



การคัดแยกความสุกดิบของกล้วยด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง The Ripeness of Bananas Classification with Machine Learning

ศศิน เทียนดี^{1*}, สุนัตตา ไวยัญญะกรรม¹, พรวิ วงศ์สวัสดิ์สุริยะ¹ และ อรุณา พร้าโม²

¹โครงการจัดตั้งภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

*E-mail: sasin.t@ku.th

Sasin Tiendee^{1*}, Sunutta Waithanyakam¹, Poravee Wongsawatsuriya¹ and On-Uma Pramote²

¹Department of Computing Establishment Project, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Kasetsart University

²Computer Science Program, Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*E-mail: sasin.t@ku.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการคัดแยกความสุกดิบของกล้วยด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ข้อมูลภาพที่ใช้เป็นภาพกล้วยสุกและกล้วยดิบ ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า และกล้วยหอมทอง โดยบันทึกข้อมูลภาพในระบบสีอาร์จีบี (RGB) ด้วยกล้องดิจิทัล ในพื้นที่แสง 3 สภาพแสง คือ แสงในที่ร่ม แสงในห้อง และแสงกลางแจ้ง ค่าสีอาร์จีบี (RGB) ถูกใช้เป็นคุณลักษณะ (Feature) โดยที่นำค่าเหล่านั้นทำการทดลองจัดกลุ่มด้วยวิธีเคมีน (K-Mean) พบว่าระบบสีในระบบสีดังกล่าว มีค่าแนวโน้มที่บ่งชี้ว่าสามารถใช้เป็นคุณลักษณะแบ่งแยกความสุกดิบได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้วิธีการสร้างโมเดลตัวจำแนกด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยแบ่งชุดข้อมูลภาพออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบ ในระยะการเรียนรู้ พบว่าตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โดยการตรวจสอบไขว้ จำนวน 10 รอบ (10-Fold Cross-Validation) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 94.5 % และ 94.11 % ตามลำดับ และในระยะการทดสอบตัวจำแนก มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) ในการจำแนกค่าสีกล้วยดิบและกล้วยสุก เท่ากับ 96.14 % และ 95.18 % ตามลำดับ

คำหลัก กล้วย ความสุกดิบ ค่าสีอาร์จีบี การจัดกลุ่มแบบเคมีน การคัดแยก การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

The research proposed the method of the ripeness of bananas classification with Machine Learning. The images of ripe and unripe bananas are Lady Finger banana, Pisang Awak banana, and Gros Michel banana. They are taken by digital cameras in three lights environments: indoor light, outdoor light, and room light. The RGB color values of the bananas are used for the features. These features passed to K-Mean Clustering. It was found that the color plane in the RGB color system has a trend value indicating that it can be used as a feature to the ripeness classification. Therefore, this research has chosen to create the classifier are Logistic Regression and Decision Tree methods. The images dataset are separated into the learning and the testing phases. In the learning phase, the results showed that the classifiers created by



Logistic Regression and Decision Tree with 10-fold cross-validation, the accuracy values are 94.5% and 94.11% respectively. Then, the testing phase, the accuracy values are 96.14% and 95.18% respectively

Keywords: Bananas, Ripeness, RGB Color, K-Mean Clustering, Classification, Machine Learning

1. บทนำ

กล้วยเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมในการบริโภค เป็นพืชที่ใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ ปลูกและดูแลรักษาง่าย ให้ผลผลิตเร็ว เจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย เมื่อกล้วยดิบจะมีเปลือกสีเขียวและเมื่อกล้วยสุกเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แต่ก็มีกล้วยบางสายพันธุ์ที่ไม่สามารถพิจารณาความสุกดิบจากสีผิวเปลือกกล้วยได้ ในธุรกิจส่งขายกล้วยที่ต้องคัดแยกความสุกดิบของกล้วยในปริมาณมาก ๆ ต้องใช้คนเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อต้นทุนค่าแรงที่เพิ่มขึ้นด้วย

งานวิจัยนี้นำเสนอการคัดแยกความสุกดิบของกล้วยด้วยระบบอัตโนมัติโดยอาศัยการเรียนรู้ของเครื่อง ใช้กล้วย 3 สายพันธุ์ ได้แก่ กล้วยไข่ กล้วยหอมทอง และกล้วยน้ำว้า ซึ่งเป็นกล้วยที่สามารถพิจารณาความสุกดิบจากสีผิวเปลือกกล้วยได้ ใช้กล้องดิจิทัลบันทึกข้อมูลภาพของกล้วยภายใต้ 3 สภาพแสง ได้แก่ แสงในที่ร่ม แสงในห้อง และแสงกลางแจ้ง โดยใช้ฉากหลังสีน้ำเงิน และทำการสร้างตัวจำแนกด้วยการเรียนรู้ของเครื่องโดยใช้คุณลักษณะ (Feature) เป็นค่าสีอาร์จีบี (RGB) จากภาพข้อมูลกล้วย 3 สภาพแสงเหล่านั้น จึงทำให้ตัวจำแนกความสุกดิบของกล้วยสามารถคัดแยกสีของเปลือกกล้วยได้ดีในสภาพแสงที่แตกต่างกันได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการคัดแยกความสุกดิบของกล้วย ลดต้นทุนค่าแรงในการจ้างคน มีความแม่นยำเพิ่มขึ้นได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจะพบว่า งานวิจัยของ Mendoza et al. [1] ได้บันทึกข้อมูลภาพกล้วยในสภาพแสงที่ได้กำหนดไว้โดยเฉพาะในอุปกรณ์และใช้ระบบสีแอลเอบี (LAB) เป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะ (Feature) ที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยของ Mustafa et al. [2] ทำการประมวลผลภาพโดยใช้ระบบสีแอลเอบี (LAB) เพื่อวัดขนาดและนับค่าสีของเปลือกกล้วย งานวิจัยของ Saad et al. [3] บันทึกข้อมูลภาพเป็น 3 ชุด ตามระยะการสุกดิบของกล้วย 3 ระยะ

ไม่ได้ระบุถึงสภาพแสงที่ใช้บันทึกข้อมูลภาพ และใช้ค่าฮิสโตแกรมของภาพระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นคุณลักษณะในการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยของ Intaravanne et al. [4] ออกแบบอุปกรณ์ในการประมาณค่าความสุกดิบของกล้วยโดยอาศัยการวิเคราะห์สเปกตรัม (2D Spectral) และบันทึกภาพด้วยโทรศัพท์มือถือ งานวิจัยของ Kulkarni et al. [5] ใช้ค่าความต้านทานของกล้วยและการประมวลผลภาพสีในระบบอาร์จีบี (RGB) ไม่ได้ระบุถึงสภาพแสงที่ใช้บันทึกข้อมูลภาพ เป็นคุณลักษณะให้กับพืชซึ่งลอจิกในการจำแนกความสุกดิบของกล้วย งานวิจัยของ Marimuthu et al. [6] ใช้ชุดข้อมูลภาพ MUSA ซึ่งบันทึกภาพแบบไฟส่องสว่างสม่ำเสมอ (Uniform Illumination) และใช้ระบบสีเอชเอสวี (HSV) และแอลเอบี (LAB) เป็นคุณลักษณะที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง งานวิจัยของ Xie et al. [7] ใช้การบันทึกข้อมูลภาพแบบไฮเปอร์สเปกตรัม (Hyperspectral Image) ในการกำหนดสีของกล้วยในระบบสีแอลเอบี (LAB) เพื่อใช้ในการจำแนกความสุกดิบของกล้วย งานวิจัยของ Sabilla et al. [8] บันทึกข้อมูลภายในอุปกรณ์ควบคุมแสง ใช้ข้อมูลภาพในระบบสีอาร์จีบี (RGB) ทำการแปลงเป็นภาพระดับเทา (Grayscale) และใช้การเรียนรู้ของเครื่องมากกว่าหนึ่ง งานวิจัยของ Vetrek et al. [9] ใช้ข้อมูลภาพหลายสเปกตรัม (Multi-spectral Imaging) ร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อใช้คัดแยกความสุกดิบของกล้วย งานวิจัยของ Maimunah et al. [10] บันทึกข้อมูลภาพภายในอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะทำการบันทึกข้อมูลภาพในทุกช่วงเวลาจากกล้วยดิบจนไปถึงสุก และใช้การเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกความสุกดิบของกล้วย งานวิจัยของ Mazen et al. [11] บันทึกข้อมูลภาพด้วยกล้องดิจิทัลไม่ได้ระบุถึงสภาพแสง ทำการแปลงข้อมูลภาพในระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นระบบสีเอชเอสวี (HSV) และคำนวณค่าคุณสมบัติต่าง ๆ นำไปใช้สร้างตัวจำแนกความสุกดิบของกล้วย



จะเห็นได้ว่างานวิจัยนี้ทำการบันทึกข้อมูลภาพของกล้วยด้วยกล้องดิจิทัล ภายใต้ 3 สภาพแสง ได้แก่ แสงในที่ร่ม แสงในห้อง และแสงกลางแจ้ง และเลือกใช้ระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นคุณลักษณะในการสร้างตัวจำแนกความสุกดิบของกล้วย ซึ่งยังไม่มีการทำวิจัยในลักษณะนี้มาก่อน

3. วิธีการที่นำเสนอ

งานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการจัดเตรียมชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุกและดิบโดยใช้ระบบสีอาร์จีบี (RGB) และทำการคำนวณหาแนวโน้มของค่าสีเปลือกกล้วยสุกและดิบว่าระบบสีใดของระบบสีอาร์จีบี (RGB) จะมีอิทธิพลต่อการแบ่งแยกสีเปลือกกล้วยสุกและดิบ เพื่อใช้ประเมินเบื้องต้นว่าค่าสีในระบบสีอาร์จีบี (RGB) สามารถใช้คัดแยกสีเปลือกกล้วยสุกและดิบได้ จากนั้นจะทำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ทำการเรียนรู้ค่าสีในระบบอาร์จีบี (RGB) ของเปลือกกล้วยสุกและดิบของกล้วยทั้ง 3 สายพันธุ์ ภายใต้ 3 สภาพแสง เพื่อสร้างโมเดลสำหรับคัดแยกสีของเปลือกกล้วยสุกและดิบ พร้อมประเมินประสิทธิภาพของโมเดลและทำการทดสอบใช้งานโมเดลที่สร้างขึ้นรายละเอียดมีลำดับดังนี้

3.1 การจัดเตรียมชุดข้อมูลภาพสำหรับการเรียนรู้

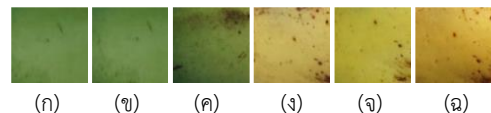
งานวิจัยนี้ได้จัดทำชุดข้อมูลภาพ PSRU-KU และทำการแบ่งออกเป็น 6 ชุด ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ (4) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก (5) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ และ (6) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก แต่ละชุดข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลภาพบันทึกภายใต้ 3 สภาพแสง ได้แก่ (1) แสงในที่ร่ม (2) แสงในห้อง และ (3) แสงกลางแจ้ง ข้อมูลภาพแต่ละชุดจะมีฉากหลังเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งข้อมูลภาพมีขนาด 1616×1080 พิกเซล งานวิจัยนี้จะนำข้อมูลภาพทั้ง 6 ชุด มาทำการตัดแบ่งภาพโดยเลือกบริเวณผิวเปลือกกล้วยให้เป็นภาพขนาดเล็กเท่ากับ 101×101 พิกเซล โดยอาศัยการประมวลผลภาพด้วยแม่แบบ (Template) ขั้นตอนการตัดแบ่งภาพบริเวณผิวเปลือกกล้วยให้เป็นภาพขนาดเล็ก

แสดงดังภาพที่ 1 ตัวอย่างการตัดแบ่งภาพแต่ละชุดข้อมูลแสดงดังภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 4

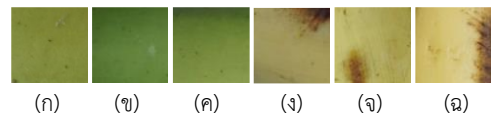
พิจารณาตารางที่ 1 รายละเอียดการแบ่งชุดข้อมูลภาพ PSRU-KU ออกเป็น 6 ชุดข้อมูลภาพของกล้วย 3 สายพันธุ์ ภายใต้ 3 สภาพแสง จะได้ชุดข้อมูลภาพละ 450 ภาพ ซึ่งประกอบด้วย (1) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในที่ร่ม จำนวน 150 ภาพ (2) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในห้อง จำนวน 150 ภาพ และ (3) ข้อมูลภาพในสภาพแสงกลางแจ้ง จำนวน 150



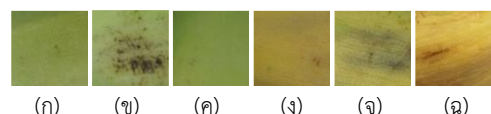
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการตัดแบ่งภาพบริเวณผิวเปลือกกล้วยให้เป็นภาพขนาดเล็ก 101×101 พิกเซล



ภาพที่ 2 ตัวอย่างภาพขนาดเล็กของผิวเปลือกกล้วยไข่ดิบ (ก) แสงในที่ร่ม (ข) แสงในห้อง (ค) แสงกลางแจ้ง และผิวเปลือกกล้วยไข่สุก (ง) แสงในที่ร่ม (จ) แสงในห้อง (ฉ) แสงกลางแจ้ง



ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพขนาดเล็กของผิวเปลือกกล้วยหอมทองดิบ (ก) แสงในที่ร่ม (ข) แสงในห้อง (ค) แสงกลางแจ้ง และผิวเปลือกกล้วยหอมทองสุก (ง) แสงในที่ร่ม (จ) แสงในห้อง (ฉ) แสงกลางแจ้ง



ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาพขนาดเล็กของผิวเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ (ก) แสงในที่ร่ม (ข) แสงในห้อง (ค) แสงกลางแจ้ง และผิวเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก (ง) แสงในที่ร่ม (จ) แสงในห้อง (ฉ) แสงกลางแจ้ง



ตารางที่ 1 การแบ่งชุดข้อมูลภาพ PSRU-KU ออกเป็น 6 ชุด

ชุดข้อมูลภาพกล้วย สุก/ดิบ	สภาพแสง	จำนวนภาพ	รวมภาพ
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	
ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก	แสงในที่ร่ม	150	450
	แสงในห้อง	150	
	แสงกลางแจ้ง	150	

3.2 การหาแนวโน้มของค่าสีเปลือกกล้วย

ในขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณเพื่อหาแนวโน้มของค่าสีผิวเปลือกกล้วยสุกและดิบด้วยวิธีเคมีน (K-Mean) โดยใช้ 6 ชุดข้อมูลภาพของกล้วย 3 สายพันธุ์ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1 ชุดข้อมูลภาพละ 150 ภาพ ซึ่งประกอบด้วย (1) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในที่ร่ม จำนวน 50 ภาพ (2) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในห้อง จำนวน 50 ภาพ และ (3) ข้อมูลภาพในสภาพแสงกลางแจ้ง จำนวน 50 ภาพ ดังนั้นจะได้ (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ จำนวน 150 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก จำนวน 150 ภาพ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ จำนวน 150 ภาพ (4) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก จำนวน 150 ภาพ (5) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ จำนวน 150 ภาพ (6) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 150 ภาพ พิจารณาตารางที่ 1 ประกอบความเข้าใจ

จากชุดข้อมูลภาพจำนวน 6 ชุดที่ได้มานั้น จะนำชุดข้อมูลแต่ละชุดนั้นมาทำการแบ่งกลุ่มค่าสีด้วยวิธีการเคมีน (K-Mean Clustering) สำหรับข้อมูลภาพในระบบสีอาร์จีบี (RGB) จะประกอบด้วยจุดสีหรือที่เรียกว่าพิกเซล โดยที่แต่ละพิกเซลประกอบไปด้วยค่าสีแดง (Red) ค่าสีเขียว (Green)

และค่าสีน้ำเงิน (Blue) เริ่มต้นที่ ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ จะทำการบันทึกค่าสีอาร์จีบี (RGB) ของชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบทั้งหมด เก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ซึ่งค่าสีที่บันทึกได้จะมีจำนวน 1,530,150 ค่า สี หมายความว่าโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) นี้จะมีขนาด 1,530,150 แถว และ 3 หลัก ซึ่งก็คือค่าสีอาร์จีบี (RGB) จากนั้นนำข้อมูลค่าสีในแถวลำดับดังกล่าวมาคำนวณแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่มด้วยวิธีการเคมีน ผลลัพธ์ที่ได้ คือค่าสีอาร์จีบี (RGB) ที่เป็นจุดเซนทรอยด์ (Centroid) ของกลุ่มที่แบ่งได้จำนวน 3 กลุ่ม โดยที่จะดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นนี้จนครบทั้ง 6 ชุดข้อมูลภาพ

3.3 การสร้างตัวจำแนกสีเปลือกกล้วยสุกและดิบและประเมินประสิทธิภาพตัวจำแนก

ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองสร้างตัวจำแนกด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้จะใช้ชุดข้อมูลภาพเดียวกันในการสร้างตัวจำแนก โดยจะทำการรวมชุดข้อมูลภาพจำนวน 6 ชุดที่ได้จากการเตรียมในขั้นตอนที่ 3.2 และทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุกของกล้วยทั้ง 3 สายพันธุ์ จำนวน 450 ภาพ ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก จำนวน 150 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก จำนวน 150 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 150 ภาพ และ กลุ่มที่ 2 ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบของกล้วยทั้ง 3 สายพันธุ์ จำนวน 450 ภาพ ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ จำนวน 150 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ จำนวน 150 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ จำนวน 150 ภาพ แสดงการแบ่งกลุ่มชุดข้อมูลภาพดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การแบ่งกลุ่มชุดข้อมูลภาพสำหรับใช้สร้างตัวจำแนก

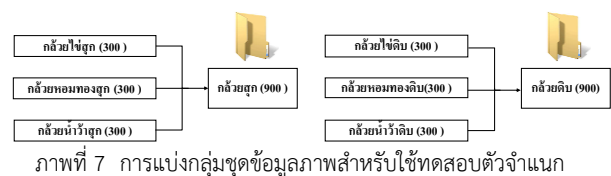


ในขั้นตอนนี้จะทำการนำเข้าชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุก 3 สายพันธุ์ จำนวน 450 ภาพ และทำการบันทึกค่าสีอาร์จีบี (RGB) ของชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุกทั้งหมดเก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 1 ซึ่งจะมีค่าสีทั้งหมดจำนวน 4,590,450 ค่าสี และทำการสุ่มค่าสีไปใช้สร้างตัวจำแนก 2,000,000 ค่าสี โดยบันทึกไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 จากนั้นทำการนำเข้าชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบ 3 สายพันธุ์ จำนวน 450 ภาพ และทำการบันทึกค่าสีอาร์จีบี (RGB) ของชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบทั้งหมด เก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 2 ซึ่งจะมีค่าสีทั้งหมดจำนวน 4,590,450 ค่าสี และทำการสุ่มค่าสีไปใช้สร้างตัวจำแนก 2,000,000 ค่าสี โดยบันทึกไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 ดังนั้นในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 จะมีค่าสีจำนวนทั้งสิ้น 4,000,000 ค่าสี พร้อมทั้งได้ระบุป้ายชื่อ (Label) ว่าค่าสีใดมาจากกลุ่มสีเปลือกกล้วยสุกหรือดิบ ซึ่งจะนำไปสร้างเป็นไฟล์ค่าที่คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (Comma Separated Value: CSV) และนำไปสร้างตัวจำแนกพร้อมประเมินประสิทธิภาพของตัวจำแนกด้วยการทำการตรวจสอบแบบไขว้จำนวน 10 รอบ (10 Fold Cross Validation) โดยใช้ซอฟต์แวร์แรพิดไมเนอร์ สตูดิโอ (RapidMiner Studio) ต่อไป แสดงขั้นตอนกระบวนการเก็บค่าสีเพื่อสร้างตัวจำแนก ดังภาพที่ 6

3.4 การทดสอบใช้งานตัวจำแนกสีเปลือกกล้วยสุกและดิบ

จากขั้นตอนที่ 3.3 จะได้ตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในขั้นตอนนี้จะทำการสร้างชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสำหรับทดสอบตัวจำแนกดังกล่าว โดยทำการสุ่มเลือกข้อมูลภาพจาก 6 ชุด

ข้อมูลภาพของกล้วย 3 สายพันธุ์ ชุดข้อมูลภาพละ 300 ภาพ สุ่มเลือกข้อมูลภาพที่ไม่ซ้ำกับข้อมูลภาพที่นำมาใช้สร้างตัวจำแนกข้างต้นซึ่งประกอบด้วย (1) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในที่ร่ม จำนวน 100 ภาพ (2) ข้อมูลภาพในสภาพแสงในห้องจำนวน 100 ภาพ และ (3) ข้อมูลภาพในสภาพแสงกลางแจ้งจำนวน 100 ภาพ ดังนั้นจะได้ (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ จำนวน 300 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก จำนวน 300 ภาพ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ จำนวน 300 ภาพ (4) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก จำนวน 300 ภาพ (5) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ จำนวน 300 ภาพ (6) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 300 ภาพ โดยจะทำการรวมชุดข้อมูลภาพจำนวน 6 ชุดที่ได้จากการเตรียมข้างต้นมาทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุก 3 สายพันธุ์ จำนวน 900 ภาพ ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่สุก จำนวน 300 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองสุก จำนวน 300 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 300 ภาพ และ กลุ่มที่ 2 ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบ 3 สายพันธุ์ จำนวน 900 ภาพ ประกอบด้วย (1) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยไข่ดิบ จำนวน 300 ภาพ (2) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยหอมทองดิบ จำนวน 300 ภาพ และ (3) ชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยน้ำว้าดิบ จำนวน 300 ภาพ แสดงการแบ่งกลุ่มชุดข้อมูลภาพสำหรับใช้ทดสอบตัวจำแนกดังภาพที่ 7





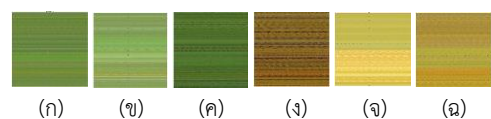
ในขั้นตอนนี้จะทำการนำเข้าชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุก 3 สายพันธุ์ จำนวน 900 ภาพ และทำการบันทึกค่าสีอาร์จีบี (RGB) ของชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยสุกทั้งหมดเก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 1 ซึ่งจะมีค่าสีทั้งหมดจำนวน 9,180,900 ค่าสี และทำการสุ่มค่าสีไปใช้สร้างตัวจำแนก 4,000,000 ค่าสี โดยบันทึกไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 จากนั้นทำการนำเข้าชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบ 3 สายพันธุ์ จำนวน 900 ภาพ และทำการบันทึกค่าสีอาร์จีบี (RGB) ของชุดข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยดิบทั้งหมด เก็บไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 2 ซึ่งจะมีค่าสีทั้งหมดจำนวน 9,180,900 ค่าสี และทำการสุ่มค่าสีไปใช้สร้างตัวจำแนก 4,000,000 ค่าสี โดยบันทึกไว้ในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 ดังนั้นในโครงสร้างข้อมูลแถวลำดับ (Array) ตัวที่ 3 จะมีค่าสีจำนวนทั้งสิ้น 8,000,000 ค่าสี พร้อมทั้งได้ระบุป้ายชื่อ (Label) ว่าค่าสีใดมาจากกลุ่มสีเปลือกกล้วยสุกหรือดิบ ซึ่งจะนำไปสร้างเป็นไฟล์ค่าที่คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (Comma Separated Value: CSV) และนำไปใช้ทำการทดสอบตัวจำแนกที่สร้างขึ้นข้างต้นด้วยซอฟต์แวร์แรพิดไมเนอร์ สตูดิโอ (RapidMiner Studio) ต่อไป แสดงขั้นตอนกระบวนการเก็บค่าสีเพื่อใช้ทดสอบตัวจำแนก ดังภาพที่ 8

4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

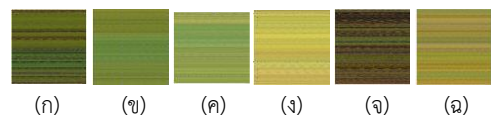
4.1 การพิจารณาแนวโน้มของค่าสีเปลือกกล้วย

ผลการหาแนวโน้มของค่าสีเปลือกกล้วยจากการนำเข้าชุดข้อมูลภาพผิวสีเปลือกกล้วยจำนวน 6 ชุดข้อมูล ชุดข้อมูลละ 1,530,150 ค่าสี ตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 3.2 งานวิจัยนี้ทำการแบ่งกลุ่มค่าสีเปลือกกล้วยแต่ละชุดข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย ค่าสีแดง (R) ค่าสีเขียว (G) และค่าสีน้ำเงิน (B) ซึ่งเป็นจุดเซนทรอยด์ของกลุ่มค่าสี พิจารณาจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าจุดเซนทรอยด์ของแต่ละกลุ่มของค่าสีเปลือกกล้วยดิบทั้ง 3 สายพันธุ์ จะมีค่าสีเขียวสูงกว่าค่าสีแดง ส่วนค่าสีน้ำเงินมีค่าต่ำสุด พิจารณาจากตารางที่ 3 ในส่วนของกล้วยสุกทั้ง 3 สายพันธุ์ จะมีค่าสีแดงสูงกว่าค่าสีเขียว ส่วนค่าสีน้ำเงินมีค่าต่ำสุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลภาพสีเปลือกกล้วยที่ใช้ระบบ

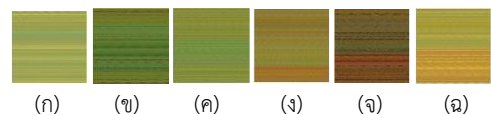
สีอาร์จีบี (RGB) นั้น ระบายสีแดงและสีเขียวเป็นส่วนที่ใช้ในการคัดแยกความสุกดิบของสีเปลือกกล้วยได้ การแสดงค่าสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนของกล้วยดิบและสุกทั้ง 3 สายพันธุ์แสดงดังภาพที่ 9 ถึง ภาพที่ 11 จะเห็นว่าการแบ่งแยกค่าสีของเปลือกกล้วยดิบและสุกแบ่งแยกกันชัดเจน แต่ก็ไม่สามารถระบุได้ว่าจะต้องมีค่าสีอาร์จีบี (RGB) เป็นตัวเลขเท่าใดในการแบ่งแยกความสุกดิบ ในงานวิจัยนี้จึงได้ใช้ค่าสีอาร์จีบี เป็นคุณลักษณะในการสร้างตัวจำแนกเพื่อคัดแยกความสุกดิบ ซึ่งจะรายงานผลในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 9 ค่าสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนของกล้วยดิบ
(ก) กลุ่มที่ 1 (ข) กลุ่มที่ 2 (ค) กลุ่มที่ 3 และกล้วยสุก (ง) กลุ่มที่ 1 (จ) กลุ่มที่ 2 (ฉ) กลุ่มที่ 3



ภาพที่ 10 ค่าสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนของกล้วยหอม
(ก) กลุ่มที่ 1 (ข) กลุ่มที่ 2 (ค) กลุ่มที่ 3 และกล้วยหอมทองสุก (ง) กลุ่มที่ 1 (จ) กลุ่มที่ 2 (ฉ) กลุ่มที่ 3



ภาพที่ 11 ค่าสีที่ได้จากการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการเคมีนของกล้วยน้ำว้าดิบ (ก) กลุ่มที่ 1 (ข) กลุ่มที่ 2 (ค) กลุ่มที่ 3 และกล้วยน้ำว้าสุก (ง) กลุ่มที่ 1 (จ) กลุ่มที่ 2 (ฉ) กลุ่มที่ 3

4.2 การสร้างตัวจำแนกและการวัดประสิทธิภาพ

จากการนำเข้าชุดข้อมูลค่าสี จำนวน 4,000,000 ค่าสี มาสร้างตัวจำแนกตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 3.3 และผลการวัดประสิทธิภาพด้วยการทำการตรวจสอบไขว้ (Cross Validation) จำนวน 10 รอบ ของตัวจำแนกที่สร้างขึ้นด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5 ตามลำดับ



ตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มค่าสีเปลือกกล้วยดิบของกล้วย 3 สายพันธุ์ ด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบเคมีน

พันธุ์กล้วย	แบ่งกลุ่ม	กล้วยดิบ (ค่าสีเฉลี่ย)		
		สีแดง (R)	สีเขียว (G)	สีน้ำเงิน (B)
กล้วยไข่	กลุ่ม 1	111.61	141.20	65.04
	กลุ่ม 2	139.72	168.67	92.14
	กลุ่ม 3	79.80	112.53	45.43
กล้วยหอมทอง	กลุ่ม 1	84.71	92.21	34.38
	กลุ่ม 2	114.07	132.41	54.90
	กลุ่ม 3	141.44	158.55	79.78
กล้วยน้ำว้า	กลุ่ม 1	158.51	165.60	84.27
	กลุ่ม 2	96.92	117.30	46.12
	กลุ่ม 3	129.03	141.79	61.11

ตารางที่ 3 การแบ่งกลุ่มค่าสีเปลือกกล้วยสุกของกล้วย 3 สายพันธุ์ ด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มแบบเคมีน

พันธุ์กล้วย	แบ่งกลุ่ม	กล้วยสุก (ค่าสีเฉลี่ย)		
		สีแดง (R)	สีเขียว (G)	สีน้ำเงิน (B)
กล้วยไข่	กลุ่ม 1	127.45	95.32	34.80
	กลุ่ม 2	215.56	195.83	88.52
	กลุ่ม 3	179.80	153.70	57.36
กล้วยหอมทอง	กลุ่ม 1	196.31	184.88	85.02
	กลุ่ม 2	81.93	70.71	37.26
	กลุ่ม 3	153.58	141.91	60.50
กล้วยน้ำว้า	กลุ่ม 1	144.46	123.56	49.65
	กลุ่ม 2	109.33	81.32	38.18
	กลุ่ม 3	178.76	153.92	61.18

ตารางที่ 4 ค่า TP, FP, FN, TN, Precision, Recall, F-Score, Accuracy ของตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยดิบ	1,897,892	117,745	102,108	1,882,255
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	94.16 %	94.89 %	93.84 %	94.50 %
Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยสุก	1,882,255	102,108	117,745	1,897,892
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	94.85 %	94.11 %	94.48 %	94.50 %

จากตารางที่ 4 พบว่ากล้วยดิบมีค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 1,897,892 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 117,745 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 102,108 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 1,882,255 และกล้วยสุกมีค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 1,882,255 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 102,108 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 117,745 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 1,897,892 จากค่าดังกล่าวทำให้ได้ผลลัพธ์ต่างๆ สามารถคำนวณค่าความแม่นยำ (Precision) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 94.16 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 94.85 % ค่าการจดจำคลาส (Recall) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 94.89 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 94.11 % ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของกล้วยดิบและกล้วยสุก เท่ากับ 94.5 % และค่าเฉลี่ยของค่าการจดจำคลาสนั้นและค่าความแม่นยำ (F-Score) ของกล้วยดิบเท่ากับ 93.84 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 94.48 %

ตารางที่ 5 ค่า TP, FP, FN, TN, Precision, Recall, F-Score, Accuracy ของตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ

Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยดิบ	1,912,559	148,097	87,441	1,851,903
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	92.81 %	95.63 %	94.20 %	94.11 %
Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยสุก	1,851,903	87,441	148,097	1,912,559
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	95.49 %	92.60 %	94.02 %	94.11 %

จากตารางที่ 5 พบว่ากล้วยดิบได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 1,912,559 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 148,097 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 87,441 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 1,851,903 และกล้วยสุกได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 1,851,903 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 87,441 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 148,097 และค่าผลลบ



จริง (True Negative: TN) เท่ากับ 1,912,559 จากค่าดังกล่าวสามารถคำนวณค่าความแม่นยำ (Precision) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 92.81 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 95.49 % ค่าการจดจำคลาส (Recall) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 95.63 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 92.60 % ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของกล้วยดิบและกล้วยสุก เท่ากับ 94.11 % และค่าเฉลี่ยของค่าการจดจำคลาสและค่าความแม่นยำ (F-Score) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 94.20 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 94.02 %

จากการพิจารณาแนวโน้มของค่าสปีคกล้วย จึงทำให้ทราบว่าค่าสปีคของเปลือกกล้วยในระบบสีอาร์จีบี (RGB) สามารถนำมาใช้ในการแบ่งแยกความสุกดิบของกล้วยได้ งานวิจัยนี้จึงใช้ค่าสีอาร์จีบี (RGB) เป็นคุณลักษณะและใช้การสร้างตัวจำแนกด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งมีผลการวัดประสิทธิภาพที่มีค่ามากกว่า 90 % แสดงว่าตัวจำแนกสามารถแบ่งแยกความสุกดิบของสปีคกล้วยได้ดี

4.3 การทดสอบใช้งานตัวจำแนก

ในขั้นตอนนี้จะเป็นผลการทดสอบการใช้งานจริงของตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.3 โดยที่ชุดข้อมูลทดสอบมีจำนวน 8,000,000 ค่าสปีค ตามรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 3.4 และผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ค่า TP, FP, FN, TN, Precision, Recall, F-Score, Accuracy ของตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยดิบ	3,834,242	142,894	155,758	3,857,106
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	96.41 %	95.86 %	95.19 %	96.14 %
Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยสุก	3,857,106	155,758	142,894	3,834,242
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	95.88 %	96.43 %	95.17 %	96.14 %

จากตารางที่ 6 พบว่ากล้วยดิบได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 3,834,242 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 142,894 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 155,758 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 3,857,106 และกล้วยสุกได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 3,857,106 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 155,758 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 142,894 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 3,834,242 จากค่าดังกล่าวสามารถคำนวณค่าความแม่นยำ (Precision) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 96.41 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 95.88 % ค่าการจดจำคลาส (Recall) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 95.86 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 96.43 % ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของกล้วยดิบและกล้วยสุก เท่ากับ 96.14 % และค่าเฉลี่ยของค่าการจดจำคลาสและค่าความแม่นยำ (F-Score) ของกล้วยดิบเท่ากับ 95.19 % และของกล้วยสุกเท่ากับ 95.17 %

ตารางที่ 7 ค่า TP, FP, FN, TN, Precision, Recall, F-Score, Accuracy ของตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ

Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยดิบ	3,813,745	199,543	186,255	3,800,457
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	95.03 %	95.34 %	95.34 %	95.18 %
Class	TP	FP	FN	TN
กล้วยสุก	3,800,457	186,255	199,543	3,813,745
	Precision	Recall	F-Score	Accuracy
	95.33 %	95.01 %	95.01 %	95.18 %

จากตารางที่ 7 พบว่ากล้วยดิบได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 3,813,745 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 199,543 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 186,255 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 3,800,457 และกล้วยสุกได้ค่าผลบวกจริง (True Positive: TP) เท่ากับ 3,800,457 ค่าผลบวกเท็จ (False Positive: FP) เท่ากับ 186,255 ค่าผลลบเท็จ (False Negative: FN) เท่ากับ 199,543 และค่าผลลบจริง (True Negative: TN) เท่ากับ 3,813,745 จากค่า



ดังกล่าวสามารถคำนวณค่าความแม่นยำ (Precision) ของกล้วย เท่ากับ 95.03 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 95.33 % ค่าการจดจำคลาส (Recall) ของกล้วยดิบ เท่ากับ 95.34 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 95.01 % ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของกล้วยดิบและกล้วยสุก เท่ากับ 95.18 % และค่าเฉลี่ยของค่าการจดจำคลาสและค่าความแม่นยำของกล้วยดิบ (F-Score) เท่ากับ 95.34 % และของกล้วยสุก เท่ากับ 95.01 %

จากตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ด้วยชุดข้อมูลเรียนรู้จำนวน 4,000,000 ค่าสี และได้นำตัวจำแนกเหล่านั้นมาทำการทดสอบด้วยชุดข้อมูลทดสอบที่เป็นคนละชุดกัน จำนวน 8,000,000 ค่าสี พบว่าตัวจำแนกที่สร้างขึ้นนี้ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าสูงมากถึง 95 % นั้นหมายความว่าตัวจำแนกเหล่านี้มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้เพื่อจำแนกความสุกดิบของสีเปลือกกล้วยได้จริง

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการคัดแยกความสุกดิบของสีเปลือกกล้วย 3 สายพันธุ์ คือ (1) กล้วยไข่ (2) กล้วยหอมทอง และ (3) กล้วยน้ำว้า ซึ่งแบ่งออกเป็นกล้วยสุกและกล้วยดิบ โดยบันทึกข้อมูลภาพในระบบสีอาร์จีบี (RGB) ด้วยกล้องดิจิทัล ภายใต้ 3 สภาพแสง คือ (1) แสงในที่ร่ม (2) แสงในห้อง และ (3) แสงกลางแจ้ง และทำการพิจารณาแนวโน้มของค่าสีเปลือกกล้วยที่ได้เตรียมไว้ข้างต้น ทำให้ทราบว่าค่าสีของเปลือกกล้วยในระบบสีอาร์จีบี (RGB) สามารถนำมาใช้สร้างตัวจำแนกเพื่อคัดแยกความสุกดิบของกล้วย 3 สายพันธุ์ใน 3 สภาพแสงได้ ซึ่งตัวจำแนกที่สร้างด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และวิธีการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) พร้อมวัดประสิทธิภาพตัวจำแนกนั้น พบว่ามีความถูกต้อง (Accuracy) อยู่ที่ประมาณ 90 % และทดสอบการใช้งานจริง พบว่ามีความถูกต้อง (Accuracy) อยู่ที่ประมาณ 95 %

ในอนาคตสามารถพัฒนาต่อยอดโดยนำตัวจำแนกนี้ไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศหรือโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลแบบเวลาจริง (Real-time) ได้ อีกทั้งสามารถปรับปรุงหรือเพิ่มเติมข้อมูลภาพสายพันธุ์ของกล้วยที่บันทึกจากอุปกรณ์และสภาพแสงที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ตัวจำแนกมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการจัดตั้งภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] F. Mendoza and J. M. Aguilera, "Application of Image Analysis for Classification of Ripening Bananas," *Journal of Food Science*, vol. 69, no. 9, pp. E471-E477, 2004/12/01 2004.
- [2] N. B. A. Mustafa *et al.*, "Image processing of an agriculture produce: Determination of size and ripeness of a banana," in *2008 International Symposium on Information Technology*, 26-28 Aug. 2008 2008, vol. 1, pp. 1-7.
- [3] H. Saad, I. Ahmad Puad, O. Noriza, J. Mohamad Huzaimy, N. Nani fadzlina, and A. Nur Azam, "Recognizing the ripeness of bananas using artificial neural network based on histogram approach," in *2009 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications*, 18-19 Nov. 2009 2009, pp. 536-541.



- [4] Y. Intaravanne, S. Sumriddetchkajorn, and J. Nukeaw, "Cell phone-based two-dimensional spectral analysis for banana ripeness estimation," *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 168, pp. 390-394, 2012/06/20/ 2012.
- [5] M. N. Kulkarni and R. P. Mudhalwadkar, "Data driven modelling for banana ripeness assessment," in *2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 15-16 June 2017 2017, pp. 662-665.
- [6] S. Marimuthu and S. M. M. Roomi, "Particle Swarm Optimized Fuzzy Model for the Classification of Banana Ripeness," *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, no. 15, pp. 4903-4915, 2017.
- [7] C. Xie, B. Chu, and Y. He, "Prediction of banana color and firmness using a novel wavelengths selection method of hyperspectral imaging," *Food Chemistry*, vol. 245, pp. 132-140, 2018/04/15/ 2018.
- [8] I. A. Sabilla, C. S. Wahyuni, C. Fatichah, and D. Herumurti, "Determining Banana Types and Ripeness from Image using Machine Learning Methods," in *2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology (ICAIIIT)*, 13-15 March 2019 2019.
- [9] N. Vetrekhar, R. Ramachandra, K. B. Raja, and R. S. Gad, "Multi-Spectral Imaging for Artificial Ripened Banana Detection," in *2019 8th European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)*, 28-31 Oct. 2019 2019, pp. 187-192.
- [10] Maimunah, R. T. Handayanto, and Herlawati, "Nondestructive Banana Ripeness Classification using Neural Network," in *2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 16-17 Oct. 2019 2019, pp. 1-4.
- [11] F. M. A. Mazen and A. A. Nashat, "Ripeness Classification of Bananas Using an Artificial Neural Network," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 44, no. 8, pp. 6901-6910, 2019/08/01 2019.