



รายงานการวิจัย

นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง ปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง

พณณา ตั้งวรรณวิทย์ และกนิษฐา แสงกระจ่าง

ประจำปีงบประมาณ 2564

รายงานการวิจัย

นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง ปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง

พณณา ตั้งวรรณวิทย์

สาขาคณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กนิฐา แสงกระจ่าง

สาขาสารสนเทศศาสตร์
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ทุนอุดหนุนโดย งบประมาณเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย
ประเภทโครงการวิจัยพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่
ประจำปีงบประมาณ 2564

ชื่องานวิจัย	นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง
ผู้วิจัย	พณณา ตั้งวรรณวิทย์ และกนิฐา แสงกระจ่าง สาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีที่เสร็จ	2564

บทคัดย่อ

Internet of Things (IoT) เป็นเครือข่ายของอุปกรณ์ทางกายภาพและกำลังเป็นส่วนสำคัญของนวัตกรรมสำหรับระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ทางด้านเกษตรกรรม นำมาใช้เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ตั้งแต่เทคนิคการผลิต จนถึงกระบวนการเก็บเกี่ยวผลผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ IoT เพื่อตรวจสอบการเติบโตของผักในท้องถื่น (*Coriander*; *Coriandrum Sativum* L.) ผ่านเซ็นเซอร์ (แสง ความชื้น อุณหภูมิ ระดับน้ำ) และรวมกับระบบอัตโนมัติ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ปลูกสามารถตรวจสอบสภาพพื้นที่ได้จากทุกที่ทุกเวลา ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการทดลองกลุ่มผักพื้นบ้าน ได้แก่ ผักชีล้อม ผักชีลาว และวัชพืชผักชีฝรั่ง ระบบต้นแบบประกอบด้วยเซ็นเซอร์อัจฉริยะหลายตัวเพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของผักที่กล่าวถึงอย่างแม่นยำตั้งแต่ระยะต้นกล้าไปจนถึงพืชโตเต็มที่ ซึ่งจะทำให้ระดับการผลิตสูงสุดจากสภาพแวดล้อมในพื้นที่ ผักชีที่แตกต่างกัน 3 ชนิดจะถูกทดลองภายใต้พารามิเตอร์เหล่านี้ : ความสูง ความกว้างของลำต้น และความกว้างของใบ ผลการวิจัยพบว่า ระบบนิเวศ IoT สำหรับการปลูกผักชีประเภทต่าง ๆ สามารถสร้างการเจริญเติบโตของพืชอย่างมีประสิทธิภาพและพร้อมสำหรับการเก็บเกี่ยวด้วยเวลาที่สั้นกว่าวิธีการทั่วไป

Research Title : Innovation for Business model generation
Internet of Things: IoT
Name : Panana Tangwannawit and Kanitra Seangkajang
: Phetchabun Rajabhat University
Year : 2021

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) is a network of physical devices and is becoming a major area of innovation for computer-based systems. Agriculture is one of the areas which could be improved by utilizing this technology ranging from farming techniques to production efficiency. The objective of this research is to design an IoT to monitor local vegetable (Coriander; *Coriandrum Sativum* L.) growth via sensors (light, humidity, temperature, water level) and combine with an automated watering system. This would provide planters with the ability to monitor field conditions from anywhere at any time. In this research, a group of local vegetables including coriander, cilantro, and dill weed were experimented. The prototype system consists of several smart sensors to accurately monitor the mentioned vegetable growth from seedling stage to a fully grown plant which will ensure the highest production levels from any field environment. Three different types coriander were measured under these parameters: height, trunk width, and leaf width. The result showed that IoT ecosystem for planting different types of coriander could produce effective and efficient plant growth and ready for harvest with a shorter time than conventional method.

Keywords: Internet of Things, Local Vegetables, Coriander, Ecosystem

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ และบุคลากร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ เกษตรกรที่เข้ารับการสัมภาษณ์ ที่ให้ความกรุณาตรวจสอบ และเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบและการให้ข้อมูลในการทำวิจัยแก่คณะผู้วิจัย

ท้ายสุดนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงยิ่ง ทุนการวิจัยที่ได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2564 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

พณณา ตั้งวรรณวิทย์ และกนิฐา แสงกระจ่าง

1 สิงหาคม 2564

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2	4
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การปลูกผักแบบน้ำไน	4
2.2 ผักชี	8
2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer)	11
2.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ	15
2.5 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ	16
2.6 เบริดบอร์ด (Breadboard)	17
2.7 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT)	19
2.8 Firebase Real-time Database	23
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3	27
วิธีดำเนินงานวิจัย	27
3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	27
3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	27
3.3 การพัฒนาระบบ	33

บทที่ 4	34
ผลการวิจัย	34
4.1 ผลการพัฒนาระบบ	34
4.2 ผลการปลูกผักผ่านระบบ IoT	40
บทที่ 5	47
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ	47
5.2 อภิปรายผล	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	53

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2-1 การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์แบบน้ำไหล (NFT)	5
ภาพที่ 2-2 ถังเก็บสารละลาย	5
ภาพที่ 2-3 ตัวปั๊มสารละลาย	6
ภาพที่ 2-4 รางปลูกพืช	6
ภาพที่ 2-5 การใช้ออกซิเจนของพืช	7
ภาพที่ 2-6 บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก	13
ภาพที่ 2-7 Raspberry Pi model	14
ภาพที่ 2-8 GPIO Number	15
ภาพที่ 2-9 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi กับ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ	16
ภาพที่ 2-10 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry กับ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ	17
ภาพที่ 2-11 เบรตบอร์ด (Breadboard)	17
ภาพที่ 2-12 ตัวอย่างกลุ่มแนวตั้ง	18
ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างกลุ่มแนวนอน	18
ภาพที่ 2-14 แผงวงจรภายใต้ Breadboard	19
ภาพที่ 2-15 การใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งกับสิ่งต่าง ๆ	19
ภาพที่ 2-16 Wireless Sensor Network	20
ภาพที่ 2-17 Network Layers ของ Internet of Things โดย IBM	21
ภาพที่ 2-18 WSN Nodes	22
ภาพที่ 2-19 Diagram อธิบายการเชื่อมต่อ Gateway หลาย ๆ ตัวเข้ากับ Local network	23
ภาพที่ 2-20 รูปแบบการทำงานของ Firebase Real-time Database	23
ภาพที่ 2-21 ตัวอย่างคำสั่งในการสร้าง Table	24
ภาพที่ 2-22 ตัวอย่าง Json ใน NoSql Database	24
ภาพที่ 3-1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ IoT การปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง	27
ภาพที่ 3-2 สถาปัตยกรรมภาพรวมของระบบ	28
ภาพที่ 3-3 การต่อเซ็นเซอร์กับอุปกรณ์ควบคุม	28
ภาพที่ 3-4 การต่อเซ็นเซอร์กับกล่องอุปกรณ์	29
ภาพที่ 3-5 เซ็นเซอร์ที่ใช้งาน	29
ภาพที่ 3-6 จุดติดเซ็นเซอร์	29
ภาพที่ 3-7 การบันทึกข้อมูลใน firebase real-time database	30
ภาพที่ 3-8 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบปลูกผัก	31
ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ	33

ภาพที่ 4-1 การเก็บข้อมูลบน Firebase	34
ภาพที่ 4-2 หน้าจอ Log-in เข้าสู่ระบบ	35
ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงเซ็นเซอร์อุณหภูมิ	35
ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงเซ็นเซอร์น้ำ	35
ภาพที่ 4-5 คำสั่งเรียกใช้ชุดข้อมูล	36
ภาพที่ 4-6 การใช้คำสั่ง df.info() เพื่อดูผลทางโภชนาการผักชี	37
ภาพที่ 4-7 การใช้คำสั่ง df.columns เพื่อดูข้อมูลทางโภชนาการผักชี	37
ภาพที่ 4-8 การเลือกคอลัมน์ผักชีที่ต้องการ	37
ภาพที่ 4-9 การใช้คำสั่ง sns.pairplot สร้างแผนภาพ	38
ภาพที่ 4-10 แบบ StandardScaler	39
ภาพที่ 4-11 แบบ PowerTransformer	39
ภาพที่ 4-12 การเตรียมอุปกรณ์	40
ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างแปลงปลูกระยะ 1-7 วัน	40
ภาพที่ 4-14 แปลงปลูกระยะ 8-14 วัน	41
ภาพที่ 4-15 แปลงปลูกระยะ 10-14 วัน	41
ภาพที่ 4-16 ผลจากแปลงปลูกผักชีล้อมระยะเก็บเกี่ยว 30 วัน	42
ภาพที่ 4-17 ผลจากแปลงปลูกผักชีฝรั่งระยะเก็บเกี่ยว 30 วัน	43

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 ตารางเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชไร่ดิน	8
ตารางที่ 2-2 ตัวอย่าง Relational Database	24
ตารางที่ 3-1 ประเภทของเซ็นเซอร์	28
ตารางที่ 3-2 รายละเอียดยูสเคสเข้าสู่ระบบ	31
ตารางที่ 3-3 รายละเอียดแสดงข้อมูลอุณหภูมิ	32
ตารางที่ 3-4 รายละเอียดยูสเคสข้อมูลระดับน้ำ	32
ตารางที่ 4-1 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีล้อม	45
ตารางที่ 4-2 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีฝรั่ง	45
ตารางที่ 4-3 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีลาว	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

อำเภอเขาค้อเป็นอำเภอเกษตรกรรม ส่งออกพืชพันธุ์และผลผลิตทางการเกษตรเป็นรายได้หลักที่สำคัญของจังหวัดเพชรบูรณ์เพราะมีสภาพอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสมกับการทำเกษตรกรรมเป็นอย่างมาก แต่กาลเวลาได้ผ่านมากกว่าหลายทศวรรษส่งผลให้การทำเกษตรกรรมในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว แต่ยังพบอุปสรรคหรือความยากลำบากในการตรวจสอบและดูแลผลผลิตที่ได้ทำการปลูก โดยเฉพาะการปลูกพืชผักธุรกิจเฉพาะทาง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ อาทิเช่น การเข้าถึงข้อมูลขนาดใหญ่บนโลกอินเทอร์เน็ต การสั่งซื้อ สินค้าออนไลน์ การขายสินค้าออนไลน์ การเรียนการสอนแบบออนไลน์ เป็นต้น ทำให้ชีวิตมนุษย์ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีในการใช้ดำรงชีวิตประจำวัน รวมถึงในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็ได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต หรือเพิ่มผลผลิตได้ แม้แต่ในอุตสาหกรรมพื้นฐานอย่างอุตสาหกรรมเกษตรก็ยังมีมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้งาน โดยเทรนด์เทคโนโลยีด้านการเกษตรในสถานการณ์ปัจจุบันภาคการเกษตรขาดแคลนแรงงานรุ่นใหม่ เนื่องจากเห็นว่าอาชีพเกษตรกรรมเป็นงานที่หนัก ผลผลิตจะได้น้อยหรือมากก็ขึ้นอยู่กับธรรมชาติซึ่งมีความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ ด้วยปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้แรงงานรุ่นใหม่ไม่ยอมทำงานเป็นลูกจ้างของสถานประกอบการต่าง ๆ ซึ่งมีเงินเดือนและรายได้ที่แน่นอน อาชีพการเกษตรนั้นจึงเป็นทางเลือกในการทำเป็นอาชีพเสริม ทำให้ภาคการเกษตร ต้องหาตัวช่วยเพื่อทดแทนแรงงานที่หายไปและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการเกษตร อาทิเช่น โรงเรือนปลูกผักที่สามารถควบคุมสภาพอากาศเครื่องมือเก็บเกี่ยวผลผลิต และเครื่องมือในการรดน้ำอัตโนมัติ เป็นต้น

ผู้วิจัยได้สำรวจปัญหาพื้นที่การปลูกในอำเภอเขาค้อ และได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่เกษตรกรโดยได้นำแนวคิดเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) ในยุคเกษตรกร 4.0 มาช่วยในการ พัฒนาแบบจำลองแปลงปลูกผักธุรกิจเฉพาะทางในพื้นที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาระบบจัดการการปลูกผักธุรกิจเฉพาะทางบนเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT)
- 2.2 เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ในการจัดการปลูกผักธุรกิจเฉพาะทาง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ทดลองกับแปลงเพาะปลูกผักชี (*Coriandrum Sativum* L.) จำนวน 3 ประเภท คือ ผักชีล้อม ผักชีฝรั่ง และผักชีลาว
- 1.3.2 ทำงานผ่านบนระบบ Cloud computing และเก็บข้อมูลบน Firebase Real-time Database
- 1.3.3 ทำงานผ่านอยู่บนเว็บแอปพลิเคชันแบบ responsive web
- 1.3.4 ใช้งานได้กับแปลงปลูกผักระบบไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำไหล (NFT) ขนาดเล็ก

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ Hardware ส่วนเซ็นเซอร์ในการวัดค่าต่าง ๆ รวมถึงอุปกรณ์ในการปลูกผักทั้งหมด และส่วนในการรับ – ส่งข้อมูลรวมถึงประมวลผลข้อมูลให้ทำงานต่าง ๆ ผู้วิจัยได้แบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน

- 1.4.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
- 1.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบ
- 1.4.3 การพัฒนาระบบ
- 1.4.4 การทดลองและการสรุปผล

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1.5.1 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT)

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) หมายถึง โครงข่ายที่เชื่อมต่อกันกับอุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่างๆ ซึ่งมีลักษณะที่ระบุเอกลักษณ์ได้ ถูกเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโพรโทคอล (protocol) เป็นการสื่อสารเฉพาะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพื่อให้การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายทั้งแบบใช้สายและไร้สาย ทำให้สามารถสั่งการควบคุม การใช้งาน อุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด – ปิด น้ำไหลที่รางปลูกผักหรือพืชได้ โดยที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถรับรู้ และตอบสนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5.2 NFT (Nutrient Film Technique)

NFT (Nutrient Film Technique) เป็นระบบการปลูกพืช โดยใช้วิธีการปล่อยให้สารละลายธาตุอาหารของพืชไหลผ่านรากพืชที่ปลูกบนรางปลูกพืชตามความลาดชันของรางปลูกอย่างช้า ๆ โดยไหลผ่านฟิล์มแผ่นบาง ๆ ความหนาของฟิล์ม ประมาณ 1-3 มิลลิเมตร เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชอย่างต่อเนื่อง ระบบ NFT (Nutrient Film Technique) เหมาะสำหรับปลูกผักสลัดหรือผักไฮโดรโปนิกส์

1.5.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer)

คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) หมายถึง คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ ไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดพิเศษ มีน้ำหนักเบา มีความแข็งแรง และทนทานสูง เพื่อฝัง Embed (เอ็มเบ็ด) ไว้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ รองรับการจัดตั้ง รองรับระบบปฏิบัติการ รองรับการเก็บข้อมูล และรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้หลากหลาย ทำให้สามารถควบคุมเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เหมาะสำหรับงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

1.5.4 Firebase Real-time Database

Firebase หมายถึง ฐานข้อมูลเรียลไทม์ เป็นบริการของ backend เก็บข้อมูลอย่างเดียวยมาเป็น Platform ครบวงจรของ Google สำหรับนักพัฒนา Application รองรับระบบ iOS, Android และ Web จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการทำเว็บเซอร์วิส หรือระบบฐานข้อมูลได้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ระบบต้นแบบการปลูกผัก IoT สามารถช่วยเหลือให้เกษตรกรรู้ระยะเวลาการปลูกผัก และประหยัดเวลาในการดูแลผลผลิตทางการเกษตร

1.6.2 สามารถช่วยเหลือให้เกษตรกรรับรู้ความเปลี่ยนแปลงของสภาพความชื้น อุณหภูมิ ผ่านอุปกรณ์มือถือ

1.6.3 สามารถช่วยเหลือในด้านการการปลูกผักในระบบปิด

บทที่ 2

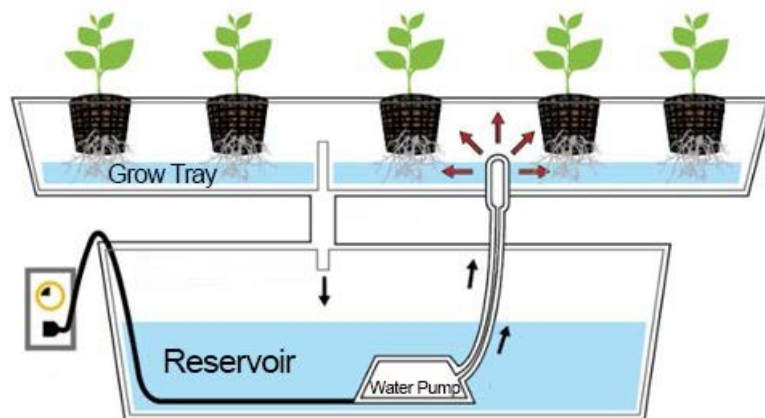
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง ได้มีการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 การปลูกผักแบบน้ำไหล (Nutrient Film Technique : NFT)
- 2.2 ต้นผักชี
- 2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer)
- 2.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
- 2.5 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ
- 2.6 เบรดบอร์ด (Breadboard)
- 2.7 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT)
- 2.8 Firebase Real-time Database
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การปลูกผักแบบน้ำไหล (Nutrient Film Technique : NFT)

การปลูกผักแบบน้ำไหล (Nutrient Film Technique : NFT) จะเป็นการปลูกพืชโดยรากพืชจะแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ขนาดความหนาประมาณ 0.2-0.3 เซนติเมตร ในรางปลูกพืช กว้างประมาณ 5-35 เซนติเมตร สูงประมาณ 5-10 เซนติเมตร ความกว้างราง ขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่อง หรือแบบสลับก็ได้ โดยทั่วไปสารละลายจะไหลแบบต่อเนื่อง อัตราไหลอยู่ในช่วง 1-2 ลิตร/นาที่/ราง รางทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำหนา 80-200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป ทำจากโลหะ เช่น สังกะสี และอะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางรากพืช และเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย



ภาพที่ 2-1 การปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำไหล (NFT)
ที่มา (Plant, 2021)

2.1.1 องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT

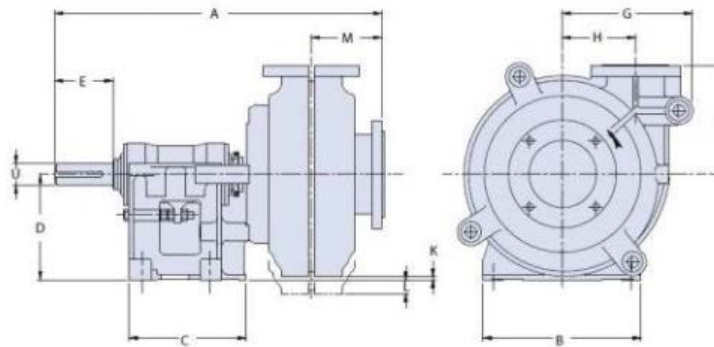
2.1.1.1 ส่วนควบคุมสารละลาย

ก) ถังเก็บสารละลาย โดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดินเพื่อป้องกันความร้อน และขณะที่น้ำจากรางปลูกพืชไหลตกลงในถังก็จะเป็นการเพิ่มการละลายตัวของออกซิเจนอีกทีหนึ่ง ขนาดของถังเก็บสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณพืชในระบบ ชนิดพืชที่ปลูก และความถี่ในการปรับค่าความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายในน้ำ (PH) และค่าความนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) ถังถังที่ใช้มีขนาดเล็กจะต้องมีการเติมและปรับสารละลายบ่อย โอกาสที่พืชจะได้รับสารละลายที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะสมจะมากตามไปด้วย (อาจจำเป็นต้องใช้ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ) โดยทั่วไป ถังถังสารละลายมีขนาดใหญ่ขึ้น การเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของสารละลายจะช้าลง พืชจะเจริญเติบโตได้ดีแต่จะเปลี่ยนสารละลายมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องมีการเปลี่ยนสารละลายทั้งหมดถึงสารละลายที่ใช้อาจเป็นถังไฟเบอร์ ขนาดความจุ 4,000 ลิตร หรือก่อเป็นถังปูนฝังอยู่ใต้ดิน



ภาพที่ 2-2 ถังเก็บสารละลาย
ที่มา (ถังเก็บสารละลาย, 2021)

ข) ตัวปั๊มสารละลาย อาจเป็นแบบปั๊มแช่อยู่ในสารละลาย หรือเป็นแบบอยู่นอกถังก็ได้ ถ้าเป็นแบบแช่ คือ ปั๊มไดโว่ ข้อดี คือ ราคาถูกหาซื้อได้ทั่วไป ข้อเสีย คือ ถ้าปั๊มไม่ดีจะเสียหายง่าย และเกิดการถ่ายเทความร้อนให้สารละลายโดยตรงทำให้สารละลายร้อน หรืออาจใช้เป็นปั๊มนอกถังจะต้องเป็นปั๊มที่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ และจะต้องทนทานกับการกัดกร่อนของสารละลาย

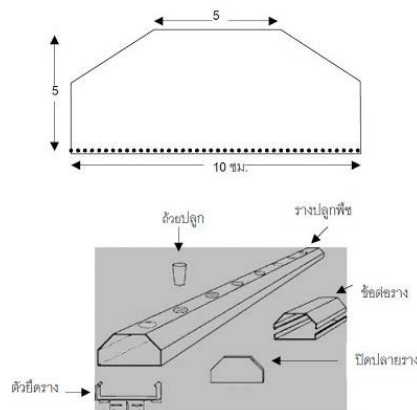


ภาพที่ 2-3 ตัวปั๊มสารละลาย
ที่มา (CNSME, 2021)

2.1.1.2 ระบบท่อนำสารละลายและรางปลูกพืช

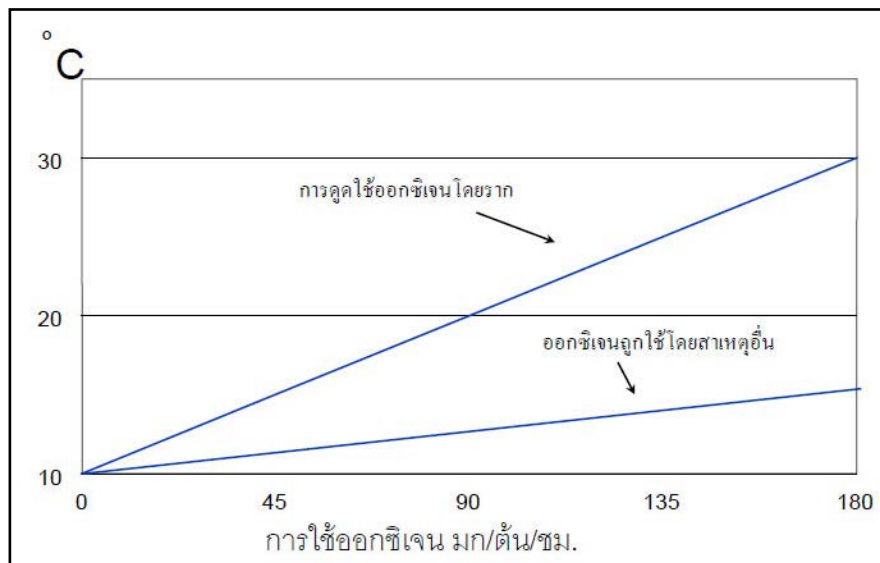
ก) ระบบท่อนำสารละลายสู่รางปลูก จะเป็นท่อที่นำสารละลายจากปั๊มไปสู่หัวรางปลูกพืช ท่อนำสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดินส่วนที่พื้นดินจะใช้ท่อสีขาวเพื่อป้องกันการสะสมความร้อนต้องมีการคำนวณขนาดให้พอเหมาะกับปั๊มที่ใช้

ข) รางปลูกพืช จะมีขนาดความกว้างและความยาวต่างกันตามชนิดของพืชที่ปลูก ตัวรางอาจทำจากวัสดุต่างๆ เช่น PVC พลาสติกหรือโลหะปลอดสนิม ซึ่งต้องบุภายในด้วยพลาสติกขนาดราง มีตั้งแต่ 10–30 เซนติเมตร ความยาว ตั้งแต่ 5–50 เมตร ควรใช้รางสีขาวทำจากวัสดุ PVC และไม่ควรยาวเกิน 20 เมตร เพื่อป้องกันการสะสมความร้อนทำให้รากพืชขาดออกซิเจน



ภาพที่ 2-4 รางปลูกพืช
ที่มา (CNSME, 2021)

2.1.2 ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณออกซิเจนในสารละลายของระบบ NFT ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชในระบบ NFT [4] โดยเฉพาะในแถบร้อนคือ การสะสมอุณหภูมิของสารละลายในช่วงเวลากลางวันทำให้อุณหภูมิสูงเกินไปมีผลให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงจนไม่พอเพียงกับความต้องการของพืชเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมีผลให้การละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลงเหมือนกัน อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลให้ความต้องการออกซิเจนของรากพืชเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 2-5 การใช้ออกซิเจนของพืช

ที่มา (ถึงเก็บสารละลาย, 2021)

ปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิจะพบมากที่สุดในช่วงหน้าร้อนเนื่องจากอุณหภูมิกลางวันอาจสูงถึง 38 °C ทำให้อุณหภูมิของสารละลายสูงขึ้นมากมีผลให้การละลายตัวของออกซิเจนลดลงการหายใจของรากจะมีปัญหารากจะอ่อนแอ ดูดธาตุอาหารและน้ำได้น้อย และโรคพืชเข้าทำลายได้ง่ายโดยเฉพาะ เชื้อ Pythium คือ โรครากเน่า ซึ่งอาการที่แสดงออกพืชจะเหี่ยว ถ้าอาการหนักรากจะเป็นสีน้ำตาลและถ้ามากขึ้นรากจะเป็นสีดำขาดออกจากต้นและมีกลิ่น ถ้าเป็นถึงขั้นนี้แล้วพืชจะตายในที่สุดและจะมีการลุกลามไปต้นข้างเคียงอย่างรวดเร็วและจะรวมไปหมดทั้งระบบปลูกซึ่งถือว่าเป็นอันตรายที่สุดในการปลูกในระบบ NFT และ DFT ซึ่งถ้าเปรียบเทียบแล้วระบบ DFT ที่ปลูกในท่อ PVC จะพบอาการนี้มากและรุนแรงกว่า NFT มาก และการป้องกันโดยลดอุณหภูมิของสารละลายให้อยู่ต่ำกว่า 25 °C โดยใช้เครื่องทำความเย็นในสารละลาย แต่จะเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก บางฟาร์มอาจใช้วิธีพ่นละอองน้ำเหนือต้นพืช เพื่อลดอุณหภูมิแต่ต้องใช้น้ำจำนวนมากและต้องพ่นให้ทั่วทั้งแปลงถ้ามีบางแห่งเปียกบางแห่งแห้งแต่มีความชื้นในอากาศสูงจะทำให้เกิดการระบาดของโรคที่ใบได้

2.1.3 ความแตกต่างระหว่างการปลูกพืชบนดินและไร้ดิน มีความแตกต่างดังนี้

2.1.3.1 การปลูกพืชโดยใช้ดิน โดยการปลูกพืชจะเจริญเติบโตได้ดินนั้นต้องมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ แสงแดด น้ำ ธาตุอาหารที่มาจากดิน น้ำ อากาศ ซึ่งการที่พืชจะนำธาตุอาหารไปใช้ได้จะเกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรดและด่างของดิน

2.1.3.2 การปลูกพืชโดยไร้ดิน โดยการปลูกพืชโดยไร้ดินนั้นจะได้รับสายละลายที่มีธาตุอาหารที่เรียกว่า สารละลายอาหารพืชที่ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชที่พืชจะสามารถนำไปใช้ได้ทันทีเนื่องจากการดูดซึมได้ง่ายโดยจะมีการปรับค่า EC หรือค่าการไฟฟ้า และค่า pH หรือความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยมีข้อดีและข้อเสีย

ตารางที่ 2-1 ตารางเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชไร้ดิน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถทำการเพาะปลูกได้ในบริเวณพื้นที่ที่ดินสภาพไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูก	1. การลงทุนเริ่มต้นสูงกว่าการปลูกพืชบนดิน
2. ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าและผลผลิตสม่ำเสมอ	2. ต้องดูแลควบคุมระบบอย่างสม่ำเสมอ
3. อัตราการใช้แรงงานในการปลูกต่ำกว่า	3. ต้องมีความรู้และความเข้าใจในเทคนิคการปลูก พืชไร้ดินเป็นอย่างดี
4. ใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า	
5. ลดค่าใช้จ่ายให้การป้องกันและกำจัดแมลง	
6. ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อาทิเช่น สารเคมีตกค้างในดิน	

2.2 ผักชี

ผักชีเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน อินเดีย และเอเชียตะวันตก ถือได้ว่าเป็นเครื่องเทศที่มีการใช้กันมาอย่างยาวนาน มีหลักฐานการปลูกในประเทศอียิปต์นานกว่า 3,500 ปี ซึ่งคำว่า “Coriander” มาจากภาษากรีก “Koris” แปลว่า bug เนื่องจากกลิ่นของลูกผักชีมีกลิ่นเฉพาะคล้าย bed bug ต่อมาก็มีการนำไปปลูกยังประเทศในทวีปยุโรปและเอเชีย สำหรับผักชีที่นำไปปลูกในจีนนั้น เล่ากันว่าได้มีการนำเมล็ดพันธุ์จากประเทศทางตะวันตกของจีนเข้าไปในราชวงศ์ฮั่น เมื่อประมาณ 1,600 ปีมาแล้ว สำหรับประเทศที่ปลูกและส่งออกผักชีมากที่สุดในปัจจุบัน คือ ประเทศอินเดีย และมอโรคโค สำหรับในประเทศไทยแหล่งเพาะปลูกสำคัญ ๆ ได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครปฐม และกรุงเทพมหานคร (สุนทรเจริญนนท์, 2021)

2.2.1 ประโยชน์และสรรพคุณผักชี

ประโยชน์ของผักชีที่เราใช้กันเป็นประจำ เช่น ใช้โรยหน้าอาหารต่างๆ ได้แก่ ต้มยำ แกงจืด ซุป หรือ พวักยำ ต่างๆ รวมถึงใช้รับประทานเป็นผักสด แหมกับอาหารอื่นๆ หรือใช้แต่งหน้าอาหารต่างๆ เป็นต้น ผลเป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นในอุตสาหกรรม ขนมหวาน เหล้า และเครื่องแกงต่าง ๆ ใส่กรอก เป็นต้น น้ำมันจากผลใช้แต่งกลิ่นเครื่องดื่ม และขับลม และในปัจจุบันยังมีการใช้ ผล (เมล็ดผักชี) เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นในอุตสาหกรรม ขนมหวาน เหล้า และเครื่องแกงต่าง ๆ ใส่กรอก เป็นต้น

2.2.2 ลักษณะทั่วไปผักชี

ผักชีจัดเป็นไม้ล้มลุก ที่มีลำต้นตั้งตรง ภายในจะกลวง และมีกิ่งก้านที่เล็ก ไม่มีขน มีรากแก้วสั้น แต่รากฝอยจะมีมาก ซึ่งลำต้นนี้จะสูงประมาณ 8-15 นิ้ว ลำต้นสีเขียวแต่ถ้าแก่จัดจะออกเสียเขียวอมน้ำตาล ใบ ลักษณะการออกของใบจะเรียงคล้ายขนนก แต่อยู่ในรูปทรงพัด ซึ่งใบที่โคนต้นนั้นจะมีขนาดใหญ่กว่าที่ปลายต้น เพราะส่วนมากที่ปลายต้นใบจะเป็นเส้นฝอย มีสีเขียวสด ดอก ออกเป็นช่อ ตรงส่วนยอดของต้น ดอกนั้นมีขนาดเล็ก มีอยู่ 5 กลีบสีขาวหรือชมพูอ่อนๆ ผล จะติดผลในฤดูหนาว ลักษณะของผลเป็นรูปทรงกลมโตประมาณ 3-5 มิลลิเมตร ตรงปลายผลจะแยกออกเป็น 2 แฉก ดาวฝอยจะมีเส้นคลื่นอยู่ 10 เส้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2564)

2.2.3 การขยายพันธุ์ผักชี

ผักชีเป็นผักที่ปลูกง่าย และไม่ค่อยพบโรคหรือแมลงศัตรูพืชมากนัก เนื่องจากมีกลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่ช่วยไล่แมลงได้ โดยสามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยวิธีการใช้เมล็ด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

2.2.3.1 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ที่มีการปลูกในปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์สิงคโปร์ และพันธุ์ไต้หวัน เมล็ดพันธุ์ผักชีที่ซื้อตามร้านค้ามักผสมกับผงเคมีกันแมลง และความชื้นมาด้วย จึงควรล้างออกให้สะอาด และแช่ด้วยน้ำสะอาดประมาณ 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาหว่านที่แปลง เพื่อช่วยป้องกันแมลงมากัดกินเมล็ดพันธุ์ผักชีก่อนการงอก สำหรับการแช่อาจแช่ใต้น้ำหรือใส่ห่อผ้ามัด และแช่ในถังก็ได้

2.2.3.2 การเตรียมแปลงปลูก การเตรียมแปลงปลูกเริ่มต้นด้วยการถางหญ้า และปรับพื้นที่แปลงตามประเภทของแปลงให้เหมาะสมกับฤดู และพื้นที่ เช่น ฤดูฝนหรือพื้นที่ชุ่มตลอดปี ควรทำแปลงปลูกแบบยกร่องสูงหรือจัดให้มีร่องระหว่างแปลงเพื่อการระบายน้ำ

2.2.3.3 ฤดูแล้งหรือพื้นที่ขาดแคลนน้ำ ควรเตรียมแปลงในระดับพื้นหรือแปลงยกสันร่องระหว่างแปลง

2.2.3.4 การปลูก ให้ทำการหว่านเมล็ด โดยให้แต่ละเมล็ดห่างกันประมาณ 5-10 เซนติเมตร จากนั้นให้ใช้คราด ทำการคราดตามแนวยาว และแนวขวางของแปลงประมาณ 2 รอบ

พร้อมนำฟางข้าวโปรยกลบ ซึ่งควรใช้ฟางข้าวที่มีการบดหรือสับขนาดสั้นๆ และไม่หว่านโปรยให้หนาจนเกินไป พร้อมทำการรดน้ำให้ชุ่ม

2.2.3.5 การดูแลรักษา การให้น้ำในระยะเริ่มแรกหลังการหว่านเมล็ดจะให้น้ำประมาณ 2 ครั้ง/วัน ในช่วงเช้าเย็นทุกวัน จนถึงระยะประมาณ 30 วัน ให้เว้นช่วงวันให้น้ำประมาณ 2-3 วัน/ครั้ง โดยให้น้ำเข้าเย็นเช่นกัน สำหรับช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 1 สัปดาห์ ควรให้น้ำน้อยลงประมาณ 3-4 วัน/ครั้ง

2.3.4 องค์ประกอบทางเคมี (วัฒนาวิบูลย์, 2560)

ส่วนใบและทั้งต้นของผักชีประกอบด้วยกลุ่มสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี ได้แก่ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เช่น quercetin, quercetin 3-glucuronide, isoquercitrin, quercetin-3-O-beta-glucuronide, rutin; สารกลุ่มแลคโตน (lactones) เช่น coumarins, coriandrin (furoisocoumarin), coriandrones (isocoumarins), alantolactone, isoalantolactone; สารกลุ่ม phenolic acids เช่น tannic, gallic, caffeic, cinnamic, chlorogenic, ferulic, และ vanillic acids; สารกลุ่มแทนนิน (tannins); สารกลุ่มคาโรทีนอยด์ (carotenoids) เช่น beta-carotene; น้ำมันหอมระเหย (ประกอบด้วยสารกลุ่ม monoterpenes และ sesquiterpenes ได้แก่ 2E-decenal, decanal, nonanal linalool, 2E-decen-1-ol, และ n-decanol)

ส่วนในผลผักชีประกอบด้วยกลุ่มสาร ได้แก่ saponins, amino acids, starch, triterpenoid และ steroidal glycosides, polyacetylenes, aromatic compound glycosides, phenolic compounds และน้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วยสารกลุ่ม monoterpenoids, monoterpenoid glycosides, monoterpenoid glucoside sulfates และสารประกอบหลักคือ linalool และ geraniol

นอกจากนี้ ใบลำต้นของผักชียังมีคุณค่าทางโภชนาการ (กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2544) ดังนี้

คุณค่าทางโภชนาการของผักชีสดต่อ 100 กรัม

พลังงาน 23 กิโลแคลอรีรากผักชี

คาร์โบไฮเดรต 3.67 กรัม

น้ำตาล 0.87 กรัม

เส้นใย 2.8 กรัม

ไขมัน 0.52 กรัม

โปรตีน 2.13 กรัม

น้ำ 92.21 กรัม

วิตามินเอ 337 ไมโครกรัม (42%)
 เบตาแคโรทีน 3,930 ไมโครกรัม (36%)
 ลูทีนและซีแซนทีน 865 ไมโครกรัม
 วิตามินบี 1 0.067 มิลลิกรัม 6%
 วิตามินบี 2 0.162 มิลลิกรัม 14%
 วิตามินบี 3 1.114 มิลลิกรัม 7%
 วิตามินบี 5 0.57 มิลลิกรัม 11%
 วิตามินบี 6 0.149 มิลลิกรัม 11%
 วิตามินบี 9 62 ไมโครกรัม 16%
 วิตามินบี 12 0 ไมโครกรัม 0%
 วิตามินซี 27 มิลลิกรัม 33%
 วิตามินอี 2.5 มิลลิกรัม 17%
 วิตามินเค 310 ไมโครกรัม 295%
 ธาตุแคลเซียม 67 มิลลิกรัม 7%
 ธาตุเหล็ก 1.77 มิลลิกรัม 14%
 ธาตุแมกนีเซียม 26 มิลลิกรัม 7%
 ธาตุแมงกานีส 0.426 มิลลิกรัม 20%
 ธาตุฟอสฟอรัส 48 มิลลิกรัม 7%
 ธาตุโพแทสเซียม 521 มิลลิกรัม 11%
 ธาตุโซเดียม 46 มิลลิกรัม 3%
 ธาตุสังกะสี 0.5 มิลลิกรัม 5%

2.3 คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer)

เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับงานควบคุมรวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ [5] โดยที่ระบบเหล่านี้ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือเครื่องจักรต่าง เนื่องจากระบบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ ในหลายกรณีที่ผู้ใช้ทั่วไปอาจไม่ทราบว่าอุปกรณ์ควบคุมเครื่องมือเครื่องจักร รวมถึงระบบใดที่ใช้งานเป็นประจำเหล่านั้นเป็นระบบแบบฝังตัว ในบางครั้ง แม้แต่ผู้ที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคก็ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าใดมีระบบแบบฝังตัวอยู่จนกว่าจะมีการทำงานและตรวจสอบกับระบบและอุปกรณ์ควบคุมนั้นระยะหนึ่งเลยทีเดียว ในอดีต คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) จะเป็นชิป (Chip) ที่ใช้สำหรับโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไว้ โดยจะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นจาก ชิป (Chip) หรือ เทคโนโลยีการ

ผลิตตัวประมวลผลกลาง (CPU) ที่ถูกกำหนดไว้ใน Flash memory ของตัวเองแต่ในปัจจุบันเนื่องจากเทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเทคโนโลยีการผลิตตัวประมวลผลกลาง (CPU) ที่มีประสิทธิภาพสูงจึงทำให้ คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) นั้น มีความสามารถในการทำงานที่มากขึ้น เช่น สามารถที่จะส่งผลสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ที่ คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) ถูกติดตั้งไว้กลับไป Server เพื่อให้ Server สามารถเก็บข้อมูลสถิติในการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ และสามารถติดตามได้ว่าอุปกรณ์เหล่านั้น หยุดการทำงานหรือไม่ หากหยุดการทำงานจะสั่งให้ทำงานอีกหรือไม่ หรือมีสิ่งใดซึ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับอุปกรณ์เหล่านั้นหรือไม่ ในการรายงานทั้งหมดนี้ คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) จะเป็นผู้จัดการทั้งหมด

ในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) ได้พัฒนาจนถึงขั้นที่สามารถจะลงระบบปฏิบัติการ (Operating System) เช่น Linux ได้จึงทำให้ง่ายต่อการพัฒนา และติดตั้ง แอปพลิเคชันสำหรับติดตาม และสามารถรายงานผลไปยังเครื่อง Server ได้ นอกจากนั้นตัวซอฟต์แวร์ (Software) ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จะใช้ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) ยังสามารถเขียนบนเครื่อง Computer ในรูปแบบ Desktop ได้อีกด้วย ส่วนในเรื่องการติดต่อสื่อสารกับ Server ในปัจจุบัน Embedded Computer นั้นยังสามารถที่จะเลือกช่องทางการติดต่อสื่อสารกับเครื่อง Server ได้หลากหลายช่องทาง ทั้งจากเครือข่ายโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็น (GPRS, EDGE, WCDMA, HSDP, LTE) หรือจะเป็น Wireless Network ไม่ว่าจะเป็น IEEE 802.11b/g/n และยังมีรูปแบบอื่นอีกมากมาย นับไม่ถ้วน โดยสรุปคอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) ในปัจจุบันจะมีบทบาทในการ ควบคุม ติดตาม และ รายงานผล ไปที่ Server โดยตรงซึ่งเป็นการคุยกันระหว่างคอมพิวเตอร์โดยตรง (Machine to Machine : M2M) ซึ่งจะช่วยลดงานให้กับผู้ดูแลระบบ และเป็นการลดต้นทุนในการเดินทาง โดยที่บางครั้งอุปกรณ์เหล่านั้นอาจจะติดตั้งอยู่ห่างจากสำนักงานใหญ่หลายร้อยกิโล หรือ อาจจะอยู่กับคนละทวีป แต่อุปกรณ์นั้นเกิดมีปัญหาขึ้นมา ซึ่งบางครั้งปัญหาเหล่านั้นอาจจะต้องการแค่การปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่ ถ้าหากเราไม่มี คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) เราอาจจะต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางอย่างมหาศาล



ภาพที่ 2-6 บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก
ที่มา (Computer, 2021)

2.3.1 ข้อแตกต่างระหว่าง Raspberry Pi (Embedded Computer) และ Arduino (Micro-controller) โดยคอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) นั้นสามารถต่ออุปกรณ์ได้เหมือนเครื่อง Computer ได้เลย เช่น ต่อจอภาพ เมมโมรี่ คีย์บอร์ด เป็นต้น และมีขา GPIO ซึ่งสามารถสั่งการอุปกรณ์เหมือนขา I/O ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro-controller) [6] แล้วในส่วนของการประมวลผลนั้น คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) จะประมวลผลโดยใช้ระบบปฏิบัติการ ส่วน ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro-controller) จะมีส่วนจัดการตัวเองที่เรียกว่า Bootloader ซึ่งมีขนาดเล็กและราคาต่ำกว่าซึ่งการนำไปใช้การหรือออกแบบ ระบบควรคำนึงถึงความสามารถของอุปกรณ์เพื่อลดงบประมาณในการจัดทำโครงการ เช่น งานที่ไม่ต้องการความซับซ้อนทำแค่รับค่าจาก Sensor ยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer)

2.3.2 Raspberry Pi model 3B เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์แบบฝัง (Embedded Computer) [7] ถูกพัฒนาขึ้นโดยมูลนิธิ Raspberry Pi ซึ่งเป็นองค์กรการกุศลของสหราชอาณาจักรอังกฤษ (United Kingdom : UK) ที่ทำงานเพื่อนำพลังด้านดิจิทัลเข้าสู่ผู้ใช้งานทั่วโลก ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจและสร้างอุปกรณ์ได้ง่ายมากขึ้น นำไปใช้ประยุกต์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ และเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการใช้งานในอนาคต โดย Raspberry Pi เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กมีขนาดเพียงเท่ากับบัตรเครดิต ความสามารถสูง และยังมีราคาที่ถูกมากทำให้ประหยัดในการนำไปใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาในงานด้านต่างๆ อีกทั้งมีชุมชนออนไลน์ที่ความช่วยกันพัฒนาความรู้ในการ ใช้งานหรือแก้ไขปัญหา ทำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ

2.3.2.1 คุณสมบัติของ Raspberry Pi model 3B

2.3.2.1.1 SOC : Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC

2.3.2.1.2 CPU : 1.4GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53 CPU

2.3.2.1.3 RAM : 1GB LPDDR2 SDRAM

2.3.2.1.4 WIFI : Dual-band 802.11ac wireless LAN (2.4GHz and 5GHz) and Bluetooth 4.2

2.3.2.1.5 Ethernet : Gigabit Ethernet over USB 2.0 (max 300 Mbps). Power-over-Ethernet support (with separate PoE HAT). Improved PXE network and USB mass-storage booting.

2.3.2.1.6 Thermal management: Yes

2.3.2.1.7 Video: Yes – VideoCore IV 3D. Full-size HDMI

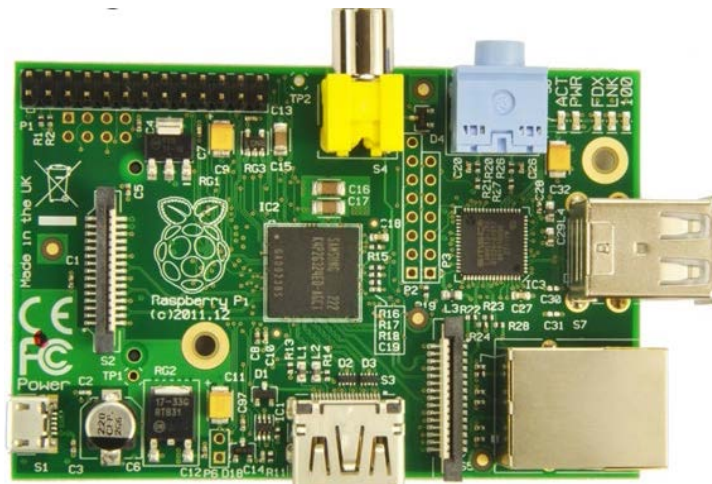
2.3.2.1.8 Audio: Yes

2.3.2.1.9 USB 2.0: 4 ports

2.3.2.1.10 GPIO: 40-pin

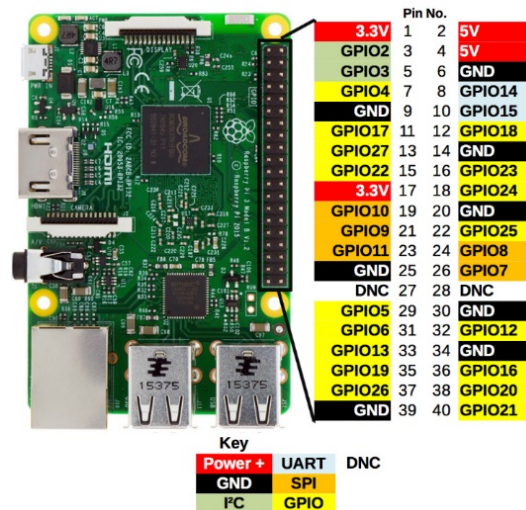
2.3.2.1.11 Power: 5V/2.5A DC power input

2.3.2.1.12 Operating system support: Linux and Unix



ภาพที่ 2-7 Raspberry Pi model
ที่ 3B (Computer, 2021)

2.3.2.2 GPIO Number ตำแหน่งของตัวเชื่อมต่อขา GPIO บน Raspberry Pi 3B+ สำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เป็นต้น ดังรูปแบบตามภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-8 GPIO Number
ที่มา (Computer, 2021)

2.4 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ มีหลายแบบถ้าแบ่งตามสัญญาณเอาต์พุตจะแบ่งได้ 2 ประเภท คือ สัญญาณแอนะล็อก (Analog) และสัญญาณดิจิทัล (Digital) โดยในเซ็นเซอร์จะมีวงจรแปลงสัญญาณ ADC (Analog to Digital Converter) อยู่ในตัวสำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ (Sirojan, Phung, & Ambikairajah, 2017) มักจะการใช้การสื่อสารข้อมูลแบบที่ใช้ขาสัญญาณจำนวนน้อยเช่น SPI, I2C หรือ 1-Wire เพื่อประหยัดขา I/O ในการเชื่อมต่อ

2.4.1 คุณสมบัติ

2.4.1.1 ใช้ไฟเลี้ยง 3-5V

2.4.1.2 วัดอุณหภูมิในช่วง -55 ถึง 125 องศาเซลเซียส

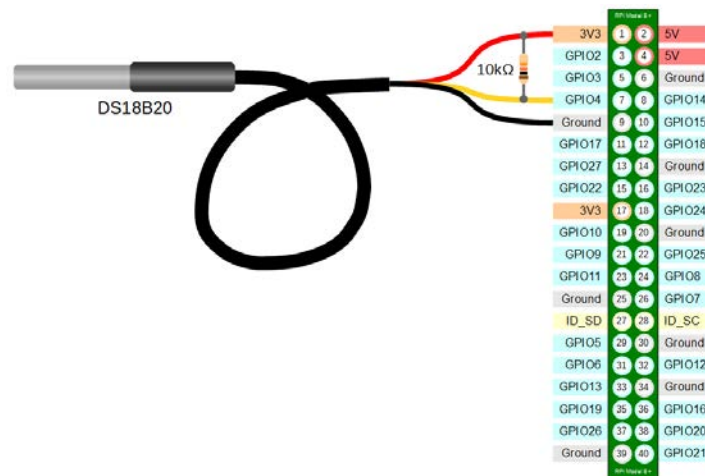
2.4.1.3 เอาต์พุตแบบดิจิทัล

2.4.1.4 สายไฟความยาวมีหลายขนาดให้เลือก 100-300 cm

2.4.1.5 สายไฟ VCC สีแดง GND สีดำ และ DATA สีเหลือง

2.4.1.6 หัววัด Stainless Steel Tube ขนาด 6x45 mm

2.4.2 วิธีการเชื่อมต่อ DS18B20 กับ Raspberry Pi



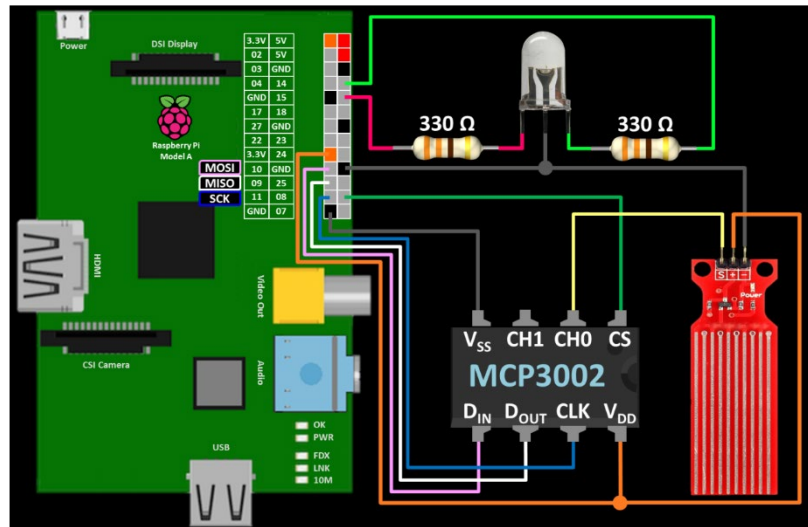
ภาพที่ 2-9 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi กับ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
ที่มา (Rana, Xiang, & Wang, 2018)

2.5 เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ

เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ ใช้หลักการของขั้วไฟฟ้าที่แยกกันอยู่ เมื่อตัวเซ็นเซอร์แห้งก็ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้ซึ่งค่าที่ออกมา ก็จะเป็นค่า 0V และเมื่อมีของเหลวมาสัมผัสก็ทำให้เกิดจากนำไฟฟ้าไปยังสัญญาณโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางซึ่งยิ่งสัมผัสน้ำมากค่าสัญญาณที่ออกมาจะมีค่าสูงมากขึ้น (Chen, et al., June 2019)

2.5.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ

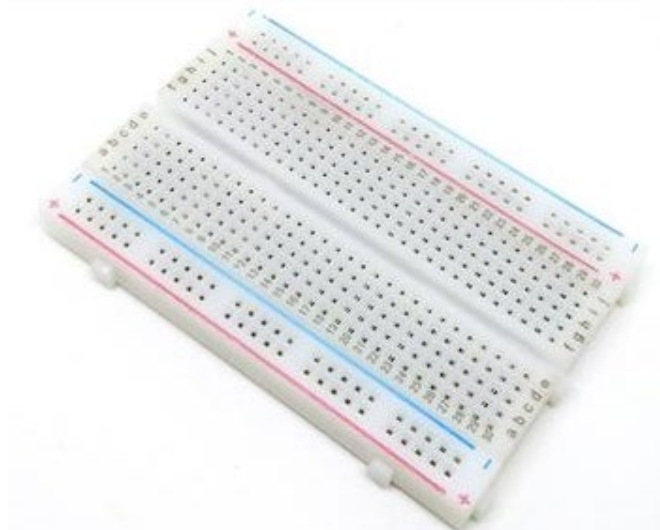
- 2.5.1.1 Operating voltage: DC3-5V
- 2.5.1.2 Operating current: less than 20 mA
- 2.5.1.3 Sensor Type: Analog
- 2.5.1.4 Detection Area: 40 mm x 16 mm
- 2.5.1.5 Production process: FR4 double-sided HASL
- 2.5.1.6 Operating temperature : 10°C - 30°C
- 2.5.1.7 Humidity: 10% -90% non-condensing
- 2.5.1.8 Product Dimensions: 62 mm x 20 mm x 8mm



ภาพที่ 2-10 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry กับ เซ็นเซอร์วัดระดับน้ำ
ที่ี่มา (Zhang, Zhang, & Du, 2016)

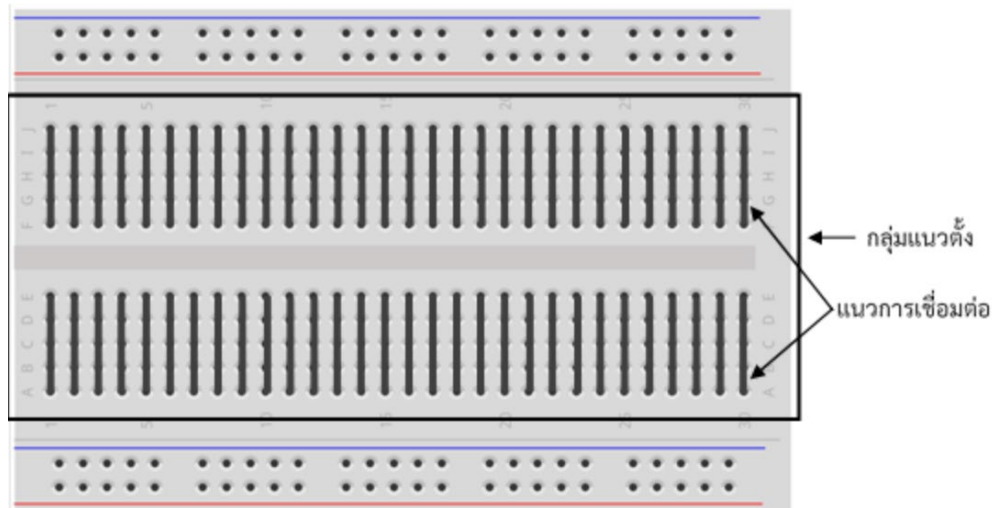
2.6 เบรตบอร์ด (Breadboard)

เบรตบอร์ด (Breadboard) หรือที่เรียกว่า โปรโทบอร์ด (Protoboard) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการเชื่อมต่อวงจรสำหรับทดลองได้ง่าย ลักษณะของบอร์ดจะเป็นพลาสติกจำนวนมากโดยข้างใต้จะมีการเชื่อมต่อถึงกันด้านล่าง ซึ่งพื้นที่ด้านล่างจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ



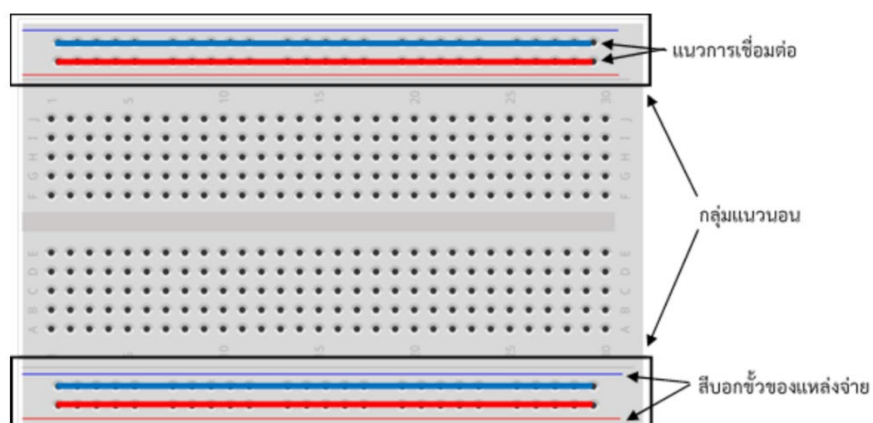
ภาพที่ 2-11 เบรตบอร์ด (Breadboard)
ที่ี่มา (Zhang, Zhang, & Du, 2016)

2.6.1 กลุ่มแนวตั้ง เป็นกลุ่มที่เป็นพื้นที่สำหรับการเชื่อมต่อวงจร วางอุปกรณ์ จะมีช่องเว้นว่างตรงกลางกลุ่ม สำหรับเสียบไอซีตัวถังแบบ DIP และบ่งบอกการแบ่งเขตเชื่อมต่อ

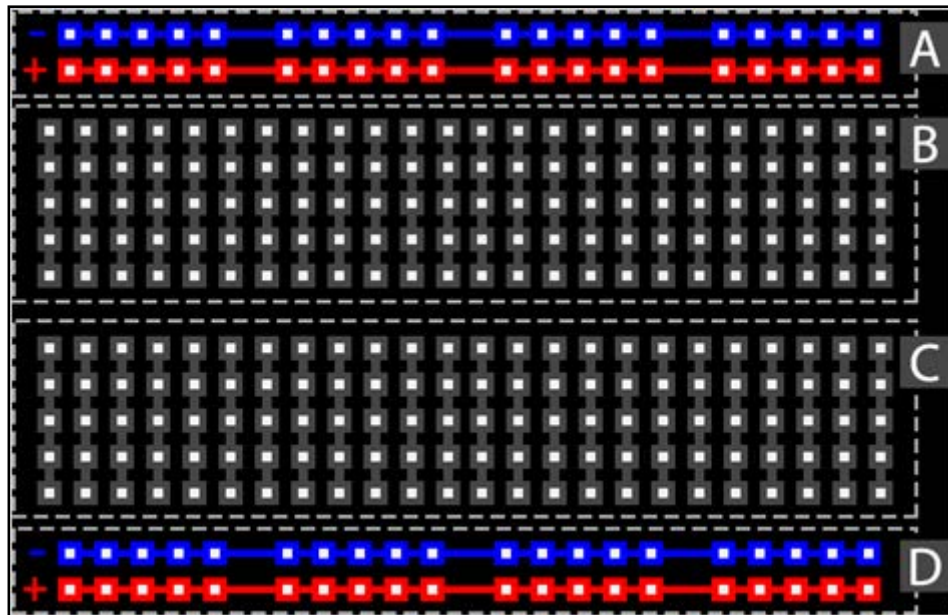


ภาพที่ 2-12 ตัวอย่างกลุ่มแนวตั้ง
ที่มา (He, Yan, & Xu, 2014)

2.6.2 กลุ่มแนวนอน เป็นกลุ่มที่มีการเชื่อมต่อกันในแนวนอนใช้สำหรับพักไฟที่ได้มาจากแหล่งจ่ายเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อไฟจากแหล่งจ่ายเลี้ยงให้วงจรต่อไป และจะมีสัญลักษณ์สกรีนเพื่อบอกข้อที่ของแหล่งจ่ายที่ควรนำมาพักไว้ โดยสีแดง หมายถึง ขั้วบวก และสีดำหรือสีน้ำเงิน หมายถึง ขั้วลบ



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างกลุ่มแนวนอน
ที่มา (Sirojan, Phung, & Ambikairajah, 2017)



ภาพที่ 2-14 แผงวงจรภายใต้ Breadboard
ที่มา (He, Yan, & Xu, 2014)

2.7 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT)

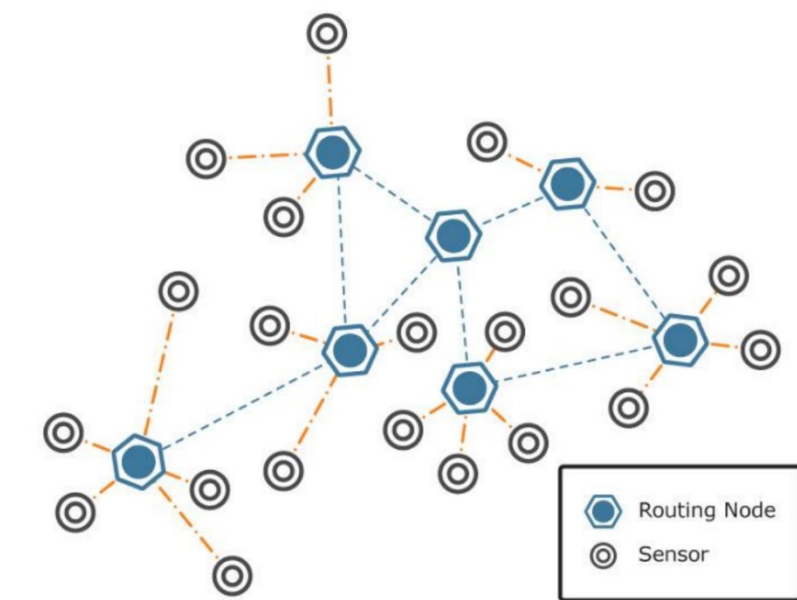
เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) คือ โครงข่ายที่เชื่อมต่อกันกับอุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่างๆ ซึ่งมีลักษณะที่ระบุเอกลักษณ์ได้ ถูกเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านโพรโทคอล (protocol) เป็นการสื่อสารเฉพาะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเพื่อให้การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายทั้งแบบใช้สายและไร้สาย ทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่นการเปิด - ปิด น้ำไหลที่รางปลูกผักหรือพืชได้ โดยที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถรับรู้ และตอบสนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sirojan, Phung, & Ambikairajah, 2017)



ภาพที่ 2-15 การใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งกับสิ่งต่าง ๆ
ที่มา (He, Yan, & Xu, 2014)

โดยการใช้เทคโนโลยีนี้มีทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อมๆกัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยไม่ดีพอ จะทำให้บรรดาผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาโจมตีระบบ และสามารถนำข้อมูลที่สำคัญ ๆ ออกไปได้ ดังนั้นการพัฒนาระบบจึงจำเป็นต้องมีมาตรการ และเทคโนโลยีในการรักษาความปลอดภัยควบคู่ไปด้วย อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งนั้น ถูกคิดขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 (Lokman & Zain, 2010) ซึ่งเขาเริ่มต้นทำงานวิจัยเกี่ยวกับ AutoID Center ที่มหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology หรือ MIT จากการใช้เทคโนโลยี RFID นำมาพัฒนาให้เป็นมาตรฐานระดับโลก สำหรับการนำมาใช้กับ RFID Sensor ต่างๆ ที่จะสามารถเชื่อมต่อกันได้ต่อมา ในยุค 2000 โลกมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และการใช้คำว่า Smart ซึ่งในที่นี้ก็คือ Smart Device, Smart Home เป็นต้น เหล่านี้ล้วนมีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถในการเชื่อมต่อกับเน็ตเวิร์ค ซึ่งก็คือแนวคิดที่ว่า อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้ผ่านอินเทอร์เน็ต

A wireless sensor network (WSN) เป็นตัวแปรสำคัญสำหรับ Internet of Things ที่ใช้ในการสื่อสารนั้นไม่เพียงแต่ Internet network เพียงเท่านั้นแต่ยังมีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องอีกนั่นคือ Sensor node ต่างๆจำนวนมากที่ทำให้เกิด wireless sensor network (WSN) ให้กับอุปกรณ์ต่างๆสามารถเชื่อมต่อเข้ามาได้ซึ่ง WSNs สามารถตรวจจับปรากฏการณ์ต่างๆ physical phenomena ในเครือข่ายได้ด้วย ยกตัวอย่างเช่น แสง อุณหภูมิความดัน เป็นต้น เพื่อส่งค่าไปยังอุปกรณ์ในระบบให้ทำงาน หรือสิ่งงานอื่น ๆ ต่อไป



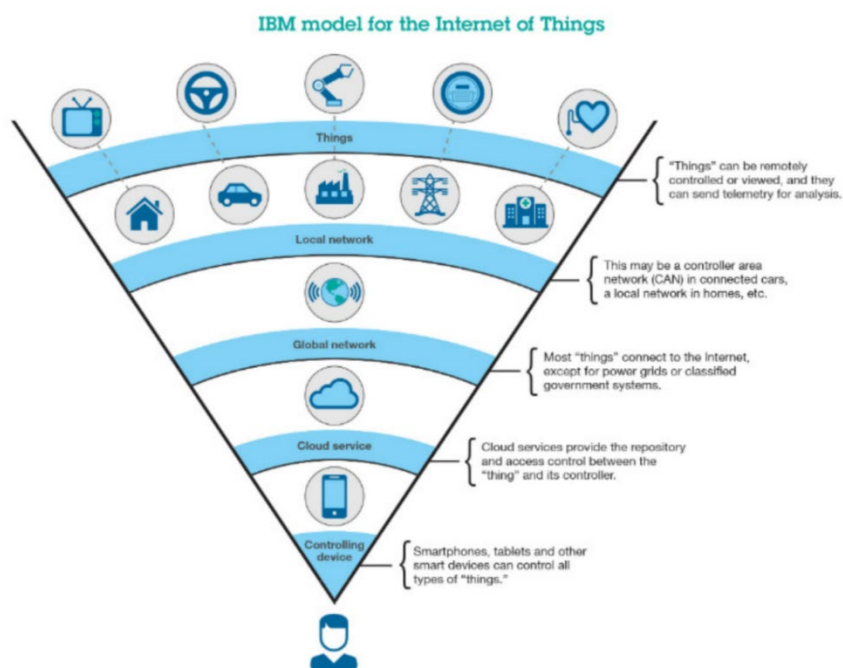
ภาพที่ 2-16 Wireless Sensor Network

ที่มา (CISCO, 2015)

ปัจจุบันมีการแบ่งกลุ่มอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งตามตลาดการใช้งานดังนี้

2.7.1 Commercial IoT คือแบ่งจาก Local network ที่มีหลายเทคโนโลยีที่แตกต่างกันในโครงข่าย Sensor Nodes โดยตัวอุปกรณ์ IoT Devices ในกลุ่มนี้จะเชื่อมต่อแบบ IP Network เพื่อเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต

2.7.2 Industrial IoT คือแบ่งจาก Local Communication ที่เป็น Bluetooth หรือ Ethernet โดยตัวอุปกรณ์ IoT Devices ในกลุ่มนี้จะสื่อสารภายในกลุ่ม Sensor Nodes เดียวกัน เท่านั้นหรือเป็นแบบ Local Devices เพียงอย่างเดียวอาจไม่มีเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต



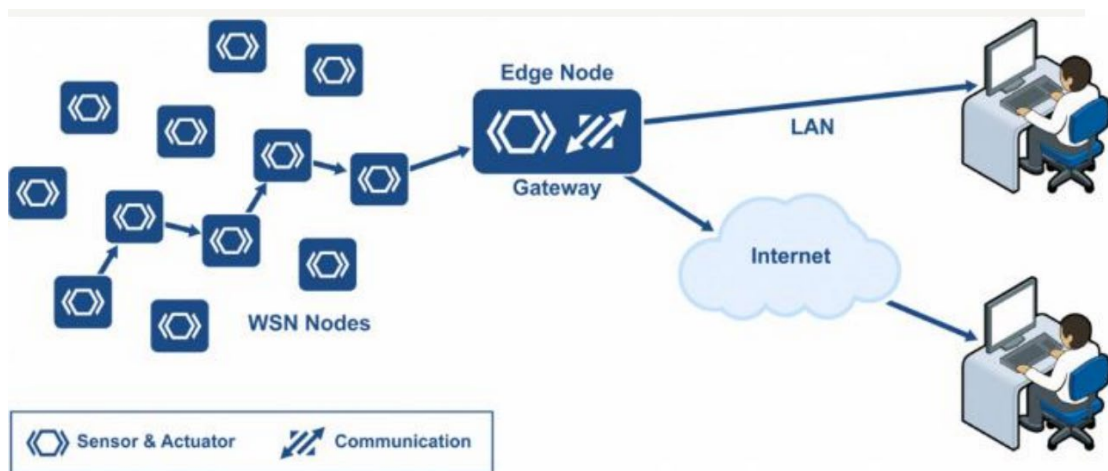
ภาพที่ 2-17 Network Layers ของ Internet of Things โดย IBM
ที่มา (Monk, 2016)

2.7.3 Access Technology การพัฒนาอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งนั้น นอกจากการพัฒนาเทคโนโลยีในฝั่ง Hardware ได้แก่ Processors และ Sensors ซึ่งจะถูกรวมเข้าด้วยกันเรียกว่า A Single Chip หรือ System on a Chip (Soc) แล้วยังพัฒนา WSN ไปพร้อมๆกันและเมื่อพูดถึงการเชื่อมต่อได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่อสำหรับ Internet of Things หรือ Access Technology มีอยู่ 3 ตัว ได้แก่ Bluetooth 4.0, IEEE 802.15.4e, WLAN IEEE 802.11™ (Wi-Fi) โดยในแต่ละ Access technologies นั้น มีการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน

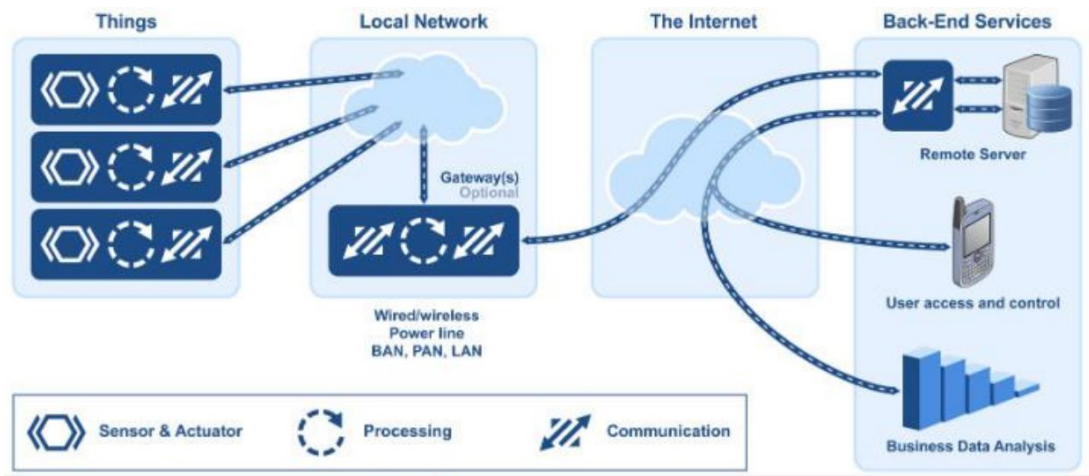
ตารางที่ 2-1 Access Technologies

	IEEE 802.15.4e	Bluetooth	WLAN IEEE 802.11™ (Wi-Fi)
Frequency	868/915 MHz 2.4 GHz	2.4 GHz	2.4, 5.8 Ghz
Data rate	250 Kbps	723 Kbps	11 – 105 Mbps
Power	Very low	Low	High

2.7.4 Gateway Sensor Nodes เมื่อมีโครงข่าย Sensor nodes จะต้อง Gateway Sensor Nodes เพื่อเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ต โดยตัว Gateway จะทำหน้าที่เชื่อมต่อไปยัง Network Internet ให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดในโครงข่ายอุปกรณ์ภายในถึงจะส่งข้อมูลไปบนอินเทอร์เน็ตได้ และเจ้าที่วางก็อยู่ภายใต้ Local network ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่า Gateway ภายใต้ Local network จะเชื่อมต่อไปยัง Internet ได้ด้วยหรือไม่เช่น ถ้าอุปกรณ์ไม่ได้เชื่อมต่อ Gateway ไว้ก็ไม่สามารถเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายภายนอกได้แต่สามารถสื่อสารกันภายใน Local network ได้เท่านั้น



ภาพที่ 2-18 WSN Nodes
ที่มา (CISCO, 2015)



ภาพที่ 2-19 Diagram อธิบายการเชื่อมต่อ Gateway หลาย ๆ ตัวเข้ากับ Local network
ที่มา (Boyanov, 2003)

2.8 Firebase Real-time Database

Firebase Real-time Database เป็น NoSQL cloud database [13] ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ real-time กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ offline (ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมา online ก็จะมีการ sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ได้ตั้งใจ ทั้ง Android, iOS และ Web Site



ภาพที่ 2-20 รูปแบบการทำงานของ Firebase Real-time Database
ที่มา (Chen, et al., June 2019)

2.8.1 ความแตกต่างระหว่าง Relational Database กับ NoSql Database

2.8.1.1 Relational Database จะมีโครงสร้างเป็นรูปแบบ Table, Column และ Row ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่าง Relational Database

Id	Left-weight	Left-distance	Right-weight
1	1	1	1
2	5	5	5
3	3.6111	3.6111	2.3993
4	1.2275	1.2275	1.3315
5	Left-weight	Left-distance	Right-weight
6	1	1	1

โดยการที่จะทำให้โครงสร้างข้อมูลมีความถูกต้อง Relational Database ก็จะใช้ Schema ในการควบคุมทั้ง Column ประเภทของข้อมูล ความต้องการของข้อมูลในแต่ละ Field และ Primary Key จะไม่ซ้ำเพื่อเป็นการบ่งบอกข้อมูลแต่ละ Record เช่น การสร้าง Table

```
Create Table Test
( id int(10) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  name Varchar(255) NOT NULL,
  tile Varchar(255) NOT NULL,
  team Varchar(255) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(id)
)
```

ภาพที่ 2-21 ตัวอย่างคำสั่งในการสร้าง Table

ซึ่งจะมีความชัดเจนในโครงสร้างของระบบอาทิเช่น ถ้าข้อมูลเป็นประเภท Integer จะไม่สามารถบันทึกเป็นตัวอักษรหรือ String ได้หรือถ้าข้อมูลถูกกำหนดให้เป็น Primary Key ข้อมูลนั้น ๆ จะไม่สามารถที่จะซ้ำกันได้

2.8.1.2 NoSql Database เป็น JSON database ที่มีโครงสร้างที่เป็น Key และ Value ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 2-24

```
[
  "test":
  {
    "name" : tester,
    "title": programmer,
    "team": engineer
  }
]
```

ภาพที่ 2-22 ตัวอย่าง Json ใน NoSql Database

ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นในการบันทึกข้อมูลเนื่องจากสามารถที่จะบันทึกได้เลยโดยไม่ต้องแก้ไขโครงสร้างข้อมูลเหมือนกับ Relational Database อาทิเช่นถ้าจะเพิ่ม Field ชื่อ pre_name ก็สามารถบันทึกข้อมูลได้ทันที

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(Uno, Kiyomi, และ Arimura, 2004) ได้ศึกษาการวิวัฒนาการของระบบประมวลผลแบบคลาวด์และแบบจำลองในการให้บริการของคลาวด์ และชี้ให้เห็นถึงศักยภาพที่แท้จริงของ IoT เมื่อใช้งานระบบประมวลผลบนคลาวด์โดยได้กล่าวถึงตัวอย่างอุปกรณ์นำทางที่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะช่วยให้สามารถแสดงความหนาแน่นและหาเส้นทางหลีกเลี่ยงการจราจร ที่ติดขัดได้ตามเวลาจริงนั้น ถ้าอุปกรณ์นี้ไม่ได้เชื่อมต่ออยู่ กับคลาวด์ จะไม่สามารถทำงานอย่างทีกล่าวนี้อได้เลย อาจทำได้เพียงปรับปรุงเฟิร์มแวร์ใหม่หรือปรับปรุงแผนที่ จากเว็บไซต์ของผู้ผลิตเท่านั้น เพราะการจะได้ข้อมูลจริง ทางด้านการจราจรนั้น จำเป็นต้องมีตัวตรวจวัดข้อมูล การจราจรอยู่ทั่วไปที่สามารถส่งข้อมูลให้กับคลาวด์เพื่อประมวลผลหาความหนาแน่นได้

(Zhang, Zhang, & Du, 2016) ได้ศึกษาการนำแนวคิดในของระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเซ็นเซอร์อย่างการตรวจจับการเคลื่อนไหวถึงทำการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานโดยส่งผ่านไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Arduino เพื่อทำการเปิด-ปิดสวิสไฟซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

(Zhao, Wu, & Liu, 2014) ได้ศึกษาถึงการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งมาประยุกต์ใช้กับสวนผลไม้โดยได้มีการออกแบบระบบแสดงผลและแจ้งเตือนค่าน้ำเค็มผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจัดเตรียม ชุดตู้ควบคุมที่ประกอบไปด้วยเครื่องวัดค่าน้ำเค็มและอุปกรณ์บันทึกค่าและส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นพื้นที่เฝ้าระวังน้ำเค็มรุกเข้าพื้นที่ชาวสวนทุเรียนนนทบุรี และสร้างหน้าต่างการแสดงผลให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเกษตรกรในการเข้าใช้งาน เพื่อช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงระบบแสดงค่าการตรวจวัดน้ำเค็มได้ทุกที่ ทุกเวลา ซึ่งเพิ่มความสะดวกสบายในการรับข่าวสาร

(Panana และ Kanita, 2014) ได้ศึกษาการนำเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์เสริมเพื่อเชื่อมต่อ กับรถเข็นที่มีอยู่ใช้งานทั่วไป ให้มีความอัจฉริยะทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน มีความปลอดภัยต่อผู้สูงอายุ และราคาย่อมเยาโดยใช้การทำงานของโปรโตคอล MQTT ในการติดต่อกันระหว่าง Api กับอุปกรณ์ IOT โดยมีฟังก์ชันการทำงานประกอบด้วย ส่วนของการ เฝ้าระวังสุขภาพ (Health Monitoring) และส่งค่าต่างๆ ไปแสดงผลบน Web Application แบบเรียลไทม์

(Wu J. , Guo, Huang, & Liu, March 2018) ได้ศึกษาการนำโมเดล RestFulจากการนำโมเดล Restful Api มาใช้งานกับระบบ Internet of Things ได้รูปแบบแพทเทินของ Service อาทิเช่น Http Get api/room/1 แสดงข้อมูลของ room 1 เพื่อสั่งให้สวิตช์ของ Controller1 เปิดเพื่อ

เป็น interface ให้กับระบบ Internet of Things โดยแสดงให้เห็นถึงการใช้งานในรูปแบบ Service เพื่อที่จะทำการสั่งการอุปกรณ์ให้ทำงาน

(Zhao, Wu, & Liu, 2014) ได้ศึกษาถึงความสำคัญของเว็บเซอร์วิสกับเทคโนโลยีเพื่อสรรพสิ่ง โดยมีการเปรียบเทียบรูปแบบการใช้งานเว็บเซอร์วิสทั้ง 2 รูปคือ Rest และ Soap รวมถึงได้มีการอธิบายสถาปัตยกรรมร่วมระหว่างเว็บเซอร์วิสและเทคโนโลยีเพื่อสรรพสิ่ง

(Zhang, Zhang, & Du, 2016) ได้ทดลองนำเอา firebase real-time database มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ iot โดยได้มีการนำเอาโปรโตคอล MQTT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการติดต่อสื่อสารรวมถึงได้นำมาพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Single Page Application เพื่อสั่งงานอุปกรณ์ IoT

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัย นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง ได้มีการดำเนินการออกแบบและพัฒนา ออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกเป็นส่วนของอุปกรณ์ Hardware ได้แก่ การติดตั้งเซ็นเซอร์ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ และส่วนที่สองเป็นงานด้าน Software ได้แก่ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ การแสดงข้อมูล และได้มีการแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

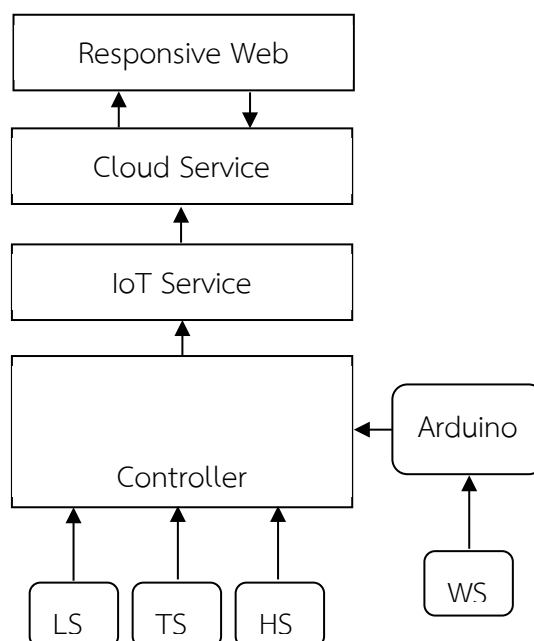
- 3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
- 3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ
- 3.3 การพัฒนาระบบ

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

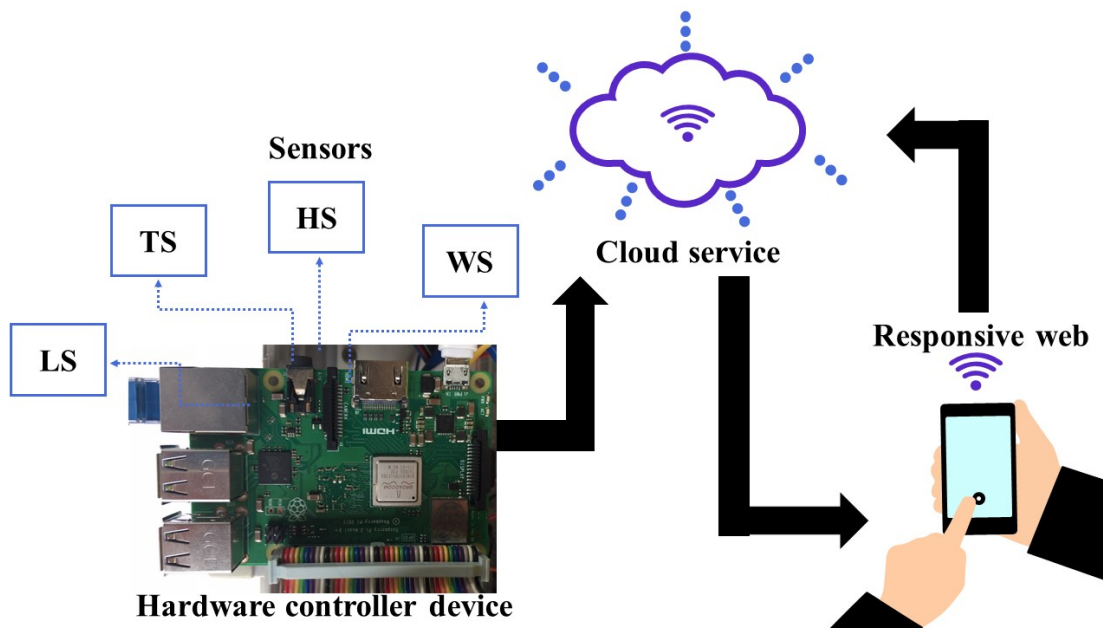
3.1.1 การศึกษาข้อมูลได้มีการค้นคว้าข้อมูลและความต้องการของระบบปลูกผัก รูปแบบการพัฒนาระบบ แนวทางการปลูกผักแบบ NFT หรือแบบน้ำไหลโดยได้มีการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งกับงานด้านต่างๆ รวมถึงการเก็บฐานข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ฐานข้อมูลแบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้าง เป็นต้น

3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปผลได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีประโยชน์ รวมถึงได้ทำการสรุปผลจากข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อมาใช้ในการงานวิจัย

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ



ภาพที่ 3-1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ IoT การปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง

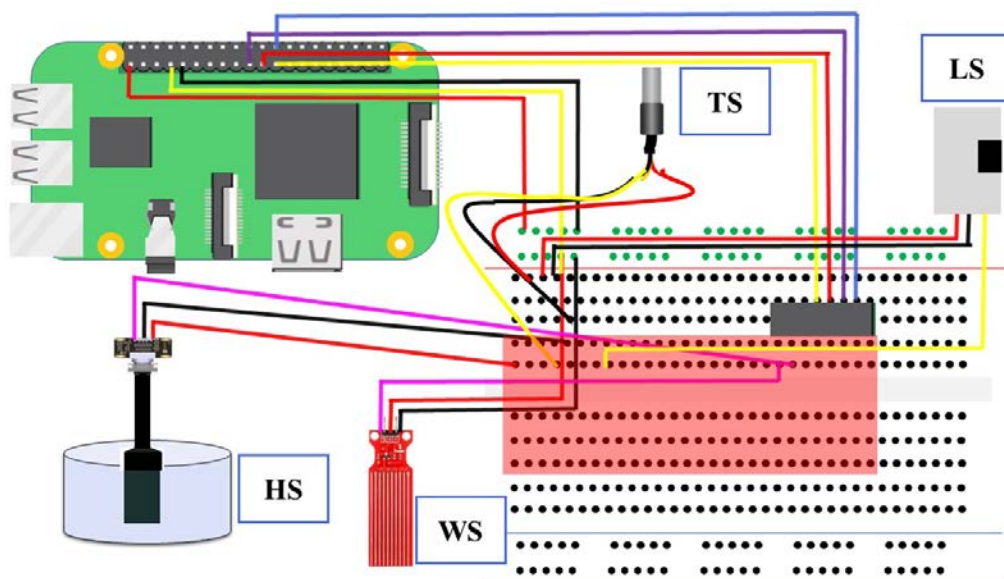


ภาพที่ 3-2 สถาปัตยกรรมภาพรวมของระบบ

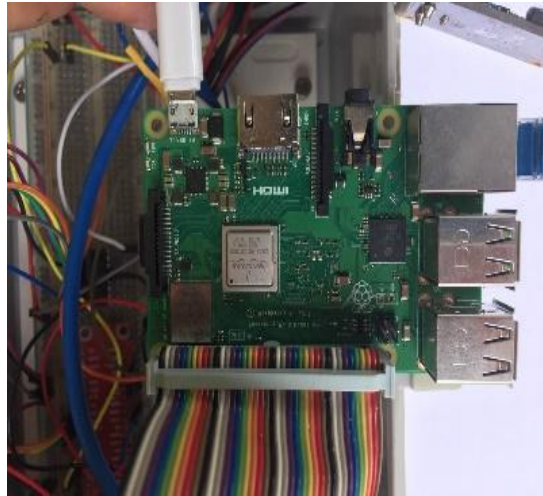
ตารางที่ 3-1 ประเภทของเซ็นเซอร์

Sensor	Detail	Type
Water Level Sensor	วัดระดับน้ำ	Analog
Temperature Sensor	วัดอุณหภูมิ	Digital

3.2.1.1.1 การออกแบบส่วนการต่อพ่วงระหว่างตัวควบคุมกับส่วนเซ็นเซอร์ได้มีการวางรูปแบบการทำงานไว้



ภาพที่ 3-3 การต่อเซ็นเซอร์กับอุปกรณ์ควบคุม



ภาพที่ 3-4 การต่อเซ็นเซอร์กับกล่องอุปกรณ์



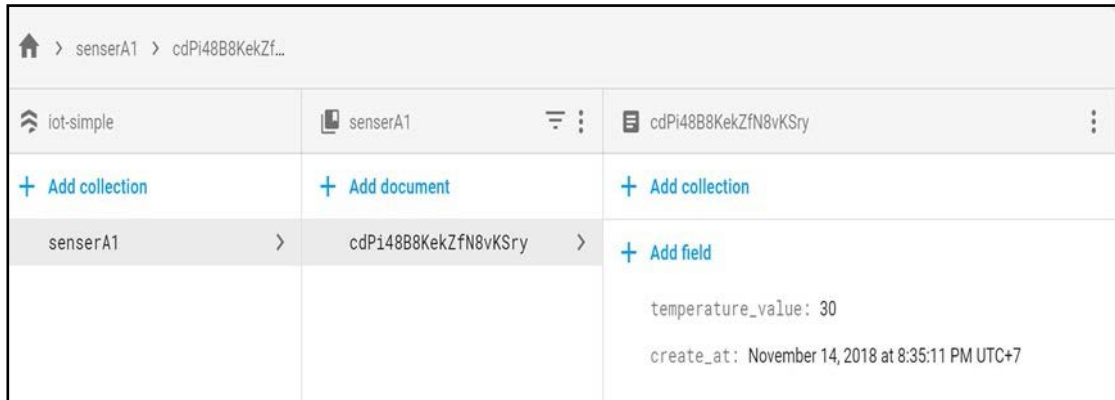
ภาพที่ 3-5 เซ็นเซอร์ที่ใช้งาน



ภาพที่ 3-6 จุดติดเซ็นเซอร์

3.2.1.2 Software การออกแบบการทำงานของระบบปลูกผัก

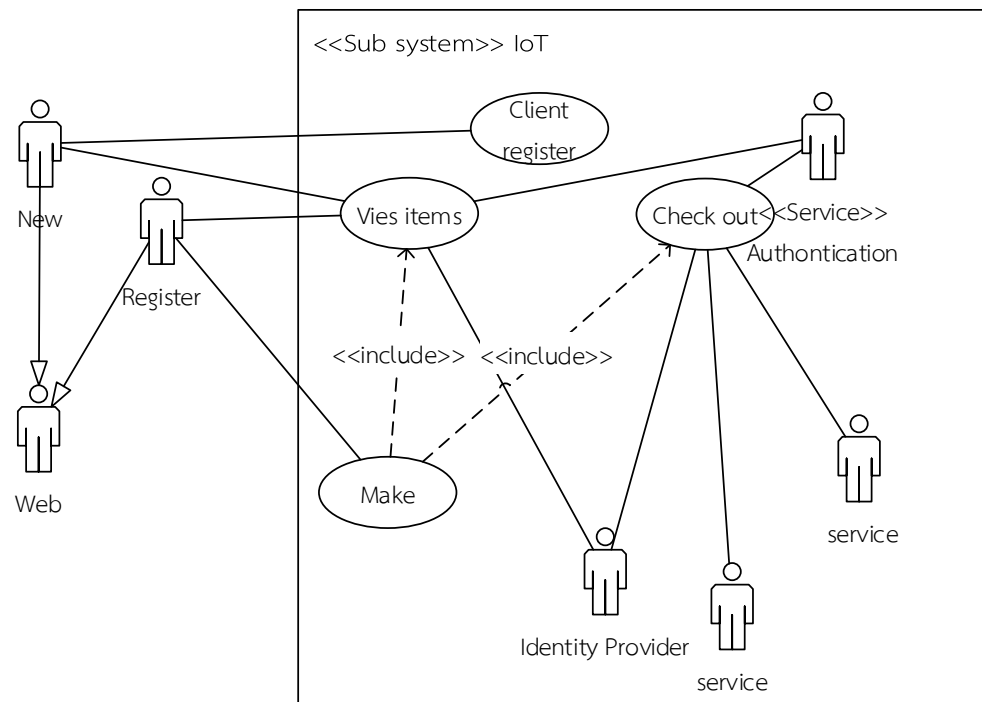
3.2.1.2.1 การออกแบบการจัดเก็บฐานข้อมูลได้มีการใช้งานในรูปแบบของ No sql ของ Firebase Cloud Service การจัดเก็บแยกแต่ละเซ็นเซอร์โดยจะส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์มาทุกๆ 1 นาที



ภาพที่ 3-7 การบันทึกข้อมูลใน firebase real-time database

3.2.1.2.2 การออกแบบส่วนเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาระบบปลูกผักไฮโดรโปนิิกส์ได้ใช้การวิเคราะห์และออกแบบระบบด้วยโมเดล UML เพื่อทราบความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในระบบในเชิงวัตถุทำให้มองเห็นรายละเอียดและกิจกรรมต่าง ๆ ในระบบงานที่สามารถเข้าใจ ได้ง่าย และแสดงรายละเอียดในรูปแบบแผนภาพ (Diagram) ต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยแผนภาพ (Diagram) ดังนี้

ก) ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) เพื่อแสดงการทำงานของ ผู้ใช้งานและความสัมพันธ์กับระบบย่อยๆ ภายในระบบใหญ่โดยมีกลุ่มผู้ใช้งาน 1 กลุ่มประกอบด้วย ผู้ดูแลระบบ และระบบย่อย 4 ระบบ ได้แก่ ระบบลิ้นคอิน ระบบแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิ และแสดงผล ระดับน้ำ



ภาพที่ 3-8 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบปลุกผัก

ตารางที่ 3-2 รายละเอียดยูสเคสเข้าสู่ระบบ

Use Case Name	เข้าสู่ระบบ
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Description	ระบบยืนยันตัวตนในการใช้งานระบบโดยการกรอก Username และ Password เพื่อเข้าใช้งาน
Normal Course	สามารถเข้าใช้งานระบบได้ในกรณี Username และ Password ถูกต้อง
Alternative Course	ไม่สามารถเข้าใช้งานในกรณีกรอก Username และ Password ไม่ถูกต้อง
Pre-condition	-
Post-condition	-
Assumptions	-

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดแสดงข้อมูลอุณหภูมิ

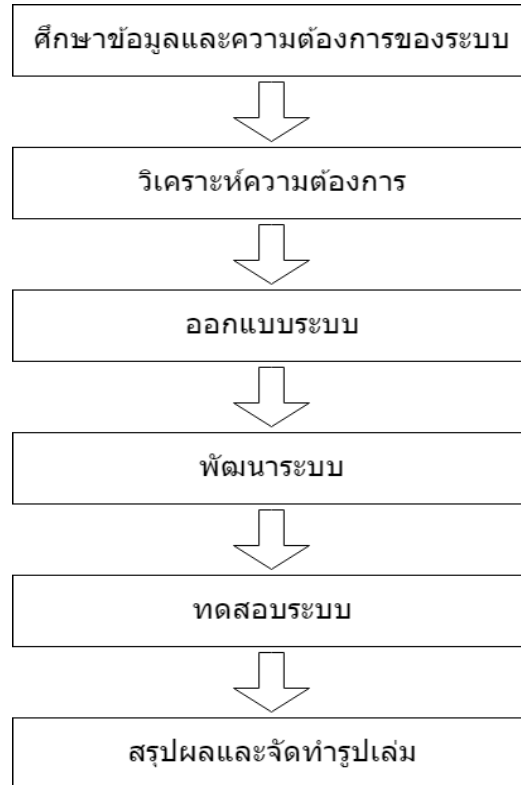
Use Case Name	แสดงข้อมูลอุณหภูมิ
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Description	ทำการแสดงผลบนเว็บไซต์ในรูปแบบของกราฟอุณหภูมิ
Normal Course	-
Alternative Course	-
Pre-condition	ผ่านการเข้าสู่ระบบ
Post-condition	-
Assumptions	-

ตารางที่ 3-4 รายละเอียดยูสเคสข้อมูลระดับน้ำ

Use Case Name	แสดงข้อมูลระดับน้ำ
Actor	ผู้ดูแลระบบ
Description	ทำการแสดงผลบนเว็บไซต์ในรูปแบบการแจ้งเตือน Safe/Danger
Normal Course	-
Alternative Course	-
Pre-condition	ผ่านการเข้าสู่ระบบ
Post-condition	-
Assumptions	-

3.3 การพัฒนาระบบ

3.3.1 การพัฒนาระบบระบบปลุกผักในงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Core i5 ระบบปฏิบัติการ Window 10

3.3.2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ควบคุมระบบปลุกผักไฮโดรโปนิคส์ Raspberry pi

3 b+ ระบบปฏิบัติการ Linux

3.3.2.3 Sensor

ก) Waterproof Temperature Sensor

ข) Water Level Sensor

3.3.2.4 โปรแกรมประยุกต์

ก) Visual Studio Community

ข) Notepad ++

ค) Firebase Real-time Database

บทที่ 4

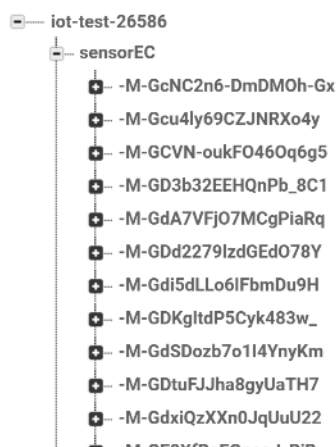
ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำเทคโนโลยีเพื่อทุกสรรพสิ่ง (Internet of Thing) มาพัฒนาร่วมกับเกษตรกรรมสมัยใหม่โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ผลการพัฒนาระบบและผลการปลูกผัก

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ระบบตรวจสอบค่าเซ็นเซอร์ อุณหภูมิ ระดับน้ำ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่าเซ็นเซอร์ต่างๆที่สามารถใช้งานได้จริงในราคาที่ไม่สูงมากนัก การทำงานจะเริ่มจาก Raspberry Pi ทำการอ่านค่าต่าง ๆ จากตัวเซ็นเซอร์และส่งไปเก็บที่ Cloud Server สามารถอธิบายผลจากการออกแบบและพัฒนาเป็นหัวข้อต่างๆได้ดังนี้

เมื่อผู้ใช้งานทำการเสียบสายไฟอุปกรณ์จะทำการส่งข้อมูลเซ็นเซอร์ขึ้นไปเก็บไว้ที่ Firebase Real-time Database



ภาพที่ 4-1 การเก็บข้อมูลบน Firebase

เมื่อเซ็นเซอร์เริ่มทำงานผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างผ่านเว็บไซต์ ผู้ใช้งานต้องทำการ Log in และจำเป็นจะต้องกรอก Username และ Password ให้ถูกต้องจึงสามารถเข้าสู่ระบบ

FARM LOGIN

User Name

Password

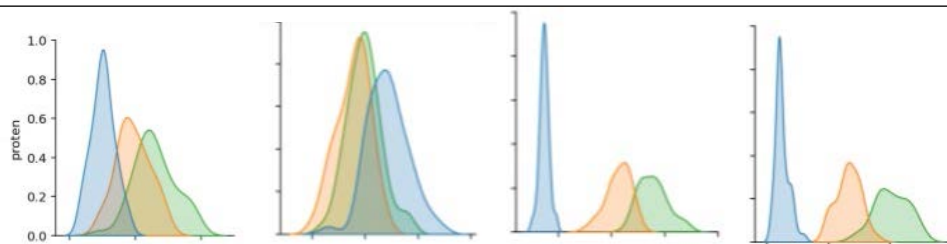
Submit

ภาพที่ 4-2 หน้าจอ Log-in เข้าสู่ระบบ

เมื่อทำการ Log-in เข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการแสดงหน้าจอ Dashboard โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กราฟ และ 1 การแจ้งเตือน

4.1.1 กราฟแสดงค่าเซ็นเซอร์อุณหภูมิ

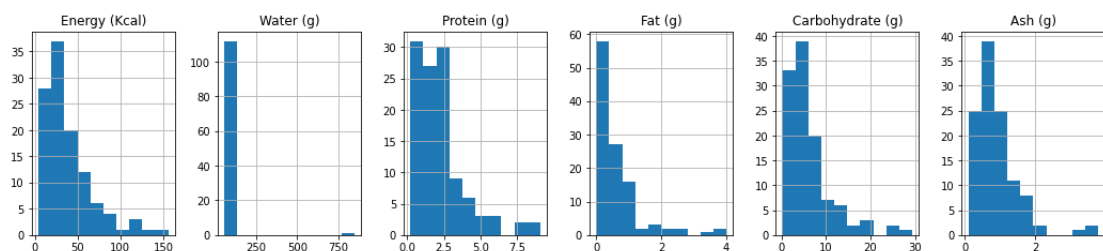
```
sns.pairplot(df, vars=['proten', 'cornash', 'fiber', 'nitrogen', 'species'],
             hue='species',
             markers=['o', 'D', '+'],
             plot_kws={'alpha': .4});
```



ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงเซ็นเซอร์อุณหภูมิ

4.1.2 กราฟแสดงค่าเซ็นเซอร์น้ำ

```
ds[cols].hist(layout=(1, len(cols)), figsize=(3*len(cols), 3.5));
```



ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงเซ็นเซอร์น้ำ

การนำอัลกอริทึม Unsupervised Learning มาประยุกต์ใช้งาน กำหนด 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง และขั้นตอนผลลัพธ์ที่ได้จากอัลกอริทึม ได้ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูล

หลังจากที่นำข้อมูลเข้า และเรียนใช้งาน Jupyter notebook ทำการเขียนคำสั่งภาษา Python ได้ดังนี้

```
import pandas as pd
import seaborn as sns
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import csv
import sklearn
%matplotlib inline
%config InlineBackend.figure_format = 'retina'
```

```
url='veg_data.csv'
df=pd.read_csv(url)
df.head()
```

Out[2]:

	No	Description	Energy (Kcal)	Water (g)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Ash (g)	Cate	Unnamed: 9	P	F	C	Cate.1	Unnamed: 14
0	1	Chinese white cabbage	11	96.6	1.5	0.1	1.1	0.7	Low	NaN	1	1	1	Low	1.0
1	2	Mastard greens, stems & leaves	26	92.8	2.5	0.4	3.1	1.2	Low	NaN	1	1	1	Low	1.0
2	3	lettuce	27	92.7	2.0	0.4	3.8	1.1	Low	NaN	1	1	1	Low	1.0
3	4	Crataeva, pickled	108	73.4	3.4	1.3	20.6	1.3	Low	NaN	1	1	1	Low	1.0
4	5	Paco (Oak fern)	25	93.7	1.7	0.4	3.6	0.6	Low	NaN	1	1	1	Low	1.0

ภาพที่ 4-5 คำสั่งเรียกใช้ชุดข้อมูล

การใช้คำสั่งเรียกชุดข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในตารางในไฟล์ .csv ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงข้อมูลทั้งแถวและคอลัมน์ เช่น ผักชีฝรั่ง มี Energy 38 Kcal, Water 89.5 g, Protein 2.4 g, Fat 0.4 g, Carbohydrate 6.3 g, และ Ash 1.4 g ผักชีล้อม มี Energy 27 Kcal, Water 92.9 g, Protein 1.7 g, Fat 0.3 g, Carbohydrate 4.3 g, และ Ash 0.8 g ผักชีลาว มี Energy 39 Kcal, Water 89.2 g, Protein 3.9 g, Fat 0.7 g, Carbohydrate 4.2 g, และ Ash 2.0 g

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 113 entries, 0 to 112
Data columns (total 15 columns):
#   Column                Non-Null Count  Dtype
---  -
0   No                     113 non-null   int64
1   Description            113 non-null   object
2   Energy (Kcal)          113 non-null   int64
3   Water (g)              113 non-null   float64
4   Protein (g)            113 non-null   float64
5   Fat (g)                113 non-null   float64
6   Carbohydrate (g)       113 non-null   float64
7   Ash (g)                113 non-null   float64
8   Cate                   113 non-null   object
9   Unnamed: 9             0 non-null     float64
10  P                      113 non-null   int64
11  F                      113 non-null   int64
12  C                      113 non-null   int64
13  Cate.1                 113 non-null   object
14  Unnamed: 14            113 non-null   float64
dtypes: float64(7), int64(5), object(3)
memory usage: 13.4+ KB
```

ภาพที่ 4-6 การใช้คำสั่ง df.info() เพื่อดูผลทางโภชนาการผักชี

การใช้คำสั่ง df.info() ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงข้อมูลทั้งหมด 113 แถว และ ไม่มี Non-null

```
df.columns
```

```
Out[4]: Index(['No', 'Description ', 'Energy (Kcal)', 'Water (g)', 'Protein (g)',
              'Fat (g)', 'Carbohydrate (g)', 'Ash (g)', 'Cate', 'Unnamed: 9', 'P',
              'F', 'C', 'Cate.1', 'Unnamed: 14'],
              dtype='object')
```

ภาพที่ 4-7 การใช้คำสั่ง df.columns เพื่อดูข้อมูลทางโภชนาการผักชี

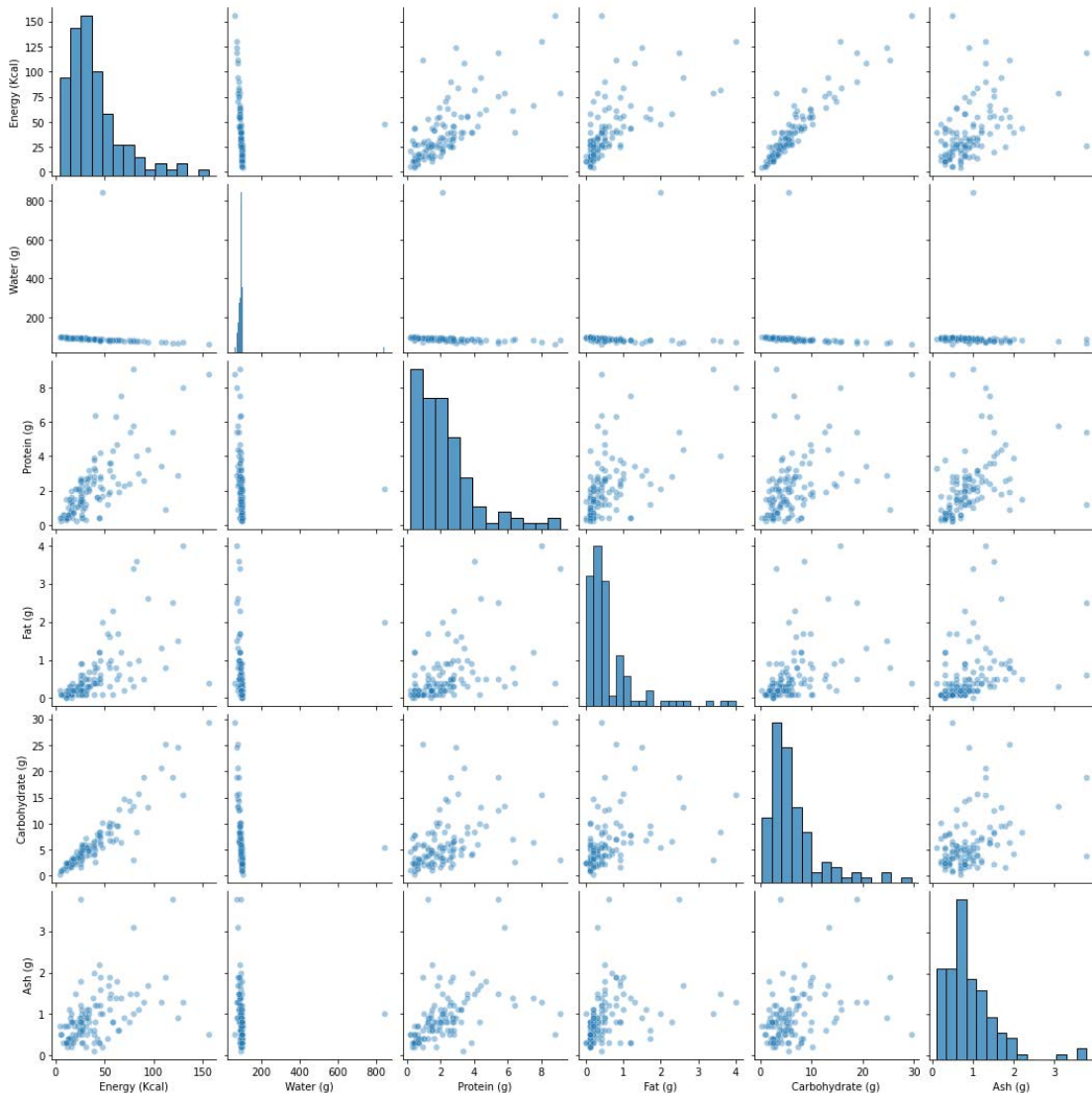
การใช้คำสั่ง df.columns เป็นการเรียกดูคอลัมน์คุณค่านั้นด้านโภชนาการผักชีที่ผู้ใช้สนใจซึ่งประกอบด้วย 'No', 'Energy (Kcal)', 'Water (g)', 'Protein (g)', 'Fat (g)', 'Carbohydrate (g)', 'Ash (g)'

```
cols=['Energy (Kcal)', 'Water (g)', 'Protein (g)', 'Fat (g)', 'Carbohydrate (g)', 'Ash (g)']
```

ภาพที่ 4-8 การเลือกคอลัมน์ผักชีที่ต้องการ

การเลือกคอลัมน์ผักชีที่ต้องการ หากผู้ใช้ต้องการเลือกใช้บางคอลัมน์ที่ผู้ใช้ต้องการ หรือสนใจคอลัมน์นั้น ในที่นี้สมมติว่าสนใจเฉพาะคอลัมน์ 6 คอลัมน์ คือ 'Energy (Kcal)', 'Water (g)', 'Protein (g)', 'Fat (g)', 'Carbohydrate (g)', 'Ash (g)' จึงใช้ตัวแปร cols

```
sns.pairplot(df, vars=cols,
              plot_kws={'alpha': .4});
```



ภาพที่ 4-9 การใช้คำสั่ง sns.pairplot สร้างแผนภาพ

การใช้คำสั่ง sns.pairplot เป็นการสร้างแผนภาพให้เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรบางตัวแปร เช่น ตัวแปร 'Water (g)' มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง 'Energy (Kcal)' เป็นต้น

2. การสร้างแบบจำลองประเภท Unsupervised Learning ใช้กับข้อมูล ทำได้ดังนี้

2.2 การสร้างแบบจำลองจากอัลกอริทึม K-Means Clustering ใช้กับข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการผักพื้นบ้านในประเทศไทย ทำได้ดังนี้

การแบ่งกลุ่มประเภทข้อมูลจะทำการแปลงข้อมูล 2 แบบ คือ แบบ StandardScaler และแบบ PowerTransformer ได้ดังนี้

แบบ StandardScaler

```
cols=['Energy (Kcal)', 'Water (g)', 'Protein (g)', 'Fat (g)', 'Carbohydrate (g)', 'Ash (g)']
scaler = preprocessing.StandardScaler()
z=scaler.fit_transform(df[cols])
z[:5]
```

```
Out[11]: array([[ -0.99362546,  0.0109988 , -0.40398495, -0.67230026, -0.996338 ,
 -0.34354303],
 [ -0.46928077, -0.04242749,  0.15408717, -0.25867088, -0.61319628,
  0.43912557],
 [ -0.43432445, -0.04383345, -0.12494889, -0.25867088, -0.47909668,
  0.28259185],
 [ 2.39713689, -0.31518277,  0.65635208,  0.98221726,  2.73929375,
  0.59565929],
 [-0.50423708, -0.0297739 , -0.29237053, -0.25867088, -0.51741085,
 -0.50007675]])
```

ภาพที่ 4-10 แบบ StandardScaler

การใช้คำสั่ง scaler จะทำการแบ่งประเภทข้อมูล 2 ประเภท คือ แบบ scaler = preprocessing.StandardScaler() ให้เครื่องทำการ transform ข้อมูล โดยข้อมูลเหล่านี้จะเก็บไว้ในรูปแบบของแอรี ในตัวแปร z

แบบ PowerTransformer

```
pt = preprocessing.PowerTransformer(method='yeo-johnson', standardize=True)
mat = pt.fit_transform(df[cols])
mat[:5]
```

```
Out[12]: array([[ -1.45582624,  0.68755025, -0.19590118, -1.17585566, -1.87702778,
 -0.15574318],
 [ -0.28126319,  0.38349788,  0.48475353,  0.11862721, -0.60489517,
  0.75805211],
 [ -0.22769604,  0.37503377,  0.18062072,  0.11862721, -0.32713276,
  0.6102546 ],
 [ 1.83075144, -1.8856667 ,  0.91342897,  1.42665764,  1.95721921,
  0.89294146],
 [-0.33677044,  0.45856593, -0.03469057,  0.11862721, -0.40134205,
 -0.40739134]])
```

ภาพที่ 4-11 แบบ PowerTransformer

4.2 ผลการปลูกผักผ่านระบบ IoT

4.2.1 ผลการปลูกผัก



ภาพที่ 4-12 การเตรียมอุปกรณ์

หลังจากการเพาะเมล็ดและอนุบาลได้นำเมล็ดลงแปลงปลูกผักขนาด 12 หลุม หลังจากนำเมล็ดลงแปลงปลูกแล้วได้มีการเติมสารละลาย AB ลงในถังน้ำ
แปลงปลูกผักวันแรกหลังลงแปลงปลูก



ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างแปลงปลูกระยะ 1-7 วัน



ภาพที่ 4-14 แปลงปลูกระยะ 8-14 วัน



ภาพที่ 4-15 แปลงปลูกระยะ 10-14 วัน

หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองผักชี 3 ประเภทคือ ผักชีล้อม ผักชีฝรั่ง และผักชีลาว



ภาพที่ 4-16 ผลจากแปลงปลูกผักชีล้อมระยะเก็บเกี่ยว 30 วัน



ภาพที่ 4-17 ผลจากแปลงปลูกผักชีฝรั่งระยะเก็บเกี่ยว 30 วัน



ภาพที่ 4-12 ผลจากแปลงปลูกผักชีลาวระยะเก็บเกี่ยว 30 วัน

ตารางที่ 4-1 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีล้อม

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	25.2	12.7	2.5
2	25.3	13.1	2.8
3	24.9	13.9	2.2
4	24.6	13.3	2.7
5	24.2	12.8	2.8
6	25.9	12.9	2.8
7	25.9	12.9	2.4
8	25.2	12.9	2.8
9	25.9	13.3	2.1
10	24.5	13.7	2.2
Average	25.16	13.15	2.53

ตารางที่ 4-2 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีฝรั่ง

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	25.2	10.5	27.2
2	25.3	10.9	27.3
3	25.3	10.2	27.2
4	25.6	10.0	27.2
5	25.9	10.3	27.1
6	25.2	10.9	27.1
7	24.3	10.3	27.1
8	24.2	10.3	27.1
9	24.1	10.6	27.2
10	25.5	10.0	27.2
Average	25.06	10.4	27.17

ตารางที่ 4-3 ผลความสูง ลำต้น และความกว้างของใบ ต้นผักชีลาว

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	26.2	7.1	0.5
2	26.1	7.2	0.2
3	26.2	7.3	0.2
4	26.7	7.2	0.3
5	26.8	7.1	0.3
6	26.1	7.1	0.7
7	26.7	7.1	0.9
8	26.2	6.5	0.3
9	26.2	6.0	0.2
10	26.5	6.0	0.9
Average	26.37	6.86	0.45

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าระยะเวลาที่ใช้เวลาเก็บเกี่ยวจะอยู่ที่ 30 วัน ใช้ระบบ IoT สามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าระยะเวลาการปลูกต้นผักชีปกติจะอยู่ที่ 40 วัน ทำให้สามารถช่วยเหลือเกษตรกรให้เร่งระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เร็วขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทางจากผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาระบบและผลจากการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์สามารถสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทำงานของระบบ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งสำหรับการปลูกผักชี 3 ประเภท คือ ผักชีล้อม ผักชีฝรั่ง และผักชีลาวโดยใช้ Raspberry Pi เป็นตัวควบคุมเซ็นเซอร์แล้วอัปโหลดข้อมูลไปยังฐานข้อมูล No Sql และทำเว็บแอปพลิเคชันในการ Monitor เซ็นเซอร์ในรูปแบบของกราฟโดยมีทั้งหมด 2 กราฟ ได้แก่ 1. กราฟแสดงเซ็นเซอร์อุณหภูมิ 2. กราฟแสดงเซ็นเซอร์น้ำ รวมถึงได้มีการทดลองกับแปลงปลูกขนาด 12 หลุม ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 30 วัน ได้ผลลัพธ์ คือ ผักชีทั้ง 3 ประเภท สามารถเจริญเติบโตได้สมบูรณ์และสามารถเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าแปลงปลูกในระบบปกติ

5.2 อภิปรายผล

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่งสำหรับการปลูกผักชี สามารถนำไปปรับใช้ในภาคการเกษตรขนาดใหญ่ หรือแม้กระทั่งการเกษตรในครัวเรือน สร้างฐานเศรษฐกิจในครัวเรือน พร้อมทั้งได้บริโภคอาหารที่มีความปลอดภัย สามารถควบคุมดูแลการผลิตได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยการควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ของ (Zhang, Zhang, & Du, 2016) ได้ศึกษาการนำแนวคิดในของระบบบ้านอัจฉริยะควบคุมด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเซ็นเซอร์อย่างการตรวจจับการเคลื่อนรวมถึงทำการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานโดยส่งผ่านไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์อย่าง Arduino เพื่อทำการเปิด-ปิดสวิสไฟซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ (Panana และ Kanita, 2014) ได้ศึกษาการนำเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์เสริมเพื่อเชื่อมต่อระบบให้มีความอัจฉริยะ ทันสมัย สะดวกต่อการใช้งาน มีความปลอดภัยต่อผู้สูงอายุ โดยใช้การทำงานของโปรโตคอล MQTT ในการติดต่อกันระหว่าง Api กับอุปกรณ์ IoT โดยมีฟังก์ชันการทำงานประกอบด้วย ส่วนของการ เฝ้าระวังสุขภาพ (Health Monitoring) และส่งค่าต่างๆ ไปแสดงผลบน Web Application แบบเรียลไทม์ และ (Zhang, Zhang, & Du, 2016) ได้ทดลองนำเอา firebase real-time database มาประยุกต์ใช้ร่วมกับ iot โดยได้มีการนำเอาโปรโตคอล MQTT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการติดต่อสื่อสารรวมถึงได้นำมาพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Single Page Application เพื่อใช้งานอุปกรณ์ IoT

และงานวิจัยด้านการนำระบบ IoT ใช้ด้านเกษตรกรรมเข้ามาใช้ลดต้นทุนด้านแรงงานและสามารถควบคุมอย่างใกล้ชิดสอดคล้องกับ (Zhao, Wu, & Liu, 2014) ได้ศึกษาถึงการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งมาประยุกต์ใช้กับสวนผลไม้โดยไม่ได้มีการออกแบบระบบแสดงผลและแจ้งเตือนค่าน้ำเค็มผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจัดเตรียม ชุดตู้ควบคุมที่ประกอบไปด้วยเครื่องวัดค่าน้ำเค็มและอุปกรณ์บันทึกค่าและส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นพื้นที่เฝ้าระวังน้ำเค็มรุกล้ำเข้าพื้นที่การทำสวน และสร้างหน้าต่างการแสดงผลให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเกษตรกรในการใช้งาน เพื่อช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงระบบแสดงค่าการตรวจวัดน้ำเค็มได้ทุกที่ ทุกเวลา ซึ่งเพิ่มความสะดวกสบายในการรับข่าวสาร

5.3 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ระบบในการควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้นผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรที่จะพัฒนาระบบเพิ่มเติม อุปกรณ์ควบคุมควรเลือกตัวที่มี Port ในการต่ออนุล็อกเพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนา มีการคำนวณการใช้ไฟฟ้าจากการทำงานของเซ็นเซอร์การนำไฟฟ้า เลือกเซ็นเซอร์มีความละเอียดอ่อนในการวัดค่อนข้างมากทำให้การต่อระบบไฟฟ้ากับตัวเซ็นเซอร์อาจต้องแยกตัวแปลงต้องอนุล็อกไปยังดิจิทัลโดยไม่ใช้ร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น และพัฒนาในพืชหลายชนิด ในแปลงปลูกขนาดใหญ่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้เกิดการเรียนรู้เป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) และเกิดการเรียนรู้ในรูปแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machin Learning) บนพื้นฐานปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

บรรณานุกรม

- Atat, R., Liu, L., Wu, J., Li, G., Ye, C., & Yang, Y. (2016). Big Data Meet Cyber-Physical Systems: A Panoramic Survey”. *IEEE Access, Digital Object Identifier, 4*, 73603-73636,.
- Babbage, C. (1864). *Chapter VIII- Of the Analytical Engine. Passages from the Life of a Philosopher*. London: Longman.
- Boobier, T. (2018). *Advanced Analytics and AI : Impact, Implementation, and the Future of Work*. United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- Boyantov, K. (2003). John Vincent Atanasoff – The Inventor of the First Electronic Digital Computing. *International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2003* . Balkans: Bulgarian Academy of Sciences.
- Cade, M. (2020, October 15). *John McCarthy -- Father of AI and Lisp -- Dies at 84*. Retrieved from wired: <https://www.wired.com/2011/10/john-mccarthy-father-of-ai-and-lisp-dies-at-84/>
- Carlos, A. C., Carlos, S., & Gara, M. (2016). History and Philosophy of Evolutionary Computation. In P. A. Plemaen, *Evolutionary Computation, Hybrid Systems, and Applications* (pp. 537-574). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big Data: A Survey. *Mobile Netw Appl*, 19, 171–209.
- Chen, S., Wen, H., Wu, J., Lei, W., Hou, W., Liu, W., . . . Jiang, Y. (June 2019). Internet of Things based Smart Grids Supported by Intelligent Edge Computing. *IEEE Access*, 7, 74089-74102.
- CISCO. (2015). *Fog computing and the internet of things: extend the cloud to where the things are*. Tech. Rep.
- CNSME. (2021, 7 1). Retrieved from <http://thai.centrifugal-slurypump.com/>
- Computer, E. (2021, 7 7). Retrieved from <https://www.arduino-makerzone.com/article/57/>
- Das, A. (2017, March 26). *The very basics of Reinforcement Learning*. Retrieved from becominghuman.ai: <https://becominghuman.ai/the-very-basics-of-reinforcement-learning-154f28a79071>

- Delaney, A. and Kraemer, J. (2018). *การเปลี่ยนแปลงคะแนนวิทยาศาสตร์ของโปแลนด์*. Poland.
- Edwards, J. (2010). *John Atanasoff and Clifford Berry: Inventing The ABC, A Benchmark Digital Computer*. Electronicdesign Com Article Embedded .
- Google. (2020, October 10). AVA. Retrieved from AVA Dataset: <https://research.google.com/ava/>
- He, W., Yan, G., & Xu, L. D. (2014). Developing Vehicular Data Cloud Services in the IoT Environment. *IEEE Transactions on industrial Informatics*, 10(2), 1587-1595.
- Hebron, P. (2016). *Machine Learning for Designers*. United States of America: O'Reilly Media, Inc.
- J. A. N., L. (2012). A Computer for Solving Linear Simultaneous Equations. *IEEE Computer Society and the Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 262-272.
- Lokman, A. S., & Zain, J. M. (2010). Chatbot Enhanced Algorithms: A Case Study on Implementation in Bahasa Malaysia Human Language. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010*, 87, 31-44.
- Monk, S. (2016). *Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python*. New York:USA: McGraw-Hill.
- Panana, T., & Kanita, S. (2014). The Development of Health Communication Support System behind. *International Conference on Education and Management Innovation (IEDRC) 2014*, (pp. 231-241). Hong Kong.
- Plant, E. (2021, 7 29). *NFT*. Retrieved from <http://www.thaieasyplants.com/>
- Python. (2020, May 10). *Python*. Retrieved from Python: <https://www.python.org/>
- Quinlan, R. J. (1983). *C4.5 : Program for machine learning*. Massachusetts: Morgan Kaufmann.
- Rana, M., Xiang, W., & Wang, E. (2018). IoT-based state estimation for microgrids. *IEEE Internet Things J.*, vol. 5, no. 2, 1345–1346.
- Shah, H. (2006). A.L.I.C.E.: an ACE in Digitaland. *TripleC Communication, Capitalism & Critique*, 4(2), 284-292.
- Sirojan, T., Phung, T., & Ambikairajah, E. (2017). Intelligent edge analytics for load identification in smart meters. *IEEE ISGT-Asia*, 1-5.

- Tangwannawit, P., & Saengkrajang, J. K. (2021). An Internet of Things Ecosystem for Planting of Coriander (*Coriandrum Sativum* L.). *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 11, No. 5 ISSN: 2088-8708, DOI: 10.11591/ijece.v11i5pp.4568~4576.
- Uno, T., Kiyomi, M., & Arimura, H. (2004). LCM ver. 2 : Efficient Mining Algorithms for. *Proceedings of the IEEE ICDM Workshop on*. Brighton, UK.
- Wu, J., Guo, S., Huang, H., & Liu, W. (March 2018). Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(3), 2389-2406.
- Wu, J., Guo, S., Li, J., & Zeng, D. (2016). Big data meet green challenges:. *IEEE Systems Journal*, 10(3), 873–887.
- Zhang, L., Zhang, L., & Du, B. (2016). Deep learning for remote sensing data:A technical tutorial on the state of the art. *IEEE Geoscience and Remote*, 4(2), 22–40.
- Zhang, Q., Liu, F., & Zeng, C. (2019). Adaptive interference-aware VNF placement for service-customized 5G network slices. *IEEE INFOCOM*, 3.
- Zhao, Y., Wu, J., & Liu, C. (2014). Dache : A data aware caching for bigdata applications using the mapreduce framework. *Tsinghua Science and Technology*, 19(1), 39–50.
- กรมอนามัย. (10 ธันวาคม 2544). *คุณค่าโภชนาการของอาหารไทย*. เข้าถึงได้จาก กรมอนามัย: <http://nutrition.anamai.moph.go.th/main.php?filename=index>
- กระทรวงสาธารณสุข, ก. (2564). *ประมวลผลงานวิจัยด้านพิษวิทยา ของสถาบันวิจัยสมุนไพรร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา:กรุงเทพมหานคร.
- กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, ก. (2544). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. นนทบุรี: โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก.
- ซีเอสอาร์-เอชอาร์. (2562, กรกฎาคม 5). *มอนิเตอร์ ธุรกิจประกันภัย 5 กุญแจพัฒนาองค์กรสู่โลกดิจิทัล*. Retrieved from ประชาชาติธุรกิจ: <https://www.prachachat.net/csr-hr/news-346546>
- ถังเก็บสารละลาย. (2021, 7 30). *ถังเก็บสารละลาย*. Retrieved from <https://dokbuarotoplast.com/products>

- พจนนา ตั้งวรรณวิทย์. (2562). การพัฒนารูปแบบการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้
ประโยชน์ผักพื้นบ้าน จังหวัดเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- วันนาวิบูลย์. (2560). ผักชีโรยหน้าจริงหรือ? นิตยสารหมอชาวบ้าน เล่มที่ 99.
- สุนทรเจริญนนท์,. (2021). ผักชีของไทย.ดังไกลถึงญี่ปุ่นแล้วประโยชน์คืออะไร. ประเทศไทย: 2021.

ภาคผนวก

- เอกสารดำเนินโครงการ
- เอกสารการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนและการนำไปใช้ประโยชน์
- ผลการตีพิมพ์วารสารระดับนานาชาติในระดับ Q2

ที่ อว ๐๕๓๙.๓/๖๓๖



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนสระบุรี – หล่มสัก
ตำบลสะเตียง อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๒๓ มีนาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นวิทยากร

เรียน คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นวิทยากร จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย ประจำปี งบประมาณ ๒๕๖๔ ประเภทโครงการวิจัยพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ โครงการวิจัย เรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง กำหนดจัดโครงการถ่ายทอดนวัตกรรมเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง และเผยแพร่องค์ความรู้สู่ชุมชน นั้น

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พิจารณาเห็นว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑิรา รัตนศิริวงศ์ภูมิ บุคลากรในสังกัดท่าน เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ จึงขอเชิญท่านมาเป็นวิทยากรให้ความรู้ พร้อมแบ่งกลุ่มปฏิบัติการ ในวันที่ ๗-๙ เมษายน ๒๕๖๔ ณ บ้านสีมารักษ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มूलศรี)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๐๐ ต่อ ๘๒๐๖

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๐๐

ที่



มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์ ๖๗๐๐๐

๑๐ เมษายน ๒๕๖๔

เรื่อง ขอนหนังสือตอบรับแจ้งความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบเสนอกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยการถ่ายทอดองค์ความรู้

เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

๒. แบบตอบรับความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดองค์ความรู้

เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย ประจำปี งบประมาณ ๒๕๖๔ ประเภทโครงการวิจัยพัฒนานวัตกรรมเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ โครงการวิจัย เรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง นั้น

ดังนั้น คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอจัดส่งเอกสารแบบเสนอกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัย และขอความอนุเคราะห์ส่งแบบตอบรับความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมการวิจัย กลับมายังคณะ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยรัตน์ มูลศรี)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. ๐-๕๖๗๑-๗๑๐๐ ต่อ ๘๒๐๖

โทรสาร ๐-๕๖๗๑-๗๑๐๐



หนังสือรับรองแสดงความประสงค์ในการรับการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมการ

ข้าพเจ้า.....

ตำแหน่ง.....หน่วยงาน/หมู่บ้าน.....

ขอเรียนย้ันว่า หน่วยงาน/หมู่บ้าน.....ยินดีรับถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีและ
นวัตกรรมการ จากกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย เรื่อง นวัตกรรมต้นแบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อ
สรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง

ซึ่งมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พณณา ตั้งวรรณวิทย์.....

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.....

เป็น หัวหน้ากิจกรรม

(ลงชื่อ)

(.....)

วันที่..... เดือน.....พ.ศ.

MAY 2021
ISSUE 1
VOLUME 1

IOT

THE
INTERNET OF THINGS
ISSUE

อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พณณา ตั้งวรรณวิทย์ และ ดร.กนิฐา แสงกระจ่าง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

IOT

MAY 2021
ISSUE 1
VOLUME 1

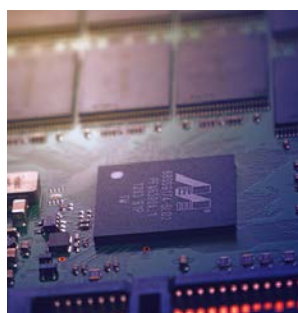
WHAT'S INSIDE THIS ISSUE



03
บทนำ



04
เทคโนโลยี
อินเทอร์เน็ตเพื่อ
สรรพสิ่ง



05
นวัตกรรม
ต้นแบบ IoT



07
บทสรุป

บทนำ

INTERNET OF THINGS : IOT



การทำเกษตรกรรมใน
จังหวัดเพชรบูรณ์ได้
พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว
แต่ยังพบข้อบกพร่อง
หรือความยากลำบากใน
การตรวจสอบและดูแล
ผลผลิตที่ได้ทำการปลูก
โดยเฉพาะการปลูกพืช
ผักธุรกิจเฉพาะทาง

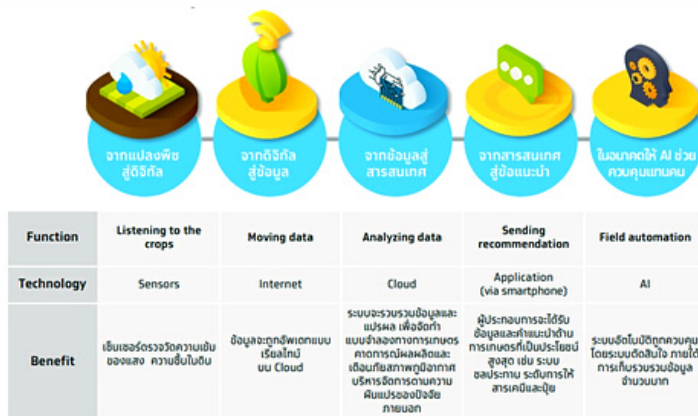
ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันและเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ อาทิเช่น การเข้าถึงข้อมูลขนาดใหญ่บนโลกอินเทอร์เน็ต การสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ การขายสินค้าออนไลน์ เป็นต้น ทำให้ชีวิตมนุษย์ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีในการใช้ดำรงชีวิตประจำวัน รวมถึงในด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ ก็ได้การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต หรือเพิ่มผลผลิตได้ แม้แต่ในอุตสาหกรรมพื้นฐานอย่างอุตสาหกรรมเกษตรก็ยังมี การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงานเพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้งาน

แนวโน้มของผู้บริโภคในปัจจุบันที่หันมาตระหนักถึงการรักษาสุขภาพและความปลอดภัยของอาหารมากขึ้น ส่งผลต่อรูปแบบการบริโภคสินค้าเกษตรและอาหารโดยตรง ซึ่งจะเห็นได้จากการเติบโตตลาดสินค้าสุขภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่น สินค้าปลอดสารเคมี สินค้าออร์แกนิก สินค้าเกษตรอินทรีย์ เป็นต้น

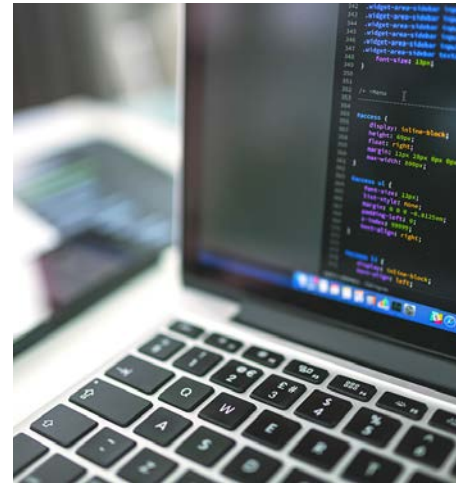
การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้าที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลของสินค้ามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นแหล่งที่มา รายละเอียดและกระบวนการผลิตของสินค้า ในงานวิจัยชิ้นนี้ใช้การเชื่อมโยงสรรพสิ่งเชื่อมต่อเทคโนโลยีเซนเซอร์ในห่วงโซ่คุณค่าใหม่ (Value chain) ตั้งแต่การเพาะปลูก การขนส่ง การแปรรูปจนถึงการจัดจำหน่ายสู่ผู้บริโภค

เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง

INTERNET OF THINGS : IOT



ที่มา: ดึงข้อมูลจาก <https://www.enveve.com>



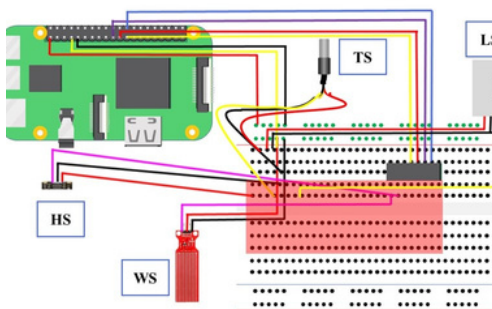
เทคโนโลยี IoT ถือเป็นทางเลือกที่น่าสนใจที่เข้ามาช่วยแก้ปัญหาและสร้างความท้าทายหลายประการให้กับธุรกิจเกษตรไทย รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์

IoT สำหรับธุรกิจเกษตรเริ่มต้นจากการใช้เทคโนโลยี“เซ็นเซอร์” ติดตามและตรวจสอบสถานะข้อมูลที่เกิดขึ้นในการเพาะปลูกแบบเรียลไทม์ เพื่อช่วยเกษตรกรในการ“ตัดสินใจและการบริหารจัดการการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ” เช่น ความเข้มของแสง อุณหภูมิ ความชื้นในดิน สภาพอากาศ เป็นต้น โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเชื่อมโยงผ่านระบบอินเทอร์เน็ต และเก็บเข้าไปอยู่ในระบบคลาวด์ (Cloud) ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และประมวลผล แล้วส่งกลับไปยังผู้ใช้งาน [3]

ในปี 2020 เป็นต้นไป มีการคาดการณ์ว่าจะมีการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ (Sensors) มากกว่า 50 พันล้านตัวกับอินเทอร์เน็ตโดยเฉลี่ย 6.58 อุปกรณ์ต่อคน อุปกรณ์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาองค์กร เมื่อโลกถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักรและข้อมูล [1] การเชื่อมโยงสรรพสิ่ง คือ การนำสิ่งต่าง ๆ เชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการแพทย์ อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ เป็นต้น [2]

นวัตกรรมต้นแบบปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทาง

IoT เข้าไปมีบทบาทในหลายกิจกรรมทางการเกษตร ตั้งแต่การเตรียมการเพาะปลูก ไปจนถึงการเพาะปลูก เช่น การติดตามระดับน้ำ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณแสงที่พืชได้รับ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในกระบวนการปลูกพืชเฉพาะทางที่กล่าวมาข้างต้นเป็นหลัก



1. เครื่องมือที่ใช้

1.1 คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi 3 model B)

1.2 เซ็นเซอร์วัดการไหลของเหลว

(Water flow sensor YF-s402)

1.3 เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ (DHT22 / AM2302)

1.4 Breadboard

3. ระบบเก็บข้อมูลได้จาก Cloud computing คือแพลตฟอร์มที่ช่วยจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลผ่านระบบทางไกล มีพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลสามารถเรียกใช้งานได้ในทันที

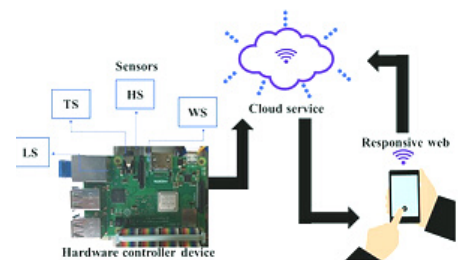
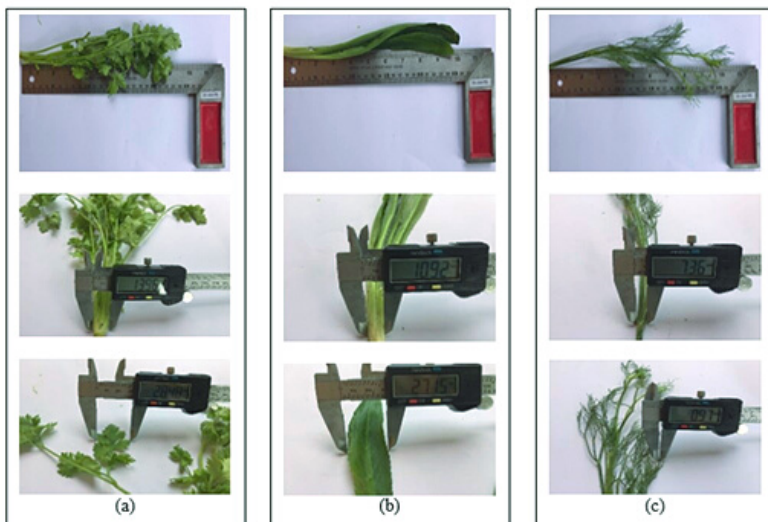
4. ผู้ใช้ระบบผ่านทาง Responsive web development

5. พืชที่ปลูกธุรกิจเฉพาะทาง ในการทดลองครั้งนี้ ใช้ผักในตระกูล

Coriandrum Sativum L. ประกอบด้วย ผักชี ผักชีลาว และผักชีฝรั่ง

นวัตกรรมต้นแบบปลูกพืช ธุรกิจเฉพาะทาง

FROM FOOD, TO MONUMENTAL STRUCTURES, WE LEARN MORE
ABOUT THE CULTURE OF THE MIDDLE EAST



IoT จะเป็นตัวช่วยให้เกษตรกรรุ่นใหม่ประสบความสำเร็จได้ง่ายขึ้น ในอนาคตธุรกิจเกษตรไทยสามารถทำให้เกษตรกรแต่ละรายบริหารจัดการผลิตได้ด้วยตนเองจากการใช้ฐานข้อมูลที่มีแบบเรียลไทม์และมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ผลิตจริง ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายของผลผลิตจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

หลักการทำงานของระบบต้นแบบ

ระบบตรวจสอบค่าเซ็นเซอร์ การนำไฟฟ้า อุณหภูมิ ระดับน้ำ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่าเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่สามารถใช้งานได้จริงในราคาที่ไม่สูงมากนัก การทำงานจะเริ่มจาก Raspberry Pi ทำการอ่านค่าต่าง ๆ จากตัวเซ็นเซอร์และส่งไปเก็บที่ Cloud Server สามารถอธิบายผลจากการออกแบบและพัฒนาเป็นหัวข้อต่างๆได้ดังนี้

เมื่อผู้ใช้งานทำการเสียบสายไฟอุปกรณ์จะทำการส่งข้อมูลเซ็นเซอร์ขึ้นไปเก็บไว้ที่ Firebase Real-time Database

เมื่อเซ็นเซอร์เริ่มทำงานผู้ใช้งานสามารถเข้าไปดูการทำงานของเซ็นเซอร์ต่างผ่านเว็บไซต์ผู้ใช้งานต้องทำการ Log in และจำเป็นจะต้องกรอก Username และ Password ให้ถูกต้องจึงสามารถเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการแสดงหน้าจอ Dashboard ในรูปแบบกราฟ

การแจ้งเตือนอุณหภูมิ คุณภาพน้ำ เช่น ระบบแจ้งเตือนเมื่อระดับน้ำอยู่ในขีดอันตราย โดยเมื่อน้ำถึงจุดที่โดนเซ็นเซอร์ ระบบจะแจ้งเตือนเป็นข้อความ “Danger” แต่ถ้าระดับน้ำปกติจะแจ้งเตือนว่า “Safe”

สรุปได้ว่า ผลจากการใช้ IoT ปลูกพืชธุรกิจเฉพาะทางใช้ IoT ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ที่ 30 วัน จากเดิมผักจะเก็บเกี่ยวได้ที่อายุ 40-50 วัน [3]

บทสรุป

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และถอดบทเรียนจาก
กลุ่มธุรกิจพืชเฉพาะทาง เพื่อขยายผลในแปลง
เกษตรขนาดใหญ่ของจังหวัดเพชรบูรณ์



IoT เป็นเทคโนโลยีที่เกษตรกร
หรือผู้ประกอบการธุรกิจเกษตร
สามารถประยุกต์ใช้ได้ไม่ยาก
เพียงเกษตรกรหรือผู้ประกอบการ
ต้องมีความเข้าใจก่อนว่า
เทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ทำอะไร เป็น
ปัจจัยสำคัญที่ทำให้กระบวนการ
ผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] พณฯ ตั้งวรรณวิทย์ และคณะ. (2562). การพัฒนารูปแบบการเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์ผืนป่าบ้าน จังหวัดเพชรบูรณ์. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- [2] CISCO. (2015). Fog computing and the internet of things: extend the cloud to where the things. Tech.Rep.
- [3] Digital agriculture. (2020, Nov. 10). Retrieved from AVA Dataset: <https://www.enveve.com>
- [4] Tangwannawit, P., & Sangkrajang, K. (2020). An Internet of Things (IoT) Ecosystem for Planting of Coriander (Coriandrum Sativum L.). International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE).

An internet of thing (IoT) Ecosystem for planting of coriander (*Coriandrum sativum* L.)

Panana Tangwannawit¹, Kanita Saengkrajang²

¹Department Information and Communication Technology, Faculty of Sciences and Technology,

Phetchabun Rajabhat University, Thailand

²Department Information Science, Faculty of Humanities and Social Sciences, Phetchabun Rajabhat University, Thailand

Article Info

Article history:

Received Sep 23, 2020

Revised Apr 8, 2021

Accepted Apr 27, 2021

Keywords:

Coriander

Ecosystem

Internet of things

Local vegetables

ABSTRACT

The internet of things (IoT) is a network of physical devices and is becoming a major area of innovation for computer-based systems. Agriculture is one of the areas which could be improved by utilizing this technology ranging from farming techniques to production efficiency. The objective of this research is to design an IoT to monitor local vegetable (Coriander; *Coriandrum sativum* L.) growth via sensors (light, humidity, temperature, water level) and combine with an automated watering system. This would provide planters with the ability to monitor field conditions from anywhere at any time. In this research, a group of local vegetables including coriander, cilantro, and dill weed were experimented. The prototype system consists of several smart sensors to accurately monitor the mentioned vegetable growth from seedling stage to a fully grown plant which will ensure the highest production levels from any field environment. Three different types coriander were measured under these parameters: height, trunk width, and leaf width. The result showed that IoT ecosystem for planting different types of coriander could produce effective and efficient plant growth and ready for harvest with a shorter time than conventional method.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Panana Tangwannawit
Faculty of Sciences and Technology
Phetchabun Rajabhat University
Muang Phetchabun, Thailand, 67000
Email: panana.t@gmail.com

1. INTRODUCTION

The internet of things (IoT) refers to a network of physical devices that are embedded with multiple electronic devices, software, sensors, and exchanging data service via the internet [1], [2]. IoT environment is an integrated transport system to dynamically route respond to change the traffic needs and conditions. IoT has been used in various types of applications such as creating smart homes, smart cities, connected cars, connected health, as well as in agriculture or smart farming. As the agricultural industry plays such an important role as part of Thai business, finding solutions, and opportunities to improve the current agricultural methods for Thai farmers could be beneficial it could help increase the efficiency and effectiveness in producing these goods. IoT application in agricultural industry can be used to monitor, provide real time control of the process, and track several controlled variables that promote vegetable growth such as light, humidity, temperature, and water. The basic IoT system architecture consists of three different layers with different functions: Yi [3] first layer is the physical sensing layer which contains embedded devices that make use of sensors to gather data. Second layer is the middleware layer which provides the

function to facilitate manage the communication between the activities of sensing devices and the application layer. The third layer is the application layer which is responsible for mapping the information onto applications which planters will be able to use to send commands to objects over the Internet via mobile application, webapps and/or browsers [4].

In this study, the paper presents a prototype of an internet of things (IoT) ecosystem for planting of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Coriander, a member of the apiaceae family, is among the most widely used medicinal plants, possessing nutritional as well as medicinal properties. Coriander is an annual plant that yields within 40-50 days and the edible adult coriander height is approximately 30-40 cm [5], [6]. The culantro height is approximately 15-51 cm, leaf width is 20-30 mm [7], the average height of dill weed is 30 cm, and leaf width less than 0.5 mm [8]. The prototype is specifically designed to monitor a system which consists of many smart sensors to accurately monitor coriander growth from seed to plant. The sensors are designed to collect information about the environment that the plant undergoes such as light, humidity, temperature, and watering system. This system will then decide on the actions to be taken based on the given controls such as to sprinkle to maintain the humidity, to adjust the temperature, and the watering system via the internet.

2. THEORETICAL BACKGROUND AND RELATED RESEARCHES

2.1. Internet of things (IoT)

The fundamental of IoT has connecting physical objects, sensors, and other smart technologies altogether into one system [9]. IoT provides an immediate access to information about physical objects that leads to innovation on services and processes with higher efficiency and productivity [10]. IoT was related several technologies which are wireless sensor, rfid, and cloud computing [11]. However, The development of IoT to the green technology. Green IoT can may improve energy efficiency and that of other system, help reduce environment pollution [12], [13].

2.2. Cloud computing

Cloud computing is a large-scale computing used low-cost process and Internet capability. The application areas of IoT include smart home, smart agriculture, and smart monitoring [11]. The smart agriculture application involves a large distributed array of monitoring sensors and a large distribution network. Cloud computing includes three services consisting of; 1) platform as a service (PaaS), 2) infrastructure as a service (IaaS), and 3) software as a service (SaaS) [14]. In this research, a cloud computing technology in IoT is being utilized to view sensor values via the Internet. Cloud computing technique was used to machine learning tools, data mining, and artificial intelligence. Data are sensed from device sensors, virtual sensors which retrieve data using web service technology to easy to be stored, processed, and analyzed [15]. IoT devices can be detected and collected of datasets. Real time of datasets are sent to the cloud and preprocessing for big data [16] and preprocessing for big data analysis [17], [18]. In addition, the cloud computing in power system was realized the requirement of high bandwidth and low latency. A privacy protection strategy via computing, data prediction, and preprocessing were necessary in IoT [19].

2.3. Responsive web development

In the past, the interface libraries are inconsistencies, high maintenance cost, and more complicated process. So, responsive web development can be created with HTML5 coding, CSS, and JavaScript coding. Bootstrap is popular and efficient tool to develop responsive web. Bootstrap is a free toolkit for creating websites and web applications. It contains HTML and CSS-based design templates for typography, forms, buttons, navigation, and other interface components [20].

2.4. Literature review

The research in smart agriculture area is proposed all filed of aspects to improve the quality and quantity of productivity of agriculture. Smart agriculture ecosystem consisted of four different components: hardware controller devices, sensor devices, data storage, and presentation component.

2.4.1. The hardware controller

The hardware controller devices were usually used with Arduino Uno, [21]-[26] and Raspberry Pi [27]. These devices are designed to manage and control the sensors. The input will be received from the sensor and monitoring devices. They are connected to the internet and can be accessed from anywhere.

2.4.2. Sensor devices

Sensor devices are used to monitor the control and read the information to monitor the environments of planting. The sensors that are commonly used in agriculture consisted of temperature sensor [26], [28], [29] water level sensor [23]-[26], [28], [29], humidity sensor [26], [29], soil moisture sensors [29], light sensor, [26], [29] and pressure sensor [21], [26], [29]. The sensor devices are related with hardware control devices which are a part in physical layer. These sensors are designed and responsible for checking the environment of planting.

2.4.3. The data storage

The data storage, usually through cloud server [21]-[26], [28], [29] stores the data of the devices with the details of sensor name, sensor ID, sensor status, date, and time of the sensor. The sensors received data and information is read with the hardware controller device and send to the cloud server. The architecture was to develop a client server system to be able to access via web or android application.

2.4.4. The representation of information

The representation of information from these devices is done by using web browser [21]-[22], [28] or mobile application [23], [26], [28], [29]. The web application is responsible for supporting a responsive design. The application shows the statistics of the general and overall data with details of the system such as sensor name, sensor ID, sensor status, date, and time. Moreover, the application will show the sensors real time information. Therefore, the user was able to access web application or mobile application easily and comfortably.

3. RESEARCH METHOD

3.1. Proposed prototype

In this section, the sensors on real time monitoring of IoT environments will be illustrated. Figure 1 shows the architecture layer of IoT based coriander data cloud platform. Integrated devices such as several sensors (light: LS, humidity: HS, temperature: TS, and water level: WS) are connected to a controller (Raspberry PI). The controller can access the sensor values, process and obtain these data and transfer these data via the internet using cloud computing. The IoT Service will decide the action to be taken based on these controlled parameters with various views of data and the output results will be shown from the cloud computing on various layouts based on size and capabilities of the device.

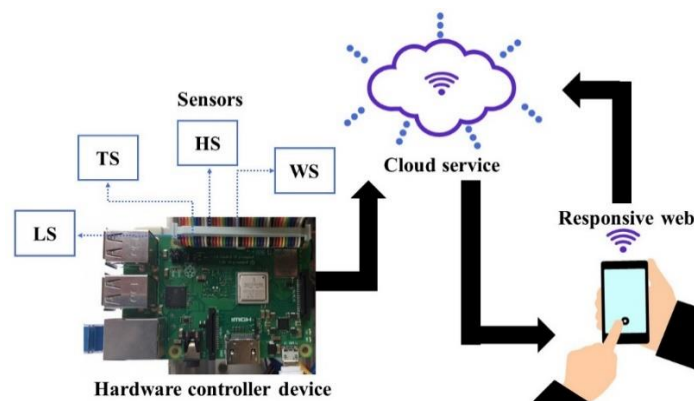


Figure 1. Framework of IoT ecosystem

3.2. Device selections

The prototype consists of 4 different devices combined to create a system. In this section, the functions and rationale of using 4 different devices will be explained. Raspberry Pi is a small sized computer that runs using the Linux operating system. It has USB sockets that can be plugged with a video output and information can be input into the device. It has general purpose input/output (GPIO) pins and is connected to custom electronics. It is integrated with WIFI and Bluetooth connection. Raspberry Pi has enough capacity and capability of performing every task, for examples, about browsing the internet, playing videos, making documents, and playing games [27], [30].

The temperature and humidity sensor (DHT11) is a digital temperature and humidity readings. The DHT11 exports digital signals. The advantages of using this device is that it is easy to set up and a wire for the data signal. These sensors are popular to be used in remote weather stations, soil monitors, home automation systems, and smart farm [30], [31]. Arduino Uno is used to readings of the hygrometer. Arduino collects analog data from hygrometer and convert analog data to digital data (ADC) [27].

3.3. System architecture

The system architecture is designed and implemented for the internet of things ecosystem for planting. Raspberry Pi is connected to sensors (light, humidity, temperature, and water level) via GPIO but GPIO pins has 40 pins then not enough to use many sensors. So, the connecting between GPIO and sensors need the breadboard. Breadboard is a device for connected between one device and other devices without soldering them. These holes are connected in strips. The temperature sensor (TS) is the DS18B20 sensor as waterproof version. The DS18B20 has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. This device has an onboard analog to digital converter so easily connected it up to a digital GPIO pin on the Raspberry Pi. DS18B20 was consisted of 3 wires, the red wire connects to 3.3-5 V power, the yellow wire (data pin) connects to GPIO, place a 10 K ohm resistor between VCC, the data pin, and the black wire connects to ground. The water level sensor (WS) has a water detection area range of 16 mm. to 40 mm. and easy to connect to a digital GPIO pin. WS has 3 pins (ground, vcc, signal) [32]. The signal pin is an analog output. WS detection for a water tank. Placing a water level sensor in the tank to detect the presence of water. The connecting between WS and raspberry pi is MP3002 (analog-to-digital converter). The humidity sensor (HS) is the DHT11 as relative humidity measure. The DHT11 has an operating humidity range of 20-90% RH and readings with $\pm 5\%$ accuracy. The DHT11 was consisted of 3 wires, the red wire connects to 3.3-5 V power, the white or the yellow wire (data pin) connects to GPIO, place a 10 K ohm resistor between VCC, the data pin, and the black wire connects to ground [33]. The last sensor is light sensor (LS) as LDR sensor. The LDR sensor is light-dependent resistor or photocell to detect light and to measure the brightness level of the ambient light. The LDR was consisted of 3 wires, the red wire connects to 3.3-5 V power, the white wire connects to GPIO and the black wire connects to ground. Water pump control is used manually by user, when the system showed alert light (red light) for high temperature above 35°C on responsive web. User turns on water pump switch, but temperature was low below 35°C user turns off switch. Figure 2 shows the system architecture of the Raspberry Pi and sensors connected via GPIO. It consists of 2 parts: i) Raspberry Pi and sensors and ii) real time of data of humidity and temperature are displayed on the responsive web design.

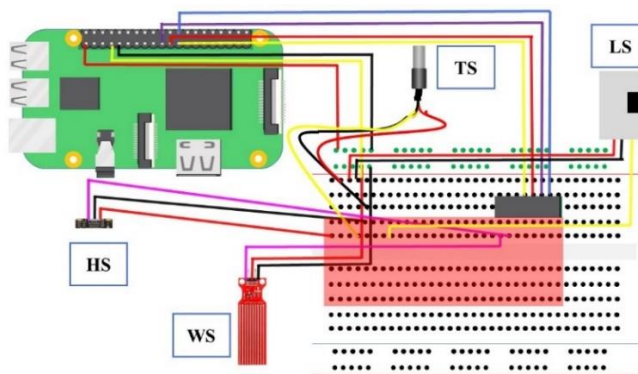


Figure 2. Architecture of raspberry pi and sensors

3.4. Implementation

3.4.1. Input

The input process is keeping a record in a CSV file consisting of a time stamp, humidity, ambient light, and temperature. The logging data from Raspberry Pi utilizes Python, Excel to collect data, and save the output of the collection or analysis. This CSV file is uploaded to a cloud server (google firebase).

3.4.2. Output

PHP is an open source, a general-purpose scripting language. PHP proved to be useful and popular. PHP code is designed to be included easily in a HTML file and runs on a variety of operating systems for the

usage in websites. Moreover, PHP is customizable and the open source license allows programmers to modify the PHP software and add or modify features as needed to fit their own environment. User interaction module of GUI is responsible for various interactions with users including drawing of graphical interface, disposing of users accidents, receiving data at particular time stamp, sending humidity, temperature data from the sensors, and presenting all these information in visual form. The data will be displayed on the responsive web design.

3.4.3. Experiment conditions

Three different types of seeds were prepared, and each was planted into their individual capsule as shown in Figure 3. The device is monitoring several controlled parameters to determine if there are any changes in the environment as shown in Figures 4 and 5. Water level sensor will send out signals when the water level is lower than the controlled water parameter, then the pump will automatically water the plants. Along with the water level sensor, the device also monitors the changes in temperature, humidity, and the sensor will send this information to the web interface. When the temperature and humidity are out of the controlled range, signals will be sent to the water pump, allowing water flow in the set up plantation system.

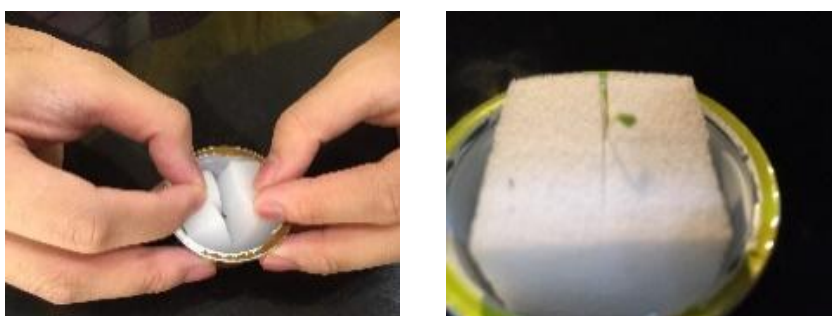


Figure 3. planting of coriander seeds into the designated capsules

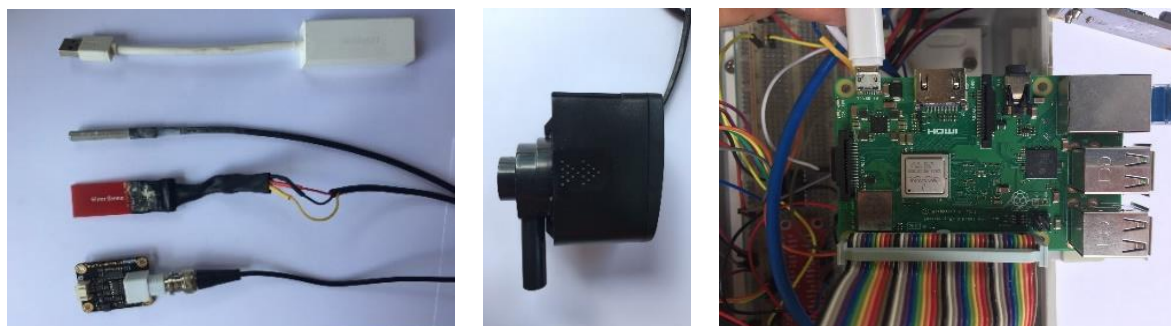


Figure 4. Hardware controller device, sensor devices and water pump

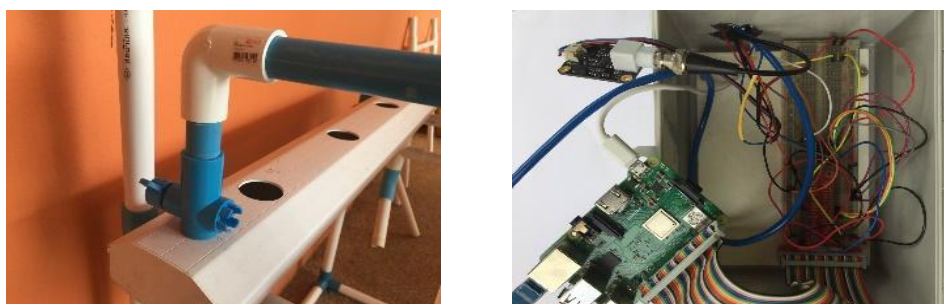


Figure 5. The device set up with different sensors to determine changes in water level, temperature, and humidity level.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. The samples

In Thailand, coriander is an economic plant and is a famous ingredient for cooking as it is one of the crucial vegetables in many of the Thai dishes. The local coriander species and African coriander species are popularly used and grown in the country with the following differences in their characters and properties. The characteristics of local coriander are small, with thin leaf, small seed, early flowering, having a short life and providing a very pungent smell. While the characteristics of African coriander tends to be bigger in size, with thick, big leaves, having lighter fragrance, and longer life than local coriander. In this research, 3 local types of corianders are selected for the experiments: coriander, culantro, and dill weed. 10 samples were used per coriander type.

4.2. The result

After the device is installed in the specified location, the result parameters including time stamp, humidity, and temperature were displayed through the User Interface. Results showed that all 3 plant cultivations had similar measurements. The results of this experiment with data collected after 30 days are shown in Figure 6 and Tables 1-3. Table 1 show the average height of coriander of 10 samples is 25.16 cm, trunk width 13.15 mm, and leaf width 2.53 mm. The average height of the coriander grown under this system after 30 days is slightly lower than the average height of coriander grown conventional method which requires 40-50 days before harvest (30-40cm). So, the growth of the experimented coriander might be comparable to the growth of the conventional method after 40 days.

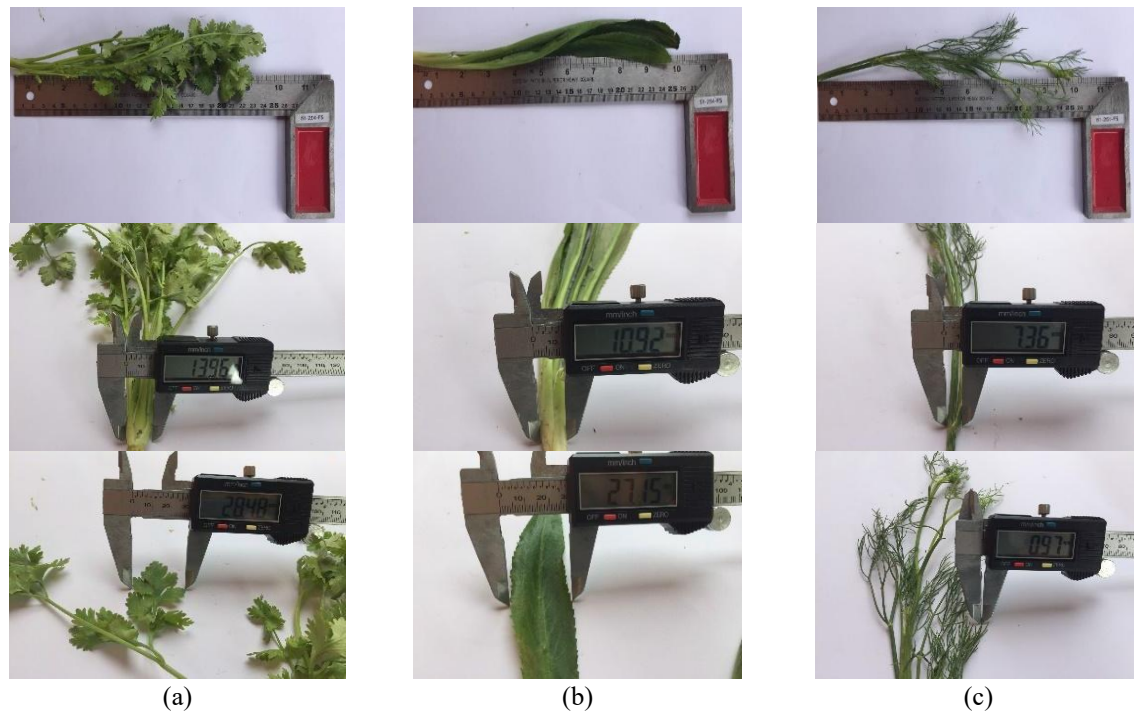


Figure 6. Show plant height, trunk width, leaf width of; (a) coriander, (b) cilantro, and (c) dill weed

Table 1. Shows plant height, trunk width, leaf width of coriander after 30 days

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	25.2	12.7	2.5
2	25.3	13.1	2.8
3	24.9	13.9	2.2
4	24.6	13.3	2.7
5	24.2	12.8	2.8
6	25.9	12.9	2.8
7	25.9	12.9	2.4
8	25.2	12.9	2.8
9	25.9	13.3	2.1
10	24.5	13.7	2.2
Average	25.16	13.15	2.53

The Table 2 show the average height of culantro of 10 samples is 25.06 cm, trunk width 10.14 mm. and leaf width 27.17 mm. The average height and the leaf width of culantro grown under this system after 30 days showed comparable results with the average height and leaf width of culantro grown with the conventional method which requires 40-50 days before harvest (15-51 cm for height and 20-30 mm for leaf width). Thus, this system resulted in 10-20 days faster time to harvest than the conventional method to yield the same quality of harvest.

Table 2. Shows plant height, trunk width, leaf width of culantro after 30 days

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	25.2	10.5	27.2
2	25.3	10.9	27.3
3	25.3	10.2	27.2
4	25.6	10.0	27.2
5	25.9	10.3	27.1
6	25.2	10.9	27.1
7	24.3	10.3	27.1
8	24.2	10.3	27.1
9	24.1	10.6	27.2
10	25.5	10.0	27.2
Average	25.06	10.4	27.17

The Table 3 show the average height of dill weed of 10 samples is 26.37 cm, trunk width 6.86 mm. and leaf width 0.45 mm. The average height and leaf width of dill weed grown under this system for 30 days are slightly lower than average height and leaf width of dill weed grown with the conventional method which take 40-50 days before harvest (30 cm for height and approximately 50 mm or lesser for leaf width). So, the growth of the experimented coriander might be comparable to the growth of the conventional method given that the experiment would continue for 40 days.

Table 3. Shows plant height, trunk width, leaf width of dill weed after 30 days

Sample	plant height (cm)	trunk width (mm)	leaf width (mm)
1	26.2	7.1	0.5
2	26.1	7.2	0.2
3	26.2	7.3	0.2
4	26.7	7.2	0.3
5	26.8	7.1	0.3
6	26.1	7.1	0.7
7	26.7	7.1	0.9
8	26.2	6.5	0.3
9	26.2	6.0	0.2
10	26.5	6.0	0.9
Average	26.37	6.86	0.45

5. CONCLUSION

The prototype IoT ecosystem is used to automatically operate the watering system by having temperature sensor, humidity sensor, light sensor, and water level sensor to determine when the plants are under the environmental condition that requires water. The research also showed an excellent demonstration platform for IoT sensors to collect and store data. All three different plant samples grown under this automatically controlled system showed a result vs. conventional method in terms of their growth rate, height, width, and ready to harvest after 30 days. This system could produce effective and efficient plant growth and ready for harvest with a shorter time than conventional method. This smart agriculture could provide farmers and planters alternative method to do farming remotely, creating a more efficient agricultural system that could be beneficial for Thailand agricultural industry.

REFERENCES

- [1] A. McEwan and H. Cassimally, "Designing the Internet of Thing," West Sussex: United Kingdom: John Wiley and Sons, 2013.
- [2] P. Tangwannawit, "Development of Smart Internet of Things (IoT) for Local vegetables," in *The 15th International Conference in Applied Computer Technology and Information Systems*, Thailand, March 8, 2019.

- [3] L. Yi, H. Wang, J. Wang, K. Qian, N. Kong, K. Wang *et al.*, "Enterprise-Oriented IoT name Service for Agriculture Product Supply Chain Management," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 11, no. 8, pp. 1 - 12, 2015, doi: 10.1155/2015/308165.
- [4] A. N. Azlina, A. Zanariah and Y. Faridah, "Intelligent home automated system," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 15, no. 2, pp. 733-742, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v15.i2.pp733-742.
- [5] B. Laribi, K. Kouki, M. M. Hamdi and T. Bettaieb, "Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents," *Fitoterapia*, vol. 103, pp. 9-26, 2015, doi: 10.1016/j.fitote.2015.03.012.
- [6] A. Anaigoudari, M. Hosseini, R. Karami, F. Vafae, T. Mohammadpour, A. Ghorbani and H. R. Sadeghnia, "The effects of different fractions of *Coriandrum sativum* on pentylenetetrazole-induced seizures and brain tissues oxidative damage in rats," *Advance Journal of Phytomedicine*, vol. 6, no. 2, pp. 223-235, 2016.
- [7] M. S. Al-Said, K. I. Al-Khamis, M. W. Islam, N. S. Parmar, M. Tariq and A. M. Ageel, "Post coital antifertility activity of the seeds of *Coriandrum sativum* in rats," *Journal of Ethnopharmacol.*, vol. 21, no. 2, pp. 165-173, 1987, doi: 10.1016/0378-8741(87)90126-7.
- [8] V. Chitra and S. Leelamma, "Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*): mechanism of action," *Plant Foods Human Nutr.*, vol. 51, pp. 167-172, 1997, doi: 10.1023/A:1007975430328.
- [9] F. K. Shaikh, S. Zeadally and E. Exposito, "Enabling Technologies for Green Internet of Things," *IEEE Systems Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 983-994, 2017, doi: 10.1109/JSYST.2015.2415194.
- [10] R. Girau, S. Martis and L. Atzori, "Lysis : A platform for IoT distributed applications over socially connected objects," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 40-51, 2016, doi: 10.1109/IIOT.2016.2616022.
- [11] O. A. Dawood, "Fast lightweight block cipher design with involution substitution permutation network (SPN) structure," *Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 20, no. 1, pp. 361-369, 2020, doi: 10.11591/ijeecs.v20.i1.pp361-369.
- [12] R. Arshad, S. Zahoor, M. Ali Shah, A. Wahidl and H. Yu, "Green IoT: An Investigation on Energy Saving Practices for 2020 and Beyond," *IEEE Access*, vol. 5, pp. 15667-15681, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2686092.
- [13] A. Eslami Varjovi e S. Babaie, "Green Internet of Things (GloT): Vision, applications and research challenges," *Sustainable Computing: Informatics and System*, vol. 28, pp. 1-9, 2020, doi: 10.1016/j.suscom.2020.100448.
- [14] W. He, G. Yan and L. D. Xu, "Developing Vehicular Data Cloud Services in the IoT Environment," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, no. 2, pp. 1587-1595, 2014, doi: 10.1109/TII.2014.2299233.
- [15] R. Atat, L. Liu, J. Wu, G. Li, C. Ye and Y. Yang, "Big Data Meet Cyber-Physical Systems: A Panoramic Survey," *IEEE Access, Digital Object Identifier*, vol. 4, pp. 73603-73636, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2878681.
- [16] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen and D. Georgakopoulos, "Context aware computing for the internet of things: A survey," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 16, no. 1, p. 414-454, 2014, doi: 10.1109/SURV.2013.042313.00197.
- [17] J. Wu, S. Guo, H. Huang and W. Liu, "Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives," *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, vol. 20, no. 3, pp. 2389-2406, March 2018, doi: 10.1109/COMST.2018.2812301.
- [18] Z. Asad e M. A. R. Chaudhry, "A two-way street: Green big data processing for a greener smart grid," *IEEE Systems Journal*, vol. 11, no. 2, pp. 784-795, 2017, doi: 10.1109/JSYST.2015.2498639.
- [19] S. Chen, H. Wen, J. Wu, W. Lei, W. Hou, W. Liu *et al.*, "Internet of Things based Smart Grids Supported by Intelligent Edge Computing," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 74089-74102, June 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2920488.
- [20] G. Mehta, K. Sharma and H. Saini, "Responsive Web Development," *International Journal for research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 2, pp. 272-277, October 2014.
- [21] H. A. Ali, A. H. Duhi, A. L. A. Nabeel and M. J. Mnati, "Smart monitoring system for pressure regulator based on IOT," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 9, no. 5, pp. 3450-3456, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i5.pp3450-3456.
- [22] K. Bhagchandani and P. Augustin, "IoT based heart monitoring and alerting system with cloud computing and managing the traffic for an ambulance in India," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 9, no. 6, pp. 5068-5074, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i6.pp5068-5074.
- [23] P. Chandana, G. S. Pradeep Ghantasala, J. R. Virgil Jeny, K. Sekaran, D. N, Y. Nam and S. Kadry, "An effective identification of crop diseases using faster region based convolutional neural network and expert systems," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 10, no. 6, pp. 6531-6540, 2020, doi: 10.11591/ijece.v10i6.pp6531-6540.
- [24] M. H. Ali and N. K. Ali, "IoT based security system and intelligent home automation multi monitoring and control systems," *International Journal of Robotics and Automation (IJRA)*, vol. 8, no. 3, pp. 205-210, 2019, doi: 10.11591/ijra.v8i3.pp205-210.
- [25] R. Kaviyaraj, M. S. Karthika, L. A. Jeni Narayanan and Saleekha, "Recycling of Industrial Waste Water for the Generation of Electricity by Regulating the Flow Control Sensor using IoT," *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, vol. 7, no. 4, pp. 347-352, 2018, doi: 10.22587/jasr.2018.14.2.4.
- [26] P. Tanwannawit and K. Saengkrajang, "Development of Smart Internet of Things (IoT) for Local Vegetables," in *The 15th National Conference and International Conference on Applied Computer Technology and Information Systems*, Thailand, 2019.
- [27] W. Rahman, E. Hossain, R. Islam, H. A. Rashid, N. A. Alam and M. Hasan, "Real-time and Low-cost IoT based farming using raspberry Pi," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 17, no. 1, pp. 197-204, 2017, doi: 10.11591/ijeecs.v17.i1.pp197-204.

- [28] M. U. H. Al-Rasyid, S. Sukaridhoto, M. I. Dzulfornain and A. Rifai, "Integration of IoT and chatbot for aquaculture with natural language processing," *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, vol. 18, no. 2, pp. 640-648, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i1.14788.
- [29] K. Sekaran, M. N. Meqdad, P. Kumar, S. Rajan and S. Kadry, "Smart agriculture management system using internet of things," *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, vol. 18, no. 3, pp. 1275-1284, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i3.14029.
- [30] S. Monk, "Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python," in McGraw-Hill, New York:USA, 2016.
- [31] J. Doshi, T. Patel and S. k. Bharti, "Smart Farming using IoT, a solution for optimally monitoring farming conditions," *Procedia Computer Science*, vol. 160, pp. 746-751, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.016.
- [32] E. Mazuin Mohd Yusof, M. Ismail Yusof, R. Ali e z. I Hilmi Harjimi, "Welding station monitoring system using internet of thing (IoT)," *Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 18, no. 3, pp. 1319-1330, 2020, doi: 10.11591/ijeecs.v18.i3.pp1319-1330.
- [33] Z. Kasiran and R. Napi, "Randomize IPv6 Stateless Address Autoconfiguration in None-stable Storage Arduino Devices," *Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 12, no. 1, pp. 254-260, 2018, doi: 10.11591/ijeecs.v12.i1.pp254-260.

BIOGRAPHIES OF AUTHORS



Panana Tangwannawit received the professional education with B.S. (Computer Science), M.S. (Information Technology), and Ph.D. (Information Technology) from King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand. She has been working as a lecturer for more than 23 years in the field of Information Technology in the Faculty of Sciences and Technology, Phetchabun Rajabhat University, Thailand.



Kanita Saengkrajang received the professional education with B.A.(Library and Information Science) from Suan Sunandha Rajabhat Institute, M.Sc.(Management of Information Systems), and Ph.D. (Information and Communication Technology for Education)from King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand. She has been working as a lecturer for more than 8 years in the field of Information Science in the Faculty of Humanities and Social Science, Phetchabun Rajabhat University, Thailand.