

การพัฒนาแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์
สำหรับระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

DEVELOPING ANDROID APPLICATIONS WITH MIT APP INVENTORS
FOR SMART MUSHROOM FARM SYSTEMS

ธนวัฒน์ สอนเนร^{1*} นวนิต ศุกละ² เพ็ญพิมล ลือขจร³ และกาญจนา ดาวเด่น¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

²บริษัท กราวิทศไทย (ไทยแลนด์) จำกัด

³บริษัท พีทีเอส คอมบิเนชั่น จำกัด

Thanawat Sornnen^{1*} Navanit Sukla² Penphimon Luekajorn³ and Kanchana Daoden¹

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

²Gravitechthai (THAILAND) Co., Ltd.

³PTS Combination Co., Ltd.

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

บทคัดย่อ

แอปอินเวอร์เตอร์เป็นเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์ สำหรับสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ตที่เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งบริษัทผู้ผลิต ร่วมมือกับเอ็มไอทีพัฒนาขึ้น การทำงานผ่าน เว็บเบราว์เซอร์และทดสอบกับโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนฮาร์ดแวร์เป็นอาดนูโน บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลเอวีอาร์ที่มีการพัฒนาแบบโอเพนซอร์ส คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในการพัฒนาการทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์มด้วยเอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์ ออกแบบโดยการใช้พื้นฐานของการควบคุมระบบโดยใช้การสั่งการและการเฝ้าดูการทำงานของฮาร์ดแวร์ ทั้งหมดผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับโครงการระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะนี้ มีลำดับการทำงาน คือ สั่งการ และการเฝ้าดู โดยใช้ระบบแอนดรอยด์บนโทรศัพท์มือถือเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของ ทิงสปีก และรับ-ส่งข้อมูลไปยังฮาร์ดแวร์ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น 4 ตำแหน่ง ทำงานร่วมกับอาดนูโน Uno R3 WIFI สั่งการปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์ว ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณ การไหลและเส้นทางการไหลแบบ 4 ทิศทาง อาศัยการควบคุมปริมาณและทิศทางของละอองน้ำทั้ง 4 ทิศทาง โดยอ้างอิงจากข้อมูลจากชุดตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นเทียบกับค่าข้อมูลอ้างอิงของอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมกับเห็ดแต่ละชนิดภายในโรงเรือน กรณีตัวอย่างสำหรับโครงการนี้ คือ เห็ดนางรม เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 24–33 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–80 เปอร์เซ็นต์ และเห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–90 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: แอนดรอยด์, เอ็มไอทีแอปอินเวอร์เตอร์, ฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

Abstract

Inverter app is a software tool for creating applications for Android smartphones and tablets. The Google company cooperate with MIT are developing them by working through a web browser and testing with a mobile phone connected to the computer system. The hardware part is Arduino, AVR family microcontroller board with open-source development is to disclose both hardware and software information. To improve the operation of the smart farm system with the MIT App Inverter. We are designed based on controlling the system using the command and monitoring of all hardware over the Internet. For this smart mushroom farming project, the sequence of operations is commanded and monitored using an Android system on a mobile phone, all linked through a ThingSpeak web browser and receive-send information to the hardware, which includes temperature and humidity sensor 4 position works combine with Arduino Uno R3 WIFI to turn on-off the water pump and the solenoid valve set. It can control the amount of flow and the flow path in 4 directions by controlling the amount and direction of the water droplets in all 4 directions based on the data from the temperature and humidity measurement kits compared to the reference values of the temperature and humidity suitable for each mushroom type inside the house. The example case for this project is Oyster mushrooms grow well in climates with temperatures between 24–33 degrees Celsius and 70–80 per cent relative humidity, and oyster mushrooms thrive in climates with temperatures between 25–35 degrees Celsius and 70–90 per cent relative humidity.

Keywords: Android, MIT App Inventors, Smart Mushroom Farm

1. บทนำ

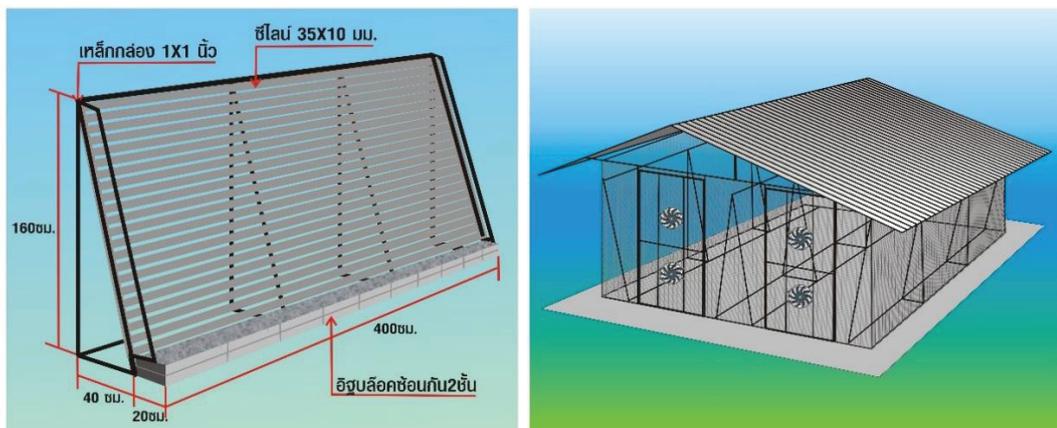
เห็ดมีหน่วยขยายพันธุ์ที่เรียกว่า สปอร์ (Spore) เมื่อสปอร์ตกลงไปบนที่ชุ่มชื้นก็จะงอกเป็นเส้นใย เส้นใยรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเกิดเป็นดอกเห็ด ดอกเห็ดที่แก่ก็จะสร้างสปอร์ แล้วปล่อยสปอร์ออกมา เมื่อสปอร์ไปตกยังที่ที่เหมาะสมก็จะงอกเป็นเส้นใยได้อีก ในระยะยาวสำหรับการเพาะเห็ดเพื่อการค้า ควรจะสร้างโรงเรือนที่ค่อนข้างถาวร คือ สร้างด้วยโครงเหล็ก หลังคามุงกระเบื้อง ซึ่งจะมีอายุการใช้งานนาน โดยจะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมเห็ดจึงจะออกดอกและให้ผลผลิตดี รูปแบบการควบคุมสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความเข้มของแสง อุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน การติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบพ่นละอองน้ำภายในโรงเรือนด้วยปั๊มและหัวฉีดพ่นละออง เพื่อปรับค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสม ควบคุมการทำงานด้วยชุดตรวจจับสัญญาณเซนเซอร์ และระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถกำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิไม่เกิน

35 องศาเซลเซียส และติดตั้งระบบมินิสปริงเกอร์รดน้ำบนหลังคาโรงเรือน ให้ทำงานอัตโนมัติพร้อมกับระบบ พ่นละอองน้ำอัตโนมัติในโรงเรือนโดยใช้ปั๊มตัวเดียวกัน ดังนั้น โรงเรือนเพาะเห็ดจึงต้องเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความชื้น อากาศ และแสง อย่างไรก็ตาม เห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยเหล่านี้แตกต่างกัน จากการ ออกแบบและทดสอบโรงเรือนเพาะเห็ดแบบถาวร ขนาด $6 \times 8 \times 4$ เมตร จำนวน 2 โรงเรือน พร้อมระบบ ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ซึ่งประกอบด้วย ระบบพ่นหมอกอัตโนมัติในโรงเรือน ระบบรดน้ำบนหลังคา สามารถใช้เป็นโรงเรือนเปิดดอกเห็ดได้ดี สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบระบบ คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของเห็ด โดยทั่วไปประกอบด้วย (1) อุณหภูมิมีผลมากต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ด (2) ความชื้นของอากาศ โดยเฉพาะในระยะเปิดก้อน เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง (3) อากาศภายใน โรงเรือนควรมีอากาศหมุนเวียนและถ่ายเทได้ดี (4) แสงสว่างช่วงเปิดดอกเห็ดและต้องการแสงในระดับหนึ่ง ที่พอเหมาะ (5) ความเป็นกรด-ด่าง การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดควรอยู่ในสภาพน้ำที่มีค่า $\text{pH} \approx 5.5-7.0$

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบโรงเรือนและชั้นวาง

ในการสร้างโรงเรือนให้เหมาะสมนั้นควรสร้างในที่เย็นชื้นและสะอาดปราศจากศัตรูของเห็ดที่จะ เข้ามารบกวน ในที่นี้ออกแบบเป็นโรงเรือนเพาะเห็ดแบบถาวรตามแบบที่นิยมโดยทั่วไป ขนาด $6 \times 8 \times 4$ เมตร จำนวน 2 โรงเรือน สร้างด้วยเสาคอนกรีตสำเร็จรูปวงโคจรเหล็ก หลังคามุงกระเบื้องลอนคู่ มีความลาดชันของ หลังคาประมาณ 30 องศา ด้านข้างใช้ผ้าพลาสติกทึบชนิดใสกรุภายในทับด้วยตาข่ายพลาสติกแสงแดด (สแลน กรองแสง) ทำให้สามารถกักเก็บความชื้นได้ดี พื้นโรงเรือนปูด้วยทรายหยาบป้องกันไม่ให้น้ำขังบริเวณ พื้นโรงเรือนซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อรา ชั้นวางถ่วงก้อนเชื้อภายในโรงเรือนทำเป็นแผงแบบชั้นรูปตัวเอหรือ รูปสามเหลี่ยมทรงสูง วางเฉียงประมาณ 30 องศา ขาทั้งสองข้างห่างกันประมาณ 30-40 เซนติเมตร ช่องว่าง ระหว่างทางเดินเว้นให้สามารถเดินเข้าออกได้สะดวก สามารถถ่วงก้อนเชื้อได้ 5,000-8,000 ก้อนต่อโรงเรือน



ภาพที่ 1 โรงเรือนและชั้นวาง

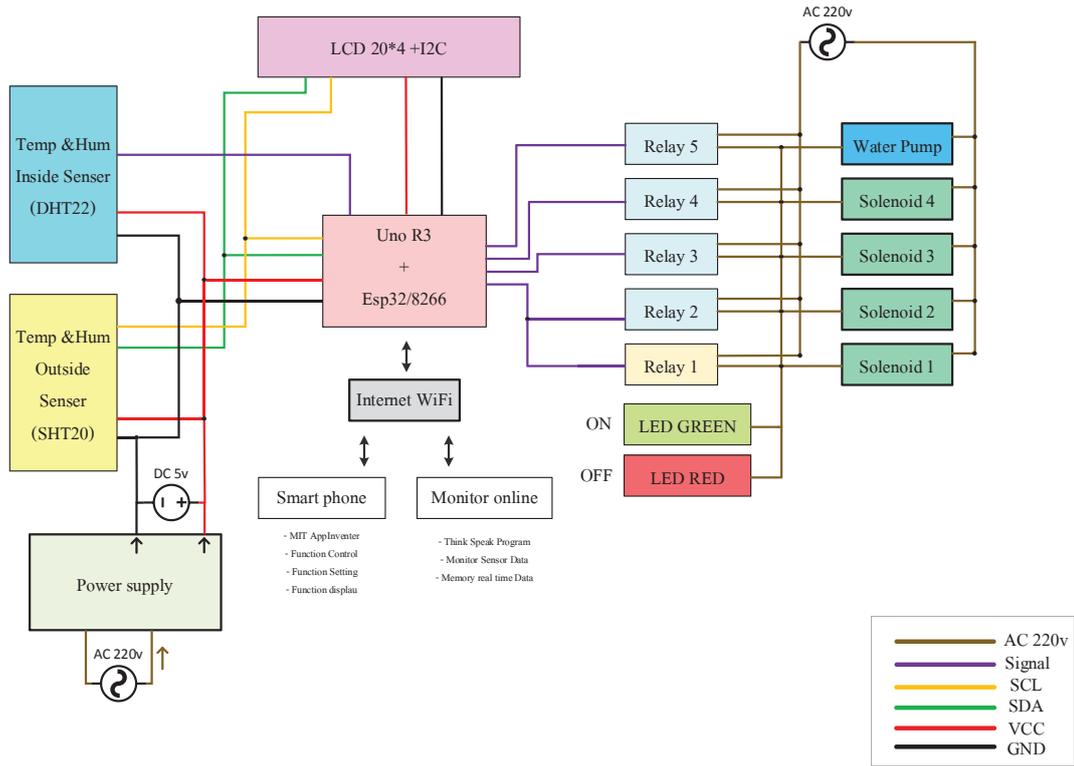
ที่มา: <http://www.banhead.com>

2.2 ระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

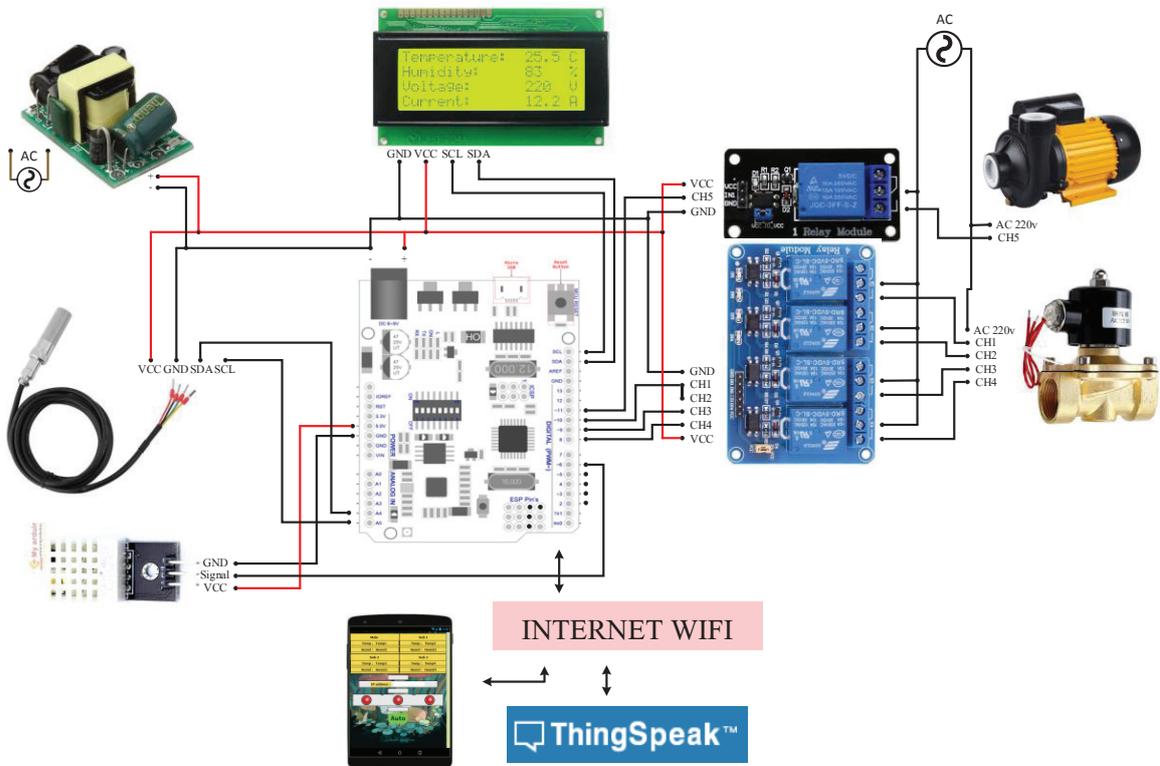
2.2.1 ชุดควบคุมระบบ

การออกแบบระบบการทำงานของชุดควบคุมหลัก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ อินพุตหน่วยประมวลผลและเอาต์พุต ตามบล็อกไดอะแกรมชุดและการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ควบคุมระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ ดังภาพที่ 2 และ 3 ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นด้านนอกโรงเรือน 1 ตัว ภายในโรงเรือน 4 ตัว โดยแต่ละตัวจะถูกติดตั้งในตำแหน่งที่ต่างกัน ตัวที่ 1 ติดตั้งบริเวณด้านนอกโรงเรือนเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นระหว่างภายนอกและภายใน ทั้ง 4 ตำแหน่ง ตัวที่ 2-5 ติดตั้งบริเวณด้านในโรงเรือนเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในตำแหน่งที่ติดตั้ง โดยแบ่งเป็นโรงเรือนละ 2 ตัว และเว้นระยะห่างในการวางตำแหน่งให้ครอบคลุมพื้นที่โรงเรือนเท่ากัน โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นที่วัดได้แต่ละตัวจะนำไปเป็นข้อมูลอ้างอิงการสั่งการทำงานของโซลินอยวาล์ว ทั้ง 4 ตัว แบบแยกอิสระ ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นแต่ละตัวจะอยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต ส่งไปยังอาดูโน่ UNO R3 WIFI เพื่อทำการประมวลผลตามเงื่อนไขของโปรแกรม Arduino IDE ที่ออกแบบเงื่อนไขไว้ให้เปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง ก่อนทำการสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ รวมถึงการแสดงผลเชิงตัวเลขของค่าอุณหภูมิและความชื้นและสภาวะการทำงานตามเวลาการทำงานปัจจุบันผ่านหน้าจอแอลซีดี ซึ่งติดตั้งไว้ในตำแหน่งเดียวกับเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นแต่ละตัว ในช่วงเวลาเดียวกันข้อมูลที่แสดงผลทั้งหมดจะถูกส่งไปบันทึกค่าและแสดงผลไปยังแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือผ่านเว็บเบราว์เซอร์ของทิงสปิค

ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดสามารถสั่งการผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ในโทรศัพท์มือถือ ซึ่งออกแบบให้เลือกใช้งานได้ 2 ระบบ คือ ระบบอัตโนมัติจะสั่งการทำงานโดยอ้างอิงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้น และระบบควบคุมโดยผู้ใช้งานสามารถตั้งเวลาการปิด-เปิดเป็นช่วงเวลา หรือสั่งปิด-เปิดในทันทีก็ได้เช่นกัน



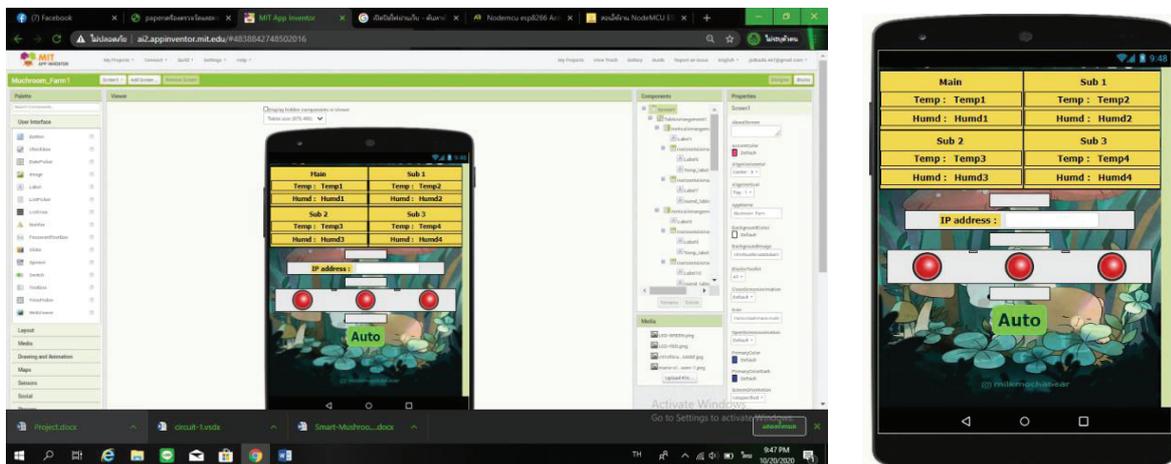
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมชุดควบคุมระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะ

2.2.2 แอปพลิเคชันแอนดรอยด์

MIT App Inventor คือ โปรแกรมที่มีการใช้งานได้บนเว็บไซต์ (<http://www.appinventor.mit.edu>) และล็อกอินผ่านบัญชี Google การออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การออกแบบรูปแบบหน้าจอหลักเพื่อกำหนดส่วนแสดงผลโดยใช้กลุ่มของเครื่องมือที่จะนำมาออกแบบหน้าจอและกำหนดคุณสมบัติของวัตถุในหน้าจอแอปพลิเคชัน ดังภาพที่ 4 มีองค์ประกอบหลักในการใช้งาน คือ ส่วนของ User Interface เป็นหน้าต่างรวมคุณสมบัติที่ต้องการ เช่น ปุ่มกด ปุ่มวางตำแหน่งของภาพ การใส่ตำแหน่งข้อความ เป็นต้น ส่วนของ Components เป็นหน้าต่างที่บอกได้ว่าในแอปพลิเคชันนั้น ได้ทำการใส่องค์ประกอบส่วนใดเข้าไปบ้าง Properties หน้าต่างที่ทำให้เราเลือกปรับแต่งคุณสมบัติเพิ่มเติมได้ เช่น ขนาดและรูปแบบของปุ่ม ตำแหน่งข้อความ เป็นต้น (2) ส่วนอินเตอร์เฟซต่างๆ และการเชื่อมต่อฟังก์ชันบล็อก ดังภาพที่ 5 และ 6 เพื่อลำดับการทำงานในแต่ละส่วนของการอินเตอร์เฟซ โดยใช้กลุ่มสัญลักษณ์บล็อกต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการควบคุมแอปพลิเคชันการเขียนโปรแกรมโดยใช้การทำงานคล้ายตัวต่อเลโก้



ภาพที่ 4 การออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ด้วย MIT App Inventor และจอแสดงผลแอนดรอยด์

สำหรับลำดับการทำงานของแอปพลิเคชันระบบฟาร์มเห็ดอัจฉริยะนี้ ได้ลำดับการอินเตอร์เฟซของฟังก์ชันบล็อกไว้ เริ่มจากการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของ Android แล้วเชื่อมต่อเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak เพื่อนำข้อมูลของเซนเซอร์แต่ละตัวและสถานะการทำงานของระบบมาแสดงผลและค้นหา IP Address ของ UNO R3 WIFI ที่เป็นส่วนประมวลผลหลักของระบบเพื่อเตรียมพร้อมส่งการทำงานไปยังระบบหลัก ซึ่งประกอบด้วย (1) ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติโดยอ้างอิงเงื่อนไขของการเปรียบเทียบค่าของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง (2) ระบบการทำงานแบบการตั้งค่าเวลาปิด-เปิดชุดโซลินอยวาล์วสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่ง (3) ระบบการทำงานแบบสั่งการให้ชุดโซลินอยวาล์วสำหรับการฉีดพ่นละอองน้ำในแต่ละตำแหน่งทำงานในทันที ดังแสดงฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors ในภาพที่ 5 และ 6

The code is divided into two main sections. The first section, starting with 'when Web1 . GotText', initializes global variables for 'mode', 'URL_prefix', 'ReadKey', and 'URL_surfx'. It then checks if the response code is 200. If so, it decodes the JSON response and iterates through eight fields (field1 to field8), looking up their values in a list of global variables (filed1 to filed8). The second section, 'when Clock1 . Timer', reads the values from these global variables and sets them to text labels (Temp_label1 to Humd_label1).

ภาพที่ 5 การเขียนฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors (1)

This code block contains three event-driven functions. The first, 'when Button1 . Click', checks the 'global mode' and either sets the button to 'Manual' mode (with a red background) or 'Auto' mode (with a green background), and updates the LED status. The second, 'when Image1 . Click', toggles the LED-RED status based on the current mode. The third, 'when Image2 . Click', toggles the LED-RED status and also updates the LED-GREEN status. The fourth, 'when Image3 . Click', toggles the LED-RED status and updates the LED-GREEN status. Each function uses 'Web2 . Get' to communicate with a server.

ภาพที่ 6 การเขียนฟังก์ชันบล็อก MIT App Inventors (2)

3. ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

สำหรับระบบอัตโนมัติออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ด แบ่งออกเป็น 2 โรงเรือน คือ โรงเรือนที่ 1 สำหรับเพาะเห็ดนางรม ตั้งค่าสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 24–33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70–80 เปอร์เซ็นต์ โรงเรือนที่ 2 สำหรับเพาะเห็ดนางฟ้า ตั้งค่าสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70–90 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 1 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำ และชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขโปรแกรม เกิดการหน่วงเวลาช้ากว่าคำสั่งการทำงาน 6–10 วินาที การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App แสดงค่าเป็น N/A (Not Available) บางช่วงเวลา 3–5 วินาที แบบไม่สม่ำเสมอ

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 4 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำ และชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขโปรแกรม เกิดการหน่วงเวลาช้ากว่าคำสั่งการทำงาน 2–6 วินาที การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App แสดงค่าเป็น N/A บางช่วงเวลา 1–3 วินาที แบบไม่สม่ำเสมอ

การทดสอบร่วมกับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงสุด 6 Mbps และ 10 Mbps พบว่า การสั่งงานปิด-เปิดปั๊มน้ำและชุดโซลินอยวาล์วแต่ละตัวแบบแยกอิสระ การแสดงค่าการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์บนเว็บเบราว์เซอร์ของ ThingSpeak และ Android App สามารถทำงานได้โดยไม่เกิดการหน่วงเวลาหรือแสดงค่าเป็น N/A รวมถึงการทดสอบแบบตั้งเวลาปิด-เปิดชุดโซลินอยวาล์วและสั่งการทำงานในทันทีก็ได้ผลเช่นเดียวกัน จากผลการทดสอบข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความเร็วของระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบมีผลต่อความเที่ยงตรงของระบบเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นการเลือกใช้เครือข่ายระบบอินเทอร์เน็ตควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานและขนาดของระบบที่ออกแบบขึ้นก็เช่นเดียวกัน

4. ข้อเสนอแนะ

การใช้งาน Android Application ร่วมกับฮาร์ดแวร์ Arduino หรือสามารถเรียกรวมๆ ว่าอุปกรณ์ IoT (Internet of Things) เพื่อควบคุมการทำงานและแสดงผล มีการพัฒนาการใช้งานในรูปแบบ Open Source ดังนั้นจึงทำให้สามารถออกแบบระบบให้ทำงานแบบ Embedded Control System ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นระบบ Smart Farming หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกรูปแบบอื่นๆ นอกจากนั้นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับระบบ IoT ในปัจจุบันมีค่อนข้างหลากหลาย เช่น MIT App Inventor, ThingSpeak, Blynk Platform, PHP Java, SQL Python, Firebase, Firebase Realtime Database, NETPIE, ฯลฯ การเลือกใช้ใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญและลักษณะงานที่แตกต่างกันออกไป

5. เอกสารอ้างอิง

- ภูมินทร์ ดวงหาค้าง, พัฒน์นรี ศรีสมพันธ์, และโรเบิร์ต แบบทชิงเงอร์. (2560). MIT App Inventor กับการพัฒนาเพื่อการประยุกต์ใช้จริง. *วารสารวิชาการ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 6(1), 80–91.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *Internet of Things*. สืบค้น 3 มีนาคม 2562, จาก <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things>
- Ekkarat Boonchieng, Oran Chieochan, and Anukit Saokaew. (2018). Smart Farm: Applying the Use of NodeMCU, IOT, NETPIE and LINE API for a Lingzhi Mushroom Farm in Thailand. *IEICE Transactions on Communications*, E101.B(1), 16–23.
- Mjrovai. (2022). *IoT Made Easy with UNO, ESP-01, ThingSpeak and MIT App Inventor*. Retrieved March 3, 2019, from <https://www.instructables.com/loT-Made-Easy-With-UNO-ESP-01-ThingSpeak-and-MIT-A>
- Patton, E. W., Tissenbaum, M., and Harunani, F. (2019). *MIT App Inventor: Objectives, Design, and Development*. Singapore: Springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-6528-7_3