การออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟควบคุมโดยผ่านสมาร์ทโฟน

พัชรินทร์ อินทมาส[1], วีรพล ปานศรีนวล[2], กันตินันท์ สกุลไพศาล[3],
กรีฑา สุขทั่ง[4], ศรัณย์ ฉัตรธัญญกิจ[4], พรหมพักตร์ บุญรักษา[4,*]
[1]สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2]สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
[4]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Received: 12 July 2021
Revised: 21 November 2022
Accepted: 21 November 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ เพื่อพัฒนาเครื่องสีเมล็ดกาแฟและออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน เพิ่มความสะดวก รวดเร็ว ในการสีเมล็ดกาแฟ ลดเวลาและเพิ่มผลผลิตมากยิ่งขึ้น และมีขอบเขตของโครงงานดังนี้ ออกแบบปรับเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบเดิมให้สะดวกและทันสมัยกว่าเดิมและออกแบบระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนที่สามารถเปิด ปิด เครื่องและแจ้งเตือนเมื่อปริมาณเมล็ดกาแฟหมด รวมถึงสามารถบอกปริมาณเมล็ดกาแฟเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยสั่งงานผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟนได้อีกด้วย เครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน มีขนาด โครงสร้างของเครื่องสีเมล็ดกาแฟ ความยาว 60 เซนติเมตร ความกว้าง 40 เซนติเมตร ความสูง 110 เซนติเมตร การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การทดสอบสมรรถนะ การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน ผลสรุปได้ว่าเครื่องสามารถสีเมล็ดกาแฟได้ปริมาณมากสุด ที่ 830 กรัม ความเร็วรอบที่ 750 RPM ในเวลา 5 นาที (2) ทำการทดสอบเพื่อหาความผิดพลาดของระบบ พบว่า ระบบสามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ และสรุปผลการทดลอง และ (3) เก็บผลการศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ ทำการสรุปค่าความพึงพอใจการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม คือ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.44)

คำสำคัญ: เครื่องสีเมล็ดกาแฟ แอพลิเคชั่น Blynk เปอร์เซ็นต์ค่าความแม่นยำ

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: promphak.boo@bkkthon.ac.th

Designing and Building a Coffee bean Polishing machine using a Smartphone controller

Patcharin Intamas[1], Weerapol Pansrinaun[2], Kantinan Sakulpaisan[3], Kreeta Sukthang[4], Saran Chattunyakit[4], Promphak Boonraksa[4,*]

[1] Industrial Arts Department, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

[2] Industrial Technology Department, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

[3] Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Bangkok Thonburi University

[4] School of Electrical Engineering Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Received: 12 July 2021
Revised: 21 November 2022
Accepted: 21 November 2022

Abstract

This research presents the design and construction of a coffee bean polishing machine controlled by a smartphone. The objectives are as follows: to develop a designed and built coffee bean polishing machine that can be controlled via a smartphone to reduce time and increase productivity. The scope of the project is as follows: Designed a coffee bean polishing machine that can be controlled via a smartphone that can turn on and off the machine and notify when the amount of coffee beans runs out Including being able to tell the number of coffee beans as a percentage by ordering through a smartphone as well. The structure of the coffee bean polishing machine is 60 centimeters long, 40 centimeters wide, and 110 centimeters high. The experiment was divided into 3 parts: (1) Testing the performance of the coffee bean color machine, ordered via a smartphone. The results concluded that the machine was able to mill the maximum amount of coffee beans at 830 grams at a speed of 750 RPM in 5 minutes. (2) Testing for system failures. It was found that the system was able to alert users according to the purpose and summarize the results of the experiment and (3) To collect the results of a study on the satisfaction of using a coffee bean milling machine controlled by a prototype smartphone. Summarize the satisfaction values of using the coffee bean milling machine controlled via the prototype smartphone. The overall average satisfaction was the highest ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.44)

Keywords: Polishing Machine, Blynk Application, Percentage Accuracy

* Corresponding Author; E-mail: promphak.boo@bkkthon.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กาแฟเป็น เครื่องดื่มที่ทำจากเมล็ดซึ่งได้จากต้นกาแฟแล้วนำมาคั่ว โดยทั่วโลกมีการปลูกกาแฟมากกว่า 70 ประเทศ ถือว่าเป็นสินค้าทางการเกษตรซึ่ง มีการซื้อขายกันมาก (Pendergrast, 2009) กาแฟมีส่วนประกอบของคาเฟอีน 1,3,7-trimethylxanthine ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของยาขยายหลอดลม theophylline caffeine สามารถพบได้ในหลายชนิด ได้แก่ เมล็ดคา เมล็ดกาแฟ ใบชา โคลา ซึ่งเมื่อดื่มกาแฟเข้าไป กาแฟจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วหลังจากที่เราดื่ม และจะถูกขับออกไปครึ่งหนึ่งในเวลาประมาณ 4 ชั่วโมงกาแฟจะไม่สะสมในร่างกายโดยจะถูกทำลายและขับออกหมดกาแฟจะออกฤทธิ์โดยการกระตุ้นสมองทำให้รู้สึกสดชื่นและมีสมาธิจึงมีสรรพคุณชูกำลังในมนุษย์ (Sekthira and Angkasithom, 1994) ทำให้กาแฟเป็นเครื่องดื่มซึ่งได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก (Villanueva, 2006)

ในปัจจุบันแหล่งปลูกกาแฟที่สำคัญของประเทศไทย เกือบร้อยละ 80 ของพื้นที่ปลูกและผลผลิตรวมทั้งประเทศอยู่ในภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี ฯลฯ โดยปลูกกาแฟโรบัสต้า อีกประมาณร้อยละ 20 อยู่ในพื้นที่สูงเขตภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงรายเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน น่าน ฯลฯ นิยมปลูกกาแฟอาราบิก้า (Horticultural Research Institute Department of Agriculture, 2019) นอกจากนี้ยังมีการปลูกในพื้นที่ภาคอื่นบ้าง เช่น ภาคตะวันตกที่จังหวัดกาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ฯลฯ ภาคตะวันออก ที่จังหวัดจันทบุรี ฉะเชิงเทรา ฯลฯ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดนครราชสีมา เลย ฯลฯ ปัจจุบันผลผลิตในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงานแปรรูปในประเทศต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกาแฟโรบัสต้า (Department of Agricultural Extension,2014)

แม้ว่าจะสามารถปลูกกาแฟไทยเพิ่มได้เพราะมีตลาดผู้บริโภครองรับ แต่ก็มีประเด็นกาแฟนำเข้าที่น่าจับตามอง ซึ่งในช่วงเดือนตุลาคมปี 2562 จนถึงเดือนมีนาคม 2563 จะเป็นฤดูเก็บเกี่ยวกาแฟไทยปี 2562/2563 ราคาผลผลิตใกล้เคียงกับปี 2562 อยู่ที่ 67-68 บาท/กก. และราคาสูงสุดอยู่ที่ 70 บาท/กก. ขณะที่ราคากาแฟจากต่างประเทศอย่างเวียดนาม สปป.ลาว จะต่ำกว่าไทยอยู่ประมาณ 10 บาท/กก. เพราะต้นทุนการผลิตกับอัตราค่าแรงงานต่ำ พื้นที่ปลูกก็อุดมสมบูรณ์แตกต่างจากไทยที่ต้นทุนการผลิตสูงกว่าถึง 80% บริษัทผู้นำเข้าจะได้ส่วนต่างประมาณ 5 บาท/กก. อาจจะเกิดผลกระทบต่อตลาดกาแฟไทย (Regional Economy, 2019)

ภาพที่ 1 ต้นกาแฟที่มีผลแก่จัด(Regional Economy, 2019)

เมล็ดกาแฟกว่าจะมาเป็นกาแฟใน 1 ถ้วยที่เราดื่ม ต้องผ่านกระบวนการถึง 9 ขั้นตอนในการผลิตกาแฟ และใช้เวลาอย่างยาวนาน เริ่มมาตั้งแต่การเพาะเมล็ด ปลูก ดูแลรักษา เก็บเกี่ยว ทำให้แห้ง ขัดสี ทดสอบ คั่ว บด เมื่อคณะผู้วิจัยลงพื้นที่ศึกษาชาวสวนกาแฟ ใน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร พบว่าเมื่อชาวสวนกาแฟเก็บผลผลิต

เมล็ดกาแฟได้แล้วนั้น ชาวสวนจะต้องจ้างแรงงานคนแทะเมล็ดกาแฟ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ในกรณีที่บางครัวเรือนมีเครื่องสีเมล็ดกาแฟที่ใช้อยู่นั้นจำต้องมีการเติมเมล็ดกาแฟอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทำให้ชาวสวนนั้นไม่สามารถไปทำภารกิจอื่นได้ (Kaewwichit, 2019) และในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าหลายงานวิจัยได้พยายามที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่อำนวยความสะดวกให้เกษตร (2021)

ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน (Smartphone) เนื่องจากสมาร์ทโฟน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยของมนุษย์และเป็นที่ยอมรับว่าเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต ด้วยความสามารถในการติดต่อสื่อสารและความสะดวกสบายในการพกพาเคลื่อนที่ไปได้ทุกที่ ทำให้ลดข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ในการติดต่อสื่อสารได้อย่างแท้จริง (Wiphatthaprated, 2016) ในปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีสถิติการใช้สมาร์ทโฟนเพิ่มมากขึ้นทุกปี (Thongchuepong, 2016) อีกทั้งในระบบสมาร์ทโฟน (Smartphone) เป็นระบบที่ชาญฉลาด จึงได้มีการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติกันอย่างแพร่หลาย การออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน (Smartphone) ในงานวิจัยนี้สร้างขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในครัวเรือน ซึ่งเครื่องสีเมล็ดกาแฟนี้สร้างขึ้นมาเพื่อให้สะดวกในการควบคุมใช้งานและข้อจำกัดด้านระยะเวลา และลดปริมาณคนและลดต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนแทะเม็ดกาแฟ และยังเป็นการสนับสนุนให้ผู้ปลูกกาแฟใน อำเภอพ๊ะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ให้สามารถพึ่งพาตนเองได้และมีรายได้เพิ่มขึ้นจากอาชีพหลัก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและสร้างระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบอัตโนมัติควบคุมโดยสมาร์ทโฟนเพื่อใช้ในครัวเรือน
2. เพื่อพัฒนาเครื่องสีเมล็ดกาแฟใช้งานโดยควบคุมผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟน
3. เพื่อลดต้นทุนด้านค่าใช้จ่ายของชาวสวนกาแฟในการจ้างแรงงานคนแทะเม็ดกาแฟ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เครื่องสีเมล็ดกาแฟ

เมล็ดกาแฟกว่าจะมาเป็นกาแฟใน 1 ถ้วยที่เราดื่ม ต้องผ่านกระบวนการถึง 9 ขั้นตอนในการผลิตกาแฟ ขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ คือการสีเมล็ดกาแฟ จะต้องใช้เครื่องที่มีคุณภาพเครื่องสีรุ่นเก่า ผุพังและเกิดสนิมง่าย การใช้เครื่องสีที่มีราคาถูก ไม่ได้มาตรฐาน ใช้ไปนานๆ จะเกิดการชำรุด เครื่องเกิดสนิมเหล็ก ทำให้ผลผลิตกาแฟที่ได้ไม่มีคุณภาพ เพื่อช่วยเหลือวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตและแปรรูปกาแฟ มีการใช้เหล็กกล้าเกรดทำอาหารมาทำเป็นส่วนประกอบของเครื่องสีเมล็ดกาแฟ เพื่อไม่ทำให้เกิดสนิมเหล็ก ผลผลิตมีคุณภาพ พร้อมทั้งได้ศึกษาทดสอบระยะเวลา อัตราการสีในการสีแต่ละครั้ง ผลปรากฏว่าทำการสีได้ปริมาณมากกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า ช่วยร่นระยะเวลาการสีได้ ร้อยละ 16.97 กว่าเครื่องสีทั่วๆ ไป (Imthup, 2019)

และมีงานวิจัยที่ได้ศึกษาสมรรถนะเครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า เมื่อ เครื่องสีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้าเป็นเครื่องจักรกลที่สำคัญในกระบวนการผลิตสารกาแฟ อาราบิก้า มีหลักการทำงานที่สำคัญคือการปอกเปลือกผลกาแฟแยกออกจากเมล็ดสารกาแฟ โดยมี เกณฑ์ในการทดสอบสมรรถนะคือ อัตราการสีเปอร์เซ็นต์การสีเปอร์เซ็นต์การแตกหักเมล็ดสาร การปนเปื้อนของเมล็ดสารและเปลือกการใช้พลังงานต้นกำลังและการใช้น้ำในขั้นตอนการสี

โดยใช้เครื่อง สีเปลือกสดกาแฟอาราบิก้า แบบลูกสีทรงกรวยตัดแนวตั้ง ขนาดกรวยเส้นผ่าศูนย์กลางด้านบน 240 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านล่าง 260 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร มีช่องป้อนการสี 4 ช่องทาง มอเตอร์ต้นกำลัง 1.50 กิโลวัตต์โดยทดสอบที่ ความเร็วรอบลูกสีต่างๆ คือ 250, 300, 350, 400 และ 450 รอบ/นาทีตามลำดับ พบว่า ความเร็วรอบที่ 450 รอบ/นาที สามารถสีเปลือกเมล็ดกาแฟได้มากที่สุด (Akornchi et al., 2014)

ขอบเขตของการวิจัย

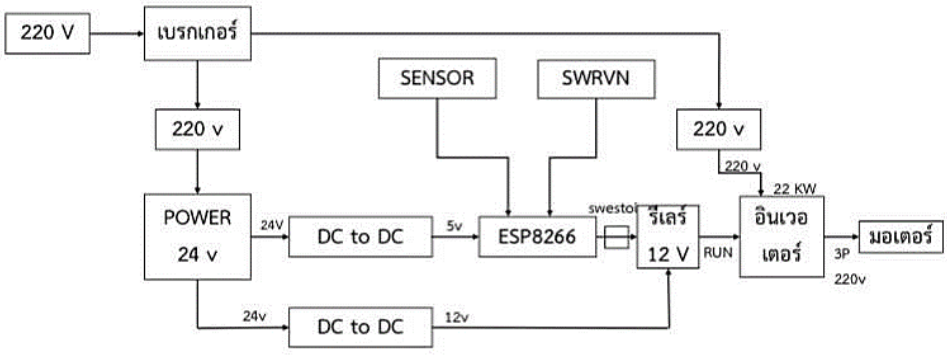
1. งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในครัวเรือนใช้งานโดยควบคุมผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่าน Application (แอพพลิเคชั่น) Blynk โดยระบบจะแจ้งปริมาณกาแฟตั้งแต่เริ่มต้นเดินเครื่อง จนกาแฟหมด ก็จะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน โดยออกแบบต้นแบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟเหมาะกับปริมาณเมล็ดกาแฟ 5 กิโลกรัม และทำการประเมินผลประสิทธิภาพ โดยการหาความแม่นยำของการสั่งการด้วยสมาร์ทโฟนด้วยการหาค่าความแม่นยำ

2. ทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานของเครื่องผ่านแบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟควบคุมโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบเพื่อประเมินความพึงพอใจของชาวสวนกาแฟใน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 50 คน แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้โดยค่าทางสถิติคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือพึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟ

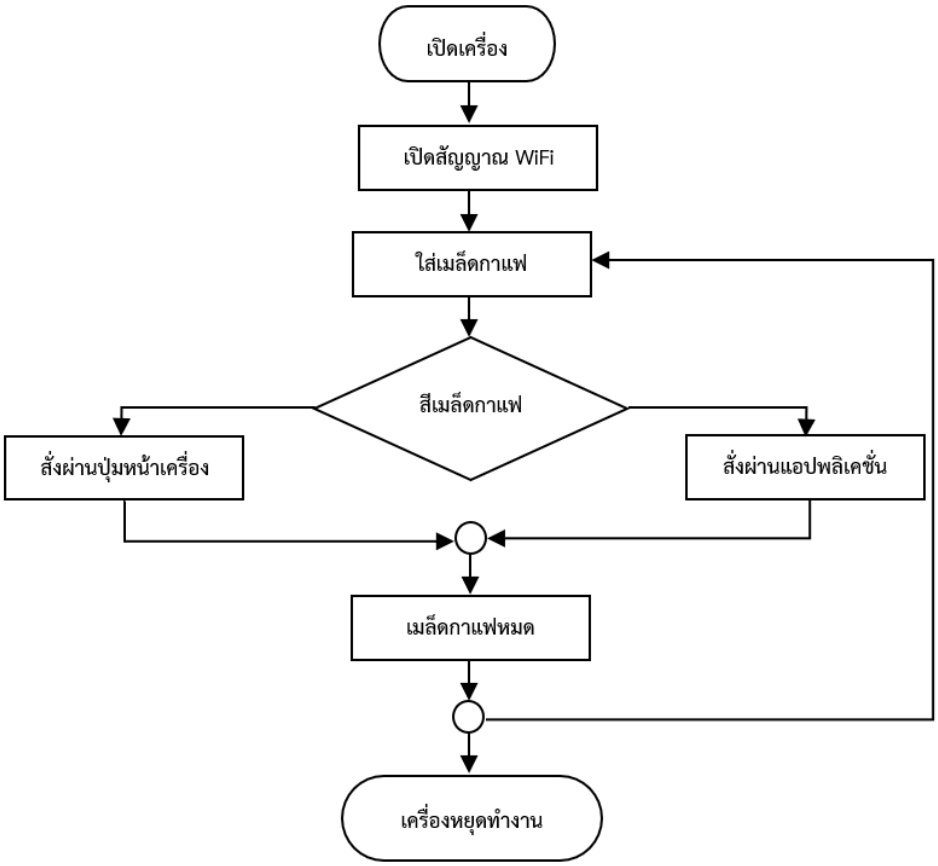
การออกแบบทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน จะเริ่มจากออกแบบแหล่งจ่ายแรงดันโดยจะต้องทำการแปลงแรงดันกระแสสลับ 220 V จาก 1 เฟส เป็น 3 เฟส เข้าไปยังมอเตอร์ จากนั้นแรงดัน 24 V เข้าวงจร DC to DC Converter ปรับแรงดันจาก 24 V เป็น 12 V และ 5 V โดยแรงดัน 12 V จะจ่ายแรงดันไปยังรีเลย์ (Relay) และ 5 V ไปยังบอร์ด ESP8266 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบอัตโนมัติแสดงดังภาพที่ 2



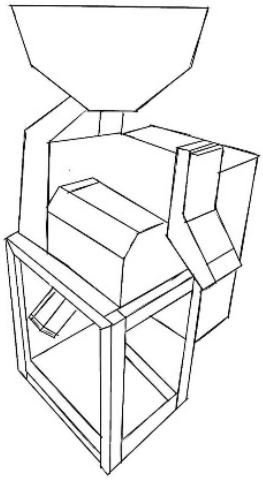
ภาพที่ 2 บล็อกไดอะแกรมระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบอัตโนมัติ

เริ่มต้นการทำงานโดยการเกิดเครื่อง และเปิด wifi ในสมาร์ทโฟน นำเมล็ดกาแฟที่ต้องการขัดสีใส่เข้าไปในเครื่อง จากนั้นเครื่องก็จะเข้าสู่กระบวนการสีเมล็ดกาแฟ โดยสั่งผ่านแอปพลิเคชั่น และเมื่อเมล็ดกาแฟหมดก็จะมีการแจ้งเตือน และทำการใส่เมล็ดกาแฟใหม่เข้าไป โดย Flow chat เครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนแสดงดังภาพที่ 3

ลักษณะโครงสร้างของดเครื่องสีกาแฟอัตโนมัติจะออกแบบมาสำหรับใช้สีเมล็ดกาแฟโดยสั่งการจากสมาร์ทโฟน และโครงสร้างของเครื่องสีกาแฟอัตโนมัติจะแบ่งเป็น 2 โครงสร้างได้แก่ (1) โครงสร้างตู้คอนเทนเนอร์สำเร็จรูปจะมีความกว้างอยู่ที่ 17 เซนติเมตร ความยาวอยู่ที่ 35 เซนติเมตรและความสูงอยู่ที่ 52 เซนติเมตร (2) โครงสร้างของเครื่องสีกาแฟที่สร้างเรียบร้อยแล้วจะมีทขนาดของเครื่องความยาว 60 เซนติเมตรความกว้าง 40 เซนติเมตร ความสูง 110 เซนติเมตร มีลักษณะดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 Flow chat เครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

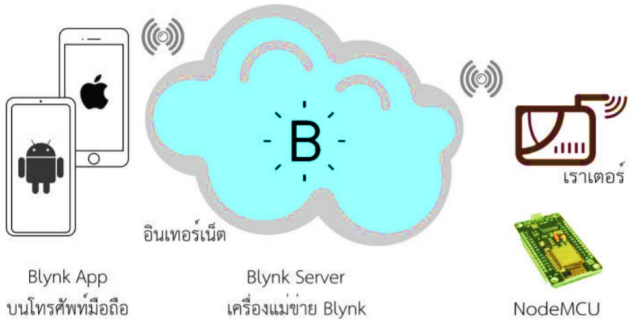


ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

ทำการติดตั้งตู้ควบคุมเข้ากับโครงสร้าง ทำการติดตั้งตู้ควบคุมสำหรับใส่วงจรต่างๆ ลงภายในตู้โดยจะเป็นตู้เหล็กสามารถเปิดหรือปิดประตูได้ แสดงดังภาพที่ 5

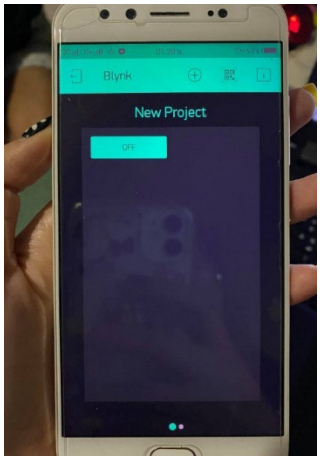
ภาพที่ 5 ติดตั้งตู้ควบคุมเข้ากับเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

ทดสอบทำงานของเซนเซอร์อัลตร้าโซนิค โดยการใส่เมล็ดกาแฟลงไปในเครื่องสีกาแฟอัตโนมัติแล้วสังเกตว่ามีการแจ้งเตือนหรือไม่เมื่อเมล็ดกาแฟในเครื่องสีกาแฟอัตโนมัติหมด โดยทำการทดสอบแอพลิเคชั่น ทดสอบแอพลิเคชั่นโดยการสั่งการสั่งการเปิดปิดการทำงานของเครื่องสีกาฟอัตโนมัติผ่านแอพลิเคชั่น และสามารถรับการแจ้งเตือนเมื่อเมล็ดกาแฟหมดได้หรือไม่ ภาพรวมของระบบ Network Blynk แสดงดังภาพที่ 6 และทดสอบแอพลิเคชั่น Blynk สั่งการผ่านสมาร์ทโฟน แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ภาพรวมของระบบ Network Blynk (Narong Bubthong,2020)

Blynk คือ Application สำเร็จรูปสำหรับงาน IOT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่างๆ เข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu,Rasberry pi นำมาแสดงบน Application ได้อย่างง่ายดาย แล้วที่สำคัญ Application Blynk ยังฟรี และรองรับในระบบ IOS และ Android (Narong Bubthong, 2020) วิธีการทำงานของ Blynk เริ่มจาก อุปกรณ์ เช่น Arduino esp8266 Esp32 Rasberry Pi เชื่อมต่อไปยัง Server ของ Blynk โดยตรง สามารถรับส่งข้อมูลหากันได้ (Phurahong and Klangwicha, 2018)



ภาพที่ 7 ทดสอบแอปพลิเคชั่นสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากรและตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้กลุ่มตัวอย่างเป็นชาวสวนกาแฟ ใน อำเภอพืะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 50 คน (n=50) เพื่อประเมินความพึงพอใจ เครื่องสีเมล็ดกาแฟควบคุมโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ

ผลการวิจัย

ในหัวข้อผลการวิจัยแบ่งผลการทดสอบออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยมีผลการทดลองดังนี้

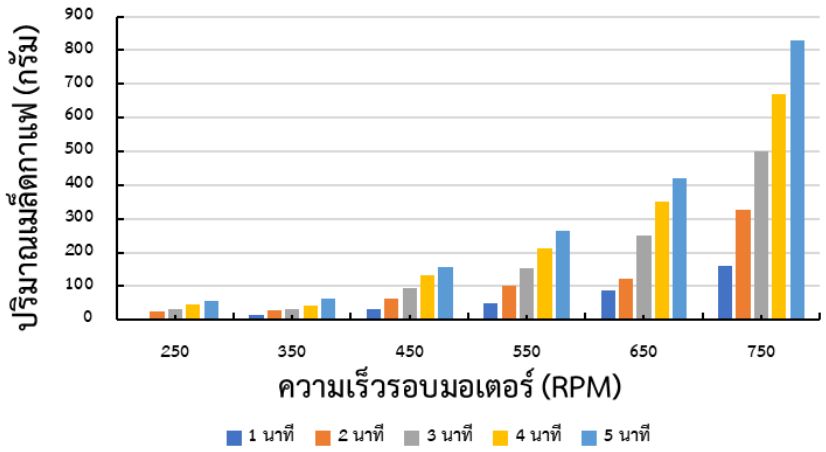
1. ผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยการปรับความเร็วมอเตอร์ให้อยู่ที่ 250 - 750 RPM และใส่เมล็ดกาแฟครั้งละ 5 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	ผลการทดลอง		
	ปรับความเร็วรอบมอเตอร์	ปริมาณของเมล็ดกาแฟ	เวลาที่ใช้ในการสี
1	250 RPM	5 กิโลกรัม	7 ชั่วโมง 24 นาที
2	350 RPM	5 กิโลกรัม	4 ชั่วโมง 2 นาที
3	450 RPM	5 กิโลกรัม	2 ชั่วโมง 40 นาที
4	550 RPM	5 กิโลกรัม	1 ชั่วโมง 40 นาที
5	650 RPM	5 กิโลกรัม	1 ชั่วโมง
6	750 RPM	5 กิโลกรัม	30 นาที

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนโดยการปรับความเร็วมอเตอร์ให้อยู่ที่ 250, 350, 450, 550, 650 และ 750 RPM และใส่เมล็ดกาแฟครั้งละ 5 กิโลกรัม จากการทดลอง พบว่าการทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์เพิ่มขึ้น ทำให้ได้ปริมาณเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น

และทำการปรับความเร็วรอบในระดับ 250, 350, 450, 550, 650 และ 750 RPM ตามลำดับจากนั้นเปรียบเทียบปริมาณกาแฟที่สีได้จากเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนในเวลา 1-5 วินาทีพบว่า ที่ความเร็วรอบ 750 RPM สามารถสีเมล็ดกาแฟมากที่สุด และที่ 250 RPM นั้นสามารถสีเมล็ดกาแฟได้น้อยที่สุด ภาพแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณกาแฟที่ได้ในระดับความเร็วรอบของมอเตอร์เครื่องสีเมล็ดกาแฟที่เปลี่ยนไปในเวลา 1-5 นาที แสดงดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ปริมาณกาแฟที่ได้ในระดับความเร็วรอบของมอเตอร์เครื่องสีเมล็ดกาแฟที่เปลี่ยนไปในเวลา 1-5 นาที

2. ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน จากที่คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟ และเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนนี้ออกแบบให้สามารถ เปิด ปิด ระบบ และสามารถบอกปริมาณเมล็ดกาแฟได้ รวมถึงมีการแจ้งเตือนเมื่อปริมาณเมล็ดกาแฟที่ทำการสีหมดเป็นที่เรียบร้อย

ในการตรวจสอบความหาค่าความแม่นยำ(Accuracy) ของการทำงานของเครื่องในการสั่งการโดยสมาร์ทโฟน คณะผู้วิจัยเลือกใช้สมการพื้นฐาน(Roselin Petagon, Oranuch Pantho,2020) ดังนี้

$$\%Accuracy = 100 - \%Relative\ Error \quad (1)$$

โดยร้อยละ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์ (Relative Error) ดังนี้

$$\%Relative\ Error = [\frac{(|X_{mea} - Xt_t|)}{X_t}]\ x\ 100 \quad (2)$$

เมื่อ X_{mea}คือ จำนวนครั้งที่เครื่องทำงานได้ตามคำสั่ง

X_t คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบทั้งหมด

ผู้วิจัยได้ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องโดยใช้ปริมาณเมล็ดกาแฟเริ่มต้น 5 กิโลกรัม ทำการทดสอบให้เครื่องเปิด-ปิด ระบบการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟนผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 และทำการสรุปค่าความแม่นยำของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนในการเปิด-ปิดการทำงานของระบบ และการแจ้งเตือนเมื่อเมล็ดกาแฟหมด

การทดลองครั้งที่	ผลการทดลอง						
	ปริมาณของเมล็ดกาแฟเริ่มต้น	ในสถานะเปิดการทำงาน		ในสถานะปิดการทำงาน		เมื่อเมล็ดกาแฟหมด	
		สั่งการได้	สั่งการไม่ได้	สั่งการได้	สั่งการไม่ได้	แจ้งเตือน	ไม่แจ้งเตือน
1	5 กก.	✓		✓		✓	
2	5 กก.	✓		✓		✓	
3	5 กก.	✓		✓		✓	
4	5 กก.	✓		✓		✓	
5	5 กก.	✓		✓		✓	
6	5 กก.	✓		✓			✓
7	5 กก.	✓		✓		✓	
8	5 กก.	✓		✓		✓	
9	5 กก.	✓		✓		✓	
10	5 กก.	✓		✓		✓	

ตารางที่ 3 ตารางสรุปค่าความแม่นยำของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

กรณีการทำงานของเครื่อง	จำนวนครั้งที่ใช้ทดสอบทั้งหมด	จำนวนครั้งที่เครื่องทำงานได้แม่นยำ	ค่าความแม่นยำ (%)	ค่าความคลาดเคลื่อน (%)
สถานะเปิดการทำงาน	10	10	100	0
สถานะปิดการทำงาน	10	10	100	0
แจ้งเมื่อเมล็ดกาแฟหมด	10	9	90	10

จากตารางสรุปค่าความแม่นยำของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 กรณี พบว่า เมื่อสั่งการให้เครื่องเปิดการทำงานผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 100% และเมื่อสั่งการให้เครื่องปิดการทำงานผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 100% กรณีที่ 3 ต้องการให้เครื่องแจ้งเมื่อเมล็ดกาแฟหมดเครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 90% เครื่องทำงานผิดพลาด 1 ครั้ง คิดเป็น 10%

3. ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

คณะผู้วิจัยได้ทำการในการใช้งานประเมินความพึงพอใจเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ เพื่อให้ทราบถึงความพึงพอใจและข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ในการกรับปรุงพัฒนาเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนในงานวิจัยครั้งต่อไป โดยเลือกประเมินจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 50 คน (n=50)

แสดงผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ ดังตารางที่ 4 โดยกำหนดระดับผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจแบ่งออกเป็นดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 - 4.49 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 - 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ

แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ	**ระดับความพึงพอใจ (N=50)**	
	$\bar{X}$	**S.D.**
1) การออกแบบระบบเหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	0.40
2) ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.90	0.30
3) เพิ่มความสดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน	4.40	0.49
4) เพิ่มผลผลิตแก่ผู้ใช้งาน	4.30	0.46
5) ลักษณะโครงสร้างเหมาะสมกับผู้ใช้งาน	4.25	0.53
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53	0.44
ระดับความพึงพอใจ	**มากที่สุด**	

จากตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบโดยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน แบบประเมินแบ่งเป็น 5 ข้อ ข้อ (1) เป็นการประเมินการออกแบบระบบเหมาะสมกับการใช้งาน ผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.40) ข้อ (2) เป็นการประเมินการนำเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบในลักษณะการนำไปใช้แล้วใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90 , S.D. = 0.30) ข้อ (3) เป็นการประเมินเพื่อให้ทราบว่าเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบเพิ่มความสดวกสบายแก่ผู้ใช้งานมากน้อยเพียงใด ผลการประเมินพบว่าอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.49) ข้อ (4) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ว่าเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบสามารถเพิ่มผลผลิตมากกว่าการใช้แรงงานคน ผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 4.30, S.D. = 0.46) และข้อ (5) ประเมินลักษะโครงสร้างเหมาะสมกับผู้ใช้งาน ผลแสดงค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ =4.25, S.D. = 0.53) ทำการสรุปค่าความพึงพอใจการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม คือ พึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.53, S.D.= 0.44)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในการออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน

อภิปรายผลการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนโดยการปรับความเร็วมอเตอร์ให้อยู่ที่ 250, 350, 450, 550, 650 และ 750 RPM และใส่เมล็ดกาแฟครั้งละ 5 กิโลกรัม จากการทดลอง พบว่าการทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนเมื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์เพิ่มขึ้น ทำให้ได้ปริมาณเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น แต่การปรับความเร็วที่เกินพิกัดของมอเตอร์จะทำให้มอเตอร์ทำงานเกินพิกัดกำลังและทำให้เกิดความเสียหายกับมอเตอร์ได้ แต่ในทางตรงกันข้ามกับถ้าปรับความเร็วรอบมอเตอร์ต่ำเกินไป จะทำให้เครื่องทำงานช้าและเสียเวลาในการสีมากส่งผลให้ได้ผลผลิตลดลงและทำการปรับความเร็วรอบในระดับ 250, 350, 450, 550, 650 และ 750 RPM ตามลำดับจากนั้นเปรียบเทียบปริมาณกาแฟที่สีได้จากเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนในเวลา 1-5 วินาทีพบว่า ที่ความเร็วรอบ 750 RPM สามารถสีเมล็ดกาแฟมากที่สุด และที่ 250 RPM นั้นสามารถสีเมล็ดกาแฟได้น้อยที่สุด

อภิปรายผลการตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน จากตารางสรุปค่าความแม่นยำของการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 กรณี พบว่า เมื่อสั่งการให้เครื่องเปิดการทำงานผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 100% และเมื่อสั่งการให้เครื่องปิดการทำงานผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า เครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 100% กรณีที่ 3 ต้องการให้เครื่องแจ้งเมื่อเมล็ดกาแฟหมดเครื่องสามารถทำงานได้มีค่าความแม่นยำ 90% เครื่องทำงานผิดพลาด 1 ครั้ง คิดเป็น 10% เนื่องจากว่าเกิดความผิดพลาดของสัญญาณของโทรศัพท์มือถือ

อภิปรายผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน แบบประเมินแบ่งเป็น 5 ข้อ ผลการประเมินทั้ง 5 ข้อ ผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมากและ ผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากเครื่องสีเมล็ดกาแฟที่คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นนั้นสามารถควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟน ทำให้เกษตรกรชาวสวนกาแฟสีเมล็ดกาแฟได้ปริมาณเมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ช่วยเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร ทำให้เกษตรกร มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการทำการการออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟน โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ คือ เพื่อพัฒนาเครื่องสีเมล็ดกาแฟและออกแบบและสร้างเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน เพิ่มความสะดวก รวดเร็ว ในการสีเมล็ดกาแฟ ลดเวลาและเพิ่มผลผลิตมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในครัวเรือนใช้งานโดยควบคุมผ่านโทรศัพท์สมาร์ทโฟนผ่าน Application (แอพพลิเคชั่น) Blynk โดยระบบจะแจ้งปริมาณกาแฟตั้งแต่เริ่มต้นเดินเครื่อง จนกาแฟหมด ก็จะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้งาน โดยออกแบบต้นแบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟเหมาะกับปริมาณเมล็ดกาแฟ 5 กิโลกรัม และการทดสอบสมรรถนะ (Performance) การทำงานของเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟน ผลสรุปได้

ว่าเครื่องสามารถสีเมล็ดกาแฟได้ปริมาณมากสุด ที่ 830 กรัม ความเร็วรอบที่ 750 RPM ในเวลา 5 นาที จากนั้นทำการประเมินผลประสิทธิภาพ โดยการหาความแม่นยำของการสั่งการด้วยสมาร์ทโฟน ด้วยการหาค่าความแม่นยำ พบว่า ระบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟนทำงานมีความแม่นยำ 90% และทำการประเมินความพึงพอใจการใช้งานของเครื่องผ่านแบบประเมินความพึงพอใจการออกแบบเครื่องสีเมล็ดกาแฟควบคุมโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบเพื่อประเมินความพึงพอใจของชาวสวนกาแฟใน อำเภอพ๊ะโต๊ะ จังหวัดชุมพร จำนวน 50 คน แบบประเมินความพึงพอใจ ใช้โดยค่าทางสถิติคือ ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) คือ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด ผลการศึกษาความพึงพอใจในการใช้เครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งที่ควบคุมการทำงานโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ ทำการสรุปค่าความพึงพอใจการใช้งานเครื่องสีเมล็ดกาแฟสั่งการโดยผ่านสมาร์ทโฟนต้นแบบ มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม คือ พึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.44)

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ประกอบการที่สนใจสามารถผลิตเครื่องสีเมล็ดกาแฟเพื่อจัดจำหน่ายได้
2. ผู้ที่สนใจศึกษาสามารถพัฒนาเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานผ่านระบบอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการให้ติดตั้งและบันทึกผลการวิจัย รวมทั้งสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยจนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Akornchi, W., et al. (2014). Study On Performance of Arabica Coffee Pulping Machine. *Journal of Agricultural Science and Management*, 1-10. (in Thai)

Boonchouytan,W., et al.(2021). The Development of Splitting Flesh and Fibers Palmyra Fruit Machine. *Wichcha Journal*, 40(1), 76-90. (in Thai)

Bubthong,N. (2020). *Using Blynk App*. [Online]. Retrieved July 4, 2021, from: http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/blynk.pdf. (in Thai)

Department of Agricultural Extension Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2014). *Increasing the efficiency of coffee production*. Bangkok: Agricultural Cooperative Society of Thailand Limited Printing House. (in Thai)

Horticultural Research Institute Department of Agriculture. (2019). *Arabica Coffee Production Management Handbook*. 2nd ed. Nonthaburi: GUARANTEE Publishing House. (in Thai)

Imthup,S. and Phumpuang,T. (2019). *Modified quality coffee bean milling machine for coffee farmers in Nan*. [Online]. Retrieved August 20, 2021, from: https://www.technologychaoban.com › article_116661. (in Thai)

Kaewwichit, T., Bunyasophon, T., Tubtim, W. and Ploypansang,P.(2019).Machine Sort of Color and Size for Roasted Coffee Using Digital Image. *The Proceedings of Academic Conference Rajamangala University of Technology Rattanakosin 4th and International Conference Rajamangala University of Technology Rattanakosin No. 1 "Elevating Research to Drive Sustainable Economy and Society*, 26 - 28 June 2019 at Royal River Hotel Bangkok,1-8 (in Thai)

Pendergrast, M.H.(2009). Coffee second only to oil. *Tea & Coffee Trade Journal,* 181(1), 38-41. [Online]. Retrieved July 7, 2021. from: https://www.researchgate.net/publication/ 284620486_ Coffee_Second_to_oil TY - JOUR

Petagon, R. and Pantho, O. (2020). Drone for Detecting Forest Fires using Deep Learning Technique. *Sripatum Review of Science and Technology*, 12, 65-78. (in Thai)

Phurahong, K. and Klangwicha, N. (2018). *Application Check Status Battery*. Bangkok: Attawit Commercial College of Technology. (in Thai)

Prachachat.net. (2019).*Regional Economy*. [Online]. Retrieved July 4, 2021, from: https://www.prachachat.net/local-economy/news. (in Thai)

Sekthira,A. and Angkasithom,P .(1994). *Planting and producing coffee on highland*. Chiang Mai: Coffee Research and Development Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. (in Thai)

Thongchuepong,P. (2016). Factors and effects of smartphone addiction on work performance Fear of not having a smartphone. *Journal of Business Information Systems (JISB)*, 2(3), 40-54. (in Thai)

Villanueva, C. (2006). Total and specific fluid consumption as determinants of bladder cancer risk. *International Journal of Cancer*, 118(8), 2040–2047.

Wiphatthaprated, Y. (2016). Smartphone use behavior in the classroom of Dhurakij Pundit University students. *Suthiparitat Journal*, 30(95), 48-58. (in Thai)