รายงานโครงการวิจัย

พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

Development Leaf Nutrients Prediction System and Fertilizer Recommendation System for Oil Palm

กรมวิชาการเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สุชาดา โภชาดม

Suchada Pochadom

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

Development Leaf Nutrients Prediction System and Fertilizer Recommendation System for Oil Palm

กรมวิชาการเกษตร

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

สุชาดา โภชาดม

Suchada Pochadom

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ

โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน อยู่ภายใต้แผนงานวิจัยย่อยวิจัยพัฒนาระบบสารสนเทศแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน แผนงานวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศสู่เกษตรดิจิทัล ของกรมวิชาการเกษตร คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยระหว่างปี พ.ศ. 2562-2564 เป็นการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันให้อยู่บนเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน และแปลผลรวมทั้งออกคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมันรายแปลงได้

รายงานฉบับนี้ เป็นการรายงานผลการดำเนินงานภายใต้โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ได้แก่ 1. การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย และ 2. ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่นักวิจัย นักวิชาการเกษตร ตลอดจนผู้สนใจอื่นๆ ที่จะได้ศึกษาและพัฒนาต่อยอด รวมถึงนำระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันไปใช้ให้เกิดประโยชน์

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2565

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	**หน้า**
กิตติกรรมประกาศ	1
ผู้วิจัย	2
บทนำ	3
บทคัดย่อ	5
กิจกรรมงานวิจัย 1 การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย	7
กิจกรรมงานวิจัย 2 ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย	30
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	45

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อภิชน ไวท์ยางกูร และนางสาวกุลนรี กรีติยุตานนท์ ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ ในการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน และขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 (สวพ.7) กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือและบุคลากรอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ตลอดจนคณะผู้บริหาร คณะผู้เชี่ยวชาญ นักวิจัย ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินโครงการสำเร็จไปได้ลุล่วงด้วยดี และสุดท้ายขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาและติดตามงานวิจัยทุกคณะของกรมวิชาการเกษตร ที่ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

1. นางสาวสุชาดา โภชาดม	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
2. นายสญชัย ขวัญเกื้อ	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
3. นางสาวสุธีรา ถาวรรัตน์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
4. นางจินตนาพร โคตรสมบัติ	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
5. นางจิตติลักษณ์ เหมะ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
6. นายสมคิด ดำน้อย	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1
7. นายอุดมพร เสือมาก	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชุมพร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7
8. นายสุรกิตติ ศรีกุล	นักวิชาการเกษตรทรงคุณวุฒิ	สำนักผู้เชี่ยวชาญ

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารปริมาณสูงในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ที่ต้องใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสม ให้เพียงพอกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน จึงจะทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตที่สูงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตรแนะนำการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการศึกษา วิจัย และมีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในวงการผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป สอดคล้องกับมาตรฐาน RSPO (Roundtable for Sustainable Palm Oil) ที่สนับสนุนให้มีการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบ มีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการเก็บตัวอย่างใบ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ ประกอบกับเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันต้องมีการจดบันทึกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะข้อมูลการใช้ปุ๋ยและข้อมูลผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีมาตรฐานที่แม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ประมาณ 500-600 บาทต่อรายการธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์ต่อ 1 ตัวอย่าง และต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 15-30 วัน จึงทำให้ส่งผลคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยให้แก่เกษตรกรไม่ทันรอบการใส่ปุ๋ยถัดไป อีกทั้งหน่วยงานรัฐยังขาดระบบในการจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรเพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผลในงานด้านอื่นๆ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ ให้มีการเก็บบันทึกข้อมูล จัดการข้อมูล และประมวลผลข้อมูล ที่มีประสิทธิภาพขึ้นได้ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ ในรูปแบบการพัฒนาและจัดทำเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งเกษตรกรหรือผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางในการแปลผลค่าวิเคราะห์และการคำนวณการใช้ปุ๋ย เนื่องจากระบบสามารถประมวลผลให้อัตโนมัติโดยใช้เกณฑ์และหลักการคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังทำให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากยิ่งขึ้นและสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินผลตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

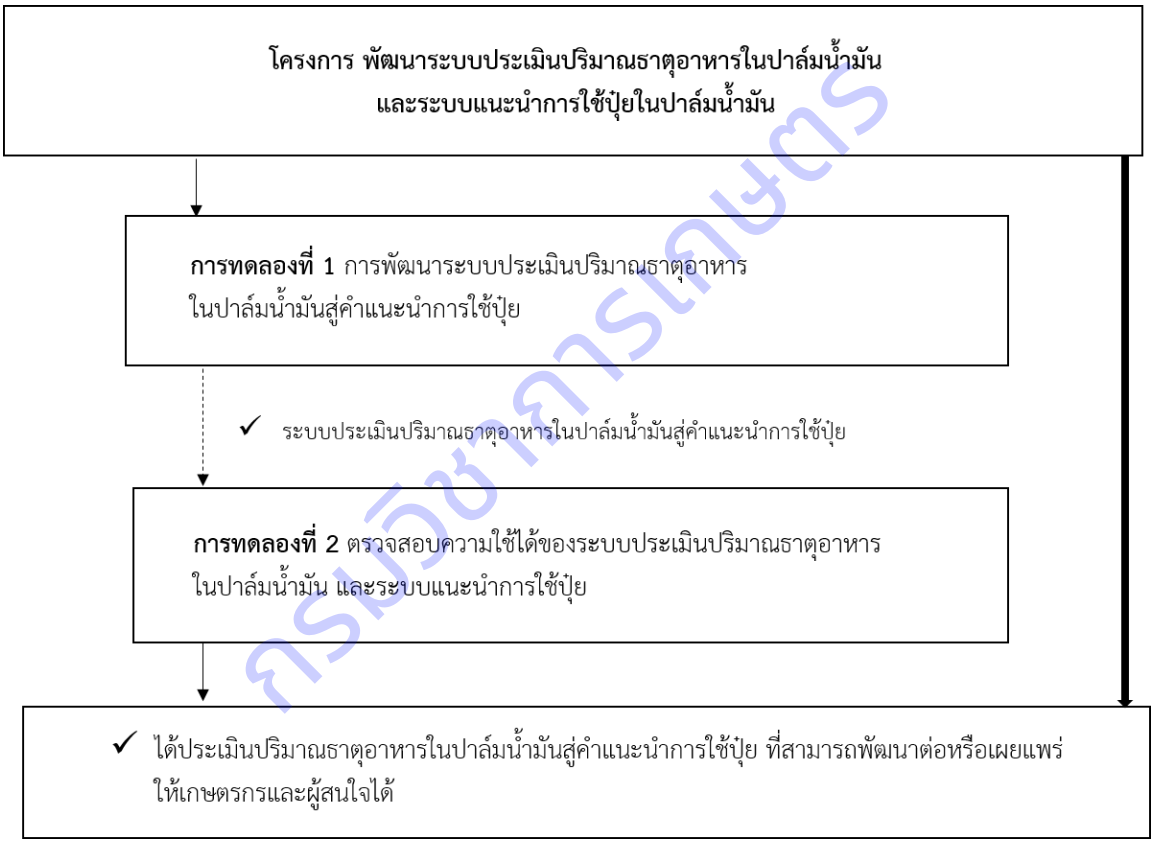
ศูนย์วิทยทรัพยากร

2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน

3. วิธีการวิจัย (แสดงความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมงานวิจัย และอาจมีแผนภาพประกอบ)

โครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างปี 2562-2564 ประกอบด้วย 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย และการทดลองที่ 2 ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ซึ่งเป็นการทดลองที่ต่อเนื่องกัน แสดงดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงของกิจกรรมภายในโครงการวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบ เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก เนื่องจากช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตสูงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่เหมะสม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาใช้ในการจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ จึงได้พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน http://puipalm.research-oard7.com ออกแบบโครงสร้างให้มีการใช้งาน 2 ลักษณะ คือ 1. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ ผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 ประกอบด้วย ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนและระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม มีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และ 56.66 ตามลำดับ และมีค่า MSE รวมทั้ง 2 ระบบเท่ากับ 0.06 และได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร เพื่อใช้ประมวลผลการจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่าย ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้ใช้งานและมีการจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Oil palm leaf analysis is commonly used technology of assess the nutrient status of oil palm because it had high yield continuously and reduced environmental pollution from applying excessive amounts of fertilizer. The majority of oil palm plantation in Thailand belongs to smallholders, the smallholder's limit their use technology of oil palm leaf analysis because there was not practical method for smallholder such as time consuming to analysis process, interpretation and fertilizer recommendation by expert. Information technology could raise the oil palm production through information management and automated data processing. The advantage of information technology led to development leaf nutrients prediction model and fertilizer recommendation system for oil Palm on web application. There could be interpretation and fertilizer recommendation from 1. Data of nutrient status of oil palm leaf from laboratory 2. Oil palm leaf Image. The model could predict nutrient status automatically with oil palm leaf Image by artificial intelligence (AI), which develop from MobileNet V3. The accuracy model with Nitrogen and Potassium status was 86.34 and 56.66 respectively and both models had mean square error (MSE) values of 0.06. The model recorded as follows: soil analysis data, leaf analysis data and application of fertilizer data. A total of data was process automatically to assess the nutrient status of oil palm and fertilizer recommendation to farmer or person who lack of knowledge about fertilizer application. This model could access information from anywhere at any time that led to improve fertilizer application in time. This model is alternative way to raise effectiveness of fertilizer management for oil palm smallholders.

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 1

การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

Development Leaves Nutrients Prediction System to Fertilizer Recommendation in Oil Palm

คณะผู้วิจัย

สุชาดา โภชาดม[1] สญชัย ขวัญเกื้อ[1] สุธีรา ถาวรรัตน์[1] จินตนาพร โคตรสมบัติ[1]

จิตติลักษณ์ เหมะ[1] สมคิด ดำน้อย[2] อุดมพร เสือมาก[33] สุรกิตติ ศรีกุล[44]

Suchada Pochadom[1] Sonchai Kwankua[1] Suthira Thawonrat[1] Chintanaporn Kotsombat[1]

Jittilux Hama[1] Somkid Damnoi[2] Udomphon Suamag[3] Surakitti Srikul[4]

คำสำคัญ

ปาล์มน้ำมัน, ระบบทำนายธาตุอาหาร, ระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

Keyword

Oil palm, Leaves Nutrients Prediction System, Fertilizer Recommendation System

กรมวิชาการเกษตร

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จ.สุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

Office of Agricultural Research and Development, Region7., DOA

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย จ.เชียงราย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จ.เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร

Chiangrai Highland Agricultural Research and development Center., Office of Agricultural Research and Development, Region1., DOA

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชุมพร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จ.สุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

Chumphon Agricultural Research and Development Center., Office of Agricultural Research and Development, Region7., DOA

[4] สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร

Office of Senior Expert., DOA

บทคัดย่อ

การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันตามค่าวิเคราะห์ใบ เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก เนื่องจากช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตสูงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีข้อจำกัดในเรื่องการวิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาใช้ในการจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ จึงได้พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน http://puipalm.research-oard7.com ออกแบบโครงสร้างให้มีการใช้งาน 2 ลักษณะ คือ 1. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ โดยผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่ถูกพัฒนาจากโมเดล MobileNet V3 ประกอบด้วย ระบบทำนายธาตุไนโตรเจน และระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม และได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เก็บบันทึกข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร เพื่อใช้ประมวลผลการจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินปริมาณธาตุอาหารใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่าย ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้ใช้งานและมีการจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Oil palm leaf analysis is commonly used technology of assess the nutrient status of oil palm because it had high yield continuously and reduced environmental pollution from applying excessive amounts of fertilizer. The majority of oil palm plantation in Thailand belongs to smallholders, the smallholder's limit their use technology of oil palm leaf analysis because there was not practical method for smallholder such as time consuming to analysis process, interpretation and fertilizer recommendation by expert. Information technology could raise the oil palm production through information management and automated data processing. The advantage of information technology led to development leaf nutrients prediction model and fertilizer recommendation system for oil Palm on web application. There could be interpretation and fertilizer recommendation from 1. Data of nutrient status of oil palm leaf from laboratory 2. Oil palm leaf Image. The model could predict nutrient status automatically with oil palm leaf Image by artificial intelligence (AI), which develop from MobileNet V3. The model recorded as follows: soil analysis data, leaf analysis data and application of fertilizer data. A total of data was process automatically to assess the nutrient status of oil palm and fertilizer recommendation to farmer or person who lack of knowledge about fertilizer application. This model could access information from anywhere at any time that lead to improve fertilizer application in time. This model is alternative way to raise effectiveness of fertilizer management for oil palm smallholders.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารปริมาณสูงในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ที่ต้องใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสม ให้เพียงพอกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน จึงจะทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตที่สูงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตรแนะนำการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการศึกษา วิจัย และมีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในวงการผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป สอดคล้องกับมาตรฐาน RSPO (Roundtable for Sustainable Palm Oil) ที่สนับสนุนให้มีการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบ มีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการเก็บตัวอย่างใบ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญประกอบกับเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันต้องมีการจดบันทึกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะข้อมูลการใช้ปุ๋ยและข้อมูลผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีมาตรฐานที่แม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ประมาณ 500-600 บาทต่อรายการธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์ และต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 15-30 วัน จึงทำให้ส่งผลคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยให้แก่เกษตรกรไม่ทันรอบการใส่ปุ๋ยถัดไป อีกทั้งหน่วยงานรัฐยังขาดระบบในการจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรเพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผลในงานอื่นๆ

เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน การจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนาระบบเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน โดยพัฒนาโมเดลสำหรับทำนายธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม เนื่องจากเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นของต้นปาล์มน้ำมันและเป็นธาตุอาหารที่มีการแสดงอาการขาดธาตุอาหารบนใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิคการเรียนเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ร่วมกับโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network หรือ CNN) เนื่องจากสามารถสร้างคุณลักษณะของข้อมูลภาพสำหรับการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ได้ดี (Dertat, 2017) และทำให้โมเดลที่พัฒนาได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยออกแบบการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งเกษตรกรหรือผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางในการแปลผลค่าวิเคราะห์และการคำนวณการใช้ปุ๋ย เนื่องจากระบบสามารถประมวลผลให้อัตโนมัติโดยใช้เกณฑ์และหลักการคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังทำให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากยิ่งขึ้นและสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินผลตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ด้วยการทำนายจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ศรีปทุม

การทบทวนวรรณกรรม

1. เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.1 ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศ

สุขุม และคณะ 2555 ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) มีกำเนิดจากคำสองคำคือ เทคโนโลยี และคำว่า สารสนเทศ คำว่า “เทคโนโลยี” หมายถึง ประดิษฐกรรม (innovate) ที่มีความสัมพันธ์กับการผลิต การประมวลผล และการจำแนกแจกจ่ายสารสนเทศไปยังผู้ใช้ ตัวอย่างเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่วนคำว่า “สารสนเทศ” หมายถึง ผลลัพธ์อันเกิดจากการนำเอาข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา ผ่านการประมวลผล วิเคราะห์ สรุป จนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือหมายถึงการประยุกต์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาจัดการสารสนเทศที่ต้องการ โดยอาศัยเครื่องมือทางเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีด้านเครือข่ายโทรคมนาคมและการสื่อสาร ตลอดจนอาศัยความรู้ในกระบวนการดำเนินงานสารสนเทศในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การแสวงหา การวิเคราะห์ การจัดเก็บ รวมถึงการจัดการ เผยแพร่และแลกเปลี่ยนสารสนเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้อง แม่นยำ และความรวดเร็วทันต่อการนำมาใช้ประโยชน์ (สุพรรษา ยวงทอง, 2558 218)

1.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาทำงานร่วมกับเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อใช้ในการจัดการสารสนเทศให้เกิดประโยชน์ในการนำข้อมูลมาประมวลผลและสื่อสารสารสนเทศไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งองค์ประกอบของเทคโนโลยีสารสนเทศมี 6 ส่วน ดังนี้

1.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจับต้องได้ ใช้สำหรับจัดการข้อมูล โดยจะทำงานประสานกัน ตั้งแต่การรับข้อมูล การประมวลผล การแสดงผลลัพธ์ และการเก็บข้อมูล เพื่อให้ได้สารสนเทศตามที่ต้องการ สามารถแบ่งประเภทของฮาร์ดแวร์ตามหน้าที่ได้ 4 ประเภทดังนี้

1) อุปกรณ์รับข้อมูล (Input Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูล ที่อาจอยู่ในรูปแบบตัวอักษร ตัวเลข รูปภาพ เสียง หรือคำสั่งต่างๆ จากมนุษย์ แล้วแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบคอมพิวเตอร์เข้าใจเพื่อส่งไปประมวลผลต่อ อุปกรณ์รับข้อมูลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น เมาส์ แป้นพิมพ์ เครื่องสแกน เครื่องอ่านบาร์โค้ด จอสัมผัส ปากกาป้อนข้อมูล กล้องดิจิตอล เว็บแคม จอยสติ๊ก และ ไมโครโฟน เป็นต้น

2) อุปกรณ์ประมวลผล (Process Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นำข้อมูลที่ได้รับมาจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาคำนวณ ประมวลผลตามคำสั่งที่กำหนดไว้เพื่อส่งให้ระบบต่อไป เช่น ซีพียู ชิปเซต แผงวงจรหลัก แรม รอม เป็นต้น

3) อุปกรณ์แสดงผลลัพธ์ (Output Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่ผ่านการประมวลผล มาแสดงให้อยู่ในรูปแบบที่มนุษย์สามารถเข้าใจได้เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ เครื่องวาด เครื่องฉายภาพ ลำโพง เป็นต้น

4) อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Storage Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บ บันทึก ข้อมูลสารสนเทศ หรือคำสั่งต่างๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในอนาคต ซึ่งมีให้เลือกใช้อย่างหลากหลาย ตามความเหมาะสม

ศรีปทุมการเกษตร

ในการใช้งาน เช่น ฮาร์ดดิสก์ ออปติคอลดิสก์ แฟลชไดร์ฟ โซลิดสเตดไดร์ฟ การ์ด หน่วยความจำ สมาร์ทการ์ด เป็นต้น

1.1.2) ซอฟต์แวร์ (Software) หรือ โปรแกรม เป็นชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นสำหรับควบคุมให้ฮาร์ดแวร์ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อประมวลผลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศในรูปแบบที่ต้องการการเลือกใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ควรพิจารณาถึงสิทธิในการใช้งานเนื่องจาก ซอฟต์แวร์มีทั้งแบบมีลิขสิทธิ์แชร์แวร์ ฟรีแวร์ และซอฟต์แวร์สาธารณะ สามารถแบ่งซอฟต์แวร์ตามลักษณะการทำงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) ซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกันรวมถึงเป็นตัวกลางเชื่อมโยงระหว่างฮาร์ดแวร์และมนุษย์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ซอฟต์แวร์ระบบแบ่งตามหน้าที่ได้เป็น 3 ประเภท คือ ระบบปฏิบัติการ ตัวแปลภาษา และโปรแกรมอรรถประโยชน์

2) ระบบปฏิบัติการ (Operating System: OS) หรือ โอเอส เป็นซอฟต์แวร์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมฮาร์ดแวร์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จัดสรรทรัพยากรต่างๆ ให้กับซอฟต์แวร์ประยุกต์อย่างเหมาะสม และเป็นตัวกลางที่ทำให้ผู้ใช้งาน และฮาร์ดแวร์สามารถทำงานร่วมกันได้ อย่างถูกต้อง ตรงตามวัตถุประสงค์ ระบบปฏิบัติการมีหลายชนิด ชนิดที่ใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น ระบบปฏิบัติการดอส (DOS), ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows OS) และระบบปฏิบัติการแมค (Mac OS) เป็นต้น ชนิดที่ใช้กับระบบเครือข่าย เช่น ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ (Windows Server), ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ (Unix) และระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux) เป็นต้น และชนิดที่ใช้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น ระบบปฏิบัติการวินโดวส์โฟน (Windows Phone) ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) เป็นต้น

3) ตัวแปลภาษา (Language Translator) เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแปลชุดคำสั่งที่ผู้เขียนโปรแกรมเขียนขึ้นด้วยภาษาระดับสูง ที่เรียกว่าโปรแกรมต้นฉบับ (Source Code) ให้เป็นภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งได้ที่เรียกว่าภาษาเครื่อง (Machine Language) ซึ่งประกอบด้วยรหัสเลขฐานสอง (0 และ 1) เท่านั้น ตัวแปลภาษาสามารถแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

- คอมไพเลอร์ (Complier) เป็นตัวแปลภาษาระดับสูง โดยใช้หลักการแปลโปรแกรมต้นฉบับทั้งหมด แล้วบันทึกไว้ในลักษณะของแฟ้มข้อมูล หรือไฟล์ เมื่อต้องการเรียกใช้งานโปรแกรมก็สามารถเรียกจากไฟล์ที่เก็บไว้ โดยไม่ต้องทำการแปลอีก ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างโปรแกรมภาษาที่ใช้ตัวแปลคอมไพเลอร์เช่น ภาษาโคบอล (COBOL), ภาษาซี (C) และภาษาจาวา (JAVA) เป็นต้น

- อินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) เป็นตัวแปลภาษาระดับสูงเช่นเดียวกับคอมไพเลอร์ แต่จะแปลพร้อมกับทำงานตามคำสั่งทีละคำสั่งไปจนจบโปรแกรม ทำให้การแก้ไขโปรแกรมกระทำได้ง่าย ตัวอย่างภาษาที่ใช้ตัวแปลอินเทอร์พรีเตอร์ เช่น ภาษาเบสิก (BASIC), ภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาเพิร์ล (Perl) เป็นต้น

- แอสเซมเบลอ (Assembler) เป็นตัวแปลภาษาสัญลักษณ์ หรือ ภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ซึ่งเป็นภาษาระดับต่ำให้เป็นภาษาเครื่อง

ศรีปทุมสินธร

4) โปรแกรมอรรถประโยชน์ (Utility Program) เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่บำรุงรักษา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของคอมพิวเตอร์ ให้สามารถทำงานได้ง่ายสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัยยิ่งขึ้น โปรแกรมอรรถประโยชน์มีหลากหลายประเภท เช่น โปรแกรมตรวจสอบข้อผิดพลาด (Diagnostic Program) โปรแกรมป้องกันไวรัส (Antivirus Program) โปรแกรมบีบอัดไฟล์ (Compression Program)

1.2.2) ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับทำงานด้านต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน คุณสมบัติการใช้งานค่อนข้างหลากหลายขึ้นอยู่กับการเลือกนำไปใช้งานให้เหมาะสม เช่น การพิมพ์เอกสาร การตกแต่งออกแบบ หรือเพื่อความบันเทิง ในปัจจุบันมีโปรแกรมประเภทนี้มีมากมาย เช่น โปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processor) โปรแกรมตารางคำนวณ (Spread Sheet) โปรแกรมนำเสนอ (Presentation) โปรแกรมฐานข้อมูล (Database) โปรแกรมสำหรับงานทางด้านกราฟิก และมัลติมีเดีย (Graphic and Multimedia) เป็นต้น

1.2.3) บุคลากร (People) เป็นบุคคลที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ ไอทีซึ่งบุคลากรเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุด เพราะถ้าบุคลากรมีความรู้ความสามารถ และทักษะในการใช้งานด้านไอทีเป็นอย่างดี ก็จะสามารถนำประโยชน์ของไอทีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่ต้องการ

1.2.4) ข้อมูล (Data) เป็นข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกี่ยวกับบุคคล สถานที่ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ที่ยังไม่ผ่านการประมวลผล ข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญเพราะการทำงานของเทคโนโลยีสารสนเทศจะเกี่ยวข้องกับข้อมูลตั้งแต่การนำเข้า การประมวลผล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ที่เรียกว่าสารสนเทศ (Information) ข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถนำมาประมวลผลได้มีหลายรูปแบบ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น

1.2.5) กระบวนการทำงาน (Procedure) เป็นขั้นตอนการทำงานที่ผู้ใช้จะต้องปฏิบัติตามเกี่ยวกับการใช้ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือข้อมูล เพื่อให้ได้งานเฉพาะอย่างจากคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง และเกิดประโยชน์สูงสุด โดยทั่วไปกระบวนการทำงานจะเขียนเป็นคู่มือการปฏิบัติงานที่ชัดเจน เช่น คู่มือสำหรับผู้ใช้ คู่มือการใช้งานโปรแกรม เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความเข้าใจสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้อง และเป็นแนวทางเดียวกัน

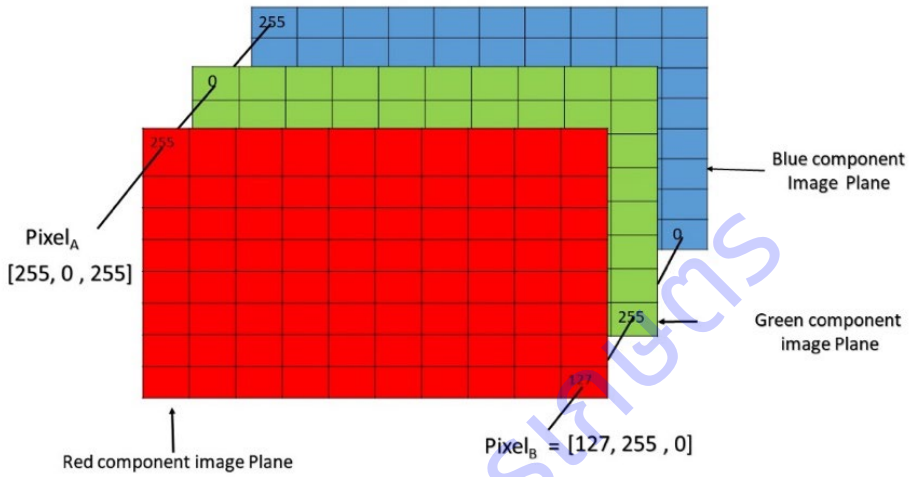
1.2.6) การสื่อสารข้อมูล (Data Communication) เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไอทีต่างๆ เพื่อทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนซอฟต์แวร์ และข้อมูลสารสนเทศกันอย่างแพร่หลาย ช่วยขยายขีดความสามารถ และประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศไปได้มากขึ้น การสื่อสารข้อมูลมีทั้งแบบที่ใช้สาย เช่น สายโทรศัพท์ สายเคเบิล สายใยแก้วนำแสง และการสื่อสารแบบไร้สายที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น ระบบ Wi-Fi ระบบ 3G 4G และระบบ 5G เป็นต้น

2. ภาพดิจิตอล

ภาพดิจิตอลจะประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบที่เรียกว่า pixel (พิกเซล) เรียงตัวกันทำให้เรามองเห็นเป็นภาพ โดยแต่ละพิกเซลจะบรรจุข้อมูลค่าความสว่างของสีไว้ หากเราสนใจกลุ่มสี RGB ข้อมูลสีที่บรรจุอยู่ในพิกเซลจะเป็นข้อมูลของสี Red (R) Green (G) และ Blue (B) ค่าของแต่ละสีคือตัวเลขที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ค่าน้อย

สงวนลิขสิทธิ์

หมายถึงค่าของสีนั้นน้อย ในทางตรงข้ามหากมีค่ามากก็แสดงว่ามีสีนั้นอยู่มาก หรือกล่าวได้ว่าค่าของสีแต่ละสีและจำนวนพิกเซลจะมีอิทธิพลต่อมองเห็นภาพนั้นนั่นเอง เช่น พิกเซลหนึ่งมีค่าสีเป็น 10 50 200 ก็จะตีความได้ว่าพิกเซลนั้นมีค่าของสี Red อยู่ 10 ค่าของสี Green อยู่ 50 และ Blue อยู่ 200 หากจำนวนพิกเซลที่มีข้อมูลแบบนี้เป็นประชากรส่วนใหญ่ของภาพนั้น แสดงว่าอิทธิพลของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีอื่น เป็นต้น ซึ่งแต่ละภาพจะมีจำนวนพิกเซลไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับ resolution หรือความละเอียดของจุดภาพ เช่น ภาพที่มีความละเอียด 640 x 480 หมายถึงภาพที่มี ความยาว 640 พิกเซล และกว้าง 480 พิกเซล ดังนั้นจำนวนพิกเซลทั้งหมดคือ 307200 พิกเซล



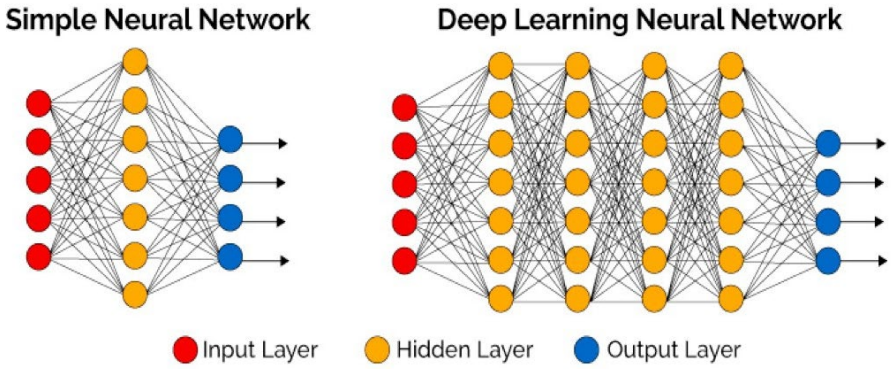
ภาพที่ 2 องค์ประกอบของภาพดิจิตอลระบบสี RGB

3. การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นสาขาหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) เพื่อการเรียนรู้ข้อมูล :ซึ่งประกอบไปด้วยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) จำนวนหลายชั้น ทำให้มีการเรียนรู้ที่ซับซ้อนขึ้นกว่าการใช้โครงข่ายประสาทเทียมชั้นเดียว ในปัจจุบันเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกได้มีการพัฒนาเพื่อใช้ในงานประเภทต่างๆ อย่างแพร่หลาย มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพ เช่น การจดจำใบหน้าคน การตรวจจับวัตถุต่างๆ การทำนายโรคพืชจากภาพถ่าย การตรวจหาเซลล์มะเร็งบนภาพเอกซเรย์ การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม เป็นต้น หากเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลภาพ มักจะมีการใช้ Convolutional Neural Network หรือ CNN ร่วมกันกับเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งเป็นโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบพิเศษที่สามารถจำแนกข้อมูลประเภทรูปภาพได้ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไป ซึ่งเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกเป็นส่วนนึงของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและอยู่ภายใต้ระบบปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นระบบประมวลผลที่มีการวิเคราะห์เชิงลึกของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อมูลสำหรับฝึกฝนเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จำและสามารถแก้ไขปัญหาที่ใกล้เคียงได้ โดยนำแนวคิดการทำงานของสมองของมนุษย์มาใช้ในการแก้ปัญหา ปัจจุบันนักวิจัยในสาขาต่าง ๆ ได้มีการปรับแต่งโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกให้มีความซับซ้อนและจำนวนชั้นมากยิ่งขึ้น เพื่อรองรับการแก้ปัญหาที่ยากและซับซ้อน อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำและประสิทธิภาพของโมเดลไม่ได้ขึ้นอยู่กับ

กรมวิชาการเกษตร

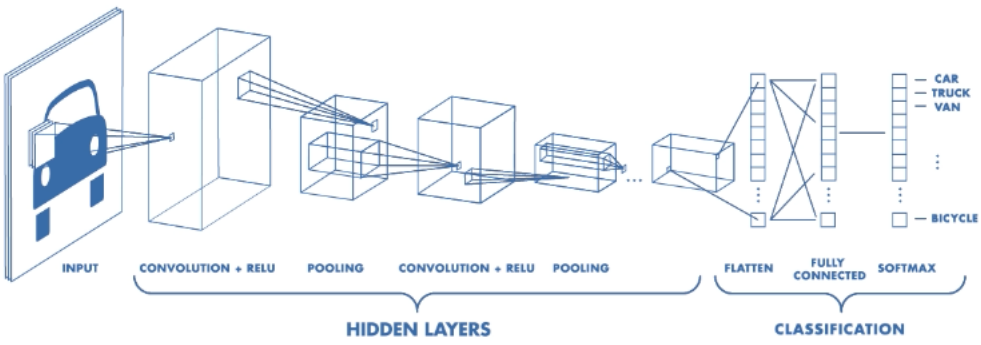
ความลึกของจำนวนชั้นโครงข่ายประสาทเทียมเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับคุณภาพของและจำนวนของชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝน (Dertat, 2017)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างโครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบธรรมดาและการเรียนรู้เชิงลึก

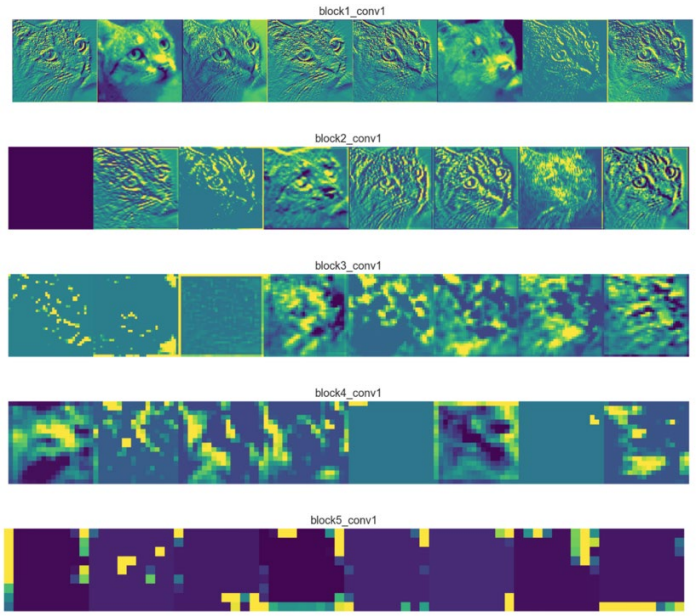
4) โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)

โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบหนึ่งที่จะทำการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) ของข้อมูลภาพอออกมาและยังคงความสัมพันธ์ของพิกเซลใกล้เคียงเอาไว้ด้วย เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ลักษณะของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ เช่น รูปร่างของวัตถุ สี ขนาดของวัตถุบนภาพ เส้นขอบ เป็นต้น โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานจำแนกประเภทข้อมูลภาพ การจดจำใบหน้าคน การตรวจจับวัตถุต่างๆ เป็นต้น โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันสามารถปรับแก้ชั้นข้อมูลเพื่อให้มีประสิทธิภาพและตรงกับการจุดประสงค์ของงานได้ จากภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างหลักการทำงานของโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันเบื้องต้นสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ และภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างคุณลักษณะของข้อมูลภาพแมวที่โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันทำการสกัดออกมาได้ โดยการใช้ตัวกรอง (Filter) ที่มีขนาดของความถี่และรูปแบบแตกต่างกัน โดยคุณลักษณะบางอย่างมนุษย์ไม่สามารถทำการแยกแยะได้ด้วยตาเปล่า (Dertat, 2017)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหลักการทำงานของ CNN

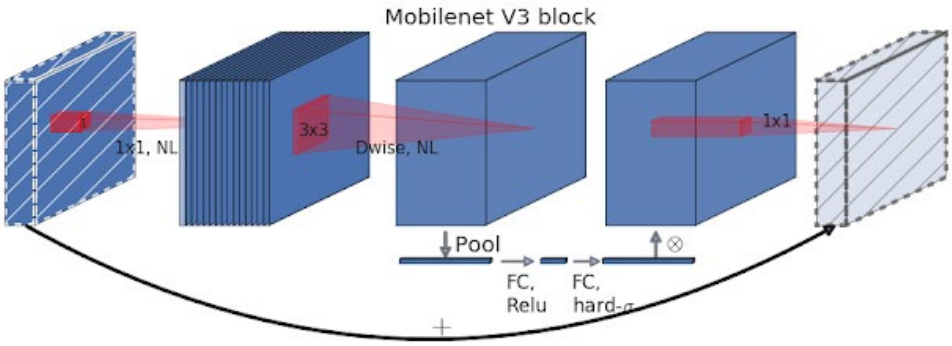
กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 5 ตัวอย่างหลักการทำงานของ CNN

5. โมเดล MobileNet ที่ใช้พัฒนาระบบประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

MobileNet เป็นโมเดลประเภทโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันรูปแบบหนึ่ง มีขนาดเล็ก ที่มีจำนวนพารามิเตอร์น้อย เพียง 5.4 ล้านตัว มีความหน่วงในการรับส่งข้อมูลน้อยเมื่อนำไปใช้งานจริง เหมาะกับการพัฒนาบนอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ต้องการความเร็วและมีทรัพยากรจำกัด จากผลการทดสอบกับชุดข้อมูล ImageNet พบว่า MobileNet มีค่า Top1 Accuracy อยู่ที่ 75.20 % ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำสูงและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับจำนวนพารามิเตอร์ ซึ่งงานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาระบบและเว็บแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งานที่ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วไปหรือโทรศัพท์มือถือที่ไม่สามารถรองรับการประมวลผลที่ซับซ้อนได้ จึงได้นำโมเดลนี้มาใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบกับโมเดลอื่นๆ ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างโครงสร้างของโมเดล MobileNet V3 ซึ่งเป็นโมเดลที่นำมาใช้ในงานวิจัย (Howard *et al.*, 2017)



ภาพที่ 6 ตัวอย่างโครงสร้างของ MobileNet V3

ศูนย์วิทยทรัพยากร

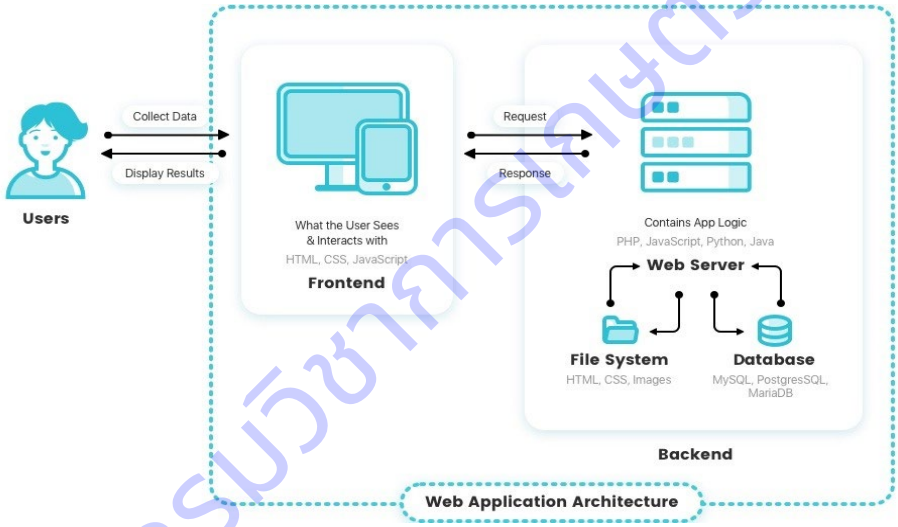
6. เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

6.1 ความหมายของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) หมายถึง ซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ ที่เข้าถึงด้วยโปรแกรม Internet Browser สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้บริการแบบ Real Time สะดวกต่อการใช้งานและไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องของผู้ใช้

6.2 องค์ประกอบของเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วยการทำงานเทคโนโลยีต่าง ๆมากมาย อาทิเช่น โปรแกรมเว็บแอปพลิเคชั่น (web application) เว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (web server software) ฐานข้อมูล (database) เว็บเบราว์เซอร์ (web browser) และอื่น ๆ ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่และการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแยกส่วนประกอบของการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันออกเป็น 2 องค์ประกอบหลักๆ คือ 1) เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (client-side technology) และ 2) เทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side technology)



ภาพที่ 7 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน

6.2.1 เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side Technology) เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งานประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

1) เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งาน ใช้ในการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชัน โดยเมื่อเริ่มต้น ผู้ใช้งานทำการใส่ URL หรือชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการเข้าใช้งาน เช่นhttps://www.google.com เมื่อเบราว์เซอร์ได้รับชื่อของเว็บไซต์จะทำการแปลงจากชื่อของเว็บไซต์เป็น IP address ผ่านทาง DNS หลังจากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จะทำการสร้าง HTTP request เพื่อส่งคำร้องไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อได้รับ HTTP response จากเว็บเซิร์ฟเวอร์เว็บเบราว์เซอร์จะทำหน้าที่ในการอ่าน และแปลง HTTP response ให้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ดังนั้นหน้าที่ของเว็บเบราว์เซอร์จะประกอบไปด้วย 1) รับข้อมูลและคำสั่งจากผู้ใช้งาน 2) แปลงคำสั่งของผู้ใช้งานให้เป็น HTTP request เพื่อส่งไปให้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์

กรมวิชาการเกษตร

3) ประมวลผล HTTP response และเรียกใช้ Plugin 4) แปลงภาษา HTML, CSS, JavaScript ให้ข้อมูลสำหรับแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน 5) จดจำข้อมูลผู้ใช้งานเช่น ประวัติการใช้งาน ข้อมูล session และ cookie

2) ส่วนต่อความสามารถเว็บและเบราว์เซอร์ (Web Plugin และ Browser Addon/Extension) Web Plugin (ส่วนต่อความสามารถเว็บ) คือโปรแกรมที่ถูกเขียนให้ทำงานร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์ Web Plugin ที่เป็นที่รู้จักกันดีเช่น Adobe Flash, PDF reader, Silverlight, Java Applet, และอื่น ๆ ซึ่ง Web Plugin เหล่านี้จะถูกเบราว์เซอร์เรียกใช้ก็ต่อเมื่อเว็บไซต์ที่เข้าใช้งานมีเนื้อหาที่ต้องแสดงผลโดย Plugin เช่น Adobe Flash Plugin จะถูกเรียกใช้โดยเบราว์เซอร์ก็ต่อเมื่อเจอเนื้อหาที่ต้องใช้ Flash Player ในการแสดงผล

3) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ระบบปฏิบัติการทำหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่ในการรับ HTTP request จากเบราว์เซอร์และส่งต่อไปให้กับอินเทอร์เน็ต DNS ในระบบปฏิบัติการทำหน้าที่ในการแปลง URL ให้เป็น IP Address เพื่อค้นหาเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ สร้างการเชื่อมต่อ (TCP connection) ระหว่างเครื่องผู้ใช้งานและเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นการทำงานของระบบปฏิบัติการจึงความสำคัญเป็นอย่างมาก

6.2.2) ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Technology) เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการแก่ผู้ใช้งานเว็บไซต์ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์หลายส่วนทำงานร่วมกันโดยซอฟต์แวร์หลักที่ใช้ในการให้บริการของเว็บเซิร์ฟเวอร์ประกอบไปด้วย

1) เว็บแอปพลิเคชั่น (Web Application) ถือว่าเป็นหัวใจหลักของเว็บไซต์เนื่องจากทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งานรับและแสดงข้อมูล ประมวลผลข้อมูล จัดการข้อมูลในฐานข้อมูล และอื่น ๆเรียกได้ว่าเว็บแอปพลิเคชั่นเป็นซอฟต์แวร์ที่ให้บริการผู้ใช้งานทั่วโลกผ่านอินเทอร์เน็ต หากนักพัฒนาได้เขียนเว็บแอปพลิเคชั่นตาม Model-View-Controller (MVC) แล้วก็จะสามารถแบ่งเว็บแอปพลิเคชันออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ1) ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อรับข้อมูลและแสดงผล (View) 2) ส่วนที่ประมวลผลการทำงาน(Controller) 3) ส่วนที่ใช้ในการติดต่อและจัดการกับข้อมูลและฐานข้อมูล (Model)

2) เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (Web Server Software) เป็นโปรแกรมที่ทำงานอยู่บน web server ซึ่งหน้าที่หลักของ web server software คือการประมวลผล HTTP request ที่ได้รับมาและตอบกลับด้วย HTTP response ให้กับผู้ใช้งาน ปัจจุบัน web server software ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ Apache HTTP server และผู้ใช้งานมักจะใช้คู่กับ PHP (ตัวแปลภาษา PHP) และ MySQL (ฐานข้อมูล) Apache HTTP server Apache HTTP server เป็นweb server software ที่ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องด้วยความสามารถที่หลากหลาย และเป็นfreeware ที่อนุญาตให้นำไปใช้งานได้ฟรีทางการค้า Apache HTTP server ซึ่งมีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบ module นั่นคือ ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มความมารถของ web server software ได้โดยการติดตั้ง module เพิ่มเติม ตัวอย่างเช่น หากต้องการให้ Apache HTTP server รองรับภาษา PHP ก็สามารถติดตั้ง module ที่สามารถช่วยให้ Apache ประมวลผล web application ที่เขียนด้วยภาษา PHP ได้ การทำงานของ Apache, PHP, และ MySQL เมื่อได้รับ HTTP request จากผู้ใช้งานApache จะทำการประมวลผล HTTP request เพื่อตรวจสอบประเภทของไฟล์ที่ร้องขอ หากไฟล์ที่ร้องขอเป็นไฟล์ข้อมูล เช่น .jpec

.html หรือ .pdf Apache สามารถอ่านไฟล์เหล่านี้และส่งเป็น HTTP response กลับไปให้กับผู้ใช้งานได้ทันที แต่หากไฟล์ที่ HTTP request ร้องขอมาเป็นไฟล์โปรแกรมที่ต้องมีการประมวลผล เช่น .php Apache จะทำการเรียกใช้ PHP module ในการประมวลผลไฟล์ก่อน ซึ่งในการประมวลผลไฟล์อาจจะมีการติดต่อกับฐานข้อมูลเช่น MySQL เพื่อทำการเรียกดู หรือแก้ไขข้อมูลก็สามารถทำได้ เมื่อ PHP module ทำการประมวลผลไฟล์ .php เสร็จจะทำการส่งคือค่าให้ Apache นำไปสร้างเป็น HTTP response เพื่อส่งกลับให้กับผู้ใช้งาน

3) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ระบบปฏิบัติการบนฝั่งของเซิร์ฟเวอร์มีหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ตัวอย่างเช่น CPU memory และbandwidth เป็นต้น เนื่องจาก web application เป็นบริการที่เปิดให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ตลอดเวลาดังนั้นระบบปฏิบัติการบนเซิร์ฟเวอร์จึงต้องมีความเสถียรและสามารถจัดการกับทรัพยากรของเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ดำเนินการพัฒนาต่อจากโครงการวิจัยพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ระยะเวลาการดำเนินการ ปี 2562-2564 โดยมีการดำเนินงาน ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1. ฮาร์ดแวร์

- Web Server : ใช้บริการ Cloud Hosting จากบริษัท Digital Ocean ซึ่งสามารถปรับแต่งคุณสมบัติของ Server ได้เองอย่างหลากหลาย โดยได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu

- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลภาพและพัฒนาแบบจำลอง GPU NVIDIA GTX 1080 Ti 11GB

2. ภาษาโปรแกรมและฐานข้อมูล

- PHP HTML JAVA Script และ CSS สำหรับจัดทำเว็บแอปพลิเคชัน

- Python สำหรับทำโปรแกรมประมวลผลภาพ พัฒนาโมเดลทำนายธาตุอาหาร และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

3) MySQL Database สำหรับจัดทำฐานข้อมูล

4. ชุดคำสั่งและ API

- PyTorch และ Scikit-learn สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับ AI พัฒนาโมเดลทำนายธาตุอาหาร และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

- OpenCV PIL Scikit-image และ Numpy สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

1. การพัฒนาระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

1.1 จัดเตรียมข้อมูลค่ามาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบ ได้แก่ ข้อมูลค่ามาตรฐานปริมาณธาตุอาหารปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 ข้อมูลค่ามาตรฐานสมบัติดินสำหรับปลูกปาล์มน้ำมัน

1.2 จัดเตรียมข้อมูลประวัติข้อมูลสำหรับทดสอบการประมวลผลผ่านระบบ ได้แก่ ชุดข้อมูลผลวิเคราะห์สมบัติดินและปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน การใช้ปุ๋ยและการจัดการสวนของเกษตรกร และสูตรคำนวณการแปลผลค่าวิเคราะห์สู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

1.3 ตรวจสอบรูปแบบข้อมูล (data format) ทั้งหมดที่จะนำเข้าสู่ระบบแสดงผลการแปลผลค่าวิเคราะห์สู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ยให้เป็นไปตามมาตรฐานการแสดงผลในรูปแบบเว็บ

1.4 ออกแบบและพัฒนาระบบกึ่งอัตโนมัติเพื่อช่วยลดขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูล โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการแปลผลค่าวิค่าวิเคราะห์คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

1.5. ทำการทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่นำเข้าข้อมูล

ศรีวิชาการเกษตร

1.6 รวบรวมข้อเสนอแนะและปรับปรุงกระบวนการของระบบ

2. การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

2.1 เลือกใช้โมเดลที่ดีที่สุดจากการทดลองในโครงการวิจัยพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน เพื่อนำมาพัฒนาสู่ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ

2.2 ออกแบบและพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ

2.3 พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันอัตโนมัติให้เชื่อมโยงกับระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

2.4 ทำการทดสอบระบบร่วมกับเจ้าหน้าที่ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่นำเข้าข้อมูล

2.5 รวบรวมข้อเสนอแนะและปรับปรุงกระบวนการของระบบ

3. พัฒนาเว็บแอบพลิเคชัน (Web Application) เพื่อการใช้งานและแสดงผลข้อมูล

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและอภิปราย

1. การออกแบบระบบการประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาใช้ในการจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ จึงได้มีการออกแบบและจัดทำระบบขึ้นเพื่อใช้ในจุดประสงค์ดังต่อไปนี้

1) เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินของแปลงปลูกปาล์มน้ำมัน

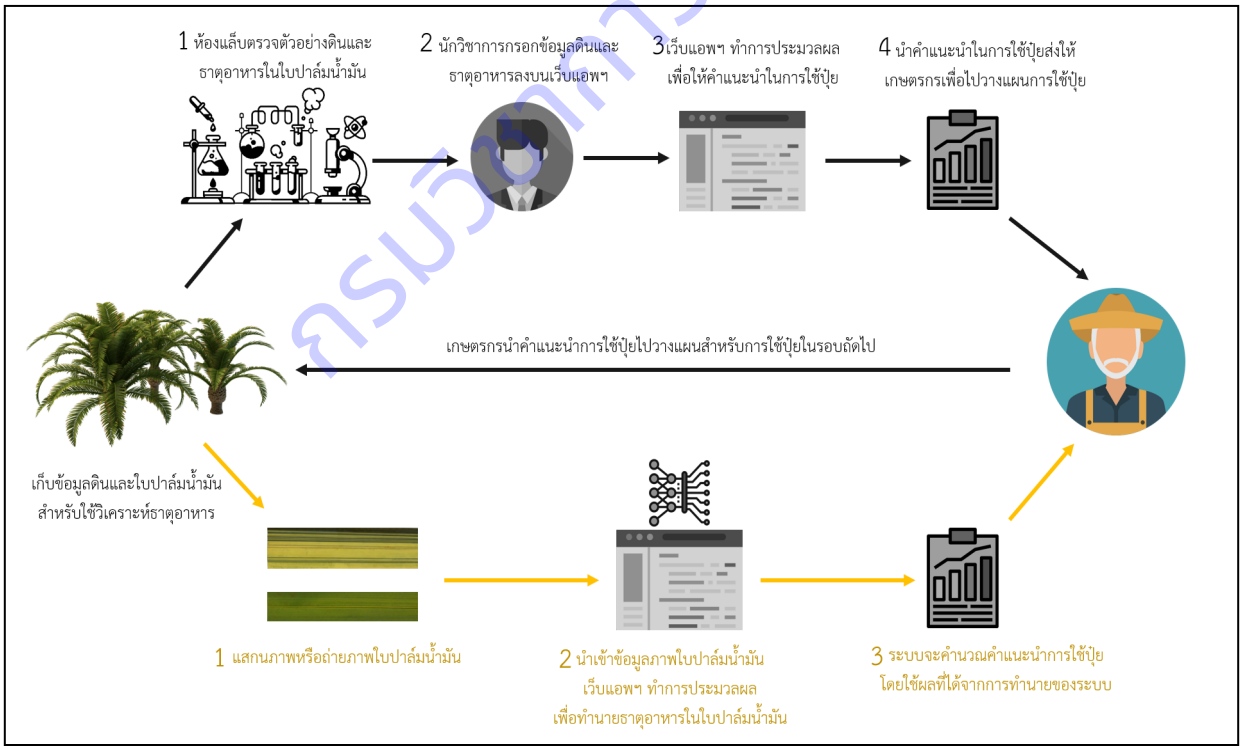
2) เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน

3) เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร

4) เพื่อจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ โดยใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ

5) เพื่อใช้ในการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI)

โดยการออกแบบระบบการประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย สามารถใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ 1. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2. การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ (ภาพที่ 8)

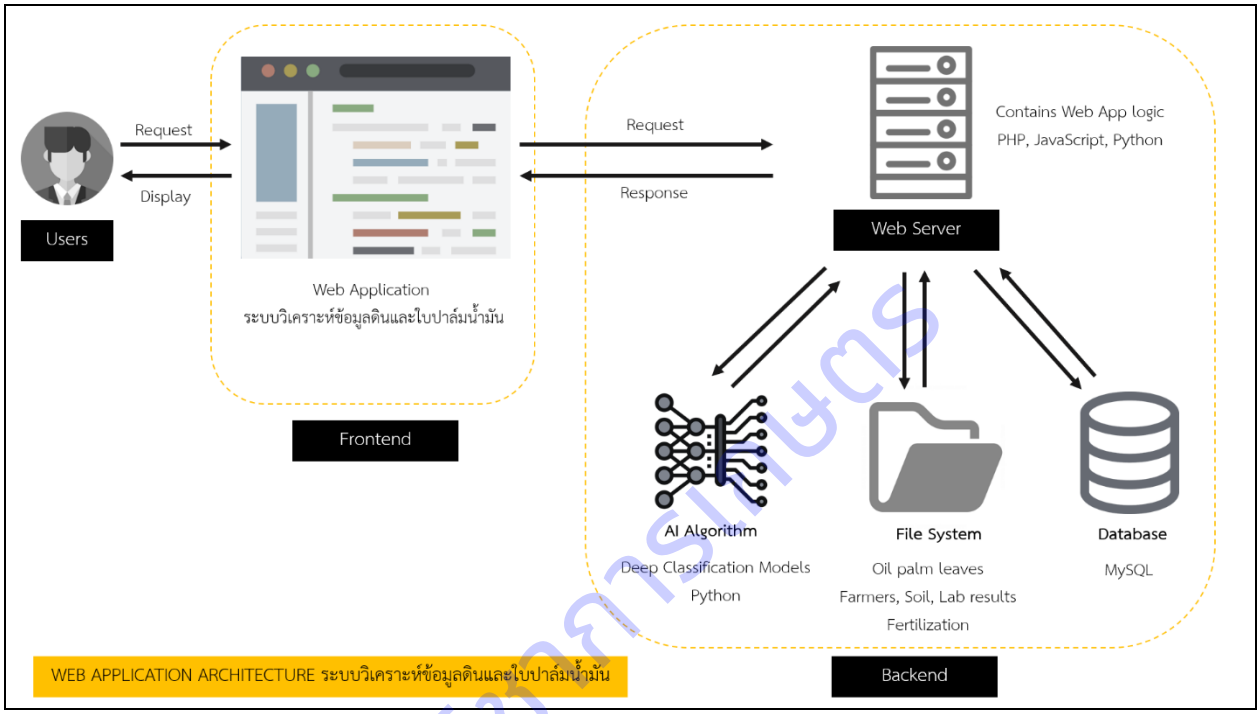


ภาพที่ 8 แสดงแนวคิดการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารและคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

2. การพัฒนาเว็บแอบพลิเคชัน (Web Application) เพื่อการใช้งานและแสดงผลข้อมูลระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

โครงสร้างระบบจัดเก็บและประมวลผล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ส่วนผู้ใช้งาน (Users) 2) ส่วนแสดงผลหรือหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Frontend) และ 3) ส่วนประมวลผลข้อมูลและจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Backend) (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน ระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมัน

ระบบจัดเก็บและประมวลผลการประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย มีรายละเอียดในแต่ละส่วนของระบบ ดังนี้

1) ผู้ใช้งาน (Users)

กลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย ได้แก่ นักวิจัย เจ้าหน้าที่หน่วยงาน เกษตรกร และบุคคลทั่วไป ผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนสามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันในฟังก์ชันต่าง ๆ ได้แก่ นำเข้าข้อมูล แสดงผลข้อมูล ลบ แก้ไขข้อมูล และพิมพ์เอกสาร

2) ส่วนแสดงผลหรือหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (Client)

ทำการรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน เชื่อมต่อกับระบบประมวลผล และแสดงผลให้แก่ผู้ใช้งานผ่านหน้าเว็บแอพพลิเคชัน

3) ส่วนประมวลผลข้อมูลและจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Web Server)

กรมวิชาการเกษตร

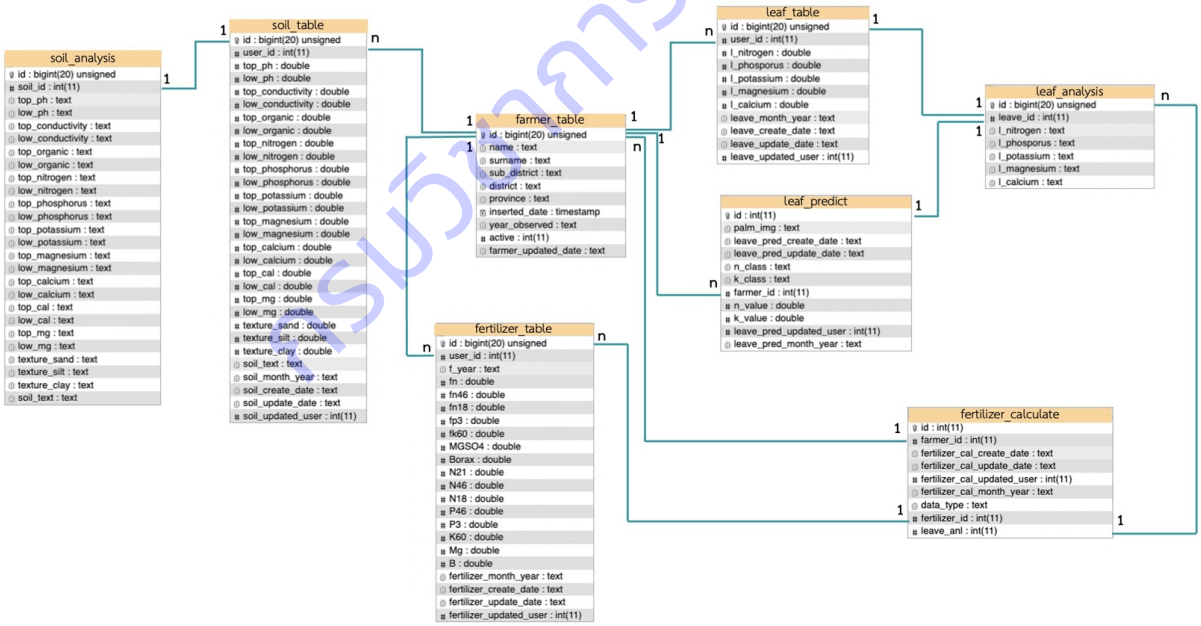
ประกอบด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Webserver) ปัญญาประดิษฐ์ (AI Algorithm) ระบบจัดเก็บข้อมูล (File System) และฐานข้อมูล (Database) มีรายละเอียดดังนี้

1) เว็บเซิร์ฟเวอร์: จะเชื่อมต่อกับปัญญาประดิษฐ์ ระบบจัดเก็บข้อมูล และฐานข้อมูล (Database) เพื่อให้ระบบสามารถทำตามคำสั่งของผู้ใช้งานได้ ทั้งการบันทึก แก้ไขข้อมูล การแสดงผล ประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ และอื่นๆ โดยปัจจุบันได้ใช้ภาษา PHP JavaScript และ Python ในการพัฒนา

2) ปัญญาประดิษฐ์: ส่วนนี้จะประกอบด้วยโมเดลทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันซึ่งพัฒนาด้วยภาษา Python โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกและโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน จะทำงานเมื่อมีการอัพโหลดข้อมูลภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันเข้าไปในระบบ

3) ระบบจัดเก็บข้อมูล: ใช้ภาษา HTML CSS JavaScript และ PHP ในการพัฒนา เพื่อจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นระบบ และนำไปแสดงผลหรือประมวลผลต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลที่จัดเก็บ จะถูกนำเข้าระบบเป็นตัวเลข ตัวหนังสือและรูปภาพโดยผู้ใช้งาน ซึ่งจะถูกนำไปเก็บไปบน Server และ Database ต่อไป

4) ฐานข้อมูล: ปัจจุบันใช้ MySQL ในการพัฒนาฐานข้อมูล โดยรายละเอียดข้อมูลที่จัดเก็บสำหรับใช้ในการจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ ได้แก่ ข้อมูลเกษตรกร ข้อมูลประวัติการใช้ปุ๋ย ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดินบนและดินล่าง ข้อมูลค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์ม ข้อมูลการทำนายใบปาล์มน้ำมัน ข้อมูลแปลผลการวิเคราะห์ดิน ข้อมูลแปลผลการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน และการคำนวณการใช้ปุ๋ย



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ของตารางในฐานข้อมูลในงานประมวลผลสำหรับคำแนะนำการใช้ปุ๋ย

ระบบการแนะนำ

3. การใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

3.1 การใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ

การใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการร่วมกับค่าวิเคราะห์ดินจะทำให้ได้ผลที่แม่นยำและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดในปัจจุบัน โดยหลังจากที่มีการเก็บข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันสำหรับนำมาใช้วิเคราะห์ธาตุอาหาร จะมีขั้นตอนการประยุกต์ใช้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน ดังนี้

1) ส่งตัวอย่างดินและใบปาล์มน้ำมันไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรหรือหน่วยงานที่รับตรวจวิเคราะห์

2) เมื่อได้ผลการตรวจวิเคราะห์แล้ว นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ หรือเกษตรกร นำผลวิเคราะห์ดิน ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ข้อมูลเกษตรกรและประวัติการใช้ปุ๋ย ไปบันทึกลงบนเว็บแอปพลิเคชัน

3) ระบบจะทำการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ เพื่อคำนวณและจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลข้างต้น

4) พิมพ์เอกสารและนำข้อมูลการใช้ปุ๋ยส่งให้เกษตรกรเจ้าของแปลงไปใช้ในการวางแผนการใช้ปุ๋ยในรอบต่อไป

3.2 การใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการทำนายโดยปัญญาประดิษฐ์

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันและวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการอาจมีความล่าช้า ทำให้แปลผลและจัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยไม่ทันในรอบการให้ปุ๋ยของเกษตรกร เนื่องจากในโครงการนี้ได้มีการเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันมาทำการแสกนและถ่ายภาพร่วมกับการหาความสัมพันธ์และจัดทำโมเดลทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน จึงจำเป็นต้องมีระบบในการนำเข้าข้อมูลภาพใบปาล์มน้ำมันและแสดงผลการทำนาย ซึ่งได้พัฒนาให้เป็นส่วนนึงของระบบการวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมัน และการจัดทำคำแนะนำการใช้ปุ๋ยอัตโนมัติ โดยหลังจากที่มีการเก็บข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันสำหรับนำมาใช้วิเคราะห์ธาตุอาหาร จะมีขั้นตอนการประยุกต์ใช้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน ดังนี้

1) นำใบปาล์มตัวอย่างมาแสกน/ถ่ายภาพ ก่อนส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือแยกตัวอย่างใบปาล์มไว้สำหรับแสกน/ถ่ายภาพโดยเฉพาะ

2) นำเข้าข้อมูลภาพใบปาล์มน้ำมัน โดยอัพโหลดลงบนเว็บแอพลิเคชั่น ระบบจะทำการประมวลผลและทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ ซึ่งโมเดลที่กำลังพัฒนาในปัจจุบัน อยู่ในขั้นตอนทดสอบทำนายธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม (ขาด เหมาะสม เกิน) โดยจะแสดงผลการทำนายบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

3) ระบบจะทำการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ เพื่อคำนวณและจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน โดยสามารถนำไปใช้ในการจัดทำคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยเบื้องต้น เพื่อลดเวลาในการรอผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ แต่ความถูกต้องแม่นยำไม่สามารถเทียบเท่าผลจากห้องปฏิบัติการได้

4) พิมพ์เอกสารและนำข้อมูลการใช้ปุ๋ยส่งให้เกษตรกรเจ้าของแปลงไปใช้ในการวางแผนการใช้ปุ๋ยในรอบต่อไป

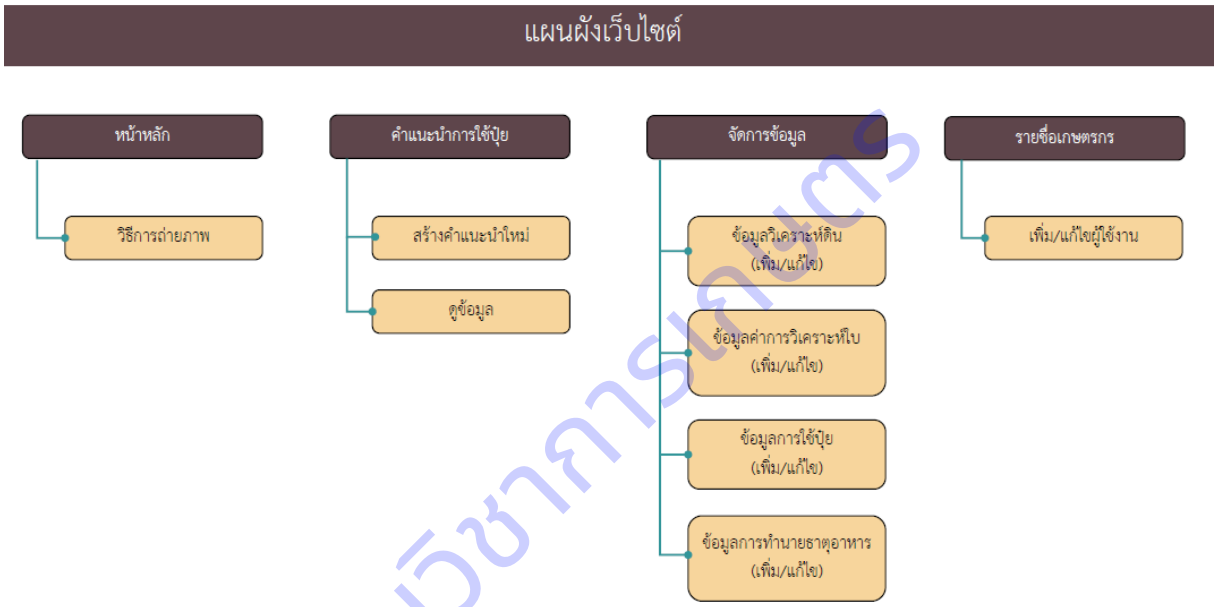
กรมวิชาการเกษตร

4. เว็บแอปพลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

เว็บแอปพลิเคชันการใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย ให้ชื่อเรียกว่า “ปุ๋ยปาล์ม : PUIPALM” เพื่อให้ง่ายต่อการจดจำของผู้ใช้งาน โดยเฉพาะเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน http://puipalm.research-oard7.com (ภาคผนวก ก)

4.1 แผนผังเว็บ PUIPALM ประกอบด้วย

แผนผังเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วยเมนู หน้าหลัก คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จัดการข้อมูล รายชื่อเกษตรกร (ภาพที่ 11) โดยในส่วนของเมนู คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จัดการข้อมูล รายชื่อเกษตรกร ต้องมีการ login เพื่อเข้าใช้ระบบ



ภาพที่ 11 แผนผังเว็บแอปพลิเคชันใช้งานระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

4.2 การใช้งานเว็บ PUIPALM

การใช้งานเว็บ PUIPLAM ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้งานเว็บไซต์อยู่ในภาคผนวก (ภาคผนวก ข) โดยมีการใช้งานพอสังเขป ดังนี้

1) เมนูหน้าหลัก ซึ่งจะมีวิธีการถ่ายภาพและสามารถอัพโหลดภาพถ่าย เพื่อให้ระบบประเมินธาตุอาหารจากภาพถ่ายพร้อมทั้งแสดงผลค่าธาตุอาหาร ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน และธาตุโพแทสเซียม โดยระบบจะแปลผลระดับธาตุอาหารดังกล่าวว่าอยู่ในระดับใด (ขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกินมาตรฐาน)

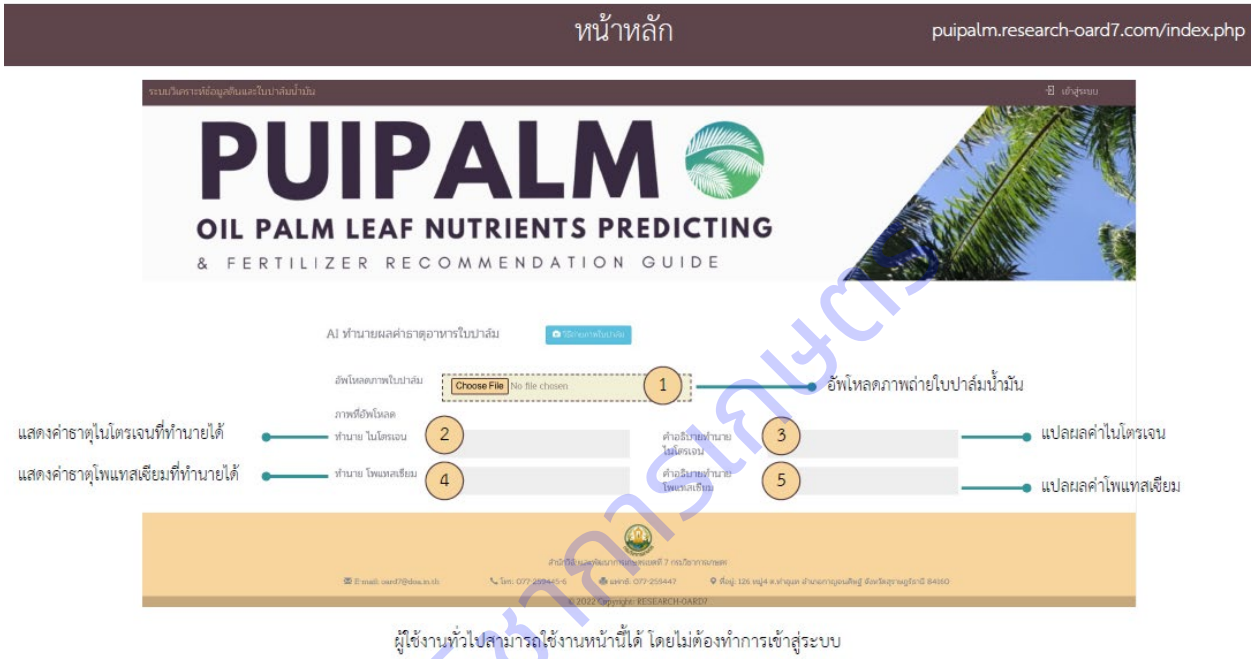
2) เมนูคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ผู้ใช้งานสามารถสร้างคำแนะนำการใช้ปุ๋ย โดยจะต้องเพิ่มข้อมูลเกษตรกร ที่อยู่ในเมนูรายชื่อเกษตรกร และข้อมูลการใช้ปุ๋ย ข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ข้อมูลผลวิเคราะห์ใบ ที่อยู่ในเมนูจัดการข้อมูล เพิ่มข้อมูลทั้งหมดหรืออย่างใดอย่างหนึ่งลงไปในระบบ และเลือกสร้างคำแนะนำใหม่ในเมนูคำแนะนำการใช้

กรมวิชาการเกษตร

ปุ๋ย ระบบจะประมวลผลคำแนะนำการใช้ปุ๋ย สามารถเรียกดูข้อมูลและพิมพ์รายงานคำแนะนำการใช้ปุ๋ยออกจากระบบได้

3) เมนูจัดการข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลค่าวิเคราะห์ดิน ข้อมูลค่าวิเคราะห์ใบ ข้อมูลการใช้ปุ๋ย ข้อมูลการทำนายธาตุอาหาร ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูล ลบหรือแก้ไขข้อมูลได้

4) เมนูรายชื่อเกษตรกร ผู้ใช้งานระบบจะต้องเพิ่มชื่อผู้ใช้งานเพื่อทำการเปิดใช้งานระบบ และสามารถแก้ไขหรือลบข้อมูลได้



ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานหน้านี้ได้ โดยไม่ต้องทำการเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 12 หน้าหลักของเว็บแอปพลิเคชันระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัย กิจกรรมการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานและแสดงผลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน http://puipalm.research-oard7.com

2. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน สามารถจัดเก็บข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ และประวัติการใส่ปุ๋ยแปลงปาล์มน้ำมันได้

3. การใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน มี 2 ลักษณะ คือ 1) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ โดยผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลภาพที่ใช้ในปัจจุบันคือภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันจากกล้องดิจิตอล มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง เช่น ได้มาจากการตัดพื้นที่ใบปาล์มน้ำมันแต่ละใบจากภาพใหญ่ มีพื้นหลังภาพสีดำ และถ่ายภาพในระนาบขนานกับวัตถุ ทำให้ไม่มีความหลากหลายของข้อมูล หากใช้งานจริงโดยใช้ภาพที่มีพื้นหลัง อุปกรณ์ถ่ายภาพ แสง ขนาดของภาพ และมุมในการถ่ายภาพที่ต่างกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้

2. ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง โดยให้มีจำนวนมากขึ้นและกระจายตัวอย่างเท่าๆ กัน ในแต่ละกลุ่มสุขภาพ และเพิ่มความหลากหลายของภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง เช่น ใช้ภาพจากเครื่องแสกน โทรศัพท์มือถือ ภาพที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ภาพที่มีมุมในการถ่ายภาพต่างกัน ภาพที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขของแสงต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับการใช้งานระบบจริงที่ผู้ใช้งานใช้โทรศัพท์มือถือในการถ่ายภาพ เพื่อให้ระบบฯ มีการเรียนรู้ที่หลากหลายและสกัดคุณลักษณะได้ดีขึ้น มีความแม่นยำมากขึ้น

3. ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะต่างกันอย่างมาก อาจจะมีค่าธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากข้อจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ที่ต้องใช้ใบปาล์มน้ำมันหลายใบสำหรับการตรวจ 1 ตัวอย่าง การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในต้นปาล์มน้ำมัน การใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาก่อนเก็บตัวอย่าง และค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารแต่ละตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม หรือใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพวิธีอื่นๆ ที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลภาพและทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

4. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ควรมีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายควบคู่ไปกับข้อมูลผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจากตัวอย่างที่รับบริการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลมากขึ้นสำหรับการฝึกฝนของแบบจำลอง

5. ควรทดสอบการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันบนเว็บแอปพลิเคชัน ให้หลากหลายกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ นักวิจัย นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่สำนักงาน เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน นักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไป เพื่อให้ได้ผลสะท้อนการใช้งานที่หลากหลาย เพื่อนำกลับมาปรับปรุงระบบให้ใช้งานง่ายขึ้น (User friendly)

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2

ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

Validation of Nutrient Prediction System and Fertilizer Recommendation System in Oil Palm

คณะผู้วิจัย

สุชาดา โภชาดม[1] สญชัย ขวัญเกื้อ[1] สุธีรา ถาวรรัตน์[1] จินตนาพร โคตรสมบัติ[1]

จิตติลักษณ์ เหมะ[1] สมคิด ดำน้อย[2] อุดมพร เสือมาก[3] สุรกิตติ ศรีกุล[4]

Suchada Pochadom[1] Sonchai Kwankua[1] Suthira Thawonrat[1] Chintanaporn Kotsombat[1]

Jittilux Hama[1] Somkid Damnoi[2] Udomphon Suamag[3] Surakitti Srikul[4]

คำสำคัญ

ปาล์มน้ำมัน, ระบบทำนายธาตุอาหารพืช, ตรวจสอบความใช้ได้

Keyword

Oil palm, Nutrient prediction model, Validation

กรมวิชาการเกษตร

[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จ.สุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

Office of Agricultural Research and Development, Region7., DOA

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย จ.เชียงราย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 จ.เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร

Chiangrai Highland Agricultural Research and development Center., Office of Agricultural Research and Development, Region1., DOA

[3] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรชุมพร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 จ.สุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร

Chumphon Agricultural Research and Development Center., Office of Agricultural Research and Development, Region7., DOA

[4] สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร

Office of Senior Expert., DOA

บทคัดย่อ

ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย ดำเนินการเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางใบที่ 17 สำหรับเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ของระบบฯ กลุ่มธาตุไนโตรเจนมีทั้งหมด 1,022 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 244 395 372 และ 11 ตัวอย่าง ตามลำดับ และกลุ่มธาตุโพแทสเซียม มีทั้งหมด 904 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 508 249 137 และ 10 ตัวอย่าง ตามลำดับ และวัดประสิทธิภาพของระบบฯ จากการคำนวณหาร้อยละความแม่นยำ (% Accuracy) และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) พบว่า จากการวัดประสิทธิภาพของระบบทำนายธาตุไนโตรเจนที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบในกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก จำนวน 244 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 222 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 90.98 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย จำนวน 395 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 330 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 83.54 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม จำนวน 372 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 18 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 4.83 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเกิน จำนวน 11 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 9 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 81.81 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.07 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และมีค่า MSE รวม เท่ากับ 0.06 และจากการวัดประสิทธิภาพของระบบทำนายธาตุโพแทสเซียมที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบในกลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก จำนวน 508 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 382 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 75.19 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาด จำนวน 249 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 101 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 40.56 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเหมาะสม จำนวน 137 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 27 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 19.70 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.2 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเกิน จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 0 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 0 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.48 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 56.66 และมีค่า MSE รวม เท่ากับ 0.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร

Abstract

Validate method of oil palm leaf Nutrient estimation model and fertilizer recommendation. The objective of this study was testing the effective of model to assess the nutrient status of oil palm to fertilizer recommendation. The method of this study was collected 17th frond for testing data of model, which consisted of image data of Nitrogen nutrients with 1 ,022 pictures, which was classified 4 groups as follows: 1. Very low with 244 samples, 2. low with 395 samples, 3. Sufficient with 372 samples and 4. High with 11 samples. The image data of Potassium nutrients with 1 ,022 pictures, which was classified 4 groups as follows: 1. Very low with 508 samples, 2. Low with 249 samples, 3. Sufficient with 137 samples and 4. High with 10 samples. The MobileNet V3 model was apply to develop model of assessing the nutrient status of oil palm because this model was the lowest loss value when compared with AlexNet V2 and ResNext. The accuracy model was shown that group of nitrogen as follows: 1. Very low with 244 samples, the number of correct predictions was 222 samples (90.98%) and it had mean square error (MSE) values of 0.06. 2. Low with 395 samples, the number of correct predictions was 330 samples (83.54%) and it had mean square error (MSE) values of 0.06. 3. Sufficient with 372 samples, the number of correct predictions was 18 samples (4.83%) and it had mean square error (MSE) values of 0.06. 4. High with 11 samples, the number of correct predictions was 9 samples (81.81%) and it had mean square error (MSE) values of 0.07. A total of group of nitrogen, the accuracy model was 86.34, had mean square error (MSE) values of 0.06. The accuracy model of group of Potassium as follows: 1. Very low with 508 samples, the number of correct predictions was 382 samples (75.19%) and it had mean square error (MSE) values of 0.10. 2. Low with 249 samples, the number of correct predictions was 101 samples (40.56%) and it had mean square error (MSE) values of 0.10. 3. Sufficient with 137 samples, the number of correct predictions was 27 samples (19.70%) and it had mean square error (MSE) values of 0.2 . 4. High with 10 samples, the number of correct predictions was 0 samples (0%) and it had mean square error (MSE) values of 0.48. A total of group of Potassium, the accuracy model was 56.66, had mean square error (MSE) values of 0.12.

ลิขสิทธิ์กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ต้องการธาตุอาหารปริมาณสูงในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต การใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ที่ต้องใช้ให้ถูกต้องและเหมาะสม ให้เพียงพอกับความต้องการของปาล์มน้ำมัน จึงจะทำให้ปาล์มน้ำมันให้ผลผลิตที่สูงอย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บเกี่ยว กรมวิชาการเกษตรแนะนำการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบในสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการศึกษา วิจัย และมีการใช้อย่างแพร่หลาย เป็นที่ยอมรับในวงการผู้ผลิตปาล์มน้ำมันทั่วโลก ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยให้ปาล์มน้ำมันมีผลผลิตอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป สอดคล้องกับมาตรฐาน RSPO (Roundtable for Sustainable Palm Oil) ที่สนับสนุนให้มีการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย การเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นไปได้ยาก เนื่องจากเทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยวตามค่าวิเคราะห์ใบ มีข้อจำกัดในเรื่องของวิธีการเก็บตัวอย่างใบ การแปลผลค่าวิเคราะห์ และการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ย จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ ประกอบกับเจ้าของสวนปาล์มน้ำมันต้องมีการจดบันทึกอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะข้อมูลการใช้ปุ๋ยและข้อมูลผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ใบมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีมาตรฐานที่แม่นยำและน่าเชื่อถือที่สุด แต่มีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ประมาณ 500-600 บาทต่อรายการธาตุอาหารที่ทำการวิเคราะห์ และต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 15-30 วัน จึงทำให้ส่งผลคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยให้แก่เกษตรกรไม่ทันรอบการใส่ปุ๋ยถัดไป อีกทั้งหน่วยงานรัฐยังขาดระบบในการจัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรเพื่อนำไปวิเคราะห์และประมวลผลในงานอื่นๆ

เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน การจัดทำระบบวิเคราะห์ข้อมูลดินและใบปาล์มน้ำมันให้มีประสิทธิภาพขึ้นได้ ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลและการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติ งานวิจัยนี้ศึกษาและระบบเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน โดยพัฒนาโมเดลสำหรับทำนายธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียม เนื่องจากเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นของต้นปาล์มน้ำมัน และเป็นธาตุอาหารที่มีการแสดงอาการขาดธาตุอาหารบนใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้เทคนิคการเรียนเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ร่วมกับโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network หรือ CNN) เนื่องจากสามารถสร้างคุณลักษณะของข้อมูลภาพสำหรับการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ได้ดี (Dertat, 2017) และทำให้โมเดลที่พัฒนาได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น โดยออกแบบการใช้งานบนเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งเกษตรกรหรือผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางในการแปลผลค่าวิเคราะห์และการคำนวณการใช้ปุ๋ย เนื่องจากระบบสามารถประมวลผลให้อัตโนมัติโดยใช้เกณฑ์และหลักการคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งยังทำให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบมากยิ่งขึ้นและสามารถเรียกดูข้อมูลได้ผ่านอินเตอร์เน็ต ช่วยให้เกษตรกรหรือบุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสุขภาพของต้นปาล์มน้ำมันและธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน สามารถประเมินผลตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันเบื้องต้นได้ ด้วยการทำนายจากภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้ ยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

การทบทวนวรรณกรรม

1. เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของโมเดล (ธีร์ธวัช, 2559)

1.1 ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) เป็นวิธีที่การวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบมาตรฐาน ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยมีสมการดังสมการที่ 1 ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่งค่า RMSE ที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \qquad (1)$$

โดยที่ RMSE คือ ค่ารากที่สองของค่าความคาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.2 ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) หรือ (Mean Absolute Error: MAE) เป็นวิธีที่การวัดค่าความคลาดเคลื่อนที่นิยมอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะ ช่วยบอกถึงขนาดของความคลาดเคลื่อนรวมได้ โดยมีสมการดังสมการที่ 2 ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left| y_i - \hat{y}_i \right| \qquad (2)$$

โดยที่ MAE คือ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.3 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) เป็นการวัดค่าความคลาดเคลื่อนโดยการนำค่าความคลาดเคลื่อนมายกกำลังแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ย ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมากโดยมีสมการดังสมการที่ 3

กรมวิชาการเกษตร

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

โดยที่ MAE คือ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.4 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยแบบบรรทัดฐาน (Normalized Mean Square Error: NMSE) เป็นค่าที่ดัดแปลงมาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมากโดยมีสมการดังสมการที่ 4

$$\mathrm{NMSE} = \frac{1}{(\delta^2 n)} * \sum_{i=1}^{n}(a_i - p_i)^2 \quad (4)$$

$$\delta^2 = \frac{1}{(n-1)} * \sum_{i=1}^{n}(a_i - \bar{a})^2$$

โดยที่ NMSE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยแบบบรรทัดฐาน

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

a_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\bar{a}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าจริง

p_i คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.5 ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่แปลงให้อยู่ในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ ยิ่งค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก โดยมีสมการดังสมการที่ 5

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left|100 * \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right| \quad (5)$$

โดยที่ MAPE คือ ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อน

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

กรมวิชาการเกษตร

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.6 ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: R) เป็นค่าที่ใช้ในการบอกความสัมพันธ์ระหว่างค่าสองค่า ในที่นี้คือค่าจริงและค่าจากการพยากรณ์ ในการวัดค่าความแม่นยำ จากวิธีการนี้ยิ่ง ค่าที่ได้มีค่ามากแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1 และ -1 ซึ่งมีสมการดังสมการที่ 6

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i * p_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} a_i^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^{n} p_i^2}} \qquad (6)$$

โดยที่ R คือ ค่าสหสัมพันธ์

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

a_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

p_i คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.7 ค่าคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error: RE) เป็นวิธีหาค่าความคลาดเคลื่อนพื้นฐาน โดยการเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าจริงในแต่ละค่าที่ทำการพยากรณ์และแปลงให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่ง ค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก โดยมีสมการดังสมการที่ 7

$$RE = \frac{|\hat{Y}_t - Y_t|}{Y_t} * 100 \qquad (7)$$

โดยที่ RE คือ ค่าคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

1.8 ค่าความผิดพลาดมาตรฐานของการทำนาย (Standard Error of Prediction: SEP) เป็นค่าที่ใช้ในการทดสอบค่าความผิดพลาด ในการวัดค่าความแม่นยำจากวิธีการนี้ยิ่ง ค่าที่ได้มีค่าน้อยแสดงว่าโมเดลที่ได้จะมีความแม่นยำมาก โดยมีสมการดังสมการที่ 8

กรมวิทยาศาสตร

$$SEP = \frac{100}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{Y}_t - Y_t)^2}{n}} \quad (8)$$

โดยที่ SEP คือ ค่าคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

1.9 ค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสมมาตร (Symmetric Mean Absolute Percentage Error: SMAPE) เป็นมาตรวัดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ โดยมีสมการดังสมการที่ 9

$$SMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{(|Y_t| + |\hat{Y}_t|)/2} \quad (9)$$

โดยที่ SMAPE คือ ค่าคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_i คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_i$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

กรมวิชาการเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

การวัดประสิทธิภาพการใช้งานของระบบประเมินธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน มีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

1. เตรียมข้อมูลภาพภาพถ่ายทางใบที่ 17 สำหรับเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) โดยถ่ายภาพใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17 และส่งวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนและธาตุโพแทสเซียม

2. จัดกลุ่มสุขภาพใบปาล์มน้ำมัน ตามค่ามาตรฐานใบปาล์มน้ำมันทางใบที่ 17

3. นำเข้าข้อมูลภาพใบปาล์มน้ำมัน ระบบจะทำการประมวลผลและทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ

4. วัดประสิทธิภาพของระบบฯ จากการคำนวณหาร้อยละความแม่นยำ (% Accuracy) ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE) โดยเป็นการหาผลรวมของค่าคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ทำนายได้ (prediction) กับค่าจริง (actual) แล้วทำการยกกำลังสองก่อนหาค่าเฉลี่ย หากค่า MSE ต่ำและเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความแม่นยำสูง

กรมวิชาการเกษตร

ผลการวิจัยและอภิปราย

1. ข้อมูลภาพถ่ายที่นำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

ข้อมูลภาพภาพถ่ายทางใบที่ 17 สำหรับเป็นชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน กลุ่มธาตุไนโตรเจนมีทั้งหมด 1,022 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 244 395 372 และ 11 ตัวอย่าง ตามลำดับ และกลุ่มธาตุโพแทสเซียมมีทั้งหมด 904 ภาพ แบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก ขาดน้อย เหมาะสม และเกิน จำนวน 508 249 137 และ 10 ตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนภาพถ่ายที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

กลุ่มสุขภาพ	จำนวนภาพถ่าย	
	กลุ่มธาตุไนโตรเจน	กลุ่มธาตุโพแทสเซียม
ขาดมาก	466	890
ขาดน้อย	725	350
เหมาะสม	390	164
เกิน	20	10
รวม	**1,601**	**1,414**

กรมวิชาการเกษตร

2. การวัดประสิทธิภาพของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน

ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน ถูกพัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 ซึ่งมี 2 ระบบ คือ ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนและระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม และดำเนินการวัดประสิทธิภาพของระบบโดยคำนวณหาร้อยละความแม่นยำ (% Accuracy) และความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error: MSE)

2.1 ความแม่นยำและค่า MSE ของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน

ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนจากทางใบที่ 17 ในกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก จำนวน 244 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 222 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 90.98 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย จำนวน 395 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 330 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 83.54 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม จำนวน 372 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 18 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 4.83 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเกิน จำนวน

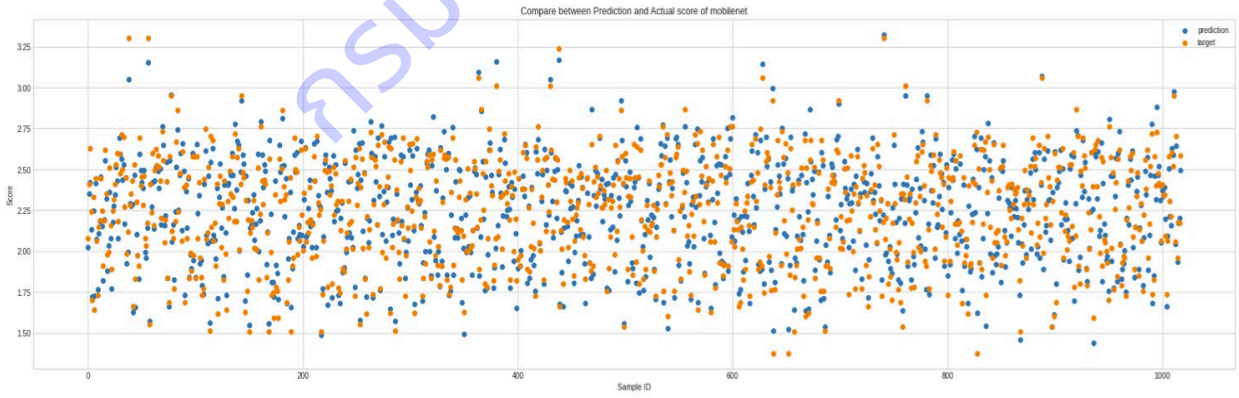
11 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 9 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 81.81 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.07 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และค่า MSE รวม เท่ากับ 0.06 (ตารางที่ 2)

กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม พบว่ามีความความแม่นยำต่ำ เนื่องจากข้อมูลภาพในกลุ่มเหมาะสมมีความใกล้เคียงกับตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย ทำให้โมเดลไม่สามารถแยกแยะได้และจำแนกคุณลักษณะของข้อมูลภาพได้ดี

ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน

กลุ่มสุขภาพ	ข้อมูลที่ทายถูก/ จำนวนข้อมูลทั้งหมด	Accuracy (%)	MSE
ขาดมาก	222/244	90.98	0.06
ขาดน้อย	330/395	83.54	0.06
เหมาะสม	18/372	4.83	0.06
เกิน	9/11	81.81	0.07
รวม	**-**	**86.34**	**0.06**

การกระจายตัวของข้อมูลที่ได้จากการทำนายและข้อมูลค่าธาตุอาหารจริงของชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 กระจายตัวของข้อมูลจากการทำนายและข้อมูลจริงของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน

กรมวิชาการเกษตร

2.2 ความแม่นยำและค่า MSE ของระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม

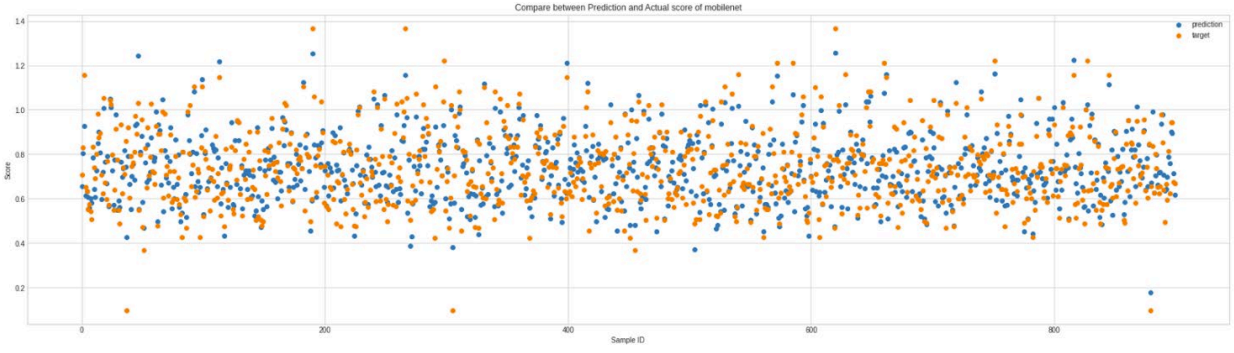
ระบบทำนายธาตุโพแทสเซียมที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนจากทางใบที่ 17 ในกลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก จำนวน 508 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 382 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 75.19 และค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดน้อย จำนวน 249 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 101 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 40.56 และค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเหมาะสม จำนวน 137 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 27 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 19.70 และค่า MSE เท่ากับ 0.2 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเกิน จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 0 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 0 และค่า MSE เท่ากับ 0.48 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 56.66 และค่า MSE รวม เท่ากับ 0.12 (ตารางที่ 3)

กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดน้อยมีความแม่นยำต่ำ เนื่องจากข้อมูลภาพในกลุ่มขาดน้อยมีความใกล้เคียงกับตัวอย่างธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก ให้ทำให้โมเดลไม่สามารถแยกแยะได้และสกัดคุณลักษณะของข้อมูลภาพได้ดี สำหรับกลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเหมาะสมและระดับเกิน พบว่ามีความแม่นยำต่ำมาก เนื่องจากชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝนมีกลุ่มตัวอย่างในช่วงนี้น้อยมาก ทำให้โมเดลไม่สามารถเรียนรู้ได้

ตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำของระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม

กลุ่มสุขภาพ	ข้อมูลที่ทายถูก/ จำนวนข้อมูลทั้งหมด	Accuracy (%)	MSE
ขาดมาก	382/508	75.19	0.10
ขาดน้อย	101/249	40.56	0.10
เหมาะสม	27/137	19.70	0.20
เกิน	0/10	0.00	0.48
รวม	**-**	**56.66**	**0.12**

การกระจายตัวของข้อมูลที่ได้จากการทำนายและข้อมูลค่าธาตุอาหารจริงของชุดข้อมูลทดสอบ (Testing data) ของระบบทำนายธาตุไนโตรเจน แสดงดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 กระจายตัวของข้อมูลจากการทำนายและข้อมูลจริงของโมเดล MobileNet V3

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานของโครงการ การพัฒนาโมเดลการประเมินธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างปีงบประมาณ 2560-2564 สามารถสรุปผลการดำเนินงานและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ระบบทำนายธาตุไนโตรเจนที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝน ในกลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดมาก จำนวน 244 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 222 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 90.98 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับขาดน้อย จำนวน 395 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 330 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 83.54 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเหมาะสม จำนวน 372 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 18 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 4.83 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.06 กลุ่มตัวอย่างธาตุไนโตรเจนระดับเกิน จำนวน 11 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 9 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 81.81 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.07 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และมีค่า MSE รวม เท่ากับ 0.06

2. ระบบทำนายธาตุโพแทสเซียมที่พัฒนามาจากโมเดล MobileNet V3 คำนวณหาความแม่นยำและค่า MSE โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนจากทางใบที่ 17 ในกลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดมาก จำนวน 508 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 382 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 75.19 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับขาดน้อย จำนวน 249 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 101 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 40.56 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเหมาะสม จำนวน 137 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 27 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 19.70 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.2 กลุ่มตัวอย่างธาตุธาตุโพแทสเซียมระดับเกิน จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำนายถูก จำนวน 0 ตัวอย่าง มีความแม่นยำร้อยละ 0 และมีค่า MSE เท่ากับ 0.48 โดยมีความแม่นยำรวมร้อยละ 56.66 และมีค่า MSE รวม เท่ากับ 0.12

กรมวิทยาศาสตร์

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานของโครงการ พัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ดำเนินการระหว่างปีงบประมาณ 2562-2564 สามารถสรุปผลการดำเนินงานและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุป

1. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน ใช้งานและแสดงผลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน http://puipalm.research-oard7.com

2. ระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน สามารถจัดเก็บข้อมูลผลวิเคราะห์ดิน ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบ และประวัติการใส่ปุ๋ยแปลงปาล์มน้ำมันได้

3. การใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมัน มี2 ลักษณะ คือ 1) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากข้อมูลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันจากห้องปฏิบัติการ และ 2) การแปลผลการใช้ปุ๋ยจากภาพถ่ายในปาล์มน้ำมันที่นำเข้าสู่ระบบ โดยผ่านการทำนายธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์

4. ระบบทำนายธาตุไนโตรเจน และระบบทำนายธาตุโพแทสเซียม มีความแม่นยำรวมร้อยละ 86.34 และ 56.66 ตามลำดับ และมีค่า MSE รวมเท่ากับ 0.06

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลภาพที่ใช้ในปัจจุบันคือภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันจากกล้องดิจิตอล มีปัจจัยควบคุมหลายอย่าง เช่น ได้มาจากการตัดพื้นที่ใบปาล์มน้ำมันแต่ละใบจากภาพใหญ่ มีพื้นหลังภาพสีดำ และถ่ายภาพในระนาบขนานกับวัตถุ ทำให้ไม่มีความหลากหลายของข้อมูล หากใช้งานจริงโดยใช้ภาพที่มีพื้นหลัง อุปกรณ์ถ่ายภาพ แสง ขนาดของภาพ และมุมในการถ่ายภาพที่ต่างกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้

2. ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง โดยให้มีจำนวนมากขึ้นและกระจายตัวอย่างเท่าๆ กัน ในแต่ละกลุ่มสุขภาพ และเพิ่มความหลากหลายของภาพที่ใช้ในการฝึกฝนแบบจำลอง เช่น ใช้ภาพจากเครื่องแสกน โทรศัพท์มือถือ ภาพที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ภาพที่มีมุมในการถ่ายภาพต่างกัน ภาพที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขของแสงต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมและใกล้เคียงกับการใช้งานระบบจริงที่ผู้ใช้งานใช้โทรศัพท์มือถือในการถ่ายภาพ เพื่อให้ระบบฯ มีการเรียนรู้ที่หลากหลายและสกัดคุณลักษณะได้ดีขึ้น มีความแม่นยำมากขึ้น

3. ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายใบปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะต่างกันอย่างมาก อาจจะมีค่าธาตุอาหารจากผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากข้อจำกัดในการตรวจวิเคราะห์ที่ต้องใช้ใบปาล์มน้ำมันหลายใบสำหรับการตรวจ 1 ตัวอย่าง การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารในต้นปาล์มน้ำมัน การใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาก่อนเก็บตัวอย่างและค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารแต่ละตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกัน อาจทำให้ค่าทำนายธาตุอาหารไม่ถูกต้องได้ ควรมี

กรมวิชาการเกษตร

การศึกษาเพิ่มเติม หรือใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพวิธีอื่นๆ ที่สามารถเรียนรู้ข้อมูลภาพและทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำเพิ่มขึ้น

4. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมัน ควรมีการเก็บข้อมูลภาพถ่ายควบคู่ไปกับข้อมูลผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการจากตัวอย่างที่รับบริการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ชุดข้อมูลมากขึ้นสำหรับการฝึกฝนของแบบจำลอง

5. ควรทดสอบการใช้งานระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันและระบบแนะนำการใช้ปุ๋ยในปาล์มน้ำมันบนเว็บแอปพลิเคชัน ให้หลากหลายกลุ่มผู้ใช้ ได้แก่ นักวิจัย นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่สำนักงาน เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน นักเรียน นักศึกษา และบุคคลทั่วไป เพื่อให้ได้ผลสะท้อนการใช้งานที่หลากหลาย เพื่อนำกลับมาปรับปรุงระบบให้ใช้งานง่ายขึ้น (User friendly)

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

กิจกรรมที่ 1 การพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

สุขุม เฉลยทรัพย์ และคณะ. (2555). เทคโนโลยีสารสนเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

สุพรรษา ยวงทอง, 2558 218. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น, 2557

Dertat, A. 2017. Convolutional layer filter. Towards Data Science, https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-4-convolutional-neural-networks- 584bc134c1e2

Howard, A.; Sandler, M.; Chu, G.; Chen, L.C.; Chen, B.; Tan, M.; Wang, W.; Zhu, Y.; Pang, R.; Vasudevan, V.; et al. Searching for mobilenetv3. *In* Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, Seoul, Korea, 2 September–27 October 2019; pp. 1314–1324.

กิจกรรมที่ 2 ตรวจสอบความใช้ได้ของระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมัน และระบบแนะนำการใช้ปุ๋ย

ธีร์ธวัช แก้ววิจิตร. 2559. การเพิ่มประสิทธิภาพซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันในการพยากรณ์อนุกรมเวลา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี: นครราชสีมา.

Dertat, A. 2017. Convolutional layer filter. Towards Data Science, https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-4-convolutional-neural-networks- 584bc134c1e2

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก

1. กิจกรรมการพัฒนาระบบประเมินปริมาณธาตุอาหารในปาล์มน้ำมันสู่คำแนะนำการใช้ปุ๋ย

ภาคผนวก ก : เว็บ PUIPALM: http://puipalm.research-oard7.com

ภาคผนวก ข : คู่มือการใช้งานเว็บ PUIPALM

กรมวิชาการเกษตร