบทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดเรื่องการทำฟาร์มอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีเว็บเซนเซอร์ไร้สายเพื่อการตรวจจับความชื้นในดินร่วมกับแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือเกษตรกร แนะนำระบบการรดน้ำพืชโดยอัตโนมัติและแอพพลิเคชัน Android ซึ่งจะช่วยในการควบคุม Arduino ผ่านทางอินเทอร์เน็ตนอกจากนี้แอ็พพลิเคชัน Android นี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเกษตรแก่เกษตรกรเช่นค่าใช้จ่ายของเมล็ดความชื้นระดับที่ต้องการชนิดของดินที่ต้องการการพยากรณ์อากาศปุ๋ยและยาฆ่าแมลงที่จะนำมาใช้ [8]

George Suciu และ Octavian Fratu และ Alexandru Vulpe และ Cristina Butca และ ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ พืชเกษตรมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการตกตะกอนช่วยเพิ่มโอกาสในการเกิดโรคซึ่งอาจนำไปสู่ความเสียหายไปยังพืชได้นอกจากนี้ความจำเป็นในการสนับสนุนการเพาะปลูกความแม่นยำในการเพาะปลูกการประเมินคุณภาพการรักษาโรคและการควบคุมการเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้นบทความนี้นำเสนอแพลตฟอร์ม IoT สำหรับการตรวจสอบระยะไกลในการปลูกองุ่นผลงานหลักของบทความนี้ประกอบด้วยการนำเสนอผลการวัดผลในไร่องุ่นโรมาเนียในช่วงระยะเวลาสองปี สุดท้ายนี้จะกล่าวถึงการขยายระบบที่เสนอสำหรับการใช้งานด้านการเกษตรอื่น ๆ [11]

Andrei Dincu และ Elena Apostol และ Cătălin Leordeanu และ Mariana Mocanu และ Dan Huru (2016) 10th ได้เสนองานวิจับเกี่ยวกับ การใช้งานแอพพลิเคชันสำหรับการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากในรูปแบบเรียลไทม์มากขึ้นเนื่องจากมีประเภทของระบบที่สามารถสร้างข้อมูลที่ครอบคลุมได้มากในระยะเวลาอันสั้นในบทความนี้เรามุ่งเน้นไปที่ระบบเซ็นเซอร์ ระบบ

ดังกล่าวอาจพบได้ในหลายโดเมนที่สำคัญเช่น การทำฟาร์มแบบสมาร์ท,ด้านการแพทย์,การจัดการน้ำ หรือ smart cities แนวทางที่เสนอในเอกสารฉบับนี้มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ แต่ยังพิจารณาถึงข้อมูลในอดีตเพื่อให้การแจ้งเตือนหรือเรียกใช้บริการที่แตกต่างกัน นี่เป็นแนวทางใหม่เนื่องจากไม่มีโซลูชันการประมวลผลสตรีมมิ่งกับข้อมูลการประมวลผลชุด เราได้ทดสอบโซลูชันของเราด้วยข้อมูลจากเซนเซอร์และตัวกระตุ้นโดยใช้สถานการณ์การทดสอบฟาร์มแบบสมาร์ท [7]

Ravi Kishore Kodali และ Vishal Jain และ Sumit Karagwal Humanitarian (2016) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ การปรับปรุงการทำการเกษตรในปัจจุบันโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น งานนี้มีรูปแบบของเรือนกระจกแบบสมาร์ทซึ่งช่วยให้เกษตรกรดำเนินงานในฟาร์มโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้การตรวจสอบด้วยตนเองเป็นจำนวนมาก เรือนกระจก [1], [2] เป็นโครงสร้างปิด ปกป้องพืชจากสภาพอากาศที่รุนแรง ได้แก่ ลมพายุลูกเห็บรังสีอัลตราไวโอเลตและแมลงและการโจมตีศัตรูพืช การให้น้ำจะดำเนินการโดยใช้ระบบแบบหยดอัตโนมัติซึ่งทำงานตามเกณฑ์ความชื้นในดินที่ตั้งไว้เพื่อให้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุดถูกนำไปใช้กับพืช จากข้อมูลคุณภาพของดินจำนวนไนโตรเจนฟอสฟอรัสโพแทสเซียมและแร่ธาตุอื่น ๆ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เทคนิคการให้น้ำหยดได้ มีการสร้างถังบำบัดน้ำที่เหมาะสมและเติมน้ำหลังจากวัดระดับน้ำในปัจจุบันโดยใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิค นอกจากนี้พืชยังมีแสงความยาวคลื่นที่จำเป็นในช่วงกลางคืนโดยใช้ไฟที่กำลังเติบโตอุณหภูมิและความชื้นอากาศจะถูกควบคุมโดยเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิและใช้หม้อน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิเดียวกันหลอดควบคุมด้วยโมดูล นอกจากนี้ข้อมูลจะถูกอัปโหลดไปยังบริการระบบคลาวด์ (Google ไดรฟ์) และสามารถส่งต่อไปยัง บริษัท อีคอมเมิร์ซ [13]

Sneha S. Gumasteและ Anilkumar J. Kadam (2016) ได้เสนองานวิจัย ในบทความนี้เราได้เสนอแนวทางการทำฟาร์มแบบสมาร์ทโดยใช้เทคโนโลยีที่สำคัญ ๆ เช่นขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมและ FFT เกษตรกรต้องลงทะเบียนผ่านแอป android mobile หรือจากเดสก์ท็อปโดยมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ส่วนการจัดเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ถูกใช้เพื่อเก็บรายละเอียดของเกษตรกรและข้อมูลสภาพอากาศ ปัจจุบันสภาพอากาศได้มาจากใช้อินเทอร์เน็ตและพิกัด GPS สำหรับพยากรณ์อากาศในอนาคต และจะช่วยเกษตรกรในการวางแผนการเกษตรนอกจากนี้มีส่งการแจ้งเตือนสภาพอากาศและพืชผลที่เสียหายทาง sms และ email ไปยังเกษตรกร [15]

งานวิจัยของ พรรณวิภา อรุณจิตต์ (2558) นำเสนอเกี่ยวกับ โรงเรือนปลูกพืชควบคุมและมอนิเตอร์อัตโนมัติผ่านระบบเครือข่าย ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือนที่ติดตั้งระบบอัตโนมัติด้วยการปลูกผักกาดหอมพันธุ์ Red Rapid ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ใช้ระบบอัตโนมัติควบคุมปริมาณน้ำและความเข้มแสงสำหรับพืชที่ปลูกภายในโรงเรือน เพื่อสภาพแวดล้อมในการผลิตที่เหมาะสม นำมาซึ่งผลผลิตที่มีคุณภาพ และนอกเหนือจากงานวิจัยนี้จะ

สามารถควบคุมปริมาณน้ำและความเข้มแสงได้แล้ว ก็สามารถบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร ได้แก่อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสงและความชื้นดิน โดยทั้งหมดประมวลผลและบันทึกข้อมูลผ่านระบบคลาวด์ (Cloud Computing) [3]

Francisco B. Culibrina และ Elmer P. Dadios (2015) ได้เสนองานวิจัย การทำฟาร์มแบบสมาร์ทถือเป็นส่วนสำคัญของความยั่งยืนของอาหารในศตวรรษที่ 21 การใช้เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายในการเพาะปลูกจากการกระจายงานอิสระ,การตรวจสอบวาล์วและการทำงานสวิตช์และการควบคุมพื้นที่ห่างไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีเยี่ยมในทุกฤดูกาลเพื่อควบคุมการขยายฟาร์มและระบบการให้น้ำ เอกสารฉบับนี้เสนอวิธีการสื่อสารของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมและส่งคำสั่งควบคุมเพื่อ เปิด/ปิด ระบบน้ำและจัดการการจ่ายพลังงานผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบที่นำเสนอมีการพัฒนาอย่างถูกต้องและเชื่อถือได้[10]

งานวิจัยของ เสริม ศักดิ์ทิพย์วงศ์ และคณะสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2557) นำเสนอเกี่ยวกับเครือข่ายเซนเซอร์แบบไร้สาย (Wireless Sensor Network) ที่ประกอบด้วยเซนเซอร์โหนดเป็นจำนวนมาก เซนเซอร์โหนดที่ทำหน้าที่ตรวจจับเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลที่ได้กลับไปยังโหนดต้นทาง (Sink Node) โดยอาศัยตัวรับ-ส่งสัญญาณไร้สายเพื่อส่งข้อมูลต่อ ๆ กันไป [5]

งานวิจัยของ พิชิตพล ประกอบเสียง และ อมรฤทธิ์ พุทธิพิพัฒน์ขจร (2555) นำเสนอเกี่ยวกับระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิห้องเก็บเลือดผ่าน SMS ได้แนวทางในการที่จะนำเอาโทรศัพท์เคลื่อนที่มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผ่าตัดรักษาจำเป็นต้องมีเลือดในการช่วย จึงได้มีการรับบริจาคเลือดจากผู้อื่น เลือดที่ได้รับบริจาคนั้นจำ เป็นต้องเก็บรักษาด้วยการแช่ห้องเย็น โดยมีอุปกรณ์หลัก ๆ 3 อย่างคือไมโครคอนโทรลเลอร์,จีเอสเอ็มโมเด็ม, เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและได้พัฒนาระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนแจ้งเตือนผู้ใช้ทางข้อความสั้นโดยระบบจะแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด ส่วนเก็บข้อมูลคือ SD Card มี 2 ส่วน DAT.TXT ทำหน้าที่เก็บเบอร์โทรศัพท์, ตั้งค่าช่วงของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด, เก็บข้อมูลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์, เปิดใช้ระบบอัตโนมัติในการรับข้อความสั้น, เปิดใช้เบอร์โทรศัพท์ LOG.TXT ทำหน้าที่เก็บข้อมูลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์,ทุกๆ 1 นาที ส่วนผู้ใช้ส่งคำร้องมายังระบบได้พัฒนาให้ผู้ใช้สามารถส่งคำร้องในการตั้งค่าเบอร์โทรศัพท์ที่ต้องการรับการแจ้งเตือนได้สูงสุด 10 เบอร์, สั่งเปิดใช้ระบบอัตโนมัติในการรับข้อมูลอุณหภูมิทุกๆ 5 นาที, ส่งคำขอร้องค้นหาข้อมูลอุณหภูมิ เวลาอื่นๆ และจากการทดสอบความปลอดภัยพบว่าสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนได้ทันท่วงทีทำงานสอดคล้องกับ อุณหภูมิที่ตั้งไว้ซึ่งนับว่าระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]

งานวิจัยของ ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์ และ ภุชงค์ อุทโยภาศ(2555) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นการศึกษาระบบประมวลผลแบบคลาวด์แนวคิดสำหรับโครงสร้างพื้นฐานระบบสารสนเทศยุคใหม่ โดยใช้ Amazon Web Service (Amazon AWS) เป็นผู้ให้บริการ ทรัพยากรระบบประมวลผลคลาวด์ ที่ให้บริการตั้งแต่ โครงสร้างพื้นฐาน, แพลตฟอร์ม, ไลบรารี่(API) สำหรับการพัฒนาโปรแกรม, รวมถึง ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป พบว่า AWS ให้บริการทรัพยากรหลากหลายทำให้ผู้ใช้งาน สามารถใช้บริการทรัพยากรไดทุกชนิด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้โครงสร้างสารสนเทศระบบประมวลผลแบบคลาวด์ของ AWS ในการดำเนินธุรกิจได้หลากหลาย [2] ภาคภูมิ มโนยุทธ และคณะ (2553) ได้ทำวิจัยเรื่องระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและการต่ออุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ในสวนยางพารา โดยระบบสามารถตรวจวัดค่าสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ภายในอากาศ ค่าความเข้มของแสงสว่าง ค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในดิน โดยสามารถทำการติดต่อสื่อสารได้ไกลโดยการใช้วิธีการติดต่อสื่อสารแบบ Multi-hop และสามารถทำการปรับตั้งค่าให้โหนดทำการส่งข้อมูลกลับเป็นระยะเวลาตามที่กำหนดผู้ใช้สามารถทำการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ได้ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ หรือหากต้องการทำการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนหน้าสามารถทำการตรวจสอบข้อมูลภายในฐานข้อมูลได้ [1]

ภาคภูมิ มโนยุทธ และคณะ (2553) ได้ทำวิจัยเรื่องระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายและการต่ออุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ในสวนยางพารา โดยระบบสามารถตรวจวัดค่าสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ภายในอากาศ ค่าความเข้มของแสงสว่าง ค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในดิน โดยสามารถทำการติดต่อสื่อสารได้ไกลโดยการใช้วิธีการติดต่อสื่อสารแบบ Multi-hop และสามารถทำการปรับตั้งค่าให้โหนดทำการส่งข้อมูลกลับเป็นระยะเวลาตามที่กำหนดผู้ใช้สามารถทำการตรวจสอบค่าต่าง ๆ ได้ผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ หรือหากต้องการทำการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนหน้าสามารถทำการตรวจสอบข้อมูลภายในฐานข้อมูลได้ [4]