

การจำแนกภาพถ่ายระบบอาร์จีบีด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

ของโครงข่ายประสาทเทียม

The Classification of RGB Image with Deep Learning Technique

by Artificial Neural Network

โยษิตา คำบุญมี^{1*} สุขสวัสดิ์ ณัฐวุฒิสวัสดิ์² และ ปราณี มณีรัตน์³

Yosita Khumbunmee^{1*} , Sooksawaddee Nattawuttsit² , Paralee Maneerat³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกสีของผลมะเขือเทศพันธุ์โทมัสด้วยการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สีระบบ อาร์จีบี โดยการเรียนรู้เชิงลึกของนิเวศเน็ตเวิร์ค เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ (1) โปรแกรมแมทแลป เวอร์ชัน 2018 และ (2) ภาพถ่ายด้วยกล้องควบคุมแสงสว่าง ขนาด 100x100 พิกเซล กลุ่มตัวอย่างวิจัย ได้แก่ ภาพถ่ายจากผลมะเขือเทศเนื้อพันธุ์โทมัสของโครงการหลวง จำนวน 450 ภาพ ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามการจำแนกของสีผลมะเขือเทศ ได้แก่ สีเขียว สีแดงกุหลาบ และสีแดง ตามลำดับ ผลการวิจัย พบว่า การประมวลผลด้วยการเรียนรู้เชิงลึกสามารถให้ค่าความถูกต้องในการแยกสีมะเขือเทศ เท่ากับ 94.07% ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องมือสำหรับการคัดแยกสีของมะเขือเทศแบบอัตโนมัติสำหรับใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหารได้ในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: การตรวจสอบคุณภาพ การประมวลผลภาพ แมทแลป

Abstract

¹ ตำแหน่งนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

² ตำแหน่งผู้อำนวยการหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

³ ตำแหน่งผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

¹ Graduate Student, Master of Science in Information Technology, School of Information Technology Sripatum University

² Curriculum Director, Master of Science in Information Technology, School of Information Technology Sripatum University

³ The Office of Dean Assistant, Master of Science in Information Technology, School of Information Technology Sripatum University

* corresponding author E-mail: yosita.kum@spulive.net

The research objective was to study and investigate the quality of Thomas tomato by analyzing the color parameters of the RGB system by Deep learning of Neural Network. The tools used in the research were (1) Matlab2018 and (2) Photo with 100x100 pixel lighting control box. The research uses a sample of the Thomas tomato of Royal Project Foundation. The data set comprises 450 images that can be categorized into three groups; Green, Red and Mature Red respectively. The results show high accuracy achievements at 94.07%. The algorithm developed herein can be further integrated in a computer vision system for use in automated food manufacturing machinery.

Keywords: Quality Inspection, Image Processing, Matlab

หลักการและเหตุผล

มะเขือเทศ (Tomato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. และอยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วโลกทั้งในทวีปเขตร้อนและทวีปหนาว เนื่องจากมะเขือเทศสามารถบริโภคทั้งผลสด แปรรูป หรือรักษาสภาพสดด้วยวิธีการแช่แข็ง แช่เย็นเพื่อการส่งออกตามความต้องการนำเข้ามะเขือเทศของตลาดต่างประเทศได้ (กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์, 2560 : 61)

ปัจจุบันมะเขือเทศจากประเทศไทยกำลังเป็นที่นิยมของกลุ่มผู้บริโภคในตลาดต่างประเทศ จากรายงานข้อมูลสถิติของสำนักวิจัย กรมส่งเสริมการเกษตร พ.ศ. 2559 พบว่า ความต้องการนำเข้ามะเขือเทศจากประเทศไทย ทั้งสดและแปรรูปจากโรงงานอุตสาหกรรมในตลาดสหภาพยุโรป มีจำนวน 306,333 ล้านบาท (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560 : 24) ดังนั้นกระบวนการตรวจสอบสีของมะเขือเทศให้ได้มาตรฐานจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานการส่งออกและนำเข้าสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552 : 1-19) โดยมีการระบุคุณภาพสีของมะเขือเทศที่จะส่งออกจากประเทศ

ไทยว่า สีของมะเขือเทศเป็นคุณลักษณะภายนอกที่สำคัญที่จะดึงดูดใจและเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของมะเขือเทศที่ผู้บริโภคสามารถรับรู้ได้ง่ายที่สุด เช่น ความแก่-อ่อน

ความสุก ความสดของมะเขือเทศ (M. Munoz, 2013 : 1-3) เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและการส่งออกให้มีคุณภาพให้สอดคล้องกับองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดคุณภาพของมะเขือเทศออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ดังนี้

1. ชั้นพิเศษ (Extra Class) เป็นมะเขือเทศที่มีคุณภาพดีที่สุดในลักษณะตามพันธุ์ ขนาดผลและสีความสม่ำเสมอ
2. ชั้นหนึ่ง (Class I) เป็นมะเขือเทศที่มีคุณภาพดีรองจากมะเขือเทศพันธุ์พิเศษ มีตำหนิเล็กน้อย ขนาดผลและสีมีความสม่ำเสมอ
3. ชั้นสอง (Class II) มะเขือเทศชั้นนี้มีคุณภาพต่ำกว่าชั้นพิเศษและชั้นหนึ่ง ผลมีตำหนิเล็กน้อย

มะเขือเทศหลังการเก็บเกี่ยวมีกระบวนการหายใจทำให้ผลสุกได้อย่างต่อเนื่องซึ่งสามารถพิจารณา

ความสุขได้จากสีผิว ระดับสีผิวของมะเขือเทศจึงเป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนขนส่ง ทั้งนี้การบรรจุมะเขือเทศในภาชนะบรรจุต้องมีความสม่ำเสมอ เพื่อให้มะเขือเทศอยู่ในสภาพที่สามารถขนส่งได้อย่างคงอยู่ในสภาพที่ยอมรับได้เมื่อถึงปลายทาง

(กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552 : 18 , FAO/WHO, 2005 : 30-34)

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดมาตรฐานของระดับสีผิวของมะเขือเทศโดยแบ่งสีผิวตามระดับจากอ่อนไปแก่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับสีผิวของมะเขือเทศตามสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

ระดับสีผิว	สีผิวของมะเขือเทศ
Green	ระดับความเข้มของสีตั้งแต่สีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเข้ม
Mature Green	เริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง
Breaker	เริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองเทา หรือสีชมพู หรือสีแดงมากกว่า 10% ของพื้นที่ผิว
Mottled	มีสีเหลือง สีแดงกุหลาบ หรือสีแดง มากกว่า 10% ของพื้นที่ผิว
Rose	มีสีแดงกุหลาบ หรือสีแดงมากกว่า 30% ถึง 60% ของพื้นที่ผิว
Red	มีสีแดงกุหลาบ หรือสีแดงมากกว่า 60% ของพื้นที่ผิว
Mature Red	มีสีแดงมากกว่า 90% บ่งบอกถึงมะเขือเทศที่มีความสุกเต็มที่

การคัดแยกระดับสีผิวของมะเขือเทศมีความสำคัญต่อการกำหนดคุณภาพเพื่อการส่งออกซึ่งวิธีการตรวจสอบและคัดแยกของสีมะเขือเทศ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การประเมินคุณภาพสีด้วยวิธีการวัดค่าความเข้มของสีมีข้อดี คือ ให้ค่าที่ได้มาตรฐานและมีความเที่ยงตรง และข้อเสีย คือ เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบมีมูลค่าที่ค่อนข้างสูง เช่น เครื่องสเปกโทรโฟโตเมตรี (MG O'Sullivan, 2017 : 59-82)

2. การประเมินคุณภาพของสีด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีโดยใช้สายตา ข้อดี คือ สามารถบอกได้ว่าผู้บริโภคชอบหรือไม่ชอบและค่าใช้จ่ายถูกกว่าการใช้เครื่องมือในการวัด และมีข้อเสีย คือ ค่าการประเมินผลจากสายตาของพนักงานมีความเสี่ยงต่อการตัดสินใจที่ผิดพลาดและอาจเกิดความเมื่อยล้าในการปฏิบัติงานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ตรงตามมาตรฐานหรือเงื่อนไขที่กำหนด (Pankaj, 2013 : 36-60)

นอกจากนี้การตรวจสอบคุณภาพของสีด้วยวิธีการเปรียบเทียบสีโดยใช้สายตาเหมาะสมสำหรับกิจการขนาดเล็กและกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ที่ยังไม่ถึงงบประมาณสำหรับเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ แต่จะต้องฝึกฝนให้มีผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการทดสอบอย่างแม่นยำ และต้องมีความสามารถแยกแยะความแตกต่างระดับเล็กน้อยที่พนักงานทั่วไปไม่สามารถแยกออกได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพยากรณ์มาใช้เพื่อลดข้อผิดพลาดของการทำงานของมนุษย์และเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์สีของมะเขือเทศ โดยจำแนกสีมะเขือเทศด้วยค่าพารามิเตอร์สี RGB ที่ได้จากการถ่ายภาพ และประมวลผลด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของนิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ในการคัดแยกมะเขือเทศ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการคัดแยกสีมะเขือเทศด้วยการวัดค่าพารามิเตอร์สี

2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองการคัดแยกสีของมะเขือเทศโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของนิวรอลเน็ตเวิร์ค

3. เพื่อทดสอบและประเมินผลแบบจำลองการคัดแยกสีมะเขือเทศด้วยการวัดและวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของนิวรอลเน็ตเวิร์ค

ขอบเขตงานวิจัย

1. ค่าพารามิเตอร์สีอยู่ในระบบสีรูปแบบ RGB
2. การประมวลผลของสี RGB จัดกลุ่มตามการแบ่งระดับสีผิวมะเขือเทศของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 78 ของมะเขือเทศ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2552) โดยใช้สีผิวของมะเขือเทศจำนวน 3 ระดับ คือ สีเขียว (Green) สีแดงกุหลาบ (Red) และสีแดง (Mature Red)
3. กลุ่มตัวอย่างใช้กรณีศึกษาของมะเขือเทศพันธุ์ใหม่สของโครงการหลวงจำนวน 3 ระดับ คือ สีเขียว สีแดงกุหลาบ และสีแดง
4. แบบจำลองการคัดแยกสีของมะเขือเทศด้วยการวัดและวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของนิวรอลเน็ตเวิร์ค
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมแมทแลป เวอร์ชัน 2018 (MATLAB 2018)

ทบทวนวรรณกรรม

Kalaivani (2013 : 3525-3531) ได้นำวิธีการประมวลผลภาพ (Image processing) โดยใช้การวัดค่าพารามิเตอร์สีระบบ RGB มาใช้ตรวจสอบคัดผลมะเขือเทศลักษณะดีและเสียออกจากกัน ซึ่งระบบภาพสี RGB เป็นระบบสีที่มีพื้นฐานจากแม่สีที่เกิดจากอุปกรณ์ถ่ายภาพ (Device Dependent Color) เช่น กล้อง จอภาพ เป็นต้น โดยมีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยแม่สี 3 สี ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว

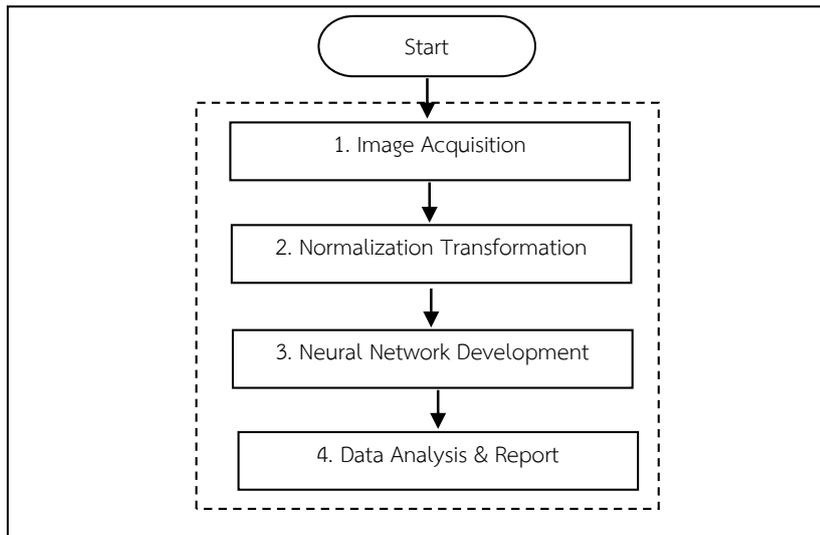
(Green) และสีน้ำเงิน (Blue) และเมื่อนำแม่สีทั้ง 3 สีมาผสมกันสามารถทำให้เกิดเป็นรูปภาพ ข้อดีของระบบสี RGB คือสามารถรองรับกับอุปกรณ์ถ่ายภาพทั่วไปตามท้องตลาด

นอกจากนี้เทคนิคการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของค่าสี RGB บนภาพถ่ายผลมะเขือเทศ ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ขนาดของผลมะเขือเทศ (Agrawal, 2016 : 138 -140) และพยากรณ์อายุการเก็บรักษาของมะเขือเทศได้ ซึ่งการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สีจากเปอร์เซ็นต์สีแดงของภาพถ่ายมะเขือเทศบริเวณด้านข้างให้ความถูกต้องสูงขึ้นไปประมาณ 87.5% (Aristoteles, 2013 : 1-5) ปัจจุบันเทคโนโลยีการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น การคัดแยกผัก ผลไม้ ที่มีลักษณะที่ดีและเสียออกจากกัน หรือใช้คัดแยกประเภทของผลไม้ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์สี เนื้อสัมผัส และรูปร่างของผลไม้แต่ละชนิดได้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการนำเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) มีค่าความถูกต้องสูง โดยเฉลี่ยประมาณ 89.1% (Zhang, 2014 : 167-177) และนอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องมือตรวจจับเพื่อคัดแยกคุณลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น การคัดแยกขนาดและสายพันธุ์ของหมึกกล้วยสำหรับแปรรูป โดยใช้ค่าพารามิเตอร์สีเพื่อประมาณค่าน้ำหนักของปลาหมึกแต่ละสายพันธุ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มีค่าความถูกต้องสูงประมาณ 89-90% (นุชรี, 2557 : 110)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อการคัดแยกสีของมะเขือเทศด้วยการวัดและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สีของมะเขือเทศ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงแผนผังขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Image Acquisition)

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมะเขือเทศพันธุ์โทมัสของโครงการหลวง จำนวน 450 ภาพ ในขั้นตอนการ

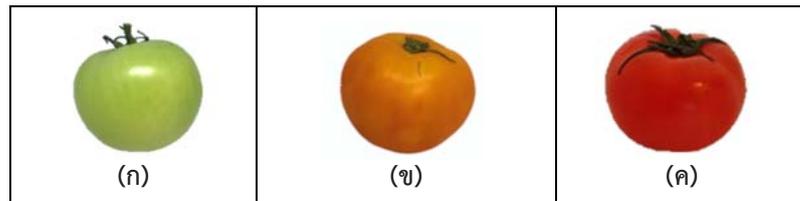
ถ่ายภาพถูกควบคุมแสงด้วยกล่องถ่ายภาพควบคุมแสงขนาด 24x24 เซนติเมตร (รูปที่ 2) ประกอบด้วยหลอดไฟ LED105B1 ขนาด 18 วัตต์ เพื่อให้ได้ภาพที่มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด



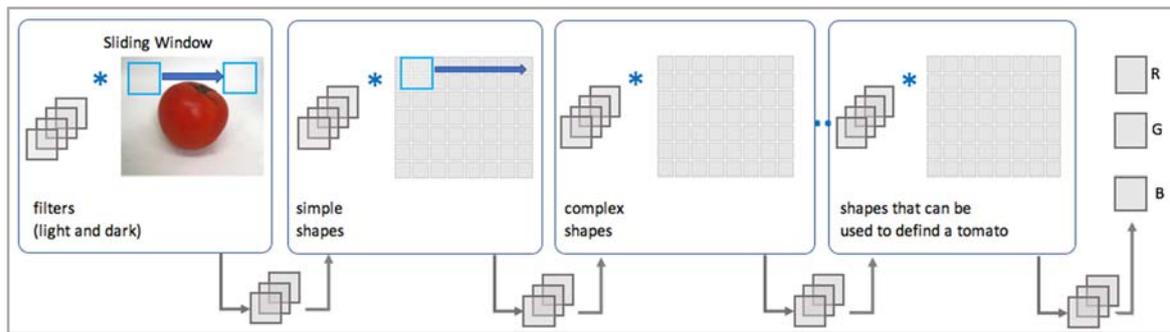
รูปที่ 2 กล่องถ่ายภาพควบคุมแสง

โดยรูปถ่ายมะเขือเทศถูกแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 150 ภาพ จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ (ก) เขียว (Green), (ข) สีแดงกุหลาบ (Red) และ (ค) สีแดง (Mature Red) โดยแต่ละภาพจะมีขนาด 100x100 pixels เท่ากัน และมีการทำ Label (ก), (ข) และ (ค) เป็น Folder เก็บไว้เพื่อให้นำเข้าประมวลผลในโครงข่ายนิวรอล ดังแสดงในรูปที่ 3

การเตรียมข้อมูลค่าพารามิเตอร์สี RGB จากรูปถ่ายตัวอย่าง ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลโดยเขียนโปรแกรมคำสั่งบน MatLab2018b ซึ่งมีกระบวนการแปลงค่าพารามิเตอร์สี RGB จากรูปถ่าย ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 (ก) มะเขือเทศสีเขียว (ข) มะเขือเทศสีแดงกุหลาบ และ (ค) มะเขือเทศสีแดง



รูปที่ 4 ขั้นตอนการแปลงค่าพารามิเตอร์สี RGB จากภาพถ่ายมะเขือเทศ

2. การแปลงค่าข้อมูลกลุ่มตัวอย่างให้อยู่ในบรรทัด

ฐาน (Normalization)

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลของค่าสีพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอน Image Acquisition เสร็จสิ้น ข้อมูลเหล่านี้ยังไม่สามารถถูกนำมาใช้งานในการประมวลผลด้วยโครงข่ายนิรวลเน็ตเวิร์คได้ทันที เนื่องจากรูปแบบค่าพารามิเตอร์ของ RGB ยังไม่อยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมกับค่าการทำงานของนิรวลเน็ตเวิร์ค

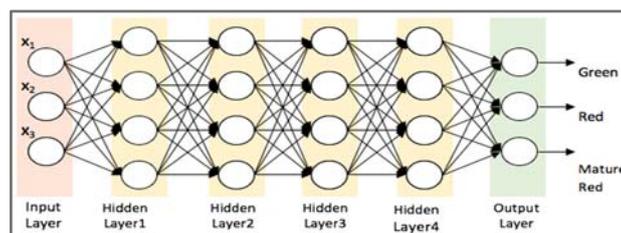
ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำมาข้อมูลเหล่านี้มาแปลงค่าข้อมูลให้อยู่ในบรรทัดฐาน (Normalized Transformation) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การแปลงค่าข้อมูลในแบบเชิงเส้น (Min-max Normalization) และการแปลงค่าข้อมูลในแบบโค้งระฆังคว่ำ (Z score) งานวิจัยนี้เลือกวิธีการแปลงค่าข้อมูลที่แบบ Z score ดังสมการที่(1) เนื่องจากค่าข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Mohamad, 2013 : 3299-3303)

$$x_{ij}' = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \quad (1)$$

เมื่อ x_{ij}' คือ ข้อมูลที่ได้หลังผ่านสมการ
 x_{ij} คือ ข้อมูลที่ยังไม่ได้ผ่านสมการ
 \bar{x}_j คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
 σ_j คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายนิรวลเน็ตเวิร์ค

โครงข่ายนิรวลเน็ตเวิร์คเป็นกลไกสำคัญในการวิเคราะห์สีของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส ผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกของนิรวลเน็ตเวิร์ค โดยออกแบบสถาปัตยกรรมโครงข่ายนิรวลเน็ตเวิร์คแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมโครงข่ายนิรวลเน็ตเวิร์คเชิงลึก

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดรอบของการเรียนรู้ (Epoch) จำนวน 10 Iterations และโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คถูกจัดเรียงในโครงสร้าง (3-4-3) ดังนี้

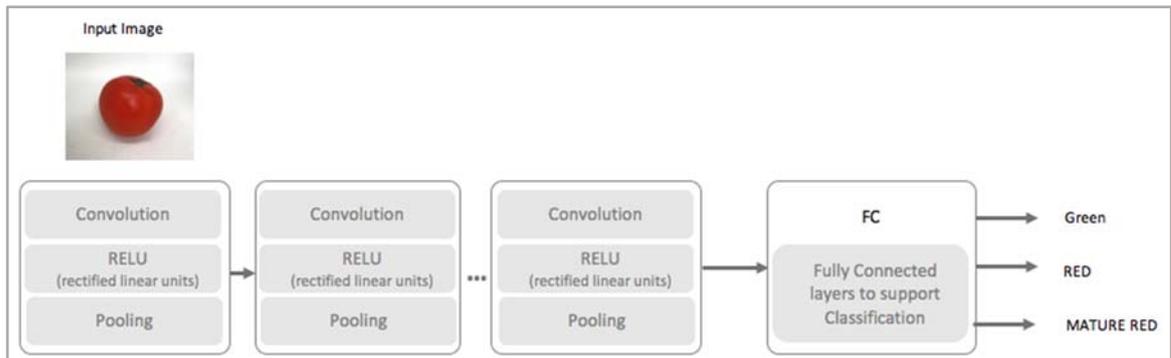
1. ชั้นอินพุต (Input Layer) จำนวน 3 นิวรอล คือ ค่าพารามิเตอร์สี RGB ประกอบด้วย
 - $X_1 =$ ค่าพารามิเตอร์สีแดง (R)
 - $X_2 =$ ค่าพารามิเตอร์สีเขียว (G)
 - $X_3 =$ ค่าพารามิเตอร์สีน้ำเงิน (B)
2. ชั้นซ่อน (Hidden Layer) จำนวนนิวรอลของชั้นซ่อนที่เหมาะสมเท่ากับ 4 ชั้น โดยใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนแบบ Relu และ Softmax (Chen, 2018: 49-61) ดังแสดงในสมการ (2) และ (3) ตามลำดับ เนื่องจากข้อมูลอินพุตจากพารามิเตอร์สีของมะเขือเทศเป็นรูปแบบไม่เป็นเชิงเส้น

$$R(z) = \max(0, z) \quad (2)$$

$$h_{\theta}(x) = \frac{1}{1 + \exp(-\theta^T x)} \quad (3)$$

รูปแบบการทำงานของชั้นซ่อนประกอบด้วย (1) ชั้น convolutional layer, (2) ชั้น a ReLU layer และ (3) ชั้น a fully connected layer. (4) a Pooling layer (5) a Softmax layer และ (6) a Classification layer ดังแสดงรูปที่ 6

3. ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) จำนวน 3 นิวรอล ซึ่งจะแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์สีของมะเขือเทศจากค่าพารามิเตอร์สีจำนวน 3 ระดับ คือ (1) มะเขือเทศสีเขียว (Green) (2) มะเขือเทศสีแดงกุหลาบ (Red) (3) มะเขือเทศสีแดง (Mature Red)



รูปที่ 6 รูปแบบการทำงานของชั้นซ่อน

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบโดยใช้ข้อมูลค่าพารามิเตอร์สี RGB จากกลุ่มตัวอย่างภาพถ่ายมะเขือเทศ จำนวน 450 รายการ ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) ข้อมูลฝึกสอน (Training) จำนวน 70% (2) และข้อมูลทดสอบ (Test) 30% เพื่อจำแนกมะเขือเทศด้วยโครงข่ายนิวรอลเน็ตเวิร์คผลจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูลถูกแสดงผลในรูปแบบตาราง Confusion

Matrix มีค่า Recall ของมะเขือสีเขียว สีแดงกุหลาบ และสีแดงเท่ากับ 1 0.82 และ 1 ตามลำดับ ค่า Precision ของมะเขือสีเขียว สีแดงกุหลาบ และสีแดงเท่ากับ 0.85 1 และ 1 (รูปที่ 7) และค่า Accuracy เท่ากับ 0.94 ซึ่งแสดงผลการทดสอบในรูปแบบกราฟของการพัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 8

Output Class	1	45	0	0	1
	2	8	37	0	0.82
	3	0	0	45	1
		0.85	1	1	0.94
		1	2	3	
		Target Class			

รูปที่ 7 ผลจากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มข้อมูลแสดงผลในรูปแบบตาราง Confusion Matrix;

1 = Green 2 = Red และ 3 = Mature Red



รูปที่ 8 แสดงผลการจัดกลุ่มของมะเขือเทศพันธุ์โทมัส

สรุปและอภิปรายผลวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เพื่อนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ทดแทนแรงงานมนุษย์ โดย การศึกษาการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สีด้วยเทคนิคการ เรียนรู้ของโครงข่ายนิวรอลเน็ตเวิร์ค ในงานวิจัยนี้ใช้ มะเขือเทศพันธุ์โทมัสเป็นกลุ่มตัวอย่าง เกณฑ์การ จำแนกสีแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ Green, Red และ Mature Red ซึ่งผลการทดลองมีความถูกต้องในการ จำแนกสีเท่ากับ 94.07% แต่อย่างไรก็ดีหากตัวอย่าง

มะเขือเทศที่อยู่ในระหว่างการเปลี่ยนสีทำให้เกิดเฉดสีที่ ใกล้เคียงกันก็สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นการนำองค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ไปใช้พัฒนา สำหรับการสร้างเครื่องมือคัดแยกสีของมะเขือเทศใน อุตสาหกรรมอาหารในอนาคต จึงจำเป็นต้องเพิ่ม จำนวนตัวอย่างในการเรียนรู้สีของมะเขือเทศในนิวรอล เน็ตเวิร์คต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการเกษตรและสหกรณ์ (2552). มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติของมะเขือเทศ. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 78.
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2560). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559. สถิติการเกษตรของเกษตร.
- นุชรี ธรรมโชติ (2557). การพัฒนาระบบการประมวลผลภาพสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดและ สายพันธุ์ของหมึกกล้วยแปรรูป. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Alejandra M. Munoz (2013). Sensory Evaluation in Quality Control. Springer Science & Business Media. Page 1-3.
- Aristoteles, Oddy Dwi Endah W., Dwi Susanto (2013). Image Processing for Save Life Predictions of Tomato Fruit using RGB Method. International Journal of Computer Applications.
- Daniel T. Larose and Chantal D. Larose (2014). Discovering Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining. IEEE Computer Society.
- Ismail Bin Mohamad and Dauda Usman (2013). Standardization and Its Effects on K-Means Clustering Algorithm. Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 6(17).
- Luefeng Chen, Mengtian Zhou, Wanjuan Su, Min Wu, Jinhua She and Kaoru Hirota (2018). Softmax regression based deep sparse autoencoder network for facial emotion recognition in human-robot interaction. Information Science Vol 428.
- Maurice G. O'Sullivan (2017). Rapid Sensory Profiling Method. A Handbook for Sensory and Customer-driven New Product Development.
- Pankaj B. Pathare, Umezuruike Linus Opara (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. Volume 6. Issue 1.
- Raúl Rojas (2013). Neural networks: a systematic introduction. Springer Science & Business Media.
- R. Kalaivani (2013). Identifying the Quality of Tomatoes in Image Processing using MATLAB. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering.
- Russell C. Eberhart (2014). Neural Network PC Tools: A Practical Guide.
- Sachi Agrawal, Sakshi Jha, Chitesh Dewangan (2016). Grading of Tomatoes using Digital Image Processing on the Basis of Color. International Journal of Research in Engineering and Technology. Volume 5. Issue 9.
- Yudong Zhang, Shuihua Wang a, Genlin Ji a, Preetha Phillips b (2014). Fruit classification using computer vision and feedforward neural network. Journal of Food Engineering.