

การระบุโรคใบร่วงจากเชื้อราไฟทอปทอราและโรคราแป้งจากภาพใบยางพารา ด้วยเทคนิคซัพพอร์เวกเตอร์แมชชีนและโครงข่ายประสาทเทียม

IDENTIFICATION OF RUBBER TREE LEAF DISEASES FOR PHYTOPHTHORA LEAF FALL AND POWDERY MILDEW USING SUPPORT VECTOR MACHINE AND NEURAL NETWORK ALGORITHM

จตุพร รักบำรุง¹, อรุณัตร์ โคแก้ว ²

บทคัดย่อ

กระบวนการในการจำแนกประเภทของข้อมูลเพื่อสร้างให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจจากประสบการณ์ ในงานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาเพื่อสามารถแยกโรคจากภาพใบยางพารา 2 โรค คือ โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอราหรือโรคใบร่วงและโรคราแป้งสาเหตุการเกิดโรคแทรกซ้อนในช่วงเวลาเดียวกันจากภาพใบยางพาราด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพด้วยการเปรียบเทียบวิธีการจำแนกโรคระหว่างวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมและซัพพอร์เวกเตอร์แมชชีน จากตัวอย่างใบยางพาราทั้งหมด 400 ใบแบ่งได้ดังนี้ใบยางพาราจากพันธุ์ RRIT251 200 ใบและRRIT600 200 ใบ โดยที่สัดส่วนเท่ากันคือโรคใบร่วง 50 ภาพ โรคราแป้ง 50 ภาพ เป็นทั้งโรคใบร่วงและโรคราแป้ง 50 ภาพ และใบไม่เป็นโรค 50 ภาพ

ในการทดสอบประสิทธิภาพของซัพพอร์เวกเตอร์แมชชีนและโครงข่ายประสาทเทียมแสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับให้ผลลัพธ์ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันให้ผลลัพธ์ที่ 68 เปอร์เซ็นต์และซัพพอร์เวกเตอร์แมชชีนให้ผลลัพธ์ที่ 86 เปอร์เซ็นต์ สำหรับข้อมูลตัวอย่างใบยางพาราเนื่องจากตัวอย่างที่นำมาทำการทดลองนั้นมีลักษณะของสีใบยางพาราที่ค่อนข้างแตกต่างกันจึงทำให้ผลลัพธ์ในการทดสอบจึงทำให้คุณสมบัติอาจเกิดความผิดพลาดและผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับนั้นให้ประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลอื่นๆ

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับ, ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน, การประมวลผลภาพ, โรคใบไม้, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

¹ นักศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract

Process on classify for data to institute can be learning and understand from skills. On research present case for able separate diseases form rubber tree leaf image 2 diseases is phytophthora leaf fall and powdery mildew that can cause rubber trees to be a complication on at one blow expression way rubber tree leaf by using image preprocessing techniques and compare classification of plant leaf diseases between support vector machine and neural network Algorithm. For this study, 400 images that cause RRIT251 to 200 images and RRIT600 were selected for this study is phytophthora leaf fall 50 images, powdery mildew 50 images, Both of phytophthora leaf fall and powdery mildew 50 images and healthy leaf.

In this experiment, support vector machine and neural network algorithm findings in this work have shown the backpropagation neural network algorithm has produced about 90%, convolutional neural network algorithm accuracy 68%, and support vector machine accuracy 86%. For the specimens, leaves samples have to quite different the results of the testing were to attribute may be faulty. However, have model with Backpropagation Neural Network algorithm impart accuracy with more model than others.

Keywords: Backpropagation neural network , Convolutional neural network, Support vector machine, Image preprocessing, Rubber leaf diseases

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ยางพาราเป็นพืชยืนต้นที่ให้ผลผลิตทั้งน้ำยางธรรมชาติและเนื้อไม้ที่ทำรายได้ให้เกษตรกรและประเทศไทยเป็นอย่างมากทั้งยังสามารถครองส่วนแบ่งในตลาดทั้งการผลิตและการส่งออกอย่างต่อเนื่องด้วยผลผลิตที่มีคุณภาพ การปลูกยางพาราในประเทศแหล่งปลูกเดิมริเริ่มจากทางพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยและปัจจุบันยังคงเป็นพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่ของประเทศถึงแม้จะมีการกระจายพื้นที่การปลูกไปยังทุกส่วนของประเทศเพื่อขยายกำลังการผลิตในช่วงที่ตลาดโลกมีความต้องการสูงอย่างไรก็ตามการที่ตลาดโลกลดความต้องการลงก็ไม่ได้หมายความว่า การปลูกยางพาราจะต้องลดลงด้วยทั้งหมด ผลผลิตจากยางพารายังเป็นที่ต้องการจากตลาดอยู่เพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทั้งทางอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ การแปรรูปไม้ยางพารา และอื่น ๆ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตจากการแปรรูป

ทั้งนี้การปลูกยางพาราในพื้นที่ที่แตกต่างกันในประเทศไทยสภาพอากาศย่อมแตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่ที่เกิดโรคในช่วงในแต่ละช่วงเวลาการแตกต่างกันตามปัจจัยของภูมิประเทศทั้งดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ทิศทางลม ทุกอย่างมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตและการแพร่ระบาดของโรคของพืช การตรวจสอบโรคในยางพาราต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือเกษตรกรที่ชำนาญในการตรวจสอบจึงเป็นเรื่องยากมากสำหรับเกษตรกรบางรายที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจถึงลักษณะอาการหรือแยกแยะชนิดของโรคได้

ปัจจุบันสามารถนำกระบวนการทางอัลกอริทึมเข้ามามีส่วนช่วยในการจำแนกได้แม่นยำยิ่งขึ้นทำให้การตรวจสอบการคาดการณ์สถานการณ์แปลงพืช ณ ปัจจุบันเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็ว การประมวลผลภาพและการจำแนกโรคเป็นขั้นตอนในการดำเนินการในการจำแนกของโรคใบร่วงจากใบที่ไม่เป็นโรคหรือจากโรคอื่น ๆ โดยการรู้จำภาพ การ

ประมวลผลภาพสามารถจัดการกับปัญหาที่ซับซ้อนของภาพและสามารถแปลงค่าสี, ความเข้มของสี จากภาพสี RGB ถึง Hue Saturation. Pantazi Fiel and Robert Sablatnig (X.E. Pantazi et al, 2019) โดยใช้ข้อมูลค่าของสีภาพ เพื่อเป็นคุณสมบัติต่าง ๆ ในการตรวจจับสำหรับการจำแนกประเภทของข้อมูลโดยการนำเสนอ 3 วิธีการที่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีและเป็นที่ยอมรับใช้คือเทคนิคการจำแนกโครงข่ายประสาทเทียมและซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสามารถแยกโรคจากภาพใบยางพารา คือ โรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้ง
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกใบยางพาราจากภาพถ่ายในเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีนที่เหมาะสม
3. เพื่อเรียนรู้กระบวนการรู้จำลักษณะของโรคโดยใช้การประมวลผลภาพยางพารา

เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกโรคในใบยางพาราในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การระบุโรคใบร่วงเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้งจากใบยางพาราเนื่องจากพื้นที่ภาคใต้เป็นพื้นที่มีฝนตกชุกซึ่งเอื้อต่อการเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ ในพืชได้เป็นอย่างดีรวมถึงยางพาราด้วยเช่นกัน ดังนั้นปัญหาสำคัญที่เลี่ยงไม่ได้ของเกษตรกรทำสวนยางพาราในพื้นที่คือการเกิดโรคต่างๆ หลายชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคใบ เช่น โรคใบจุดนูน โรคใบจุดตาคอก โรคใบจุดก้างปลา [การยางแห่งประเทศไทย, 2562] และโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคราแป้งและโรคใบร่วง ช่วงการเกิดระบาดในเวลาใกล้เคียงกันซึ่งการระบาดของโรคราแป้งอาจทำให้มีแนวโน้มของการระบาดของโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปธอรา (*Phytophthora botryose* Chee) (Pest List, 2020) ส่งผลกระทบต่อต้นยางพาราแทบทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นราก ลำต้น กิ่ง ใบ และผล [สถาบันวิจัยยาง, 2550] ทำให้ใบยางร่วงและเข้าทำลายหน้ากรีต และจะไม่ผลิใบใหม่ออกมาในปีนั้นๆ จนกว่าจะถึงฤดูผลิใบใหม่ ยกเว้นต้นยางที่เป็นโรคใบร่วงจนหมดต้น จะผลิใบออกมาเล็กน้อยประมาณ 5 % [การยางแห่งประเทศไทย, 2562] ส่วนโรคราแป้ง (Powdery Mildew หรือ Oidium Secondary Leaf Fall Disease : Oidium SLF) เกิดจากเชื้อรา *Corynespora cassicola* wei ทำให้การเจริญเติบโตของต้นและผลผลิตลดลงถึง 30% ทั้งยังทำให้ดอกยางร่วงมีผลต่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ยางพาราในการขยายพันธุ์ที่สำคัญอย่างยิ่งคือในเชื้อราชนิดนี้สามารถอาศัยในใบยางแก่หรือใบยางที่ผลิใหม่ได้ข้ามปี (ขจรไชยกูล พงษ์เทพ., 2533) อย่างไรก็ตามการเกิดโรคที่ขึ้นกับความสัมพันธ์ของสภาพอากาศของการระบาดของโรคนั้นด้วยเช่นกัน (การยางแห่งประเทศไทย, 2562)

โดยเสนอวิธีการที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือการประมวลผลภาพเพื่อการจำแนกใบพืชมีหลากหลายวิธีที่ล้วนแล้วแต่สามารถให้ผลประสิทธิภาพได้ดีในบทความนี้จะกล่าวถึง วิธีการแปลงค่าภาพจาก RGB เป็น HSV แยกลักษณะพิเศษที่ง่ายต่อการระบุการจำแนกใบที่เป็นโรค เพื่อแยกลักษณะพิเศษและสามารถบ่งบอกลักษณะจำเพาะได้หลากหลายในการประมวลผลภาพและผลลัพธ์

ในขั้นตอนของการประมวลผลภาพจากการใช้แบบจำลองที่เหมาะสมที่สามารถอธิบายตามหลักตามความเข้มของค่าสีที่บ่งบอกถึงลักษณะจากภาพประกอบด้วย 3 ตัวแปรคือ Hue , Saturation and Value. [Jobin Francis el al., 2016] กล่าวถึงการแปลงค่าภาพ RGB แทนค่าสี HSV ที่ขึ้นอยู่กับากำหนดตำแหน่ง (co-ordinate system) ขององค์ประกอบหลักของสีและความเข้มตัวเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูลให้มากที่สุด Priyadarshini, Patil, Yaliger Nagaratna, and S M Meena (Priyadarshini Patil el al ., 2018) แสดงถึงการแยก features ตาม texture จากภาพโดยใช้โมเดล HSV ซึ่งเป็นวิธีการที่เร็วต่อการประมวลผลภาพ. Praveen Kumar, J., and S. Domnic (J.Praveen Kumar el al ., 2018) แสดงถึงการแบ่งส่วนในพื้นที่ของภาพใบ เพิ่มความแม่นยำในการแบ่ง

ส่วนจากนั้นก็กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างขอบของฟิสิกส์เพื่อให้ได้พื้นที่ภาพใบที่ถูกต้องที่สุด และการจำแนกโรคใบร่วงด้วย ขั้นตอนวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) (D. S. Wongthanavasul et al., 2017) เป็นเทคนิคในการเรียนรู้แบบมีผู้สอน ใช้หลักการเส้นตรงที่มีมาร์จิน (Maximum margin) โดดเด่นในการจำแนกข้อมูลเป็นวิธีการในการจัดแบ่งกลุ่ม อย่างไรก็ตามซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสามารถแบ่งกลุ่มได้แบบหลายกลุ่ม (Multiclass classification) โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One Versus One) ที่มีการประมวลผลรวดเร็วและประสิทธิภาพในการจำแนกอยู่ในระดับที่ดีและเทคนิคการจำแนกโครงข่ายประสาทเทียมจากวิธีการเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับและโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่สามารถให้ความยืดหยุ่นในการปรับค่าเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลตัวอย่าง

ในบทความนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการจำแนกลักษณะพิเศษจากภาพใบยางพาราจากโรคใบร่วงและโรคราแป้งซึ่งเป็นต้นเหตุให้ทำให้ต้นยางพารามีเชื้อสะสมและมีการแพร่กระจายเชื้อได้อย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่มีแปลงเพาะปลูกบริเวณกว้าง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1. แยกแยะโรคใบร่วงจากต้นยางพาราโดยข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างใบยางพารา ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ช่วงปลายเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม จำนวน 400 ใบ

1.2. กลุ่มเป้าหมายเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคใต้และผู้สนใจโรคใบยางพารา

2. วิธีการศึกษา

นำเสนอการทำงานตั้งแต่การเก็บชุดข้อมูล การแยกลักษณะเฉพาะ การจำแนกความเป็นโรคของทั้ง 2 โรคจากโรคใบร่วงจากเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้ง การทดสอบ/การทดลองและการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ โดยอธิบายขั้นตอนการทำงานที่แสดงในรูปที่ 1 จากกระบวนการทำงานของวิธีการจำแนกโรคใบพืชตามจากวิธีการด้านล่าง

2.1) ชุดข้อมูลรูปภาพใบยางพาราที่เป็นโรคใบร่วงที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้งจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ภาคใต้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

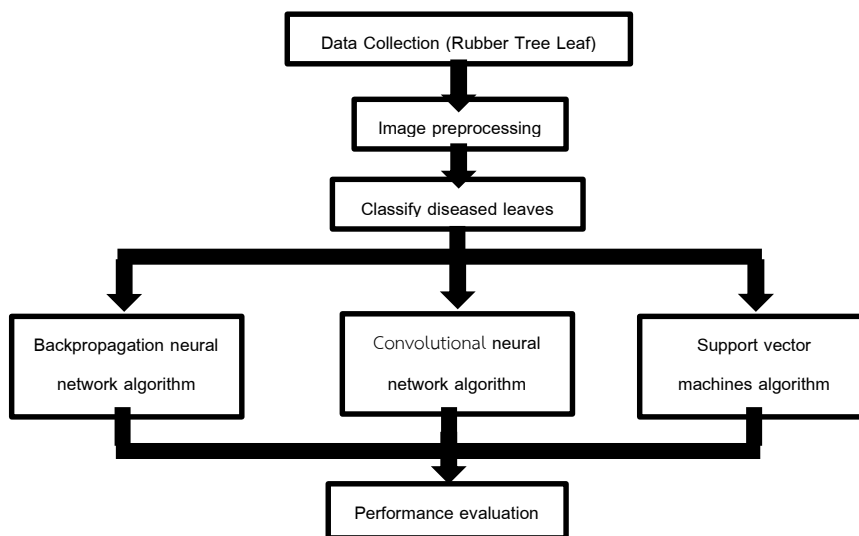
2.2) การประมวลผลภาพเพื่อคัดแยกลักษณะเด่นของพื้นผิวด้วยการแปลงค่าพิกเซลของภาพสี RGB เป็นค่าของภาพสี HSV

2.3) คัดแยกคุณลักษณะเด่นของพื้นผิวและรูปร่างพื้นผิวจากภาพใบยางพาราโดยใช้การคำนวณจากวิธีการ Gray-level Co-occurrence Matrix (GLCM)

2.4) จำแนกโรคใบพืชโดยใช้วิธีการดังนี้

- Backpropagation Neural Network algorithm
- Convolutional Neural Network algorithm
- Support Vector Machines algorithm

2.5) การวัดประสิทธิภาพจากการระบุโรคยางพาราโดยใช้วิธีการ ROC curve (Receiver Operating Characteristic) โดยเกิดการ Plot ระหว่างแกน X และ Y



รูปที่1 ขั้นตอนการทำงานจากกระบวนการของระบบ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลภาพใบยางพารานั้นทางผู้วิจัยเลือกเก็บในช่วงที่มีการเกิดของโรคราแป้งและโรคใบร่วงที่อยู่ในช่วงฤดูกาลผลัดใบของใบยางพาราจนถึงช่วงที่มีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคใบร่วงที่อาจทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนในต้นยางพาราในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยภาพตัวอย่างใบยางพาราทั้งหมดนี้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ชำนาญการเฉพาะด้านโดยศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย ลักษณะการแยกแยะโรคโดยการสังเกตจากภาพถ่ายตัวอย่างเนื่องจากการทำใบยางพาราไปที่สถาบันโดยตรงอาจทำให้สภาพใบยางพาราเปลี่ยนแปลงได้ ทางผู้วิจัยจึงทำการเก็บเป็นภาพถ่ายแล้วให้ทางสถาบันวิจัยทำการจำแนกโดยสังเกตเฉพาะของโรคทั้งสองโรค ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการจำแนกนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันแต่สามารถเกิดในช่วงเดียวกันได้เนื่องจากลักษณะภูมิอากาศของแต่ละปีไม่สามารถคาดเดาได้ ซึ่งบางปีช่วงมรสุมก็ไม่ตรงตามฤดูกาลของพื้นที่



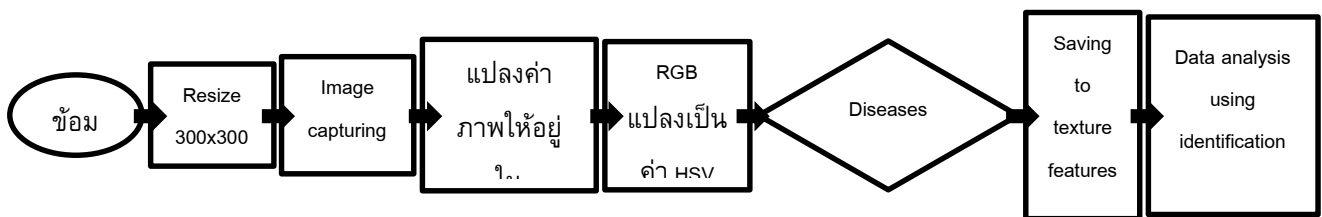
รูปที่2 ตัวอย่างของโรคใบยางพาราที่ใช้ในงานวิจัย

การถ่ายภาพจะถ่ายโดยมีพื้นเป็นสีขาวด้วยผ้าขาวบางเพื่อที่จะป้องกันสิ่งรบกวนในขั้นตอนกระบวนการคัดแยกคุณลักษณะเด่นของภาพ อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพคือกล้องถ่ายภาพดิจิทัล Olympus OMD Em10 ตัวอย่างใบยางพาราถูกนำมาถ่ายภาพด้วยแสงที่ได้รับการปรับเพื่อที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมโดยรวม จำนวนภาพใบยางทั้งหมดจำนวน 400 ภาพ แบ่งเป็นจากสายพันธุ์ RRIM600 จำนวน 200 ภาพและพันธุ์RRIT251 จำนวน 200 ภาพ แบ่งสัดส่วนของแต่ละโรคดังนี้ โรคใบร่วง 50 ภาพ โรคราแป้ง 50 ภาพ ใบที่เป็นทั้งโรคใบร่วงและโรคราแป้ง 50 ภาพ และใบที่ไม่เป็นโรค 50 ภาพ

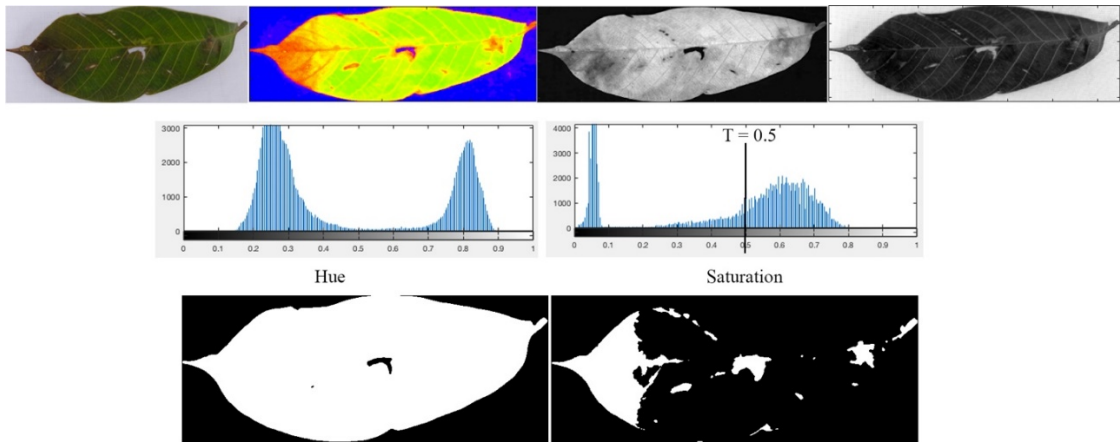
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การประมวลผลภาพ

เริ่มจากการได้ภาพต้นฉบับมาเป็นภาพใบยางพาราที่มีค่าสี Red Green และ Blue (RGB) ต้องการแยกส่วนภาพของสีปริภูมิ HSV ประกอบไปด้วยค่าความสว่าง (Brightness) โทนสี (Hue) และความอิ่มตัว (Saturation) ทั้ง 3 ตัวแปรนี้ประกอบกันขึ้นเป็นระบบพิกัดทรงกระบอก (Cylindrical Coordinate) ที่ประกอบด้วย R, θ, Z แทนรัศมี R และ V แทนความสูง (นวกค เอื้ออนันต์., 2555) จำนวนตัวอย่างทั้งหมดจะผ่านขั้นตอนที่จะแสดงในภาพที่ 3 ก่อนเข้ากระบวนการจำแนกข้อมูลเพื่อระบุโรคต่อไป



รูปที่3 แสดงกระบวนการระบุโรคในใบยางพารา



รูปที่4 แถวตั้งแต่รูปแรกด้านซ้ายเป็นภาพตั้งต้นจนถึงภาพแสดงองค์ประกอบ HSV แถวกลางแสดงกราฟของฮิสโทแกรม แถวล่างสุดเป็นการแสดงผลลัพธ์ของการแยกส่วนภาพ

4.2 การสกัดคุณลักษณะเฉพาะของภาพ

คัดแยกคุณลักษณะเด่นของพื้นผิวและรูปร่างพื้นผิวจากภาพใบยางพาราโดยใช้การคำนวณค่าจากวิธีการ Gray-level Co-occurrence Matrix (GLCM) ประกอบไปด้วยค่าต่อไปนี้

$$Contrast: \sum_{i,j=0}^{N-1} (i,j)^2 C(i,j)$$

(1)

$$Energy = \sum_{i,j=0}^{N-1} C(i,j)^2$$

(2)

$$Local Homogeneity = \sum_{i,j=0}^{N-1} C(i,j) / (1 + (i,j)^2)$$

(3)

$$Cluster shade = \sum_{i,j=0}^{N-1} (i - M_x + j - M_y)^3 C(i,j)$$

(4)

$$Cluster prominence = \sum_{i,j=0}^{N-1} (i - M_x + j - M_y)^4 C(i,j)$$

(5)

ค่าที่ได้ในการใช้วิธีการนี้จะนำเข้าสู่กระบวนการจำแนกข้อมูลในการระบุการเป็นโรคของใบยางพาราต่อไป

4.3 การจำแนกข้อมูล

ตัวอย่างของข้อมูลที่มีคือสายพันธุ์ RRIM600 จำนวน 200 ภาพใช้ในการทดลองและพันธุ์RRIT251 จำนวน 200 ภาพใช้ในการทดสอบ

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองแบบโครงข่ายประสาทเทียมพอร์เซptronหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Network) ที่สามารถปรับค่าน้ำหนักและเรียนรู้ระหว่างชั้นซ่อน โดยใช้สมการที่ 1 หาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมหาค่าเฉลี่ยของความผิดพลาดต่ำสุด(Least Mean Square Error)

$$E(t) = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{N(L)} (e_i(k))^2 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{N(L)} (d_i(k) - z_i(k))^2 \quad (6)$$

เมื่อ K คือจำนวนข้อมูลการฝึกสอน(Training) ต่อรอบ

$N(L)$ คือจำนวนโหนดชั้น L

L คือชั้น Output

$d_i(k)$ คือค่าผลลัพธ์ที่ต้องการของโหนด i

$Z_i(k)$ คือ Output Value ที่ต้องการของโหนด i

$E(t)$ คือผลรวมความแตกต่างระหว่างค่าผลลัพธ์และ Output Value เป็นผลรวมของทุกโหนดใน Output Layer และ Data Training ทุกตัวในการทำงาน t รอบ โมเดลของโครงข่ายประสาทเทียมพอร์เซptronหลายชั้นใช้ชุดข้อมูลตัวอย่างที่ในการทดลองและทดสอบคนละชุด

5. การประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของโมเดลโดยนำเสนอวิธีการ ROC Curve (Receiver Operating Characteristic Curve) สามารถจำแนกประเภทของการเป็นโรคของกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับโมเดล ในการสร้างแบบจำลองการประเมินประสิทธิภาพของข้อมูลที่ทำนายสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$True\ positive\ rate : TPR = \frac{\text{positives correctly classified}}{\text{total positives}} = \frac{TP}{P} \quad (7)$$

$$\text{False positive rate : FPR} = \frac{\text{negatives incorrectly classified total}}{\text{total negatives}} = \frac{FP}{N}$$

(8)

ROC Curve เกิดจากการ Plot ระหว่างแกน X และ Y โดยที่แกน X คือข้อมูลที่ทำนายผิด (False Positive Rate) แกน Y คือข้อมูลที่ทำนายถูก (True Positive Rate) เมื่อ ROC Curve มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงถึงประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลที่ดี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการจำแนกโรคในใบยางพาราโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการสกัดคุณลักษณะเฉพาะและใช้ด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและโครงข่ายประสาทเทียมโดยแบ่งใบยางพาราทั้งหมด 400 ใบแบ่งได้ดังนี้ใบยางพาราจากพันธุ์RRIT251 จำนวน 200 ใบและRRIT600 จำนวน 200 ใบ ในสัดส่วนเท่ากันคือโรคใบร่วง 50 ภาพ โรคราแป้ง 50 ภาพ เป็นทั้งโรคใบร่วงและโรคราแป้ง 50 ภาพ และใบที่ไม่เป็นโรค 50 ภาพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความถูกต้องของผลการทดลอง

โรค	จำนวนภาพที่ใช้ การทดลอง RRIT251	จำนวนภาพที่ใช้ การทดสอบ RRIT600	ความถูกต้องในการทดสอบประสิทธิภาพ %		
			SVM	CNN	BPNN
โรคใบร่วง	50	50	72	60	91
โรคราแป้ง	50	50	80	70	81
โรคราแป้งและโรคใบร่วง	50	50	76	51	89
ไม่เป็นโรค	50	50	100	100	100
ความถูกต้องทั้งหมด			86	68	90

หลังจากดำเนินการวิจัยการระบุโรคในใบยางพาราพบว่าการทดสอบประสิทธิภาพของ 3 วิธีการในการจำแนกข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับให้ความถูกต้องร้อยละ 90 เปอร์เซนต์ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันให้ความถูกต้องร้อยละ 68 เปอร์เซนต์และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนให้ความถูกต้องร้อยละ 86 เปอร์เซนต์

จึงสรุปผลการทดลองประสิทธิภาพได้ว่าการจำแนกข้อมูลโครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับที่ให้ผลลัพธ์ที่สูงกว่าโมเดลอื่นเนื่องจากวิธีการในการทำงานของโมเดลสามารถช่วยเลี่ยงการเรียนรู้ไม่ให้เกิดการล้มเหลวและสามารถปรับค่าน้ำหนักที่ให้การหลีกเลี่ยงจุดอิมตัวแบบไม่เหมาะสมได้กับตัวอย่างข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ให้ผลความถูกต้องในการทดสอบอยู่ที่ร้อยละ 90 เปอร์เซนต์

อภิปรายผล

1. กระบวนการระบุโรคใบในยางพาราจากเชื้อราเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้งจากภาพด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและโครงข่ายประสาทเทียมเป็นการช่วยในการระบุโรคในขั้นตอนเบื้องต้นสำหรับเกษตรกรที่มีประสบการณ์ด้านโรคน้อยหรือผู้ที่สนใจ ในเบื้องต้นได้ทำการเก็บข้อมูลใบยางพาราจากพื้นที่ภาคใต้ จากพันธุ์ยางพาราที่นิยมปลูกในพื้นที่ที่เน้นการให้ผลผลิตเป็นน้ำยางพาราได้เยอะ โดยข้อมูลภาพที่นำมาทดลองได้แก่ โรคใบร่วง โรคราแป้ง เป็นทั้งโรคใบร่วงและโรคราแป้ง และใบไม่เป็นโรค ที่ทั้งสองโรคนี้สามารถเกิดได้ในช่วงเดียวกัน (สถาบันวิจัยยาง ตุลาคม-ธันวาคม 2561) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการใช้ข้อมูลภาพในการคัดคุณลักษณะพิเศษของโรคโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพในการวิเคราะห์คุณลักษณะของโรคที่มีความแตกต่างกัน โดยสอดคล้องกับงานวิจัยด้านโรคพืชของ Jobin Francis, Anto Sahaya Dhas D, Anoop B K (2016) ให้ได้การวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีคุณสมบัติที่ได้จากวิธีการ 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1) แปลงภาพสี RGB เป็น HSV 2) การปรับปรุงภาพ(Image Enhancement) 3) การแยกลักษณะพิเศษ(features extraction) และขั้นตอนการคำนวณแยกลักษณะพิเศษด้วยอัลกอริทึม Grey Level Co-occurrence Matrix :GLCM นำค่าที่ได้จากวิธีการคัดแยกคุณลักษณะพิเศษโดยใช้เทคนิควิธีการจำแนกเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกใบยางพาราดังนี้ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน

2. เทคนิควิธีการจำแนกเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) โดยแบ่งเป็นสองเทคนิคคือโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation Network) ที่สามารถกำหนดการส่งข้อมูลในชั้นข้อมูลนำเข้าเข้ามาในชั้นซ่อนไปยังข้อมูลออกได้เช่นเดียวกันกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบไม่ย้อนกลับแต่ที่แตกต่างก็คือเส้นทางการประมวลผลให้ไหลของข้อมูลย้อนกลับไปปรับปรุงค่าความผิดพลาด (Error) ในทุก ๆ ชั้นของชั้นซ่อนเพื่อหาผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (สงฆ์แป้น, วรารัตน์, 2560) และเทคนิคโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน หรือ Convolutional Neural Network (CNN) เป็นการเรียนรู้ในแบบที่ถ่ายโอนการเรียนรู้ สำหรับข้อมูลขนาดเล็ก ลำดับแรกเริ่มจะถูกสอนด้วยข้อมูลขนาดใหญ่ ถัดมาชั้นจำแนกจะเพิ่มชั้นใหม่และเรียนรู้ด้วยภาพใหม่ที่เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็ก ทำให้มีการเพิ่มการเรียนรู้ต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำภาพ (JUKKRIT KRAINET, 2019)

เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจากกลุ่มตัวอย่างวิธีการที่สามารถจำแนกโรคของใบยางพาราได้หลากหลายวิธีการที่อยู่ในความสนใจจึงมุ่งเน้นไปที่ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนกับการจำแนกข้อมูลหลายคลาสโดยใช้เทคนิค One Versus Rest (OvR) โดยตรงกับกรณีศึกษาของ X.E. Pantazi, D. Moshou, A.A. Tamouridou (2019) ที่กล่าวไว้สำหรับผลการทดลองการจำแนกได้ความถูกต้องมากกว่า 50 เปอร์เซนต์และสามารถระบุประเภทได้ 100 เปอร์เซนต์ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องถึง 95 เปอร์เซนต์ ในการระบุโรคใบพืช 46 ชุดและ 3 กลุ่มโรคตัวอย่าง

3. ผลจากเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกการระบุโรคใบในยางพาราจากเชื้อราเชื้อราไฟทอปธอราและโรคราแป้งจากภาพด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและโครงข่ายประสาทเทียมพบว่าข้อมูลกลุ่มตัวอย่างใบยางพาราที่เป็นโรคใบร่วงและโรคราแป้งที่ใช้ในการทดลองและทดสอบแสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมชนิดเพอร์เซปตรอนหลายชั้นแบบแพร่ย้อนกลับให้ผลลัพธ์ความแม่นยำ 90 เปอร์เซนต์ มากที่สุดจากโมเดลที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Priyadarshini Patil, Nagaratna Yaligar, Meena S M (2017) ที่ได้ศึกษาเครื่องมือการจัดการโรคอัตโนมัติวิธีการจำแนกเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำให้ที่เหมาะสมกับข้อมูลตัวอย่างให้

กลายเป็นเครื่องมือช่วยเหลือที่สำคัญสำหรับเกษตรกรปลูกมันฝรั่งเพื่อตรวจสอบอาการของโรคและจำแนกโรคหรือ
ปกติและวิธีการที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างความถูกต้องของ Artificial Neural Network (ANN) ให้ความแม่นยำอยู่ที่ 92
%

ข้อเสนอแนะ

จากการผลงานวิจัยครั้งนี้พบว่าข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีส่วนสำคัญที่จะใช้ในกระบวนการระบุข้อมูลอย่าง
มากเนื่องจากข้อมูลภาพสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้มีภาพที่สีค่อนข้างตัดกันพอสมควรจึงทำให้ยากต่อการปรับค่าต่างๆให้
เหมาะสมกับการสกัดลักษณะเฉพาะเพื่อนำไปสู่กระบวนการจำแนกข้อมูลให้มีประสิทธิภาพได้จึงควรคัดกรอกใบ
ยางพาราที่สามารถใช้ในการจำแนกมีลักษณะที่ยังเป็นใบสีเขียวอยู่และแสดงลักษณะของโรคที่ชัดเจนจะทำให้การ
ทดลองได้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อใช้เทคนิคการเรียนรู้ไปต่อยอดในการทำการศึกษารุ่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- X.E. Pantazi, D. Moshou, A.A. (2019). Tamouridou, "Automated leaf disease detection in different crop species through image features analysis and One Class Classifiers," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 156, pp. 96-104
- Jobin Francis, Anto Sahaya Dhas D , Anoop B K. (2016) "Identification of leaf diseases in pepper plants using soft computing techniques," 2016 Conference on Emerging Devices and Smart Systems (ICEDSS), Namakkal, India.
- Priyadarshini Patil, Nagaratna Yaligar , Meena S M. (2017) "Comparision of Performance of Classifiers - SVM, RF and ANN in Potato Blight Disease Detection Using Leaf Images," 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC), Coimbatore, India.
- J.Praveen Kumar, S.Domnic. (2018) "Image based leaf segmentation and counting in rosette plants," Information Processing in Agriculture
- D. S. Wongthanavas. (2017). Artificial Intelligence Theory, Programs and Applications, Thailand.
- การยางแห่งประเทศไทย. (2561). วารสารยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ 35. ค้นเมื่อ 21 เมษายน 2562, จาก <http://km.raot.co.th/magazine/ebook-35.pdf>.
- ขจรไชยกูล พงษ์เทพ. (2533). โรคและศัตรูยางพาราศูนย์ยางพารา . ศูนย์วิจัยยางสงขลา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 49.
- นวกัก เอื้ออนันต์. (2555). การประมวลผลภาพเชิงดิจิทัล. ขอนแก่น: จัดพิมพ์โดยภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- การจัดทำบัญชีรายชื่อศัตรูพืช (Pest List) ของประเทศไทย. (2558). Phytophthora botryosa Chee. ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก <http://ippc.acfs.go.th/pest/G001/T008/FUNGI099>
- สงฆ์แป้น, วรารัตน์. (2560). การทำเหมืองข้อมูล. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.