

การจำแนกพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานในช่วงหนึ่งฤดูเพาะปลูกโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เซนติเนล-2 ด้วยวิธีการป่าสุ่มบนแพลตฟอร์มกูเกิลเอิร์ธเอนจิน

ไกรวี อ่อนล้อม¹, วิภาพ แพงวังทอง^{1*} และ ไพศาล จีฟู¹

Classification of Sugarcane Plantation in One growing Season using Sentinel-2 Satellite Imagery and Random Forest Method on Google Earth Engine Platform

Kraivee Onlom¹, Wipop Paengwangthong^{1*} and Phaisarn Jeefoo¹

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

* Corresponding author: wipop.pa@gmail.com

Received: 25 December 2024; Revised: 4 February 2025; Accepted: 10 February 2025

บทคัดย่อ

อ้อย เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศชนิดหนึ่งที่มีการเพาะปลูกในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับภาคเกษตรเป็นอย่างมาก ในทางภูมิสารสนเทศได้มีการนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลมาใช้เพื่อสำรวจพื้นที่เพาะปลูกอ้อยมาากมาย และติดปัญหาเรื่องของทรัพยากรการคำนวณที่มีอย่างจำกัด จึงเกิดแนวคิดที่จะใช้แพลตฟอร์ม กูเกิล เอิร์ธ เอนจิน ที่มีศักยภาพเทียบเท่าซอฟต์แวร์ทางภูมิสารสนเทศ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงาน ด้วยวิธีการอัลกอริทึมป่าสุ่ม จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล-2 ด้วยแพลตฟอร์ม กูเกิล เอิร์ธ เอนจิน ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่อำเภอระเกะ อำเภอบางกระทุ่ม อำเภอพรหมพิราม และอำเภอวัดโบสถ์ ของจังหวัดพิษณุโลก มีพื้นที่การเพาะปลูกอ้อยโรงงานก่อนเริ่มฤดูกาลเพาะปลูกในเดือนเมษายน มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานอยู่ที่ 49,160.79 ไร่ ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยโรงงานของปี พ.ศ.2566 ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2566 มีพื้นที่การเพาะปลูกมากถึง 216,822.56 ไร่ และลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากมีการประกาศจากโรงงานอ้อยจังหวัดพิษณุโลกของการเปิดหีบรับอ้อยโรงงานจนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2567 ที่ยังหลงเหลือพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานอยู่ที่ 87,779.43 ไร่ ก่อนจะเข้าสู่ฤดูกาลเพาะปลูกครั้งถัดไป ผลการตรวจสอบความถูกต้อง ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา อยู่ระหว่าง 0.78 – 0.95 ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต อยู่ระหว่าง 0.90 – 0.97 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ อยู่ระหว่าง 0.88 – 0.97 และค่าความแม่นยำโดยรวม อยู่ระหว่าง 0.91 – 0.98

คำสำคัญ: การสำรวจระยะไกล, แพลตฟอร์ม กูเกิล เอิร์ธ เอนจิน, อัลกอริทึมป่าสุ่ม

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

Sugarcane is a vital economic crop in Thailand, making a significant contribution to the agricultural sector. Spatial technology, particularly remote sensing, is extensively employed to monitor sugarcane plantations; however, challenges emerge due to constraints in computational resources. This study seeks to address these challenges by utilizing the Google Earth Engine (GEE) platform, which offers analytical capabilities akin to traditional geospatial software. The research specifically aims to evaluate the accuracy of sugarcane field mapping through the application of a random forest algorithm to Sentinel-2 satellite imagery using GEE environment. The study area encompassed Rakam, Bang Krathum, Phrom Phiram, and Wat Bot districts in Phitsanulok Province. The analysis revealed significant changes in sugarcane plantation area throughout the 2023 growing season. Prior to the season (April 2023), the total sugarcane plantation area was estimated at 49,160.79 rai. During the peak of the growing season (November 2023), the area expanded considerably to 216,822.56 rai. Following the commencement of sugarcane harvesting by local factories in Phitsanulok Province, the cultivated area progressively decreased, reaching 87,779.43 rai by March 2024, before the start of the next planting season. Accuracy assessment yielded strong results: Kappa coefficients ranged from 0.78 to 0.95, producer's accuracy from 0.90 to 0.97, user's accuracy from 0.88 to 0.97, and overall accuracy from 0.91 to 0.98.

Keywords: Remote Sensing, Google Earth Engine, Random Forest

บทนำ

จังหวัดพิษณุโลกมีพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานกระจายอยู่ทั่วทั้งจังหวัด ทั้งพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ดอน และพื้นที่ลาดชันสูง ส่งผลให้การจำแนกพืชอ้อยโรงงานมีความท้าทาย และกอบกับพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานไม่ได้มีการแบ่งสัดส่วนพื้นที่ปลูกที่ชัดเจน ทำให้พื้นที่โดยรอบมีการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นๆ อยู่บริเวณใกล้เคียงกันหรือติดกัน ด้วยเหตุผลนี้ การนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) มาประยุกต์ใช้การจำแนกพืชพรรณจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถตรวจจับข้อมูลในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่และพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากต่อการสำรวจภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถใช้ในการระบุและจำแนกพืชพรรณที่มีลักษณะคล้ายกันได้ เพื่อพัฒนาการจัดการพื้นที่การเกษตรและเพิ่มประสิทธิภาพของผลลัพธ์ทางการเกษตรได้อย่างแม่นยำ

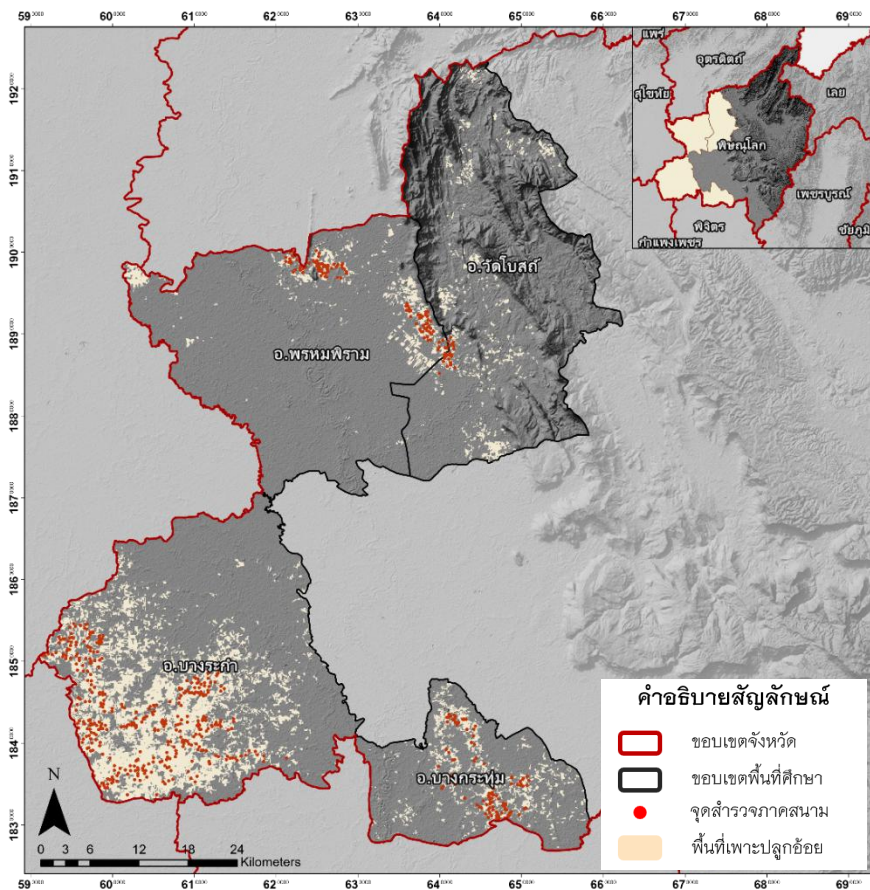
การใช้เทคโนโลยีเชิงพื้นที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems : GIS) และการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีบทบาทสนับสนุนการตัดสินใจการสำรวจทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ หรือข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ การใช้เทคโนโลยีเชิงพื้นที่ระบบภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถเข้าถึงพื้นที่ที่มีความน่าสนใจหรือเข้าถึงได้ยากด้วยการสำรวจระยะไกลที่ช่วยลดทรัพยากรการสำรวจ ลดระยะเวลา และครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ ปัจจุบันการจำแนกพืชพรรณในประเทศไทยมีข้อจำกัดทางด้านข้อมูลและทรัพยากรการจัดทำข้อมูล ทำให้พืชพรรณที่ผ่านการวิเคราะห์มีจำกัด

เฉพาะบางหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษาบางแห่งที่ใช้ในการศึกษาเรียนรู้ การสำรวจระยะไกลจึงจำกัดเฉพาะกลุ่มที่เข้าใจกระบวนการวิเคราะห์และกระบวนการที่สามารถจัดทำกราฟิกแผนที่พรรณได้ (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร , 2566)

ในการวิเคราะห์และการคำนวณในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ใช้แพลตฟอร์ม กูเกิ้ล เอิร์ธ เอนจิน (Google Earth Engine) เป็นแพลตฟอร์มที่ให้บริการฟรี สามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและเรียกใช้เครื่องมือได้หลากหลายชนิดโดยไม่ต้องสำรองข้อมูลลงบนพื้นที่จัดเก็บบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การคำนวณบนคลาวด์มีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ในบทความนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นเจาะจงไปที่การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ด้วยวิธีการป่าสุ่ม (Random Forest) มาใช้ในการจำแนกพืชพรรณอ้อยโรงงาน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล-2 (Sentinel-2) เพื่อระบุพื้นที่เพาะปลูกพืชอ้อยโรงงาน ตลอดระยะเวลาหนึ่งฤดูกาลเก็บเกี่ยว

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้วิธีอัลกอริทึมป่าสุ่มจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล-2 ด้วยแพลตฟอร์มกูเกิ้ลเอิร์ธเอนจินในการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงาน



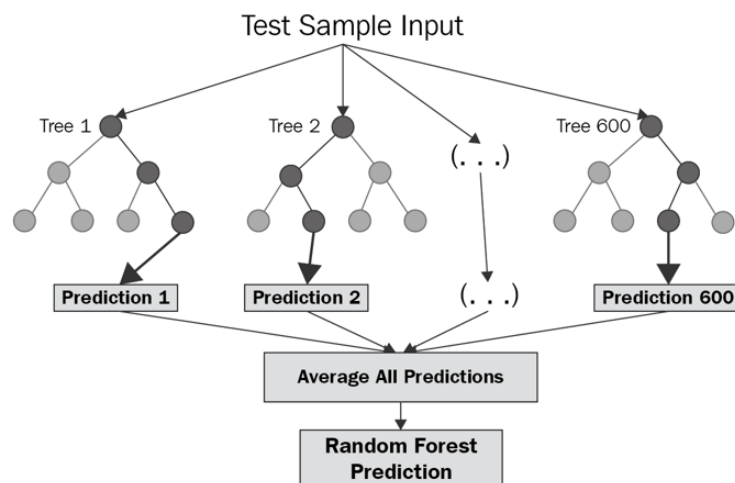
รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพจากจำแนกพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงานให้มีประสิทธิภาพถูกต้องที่ยอมรับได้ โดยใช้อัลกอริทึมป่าสุ่มมา (RF) จัดการในการจำแนกและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เซนติเนล-2 (Sentinel-2) รวมถึงดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) มาช่วยในการตัดสินใจในการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงาน งานวิจัยฉบับนี้ได้เลือกใช้แพลตฟอร์ม กูเกิล เอิร์ธ เอนจิน (Google Earth Engine : GEE)

อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest : RF)

อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest : RF) เป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ที่ใช้สำหรับการจำแนกประเภท (Classification) และการถดถอย (Regression) โดยการสร้างกลุ่มของต้นไม้ตัดสินใจ (decision trees) หลายต้นแล้วรวมผลลัพธ์ของต้นไม้เหล่านั้นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำขึ้น อัลกอริทึมนี้ทำงานโดยการเลือกชุดตัวอย่างข้อมูลแบบสุ่ม (Bootstrap sampling) สำหรับการสร้างแต่ละต้นไม้ และใช้การสุ่มเลือกคุณสมบัติ (Features) สำหรับการตัดสินใจในแต่ละหมวดของต้นไม้ การรวมผลลัพธ์ทำได้โดยการโหวตส่วนใหญ่ในกรณีของการจำแนกประเภท หรือการเฉลี่ยผลลัพธ์ในกรณีของการถดถอยของป่าสุ่ม มีความทนทานต่อข้อมูลที่มีความเหมาะสมเกินไป (Overfitting) และมีประสิทธิภาพดีเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมอื่น ๆ เนื่องจากการสุ่มเลือกตัวอย่างและคุณสมบัติช่วยลดความสัมพันธ์ระหว่างต้นไม้ นอกจากนี้ยังสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ได้ดีป่าสุ่มถูกใช้งานในหลากหลายด้าน



รูปที่ 2 กระบวนการจำแนกข้อมูลด้วยป่าสุ่ม

ที่มา Elizabeth Champa-Bujaico, et al., (2024)

ดัชนีพืชพรรณเชิงสเปกตรัม

การประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีพืชพรรณ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจของสิ่งปกคลุมดินโดยอาศัยช่วงคลื่นค่าการสะท้อนของสิ่งปกคลุมดินตั้งแต่ 2 ช่วงคลื่นขึ้นไปในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ให้ได้ผลลัพธ์ที่ใช้ในการอธิบายถึงสิ่งปกคลุมดินหรือพื้นผิวของพื้นที่การศึกษาในการจำแนกพืชพรรณ (Classification of Vegetation) และมวลชีวภาพ (Biomass)

ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index : NDVI) ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 พื้นที่ที่ไม่ใช่พืชพรรณมีค่าเชิงลบ ส่วนพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมมีค่าเชิงบวก (J. W. Rouse Jr, et al., 1973)

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (\text{สมการที่ 1})$$

โดย	NIR	หมายถึง ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้
	Red	หมายถึง ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่ตามองเห็นสีแดง

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa Coefficient) เป็นการคำนวณโดยใช้วิธีทางสถิติในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลสองชุด โดยไม่อาศัยสมมติฐานการแจกแจงของข้อมูลแบบปกติหรือไม่ โดยแบ่งตามเกณฑ์ตาม (Congalton, 2001)

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^K N_{ii} - \sum_{i=1}^K (x_i + x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^K (x_i + x_{+i})} \quad (\text{สมการที่ 2})$$

โดย	Kappa	หมายถึง สัมประสิทธิ์แคปปาของความสอดคล้อง
	N	หมายถึง จำนวนความคลาดเคลื่อน
	X _{ij}	หมายถึง ผลรวมของแนวทแยงของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนที่ i และคอลัมน์ที่ j
	X _{i+}	หมายถึง ผลรวมในแถวที่ i ของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน
	X _{+i}	หมายถึง ผลรวมในคอลัมน์ที่ i ของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน

ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's accuracy : PA) บ่งบอกถึงความสอดคล้องของข้อมูลที่จำแนกได้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูลในแต่ละคลาส

$$PA = \frac{n_{kk}}{n_{+i}} \quad (\text{สมการที่ 3})$$

โดย	PA	หมายถึง ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต
	n _{kk}	หมายถึง จุดภาพจากการจำแนกของข้อมูล
	n _{+i}	หมายถึง ผลรวมของจุดภาพจากการจำแนกของข้อมูลในคอลัมน์

ผู้เขียน	NDVI	ENDVI	GDI	EVI	EVI2	SAVI	MSAVI2	NDWI	mNDWI	NDWI	NDBI	LSWI	VARI	LAI	SPI	PVI
Sudianto Sudianto, et al. (2023)	x															
Ming Wang, et al. (2019)	x															

หมายเหตุ : x หมายถึง การระบุของงานวิจัยใดที่ได้ใช้ดัชนีเชิงสเปกตรัม

วิธีการศึกษา

ส่วนที่หนึ่ง

การจัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เซนทิเนล-2 แบบอนุกรมเวลาเพื่อจัดเตรียมข้อมูล

1. เรียกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยแพลตฟอร์ม ภูเขา เอิร์ธ เอนจิน สำหรับดาวเทียม เซนทิเนล-2 เรียกใช้คอลเลกชัน COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED ในการดาวน์โหลดข้อมูลจากระบบผู้ให้บริการภาพถ่ายดาวเทียม
2. กำหนดขอบเขตระยะเวลาของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยแพลตฟอร์ม ภูเขา เอิร์ธ เอนจิน ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2567
3. กำหนดปริมาณความหนาแน่นของเมฆบนภาพถ่ายดาวเทียมเป็นปริมาณความหนาแน่นของเมฆตามเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของภาพถ่ายดาวเทียมต่อ 1 ภาพ โดยกำหนดปริมาณเมฆให้เป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมาตัดส่วนที่เป็นเมฆออกจากแบนด์ SCL ในภายหลังของภาพถ่ายดาวเทียมเซนทิเนล-2
4. การกำหนดขอบเขตพื้นที่การศึกษาโดยนำเข้าข้อมูลจากภายนอกตามนามสกุลที่ระบุในแพลตฟอร์ม ภูเขา เอิร์ธ เอนจิน ได้แก่อำเภอระกำ อำเภอบางกระทุ่ม อำเภอพรหมพิราม และอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก

ส่วนที่สอง

การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกด้วยอัลกอริทึมป่าสุ่ม (RF)

1. การคำนวณ ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) เพื่อใช้กำหนดค่าขีดแบ่ง (Threshold) และดูชีพลักษณะพืชพรรณ ตลอดระยะเวลาการศึกษา รวมถึงการเรียกค่าดัชนีรายจุด
2. ตัวอย่างของข้อมูลจุดสำรวจได้จากการลงสำรวจภาคสนามทั้งหมดจำนวน 1,006 จุด
3. แบ่งข้อมูลจุดสำรวจออกเป็น 70% สำหรับการฝึกโมเดลแบบจำลอง (Train Data) จะได้จุด 717 จุด และ 30% สำหรับทดสอบโมเดลแบบจำลอง (Test Data) จะได้จุด 289 จุด
4. การฝึกโมเดลแบบจำลองได้กำหนดค่าขีดแบ่งของแต่ละจุดให้ ณ จุดใดที่มีค่า NDVI ตั้งแต่ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 ถึง 1 หมายถึง มีการเพาะปลูกอย่างจริงจัง และ ณ จุดใดที่มีค่า NDVI ตั้งแต่ -1 ถึง 0.3 ไม่มีการเพาะปลูกอย่างจริงจัง
5. ฝึกโมเดลอัลกอริทึมป่าสุ่มโดยเลือกใช้ค่าขีดแบ่งที่กำหนดเพื่อให้โมเดลได้คำนวณข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมล่าสุดของแต่ละเดือนทั้งภาพในพื้นที่ศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอย่างจริงจังจากจุดข้อมูลภาคสนาม 717 จุด สำหรับการฝึกโมเดลแบบจำลอง โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้

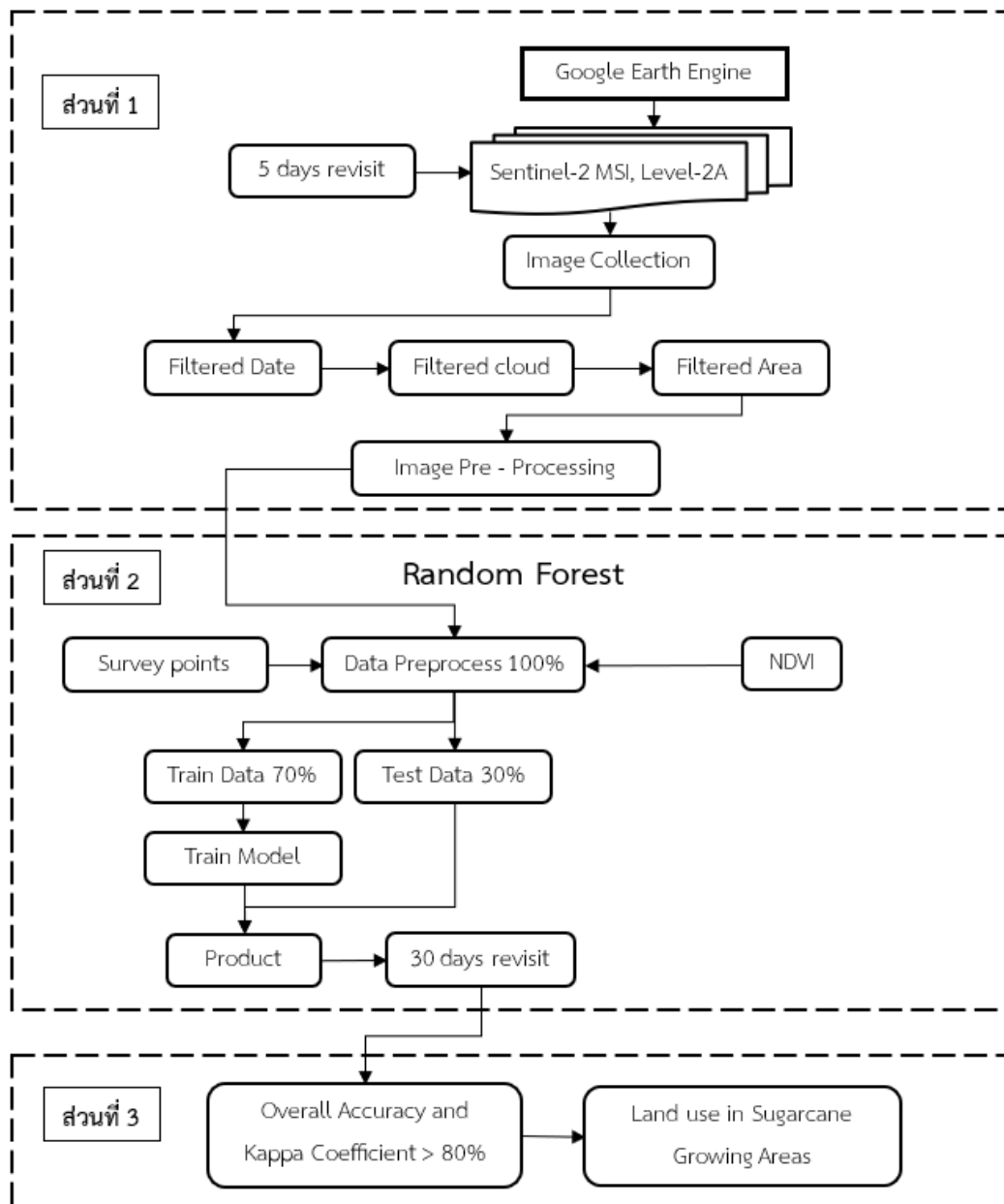
- NumberOfTrees จำนวนต้นไม้ตัดสินใจ คือ 100 ต้น
- variablesPerSplit จำนวนตัวแปรของคุณลักษณะ คือ ใช้ค่าตั้งต้น null
- minLeafPopulation จำนวนข้อมูลขั้นต่ำที่จำเป็นต้องมีใบใน 1 ต้น คือ ใช้ค่าตั้งต้น 1
- bagFraction สัดส่วนของข้อมูลในการใช้สร้างต้นไม้ตัดสินใจ คือ ใช้ค่าตั้งต้น 0.5
- maxNodes จำนวนโหนดสูงสุดที่ต้นไม้ตัดสินใจแต่ละต้นสามารถมีได้ คือ ใช้ค่าตั้งต้น null
- seed ค่าเริ่มต้นสำหรับการสร้างผลลัพธ์เพื่อกำหนดให้การสุ่มเหมือนเดิมทุกครั้ง คือ ค่า 42

6. ทดสอบโมเดลของจากจุดที่เหลือ 289 จุด เพื่อให้อัลกอริทึมป่าสุ่มได้จำแนกพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงานเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

ส่วนที่สาม

การตรวจสอบความถูกต้องและผลลัพธ์ของพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงาน

1. ตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้รายเดือน (Kappa Coefficient, producer's accuracy, User's accuracy, และ Overall Accuracy)
2. ผลลัพธ์ของพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงาน หน่วยตารางกิโลเมตร และหน่วยไร่



รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผลการศึกษา

จากวัตถุประสงค์ในการหาความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงาน ด้วยอัลกอริทึมป่าส้ม จากข้อมูลจุดสำรวจภาคสนาม 1,006 จุด พบว่า พื้นที่ที่ยังไม่มีการเพาะปลูกอ้อยโรงงาน มีค่า NDVI ไม่เกิน 0.3 ดังนั้นจึงใช้ค่าดังกล่าวเป็นตัวกำหนดระหว่างพื้นที่ที่ไม่มีการเพาะปลูกและพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก สำหรับการเข้าโมเดลแบบจำลองอัลกอริทึมป่าส้ม ตลอดระยะเวลาการศึกษาทั้ง 16 เดือน (มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2567)



รูปที่ 4 ภาพตัวอย่างจากจุดสำรวจภาคสนาม

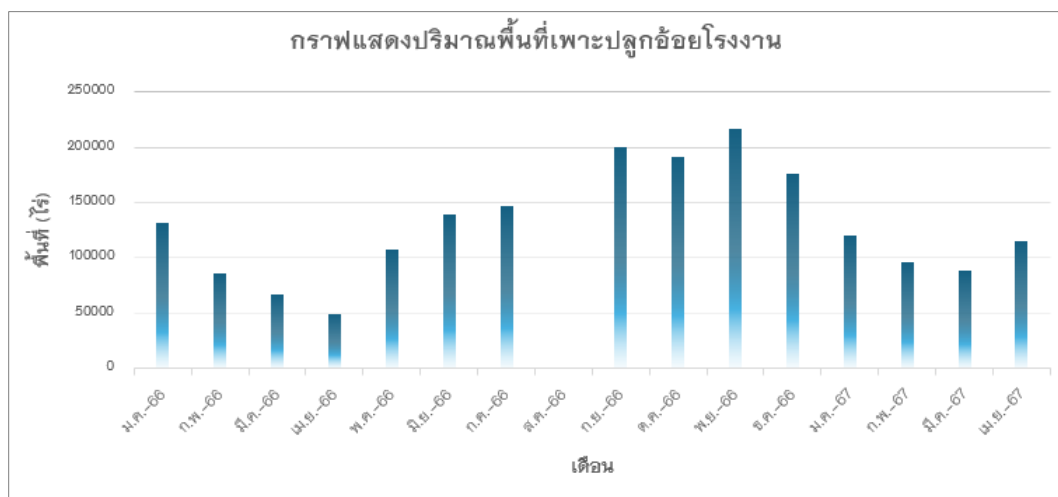
ผลลัพธ์ของโมเดลแบบจำลองอัลกอริทึมป่าส้มทั้ง 16 เดือน พบว่า พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกอ้อยโรงงานน้อยที่สุดของปี พ.ศ.2566 อยู่ที่เดือน เมษายน พ.ศ.2566 คงเหลือพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานอยู่ที่ 49,160.79 ไร่ และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2566 ที่มีพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานมากที่สุด อยู่ที่ 216,822.56 ไร่ เมื่อพิจารณารอบการเพาะปลูกฤดูกาลของปี พ.ศ.2567 พบว่า พื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานที่น้อยสุด อยู่ที่เดือน มีนาคม พ.ศ.2567 ทำให้ทราบว่า ฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยโรงงานของจังหวัดพิจิตร ปี พ.ศ.2566 เริ่มเดือนเมษายน พ.ศ.2566 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2567 (ตารางที่ 2 และรูปที่ 5)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานทั้ง 16 เดือน (มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2567)

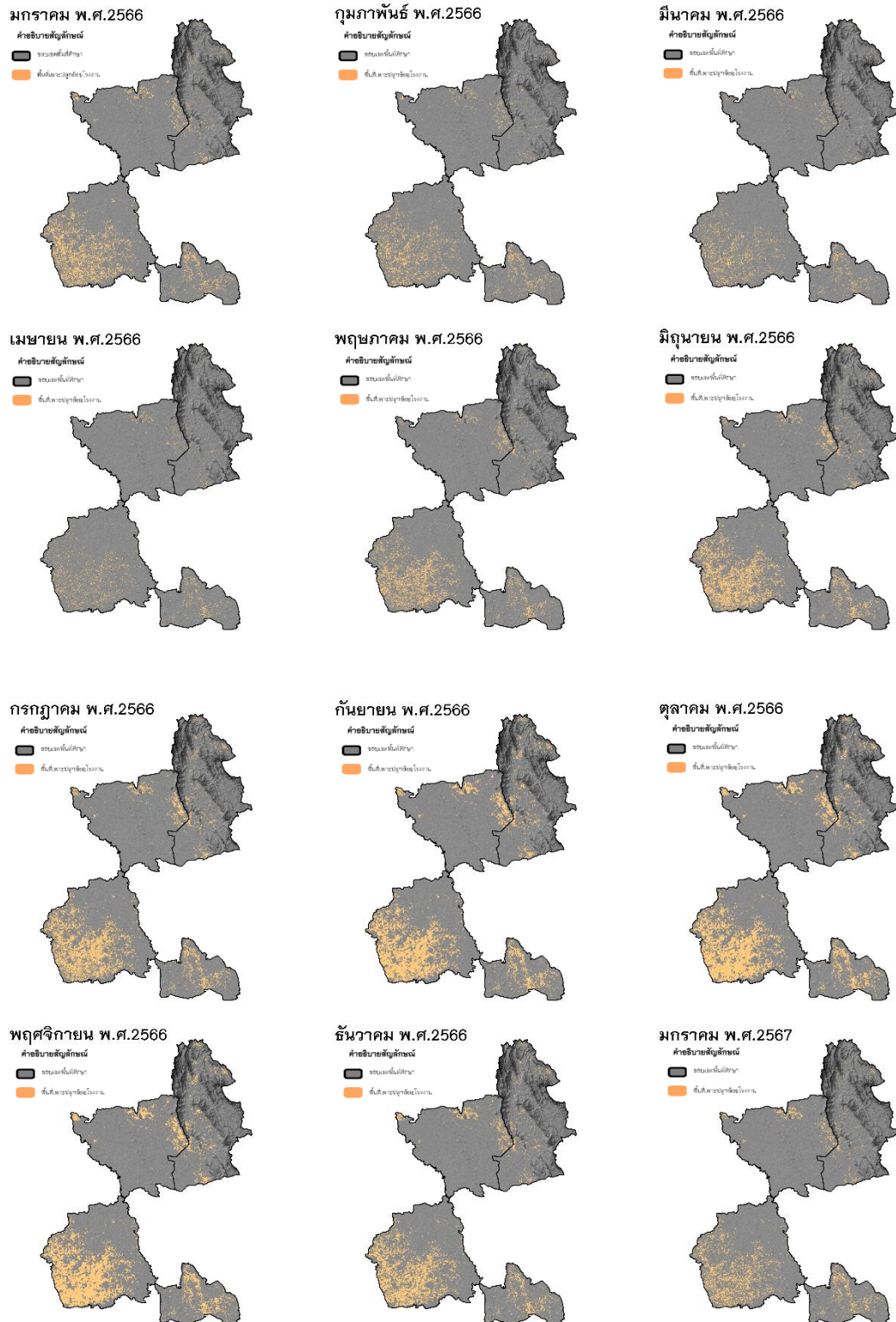
Date	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่ (ไร่)	ผลรวมส่วนต่าง (ไร่)
1/2566	209.47	130,924.27	–
2/2566	137.95	86,219.47	44,704.80 ↓
3/2566	105.92	66,204.64	20,014.83 ↓
4/2566	78.65	49,160.79	17,043.85 ↓
5/2566	172.10	107,562.55	58,401.76 ↑
6/2566	222.48	139,056.02	31,493.47 ↑
7/2566	234.84	146,775.00	7,718.98 ↑
8/2566	–	–	–
9/2566	319.50	199,689.82	52,914.82 ↑
10/2566	305.15	190,720.80	8,969.02 ↓
11/2566	346.91	216,822.56	26,101.76 ↑
12/2566	282.38	176,492.60	40,329.96 ↓
1/2567	192.93	120,586.11	55,906.49 ↓
2/2567	154.20	96,380.10	24,206.01 ↓
3/2567	140.44	87,779.43	8,600.67 ↓
4/2567	183.15	114,470.47	25,838.30 ↑

หมายเหตุ : ↑ หมายถึง สัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของเดือนนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนที่ผ่านมา

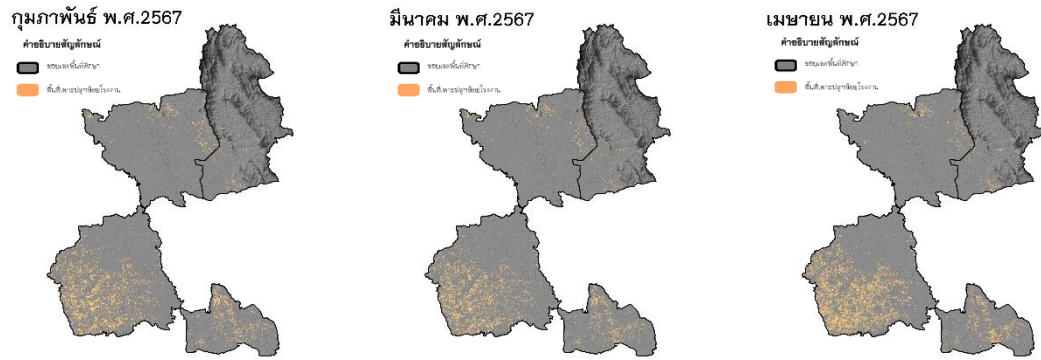
↓ หมายถึง สัดส่วนที่ลดลงของเดือนนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนที่ผ่านมา



รูปที่ 5 กราฟแสดงปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อย

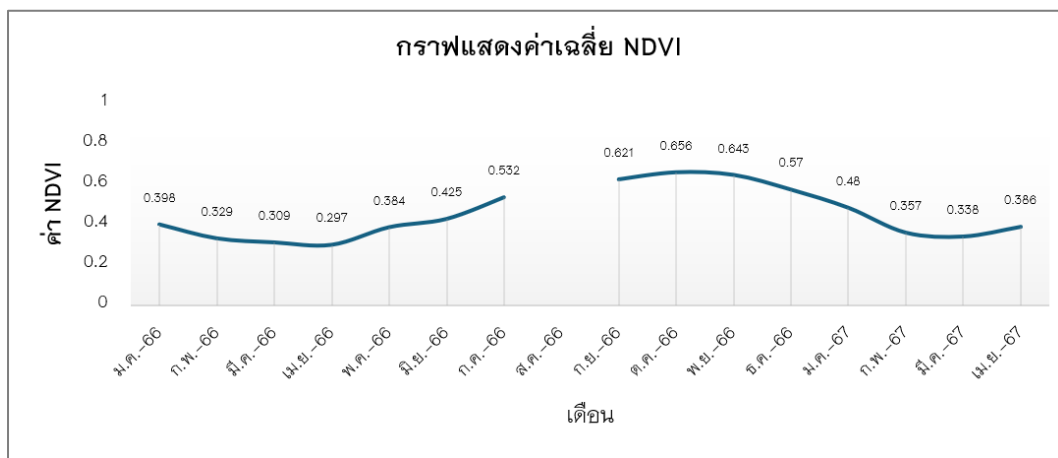


รูปที่ 6 ภาพแสดงพื้นที่ปลูกข้าวรายเดือน



รูปที่ 6 ภาพแสดงพื้นที่ปลูกอ้อยรายเดือน (ต่อ)

เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานรายเดือนกับค่าเฉลี่ยดัชนี NDVI รายเดือน ปรากฏว่ามีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยโรงงานสำหรับจังหวัดพิษณุโลกจะอยู่ในช่วงเดือน มีนาคม - พฤษภาคม ของทุกปี และโรงงานอ้อยเปิดหีบรับอ้อยโรงงานช่วงเดือนธันวาคมของทุกปี ดังนั้น การเพาะปลูกอ้อยโรงงานจะเพิ่มระดับขึ้นในช่วงเดือน เมษายนเป็นต้นไป เนื่องจากการใช้ค่าดัชนี NDVI เป็นตัวกำหนดพื้นที่การเพาะปลูก จำเป็นต้องรอให้พืชอ้อยมีการเจริญเติบโตจนสามารถครอบคลุมพื้นที่ที่ดาวเทียมเซนทิเนล-2 สามารถตรวจจับบันทึกได้ ขนาด 10x10 พิกเซล จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ย NDVI ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของพืชอ้อยในรูปทรง ระฆังคว่ำ พืชอ้อยในพื้นที่ศึกษามีการเติบโตสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2566 หลังจากการประกาศการเปิดหีบรับ อ้อยโรงงาน พืชอ้อยโรงงานในพื้นที่ศึกษามีการลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเริ่มกระบวนการเพาะปลูกใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย NDVI รายเดือน

การตรวจสอบความถูกต้อง

ผลการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลของค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ และค่าความแม่นยำโดยรวม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในช่วงระหว่าง 0.78 – 0.95 ค่าความถูกต้องของผู้ผลิตอยู่ในช่วงระหว่าง 0.90 – 0.97 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 0.88 – 0.97 และค่าความแม่นยำโดยรวมอยู่ในช่วงระหว่าง 0.91 – 0.98 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางค่าความถูกต้องทั้ง 16 เดือน (มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2567)

Date	Kappa Coefficient	Producer's Accuracy	User's Accuracy	Overall Accuracy
1/2566	0.94	0.97	0.96	0.97
2/2566	0.90	0.95	0.95	0.96
3/2566	0.88	0.94	0.94	0.96
4/2566	0.78	0.90	0.88	0.93
5/2566	0.86	0.93	0.93	0.93
6/2566	0.82	0.91	0.91	0.91
7/2566	0.84	0.91	0.92	0.93
8/2566	–	–	–	–
9/2566	0.92	0.95	0.97	0.98
10/2566	0.90	0.95	0.95	0.98
11/2566	0.92	0.94	0.97	0.97
12/2566	0.95	0.97	0.97	0.98
1/2567	0.94	0.97	0.97	0.97
2/2567	0.87	0.94	0.92	0.95
3/2567	0.85	0.91	0.94	0.94
4/2567	0.83	0.91	0.91	0.91

วิจารณ์และสรุปผล

การศึกษานี้ได้เสนอวิธีการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกย่อยโรงงานโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนทิเนล-2 ร่วมกับดัชนี NDVI ด้วยอัลกอริทึมป่าสุ่ม ในพื้นที่ศึกษา 4 อำเภอ ของจังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ อำเภอระงำ อำเภอบางกระทุ่ม อำเภอพรหมพิราม และอำเภอวัดโบสถ์ เพื่อแสดงถึงพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อมทั้งพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ดอน และพื้นที่ลาดชันสูง และสภาวะการเจริญเติบโตของพืชย่อยในพื้นที่ศึกษาที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาฤดูกาลเพาะปลูกในพื้นที่ ทั้ง 16 เดือน ตั้งแต่ มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2567 ได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามทั้งหมด 1,006 จุด โดยแบ่งเป็น 70% ของจำนวนจุดทั้งในการฝึกโมเดลแบบจำลอง และ 30% ของจำนวนจุดทั้งหมดในทดสอบโมเดลแบบจำลอง ที่ใช้ในการจำแนกด้วยอัลกอริทึมทั้งหมด 100 ต้น โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ตั้งต้นที่ระบบกำหนดให้ และเมื่อพิจารณาจากการศึกษาบทความอื่น ๆ ทั้ง 8 บทความที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า การใช้ดัชนีความแตกต่างของพืช

พรรณเพียงอย่างเดียวมาใช้ในการจำแนกนั้นเพียงพอสำหรับการจำแนกพืชพรรณ โดยกำหนดค่าขีดแบ่งตั้งแต่ 0.3 – 1 คือพื้นที่ที่มีการเพาะปลูก และน้อยกว่า 0.3 คือพื้นที่ที่ไม่มีการเพาะปลูก ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

จากการตรวจสอบความถูกต้อง พบว่า ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ.2566 – เมษายน พ.ศ.2566 มีปริมาณพื้นที่เพาะปลูกลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ 130,924.27 ไร่ ลดลงเหลือ 49,160.79 ไร่ ในเวลาเพียง 4 เดือน จึงทำให้ทราบว่าฤดูกาลเพาะปลูกอ้อยโรงงานของปี พ.ศ.2566 เริ่มมีการเพาะปลูกพืชอ้อยโรงงานรอบใหม่ จากข้อมูลที่ได้มีการเพาะปลูกพืชอ้อยโรงงานมากที่สุด คือ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2566 ที่มีปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสะสมสูงสุดถึง 216,822.56 ไร่ หลังจากโรงงานน้ำตาลจังหวัดพิษณุโลกได้ประกาศเปิดหีบรับอ้อยโรงงาน พื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานมีการลดลงอย่างต่อเนื่องเหลือเพียง 87,779.43 ไร่ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2567 และเริ่มมีการเพาะปลูกใหม่ในฤดูกาลครั้งถัดไป เริ่มตั้งแต่เดือน มีนาคม พ.ศ.2567 รอบการเพาะปลูกฤดูกาล ปี พ.ศ.2567 จากการตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมป่าสุ่มมีศักยภาพที่สามารถจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานได้ โดยค่าสัมประสิทธิ์แคปปา อยู่ระหว่าง 0.78 – 0.95 ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต อยู่ระหว่าง 0.90 – 0.97 ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ อยู่ระหว่าง 0.88 – 0.97 และค่าความแม่นยำโดยรวม อยู่ระหว่าง 0.91 – 0.98 ความแตกต่างของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานของเดือน เมษายน พ.ศ.2566 และ เมษายน พ.ศ.2567 ที่มีปริมาณพื้นที่เพาะปลูกที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกทั้งทางด้านฤดูกาลเพาะปลูกที่ตลาดเคลื่อนไป 1-2 เดือน ปริมาณน้ำที่ไม่เพียงพอ ความล่าช้าของโรงงานน้ำตาลในการเปิดรับอ้อยโรงงาน ทำให้การเก็บเกี่ยวมีการชะลอตัว และความพร้อมของภาคเกษตรกรต่อการเพาะปลูกอ้อยในฤดูกาลใหม่

บทความนี้มีข้อจำกัดในฤดูฝนที่มีปริมาณเมฆปกคลุมหนาแน่นทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีความผิดปกติและไม่สมบูรณ์ต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาครั้งต่อไปสามารถใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนติเนล-1 ที่มีคุณสมบัติในการเก็บข้อมูลที่ทะลุผ่านชั้นของก้อนเมฆได้นำมาพิจารณาในการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ดาวเทียมเซนติเนล-2 ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ แต่ด้วยศักยภาพของโมเดลแบบจำลองอัลกอริทึมป่าสุ่มมีความสามารถเพียงพอต่อการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงเหมาะแก่การนำไปวิเคราะห์ภาคการเกษตรในมิติอื่น ทั้งทางด้านปริมาณฝุ่น PM 2.5 ที่สามารถติดตามพื้นที่ที่เกี่ยวข้องได้ทุก 5 วันของรอบการบินของดาวเทียม ณ ตำแหน่งเดิมเพื่อเฝ้าติดตามถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการใช้ข้อมูลจุดความร้อนเปรียบเทียบกับพื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงานได้อย่างแม่นยำถึงสามารถระบุปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ หรือปริมาณการใช้น้ำเนื่องด้วยพืชอ้อยเป็นพืชที่ต้องการน้ำอย่างเหมาะสมจึงต้องจัดหาแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชในทุกช่วงระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันรวมความต้องการน้ำที่แตกต่างกันด้วย หรือในการจำแนกสิ่งอื่นที่ผู้วิจัยสนใจให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการจำแนกเพื่อติดตามการเปลี่ยนอย่างใกล้ชิด

เอกสารอ้างอิง

- กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. (2565). *Agricultural Economic Outlook ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2565 และแนวโน้มปี 2566 (ฉบับปี 2565)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร. (2566). *Agricultural Economic Outlook ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2566 และแนวโน้มปี 2567 (ฉบับปี 2566)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- นครินทร์ ชัยแก้ว. (2560). *Geographic Information Systems ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. ISBN: 978-616-414-422-2.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2558). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

Elizabeth Champa-Bujaico, Ana M. D Díez-Pascual, Alba Lomas Redondo and Pilar García-Díaz. (2024).

Optimization of mechanical properties of multiscale hybrid polymer nanocomposites: A combination of experimental and machine learning techniques. *ELSEVIER. Composites Part B*, 269, 111099.

Felipe Cardoso de Oliveira Maia, Vinícius Bof Bufon and Tairone Paiva Leão. (2023). Vegetation indices as a Tool for Mapping Sugarcane Management Zones. *Precision Agriculture*, 24, 213–234.

Humberto Cruz-Sanabria¹, Maria Guadalupe S´anchez¹, Juan Pablo Rivera-Caicedo² and Himer Avila-George. (2021). *Mapping Sugarcane using Vegetation Indices and Time Series of Sentinel-2 Images*. 978–1–6654–0369–6/21.

Jie Wang^a, Xiangming Xiao^a, Luo Liub, Xiaocui Wu^a, Yuanwei and Jean L. Steinerc. et al. (2020). *Mapping sugarcane plantation dynamics in Guangxi, China, by time series Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat images. Remote Sensing of Environment*, 247, 111951.

J. W. Rouse Jr., R. H. Haas, J. A. Schell and D. W. Deering. (1973). *Monitoring Vegetation Systems in The Great Plains With ERTS*.

Ming Wang^a, Zhengjia Liub,c, Muhammad Hasan Ali Baig^d, Yongsheng Wangb,c, Yurui Lib,c and Yuanyan Chena. (2019). Mapping sugarcane in complex landscapes by integrating multi-temporal Sentinel-2 images and machine learning algorithms. *Land Use Policy*, 88, 104190.

Russell G. Congalton. (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sens. ENVIRON*, 37, 35–46.

Shuai Xie ^{1,2}, Liangyun Liu, Xiao Zhang, Jiangning Yang, Xidong Chen and Yuan Gao. (2019). Automatic Land-Cover Mapping using LandsatTime-Series Data based on Google Earth Engine. *Remote Sens*, 11, 3023.

Sudianto Sudianto ^a, Yeni Herdiyeni ^b and Lilik Budi Prasetyo. (2023). *Classification of Sugarcane Area Using Landsat-8 and Random Forest based on Phenology Knowledge*, 1974–1981.

Thanh Noi Phan, Verena Kuch and Lukas W. Lehnert. (2020). Land Cover Classification using Google Earth Engine and Random Forest Classifier—The Role of Image Composition. *Remote Sens*, 12, 2411.

Tri Muji Susantoro, Ketut Wikantika, Asep Saepuloh, Agus Handoyo and Harsolumakso. (2018). Selection of vegetation indices for mapping the sugarcane condition around the oil and gas field of North West Java Basin, Indonesia. *Earth and Environmental Science*, 149, 012001.