รายงานการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

Development of Innovative Separation of Guava using Spectrum Analysis.

ยศวรรธน์ จันทนา และคณะ

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รหัสโครงการสัญญา 65A145000020

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

Development of Innovative Separation of Guava using Spectrum Analysis.

ยศวรรธน์ จันทนา สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
นรัตว์ รัตนวัย สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ

งบประมาณสนับสนุนทุนอุดหนุนงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2565

ชื่องานวิจัย การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม
ผู้วิจัย ยศวรรธน์ จันทนา
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา นรัตว์ รัตนวัย
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ **ปีเสร็จวิจัย** 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ตัวเครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบ ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการคัดแยกผลฝรั่งจากการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C สำหรับการนำไปแปรรูป และเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังถาดที่กำหนดไว้อัตโนมัติโดยอาศัยการควบคุมของ Raspberry Pi จากกระบวนการแยกวัตถุด้วยเซ็นเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซ็นเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่แตกต่างกันตามแต่ละตัวแปรที่ตั้งไว้ของผลฝรั่ง นอกจากนี้ตัวเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่ศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการวิจัยเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่งพบว่าสามารถคัดแยกผลฝรั่งโดยมีระยะเวลาการทดสอบคัดแยกผลผลฝรั่งตามขนาด A ผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C สำหรับการนำไปแปรรูป ปรากฏว่าได้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 14.93, 15.46 และ 16.59 วินาที ตามลำดับ และได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของตัวเครื่อง 15.66 วินาที และสามารถแยกจำแนกผลฝรั่งได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกถูกต้องได้ทั้งหมด

คำสำคัญ : การวิเคราะห์สเปกตรัม, การคัดแยก, ฝรั่ง

Title Development of Innovative Separation of Guava using Spectrum Analysis.

Author Yotsawat Jantana

Co-Researcher Narat Rattanawai

Branch Computer Engineer.

Phetchabun Rajabhat University 2022

Abstract

This research is to Development of Innovative Separation of Guava using Spectrum Analysis. The machine can operate according to the design. Based on principles technology from the image processing sensor device to sort guava fruit from the main hypothesis is guava fruit sorting according to A size, guava fruit sorting according to B size, and guava C grading for processing. And move the object to the specified tray automatically by using the control of the Raspberry Pi from the process of separating the object with the sensor reading the amount of light intensity that hits the object and reflected back to the sensor, interpreting it into different signals accordingly Each set variable of guava fruit in addition, the prototype can operate according to the requirements studied and efficiently.

From the research results of the guava fruit sorting prototype, it was found that guava fruit sorting was possible with a test period of sorting according to A size, guava fruit to B size, and guava C grading for processing. It turned out that the mean time was 14.93, 15.46 and 16.59 seconds, respectively, and the average operating time of the machine was 15.66 seconds, and all guava fruits could be classified. and the position that needs to be sorted correctly.

Keywords: Spectrum Analysis, Separation, Guava

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ยศวรรธน์ จันทนา และคณะ

พฤศจิกายน 2565

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2
1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการ 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ฝรั่ง 5
2.2 พันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูก ในปัจจุบัน 7
2.3 การขยายพันธุ์และการผลิตต้นกล้า 10
2.4 การป้องกันและกำจัดโรคแมลง 11
2.5 วิธีการเก็บเกี่ยวฝรั่ง 11
2.6 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image processing) 12
2.7 ทฤษฎี Machine Learning 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 Raspberry Pi 4 (model B) 17
2.9 Webcamera 19
2.10 ระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 20
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 24
3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม 24
3.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 27
3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 30
บทที่ 4 ผลการวิจัย 33
4.1 ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 1 33
4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2 37
4.3 ผลการศึกษาประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3 41
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 43
5.1 สรุปผล 43
5.2 แนวทางในการพัฒนา 44
บรรณานุกรม 45
ภาคผนวก 46
ภาคผนวก ก ภาพถ่ายจากการทดสอบเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง 47
ประวัติคณะผู้วิจัย 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3-1 การทดสอบกระบวนการรู้จำวัตถุผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 28

3-2 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A 28

3-3 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B 29

3-4 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งคัดฝรั่งตามเกรด C .. 29

4-1 ผลค่าความถี่ และค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 35

4-2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 36

4-3 ผลการทดสอบแยกผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 37

4-4 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A 38

4-5 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B..... 39

4-6 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C การคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C 39

4-7 ค่าความถี่และร้อยละ 41

4-8 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 41

สารบัญรูป

ภาพที่ **หน้า**

2-1 แสดงถึงลำต้นติดดอกของฝรั่ง ผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและผลฝรั่งพันธุ์กิมจู 7
2-2 ผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง 8
2-3 ผลฝรั่งพันธุ์กลมลี่ 8
2-4 ผลฝรั่งพันธุ์กิมจู 9
2-5 การหาขอบภาพวัตถุ 13
2-6 ภาพประกอบการแยก train และ test 16
2-7 ภาพประกอบการแยก train และ validation 17
2-8 บอร์ด Raspberry Pi (model B) 18
2-9 การเขียนโค้ดในบอร์ด Raspberry Pi 4 Model B 21
4-1 แสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 33
4-2 ตัวอย่างภาพที่ประมวลผลด้วยเซ็นเซอร์สำหรับการคัดแยกผลฝรั่งตกเกรด 34

ภาคผนวก ก

ก-1 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่จัดจำหน่ายเป็นผล
ของการคัดแยกจากเครื่อง 48
ก-2 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่นำมาแปรรูปจากการคัดแยกด้วยตัวเครื่อง 48
ก-3 แสดงภาพอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง 49
ก-4 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบบนเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง 49
ก-5 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดเกรดแปรรูป 50
ก-6 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดขนาด A และขนาด B 50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปลูกฝรั่งในประเทศไทย พบว่า ปี พ.ศ. 2555 มีเนื้อที่ปลูกรวมทั้งประเทศ 40,532 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น ภาคเหนือ 2,848 ไร่ ภาคกลาง 34,211 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,435 ไร่ และภาคใต้ 1,038 ไร่ และมีปริมาณผลผลิตรวมทั้งประเทศประมาณ 99,923 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวพื้นที่ปลูกฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์มีการกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ทั้งจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยผลผลิตฝรั่งของเกษตรกรจะมีพ่อค้าคนกลางรายใหญ่มารับซื้อ ซึ่งพ่อค้าคนกลางจะเป็นผู้กำหนดราคารับซื้อฝรั่งจากเกษตรกรและเกษตรกรยังสามารถพึ่งพาตนเองโดยนำฝรั่งมาจำหน่ายเองตามตลาดท้องถิ่น ณ ปัจจุบันเกษตรกร พบปัญหาในการปลูกฝรั่ง คือ การคัดขนาดผลของฝรั่ง ผลของฝรั่งที่ตกเกรด การเก็บรักษาและการแปรรูปเพื่อขยายระยะเวลาสำหรับการจัดจำหน่าย ที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนโดยตรงแก่เกษตรกรผู้ปลูกเป็นอย่างมาก หากเกษตรกรผู้ผลิตฝรั่งสามารถแก้ไขจุดอ่อนและอุปสรรคดังกล่าวข้างต้นก็จะสามารถทำให้ระบบการผลิตฝรั่งมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

ฝรั่งเป็นผลไม้ที่เป็นที่คุ้นเคยกับชีวิตประจำวันของคนไทยและเป็นผลไม้ที่มีขายตลอดทั้งปี มีรสชาติดี ราคาไม่แพง มีคุณค่าทางอาหารสูง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541) ปัจจุบันมีการแปรรูปฝรั่งหลายรูปแบบ เช่น ฝรั่งอบแห้ง ฝรั่งแช่บ๊วย แยมฝรั่ง เป็นต้น การผลิตฝรั่งแช่บ๊วยเป็นทางเลือกหนึ่งที่นิยมทำกันในปัจจุบัน เนื่องจากการลงทุนต่ำ แต่เมื่อแปรรูปเป็นฝรั่งแช่บ๊วยแล้วมีมูลค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งเป็นที่นิยมต่อผู้บริโภค (โชกุน อินเตอร์ฟูดส์ ดอท คอม, 2551) และยังเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกผลฝรั่งสำหรับการถนอมอาหารอีกด้วย

การสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร พบว่า มีปัญหาในการคัดแยกผลฝรั่งที่ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก ค่าจ้างแรงงานสูง และขาดทักษะความชำนาญสำหรับการคัดแยกผลของฝรั่งที่มีอยู่ 2 ลักษณะ คือผลฝรั่งที่มีลักษณะผลสวยจะนำมาบรรจุเพื่อส่งขายเป็นผล และฝรั่งที่มีลักษณะผลไม่สวยงามจะนำมาแปรรูปในรูปแบบต่างๆ เช่น ฝรั่งแช่บ๊วย เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลฝรั่งที่ตกเกรดและเป็นการขยายช่องทางการจัดจำหน่ายผลผลิตอีกด้วย ซึ่งในการคัดแยกผลฝรั่งเป็นต้นทุนที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ดำเนินการวิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งแบบอัตโนมัติที่อาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม (Spectrum Analysis) เพื่อพิจารณาและสังเกตลักษณะทางกายภาพ โดยนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการหา

ค่าความยาวคลื่นที่แตกต่างกันของผลผลิต ไปใช้ประโยชน์ในการคัดแยกผลฝรั่งได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับการแปรรูปเป็นฝรั่งแช่บ๊วยหรือการจัดจำหน่ายเป็นแบบผล ซึ่งกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งจังหวัดเพชรบูรณ์สามารถลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตจากการใช้เครื่องคัดแยกผลฝรั่งสำหรับรับประทานสดและการผลิตเป็นฝรั่งแช่บ๊วยได้อย่างเหมาะสม ช่วยลดระยะเวลาการคัดแยกผลผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้แรงงานคนที่ขาดความชำนาญและทักษะประสบการณ์ในการคัดแยกผลผลิต โดยระยะเวลาที่เกิดผลจะเท่ากับระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการวิจัยตามสัญญาทุน

1.2 วัตถุประสงค์หลักของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

1.2.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกผลฝรั่ง

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี งานวิจัยสำหรับพัฒนานวัตกรรมต้นแบบ

1.3.2 พัฒนาและออกแบบของเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกผลฝรั่ง

1.3.3 ทำการสร้างของเครื่องต้นแบบสำหรับคัดแยกผลฝรั่ง ที่ได้พัฒนาออกแบบขึ้นมา

1.3.4 ทดสอบการใช้งาน และวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งหาทางแก้ไข และทำการปรับปรุงให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.5 สรุปและรายงานผล

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ในการวิจัย

1) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

2) พื้นที่ในการทำวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง และทดสอบสมรรถนะได้แก่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

3) พื้นที่ในการวิจัยเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี เกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ระยะที่ 1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระยะที่ 2 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

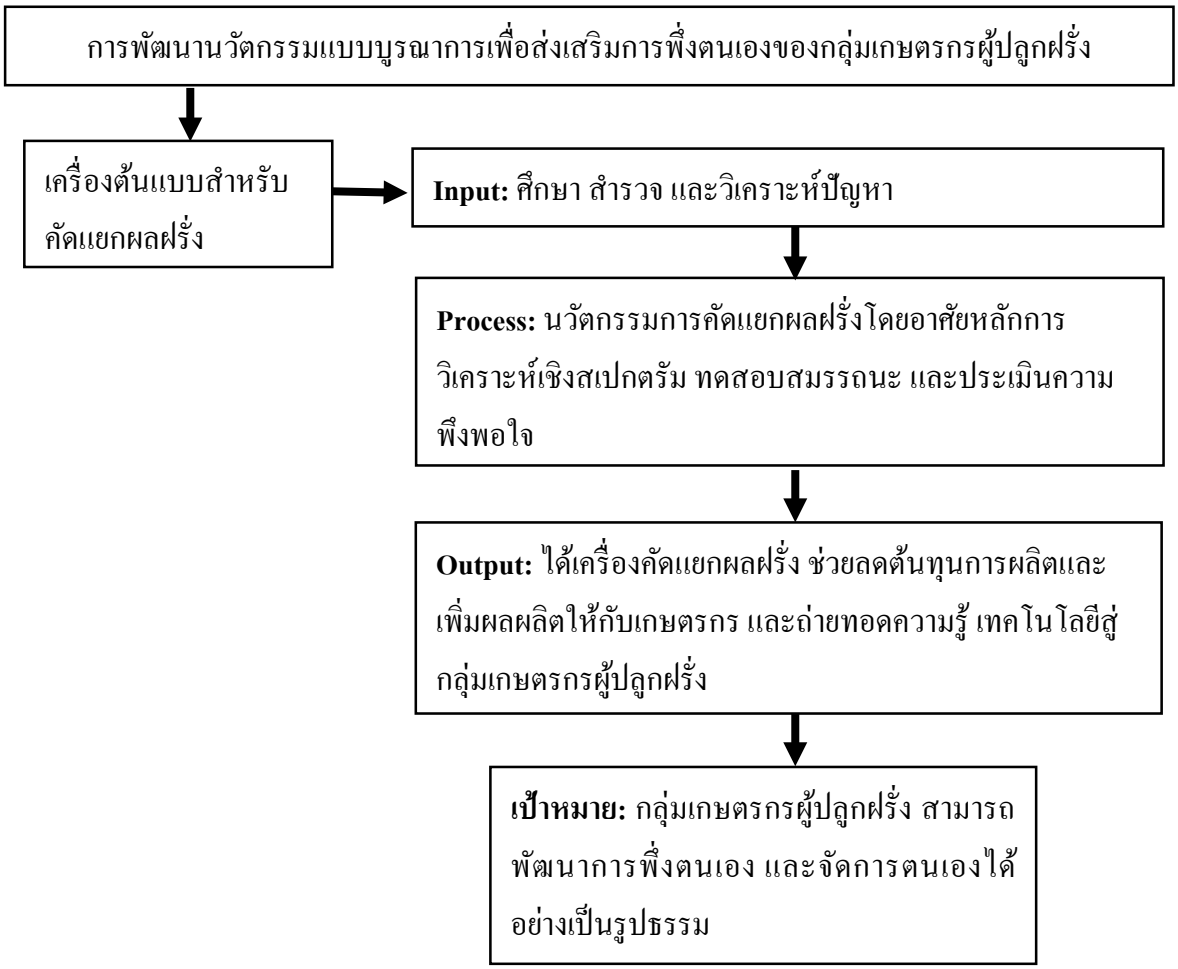
ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

ระยะที่ 4 ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

1.4.3 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.5 กรอบแนวความคิดการวิจัย



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้พัฒนาตนเองในด้านวิชาการในการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

1.6.2 ได้เครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ที่ช่วยแก้ไขปัญหาในชุมชนท้องถิ่น สอดคล้องกับปรัชญาและพันธกิจของมหาวิทยาลัย

1.6.3 เกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ได้เทคโนโลยีเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ที่สามารถลดเวลาในการผลิตในลักษณะงานที่ใกล้เคียงกันได้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานการพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ทางกลุ่มผู้วิจัยได้นำทฤษฎีมาอ้างอิงในการดำเนินโครงการดังนี้

2.1 ฝรั่ง

ฝรั่ง ถือเป็นไม้ผลที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาเขตร้อน เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมรับประทานชนิดหนึ่งทั้งในประเทศและต่างประเทศ ลักษณะลำต้นเป็นไม้ทรงพุ่ม สูง 3-5 เมตร สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพดิน และทนต่อความแล้ง และน้ำขังได้เล็กน้อย แต่โดยทั่วไปมักชอบเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย สภาพพื้นที่มีการระบายน้ำดีสามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 1 ปีหลังปลูก ผลสามารถเก็บได้ในช่วง 4-5 เดือน หลังติดดอก ซึ่งผลที่ได้จะติดผลและถึงระยะการเก็บเกี่ยวไม่พร้อมกันทั้งต้น โดยทั่วไปจะให้ผลได้ในช่วงปลายฤดูแล้งถึงต้นฤดูฝน คือ ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ และสายพันธุ์ที่ปลูก

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2557) ฝรั่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Psidium guajava L. และชื่อสามัญว่า guava จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ สามารถปลูกได้ดีในประเทศเขตร้อน ประเทศกึ่งร้อนหรือประเทศที่มีอากาศค่อนข้างอบอุ่น ผลฝรั่งอาจมีรูปร่างกลมหรือคล้ายลูกแพรเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-4 เซนติเมตร เปลือกบางประกอบไปด้วยเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมากซึ่งอยู่ตรงกลางของผลส่วนเนื้อในผลสุกมีเปลือกเป็นสีเหลืองและสีของเนื้ออาจมีสีเขียว ชมพู เหลือง ส้ม หรือแดงเข้ม ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์มีกลิ่นหอมและให้รสชาติเปรี้ยวอมหวาน ฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีผล ตลอดทั้งปีแต่ช่วงเวลาที่ผลิตผลออกสู่ท้องตลาดมากอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฝรั่งเป็นไม้ผลที่มีผลอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิดโดยฝรั่งพันธุ์รับประทานสดที่มีคุณภาพผลดีและคุณค่าทางโภชนาการสูง จะส่งเสริมให้มีสุขภาพที่ดีและลดโอกาสในการเกิดโรค ไม่ติดต่อเรื่อรัง (Non-Communicable Diseases) ให้แก่ผู้บริโภคเนื้อของผลฝรั่งมีสารพฤกษเคมี (Phytochemicals) ที่มีประโยชน์หลายชนิดและเป็นแหล่งสำคัญของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในผลของฝรั่งได้แก่ วิตามินซี แคโรทีนอยด์ แอนโทไซยานิน และสารประกอบ ฟีนอลิก นอกจากนี้เนื้อฝรั่งยังมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดีขึ้น

ฝรั่ง จัดได้ว่าเป็นพระเอกแห่งผลไม้ เพราะราคาของฝรั่งในขณะนี้มีราคาที่ดี ต้นทุนการผลิตต่ำปลูกร่วมกับผลไม้ชนิดอื่นได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกษตรกรหันมาสนใจในการปลูกฝรั่งเพิ่มมาก

ขึ้น ทั้งยังเป็นผลไม้ที่เจริญเติบโตง่ายและได้ผลผลิตอย่างรวดเร็ว ออกดอกติดผลตลอดทั้งปี ภายใน 1 ปี ก็สามารถเก็บผลผลิตขายได้ ทำให้เกษตรกรมีรายได้และคืนทุนเร็ว นอกจากนั้นไม่เพียงแต่เป็นผลไม้ที่รับประทานผลสดเท่านั้น แต่ยังสามารถนำมาดัดแปลงแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น ทำเป็นน้ำผลไม้ที่มีคุณค่าต่อร่างกาย หรือจะเป็นฝรั่งแช่บ๊วย ฝรั่งหยี ฝรั่งดอง ที่เป็นการถนอมอาหารอีกรูปแบบหนึ่ง นอกจากนั้นส่วนอื่นๆ ของฝรั่งยังมีประโยชน์ทางด้านสมุนไพรใช้เป็นยารักษาโรคได้ เช่น เปลือกและต้น มีสรรพคุณแก้ปวดฟัน ใบใช้เคี้ยวดับกลิ่นปาก ผลอ่อนเป็นยาแก้ท้องเสีย ป้องกันเลือดออกตามไรฟัน ลดสารพิษในร่างกาย ป้องกันไม่ให้ไขมันจับผนังหลอดเลือดได้อีกด้วย ดังภาพที่ 2-1

การผลิตฝรั่ง สำหรับการบริโภคผลสดและอุตสาหกรรมแปรรูป เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมผลิตพันธุ์ฝรั่งที่มีลักษณะดีหลายประการ เช่น ผลผลิตสูง คุณภาพในการรับประทานที่ดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ลักษณะเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญทางเศรษฐกิจที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อฝรั่งพันธุ์ที่ดีมาบริโภค ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2561 รายงานว่า พื้นที่ปลูก 40,735 ไร่ ผลผลิตรวม 99,773 ตัน โดยผลผลิตกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ นำมารับประทานผลสด ฝรั่งจัดเป็นพืชผสมตัวเอง แต่พบว่าตามธรรมชาติสามารถเกิดการ ผสมข้ามพันธุ์ได้ประมาณ 10-35 เปอร์เซ็นต์ (Sehgal and Singh, 1967: Yadava; 1996) ในอดีตการปลูกฝรั่งนั้นนิยมปลูกเป็นไม้ให้ร่มเงา ซึ่งเป็นพันธุ์ป่าที่มีผลขนาดเล็ก เปลือกหนา เนื้อน้อย เมล็ดมากต่อมาเมื่อวิทยาการด้านการขยายพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์พืชก้าวหน้ามากขึ้น จึงได้มีการคิดค้นผสมพันธุ์ใหม่ขึ้นมาจนปัจจุบันได้มีฝรั่งพันธุ์ใหม่ๆเกิดขึ้นมากมาย (สินธนา, 2535)

ภาพที่ 2-1 แสดงถึงลำต้นติดดอกของฝรั่ง ผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทองและผลฝรั่งพันธุ์กิมจู

2.2 พันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูก ในปัจจุบัน

1. พันธุ์แป้นสีทอง มีลักษณะผลค่อนข้างกลม ผลดิบมีสีเขียวสดออกอ่อนเล็กน้อย ผลห่าม หรือระยะเก็บผลจะมีลักษณะสีเขียวอ่อนออกเหลืองทอง ขนาดกว้างประมาณ 10-15 เซนติเมตร เนื้อหนา 1-2 เซนติเมตร มีรสหวานกรอบเมล็ดน้อย เป็นฝรั่งพันธุ์ไร้เมล็ด มีลักษณะรูปทรงไม่แน่ ไม่กลม ผลไม่เรียบ ท้ายผลมีลักษณะอ้วนโต กว่าด้านบนมีเนื้อทั้งผล ไม่มีเมล็ด รสหวาน กรอบ

ลักษณะการเจริญเติบโตทรงพุ่มแบบแผ่ออก ใบแก่สีเขียวรูปรี ขนาดกว้าง 5.3 เซนติเมตร ยาว 10.0 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ฐานใบมน ดอกสีขาว ทรงผลแป้น ขนาดกว้าง 10.1 เซนติเมตร ยาว 8.7 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.1 เซนติเมตร และเนื้อสีขาว ดังภาพที่ 2-2

ภาพที่ 2-2 ผลฝรั่งพันธุ์แป้นสีทอง
(ที่มา : ดรุณี เพ็งฤกษ์. ผลฝรั่ง, 2562.)

2. พันธุ์กลมสาลี่ มีการเจริญเติบโตดี ทรงพุ่มเตี้ยแผ่กว้าง ใบค่อนข้างยาวรี อายุให้ผลหลังปลูกเร็ว ติดผลดก ผลกลมแป้น ผิวเขียวอมเหลือง ขนาดผลปานกลาง รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย เนื้อหนาละเอียดแน่นกรอบ สีขาว ผลที่แก่สามารถปล่อยผลไว้บนต้นได้นาน ดังภาพที่ 2-3

ภาพที่ 2-3 ผลฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่
(ที่มา : ดรุณี เพ็งฤกษ์. ผลฝรั่ง, 2562.)

ลักษณะการเจริญเติบโตทรงพุ่มแบบแผ่ออก ใบแก่สีเขียวรูปรี ขนาดกว้าง 5.7 เซนติเมตร ยาว 10.6 เซนติเมตร ปลายใบแหลม ฐานใบมน ดอกสีขาว ทรงผลกลมรี ขนาดกว้าง 9.2 เซนติเมตร ยาว 10.1 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.0 เซนติเมตร และเนื้อสีขาว

3. พันธุ์สาลี่ทอง ลักษณะการเจริญเติบโตทรงพุ่มแบบแผ่ออก ใบแก่สีเขียวรูปขอบขนาน ขนาดกว้าง 6.5 เซนติเมตร ยาว 11.1 เซนติเมตร ปลายใบมน ฐานใบมน ดอกสีขาว ทรงผลขอบขนาน ขนาดกว้าง 6.8 เซนติเมตร ยาว 8.4 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.3 เซนติเมตร เนื้อสีขาว และไม่มีเมล็ด

4. พันธุ์กิมจู ลักษณะพันธุ์ผลไม่กลม มีสันนูน ไม่สมมาตร เมล็ดน้อย เนื้อหนา แน่น กรอบหวานเหมาะแก่การบริโภคผลสด เพราะสามารถเก็บไว้รับประทานได้นาน จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภค สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรส่วนใหญ่เข้าใจผิดคิดว่าเป็นฝรั่งไร้เมล็ด แต่อันที่จริงเป็นฝรั่งที่มีเมล็ด แต่สภาพไร้เมล็ด (seedless) เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมน GA (Gibberellic acid) ซึ่งช่วยในการยืดและขยายตัวของเซลล์พืช จะมีมากในช่วงปีแรกของการเจริญเติบโตของต้นฝรั่ง ทำให้ลูกชุดแรกออกมาในลักษณะที่ลูกใหญ่ยาว ไม่มีเมล็ด (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) ดังภาพที่ 2-4

ภาพที่ 2-4 ผลฝรั่งพันธุ์กิมจู
(ที่มา : ดรุณี เพ็งฤกษ์. ผลฝรั่ง, 2562.)

ลักษณะการเจริญเติบโตทรงพุ่มแบบแผ่ออก ใบแก่สีเขียวรูปรี ขนาดกว้าง 6.1 เซนติเมตร ยาว 12.2 เซนติเมตร ปลายใบมน ฐานใบมน ดอกสีขาว ทรงผลแป้น ขนาดกว้าง 9.0 เซนติเมตร ยาว 8.3 เซนติเมตร ความหนาเนื้อ 2.2 เซนติเมตร และเนื้อสีขาว

2.3 การขยายพันธุ์และการผลิตต้นกล้า

ฝรั่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพดิน และทนต่อความแล้ง และน้ำขังได้เล็กน้อย แต่โดยทั่วไปมักชอบเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนทราย ที่มีสภาพพื้นที่มีการระบายน้ำดี สามารถให้ผลผลิตได้ประมาณ 1 ปีหลังปลูก สำหรับการขยายพันธุ์ฝรั่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การปลูกด้วยเมล็ด การทาบกิ่ง การติดตา การปักชำ แต่วิธีที่นิยมมากที่สุด คือ การตอนกิ่ง

การเตรียมดิน และการเตรียมแปลง สำหรับการปลูกฝรั่งนั้น สามารถทำได้ 2 รูปแบบตามสภาพพื้นที่ คือ

1. พื้นที่ดินเหนียว น้ำท่วมขังง่าย และมีระบบน้ำมากเกินไป ให้ทำการขุดร่องลึกประมาณ 1 เมตร กว้าง 1-2 เมตร เพื่อเป็นแนวร่องสำหรับการให้น้ำ การเตรียมแปลง และการปลูกในลักษณะนี้มักพบในพื้นที่ลุ่มภาคกลางเป็นส่วนใหญ่

2. พื้นที่ทั่วไปที่มีระบบน้ำไม่เพียงพอ สามารถปลูกในแปลงโดยไม่ยกร่องหรือการยกร่องสูงประมาณ 30 ซม. ระยะห่างระหว่างร่องประมาณ 3-4 เมตร ทั้งนี้ ให้ทำการไถดะ 1 ครั้ง เพื่อตากดิน และกำจัดวัชพืช และไถแปร 1 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างประมาณ 1-2 อาทิตย์ หลังจากนั้นทำการไถยกร่อง

วิธีการปลูกฝรั่ง มีดังนี้

ใช้กิ่งพันธุ์จากการตอนหรือการปักชำขุดหลุมปลูก กว้าง ลึก ขนาด 50×50 เซนติเมตร แต่ละหลุมห่างกันประมาณ 3 เมตร ระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 3-4 เมตร หรือตามขนาดระยะห่างของร่อง รองพื้นด้วยปุ๋ยคอกหรือมูลสัตว์ประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อหลุม หรือขนาด 1 พลั่วตัก พร้อมคลุกดินผสมก้นหลุมให้สูงประมาณ 1 ฝ่ามือ ทั้งนี้อาจผสมปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ในอัตรา 1 กำมือต่อหลุม ก็ได้นำกิ่งพันธุ์ จากการตอนหรือการปักชำลงหลุมปลูก โดยกลบดินสูงเหนือปากหลุมเล็กน้อย ทั้งนี้ควรให้ดินกลบเหนือเขตรากสูงประมาณ 10-15 เซนติเมตร ใช้หลักไม้ปักหลุม และผูกเชือกยึดลำต้นเมื่อปลูกเสร็จควรให้น้ำให้ชุ่มทันที

การให้น้ำเริ่มให้น้ำครั้งแรกหลังการปลูกเสร็จให้เปียกชุ่ม หลังจากนั้น ให้น้ำทุก 2 ครั้งต่อวัน เช้า-เย็น จนต้นฝรั่งตั้งตัวได้ โดยอาจเลือกใช้ระบบการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นอาจทำการให้น้ำน้อยลง ขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ และความชุ่มชื้นของดิน ซึ่งไม่ควรปล่อยให้ดินแห้งขาดน้ำ โดยเฉพาะในช่วงติดผล แต่ในช่วงติดดอกไม่ควรให้น้ำมากซึ่งในช่วงนี้เพียงแค่ระวังไม่หน้าดินแห้งก็ เพียงพอ

2.4 การป้องกันและกำจัดโรคแมลง

โรคที่สำคัญของฝรั่ง

1. โรคจุดสนิม เกิดจากเชื้อราเข้าทำลายใบ โดยจะเห็นจุดขนาดเล็ก เริ่มจากจุดสีเขียวแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีสนิมเหล็กและเป็นขุยคล้ายกำมะหยี่ ถ้าเป็นที่กิ่งจะทำให้เป็นขุยและกิ่งแตกแห้งตาย

การป้องกัน ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น มาแนบและซีแนบ หากเป็นที่กิ่งอาจใช้สารเคมีดังกล่าวผสมในปูนแดงข้นๆ ทาบริเวณที่เป็นโรค

2. โรคแอนแทรคโนส เกิดจากเชื้อราเข้าทำลายผลอ่อน ผลสุกและใบ อาการบนใบจะเห็นเป็นจุดสีน้ำตาลเล็กๆ แผลอาจทะลุ ถ้าเป็นที่ผลอ่อนจะทำให้มีสีน้ำตาลและเน่าแห้งไปในที่สุด แต่ถ้าเป็นระยะผลสุกหรือใกล้สุกจะเกิดแผลเน่าสีน้ำตาล อาการจะลุกลาม แผลจะบุ๋มลงเล็กน้อยมีจ้ำสีคล้ำและเมือกสีแสดปรากฏให้เห็น

การป้องกัน ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เช่น บีโนมิล แคปแทน โดยพ่นสารเคมีก่อนเก็บผล 1 เดือน

แมลงศัตรูฝรั่ง

1. แมลงวันทอง การทำลายเกิดแมลงวันทองวางไข่ที่ใต้ผิวฝรั่งสุก (หรือระยะที่ผิวอ่อน) ตัวอ่อนที่ฟักจากไข่จะกินเนื้อฝรั่งเป็นอาหารทำให้ฝรั่งอ่อนนิ่มและเละในที่สุด

การป้องกัน ห่อผลในขณะที่ผิวยังแข็ง มีสีเขียว ขนาดเล็ก การห่ออาจห่อด้วยถุงพลาสติกชั้นเดียว หรือ 2 ชั้น โดยต้องเจาะรูกระดาษห่อชั้นในก้นถุงให้น้ำไหลออกด้วย หรือใช้สารเคมีมาลาไทออนผสมโปรตีนไฮโดรไลเซท เป็นเหยื่อพิษฉีดพ่นในตอนเช้าตรู่เป็นจุดๆ บนใบแก่เท่านั้น ต้นละ 1-4 จุด แต่ละจุดใช้น้ำยาประมาณ 50 ซีซี พ่นแค่ให้ใบเปียกและพ่นทุกๆ 7 วัน ติดต่อกัน 4-5 ครั้ง ก่อนเก็บเกี่ยว หากพ่นก่อนการระบาด 1 เดือน จะได้ผลดีกว่าพ่นหลังแมลงระบาดแล้ว

2. เพลี้ยแป้ง จะดูดกินน้ำเลี้ยงตามใบอ่อน กิ่งอ่อน และช่อดอกทำให้แห้งเฉาหรือใบผิดรูปร่างและผลผลิตลดลง

การป้องกัน พ่นด้วยสารละลายอโซดริน 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วต้น ใบ กิ่งอ่อนและผลทุกๆ 7 วัน ประมาณ 2-3 ครั้ง และหยุดพ่นสารเคมีอย่างน้อย 7 วัน ก่อนเก็บเกี่ยวผล

2.5 วิธีการเก็บเกี่ยวฝรั่ง

ฝรั่ง นับจากดอกบานจนถึงผลแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้จะใช้เวลาประมาณ 5 เดือน ฝรั่งที่ยังอ่อนผิวจะมีสีเขียวเข้ม เมื่อเริ่มแก่สีเขียวจะจางลงและเต่งตึงเป็นมัน ไม่ควรเก็บผลที่ยังไม่แก่เต็มที่ เพราะยังมีการสร้างแป้งและสีไม่เต็มที่ ผลจะนิ่ม การเก็บเกี่ยวควรใช้กรรไกรตัดขั้วผลมาด้วยโดย

ไม่ต้องเอาถุงพลาสติกที่หุ้มผลฝรั่งออกเพื่อประหยัดเวลา ถ้าหากไม่มีขั้วติดผลจะทำให้ฝรั่งเสื่อมคุณภาพเร็วและอาจถูกเชื้อโรคเข้าทำลายได้ง่าย

2.6 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image processing)

กระบวนการจัดการและวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในแบบดิจิทัล โดยการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ

ภาพและปริมาณ (ขนาด รูปร่าง) เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวิดีทัศน์ (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย แนวความคิดและเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้นสามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจากเทคนิคการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ เช่น connectivity หรือ rotation invariance การประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก (analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญหรือเลิกใช้ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง

1. ขั้นตอนการประมวลภาพ

1.1 การลดสัญญาณรบกวน (Noise Filtering) เป็นกระบวนการการลดค่าของสัญญาณรบกวนจากภาพ โดยการนำภาพมาผ่านตัวกรอง (Filter) ซึ่งภาพที่ได้จะมีลักษณะที่เรียบขึ้น

1.2 การปรับแต่งคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ภาพมีคุณภาพมากขึ้น โดยการปรับความเข้มของสี (Level) ปรับความสว่างของภาพ (Brighten) ความเปรียบต่าง (Contrast) และให้มีความชัดเจนมากขึ้น เพื่อง่ายต่อการแยกส่วนของภาพ

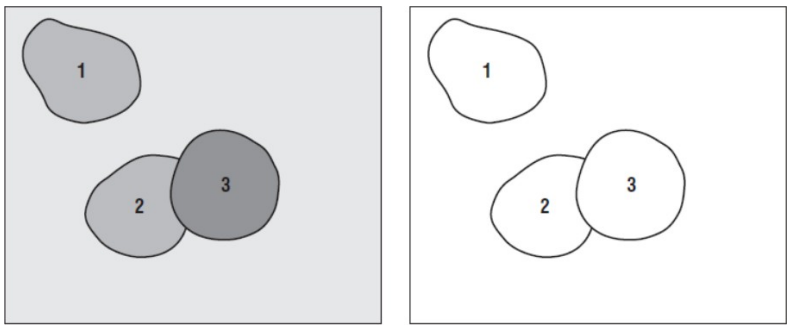
1.3 การดึงค่าคุณลักษณะของภาพ (Image Features Extraction) ในการจำแนก ประเภทของวัตถุที่สนใจจากภาพ จะต้องดึงค่าคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ขนาดพื้นที่ของวัตถุ ค่าสีของวัตถุ ขอบภาพของวัตถุ ความกว้างวัตถุ ความยาววัตถุ ตำแหน่งของวัตถุและจำนวนวัตถุจากภาพ เป็นต้น โดยที่คุณลักษณะเหล่านี้จะต้องเป็นคุณลักษณะที่มีความชัดเจนและมีจำนวนคุณสมบัติเพียงพอ ต่อการจำแนกประเภท

2. การแยกส่วนของข้อมูลภาพ (Image Segmentation)

ในการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer) การแยกส่วนของข้อมูลภาพ (Image Segmentation) คือ กระบวนการของการแบ่งภาพดิจิตอลออกเป็นส่วน ๆ โดยที่เป้าหมายของการแยกส่วน คือ การลดการซับซ้อนหรือเปลี่ยนการแสดงของภาพเป็นสิ่งที่เป็นความหมายมากขึ้นและง่ายต่อการวิเคราะห์ภาพ โดยปกติการแยกส่วนภาพจะใช้เพื่อค้นหาตำแหน่งและขอบเขตของวัตถุ

ในภาพ เพื่อให้มีความแม่นยำมากขึ้น การแยกส่วนของข้อมูลภาพเป็นกระบวนการของการกำหนดป้ายชื่อให้กับทุกพิกเซลในภาพ โดยพิกเซลที่มีป้ายเดียวกันจะมีคุณลักษณะของภาพที่เหมือนกันบางอย่าง วิธีการที่ได้รับความนิยมในการแยกวัตถุหรือลักษณะจุดเด่นของภาพออกจากพื้นหลังภาพ ดังภาพที่ 2-5

การหาขอบของวัตถุในภาพ (Edge Detection) เป็นวิธีการหนึ่งในการแยกส่วนของข้อมูลภาพและเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการแยกส่วนเทคนิคอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์ภาพ การจดจำรูปแบบภาพและเทคนิคการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ โดยที่ขอบเขตพื้นที่และขอบภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด เมื่อหาเส้นรอบรูปของวัตถุในภาพได้แล้ว เราจะปรับความคมชัดและความเข้มที่รอยต่อของขอบเขตพื้นที่เพราะภาพที่เราได้มาจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน การหาขอบภาพจึงมี เทคนิคการหาหลายวิธี เพื่อให้ได้ขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์



ภาพที่ 2-5 การหาขอบภาพวัตถุ

(ที่มา : https://bit.ly/3JNW5Rs, 2559)

ขอบภาพจะถูกจำแนกแยกแยะโดยการตรวจจับขอบภาพเพื่อแยกวัตถุออกจากภาพ โดยเราต้องปิดขอบเขตของพื้นที่ขอบภาพ คือ พื้นที่รอยต่อระหว่างวัตถุ

2.1 การตรวจจับเส้นของภาพ (Line Detection Image) เส้นของภาพคือ กลุ่มที่เชื่อมต่อกันของพิกเซลจนเป็นแนวขอบเดียวกันและมุมของภาพ คือ กลุ่มของเส้นแนวขอบ 2 เส้นที่ไม่ขนานกันมาต่อกัน การตรวจจับเส้นของภาพมีพื้นฐานของการแยกโครงร่างของภาพตาม ขั้นตอนของการประมวลผลภาพ ได้แก่ การทำให้ภาพเรียบ การตรวจจับขอบภาพ การทำให้ขอบภาพบาง การเชื่อมโยงขอบภาพและการแก้ไขเส้นของภาพ ในวิธีการนี้จะมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่ กระบวนการ อนุพันธ์โดยใช้ตัวกรองลาปลาซเซียน (Laplacian Filters) และตัวกรองเกรเดียนต์ (Gradient Filters) เพื่อหาตำแหน่งและทิศทางของขอบภาพ

2.2 การตรวจจับขอบภาพ (Edge Detection Image) การตรวจจับ ขอบภาพเพื่อหาเส้นรอบรูปของวัตถุในภาพ เป็นหนึ่งในขั้นตอนพื้นฐานในการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพ การจดจำรูปแบบภาพ เทคนิคการมองเห็นของเครื่องจักร (Machine Vision) และการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer vision) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการตรวจสอบสมบัติและการแยกคุณลักษณะ เนื่องจากภาพที่เราได้มาจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน เช่น บางภาพมีคุณภาพสูง บางภาพมีคุณภาพต่ำ บางภาพมีสัญญาณรบกวนหรือบางภาพไม่ชัดเจน เป็นต้น การหาขอบภาพจึงมีเทคนิคการหาหลายวิธี เพื่อให้ได้ขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์

2.7 ทฤษฎี Machine Learning

Machine Learning เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อมีข้อมูลเข้าสามารถทำนายหรือตัดสินใจได้โดยปราศจากการทำงานตามลำดับคำสั่งโปรแกรม ซึ่ง Machine Learning นั้นเปรียบได้กับว่าเป็นการรวบรวมศาสตร์หลายแขนงเข้าไว้ด้วยกัน อาทิเช่น วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมและที่สำคัญนั้น คือ สถิติ นอกจากนี้มันยังเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ปลายทางที่เราต้องการนำไปประยุกต์ใช้ เช่น ชีววิทยา เคมี หลักการตลาด

Machine Learning คือ ส่วนการเรียนรู้ของเครื่อง ถูกใช้งานเสมือนเป็นสมองของ AI (Artificial Intelligence) เราอาจพูดได้ว่า AI ใช้ Machine Learning ในการสร้างความฉลาด มักจะใช้เรียกโมเดลที่เกิดจากการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้เกิดจากการเขียนโดยใช้มนุษย์ มนุษย์มีหน้าที่เขียนโปรแกรมให้ AI (เครื่อง) เรียนรู้จากข้อมูลเท่านั้น

1. กระบวนการเรียนรู้ Machine Learning

เป้าหมายหลักของกระบวนการ คือ การพยายามทำความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลเช่นเดียวกับแบบจำลองทางสถิติต่าง ๆหรือการนำการกระจายตัวทางทฤษฎีสถิติมาจับเปรียบเทียบเข้ากับข้อมูลที่ผ่านการทำความเข้าใจอย่างดีแล้ว งานด้านสถิตินั้น มักมีทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์รองรับแบบจำลองต่าง ๆไว้ แต่ก็ยังต้องอาศัยข้อมูลที่ตรงตามข้อกำหนดที่เคร่งครัดของทฤษฎีนั้น ๆด้วย ทั้งนี้เทคโนโลยี machine learning ถูกพัฒนาขึ้นด้วยขีดความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสำรวจหาโครงสร้างในชุดข้อมูล แม้ว่าเราจะไม่ทราบเลยว่าโครงสร้างนั้นเป็นอย่างไร และไม่มีทฤษฎีรองรับการทดสอบหาแบบจำลองสำหรับการเรียนรู้ของเครื่องนั้นจึงเป็นการทดสอบค่าความผิดพลาดจากชุดข้อมูลใหม่ ๆ มิใช่การทดสอบสมมติฐานตามทฤษฎีที่มีการตั้งไว้แล้ว กระบวนการเรียนรู้นั้น สามารถดำเนินการโดยอัตโนมัติได้ เนื่องจากการทำงานมักอาศัยการทำซ้ำ (iteration) ในการเรียนรู้จากชุดข้อมูลต่าง ๆ โดยมีการรันแบบจำลองซ้ำ ๆจนกว่าจะพบรูปแบบ ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานจริง วิธีการเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเครื่องที่เป็นที่

แพร่หลายที่สุด สองกระบวนการ ได้แก่ วิธี Supervised learning, Semisupervised learning, Unsupervised learning และReinforcement learning แต่ในปัจจุบันได้มีวิธีการและเทคนิคอื่น ๆอีกมากมาย

1.1 Supervised learning

เมื่ออัลกอริทึมได้รับการ "ฝึกฝน" ด้วยการใช้ตัวอย่างแบบมีเป้าหมายหรือ labeled example เช่น การให้ข้อมูลขาเข้า (inputs) โดยระบุถึงผลลัพธ์ขาออก (outputs) ที่ต้องการให้ทราบ ตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งอาจเรียนรู้โดยกำหนดผลลัพธ์เป็นสองทางคือ "F = failed" และ "R = runs" โดยอัลกอริทึมการฝึกฝนดังกล่าวจะได้รับข้อมูลขาเข้าจำนวนหนึ่ง พร้อมกับผลลัพธ์ขาออกที่ถูกต้องและให้ระบบเรียนรู้ด้วยการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ตนประเมินออกมาได้ เปรียบเทียบกับ "เฉลย" เพื่อหาความแตกต่างและจุดที่ผิดพลาด จากนั้นระบบจึงปรับแก้แบบจำลองการวิเคราะห์ของตนเองตามข้อมูลนั้น โดยอาศัยเทคนิคหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นการจำแนกแยกแยะข้อมูล การทำสมการถดถอย การคาดการณ์หรือเทคนิค gradient boosting ซึ่งเป็นการที่กระบวนการ supervised learning นี้ ใช้รูปแบบต่าง ๆ ที่ตนพบเพื่อคาดการณ์ "ค่า" ของตัวแปรหรือ labels ต่าง ๆ เมื่อใดก็ตามที่พบกับข้อมูลที่ยังไม่มีการเฉลยชุดต่อไปในอนาคต โดยกระบวนการ supervised learning นี้ เป็นที่นิยมใช้กันในสถานการณ์ที่ข้อมูลในอดีตสามารถเป็นเครื่องทำนายเหตุการณ์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 Semisupervised learning

การเรียนรู้แบบ Semisupervised learning ใช้ในสถานการณ์เดียวกันกับ supervised learning แต่ความแตกต่าง คือ มีการใช้ข้อมูลทั้งแบบ labeled data และ unlabeled data เพื่อการฝึกฝนระบบ โดยทั่วไปแล้วจะใช้ข้อมูลแบบ labeled จำนวนน้อยผสมกับข้อมูลแบบ unlabeled จำนวนมาก (ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลแบบ unlabeled มักมีต้นทุนถูกกว่าและได้มาด้วย ความง่ายดายมากกว่า) การเรียนรู้ของเครื่องในรูปแบบดังกล่าวนี้ สามารถใช้ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เช่น การจำแนกประเภทข้อมูล การใช้งานสมการถดถอยหรือการคาดการณ์และพยากรณ์ โดย semisupervised learning นั้น มีประโยชน์เมื่อต้นทุนของการทำ labeling ให้แก่ข้อมูลนั้นสูงเกิน กว่าที่จะทำการฝึกฝนระบบด้วยกระบวนการแบบ labeled เต็มรูปแบบ ตัวอย่างของการใช้วิธีนี้ เช่น การระบุและจดจำใบหน้าของบุคคลด้วยกล้อง webcam

1.3 Unsupervised learning

การเรียนรู้แบบ Unsupervised learning ใช้กับข้อมูลที่ไม่มี label สำหรับข้อมูลในอดีตมาก่อน ระบบจะไม่ได้รับการบอก "เฉลย" และต้องทำการเรียนรู้ หาคำตอบด้วยตัวของมันเอง เป้าหมายของการทำเช่นนี้ คือ การสำรวจชุดข้อมูลและค้นหารูปแบบหรือโครงสร้างบางอย่างที่

ซ่อน อยู่ภายใน การเรียนรู้แบบ unsupervised learning นั้น ทำงานได้ดีสำหรับการจัดการข้อมูลการทำธุรกรรม ตัวอย่างเช่น ระบบสามารถทำการระบุกลุ่มลูกค้าที่มีพฤติกรรมหรือคุณลักษณะคล้าย ๆ กัน ซึ่งจะนำไปสู่การตอบสนองที่คล้ายคลึงกันสำหรับลูกค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เมื่อมีการทำโครงการ ด้านการตลาด เป็นต้น หรือระบบสามารถทำการค้นหาลักษณะสำคัญที่เป็นตัวแบ่งแยกลูกค้าแต่ละกลุ่มออกจากกันก็ได้เช่นกัน เทคนิคที่เป็นที่นิยมใช้ในการเรียนรู้ประเภทนี้ เช่น การทำ self- organizing maps, nearest-neighbor mapping, k-means clustering และเทคนิค singular value decomposition เป็นต้น โดยอัลกอริทึมเหล่านี้นั้นยังถูกนำมาใช้เพื่อแบ่งแยกหัวเรื่องของ ข้อความต่าง ๆทำการแนะนำรายการหรือสิ่งต่าง ๆ และตรวจหาข้อมูลที่ผิดปกติได้อีกด้วย

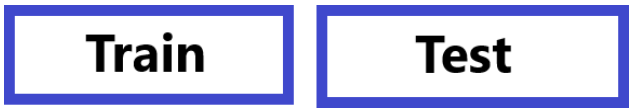
1.4 Reinforcement learning

การเรียนรู้แบบ Reinforcement learning มักนำมาใช้กับด้านหุ่นยนต์ การเล่นเกม ต่าง ๆ การนำทางและการเคลื่อนที่ การเรียนรู้ชนิดนี้อัลกอริทึมจะลองผิดลองถูกและเรียนรู้ว่า เส้นทางการทำงานแบบใดที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด การเรียนรู้ประเภทนี้จะแบ่งองค์ประกอบออกเป็น สามส่วน คือ agent (ผู้เรียนรู้หรือตัดสินใจ นั่นคือระบบ), environment (ทุกสิ่งที่ agent มี ปฏิสัมพันธ์ด้วย) และ actions (สิ่งที่ agent สามารถเลือกปฏิบัติได้) เป้าหมายของกระบวนการนี้ คือ การให้ agent เลือกหนทางการปฏิบัติที่ให้รางวัลหรือผลตอบแทนสูงที่สุดในช่วงเวลาที่กำหนด โดย agent หรือตัวระบบนั้นจะสามารถบรรลุเป้าหมายได้รวดเร็วขึ้นมากหากมันมีแนวทางการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น เป้าหมายของเทคนิค reinforcement learning คือ การสอนให้ระบบเรียนรู้วิถีทางไปสู่เป้าหมายที่ดีที่สุด

2. การแบ่ง Dataset ในการพัฒนา Machine learning

การพัฒนา Machine Learning (การเรียนรู้ของเครื่องจักร) หรือ Deep Learning (อัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่อง) จำเป็นต้องมี dataset เพื่อให้ Model ของ Machine Learning สามารถเรียนรู้ได้จาก Dataset หรือชุดข้อมูลที่เราได้ Train แต่ในการแบ่ง Dataset จะไม่ได้มีแค่ Train อย่างเดียว ในการพัฒนา Model ของ Machine Learning ซึ่งวิธีการ แบ่ง Dataset มีดังนี้

2.1 การแบ่ง Dataset จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ train กับ test ในขั้นตอนนี้ จะต้องแบ่งโดยแยกเป็น folder



ภาพที่ 2-6 ภาพประกอบการแยก train และ test

(ที่มา : https://shorturl.asia/bfMDO, 2565)

2.2 การแบ่ง train set อีกเป็น train กับ validation set เพื่อใช้ส่วนนี้ในการ train model

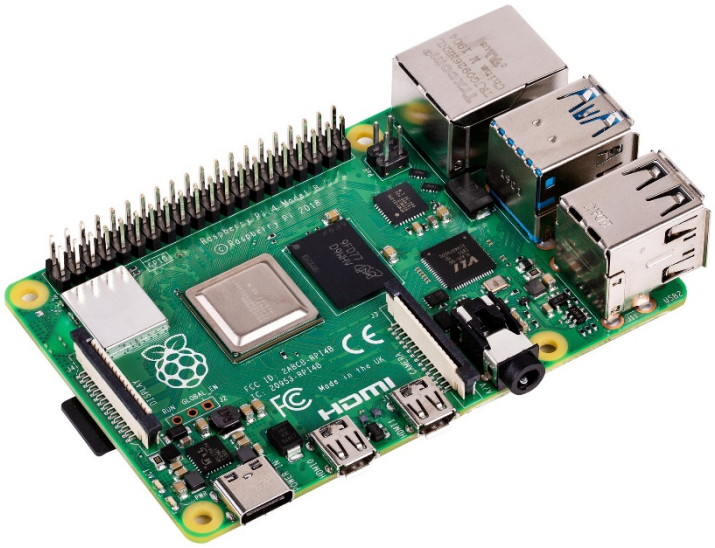
ภาพที่ 2-7 ภาพประกอบการแยก train และ validation

(ที่มา : https://shorturl.asia/bfMDO, 2565)

dataset ในการพัฒนา Machine Learning (การเรียนรู้ของเครื่องจักร) หรือ Deep Learning (อัลกอริทึมที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่อง) จะถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วน คือ train set, validation set, test set ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลก็จะมีหน้าที่ไม่เหมือนกัน ซึ่ง train set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับการเรียนรู้ (โดย model) กล่าวคือ เพื่อให้เหมาะสมกับพารามิเตอร์ กับ model ของ machine learning ส่วน validation set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับ ประเมิน model ระหว่างการ train model เพื่อปรับให้ model ทำนายได้ดีขึ้น และ test set ทำหน้าที่เป็นชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบ model ของ machine learning ที่ใช้ทดสอบก่อนเอาไปใช้งานจริง

2.8 Raspberry Pi 4 (model B)

Raspberry Pi (model B) เป็นคอมพิวเตอร์ในบอร์ดเดียว (Single Board Computer) ขนาดเล็กเท่าบัตรเครดิต พัฒนาโดยทีมของ Raspberry Pi Foundation สหรัฐอเมริกา ภายใต้การทำงานขององค์กรไม่หวังผลกำไร สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนพื้นฐานวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ในสาขา Computer Science ปัจจุบัน Raspberry Pi ผลิตออกมา 4 แบบดังนี้ model A+, model A, model B+ และ model B ซึ่งสามารถรองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์และยูนิกซ์ที่หลากหลายการจัดจำหน่าย Raspberry Pi ลิขสิทธิ์ร่วมระหว่างบริษัท Newark elemental 4 (Premier Famell), บริษัท RS Components และบริษัท Egoman สำหรับจำหน่ายออนไลน์



ภาพที่ 2-8 บอร์ด Raspberry Pi (model B)

(ที่มา : https://th.element14.com/raspberry-pi/rpi4-modbp-4gb/raspberry-pi-4-model-b-4gb/dp/3051887, 16 กันยายน 2565)

คุณสมบัติของ Raspberry Pi (model B)

1. Chip ควบคุมหลัก Broadcom BCM2835 เทียบเท่าซึ่งรวม CPU, หน่วยประมวลกราฟฟิกหรือ GPU และหน่วยความจำ SD RAM ไว้ภายในตัวเดียวกัน

2. หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU ARM11 Core ARM1176JZF-S ความเร็ว 700MHz

3. หน่วยประมวลกราฟิกหรือ GPU Broadcom Video core IV หรือเทียบเท่ารองรับการ

4. หน่วยแสดงผลผ่านจอภาพที่ใช้จุดต่อแบบ HDMI

5. หน่วยความจำ SDRAM 512 MB

6. USB 2.0 (2 พอร์ต)

7. เอาต์พุต RCA และ HDMI เอาต์พุตสัญญาณวีดีโอสำหรับต่อกับโทรทัศน์หรือจอแสดงผล

8. เอาต์พุตเสียงแจ็คหูฟังขนาด 3.5 มิลลิเมตร

9. พอร์ต Ethernet หรือ LAN

10. พอร์ตอินพุตเอาต์พุต GPIO (General Purpose Input/Output) ที่มีขาต่อแบบบัส

SPI (SerialPeripheral Interface Bus), I2C, I2S

11. ขาสัญญาณรับส่งข้อมูลอนุกรม หรือ UART

12. Socket ของSD การ์ด

13. ไฟเลี้ยง 5 โวลต์700 มิลลิแอมป์

14. ขนาด 85.60 x 53.93 มิลลิเมตร PoE (ผ่านส่วนเสริม PoE HAT แบบแยก)

2.9 Webcamera

Webcamera หรือเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอีกฟากหนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ ยี่ห้อกล้องเว็บแคมที่มีชื่อเสียงและใช้กันทั่วไป โดยที่เด่นที่สุดในตอนนี้คือ กล้องเว็บแคมของ Logitech ซึ่งผลิตกล้องเว็บแคมออกมาในท้องตลาดมากที่สุด ทั้งเรื่องคุณภาพและความสวยงามก็จัดอยู่ในอันดับต้นๆ

กล้องเว็บแคเมรา แบ่งออกได้2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

1. กล้องเว็บแคเมรา แบบมีสาย จะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคเมราแบบมีสายมาใช้งาน

ข้อเสีย ของกล้องเว็บแคเมรา แบบมีสาย คือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกล ๆ ได้เหมือนแบบไร้สาย

2. กล้องเว็บแคเมรา แบบไร้สาย จะมีราคาค่อนข้างแพงมากเมื่อเทียบกับแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้อง ต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูง จึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก

จุดเด่น ของกล้องเว็บแคเมรา แบบไร้สาย คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับคอมพิวเตอร์

ส่วนประกอบของกล้องเว็บแคเมรา

โดยหลัก ๆ แล้วการซื้อกล้องเว็บแคเมรามาใช้งาน จะเห็นว่ากล้องเว็บแคเมราประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

1. เลนส์กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวผ่านไปมาอยู่หน้ากล้องหรืออยู่ในตำแหน่งที่เลนส์กล้องสามารถมองเห็นภาพได้

2. ตัวปรับระยะโฟกัส จะทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพ เพื่อให้ภาพมีความชัดเจนมากขึ้น

3. ฐานรองกล้อง มีไว้สำหรับเป็นที่ตั้งของตัวกล้อง ซึ่งช่วยให้เราสามารถวางกล้องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้สะดวก

2.10 ระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการ Deep Learning จะมีการเขียนคำสั่งไว้ใน อุปกรณ์ Raspberry Pi4 Model B ที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งด้วยการ ประมวลภาพ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

1.1 Raspberry Pi4 Model B ใช้ในการประมวลภาพที่รับมา

1.2 กล้อง Webcam ใช้สำหรับรับค่าภาพของผลฝรั่งที่จะคัดแยก

1.3 มอเตอร์ ใช้ในการควบคุมการหมุนของสายพานลำเลียงผลฝรั่ง

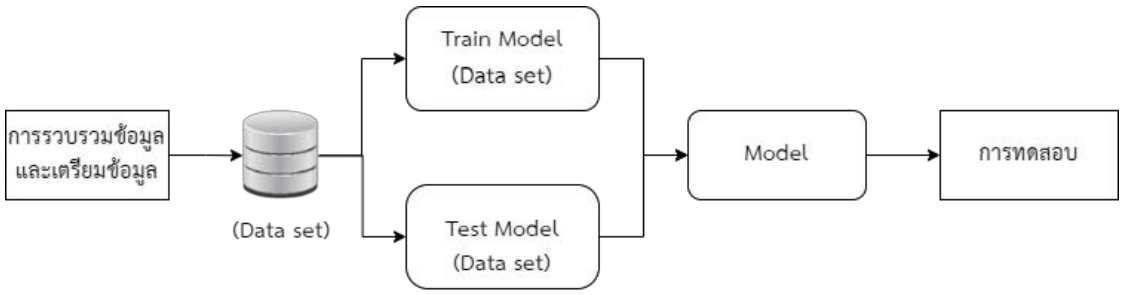
1.4 Driver Module เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตามค่าที่กำหนดไว้ใน Raspberry Pi4 Model B และปรับแรงดันในการจ่ายไฟให้กับมอเตอร์

1.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ ใช้ในการควบคุมของการคัดแยกผลฝรั่งสำหรับการแยกขนาดของผลฝรั่งเพื่อบรรจุลงตระกร้า

2. การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยใช้โปรแกรม Python IDE และโปรแกรม Visual studio ซึ่งใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรม สำหรับการเขียนโค้ดในบอร์ด Raspberry Pi4 Model B เพื่อสร้างนวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการ Deep Learning

3. การสร้างโมเดลเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งด้วยการประมวลผลภาพ

การสร้างโมเดลระบบการประมวลผลภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง เมื่อผู้ใช้จ่ายไฟ ให้กับเครื่องต้นแบบการคัดแยก กล้องจะทำการจับภาพไปที่ผลฝรั่งที่เรานำมาคัดแยกและทำการ ประมวลผลว่าเป็นผลฝรั่งขนาดต่างๆ ว่าเป็นแบบใด โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่งสำหรับการนำไปแปรรูป C ตามลำดับ โดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์หลักการรู้จำวัตถุดังต่อไปนี้ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 การเขียนโค้ดในบอร์ด Raspberry Pi 4 Model B

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูมินทร์ ตันอุตม์ และคณะ (2562) ได้ทำวิจัยการพัฒนาเครื่องต้นแบบคัดแยกดอกดาวเรือง โดยการประมวลผลภาพเป็นงานวิจัยที่ได้จากการพัฒนาต่อจากโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรืองด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดยการใช้การหาสัณฐาน (Shape) ของดอกดาวเรืองและวิธีการจัดกลุ่มด้วยการวัดระยะห่างของข้อมูล (Euclidean Distance) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรืองได้ 4 ขนาด ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องต้นแบบระบบสายพานคัดแยกดอกดาวเรืองขึ้น โดยประกอบด้วยชุดสายพาน 2 ชุด ได้แก่ ชุดสายพานวางและบีบดอกดาวเรือง และชุดสายพานคัดแยกดอกดาวเรือง โดยควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ด้วยบอร์ดราสเบอรี่พายรุ่น 3 โมเดลบี (Raspberry pi 3 Model B) และรับส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมกับชุดสายพานผ่านอุปกรณ์สื่อสารไร้สายระยะใกล้หรือโมดูลบูลทูธ (Bluetooth Module) ในการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง ผลที่ได้คือ 1) การทดลองเพื่อการทดสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรือง โดยทดสอบจากดอกดาวเรือง 100 ดอก มีความถูกต้องอยู่ที่ 97.2 เปอร์เซ็นต์ 2) การทดลองการทำงานของเซนเซอร์และแขนผลักทั้ง 4 ตัว พบว่า ต้องปรับมุมแต่ละตัวอยู่ที่ 110, 90, 90 และ 90 องศา ตามลำดับจึงจะเหมาะสม 3) การทดลองการทำงานภาพรวมร่วมกับการวิเคราะห์ขนาดดาวเรืองทั้งระบบ มีความถูกต้องอยู่ที่ 73.33 เปอร์เซ็นต์ และ 4) การทดลองด้านเวลาในการประมวลต่อดอกเฉลี่ยอยู่ที่ 2.6 วินาที ดังนั้นโปรแกรมและต้นแบบสายพานที่ได้พัฒนาขึ้นจึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดแยกขนาดดอกดาวเรืองแบบอัตโนมัติได้

กันตภณ พริ้วไธสง (2559) ได้ทำวิจัยการพัฒนาออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกสีวัตถุอัตโนมัติบนสายพานลำเลียงที่ถูกควบคุมด้วยอาดูโน ตัวเครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามการออกแบบ ให้แยกชนิดวัตถุที่เป็นสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ และเคลื่อนย้ายวัตถุไปยังถาดที่

กำหนดไว้อัตโนมัติ โดยอาศัยการควบคุมของอาดูโน ใช้ตัวตรวจจับแบบไฟเบอร์ออปติกเซนเซอร์อ่านค่าปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุ และสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์แปลผลเป็นสัญญาณที่แตกต่างกันตามแต่ละสีของวัตถุ นอกจากนี้งานวิจัยสามารถนาเอาไปใช้เป็นพื้นฐานในการฝึกปฏิบัติการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทงานแยกวัตถุในรายการผลิตเพื่อจำแนกวัตถุสีได้ตามที่โปรแกรมสั่งงาน รวมถึงระบบการเคลื่อนที่อัตโนมัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพจากผลการวิจัยเครื่องคัดแยกสีอัตโนมัติบนระบบสายพานลำเลียงพบว่าสามารถคัดแยกวัตถุสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีอื่นๆ โดยเวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่าวัตถุสีแดง 9.96 วินาที วัตถุสีเขียว 13.47 วินาที วัตถุสีน้ำเงิน 16.58 วินาที และวัตถุอื่นๆ 9.04 วินาที และสามารถหมุนถาดเพื่อรับวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

โชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น และคณะ (2561) ได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวซึ่งนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดลูกมะนาวโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัว ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนช่องใส่ลูกมะนาว ส่วนคัดแยกลูกมะนาว ส่วนนับจำนวนลูกมะนาวและส่วนชั่งน้ำหนักลูกมะนาว ซึ่งสามารถคัดแยกมะนาวได้ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 27 มิลลิเมตร ขนาดกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 27–40 มิลลิเมตร และขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 41 มิลลิเมตร เครื่องคัดแยกมะนาวที่พัฒนาขึ้นควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์อาดุยโน่ ในการทำงานสามารถคัดแยกลูกมะนาวได้ 2 แบบ คือ แบบนับจำนวนและแบบชั่งน้ำหนัก จากการทดสอบการคัดแยกและนับจำนวนมะนาวพบว่ามะนาวขนาดเล็ก กลางและใหญ่มีความถูกต้อง 97.5 98.5 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและผลการทดสอบคัดแยกและชั่งน้ำหนักมะนาวพบว่ามีความถูกต้อง 98.7 99.3 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วิศนี วรรณนิยม และคณะ (2552) ได้ทำการพัฒนากระบวนการผลิตฝรั่งอินทรีย์ : กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม พบว่าพันธุ์ที่ปลูกส่วนใหญ่ คือ พันธุ์แป้นสีทอง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแปลงปลูกแบบยกร่องมีร่องระบายน้ำ มีรูปแบบการปลูกแบบแถวเดี่ยว ใช้ระยะปลูก 2 เมตร ให้น้ำโดยใช้เรือรดน้ำและให้ปุ๋ยหลังตัดแต่งกิ่ง การปรับปรุงดินไม่ใช้วัสดุเพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินหรือเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน การตัดแต่งกิ่งจะตัดแต่งพร้อมการห่อผลด้วยวัสดุห่อผล 2 ชั้น ชั้นในห่อด้วยถุงพลาสติกหูหิ้วใสและชั้นนอกห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ เก็บผลผลิตโดยพิจาณาจากลักษณะสีผิว โดยมีการคัดเกรดฝรั่งก่อนจำหน่าย สำหรับการวิเคราะห์ SWOT ของระบบการผลิตฝรั่ง พบว่าการผลิตฝรั่งนั้นมีข้อได้เปรียบอยู่มาก ทั้งในด้านการใช้สายพันธุ์ฝรั่งที่ได้รับความนิยมในท้องตลาด ความได้เปรียบของสภาพพื้นที่ปลูกที่มีความเหมาะสม รวมทั้งเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่งมีความรู้และประสบการณ์ในการผลิต ซึ่งยังมีโอกาสส่งเสริมเพื่อกระตุ้นให้เกิดการขยายตลาดทั้งภายในและต่างประเทศให้มากขึ้น หากเกษตรกรผู้ผลิตฝรั่งสามารถแก้ไข

จุดอ่อนและอุปสรรคสำคัญ เช่น ปัญหาด้านการผลิตที่ขาดความปลอดภัยทางสุขลักษณะของผู้ผลิต และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ฯลฯ จะสามารถทำให้ระบบการผลิตฝรั่งมีประสิทธิภาพและมีความยั่งยืน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัมโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง 5 ท่าน จำแนกเป็น ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าอุตสาหกรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกผลฝรั่ง ที่มีประสบการณ์การทำงาน 5 ปีขึ้นไป

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1) แบบสัมภาษณ์มีโครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยข้อคำถามประกอบด้วย 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
2. ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

2) ข้อเสนอแนะ

3.1.2 วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่า ตามแบบของลิเคิร์ท (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ มาก	ให้	4	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อย	ให้	2	คะแนน
ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของคำถาม และแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม โดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

แล้วนำผลที่ได้พิจารมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยเกณฑ์ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้และข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้ พบว่า ดัชนี ความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

6) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถาม

7) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แบบไปสอบถาม

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

3.1.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $P = \frac{F}{N} \times 100$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $\bar{X}=\frac{\sum x}{N}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สูตรดังนี้ (พิษณุ ฟองศรี, 2551)

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

เมื่อ S.D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนทั้งหมด

4) สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.01-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

3.2.1 วัสดุ ได้แก่ ผลฝรั่ง 10 กิโลกรัม

3.2.2 อุปกรณ์

1) เครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
การตั้งสมมติฐานหลักของตัวแปรแบ่งได้ดังนี้
- คลาสที่ 1 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30-75 มิลลิเมตร
- คลาสที่ 2 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 75 มิลลิเมตรขึ้นไป
- คลาสที่ 3 แยกวัตถุจากเกรดผลฝรั่ง C คือผลฝรั่งที่มีการตกเกรดที่เป็นผลฝรั่งสภาพพื้นที่ผิวไม่สวยงามเหมาะสำหรับการแปรรูปก่อนการจัดจำหน่าย

2) ตารางทดสอบเวลาในการคัดแยก

3) นาฬิกาจับเวลาโทรศัพท์มือถือ

4) ภาชนะสำหรับบรรจุผลฝรั่ง

5) ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.4 การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยต้องมีการสอนให้กับเครื่องคัดแยกผลฝรั่งมีการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Train Model) ที่ศึกษาได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจ ตัวแปรขนาดของผลฝรั่ง ความถูกต้องในการคัดผลจากการสอนให้ตัวเครื่องรู้จำภาพฝรั่ง โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ตามลำดับ โดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์หลักการรู้จำวัตถุดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การทดสอบกระบวนการรู้จำวัตถุผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ครั้งที่	คลาส	จำนวนผลฝรั่งในการทดสอบโมเดล (ผล)	จำนวนภาพที่คัดแยกสำเร็จ	จำนวนภาพที่คัดแยกไม่สำเร็จ	ความถูกต้อง (%)
1	คัดผลฝรั่งตามขนาด A				
2	คัดผลฝรั่งตามขนาด B				
3	การคัดเกรดผลฝรั่ง C				

3.2.5 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่องรู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำผลฝรั่งมาทดสอบโดยการคัดบนตัวเครื่องจริง ว่ามีระยะเวลาเท่าไร เวลาเฉลี่ยเท่าไร ดังตารางที่ 3-2, 3-3 และ 3-4

ตารางที่ 3-2 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตามขนาด A (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-3 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตามขนาด B (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด B ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-4 ตารางการหาความแม่นยำของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุคัดฝรั่งตามเกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1			
2			
3			
n			
ค่าเฉลี่ย			

การหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดตัวแปร โดยใช้การคัดแยกวัตถุผลฝรั่งจากตัดสินใจ โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ การคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ดังตารางที่ 3-4

การหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำของการตัดสินใจในการคัดแยกผลฝรั่ง โดยการวิเคราะห์จากการนำตารางการคัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) เพื่อดูลักษณะของค่าเฉลี่ยว่าอยู่ในขอบเขตวัตถุประสงค์หรือไม่ แล้วนำมาสรุปผล

3.3 ระยะที่ 3 การประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ใช้งานเครื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามโครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยข้อคำถามประกอบด้วย 2 ด้าน ดังนี้

1) ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง
3) ข้อเสนอแนะ

3.3.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ท (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

   5 = มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

   4 = มีระดับความพึงพอใจมาก

   3 = มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

   2 = มีระดับความพึงพอใจน้อย

   1 = มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด
3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข
4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของคำถามและแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้พิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 0.97 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังต่อไปนี้

   ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

   ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

   ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

6) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปสอบถาม

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องคัดแยกผลฝรั่งเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

3.3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $P = \frac{F}{N} \times 100$

เมื่อ P คือ ร้อยละ

F คือ ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) ใช้สูตรดังนี้ (พิสณุ ฟองศรี,2551)

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

เมื่อ S.D แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนทั้งหมด

สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

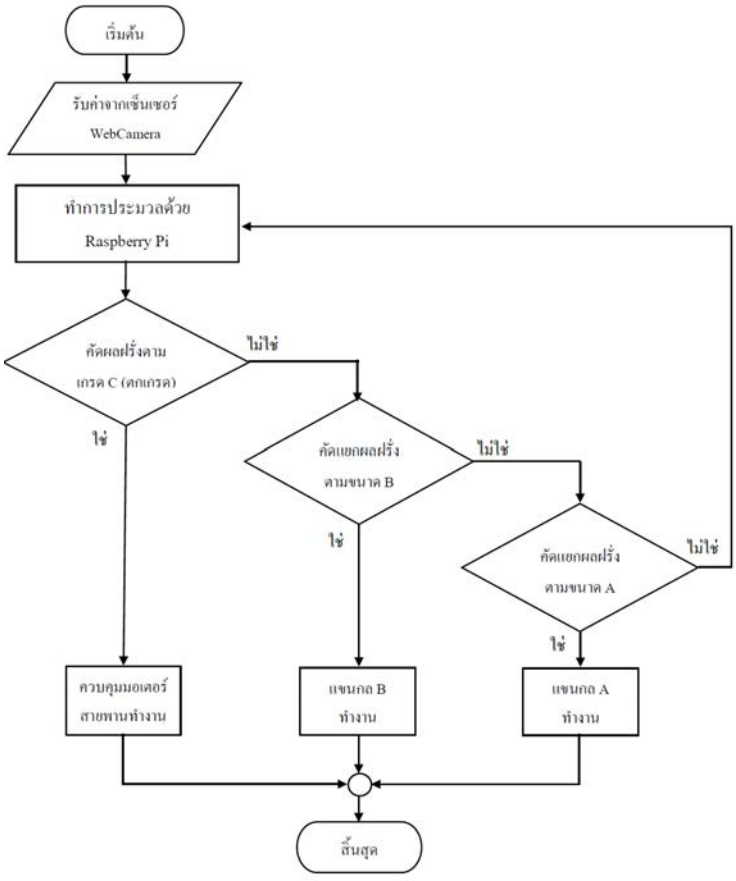
1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ผลออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3 ผลประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

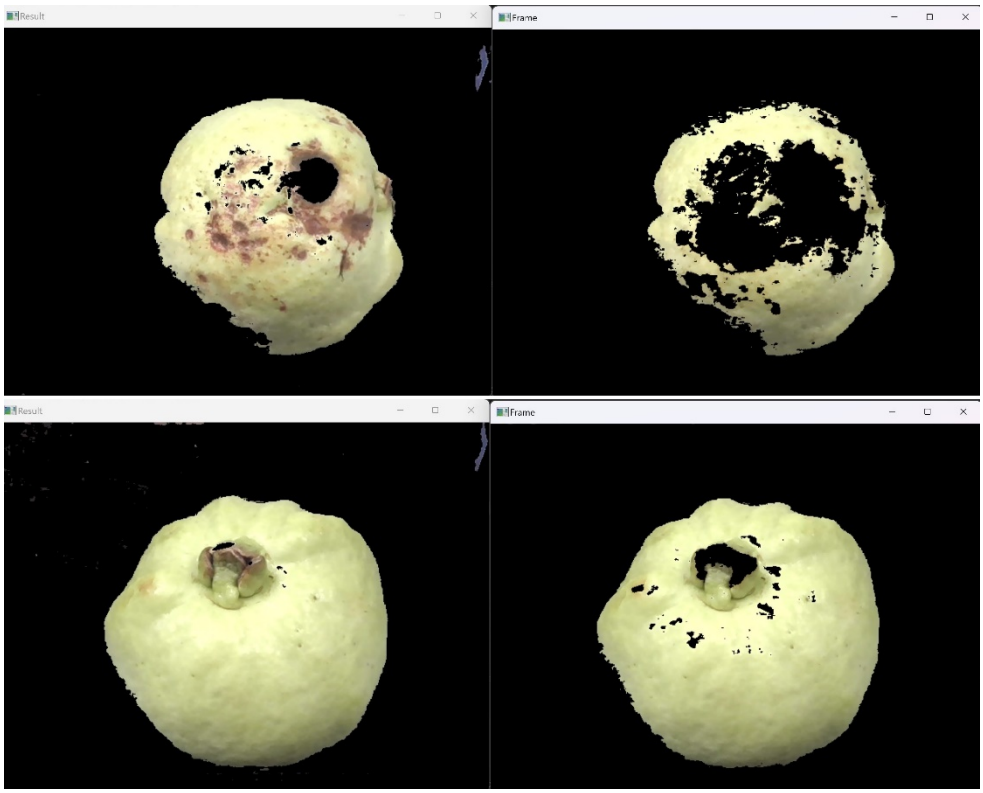
4.1 ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 1

4.1.1 การออกแบบหลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง



ภาพที่ 4-1 แสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

จากภาพที่ 4-1 แสดงแสดงแผนภูมิการออกแบบเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง เมื่อผลฝรั่งเข้าสู่สายพาน และประมวลผลภาพจากเซ็นเซอร์แล้ว Raspberry Pi ทำการประมวลผลจากนั่นจะสั่งการทำงานคัดแยกผลฝรั่งตกเกรด และขนาดของผลฝรั่งที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม โดยเปรียบเทียบตามค่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ด้วยหลักการรู้จำของระบบ แสดงดังภาพที่ 4-2 ตัวอย่างการคัดแยกผลฝรั่งประกอบด้วยผลตกเกรดและผลฝรั่งเกรดดีเพื่อจัดจำหน่าย จากนั้นผลฝรั่งรอรับคำสั่งการเคลื่อนตัวไปยังตำแหน่งปลายทางจากการสั่งงานของ Raspberry Pi ให้แขนผลัก (Pusher) ทำงานเพื่อผลักผลฝรั่งพร้อมทั้งสั่งงานให้สายพานทำงาน เพื่อให้จบกระบวนการคัดแยกผลฝรั่งผลต่อไป



ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างภาพที่ประมวลผลด้วยเซ็นเซอร์สำหรับการคัดแยกผลฝรั่งตกเกรด

หลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ซึ่งนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการหาค่าความแตกต่างกันของผลผลิต มีรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ภาพสีที่ได้จากกล้องจะถูกปรับให้เป็นภาพเฉดสีเทา เพื่อให้สามารถพิจารณาภาพในรูปแบบภาพ 2 มิติได้ (McAndrew, 2004)

ขั้นตอนที่ 2 ปรับภาพสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยใช้เทคนิคการปรับเทรชโชล โดยประยุกต์ใช้การหาค่าเทรชโชลด้วยวิธีของออสสึ (Otsu's method) (Otsu, 1979) เพื่อหาค่าของเทรชโชลจากภาพแบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 3 การปรับเพิ่มคุณลักษณะเด่นให้กับภาพ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลแบบมอร์โฟโลยีดำเนินการโดยใช้การเติมเต็มพิกเซลด้วยวิธีการอุดรู (Filling holes) (McAndrew, 2004)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณขนาดของผลฝรั่ง และการคัดแยกผลฝรั่งตกเกรดเพื่อนำไปแปรรูป โดยใช้สมการหาพื้นที่สีเหลี่ยมคือ กว้าง x ยาว เพื่อใช้เป็นค่าตัวแทนของขนาดผลฝรั่งให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลข

ขั้นตอนที่ 5 การรู้จำขนาดผลฝรั่งและการแบ่งกลุ่มของผลฝรั่ง ที่ตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่ง C (สำหรับการนำไปแปรรูป) โดยมีการกำหนดแม่แบบก่อนเพื่อรู้จำขนาดของผลฝรั่งต้นแบบ และแบ่งกลุ่มโดยใช้สมการวัดระยะห่าง (Euclidean Distance) (Qu, Zhong & Wang, 2010) ของผลฝรั่ง

ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โครงสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มอเตอร์ไฟฟ้าและกล่องควบคุมวงจรไฟฟ้า สายพานเลื่อนผลฝรั่ง พูลเล่ย์ขับชุดหมุนสายพาน ชุดตลับลูกปืน สายพานชุดส่งกำลัง ชุดผลักผลฝรั่งลงช่องลำเลียง ชุดระบบจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพ

4.1.2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลจากสัมภาษณ์ความคิดเห็นของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ใช้เชี่ยวชาญที่มีต่อคัดแยกผลฝรั่ง ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลค่าความถี่ และค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ประสบการณ์ในการทำงาน	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	-	-
5 - 10 ปี	4	80
11 ปีขึ้นไป	1	20
รวม	5	100

จากตารางที่ 4-1 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 คน และจากข้อมูลร้อยละทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 5 คน ประสบการณ์การทำงาน 5 - 10 ปี มี 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และประสบการณ์การทำงาน 11 ปีขึ้นไป มี 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.77	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบสายพานลำเลียง	4.20	0.35	พึงพอใจมาก
3. ความเหมาะสมของการออกแบบกระบวนการตัดสินใจแยกสีของผลฝรั่ง	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.60	0.40	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.63	0.33	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ระยะเวลาสำหรับการคัดผลฝรั่ง 1 ผล ใช้เวลาคัดแยกเฉลี่ยที่เหมาะสม	4.47	0.35	พึงพอใจมาก
2. ผิวของผลฝรั่งก่อนและหลังจากการคัดแยกไม่เสียหาย	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความถูกต้องแม่นยำในการตัดสินใจสำหรับคัดแยกสี	4.27	0.45	พึงพอใจมาก
4. ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	4.17	0.38	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.46	0.36	พึงพอใจมาก
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน	**4.55**	**0.35**	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลของการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.33 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.46 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.36 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ดังนั้น ในภาพรวมพบว่าทั้งสอง

ด้านมีค่าเฉลี่ย 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 มีความคิดเห็น อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดต่อเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 2

การทดสอบการคัดแยกผลฝรั่งที่ได้ตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดเกรดฝรั่งสำหรับการนำไปแปรรูป C ตามลำดับ ด้วยกระบวนการรู้จำวัตถุได้ผลการจำแนกภาพออกมาได้เป็น 3 ตัวแปรข้างต้น ที่ได้จากการคละผลฝรั่งอย่างละเท่าๆ กัน ซึ่งจะแบ่งผลฝรั่งทั้งหมด 3 คลาส ทำการทดสอบเซ็นเซอร์จากการรับภาพทั้งหมด 90 ภาพ แบ่งเป็นคลาสที่ 1 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A จำนวน 30 ภาพ คลาสที่ 2 แยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B จำนวน 30 ภาพ คลาสที่ 3 แยกวัตถุจากการคัดเกรดผลฝรั่ง C จำนวน 30 ภาพ ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการทดสอบแยกผลฝรั่งตามการตั้งค่าตัวแปรของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ครั้งที่	คลาส	จำนวนผลฝรั่งในการทดสอบโมเดล (ผล)	จำนวนภาพที่คัดแยกสำเร็จ	จำนวนภาพที่คัดแยกไม่สำเร็จ	ความถูกต้อง (%)
1	คัดผลฝรั่งตามขนาด A	30	24	6	80
2	คัดผลฝรั่งตามขนาด B	30	26	4	86.67
3	การคัดเกรดผลฝรั่ง C	30	25	5	83.33

จากตารางที่ 4-3 แสดงผลลัพธ์การทดสอบการคัดแยกผลฝรั่งโดยใช้โมเดลเซ็นเซอร์ภาพด้วยกระบวนการรู้จำวัตถุทั้งหมด 90 ผล ซึ่งแบ่งเป็น 3 คลาส แต่ละคลาสจะใช้ในการทดสอบ 30 ผลตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบคลาสแรกจะเป็นผลฝรั่งที่มีผลตามขนาด A คือผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30-75 มิลลิเมตร ซึ่งมีเปอร์เซ็นความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 80 % การทดสอบคลาสสองจะเป็นผลฝรั่งที่มีผลตามขนาด B คือผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 75 มิลลิเมตร ขึ้นไป มีเปอร์เซ็นความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 86.67 % และการทดสอบคลาสสามเป็นผลฝรั่งที่มีการตกเกรด ผลฝรั่งสภาพพื้นที่ผิวไม่สวยงามเหมาะสำหรับการแปรรูป มีเปอร์เซ็นความถูกต้องในการตัดสินใจเท่ากับ 83.33 % ตามลำดับ

ผลการหาค่าเฉลี่ยความแม่นยำของการตัดสินใจ

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบจากการหาความแม่นยำในการตัดสินใจเพื่อการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่องรู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำผลฝรั่งมาทดสอบโดยการคัดบนตัวเครื่องจริง ซึ่งทำการเลือกผลฝรั่งเพื่อทำการทดสอบ 30 ผล แบบคละกลุ่มตัวแปรอย่างเท่าๆ กัน จำนวนคลาสๆ ละ 10 ผล โดยสุ่ม 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A กลุ่มที่ 2 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลผลฝรั่งตามขนาด B กลุ่มที่ 3 ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตกเกรด C แล้วหาค่าเฉลี่ยรวมแต่ละครั้ง ดังตารางที่ 4-4 , ตารางที่ 4-5 และตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-4 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด A

ครั้งที่	**เวลาที่ใช้ (วินาที)**	**จำแนกวัตถุตามขนาด A (ได้,ไม่ได้)**	**ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)**
1	14.98	ได้	ถูกต้อง
2	15.16	ได้	ถูกต้อง
3	14.97	ได้	ถูกต้อง
4	14.99	ได้	ถูกต้อง
5	14.78	ได้	ถูกต้อง
6	15.05	ได้	ถูกต้อง
7	14.53	ได้	ถูกต้อง
8	14.81	ได้	ถูกต้อง
9	14.68	ได้	ถูกต้อง
10	15.31	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	**14.93**		

ตารางที่ 4-5 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามขนาด B

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตามขนาด B (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	15.56	ได้	ถูกต้อง
2	15.21	ได้	ถูกต้อง
3	15.23	ได้	ถูกต้อง
4	15.56	ได้	ถูกต้อง
5	15.48	ได้	ถูกต้อง
6	15.39	ได้	ถูกต้อง
7	14.94	ได้	ถูกต้อง
8	15.55	ได้	ถูกต้อง
9	15.71	ได้	ถูกต้อง
10	15.93	ได้	ถูกต้อง
ค่าเฉลี่ย	**15.46**		

ตารางที่ 4-6 การหาความแม่นยำและระยะเวลาของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งตามเกรด C

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตามเกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัดแยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
1	16.78	ได้	ถูกต้อง
2	16.73	ได้	ถูกต้อง
3	16.43	ได้	ถูกต้อง
4	16.45	ได้	ถูกต้อง
5	16.80	ได้	ถูกต้อง
6	16.38	ได้	ถูกต้อง
7	16.67	ได้	ถูกต้อง
8	16.35	ได้	ถูกต้อง
9	16.56	ได้	ถูกต้อง
10	16.71	ได้	ถูกต้อง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำแนกวัตถุตาม เกรด C (ได้,ไม่ได้)	ตำแหน่งที่ต้องการคัด แยก (ถูกต้อง, ไม่ถูกต้อง)
ค่าเฉลี่ย	16.59		

จากตารางที่ 4-4 ตารางที่ 4-5 และตารางที่ 4-6 ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งจากกระบวนการรู้จำวัตถุ ซึ่งผู้วิจัยมีการทดสอบผลต่อจากกระบวนการสอนให้เครื่องรู้จำผลฝรั่งและการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Test Model) การหาเวลาในการทำงาน จำนวนทั้งหมด 30 ครั้ง ซึ่งแบ่งการทดสอบได้ดังนี้คือ

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด A จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 14.93 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามขนาด A ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-4

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตามขนาด B จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 15.46 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามขนาด B ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-5

ผลสำหรับแยกวัตถุจากผลฝรั่งตกเกรด C จำนวนผลฝรั่งทดสอบ 10 ครั้ง ได้ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงาน 16.59 วินาที จากการทดลองสามารถแยกวัตถุผลฝรั่งตามเกรด C ได้ทั้งหมด และตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ถูกต้องทั้งหมดดังตารางที่ 4-6

4.3 ผลการศึกษาประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ระยะที่ 3

4.3.1 ผลค่าความถี่ ค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4-7 ค่าความถี่และร้อยละ

ประสบการณ์ในการทำงาน	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5 ปี	10	33
5 - 10 ปี	17	57
11 ปีขึ้นไป	3	10
รวม	**30**	**100**

จากตารางที่ 4-7 ผลค่าความถี่และร้อยละพบว่าประสบการณ์การทำงานอายุ 5-10 ปีเป็นผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนมากที่สุด 17 คน คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือประสบการณ์การทำงานอายุต่ำกว่า 5 ปี มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33 และประสบการณ์การทำงานมากกว่า 11 ปีขึ้นไป มีผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10

4.3.2 ผลค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้ใช้เครื่อง

ตารางที่ 4-8 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบสายพานลำเลียง	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความเหมาะสมของการออกแบบกระบวนการตัดสินใจแยกสีของผลฝรั่ง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.93**	**0.19**	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
1. ระยะเวลาสำหรับการคัดผลฝรั่ง 1 ผล ใช้เวลาคัดแยกสีเฉลี่ยที่เหมาะสม	4.80	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
2. ผิวของผลฝรั่งก่อนและหลังจากการคัดแยกไม่เสียหาย	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความถูกต้องแม่นยำในการตัดสินใจสำหรับคัดแยก	4.93	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
4. ความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานเครื่อง	4.77	0.43	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	**4.86**	**0.32**	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง			
1.ความพึงพอใจที่มีต่อภาพรวมของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.90	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความพึงพอใจในด้านกลไกการทำงาน ของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.60	0.25	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย ของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง	4.60	0.35	พึงพอใจมากที่สุด
4.ความพึงพอใจในด้านการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง	4.47	0.25	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.64**	**0.28**	พึงพอใจมากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	**4.81**	**0.26**	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-8 ผลการประเมินประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งมีค่าเฉลี่ย 4.86 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และด้านประสิทธิผลของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 ความคิดเห็นระดับความพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนานวัตกรรมการคัดแยกผลฝรั่งโดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม (Spectrum Analysis) ของเกษตรกรผู้ปลูกและแปรรูปฝรั่งในจังหวัดเพชรบูรณ์โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์เชิงสเปกตรัม ซึ่งนำเอาเทคโนโลยีการตัดสินใจจากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ภาพในการหาค่าความแตกต่างกันของผลฝรั่ง มีผลการวิจัย พบว่า จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.35 มีความคิดเห็น อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

5.1.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ขั้นตอนแรกผู้วิจัยทำการสอนให้ตัวเครื่องรู้จำวัตถุด้วยการกำหนดตัวแปรเบื้องต้น (Train Model) จากการวิเคราะห์ด้วยภาพ และหาค่าความแม่นยำในการตัดสินใจ ความถูกต้องสำหรับการคัดผลฝรั่งจากกระบวนการสอนให้ตัวเครื่องรู้จำภาพฝรั่ง โดยทำการตั้งสมมติฐานหลักคือ คัดผลฝรั่งตามขนาด A คัดผลฝรั่งตามขนาด B และการคัดผลฝรั่งตกเกรด C (สำหรับการนำไปแปรรูป) ขั้นตอนต่อมาผู้วิจัยทำการทดสอบคัดแยกผลฝรั่ง (Test Model) ตามการกำหนดตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร ซึ่งได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพจากการพัฒนาและสร้างเครื่องต้นแบบคัดแยกสีผลฝรั่งด้วยระบบเซ็นต์เซอร์ภาพจำนวน 30 ครั้ง สามารถตัดสินใจคัดแยกผลฝรั่งที่มีค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานของตัวเครื่อง 15.66 วินาที สามารถคัดแยกผลฝรั่งได้ทั้งหมด และคัดแยกตรงตามตำแหน่งที่ต้องการคัดแยกได้ทั้งหมด

5.1.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ในภาพรวมพบว่าทั้ง 3 ด้านผู้ใช้งานเครื่อง มีผลความพึงพอใจโดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

5.2 แนวทางในการพัฒนา

เนื่องจากเครื่องต้นแบบการคัดแยกผลฝรั่ง ยังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นจึงนำเสนอแนวทางในการออกแบบพัฒนา ดังนี้

1) สภาพแสงในกล่องถ่ายภาพมีแสงสะท้อนกับสายพาน ปรับเปลี่ยนสายพานเป็นแบบทึบแสงเพื่อไม่ให้แสงที่อยู่ในกล่องสะท้อนเข้ากล้อง

2) ควรปรับเปลี่ยนเซ็นเซอร์ภาพให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อการคัดแยกผลที่รวดเร็วขึ้น

บรรณานุกรม

จันทนา ใจจิตร (2559). **การวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่อย่างมีคุณภาพในเขตภาคกลาง (วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตฝรั่ง).** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. มิถุนายน 2559.หน้า 3-35.

ปริญญ์ รอบคอบ และคณะ.(2554). **เครื่องปอกฝรั่งเพื่อการผลิตฝรั่งแช่บ๊วย.** การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น “การพัฒนาอนาคตชนบทไทย : ฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน”. ณ วันที่ 27-29 มกราคม 2554.

รุ่งเกียรติ แก้วเพชร และคณะ.(2564). **แนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตฝรั่งอินทรีย์ : กรณีศึกษาเกษตรกรผู้ปลูกฝรั่ง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม.** บทความวิจัย วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 26 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม 2561. หน้า 657-668

บัณฑิต จริโมภาส และคณะ (2545). **เครื่องคัดขนาดผลฝรั่ง.** วารสารวิจัย วิทยาศาสตร์เกษตร.ปีที่ 33 ฉบับที่ 6 (พิเศษ) พฤศจิกายน-ธันวาคม 2545.

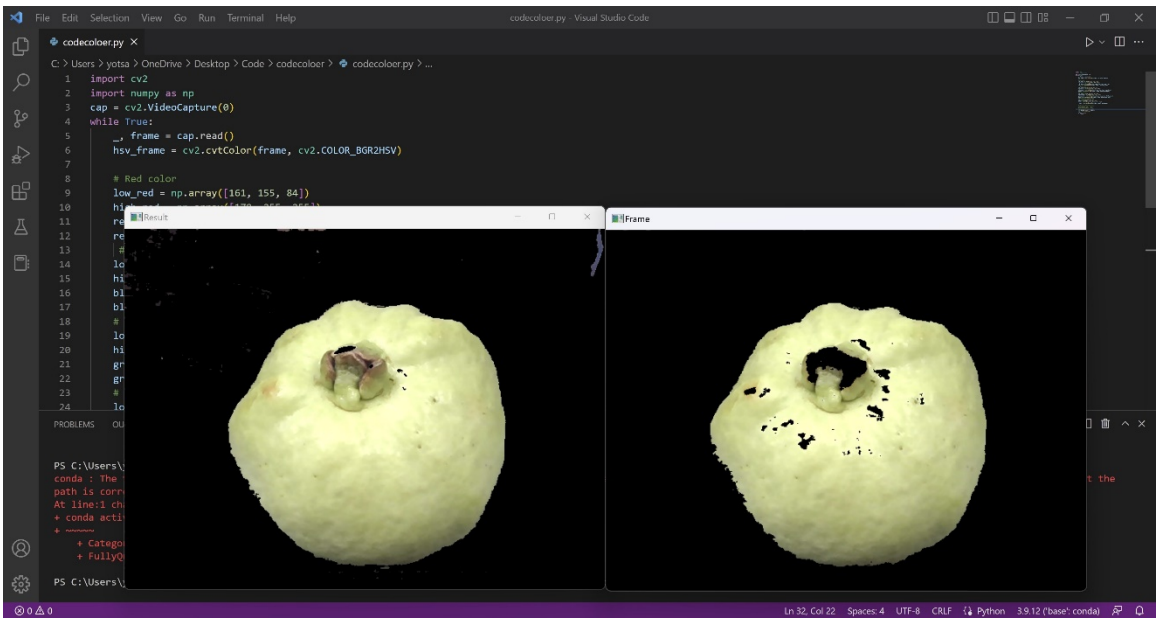
กันตภณ พลิ้วไธสง. (2557). **เครื่องคัดแยกวัตถุอัตโนมัติตามสายพานลำเลียง.** วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2557. หน้า 88-96.

สิมิลัน อาศัยพานิชย์ และฐิติวรรณ ศรีนาค. ม.ป.ป. **ระบบคัดแยกขนาดปลาอัตโนมัติโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องวีดีโอโปรแกรมเพื่องานการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** [Online]. Available: http:// www. vcharkarn.com/uploads/project/394_1.pdf. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2564.]

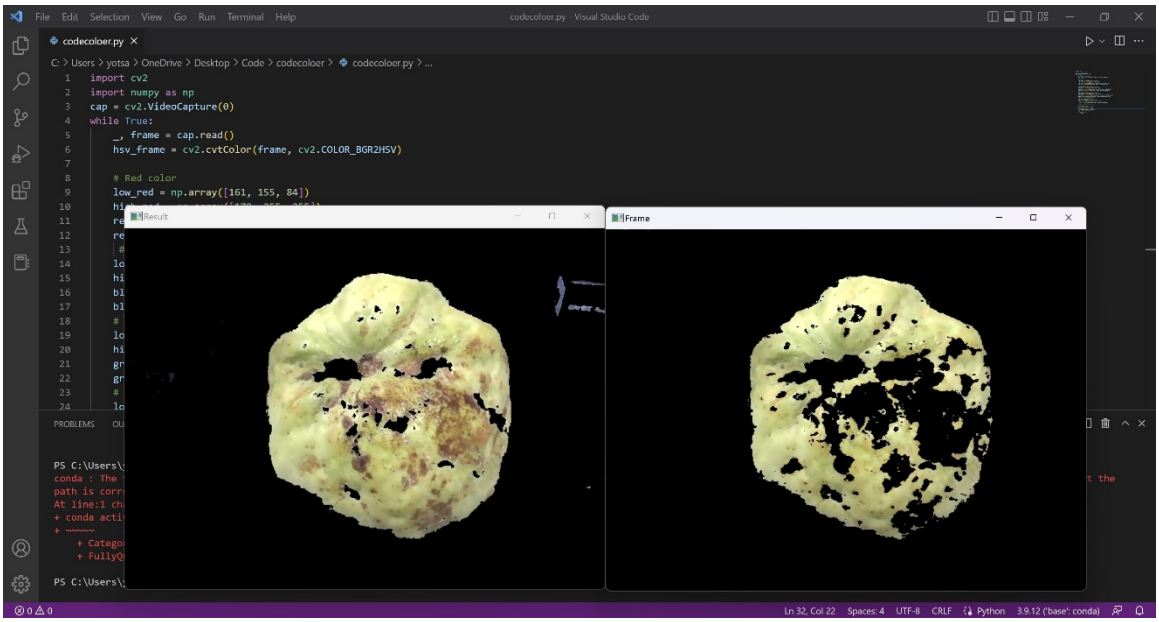
ณัฏฐพงค์ เฉลิมธารงค์ ณรงค์ชัย โพธิ์เจริญ และปาริฉัตร เสริมวุฒิสาร. ม.ป.ป. **เครื่องคัดแยกพริกหวานอัตโนมัติ (Automatic sweet pepper separator).** [Online]. Available: http://cpe.eng.kps.ku.ac.th/db_cpeproj/fileupload/ project_IdDoc7_IdPro2.pdf. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2564.].

ภาคผนวก

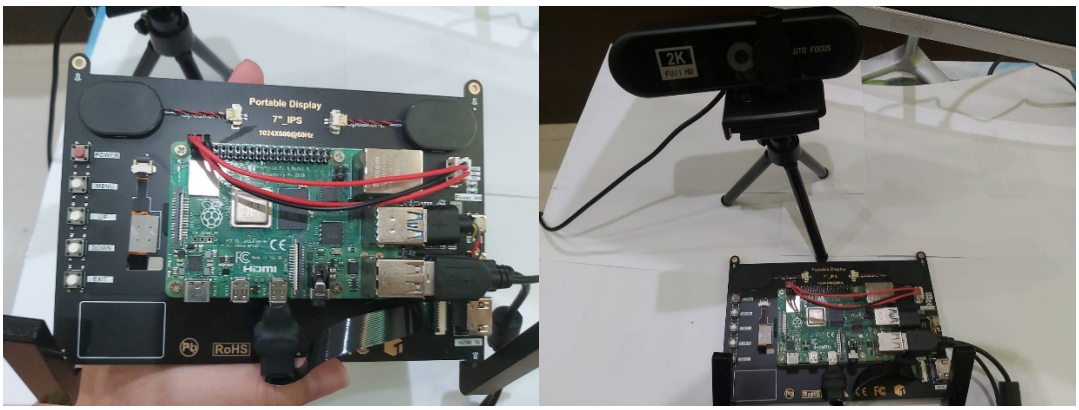
ภาคผนวก ก
ภาพถ่ายจากการทดสอบเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง



ภาพที่ ก-1 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่จัดจำหน่ายเป็นผลของการคัดแยกจากเครื่อง



ภาพที่ ก-2 แสดงภาพตัวอย่างการคัดเกรดผลฝรั่งที่นำมาแปรรูปจากการคัดแยกด้วยตัวเครื่อง



ภาพที่ ก-3 แสดงภาพอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง

ภาพที่ ก-4 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบบนเครื่องต้นแบบคัดแยกผลฝรั่ง

ภาพที่ ก-5 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดเกรดแปรรูป

ภาพที่ ก-6 แสดงตัวอย่างภาพผลฝรั่งที่นำมาทดสอบคัดขนาด A และขนาด B

ประวัติคณะผู้วิจัย

<u>หัวหน้าโครงการวิจัย</u>

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายยศวรรธน์ จันทนา
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Yotsawat Jantana
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : yotsawat.j@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
   วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
   สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เทคโนโลยีการสื่อสาร
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

   หัวหน้าโครงการ : การพัฒนาต้นแบบการเก็บถนอมและแปรรูปมะเดื่อฝรั่ง ปี 2563 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

   ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเครื่องอบสำหรับอุตสาหกรรมมะขามแปรรูปอัดแท่งจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
8. งานวิจัยที่กำลังทำ
9. ผ่านการอบรม :
   - Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
   - อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นรัตว์ รัตนวัย
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narat Rattanawai
2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายวิชาการ)
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : narat_pcru@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
   วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย : เครื่องทำไม้ไก่ย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องปั้นเนื้อมะขามแก้ว เผยแพร่ราชภัฏวิจัยที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

8. ผ่านการอบรม :
   - Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
   - อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2