การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์

The Design of Integrated Agricultural Smart Farm Control System via Cloud Technology

เรืองทิพย์ เย็นจะบก[1*] เมธีณีย์ พรหมศรี[2] ศิริลักษณ์ ห่วงเอี่ยม[3] และวันเพ็ญ ผลิศร[4]

Rueangthip Yenjabok[1] Methinee Promsri[2] Sirilak hongiam [3] and Wanpen Plisorn[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ และ 2) ประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและมูลค่าให้กับผลผลิตจากเกษตรกรโดยใช้หลักการ Internet of Things (IoT) และเทคโนโลยีคลาวด์ ผลการออกแบบประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ 1) ระบบควบคุมฟาร์มพืชแยกเป็นพืชดินและพืชน้ำ 2) ระบบควบคุมฟาร์มปศุสัตว์ และ 3) ระบบควบคุมฟาร์มสัตว์น้ำประมง โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันในระบบ Android มีการประเมินความเหมาะสมของออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน และผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผ่านแบบประเมินความเหมาะสมในการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการศึกษาพบว่าความเหมาะสมในการออกแบบระบบด้านฟังก์ชันโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58±0.49) และความเหมาะสมในการออกแบบระบบด้านการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70±0.42) ถือเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ การเกษตรแบบผสมผสาน ระบบคลาวด์

[1, 2, 3 และ 4] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี

[*] ผู้ประสานงานหลัก

Received: Feb 22, 2023 **Revised:** Apr 20, 2023 **Accepted:** Jun 6, 2023

ABSTRACT

This research aims to 1) design of integrated agricultural smart farm control system via Cloud technology and 2) evaluate the suitability of design an integrated agricultural smart farm control system via Cloud technology. This system is used to increase the efficiency and value of the produce from farmers by applying the principles of Internet of Things (IoT) and Cloud technology. The system consists of 3 subunits which are 1) the control system for crop farms for both soil crops and aquatic crops 2) the livestock farm control system and 3) the aquatic farm control system. The system can be controlled via an application on the Android system. The suitability of the design an intelligent farm control system for integrated agriculture through Cloud technology was evaluated by 10 experts and 30 users through Cloud technology integrated smart farm control system design suitability assessment form. The results showed that the suitability of the functional system design by the experts was at the highest level (4.58± 0.49) and the suitability of the system design for the user farmer was at the highest level (4.70±0.42) which can be applied properly.

Keywords : smart farm control system, integrated agricultural, cloud technology

บทนำ

อาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่มีมาตั้งแต่สมัยโบราณ ทั้งนี้เพราะเป็นอาชีพที่ก่อให้เกิดปัจจัยต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น ปัจจัยด้านอาหาร ปัจจัยด้านยารักษาโรค ประเทศไทยเป็นประเทศแห่งเกษตรกรรม ประชากรไทยกว่าครึ่งหนึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประมาณแล้วไม่น้อยกว่า 30 ล้านคน (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2564) ดังนั้นการเกษตรจึงมีความสำคัญอย่างมาก ทั้งในด้านของรายได้และความเป็นอยู่

การเกษตรกรรมแบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ ทั้งเกษตรกรรมประเภทพืชอย่างพืชน้ำและพืชดิน ทั้งเกษตรกรรมด้านการเลี้ยงปศุสัตว์ และเกษตรกรรมด้านการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ประมง) งานวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะเกษตรกรรมแบบผสมผสาน ซึ่งเป็นรูปแบบการเกษตรที่ประกอบด้วย พืช ปศุสัตว์ และการประมง เนื่องจากปัจจุบันโลกกำลังพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในด้านเทคโนโลยี ทางด้านเกษตรกรรมจึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว

เพื่อรองรับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพให้มากยิ่งขึ้น และคาดหวังว่าการออกแบบในครั้งนี้จะสามารถนำไปพัฒนาได้จริงในอนาคต

ในวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดทฤษฎีของเทคโนโลยีดังต่อไปนี้ เพื่อประยุกต์ใช้ในฟาร์มอัจฉริยะ ได้แก่ 1) internet of things (IoT) คือ เทคโนโลยีที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ทำให้สามารถเชื่อมโยง รับส่งข้อมูล สั่งการเพื่อควบคุมอุปกรณ์การเกษตรผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) ระบบคลาวด์ (cloud computing technology) คือการใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อส่งมอบบริการผ่านเครือข่าย (โดยทั่วไปคืออินเทอร์เน็ต) ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ ผู้ใช้สามารถเข้าถึงไฟล์และใช้แอปพลิเคชันจากอุปกรณ์ใดก็ได้ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ เช่น การแจ้งข้อมูลต่าง ๆ ของพืชสู่ผู้ใช้งาน และเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ IoT ในการจัดการการปลูกพืชโดยใช้เทคนิคอควาโปนิกส์ (aquaponics) ผ่านคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ตโฟน โดยมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตในที่นี่สามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง แบบแลน (local area network : LAN) และแลนไร้สาย (wireless LAN : Wi-Fi) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานและการเข้าถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เราจำเป็นต้องสั่งการต่อไป ในการเชื่อมต่อนั้นจะผ่านระบบ IoT Cloud : Cayenne IoT Ready TM ซึ่งเป็นแม่ข่าย (server) ให้บริการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการดูแลและการสั่งการต่าง ๆ ภายในระบบอีกที ทั้งนี้ในการทำงานส่วนใหญ่จะมีศูนย์ควบคุมหลัก คือ Raspberry Pi เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ (สุวิทย์ วงศ์ศิลา, 2564)

Cloud Computing คือบริการที่ครอบคลุมถึงการให้ใช้กำลังประมวลผลหน่วยจัดเก็บข้อมูลและระบบออนไลน์ต่าง ๆ จากผู้ให้บริการ เพื่อลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ดูแลระบบ ช่วยประหยัดเวลา และลดต้นทุนในการสร้างระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย ซึ่งมีทั้งแบบบริการฟรีและแบบเก็บเงิน (ไอที 24 ชั่วโมง, 2558)

เกษตรอัจฉริยะเป็นการทำการเกษตรรูปแบบใหม่โดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีความแม่นยำสูงเข้ามาช่วยในการทำงาน โดยให้ความสำคัญกับความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สิ่งแวดล้อม และเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุด ในยุคที่แรงงานในภาคเกษตรลดลงมาตลอดหลายปี ทำให้ภาคการเกษตรจำเป็นต้องมีการปรับตัวโดยนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2561)

จากการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานมีรายละเอียด ดังนี้

ธิติศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณ และสิทธิชัย ชูสำโรง (2562) กล่าวถึงแนวคิด “สมาร์ตฟาร์ม” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่า ระบบฟาร์ม

อัจฉริยะ (smart farming system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมในด้านการเกษตร

บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม (2562) ศึกษาการออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมกำไรเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี IoT เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสำหรับฟาร์มมะนาว จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้แนวความคิดของเทคโนโลยี IoT โดยมีเซนเซอร์วัดค่าข้อมูลของฟาร์มมะนาว โดยกำหนดไว้ 4 ค่า คือ temperature humidity moisture และ pH

ณัฐพล ธนเชวงสกุล, ธีระพงษ์ ฤทธิ์มาก และปรีชา โคตะพัฒน์ (2560) ศึกษาการออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT และ 2) ประเมินผลการออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยี IoT ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และด้านเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ จำนวน 15 คน ใช้การเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวิเคราะห์การออกแบบตัวต้นแบบ 2) แบบประเมินความคิดเห็นของผลการออกแบบตัวต้นแบบ และ 3) แบบประเมินความเหมาะสมของผลการออกแบบตัวต้นแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการสำรวจความต้องการของผู้ใช้ (user requirement) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบและวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน (system/functional design) โดยได้แบ่งการใช้งานด้านเกษตรแบบผสมผสานเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

- ด้านพืชน้ำ
- ด้านพืชดิน
- ด้านปศุสัตว์
- ด้านประมง

3. ขั้นตอนออกแบบสถาปัตยกรรม (architecture design) โดยรวมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานโดยมีฟังก์ชันการทำงานแบบสั่งงานผ่านทางระบบเครือข่ายไร้สาย และทำการเก็บข้อมูล (data) ลงบนพื้นที่เก็บข้อมูลของคลาวด์

4. ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (detail design) ของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานโดยมีการออกแบบรายละเอียดของระบบ ดังนี้

- ระบบดูแลพืชน้ำ
  - โมดูลควบคุมค่า pH และค่า EC
  - โมดูลควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน
  - โมดูลควบระบบน้ำวน
  - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ระบบดูแลพืชดิน
  - โมดูลควบคุมค่าความชื้นในดิน
  - โมดูลควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน
  - โมดูลควบระบบการรดน้ำพืช
  - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
- ระบบดูแลปศุสัตว์
  - โมดูลควบคุมการให้อาหารสัตว์
  - โมดูลควบคุมแสงสว่าง
  - โมดูลควบคุมอุณหภูมิ
- ระบบดูแลสัตว์น้ำ
  - โมดูลควบคุมการให้อาหารสัตว์
  - โมดูลควบคุมค่า pH ในน้ำ
  - โมดูลควบคุมค่าออกซิเจนในน้ำ
  - โมดูลควบคุมระดับน้ำ

ค่า pH เป็นค่าที่แสดงความเป็นกรดด่าง ซึ่งค่า pH 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และค่า EC ย่อมาจาก electrical conductivity ในภาษาไทยแปลว่าการนำไฟฟ้าของน้ำคือความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า เกลือหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่ละลายในน้ำ ซึ่งช่วยในการระบุความบริสุทธิ์ของน้ำยิ่งน้ำบริสุทธิ์ค่าการนำไฟฟ้ายิ่งต่ำ

5. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ (implementation) โดยการพัฒนาซอฟต์แวร์ ด้วยวงจรการพัฒนาระบบ (software development lifecycle : SDLC) ในรูปแบบ Waterfall Model มีการพัฒนาแบบขั้นน้ำตกจะทำงานขั้นต่อไปเมื่อขั้นก่อนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผนระบบ
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจความต้องการ
ขั้นที่ 3 ขั้นการออกแบบระบบ

ขั้นที่ 4 ขั้นการพัฒนาระบบ
ขั้นที่ 5 ขั้นการทดลองระบบ
ขั้นที่ 6 ขั้นการบำรุงรักษาระบบ

6. ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบ (user acceptance testing) กับผู้ใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ท่าน และเกษตรกรผู้ใช้งานจำนวน 30 คน ผ่านการวิเคราะห์สถิติข้อมูล ได้แก่ การคำนวน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่คำนวนได้ไปเปรียบเทียบกับค่าน้ำหนักคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากขั้นตอนการดำเนินงานข้างต้นสามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ ดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ และวิเคราะห์ฟังก์ชันการทำงาน โดยการออกแบบแบ่งส่วนการควบคุมดูแลระบบต่าง ๆ เป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบการดูแลพืชน้ำ ระบบการดูแลพืชดิน ระบบการดูแลสัตว์น้ำ และระบบการดูแลสัตว์บก ดังรูปที่ 1

(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

รูปที่ 1 แอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน

(ก) หน้าเข้าสู่ระบบแอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานจะมีการเข้าสู่ระบบด้วย Line เข้าสู่ระบบด้วย Facebook และเข้าสู่ระบบด้วย Gmail

(ข) หน้าหลักแอปพลิเคชันควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน จะประกอบไปด้วยตำแหน่งปัจจุบัน สภาพอากาศ ปุ่มกดไปยังหน้าพืชน้ำ ปุ่มกดไปยังหน้าพืชบก ปุ่มกดไปยังหน้าสัตว์น้ำ ปุ่มกดไปยังหน้าสัตว์บก

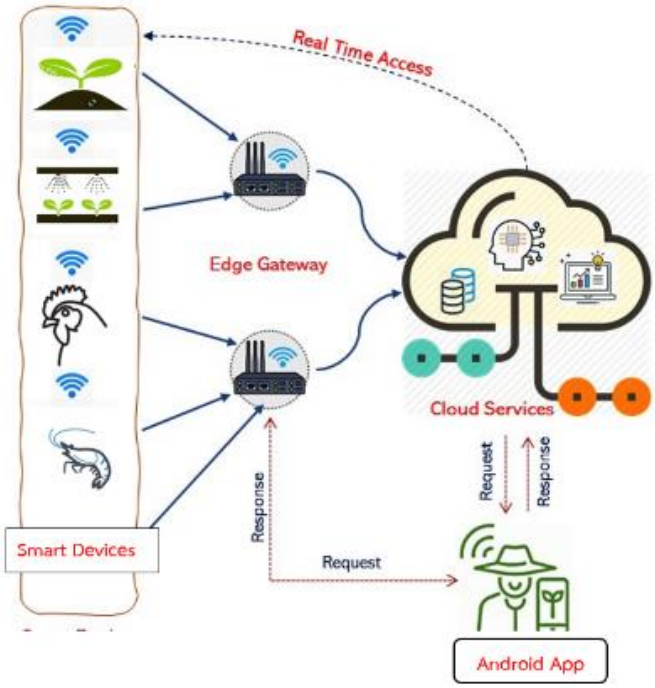
(ค) หน้าพืชน้ำจะประกอบไปด้วยการแสดงค่า pH ค่า EC ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นในโรงเรือน ปุ่มควบคุมเปิดปิดระบบน้ำวน ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

(ง) หน้าพืชบกจะประกอบไปด้วย การแสดงค่าความชื้นในดิน ค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นในโรงเรือน ปุ่มควบคุมเปิดปิดระบบการรดน้ำพืช ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

(จ) หน้าสัตว์น้ำจะประกอบไปด้วย การแสดงค่าอุณหภูมิ ปุ่มควบคุมการให้อาหารสัตว์ ปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

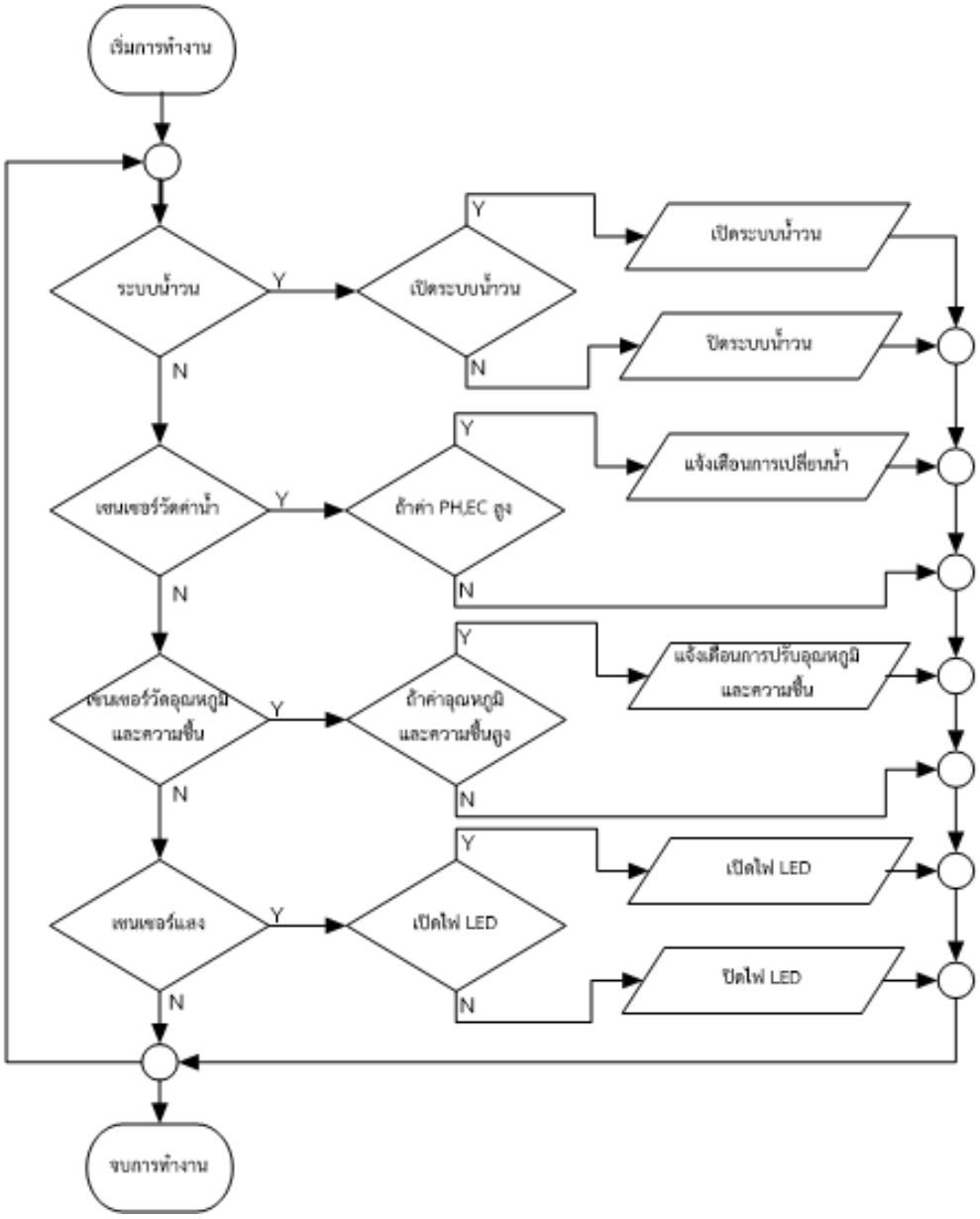
(ฉ) หน้าสัตว์บกจะประกอบไปด้วย การแสดงค่า pH ในน้ำ ค่าออกซิเจนในน้ำ และค่าระดับน้ำ มีปุ่มควบคุมการให้อาหารสัตว์ และปุ่มเปิดปิดควบคุมแสงสว่าง

2. ขั้นตอนออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์

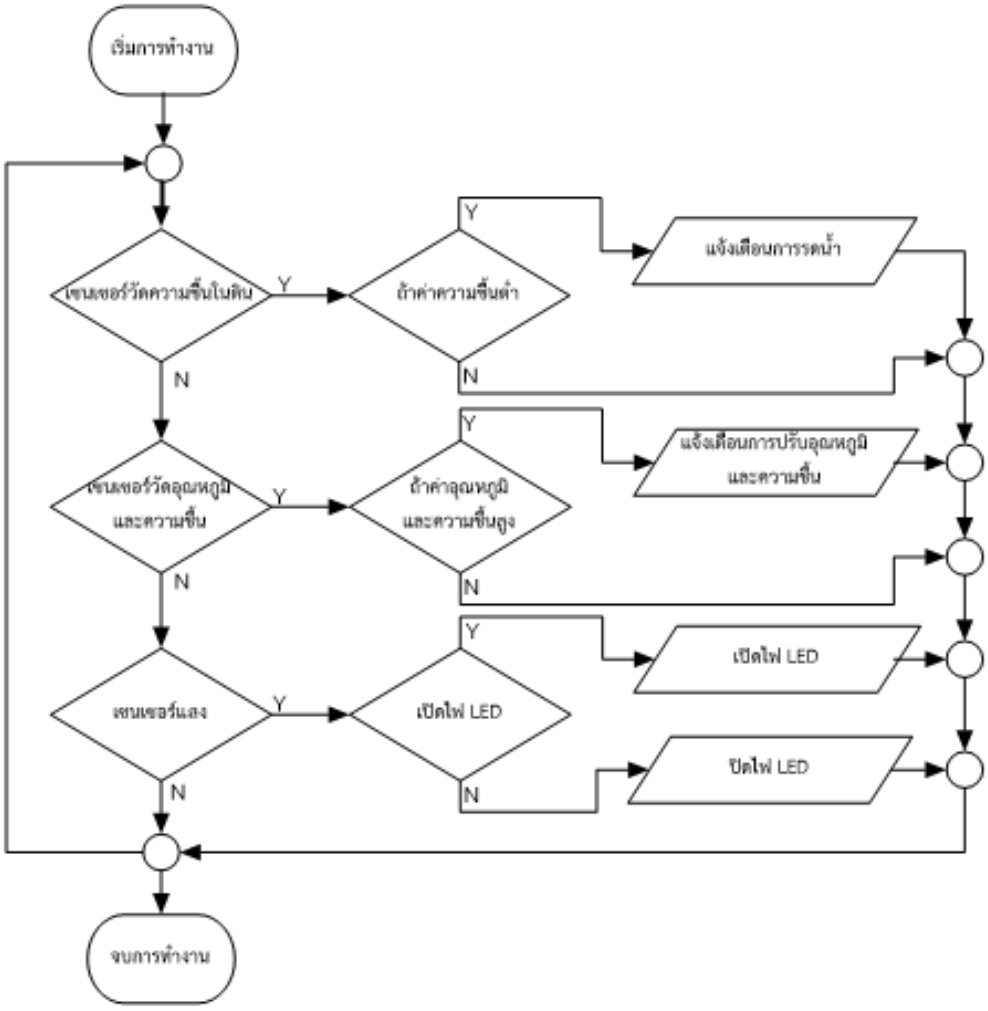
3. ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ (รูปที่ 3)โดยมีการออกแบบระบบการทำงานย่อยเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบการดูแลพืชน้ำ ระบบการดูแลพืชบก ระบบการดูแลสัตว์บก (ปศุสัตว์) และระบบการดูแลสัตว์น้ำ (ประมง)



รูปที่ 3 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลพืชน้ำ

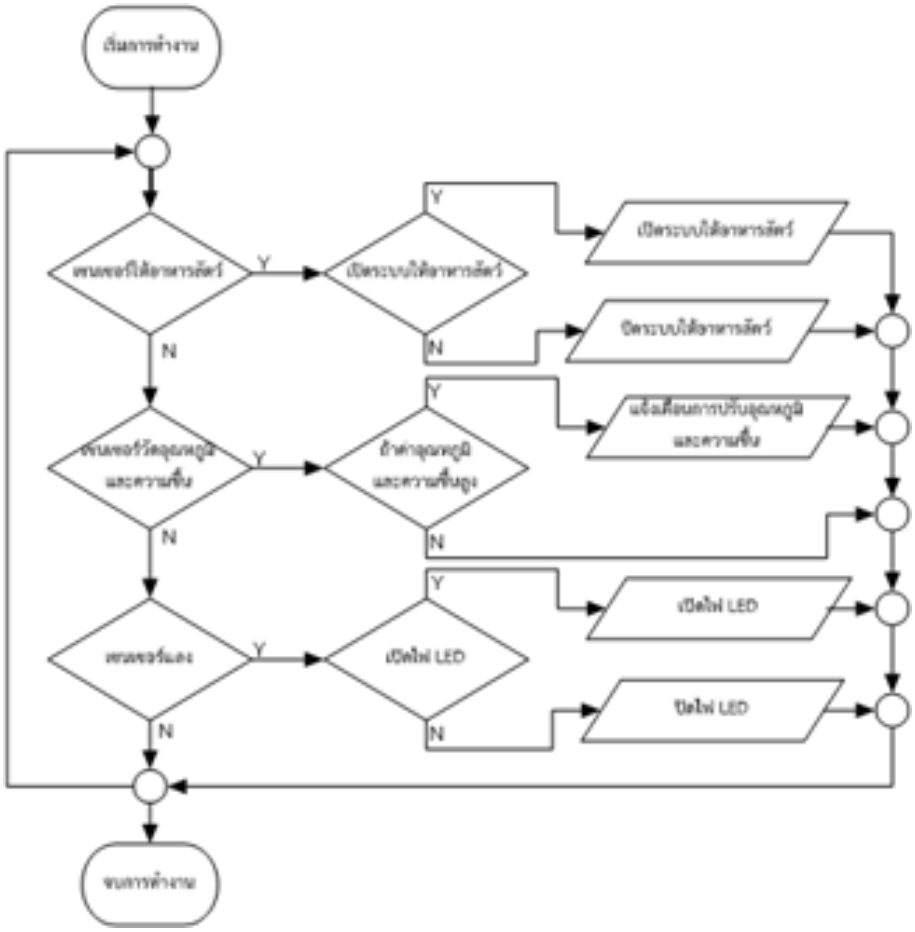
การทำงานของระบบการดูแลพืชน้ำจะมีระบบในการตรวจวัดค่าและสั่งการต่าง ๆ จำนวน 4 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำวน สามารถสั่งการเปิดปิดระบบได้ ระบบวัดค่าในน้ำที่สามารถวัดได้ทั้ง

ค่า EC และค่า pH ระบบวัดอุณหภูมิ และความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED (light emitting diode) ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอ ดังรูปที่ 4



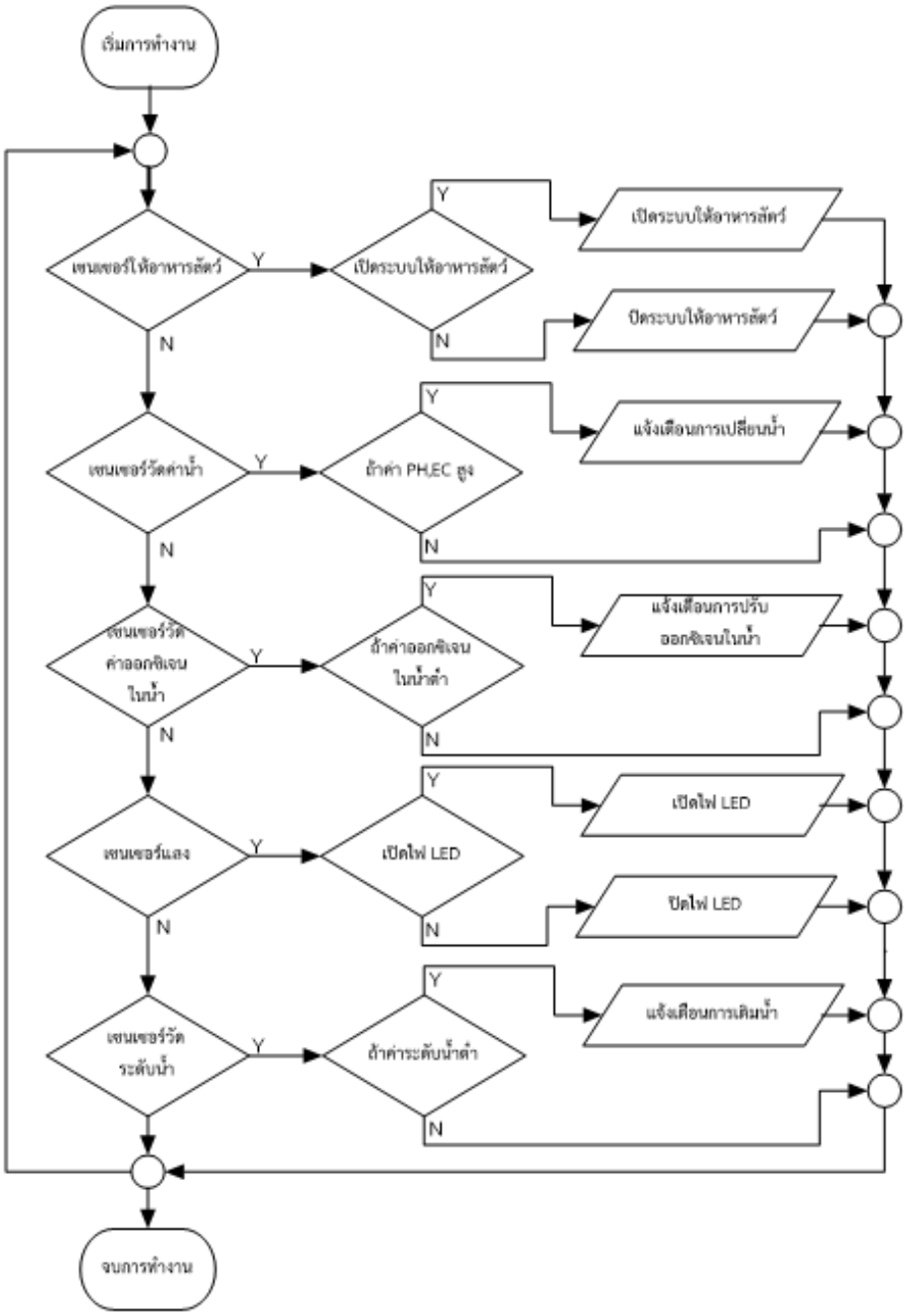
รูปที่ 4 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลพืชดิน

การทำงานของระบบการดูแลพืชดิน จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการตรวจวัดค่าความชื้นในดิน ว่ามีความชื้นเพียงพอต่อความต้องการของพืชหรือไม่ ระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลสัตว์บก

การทำงานของระบบการดูแลสัตว์บก จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบการให้อาหารสัตว์ภายในโรงเรือน โดยการตั้งเวลาระบบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ ในกรณีที่แสงไม่พอ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผังงานระบบการทำงานของการดูแลสัตว์น้ำ

การทำงานของระบบการดูแลสัตว์น้ำ จะมีระบบในการตรวจวัดค่า และสั่งการต่าง ๆ จำนวน 5 ระบบ ได้แก่ ระบบการให้อาหารสัตว์ภายในโรงเรือนโดยการตั้งเวลา ระบบวัดค่าในน้ำ ที่สามารถวัดได้ทั้งค่า EC และค่า pH ระบบการวัดค่าออกซิเจนภายในน้ำว่ามีค่าออกซิเจนพอต่อการ

เจริญเติบโตของสัตว์น้ำหรือไม่ ระบบการตรวจวัดค่าแสงที่สามารถสั่งการเปิดปิดไฟ LED ได้ในกรณีที่แสงไม่พอ และระบบการวัดระดับน้ำที่สามารถแจ้งเตือนในกรณีที่น้ำในบ่อเลี้ยงมีน้อยกว่าที่กำหนดได้

จากขั้นตอนการดำเนินงานสามารถสรุปผลการดำเนินงานด้วยวิธีการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ราย และเกษตรกรผู้ใช้งานจำนวน 30 คน รายละเอียด ดังนี้

ผลประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบ จำนวน 10 ราย ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมในด้านฟังก์ชัน และสรุปผลการประเมิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความเหมาะสมของระบบด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ

รายการประเมิน	($\bar{x}$)	S.D.	แปลผล
1. ด้านตรงตามความต้องการ	4.70	0.48	มากที่สุด
2. ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่	4.60	0.51	มากที่สุด
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.51	มากที่สุด
4. ด้านประสิทธิภาพ	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.30	0.48	มากที่สุด
ผลการประเมินความเหมาะสมด้านฟังก์ชัน	4.58	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 สรุปผลประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58±0.49) โดยมีผลการประเมินแต่ละรายการ ดังนี้ ด้านตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70±0.48) ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด (4.60±0.51) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.60±0.51) ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70±0.48) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.30±0.48)

ผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของระบบ โดยเกษตรกรผู้ใช้งาน ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน ผ่านระบบคลาวด์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (graphical user interface : GUI) และการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสม และสรุปผลการประเมิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของระบบ

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	S.D.	แปลผล
1. ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการ	4.80	0.40	มากที่สุด
2. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน	4.66	0.47	มากที่สุด
3. ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือน	4.80	0.40	มากที่สุด
4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล	4.80	0.40	มากที่สุด
ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน	4.76	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 สรุปผลประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.76±0.42) โดยมีผลการประเมินแต่ละรายการ ดังนี้ ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.66±0.47) ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือนอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40)

สรุปผล

1. การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ถูกออกแบบขึ้นการเกษตรกรเพื่อควบคุมระบบฟาร์มการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยระบบที่ได้ทำการออกแบบประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ 1) ระบบควบคุมฟาร์มพืช แยกออกเป็นพืชดินและพืชน้ำ 2) ระบบควบคุมฟาร์มปศุสัตว์ และ 3) ระบบควบคุมฟาร์มสัตว์น้ำประมง โดยสามารถควบคุมผ่านแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอยด์

2. การประเมินความเหมาะสมของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบจำนวน 10 ราย แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70±0.48) 2) ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่อยู่ในระดับมากที่สุด (4.60±0.51) 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.60±0.51) 4) ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (4.70±0.48) และ 5) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.30±0.48) โดยมีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.58±0.49)

3. การประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานของการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์โดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบที่ตรงตามความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40) 2) ด้านความง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด (4.66±0.47) 3) ด้านการประยุกต์ให้เหมาะสมกับเกษตรแบบผสมผสานสำหรับครัวเรือนอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40) และ 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอยู่ในระดับมากที่สุด (4.80±0.40) โดยมีภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (4.76±0.42)

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านด้านการออกแบบ GUI จากการประเมินความเหมาะสมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสาน ผ่านระบบคลาวด์ด้านการออกแบบ GUI และการใช้งานโดยเกษตรกรผู้ใช้งาน จำนวน 30 คน ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงถึงความเหมาะสมในการวิเคราะห์แนวทาง ผังระบบการทำงานและการสำรวจปัญหาที่ดี

ดังนั้น งานวิจัยเรื่องการออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์ ถือเป็นการพัฒนาระบบที่มีการประยุกต์ใช้หลักการ ทฤษฎี งานวิจัย และเทคโนโลยีเข้ากับสภาพการณ์ปัจจุบันได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

การออกแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะการเกษตรแบบผสมผสานผ่านระบบคลาวด์สามารถนำต้นแบบการออกแบบไปพัฒนาต่อเพื่อสร้างแอปพลิเคชัน IoT ที่เหมาะสมกับการดูแลการเกษตรแบบผสมผสาน และทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งในระบบแอนดรอยด์และระบบไอโอเอส

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2564). **รายงานสรุปข้อมูลสำคัญของกระทรวงเกษตรและสหกรณ**

ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://www.opsmoac.go.th/about-performance.

ณัฐพล ธนเชวงสกุล, ธีระพงษ์ ฤทธิ์มาก และปรีชา โคตะพัฒน์. (2560). การออกแบบตัวต้นแบบระบบฟาร์มเลี้ยงไก่โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสรรพสิ่ง. **วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้**, (3)2, หน้า 26 - 40.

ธิติศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณ และสิทธิชัย ชูสำโรง. (2562). การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอร์ฟแวร์รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. **วารสารเกษตรนเรศวร**, (16)2, หน้า 10 - 17.

บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม. (2562). การออกแบบระบบสมาร์ทฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ปีที่ 6**. (หน้า 808 - 816). นครราชสีมา: วิทยาลัยนครราชสีมา.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2561**). เกษตรอัจฉริยะความหวังใหม่ของภาคการเกษตรไทย**. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://www.arda.or.th/knowledge_detail.php?id=7.

สุวิทย์ วงศ์ศิลา. (2564). **Internet of Things สำหรับ Smart Farmer**. ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=78.

ไอที 24 ชั่วโมง. (2558). **Cloud Computing คืออะไร?.** ค้นเมื่อ 15 กันยายน 2565, จาก https://www.it24hrs.com/2015/cloud-computing-and-cloud-definition.