



การพัฒนาแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

Development of Smart Farms in Greenhouses through the Embedded System

ปวันนพัศตร์ ศรีทรงเมือง* ชาณูณรงค์ ศรีทรงเมือง สุนนา บุซบก และ ชุติกานต์ หอมทรัพย์

Pavannaphat Srisongmuang*, Channarong Srisongmuang, Sumana Budsabok and Chutikan Homsup

สาขาระบบสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยาหัตถ์ จ.พระนครศรีอยุธยา 13000

Computing and Information Technology, Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology, Suvarnabhumi Phra Nakhon Si Ayutthaya Hantra Center, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province 13000, THAILAND

*Corresponding author e-mail: yupavan2509@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 8 June, 2020

Revised: 14 July, 2020

Accepted: 31 August, 2020

Available online: 15 February, 2021

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2021.3

Keywords: smart farm, embedded system, internet of things

The purposes of this study were to develop smart farm management system in the greenhouses model through the embedded system, to assess quality of smart farms management system in the greenhouses and evaluate the satisfaction of the samples in a system. The research was conducted by developing, implementing, and evaluating the smart farms management system model through the embedded system, 40 samples were lecturer, student, staff and farmers who stayed at faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Hantra campus. They were selected by a purposive sampling method. Data were collected and statistically analyzed by using mean and standard deviation statistics. The results revealed that the developed system was evaluated by the experts at an acceptable high level. After refining the system according to the expert's opinion and was used to evaluate the system, the quality of the system was considered at a high level ($\bar{X} = 4.64$, S.D.

= 0.18) and satisfaction level of sample towards for the system was considered at a high level ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.04). It can be concluded that the smart farm management system in the greenhouses model through the embedded system improves convenience and ease the burden for farmers. Which farmers can control turning on-off watering in greenhouses via smartphone from anywhere at anytime.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง หากคุณภาพระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะกระบวนการวิจัยได้ดำเนินการโดยพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร จากนั้นนำไปพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เสร็จแล้วนำระบบไปประเมินกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นอาจารย์ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ และเกษตรกร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเมื่อประเมินคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาตามรูปแบบ พบว่า คุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังจากการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.18) และกลุ่มตัวอย่าง ได้แสดงความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.04) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รูปแบบ

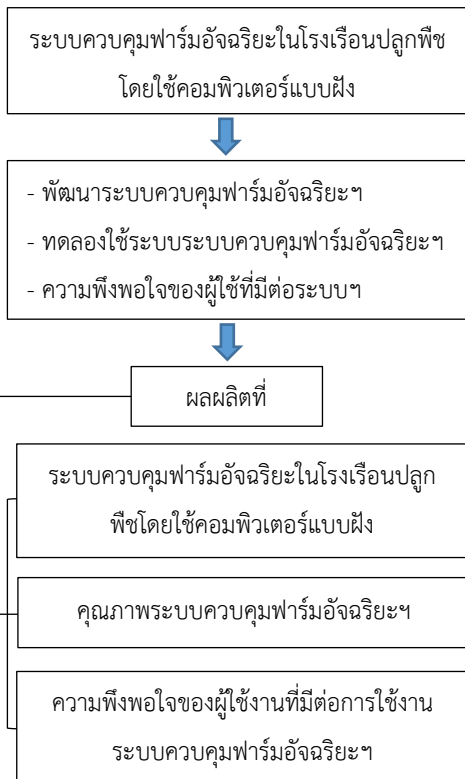
ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาขึ้น ช่วยในการอำนวยความสะดวกและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืชผ่านทางสมาร์ตโฟนจากทุกที่ทุกเวลา

คำสำคัญ: ฟาร์มอัจฉริยะ คอมพิวเตอร์แบบฝัง อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

บทนำ

เทคโนโลยียุค 4.0 มีส่วนสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการทำงานในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างมากด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หรือ IoT ซึ่งหมายถึงการที่สิ่งของอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ต่าง ๆ รอบตัวเราทั้งที่เป็นสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันเช่น นาฬิกา โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ หลอดไฟ ตู้เย็น ทีวี หม้อหุงข้าว ปั่นน้ำ พัดลม เครื่องปรับอากาศ เครื่องมือ เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปิด-ปิดไฟเครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ ปั่นน้ำ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ตโฟน คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ นอกจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราแล้วเทคโนโลยี IoT ยังถูกนำไปใช้กับงานด้านการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม และอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านฟาร์มอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านการเกษตร เช่น การนำอุปกรณ์เซ็นเซอร์ มาตรวจวัดความชื้นในดิน ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิใน

อากาศ และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และสั่งการไปยังอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งการนำเอาเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ นอกจากจะช่วยให้เกษตรกรประหยัดทรัพยากรที่ใช้ยังช่วยให้สามารถคาดการณ์ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว และปริมาณของผลผลิตได้แม่นยำอีกด้วย (1) รัชช และวรภกา (2) ได้พัฒนาระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์ ซึ่งระบบสามารถควบคุมสั่งเปิด-ปิดการพ่นละอองน้ำในโรงเรือนได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด และ ศุภวุฒิ และ คณะ (3) ได้พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง พบว่าระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเป็นไปตามที่ต้องการ และในส่วนของปริมาณน้ำในแต่ละครั้งที่ใช้ในโรงเพาะเห็ดลดลงกว่าการให้น้ำในโรงเพาะเห็ดโดยวิธีเดิมประมาณ 70 ลิตร (4)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ร่วมกับผู้ควบคุมดูแลโรงเรือนปลูกพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา พบว่า โรงเรือนปลูกพืชยังคงใช้วิธีการดูแลแปลงปลูกพืชแบบดั้งเดิมโดยใช้คนรดน้ำ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเสียเวลาในการให้น้ำแก่พืชผักในโรงเรือน อีกทั้งยังไม่สามารถควบคุมปริมาณการใช้น้ำได้จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเพิ่มความสะดวกสบายในการให้น้ำแก่พืชผักในโรงเรือนปลูกพืช โดยใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์แบบฝัง (NodeMCU ESP8266) ผู้ใช้งานสามารถควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกผ่านทางสมาร์ตโฟนจากทุกที่ตลอดเวลาผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังรูปที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

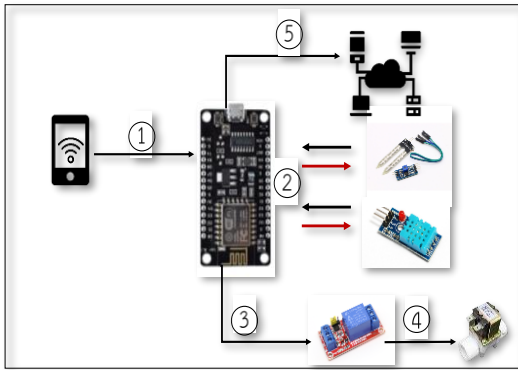
ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะใน โรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง และกระบวนการวิธีเพื่อนำระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ที่สามารถสั่งการควบคุมการเปิด-ปิดน้ำในโรงเรือนปลูกพืชของคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม การเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา จากการลงพื้นที่สอบถามพูดคุยกับคณาจารย์ที่รับผิดชอบดูแลแปลงสวนผัก พบว่ายังขาดความเป็นสมาร์ตฟาร์มและยังคงใช้แรงงานในการดูแลรด

น้ำแปลงพืชทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอีกทั้งไม่สามารถติดตามดูแลแบบเรียลไทม์ ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนได้ ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยี IoT ที่มีการนำสรรพสิ่งต่าง ๆ เชื่อมด้วยอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีความสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน และการทำงานในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการเกษตร จึงได้นำข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการทราบถึงสถานะของข้อมูลการรดน้ำและการดูแลแปลงพืชผักมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และออกแบบและพัฒนาระบบต่อไป

ออกแบบและจัดทำระบบ

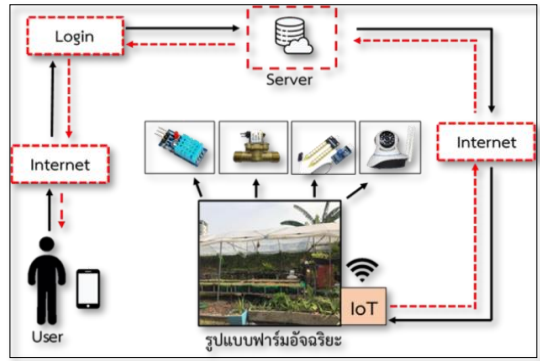
ผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดทำโครงสร้างการทำงานของระบบดังรูปที่ 2



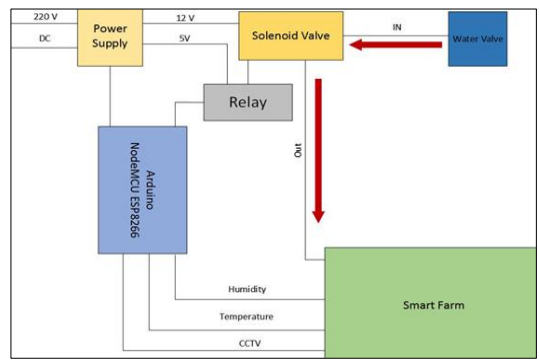
รูปที่ 2 โครงสร้างการทำงาน

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะ

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เป็นการทำงานของระบบที่แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งาน (User) เมื่อเข้าสู่ระบบ (Login) ผ่านสมาร์ตโฟน ระบบสามารถแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นในดิน สั่งการเปิด-ปิดการรดน้ำ การทำงานของระบบผ่านกล้องวงจรปิดได้แบบเรียลไทม์ ดังแสดงตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุม



รูปที่ 4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ

การพัฒนาระบบ

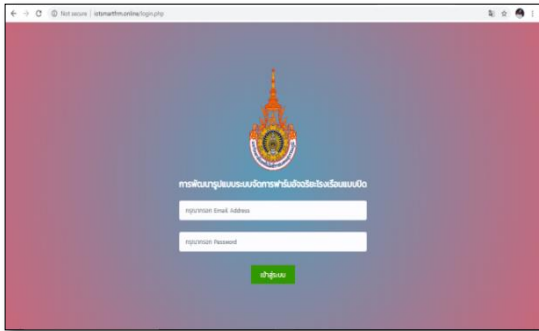
จากการศึกษาและออกแบบระบบขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เพื่อดูการทำงานของระบบผ่านกล้องวงจรปิดได้แบบเรียลไทม์ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ระบบ

- ต่อขาเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ วัดความชื้นอากาศด้วย DHT11 เซ็นเซอร์วัดความชื้นความแห้งในดินเข้ากับบอร์ด Arduino NodeMCU ESP8266 และเชื่อมต่อกับกล้องวงจรปิดดูการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์
- ต่อพาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 5-12 โวลต์เพื่อให้กระแสไฟกับรีเลย์ และ โซลินอยด์วาล์ว

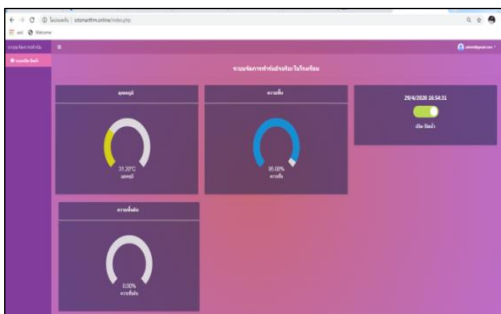
- ต่อวาล์วน้ำเข้าที่โซลินอยด์วาล์ว และต่อสายยางเพื่อให้น้ำออกจากโซลินอยด์วาล์ว ไปยังฟาร์มอัจฉริยะของระบบ ดังแสดงตามรูปที่ 4

2. การออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Graphical User Interface (GUI) การเข้าสู่ระบบ ดังแสดงตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ

3. พัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโค้ดเพื่อควบคุมอุปกรณ์ของระบบตามที่ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง เมื่อต้องการสั่งการระบบให้เปิด-ปิดน้ำ กดปุ่มเปิด-ปิด ถ้าปุ่มเปิดจะแสดงเป็นสีเขียว และวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นในดิน ถ้าปิดจะแสดงเป็นสีดำ ดังแสดงตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงหน้าจอประมวลผลการทำงานของระบบ

สถิติที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำระบบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของรูปแบบระบบที่พัฒนาขึ้น โดยอาศัยค่าทางสถิติการวัดระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น คือ การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

โดยที่ \bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยในการประเมิน

$\sum_{i=1}^n x_i$ คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการประเมิน

n คือ จำนวนผู้ใช้งานทั้งหมดที่ใช้ในการประเมิน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่าง (ค่า SD ของกลุ่มตัวอย่าง) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

โดยที่ $S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x_i คือ คะแนนที่ได้จากการประเมิน

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของการประเมิน

n คือ จำนวนผู้ใช้งานทั้งหมดที่ใช้ในการประเมิน

ขั้นตอนการทดลองใช้โปรแกรมและการประเมินผล

ผู้วิจัยมีกระบวนการในการทดลองประเมินผล การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

1. ประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ครั้ง เพื่อปรับปรุงแก้ไข
2. ประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร จำนวน 3 ท่าน

3. ประเมินความพึงพอใจ อาจารย์/นักศึกษา/เจ้าหน้าที่คนงาน/นักศึกษา/เกษตรกร/นักธุรกิจ/ผู้สนใจทั่วไป จำนวน 40 คน



รูปที่ 7 โรงเรือนปลูกพืชในการทดลองระบบฯ



รูปที่ 8 ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช



รูปที่ 9 จัดสถานที่ในการทดลองใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืช



รูปที่ 10 นักศึกษาศึกษาดูงานในโรงเรือนปลูกพืช

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินหาความเหมาะสมของรูปแบบระบบที่พัฒนาขึ้นและคุณภาพของระบบ อีกทั้งได้นำไปให้ผู้ใช้งานและผู้ใช้ที่สนใจทั่วไปประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง
2. ผลการประเมินแบบคุณภาพระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง
3. ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง



รูปที่ 11 ผลผลิตที่ได้จากการทดลองของระบบ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	การแปลผล
1. แนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง	4.67	0.47	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังในแปลงพืชที่ทดลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
4. องค์ประกอบของรูปแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.91	0.23	มากที่สุด

การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบ

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบระบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ขององค์ประกอบของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{x} = 4.91$, S.D. = 0.23) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญให้ระดับความ

เหมาะสมเกี่ยวกับแนวคิดและหลักการมีความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังในแปลงพืชที่ทดลอง และองค์ประกอบของรูปแบบ ที่ระดับความเหมาะสมเท่ากันที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.00 และด้านครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ประเมินคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	การแปลผล
คุณภาพของการพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะฯ			
1. ด้านความสามารถของระบบ	4.56	0.32	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI)	4.54	0.00	มากที่สุด
3. ด้านประโยชน์และการใช้งาน	4.83	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.64	0.18	มากที่สุด
ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะฯ			
1. ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี IOT	4.55	0.04	มากที่สุด
2. ด้านความสามารถของระบบ	4.61	0.09	มากที่สุด
3. ด้านประโยชน์และการใช้งาน	4.64	0.01	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.60	0.04	มากที่สุด

คุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะฯ

จากตารางที่ 2 ประเมินคุณภาพและความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่า คุณภาพของการพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามรูปแบบ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของระบบโดยรวมในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.18 ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.18) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านประโยชน์และการใช้งานมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.00 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 และด้านการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (GUI) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.00 ตามลำดับ

ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.04) หากพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านประโยชน์และการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 รองลงมา ด้านความสามารถของระบบมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 ด้านความสำคัญของเทคโนโลยี มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กาญจนานพร และ นฤมล (4) เรื่องการพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง พบว่าระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่พัฒนาขึ้น อยู่ในเกณฑ์รูปแบบที่พัฒนาในระดับความ

เหมาะสมมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบควบคุม เกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74

สรุปผล

การพัฒนาระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง มีคุณภาพของระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในระดับที่มากที่สุด และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะอยู่ในระดับที่มากที่สุด ดังนั้น รูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ช่วยให้มีความสะดวกสบายและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ในการควบคุมสั่งการเปิด-ปิดการให้น้ำในโรงเรือนปลูกพืชผ่านทางสมาร์ตโฟนจากทุกที่และทุกเวลาในแปลงพืชผักทดลองสาขาพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา ได้จริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิจัย และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญณรงค์ ศรีทรงเมื่อง ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตพืชการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในโรงเรือน ผศ.ดร.อาณัติ รัตนธิรกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงผักทดลองสำหรับทดสอบระบบการจัดการฟาร์มครั้งนี้ อีกทั้งให้คำปรึกษาด้านข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยดีเสมอมาจนงานวิจัยได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กอบเกียรติ สระอุบล. พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตมีเดีย; 2561.
2. ธรัช อารีราษฎร์, วรภา อารีราษฎร์. ระบบไอโอทีสำหรับการตรวจสอบความชื้นและอุณหภูมิเพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ดในโรงเรือนให้มีผลผลิตที่สมบูรณ์. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. 2563;6(1):7-17.
3. ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่, อติศร ถมยา. การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะบ้านทุ่งป่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 2557; 7(1):58-69.
4. กาญจนพร เตียวเจริญกิจ, นฤมล อ่อนเมืองดง. การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง [ปริญญาานิพนธ์]. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ; 2562.