EasyChair Preprint

№ 4299

# KUSRC Smart Farm System Designing by Using Applied Genetic Algorithm Depend on Environment Factor to Select Type of Crops for Intercropping

Penpun Chaihuadjaroen, Pirun Arunrungrasmi,
Wichaivit Pattaramongkolchai and Raveepan Rueangkiattiwong

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

October 1, 2020

# การออกแบบระบบเกษตรอัจฉริยะสมาร์ทฟาร์มเคยูเอสอาร์ซี โดยใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมแบบปรับปรุงตามสภาวะแวดล้อมของพื้นที่ สำหรับการคัดเลือกชนิดของพืชเพื่อปลูกแบบผสมผสาน

# KUSRC Smart Farm System designing by using Applied Genetic Algorithm depend on environment factor to select type of crops for intercropping


เพ็ญพรรณ ใช้ฮวดเจริญ
Penpun Chaihuadjaroen
*คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา*
*ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์*
*ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*
ชลบุรี / ประเทศไทย
penpun@eng.src.ku.ac.th

พิรุพห์ อรุณรุ่งรัศมี
Pirun Arunrungrasmi
*คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา*
*ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์*
*ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*
ชลบุรี / ประเทศไทย
pirun.a@ku.th

วิชัยวิศร์ ภัทรมงคลชัย
Wichaivit Pattaramongkolchai
*คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา*
*ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์*
*ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*
ชลบุรี / ประเทศไทย
wichaivit.p@ku.th

รวีพรรณ เรืองเกียรติวงศ์
Raveepan Rueangkiattiwong
*คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา*
*ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์*
*ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา*
ชลบุรี / ประเทศไทย
raveepan.r@ku.th



***บทคัดย่อ*** **—— งานวิจัยชิ้นนี้เสนอสมาร์ทฟาร์มเคยูเอสอาร์ซี ซึ่งเป็นแนวคิดในการสร้างระบบฟาร์มการเกษตรอัจฉริยะ โดยระบบนี้มุ่งเน้นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งคือให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี IOT สามารถสร้างฟาร์มอัจฉริยะได้ง่ายและสะดวก ตัวฟาร์มสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบสามารถสร้างฟาร์มอัจฉริยะผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ติดต่อกับอุปกรณ์แสดงผลลัพธ์ตามช่วงเวลาจริงผ่านทางหน้าเว็บ และมีการเก็บประวัติการทำงานไว้ ส่วนที่สองคือระบบสามารถนำค่าสิ่งแวดล้อมของฟาร์มที่ได้รับจากอุปกรณ์MCU(ESP32) ไปประมวลผลด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม เพื่อรับคำแนะนำในการเลือกชนิดของพืชที่จะปลูกแบบการปลูกพืชผสมผสาน ผลลัพธ์ของส่วนนี้คือได้ชนิดของพืชที่จะเลือกปลูกตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปซึ่งเป็นพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ และให้รายได้สูงสุดสำหรับเกษตรกร**



***คำสำคัญ*** **——** ***สมาร์ทฟาร์ม, อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม, การปลูกพืชผสมผสาน***



***ABSTRACT*** **—— This research is presented KUSRC Smart Farm which is an idea to establish computer system management for smart farm. This system has two purposes. The first purpose is to be convenient for farmer and ordinary people who has no skill of computer or IOT technology to establish their own smart farms. This system is adjustable for changing pattern as per requirement of end user. It also be able to establish their smart farm system via web browser to access equipment by represent the result in real time through webpage and be able to keep history of operation. The other purpose is to bring environment factors of farm through MCU (ESP32) to process by Applied Genetic Algorithm for more recommendation data to select type of crops for intercropping. The result of this selection is at least one type of crops, which has suitable qualification with farmer land and contribute farmer the maximum harvest price.**



***Keywords*** **—— Smart farm, Genetic algorithm, Intercropping**


## 1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ภาคเกษตรเป็นภาคการผลิตหนึ่งที่มีความสำคัญคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 8 ของ GDP ของประเทศ[1] การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีทั้งระบบคอมพิวเตอร์ ระบบเซนเซอร์ และระบบการสื่อสารมาผสมผสานกับด้านการเกษตร[2] เพื่อแก้ไขปัญหา ปรับปรุง และเพิ่มคุณภาพการผลิตให้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเกษตรอัจฉริยะในประเทศไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้ที่จะทำการเกษตรอัจฉริยะจะต้องมีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีพอสมควร เกษตรกรทั่วไปยังไม่เข้าถึงเทคโนโลยีทางด้านนี้ งานวิจัยนี้เสนอการออกแบบสมาร์ทฟาร์มเคยูเอสอาร์ซี ซึ่งเป็นระบบสร้างฟาร์มการเกษตรอัจฉริยะ โดยระบบนี้มุ่งเน้นเรื่องความสะดวกในการใช้งานสำหรับบุคคลทั่วไปให้สามารถสร้างฟาร์มอัตโนมัติ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์[3] ซึ่งทำได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ ระบบที่พัฒนามีการทำงานแบบมัลติยูสเซอร์ โดยผู้ใช้ซึ่งเป็นเจ้าของฟาร์มแต่ละคน สามารถล็อคอินผ่านบัญชีกูเกิลเข้าใช้งานสมาร์ทฟาร์มของตนเองได้พร้อมกันโดยไม่มีความเกี่ยวข้องใดต่อกัน สามารถสร้างฟาร์มย่อยหลายแห่ง ภายใต้เจ้าของเดียวกันได้ สามารถสร้างฟาร์มย่อยได้ทั้ง

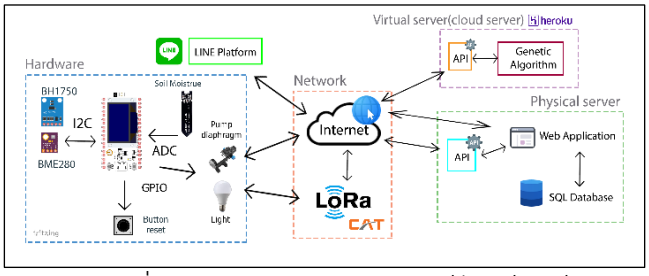
ฟาร์มระบบปิดและฟาร์มระบบเปิดขึ้นกับการเลือกอุปกรณ์ ระบบมีการติดต่อกับอุปกรณ์ แสดงค่าที่ได้รับจากอุปกรณ์ MCU(ESP32)โดยมีการเก็บประวัติและแสดงค่าแบบตามช่วงเวลาจริง สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ในการส่งข้อมูลสามารถเลือกเชื่อมต่อไวไฟ หรือสัญญาณโลราสำหรับบางพื้นที่ที่สัญญาณไวไฟ ไม่เสถียร และมีการแจ้งเตือนทางข้อความผ่านทางแอปพลิเคชัน ไลน์ ได้

ในปัจจุบันการปลูกพืชเศรษฐกิจแบบผสมผสานได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากช่วยทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ช่วยเรื่องการปรับปรุงดิน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายเรื่องการใช้ปุ๋ยเคมีบำรุงพืช เป็นการลดต้นทุนในการผลิต กรณีที่เกิดโรคระบาดพืช ก็จะเกิดกับพืชบางชนิดเท่านั้น จะไม่สูญเสียผลผลิตทั้งหมด การทบทวนวรรณกรรมพบว่า Chaihuadjaroen and Thanapirompokin[6] ได้นำเสนองาน Applied Genetic Algorithm per environment zone to solve problem of crops selection for intercropping by modified parameter of fitness function ซึ่งเป็นการนำอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้เลือกชนิดพืชที่จะปลูกแบบผสมผสานในไร่เดียวกันโดยเป็นพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่ของเกษตรกร สามารถคัดเลือกชนิดพืชที่สามารถปลูกร่วมกันได้มากกว่า 1 ชนิด ซึ่งพบว่าได้ค่าตอบแทนของผลผลิตที่สูง แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่จะทำให้การปลูกพืชได้ผลดีเช่น อุณหภูมิ ความชื้น สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับอัลกอริทึมยังต้องให้ผู้ใช้งานเป็นผู้นำเข้า ซึ่งผลอาจจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนจากการประเมินสิ่งแวดล้อม ระบบสมาร์ทฟาร์มเคยูเอสอาร์ซี จึงได้พัฒนาส่วนสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการคำแนะนำในการเลือกชนิดพืชที่จะปลูกแบบผสมผสานที่ต้องการเน้นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้คุ้มค่ามากที่สุดโดยเลือกพืชที่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างสมาร์ทฟาร์มที่ไม่ต้องลงทุนมาก และเป็นชนิดที่จะให้รายได้สูงสุดเท่าที่สิ่งแวดล้อมจะอำนวย งานวิจัยนี้จะนำค่าสิ่งแวดล้อมของฟาร์มที่ได้รับจาก MCU(ESP32) ไปประมวลผลด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่ปรับแบบปรับปรุงตามสภาวะแวดล้อมนี้ เพื่อให้คำแนะนำการเลือกชนิดพืชที่จะเพาะปลูก ซึ่งผลลัพธ์จะเป็นรายชื่อของพืชตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปที่จะปลูกภายในไร่เดียวกัน ในงานวิจัยนี้ในส่วนการเลือกชนิดพืชที่จะปลูกจะใช้กรณีศึกษาชนิดพืชเศรษฐกิจในภาคตะวันออกทั้งหมด 45 ชนิด[7]

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ออกแบบแนวคิดในการสร้างระบบฟาร์มการเกษตรอัจฉริยะ โดยออกแบบและทดลองสร้างโมเดลของสมาร์ทฟาร์มขึ้นมาประกอบด้วยการออกแบบและสร้างระบบเน็ทเวิร์ค ระบบเซิร์ฟเวอร์ เว็บแอปพลิเคชัน ระบบฐานข้อมูล ระบบแนะนำการปลูกพืชด้วยอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ส่วนระบบฮาร์ดแวร์ได้ทำการทดลองติดตั้งอุปกรณ์เฉพาะเซนเซอร์วัดความชื้นดิน เซนเซอร์วัดอุณภูมิ เซนเซอร์วัดความดัน เซนเซอร์วัดความชื้นอากาศ และเซนเซอร์วัดแสงกับอุปกรณ์ MCU(ESP32) และส่งข้อมูลที่ได้รับไปที่เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผล

## 2. วิธีดำเนินงานวิจัย

โครงสร้างของระบบ ออกแบบให้แต่ละส่วนทำงานแยกเป็นอิสระจากกัน การติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์กับเซิร์ฟเวอร์(Server) และระหว่างเซิร์ฟเวอร์ที่ติดต่อกันเอง จะใช้ API เพื่อความปลอดภัยและป้องกันไม่ให้มีการแก้ไขข้อมูลโดยตรง ตัวระบบประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ดังรูปที่ 1 คือ ระบบฮาร์ดแวร์ ระบบเน็ทเวิร์ค ระบบเซิร์ฟเวอร์ และระบบแนะนำการปลูกพืช

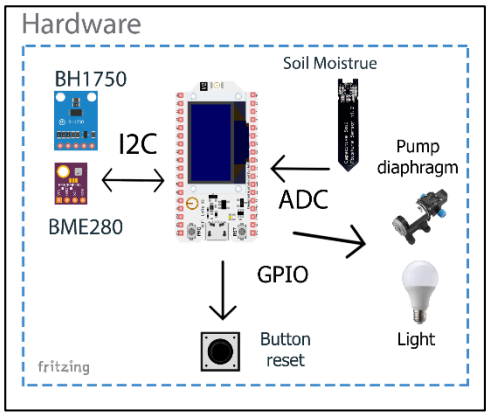



รูปที่ 1. ภาพรวมของระบบเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์ม

*2.1 ระบบฮาร์ดแวร์*

ระบบฮาร์ดแวร์ มีหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง MCU กับไวไฟหรือโรลา ตั้งค่าเปิดหรือปิดเซนเซอร์ ตั้งค่าการแจ้งเตือนเซนเซอร์ และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เช่นปั๊มน้ำ ภาพรวมของการทำงานแสดงดังรูปที่ 2 ระบบฮาร์ดแวร์แบ่งส่วนการทำงานดังนี้

*2.1.1* การเชื่อมต่อ MCU กับระบบเครือข่าย สามารถเลือกการเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้สองแบบแบบไวไฟ และแบบโรลา การเชื่อมแบบไวไฟ ทำโดย 1)สร้างอุปกรณ์ที่เว็บในฟาร์มของผู้ใช้งาน 2) นำค่าอ้างอิง




รูปที่ 2. ระบบฮาร์ดแวร์

ที่ได้จากในเว็บได้แก่ 1.ชื่ออุปกรณ์ 2.Reg1 3.Reg2 ที่ได้รับจากการสร้างอุปกรณ์ในหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ไปใส่ในอุปกรณ์ แต่ถ้าเป็นการเชื่อมต่อแบบโรลา จะทำโดย 1)สร้างอุปกรณ์ที่เว็บในฟาร์มของผู้ใช้งานโดยกรอก device EUI และ device address 2) นำค่าอ้างอิงที่ได้จากในเว็บไปใส่ในอุปกรณ์ 3) นำส่วน URL ของ API ไปใส่ในเว็บของผู้ให้บริการสัญญาณโรลาเพื่อที่พอมีข้อมูลเข้าข้อมูลจะได้ส่งต่อมาที่ API ของเว็บ

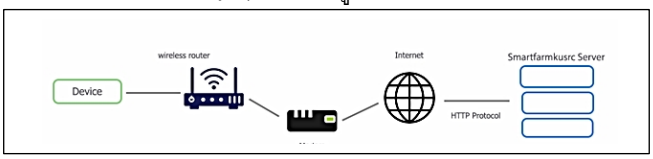
*2.1.2* การตั้งค่าเปิด ปิดการทำงานเซนเซอร์ สามารถเลือกเปิดเซนเซอร์ที่ต้องการใช้งาน ประกอบด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิ เซนเซอร์ความชื้นอากาศ เซนเซอร์ความดันอากาศ เซนเซอร์แสง เซนเซอร์ความชื้นดิน

*2.1.3* ตั้งค่าการแจ้งเตือน กรณีที่ผลการตรวจจับข้อมูลต่างๆ จากเซนเซอร์มากกว่าหรือต่ำกว่าที่ผู้ใช้กำหนด MCU จะทำการแจ้งไปที่เซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำการแจ้งเตือนเข้า LINE Notify

*2.1.4* การควบคุมอุปกรณ์ MCU จะทำการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ เพื่อรอรับคำสั่งการทำงาน ได้แก่ การเปิดปิดไฟ หรือ ปั๊มน้ำ และส่งข้อมูลไปเก็บในเซิร์ฟเวอร์ทุก 1 ชั่วโมง และได้นำ Watchdog มาใช้งานเพื่อทำการ Reset อุปกรณ์ขึ้นมาทำงานใหม่หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

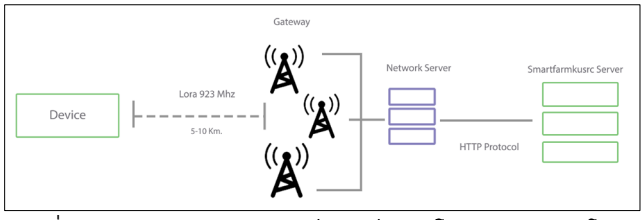
*2.2 ระบบเน็ทเวิร์ค*

ระบบเน็ทเวิร์คที่ใช้ติดต่อระหว่าง MCU กับเว็บเซิร์ฟเวอร์ มีให้เลือก 2 รูปแบบคือส่งข้อมูลผ่านสัญญาณไวไฟ หรือ สัญญาณโรลาดังภาพที่ 1 กรณีเลือกสัญญาณไวไฟ การรับส่งข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ท ใช้ HTTP Protocol ที่มีการเข้ารหัสข้อมูล HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer) แสดงดังรูปที่ 3




รูปที่ 3. การติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านสัญญาณไวไฟ

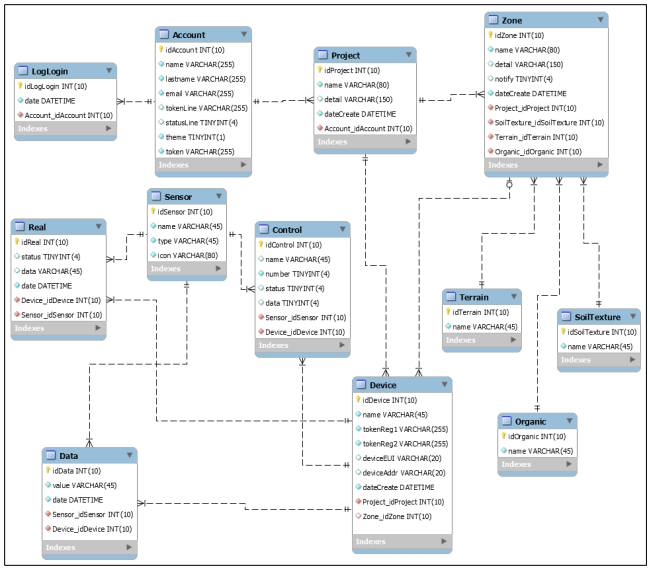
กรณีเลือกการเชื่อมต่อด้วยโรลา การติดต่อระหว่าง MCU กับโรลาเกทเวย์จะเป็นการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับข้อมูลได้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้าน API ของโรลา จากการทดลองระยะห่างของ MCU กับโรลาเกทเวย์ ไม่ควรเกิน 5 – 10 กิโลเมตร เมื่อ MCU ทำการส่งข้อมูลไปแล้ว ข้อมูลจะถูกประมวลผลโดยเน็ทเวิร์คเซิร์ฟเวอร์ และส่งข้อมูลไปที่ เว็บเซิร์ฟเวอร์ ผ่าน HTTP Protocol ที่มีการเข้ารหัสข้อมูล (HTTPS) แสดงได้ดังรูปที่ 4




รูปที่ 4. การติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านสัญญาณโรลา

*2.3 ระบบเซิร์ฟเวอร์*

*2.3.1 การออกแบบเซิร์ฟเวอร์* ในการทดลองจะใช้เซิร์ฟเวอร์ 2 แบบ คือ Physical server สำหรับประมวลผลด้านฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน และแบบ Share server สำหรับการประมวลผลการคัดเลือกชนิดพืชเพื่อปลูกแบบผสมผสานโดยใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม แบบที่หนึ่งคือ Physical server นั้นจะใช้บริการของ P&T hosting ให้บริการ 3 ส่วนดังภาพที่ 1 คือ 1) Web application สำหรับผู้ใช้ Login เข้ามาเพื่อสร้างฟาร์ม ตั้งค่าฟาร์มหรือการแจ้งเตือน รวมถึงให้คำแนะนำในการเพาะปลูก 2) ฐานข้อมูล ใช้ในการเก็บข้อมูลของผู้ใช้รวมถึงข้อมูลของระบบซึ่งฐานข้อมูล

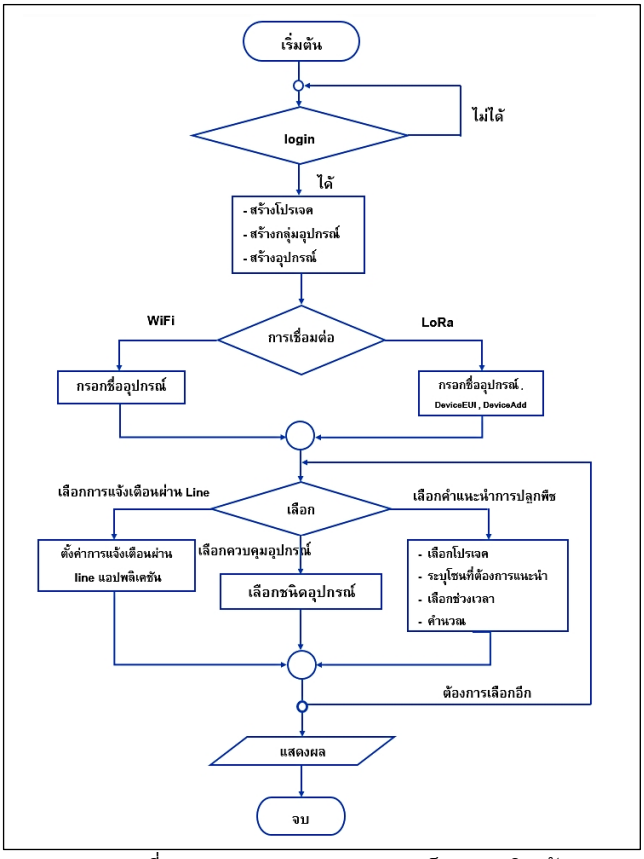



รูปที่ 5. การออกแบบฐานข้อมูลในระบบเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์ม

ได้ออกแบบไว้แสดงดังรูปที่ 5 3) API ใช้สำหรับการติดต่อกับ MCU หรือ Network server สำหรับ MCU ที่มีการส่งข้อมูลผ่านสัญญาณโรลาเพื่อส่งหรือรับข้อมูลจาก MCU server แบบที่ 2 คือ Virtual server เป็น cloud server ในการทดลองนี้ ใช้บริการของ Heroku สำหรับให้บริการด้านการประมวลผลเกี่ยวกับการประมวลผลการแนะนำชนิดพืชที่ปลูก เพื่อลดภาระการประมวลผลของ Physical server โดยจะใช้ API เป็นช่องทางในการติดต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อที่จะรับข้อมูลในการประมวลผล แสดงภาพการทำงานทั้งสองส่วนได้ดังรูปที่ 1 ในส่วนของ Cloud Server และ Server

*2.3.2 การออกแบบ web application*

ใช้สถาปัตยกรรม MVC(Model View Controller) และใช้ Codeigniter เฟรมเวิร์ค ในส่วนของ Front End จะใช้ HTML Java Script และ CSS เป็นหลัก และส่วนของ Back End จะใช้ภาษา PHP ในการพัฒนา รวมถึงใช้ในการสร้าง API ไว้สำหรับติดต่อกับ MCU ในส่วนของการให้คำแนะนำในการเพาะปลูก จะใช้ภาษา Python ในการพัฒนาและใช้ Flask เป็นเฟรมเวิร์ค เพื่อสร้าง API ไว้สำหรับเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันที่อยู่บน Physical server โดยภาพรวมของเว็บแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ 6




รูปที่ 6. ภาพรวมของการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

*2.4 อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่ให้คำแนะนำการเลือกชนิดพืชแบบผสมผสานที่จะเพาะปลูก*

*2.4.1 ข้อมูลนำเข้า*

งานวิจัยชิ้นนี้ ได้นำอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมแบบประยุกต์เพื่อคัดเลือกพืชเพื่อปลูกแบบผสมผสาน[6] มาใช้ในการให้คำแนะนำชนิดพืชที่จะปลูก อย่างไรก็ตามการที่พืชจะเจริญเติบโตได้ดีจะต้องมีปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมกับพืช ปัจจัยแวดล้อมหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 6 ปัจจัยอ้างอิงปัจจัยจาก ปฐพีวิทยาเบื้องต้น โดยคณาจารย์ภาควิชา

ปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์[8] ข้อมูลชุดดินและสภาพพื้นที่ใช้ข้อมูลชุดดินของ กรมพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน[9] ปัจจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินอ้างอิงจากคู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับปลูกพืชเศรษฐกิจ กรมพัฒนาที่ดิน [10] กับงานวิจัยที่มีการจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของดิน ของ มลิสา ยกถาวร, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และณัฐพล จิตมาตย์ เรื่องการจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรบนพื้นที่ลาดเขา: กรณีศึกษา บริเวณอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา[11] โดยแต่ละปัจจัยมีรูปแบบดังตารางที่ 1[12]

ตารางที่ 1 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

| ปัจจัยแวดล้อม | รูปแบบของปัจจัย |
|---|---|
| 1 สภาพพื้นที่ | พื้นที่ดอนค่อนข้างราบเรียบ, พื้นที่ดอนเป็น ลูกคลื่น, ที่ราบลุ่มต่ำ, ที่ราบลุ่มน้ำขัง |
| 2 ลักษณะชุดดิน | ดินทราย, ดินเหนียว, ดินร่วน, ดินร่วนปนทราย, ดินร่วนปนดินเหนียว, ดินเหนียวปนทราย, ดินลูกรังหรือดินปนก้อนกรวด |
| 3 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน | อินทรียวัตถุสูง, อินทรียวัตถุปานกลาง, อินทรียวัตถุน้อย |
| 4 ลักษณะอากาศ | หนาว, เย็น, อบอุ่น, ร้อน, ร้อนจัด |
| 5 น้ำหรือความชื้น | แห้งแล้ง, กึ่งแห้งแล้ง, กึ่งชุ่มชื้น, ชุ่มชื้นสูงหรือชื้นแฉะ |
| 6 แสงอาทิตย์ | พรางแสง, แสงแดดปานกลาง, แสงแดดจัดแรงตลอดวัน |

โดยทั่วไปข้อมูลที่จะต้องนำเข้าในอัลกอริทึมนี้คือรูปแบบของปัจจัยแวดล้อม จากปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด 6 ชนิด โดยข้อมูลนำเข้า ผู้ใช้ระบบจะต้องเป็นผู้ประเมินสภาพปัจจัยแวดล้อมด้วยตนเองและเป็นผู้นำเข้าข้อมูล ระบบเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์มจะใช้คุณสมบัติของฟาร์มอัจฉริยะนำค่าสิ่งแวดล้อมของฟาร์มที่ได้รับจาก MCU(ESP32)ไปประมวลผล ผู้ใช้เพียงใส่ปัจจัยแวดล้อมสภาพพื้นที่ของฟาร์ม และลักษณะชุดดินว่าเป็นดินประเภทใดเท่านั้น ปัจจัยแวดล้อมส่วนที่เหลือระบบจะตรวจสอบโดยอัตโนมัติ และนำเข้าข้อมูลให้เอง

*2.4.2 อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม*

อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่ใช้ในระบบนี้ มีการออกแบบดังนี้

1) ออกแบบโครโมโซม ในแต่ละโครโมโซม C จะประกอบด้วยยีน P1, P2, .. ,P45 จำนวน 45 ยีน คือรายชื่อพืชเศรษฐกิจในภาคตะวันออกทั้ง 45 ชนิด แสดงดังรูปที่ 7 แต่ละยีน $P_j \in \{0,1\}$ คือ 0 แทนการไม่ปลูกพืชชนิดที่ j และ 1 แทนการปลูกพืชชนิดที่ j

| P1 | P2 | ... | P44 | P45 |
|---|---|---|---|---|

รูปที่ 7. การออกแบบโครโมโซม C ประกอบด้วยยีน P1, P2, .. ,P45

2) การสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น 10000 โครโมโซม โดยสุ่มให้แต่ละยีนในโครโมโซมมีโอกาสที่จะมีค่า 1 และ 0 ด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.03 และ 0.97

3) ตรวจสอบโครโมโซม พิจารณาโครโมโซม Cj โครโมโซมที่จะสามารถนำไปใช้งานได้คือโครโมโซมที่มีคุณสมบัติที่ยีนภายในโครโมโซมเป็นยีนที่พืชในยีนสามารถปลูกร่วมกันได้ ถ้าไม่สามารถปลูกร่วมกันจะได้จะกำหนดให้โครโมโซมนี้ตายไป

รูปที่ 8 ระบบแนะนำการปลูกพืช

4) สำหรับโครโมโซมที่เหลือรอดมา จะหาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม ระหว่างปัจจัยแวดล้อมที่ทำให้ปลูกพืชดีที่สุด กับชนิดของพืชทั้งหมดในโครโมโซม และราคาผลผลิตต่อไร่ของพืชในโครโมโซม

5) เลือกประชากรขึ้นมาเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ โครโมโซมที่ผ่านขั้นตอนที่ 4 จะผ่านเข้าสู่ขบวนการคัดเลือกเพื่อสืบพันธุ์ การเลือกประชากรขึ้นมาเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์จะใช้วิธีการ Tournament Selection[12] โดยออกแบบให้กลุ่มมีขนาดเท่ากับ 20

6) สลับสายพันธุ์ และกลายพันธุ์ การสลับสายพันธุ์จะใช้วิธีครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว โดยสุ่มรอยต่อภายในโครโมโซม C ขึ้นมา 1 ตำแหน่ง และสลับยีนหลังจุดครอสโอเวอร์ระหว่างโครโมโซมของพ่อและแม่ อัตราการกลายพันธุ์ในที่นี้กำหนดให้มีค่า 0.03 สำหรับโครโมโซมที่เกิดการกลายพันธุ์ จะสุ่มยีนในโครโมโซมขึ้นมา 1 ตัวละสลับค่าของยีนตัวนั้น

7) ประชากรรุ่นถัดไป เลือกประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดถึงจำนวนประชากรตั้งต้น หรือเท่ากับจำนวนโครโมโซมที่เหลือรอดอยู่หากจำนวนประชากรที่เหลืออยู่น้อยกว่าจำนวนประชากรตั้งต้น

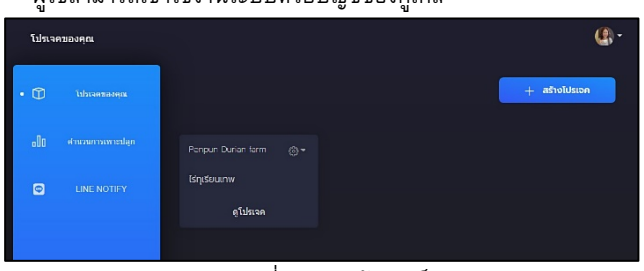
ผลลัพธ์ของระบบแนะนำการปลูกพืชคือชนิดของพืชที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ระบบแนะนำให้เลือกปลูก และคำนวณรายได้ของผลผลิตต่อไร่ การทำงานของเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์ม ในส่วนการแนะการปลูกพืช แสดงดังรูปที่ 8

3. การทำงานของระบบเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์ม

เคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์มออกแบบมาให้ใช้งานง่าย แสดงการทำงานของระบบได้ดังนี้

*3.1 การเข้าใช้งานระบบ*

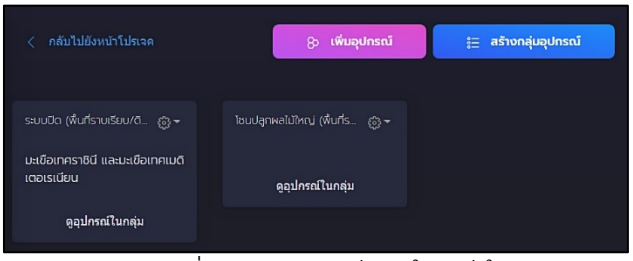
ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานระบบด้วยบัญชีของกูเกิล




รูปที่ 9. การสร้างฟาร์ม

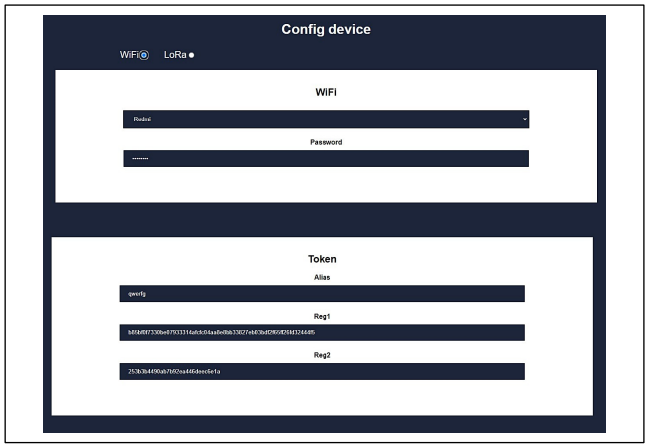
*3.2 การสร้างฟาร์ม*

ทำโดยการเลือกการสร้าง Project ผู้ใช้สามารถสร้างฟาร์มย่อยได้หลายแห่งภายใต้เจ้าของเดียวกันโดยเลือกการสร้าง project ตามจำนวนฟาร์มที่ต้องการดังรูปที่ 9 ส่วนรูปที่ 10 แสดงการสร้างชุดกลุ่มอุปกรณ์




รูปที่ 10. การสร้างฟาร์มย่อยในฟาร์มใหญ่

เพื่อใช้สำหรับแต่ละฟาร์ม ตัวอย่างนี้แสดงภาพจากเว็บบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เห็นภาพในแนวกว้าง เนื่องจากการออกแบบฟาร์มทำได้อย่างยืดหยุ่น ผู้ใช้สามารถเลือกสร้างฟาร์มย่อยที่ปลูกพืชในระบบปิดได้ หรือสร้างฟาร์มย่อยที่ปลูกพืชในระบบเปิดโดยใช้ความสามารถของฟาร์มอัจฉริยะ แสดงคุณสมบัติของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เช่นเป็นพื้นที่แห้งแล้ง เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกได้ว่าจะต้องใช้อุปกรณ์ใดในการจัดการฟาร์ม




รูปที่ 11. แสดงการติดตั้งอุปกรณ์จากเว็บแอปพลิเคชัน

*3.3 การติดตั้งอุปกรณ์*

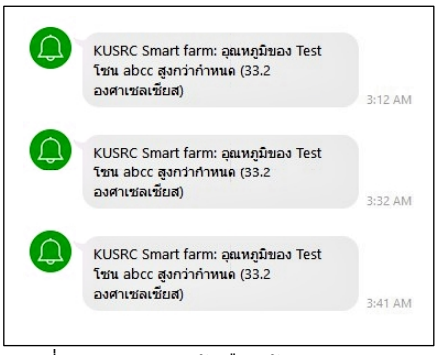
จากหัวข้อ 2.1.1 ผู้ใช้ทำการสร้างอุปกรณ์ที่เว็บในฟาร์มของผู้ใช้งาน โดยกรอก device EUI และ device address และนำค่าอ้างอิงที่ได้จากในเว็บไปใส่ในอุปกรณ์ ดังรูปที่ 11

*3.4 การตั้งค่าอัตโนมัติ*

การตั้งค่าแจ้งเตือน และการควบคุมอุปกรณ์เพื่อเปิดหรือปิดอุปกรณ์ในฟาร์มสามารถทำได้จากหน้าเว็บ แสดงดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13 สำหรับการแจ้งเตือน หากค่าที่ได้รับจากอุปกรณ์มีค่าเกินที่กำหนดไว้ตัวอย่างเช่น กำหนดค่าอุณหภูมิไว้ 33.0 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในฟาร์มสูงเกินกว่าค่านี้ ระบบจะแจ้งเตือนเจ้าของฟาร์มผ่าน LINE Notify ดังรูปที่ 14

รูปที่ 12. แสดงวิธีการกำหนดค่าการแจ้งเตือน

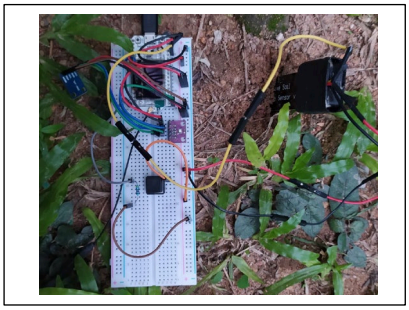
รูปที่ 13. แสดงวิธีการเปิดปิดอุปกรณ์




รูปที่ 14. แสดงการแจ้งเตือนด้วย Line Notify

*3.5 การแสดงค่าที่เซนเซอร์วัดได้*

ผู้ใช้งานสามารถเลือกติดตั้งอุปกรณ์แต่ละชนิด งานวิจัยนี้ได้ทดลองติดตั้งอุปกรณ์ โดยทดลองต่ออุปกรณ์เซนเซอร์วัดความชื้นดิน เซนเซอร์



รูปที่ 15. การติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ กับอุปกรณ์ MCU

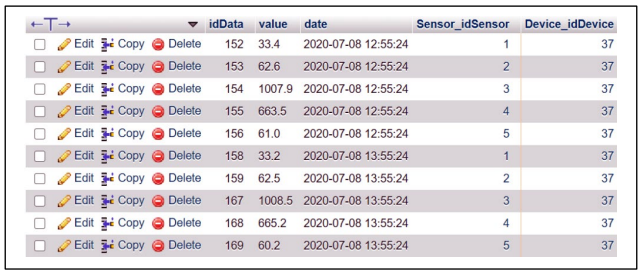
วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดความดัน เซนเซอร์วัดความชื้นอากาศ และเซนเซอร์วัดแสง กับอุปกรณ์ MCU ดังรูปที่ 15 โดยส่งค่าที่ได้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์จะแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ดังรูปที่ 16

รูปที่ 16. แสดงค่าที่เซนเซอร์แต่ละชนิดวัดได้ โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย

*3.6 log file*

ระบบมีการเก็บ log ทุก 1 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับจากเซนเซอร์ รูปที่ 17 แสดง log file ที่เก็บลงในฐานข้อมูล โดย Id ของ

เซนเซอร์ความหมายดังนี้คือ 1. เซนเซอร์อุณหภูมิ 2. เซนเซอร์วัดความชื้นอากาศ 3. เซนเซอร์วัดดัน 4. เซนเซอร์วัดแสง และ 5. เซนเซอร์วัดความชื้นดิน



| | idData | value | date | Sensor_idSensor | Device_idDevice |
|---|---|---|---|---|---|
| Edit Copy Delete | 152 | 33.4 | 2020-07-08 12:55:24 | 1 | 37 |
| Edit Copy Delete | 153 | 62.6 | 2020-07-08 12:55:24 | 2 | 37 |
| Edit Copy Delete | 154 | 1007.9 | 2020-07-08 12:55:24 | 3 | 37 |
| Edit Copy Delete | 155 | 663.5 | 2020-07-08 12:55:24 | 4 | 37 |
| Edit Copy Delete | 156 | 61.0 | 2020-07-08 12:55:24 | 5 | 37 |
| Edit Copy Delete | 158 | 33.2 | 2020-07-08 13:55:24 | 1 | 37 |
| Edit Copy Delete | 159 | 62.5 | 2020-07-08 13:55:24 | 2 | 37 |
| Edit Copy Delete | 167 | 1008.5 | 2020-07-08 13:55:24 | 3 | 37 |
| Edit Copy Delete | 168 | 665.2 | 2020-07-08 13:55:24 | 4 | 37 |
| Edit Copy Delete | 169 | 60.2 | 2020-07-08 13:55:24 | 5 | 37 |

รูปที่ 17. แสดง log file ของระบบ

## 4. สรุปและอภิปรายผล

ระบบฟาร์มอัจฉริยะเคยูเอสอาร์ซีสมาร์ทฟาร์ม เสนอแนวคิดในการออกแบบระบบการสร้างฟาร์มอัจฉริยะ สำหรับบุคคลทั่วไปที่ไม่มีเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี IOT สามารถสร้างฟาร์มอัจฉริยะได้อย่างสะดวก โดยสร้างฟาร์มผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ติดต่อกับอุปกรณ์ แสดงผลลัพธ์ตามช่วงเวลาจริงผ่านทางหน้าเว็บและมีการเก็บประวัติการทำงานไว้ และยังมีระบบแนะนำการเลือกชนิดของพืชเพื่อปลูกซึ่งใช้ความสามารถของสมาร์ทฟาร์มร่วมกับอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรม ทำการประมวลให้คำแนะนำในการเลือกชนิดของพืชที่จะปลูกแบบการปลูกพืชผสมผสาน เพื่อให้ได้ชนิดของพืชที่จะเลือกปลูกตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไปซึ่งเป็นพืชที่เหมาะสมกับพื้นที่และให้รายได้สูงสุดเท่าที่พื้นที่จะอำนวย แนวทางพัฒนาต่อ ในส่วนของอุปกรณ์สามารถพัฒนาให้ควบคุมสภาพแวดล้อมตามความเหมาะของพืชแต่ละชนิดโดยอัตโนมัติ ปรับปรุงเซิร์ฟเวอร์ให้อยู่บน cloud เพียงอย่างเดียวเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในส่วนของอัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมที่ใช้ในการแนะนำการปลูกพืช เนื่องจากราคาของผลผลิตพืชแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันในแต่ละปี ระบบควรจะมีส่วนรับข้อมูลอินพุทสำหรับราคาผลผลิตของพืชเพื่อปรับปรุงราคาผลผลิตให้ทันสมัยทุกปี โดยไม่ต้องแก้ไขโปรแกรม

## เอกสารอ้างอิง


[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ(2560), แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

[2] จักรกฤษณ์ หมั่นวิชา, "เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะ," Hatyai Academic Journal, Vol. 14 No. 2, pp. 109-118, 2559.

[3] K. Taylor, D. Lamb, C. Griffith, G. Falzon, L. Lefort, R. Gaire, M. Compton, M. Trotter and T. Wark, "Farming the Web of Things," IEEE Intelligent Systems, November 2018, doi: 10.1109/MIS.2013.102.

[4] N. Sornin (Semtech), M. Luis (Semtech), T. Eirich (IBM), T. Kramp (IBM),O.Hersent (Actility), LoRaWAN Specification, CA United States, 2016 July.

[5] LoRa Alliance Technical committee, LoRaWANTM 1.0.2 Regional Parameters, CA United States, 2017 Feb.

[6] P. Chaihuadjaroen and P. Thanapirompokin, "Applied Genetic Algorithm per environment zone to solve problem of crops selection for intercropping by modified parameter of fitness function," 2019 4th International Conference on Information Technology (InCIT), Bangkok, Thailand, 2019, pp. 228-232, doi: 10.1109/INCIT.2019.8911939.

[7] คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน, พืชเศรษฐกิจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[8] คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2015.

[9] กรมพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, ข้อมูลชุดดิน:100000.(2554). กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554.

[10] กองสำรวจดิน, คู่มือการจำแนกความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 28, กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2523.

[11] มลิสา ยกถาวร, เสาวนุช ถาวรพฤกษ์ และณัฐพล จิตมาตย์, "การจำแนกสมรรถนะความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรบนพื้นที่ลาดเขา: กรณีศึกษา บริเวณอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา," วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่3 ฉบับที่1 (มกราคม-มีนาคม), ประเทศไทย, 2559, หน้า 30-40.

[12] เพ็ญพรรณ ใช้อวดเจริญ และ อดิศักดิ์ สุภีสุน, "การคัดเลือกชนิดของพืชเพื่อปลูกแบบผสมผสานสำหรับพืชเศรษฐกิจเพื่อปลูกเป็นพืชแซมในพื้นที่เดียวกันโดยใช้อัลกอริทึมเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหา," การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา, ชลบุรี, ประเทศไทย, 2561, หน้า 327-331.