



การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม
พื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

Utilizing Google Earth Engine for the Analysis of Agrobiodiversity in Mixed Fruit Crop
Cultivation in the Laplae District, Uttaradit.



ธีรวุฒิ แสงจันทร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาภูมิศาสตร์

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชา
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ทำการ
พิจารณาเรื่อง “การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้
แบบผสมพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์” ของ ธีรวุฒิ แสงจันทร์ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร



(รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(อาจารย์ธัญญาลักษณ์ จันทน์สมบัติ)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ้อต)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอขอบคุณบุคคลหลายท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือแบ่งปันการให้ข้อมูลให้คำปรึกษา คอยช่วยเหลือให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้นำมาประยุกต์ใช้กับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำสั่งสอนและชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยการเสียสละเวลาอันมีค่า เอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาภูมิศาสตร์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนอบรมให้ความรู้กับทางผู้วิจัย จนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับงานวิจัย และได้นำข้อเสนอคำแนะนำจากทุกท่าน จนทำให้เกิดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รุ่นน้อง รุ่นพี่ เพื่อน ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนคอยช่วยเหลือกันตลอดมา ทั้งร่วมทุกข์ร่วมสุขคอยอยู่เคียงข้างกันเสมอมา จนสามารถผ่านอุปสรรคด้วยกันมาได้ ทั้งนี้ทางผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดประโยชน์กับผู้ท่านผู้อ่านทุกท่าน



ธีรวุฒิ แสงจันทร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง: การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

ผู้วิจัย: อีรวุฒิ แสงจันทร์

ประธานที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค

ประเภทสารนิพนธ์: วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาภูมิศาสตร์,
มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ: การสำรวจระยะไกล, อัลกอริทึมการเรียนรู้, การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน, Google Earth Engine, ดัชนีพืชพรรณ, ดาวเทียม Sentinel-2

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงภูมิศาสตร์เทคนิค จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกพื้นที่ของอัลกอริทึมระบบการเรียนรู้ ในการจำแนกพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ และเพื่อวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้ โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 แบบอนุกรมเวลา จากการพิจารณาค่าความถูกต้องโดยรวมของอัลกอริทึม (Overall accuracy) ของการจำแนกพื้นที่ ที่ได้จากการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Accuracy assessment) โดยการประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเป็นหลัก ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลการจำแนกพื้นที่อัลกอริทึมป่าสุ่มมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากที่สุด ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 88.01 นอกจากนั้นดัชนีพืชพรรณที่นำมาใช้ สามารถระบุถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้ในอำเภอลับแลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ค่า NDVI ในช่วงปลายฤดูฝนมีค่าที่สูง แล้วมีการลดค่าลงตามลำดับจนถึงเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

Titel: Utilizing Google Earth Engine for the Analysis of Agrobiodiversity in Mixed Fruit Crop Cultivation in the Laplae District, Uttaradit.

Author: Theerawut Saengjan

Advisor: Associate Professor Dr.Nattapon Mahavik

Academic Paper: Thesis B.S. in Geography, Naresuan University, 2023

Keywords: Remote sensing, learning algorithms, land cover classification, Google Earth Engine, Vegetation Index, Sentinel-2 Satellite



Abstract

This study represents a geospatial-technical research endeavor undertaken with the primary objective of comparing the effectiveness of land classification methods utilizing machine learning algorithms. The study focuses on the land classification in the Laplae district of Uttaradit Province and aims to analyze the land fertility in fruit cultivation areas. Data for this research was sourced from Sentinel-2 satellite imagery in a time-series format. The overall accuracy of the land classification was assessed through the examination of the accuracy of data classification, using the Google Earth Engine for data analysis and processing. The results of this study reveal that the Random Forest algorithm for land classification exhibits the highest level of efficiency and reliability, with an overall accuracy rate of 88.01%. Additionally, the vegetation index used effectively delineates the fertility of fruit cultivation areas within the Laplae district. Notably, the NDVI values are observed to be at their highest during the late rainy season, gradually declining until the month of April, corresponding to the dry season.

ลิขสิทธิ์ © มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

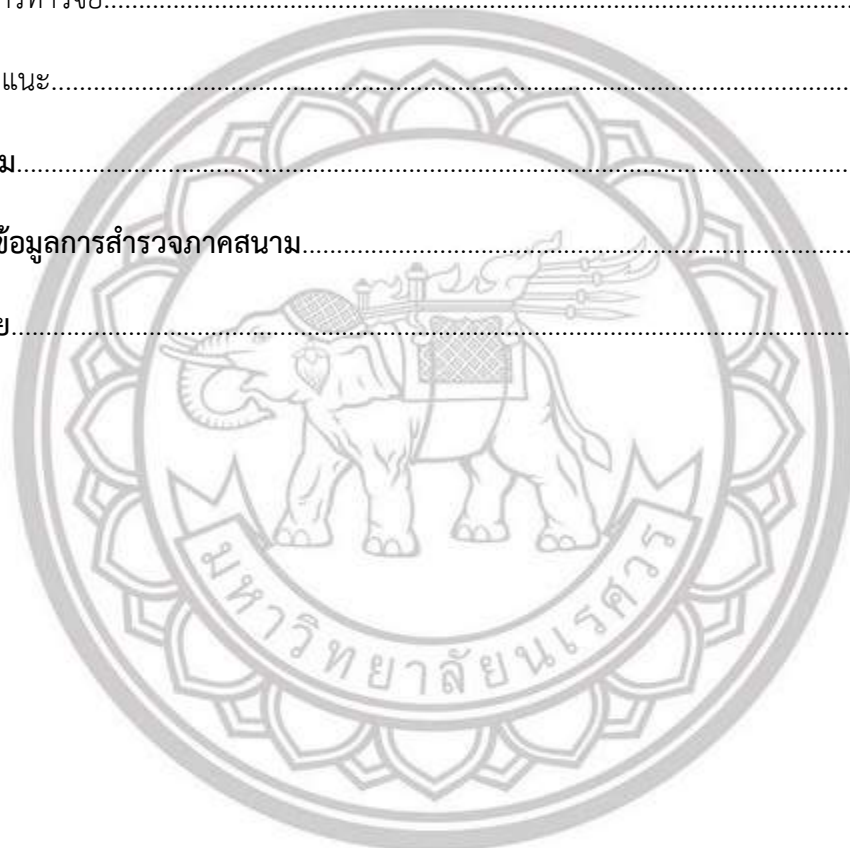
บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 คำถามงานวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.5.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา.....	2
1.5.2 ขอบเขตด้านเวลา.....	3
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
1.8 กรอบแนวคิด.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1.1 แนวคิดการรับรู้จากระยะไกล.....	6
2.1.2 แนวคิดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	7
2.1.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง.....	7
2.1.4 แนวคิดอัลกอริทึม.....	8
2.1.5 แนวคิดการตรวจสอบความถูกต้อง.....	8
2.1.6 แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ.....	9
2.1.7 แนวคิดเกี่ยวกับการปลูกผลไม้แบบผสม.....	9
2.1.8 แนวคิดของ Google Earth Engine.....	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	14
3.1 ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2.....	14
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษา.....	15
3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวม.....	16
3.3.1 ข้อมูลและแหล่งที่มา.....	16
3.4 วิธีการดำเนินงานและการเก็บข้อมูล.....	16
3.4.1 วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	16
3.4.2 เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง.....	20
3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI).....	21
4 ผลการวิจัย.....	25
4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	25
4.1.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง.....	26
4.2 เปรียบเทียบอัลกอริทึมในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	27
4.2.1 ผลเปรียบเทียบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด.....	27
4.3 ผลการจำแนกการออกภาคสนามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม.....	35
4.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือน.....	35
4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือน.....	38
5 สรุปและอภิปรายผล.....	39
5.1 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	39
5.2 ผลของวิธีการอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือน.....	40
5.4 อภิปรายผล.....	40
5.5 ปัญหาการทำวิจัย.....	41
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	41
บรรณานุกรม.....	42
ภาคผนวก ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม.....	43
ประวัติผู้วิจัย.....	53



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตาราง 3.1 ช่วงคลื่นข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2.....	15
ตาราง 3.2 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล.....	16
ตาราง 4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง.....	26
ตาราง 4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest).....	28
ตาราง 4.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM).....	30
ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree).....	32
ตาราง 4.5 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (MDC).....	34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญภาพ

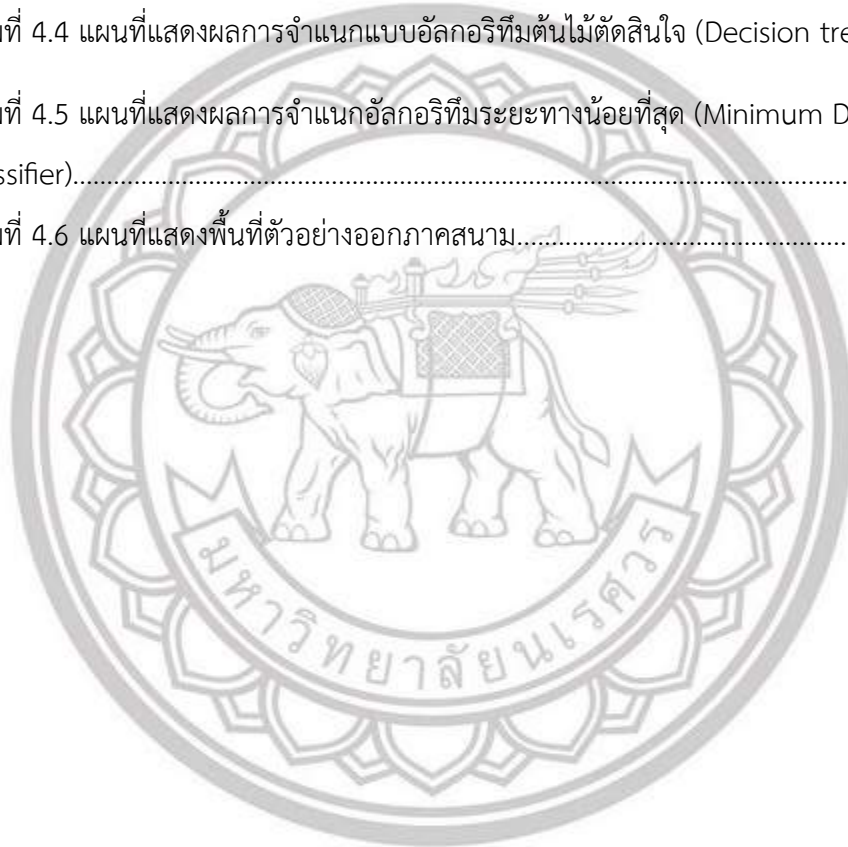
ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	3
ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย.....	5
ภาพที่ 2.1 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล.....	7
ภาพที่ 3.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	16
ภาพที่ 3.2 การแสดงผลลัพธ์ของการผสมสีแบนด์.....	17
ภาพที่ 3.3 การตัดภาพด้วยขอบเขตอำเภอ.....	17
ภาพที่ 3.4 การสร้างฟังก์ชันพื้นที่ศึกษา.....	18
ภาพที่ 3.5 ค่าการสะท้อนพื้นผิวเชิงห้วงเวลา.....	18
ภาพที่ 3.6 การรวมพื้นที่ศึกษาให้เป็นคลาสเดียวกัน.....	19
ภาพที่ 3.7 แสดงผลลัพธ์การ classifier.....	19
ภาพที่ 3.8 การรวมพื้นที่ศึกษากับพื้นที่ตรวจสอบความถูกต้อง.....	20
ภาพที่ 3.9 การวิเคราะห์เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (a) Random Forest, (b) Support Vector Machines, (c) Decision Tree, (d) Minimum Distance Classifier.....	20
ภาพที่ 3.10 การสร้างฟังก์ชันกำหนดพื้นที่สวนผลไม้.....	21
ภาพที่ 3.11 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนพฤศจิกายน.....	21
ภาพที่ 3.12 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนธันวาคม.....	22
ภาพที่ 3.13 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนมกราคม.....	22
ภาพที่ 3.14 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนกุมภาพันธ์.....	23
ภาพที่ 3.15 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนมีนาคม.....	23
ภาพที่ 3.16 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนเมษายน.....	24
ภาพที่ 4.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการเรียนรู้อัลกอริทึม.....	26

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest).....	28
ภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine).....	29
ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree).....	31
ภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงผลการจำแนกอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier).....	33
ภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงพื้นที่ตัวอย่างออกภาคสนาม.....	35



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นเมืองมหัศจรรย์แห่งผลไม้ เพราะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยผลไม้หลากหลายชนิด ทั้งทุเรียน ลำไย สับปะรดห้วยมุ่น ฯลฯ โดยผลไม้ที่สร้างชื่อเสียงมากที่สุดคือ ทุเรียนพันธุ์หลงลับแล และหลินลับแล ซึ่งมีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ที่อำเภอลับแลและอำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ มีผลผลิตเข้าสู่ตลาดประมาณเดือนเมษายน-สิงหาคมของทุกปี ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ของผลไม้แบบผสม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกและดัชนีพืชพรรณของผลไม้แบบผสม ในแต่ละเดือนที่มีการเก็บเกี่ยวและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ดัชนีพืชพรรณเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกัน ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เป็นการนำค่าของความแตกต่างของการสะท้อนระหว่างคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นตามองเห็นมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะการกระจายแบบปกติที่ทำให้ค่า NDVI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งจะทำให้แปลผลได้ง่ายขึ้น กรณีที่มีการสะท้อนช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดสูงกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นเป็นสีแดงทำให้ NDVI มีค่าเป็นบวก ส่วนในกรณีที่พื้นผิวดินจะมีค่าการสะท้อนระหว่างสองช่วงคลื่นใกล้เคียงกันทำให้ค่า NDVI มีค่าที่ใกล้เคียงกันกับ 0 ทำให้พื้นผิวดินจะมีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้กับอินฟราเรดที่ต่ำกว่าช่วงคลื่นตามองเห็นเป็นสีแดง ทำให้ NDVI ที่ค่าที่ติดลบ ทั้งนี้ค่าปกติจะอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.7 เพียงเท่านั้น

สวนผลไม้เมืองลับแล ตั้งอยู่บนภูเขาสูงประมาณ 450 เมตร จากระดับน้ำทะเล อุดมสมบูรณ์ด้วยแร่ธาตุอาหาร เหมาะกับการปลูกผลไม้แบบผสม ปัจจุบันการปลูกทุเรียนหลงลับแล ทุเรียนหลินลับแล ทุเรียนหมอนทอง เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในพื้นที่อำเภอลับแล และยังมีผลไม้ชนิดอื่นอีกหลากหลาย เช่น ลำไย ลำยาลางสาด มะไฟ สับปะรดห้วยมุ่น ฯลฯ ส่วนเอกลักษณ์และจุดเด่นของทุเรียนเมืองลับแล คือ เนื้อทุเรียนมีลักษณะละเอียดแน่น ไม่เละจนเกินไป สีเหลืองทอง รสชาติหวานและหอม เป็นที่ต้องการของตลาดและเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวในพื้นที่ เป็นการสร้างรายได้ให้กับประชาชนให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

Code: <https://code.earthengine.google.com/896e0199ba470c970f224b5b13fc2311>

All rights reserved

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. การประยุกต์ใช้ Google earth engine เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกพื้นที่ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ให้ออกมามีความแม่นยำมากที่สุด
2. เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 แบบหลายช่วงเวลา

1.3 คำถามงานวิจัย

1. วิธีการจำแนกพื้นที่ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ การจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการจำแนกพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์
2. ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

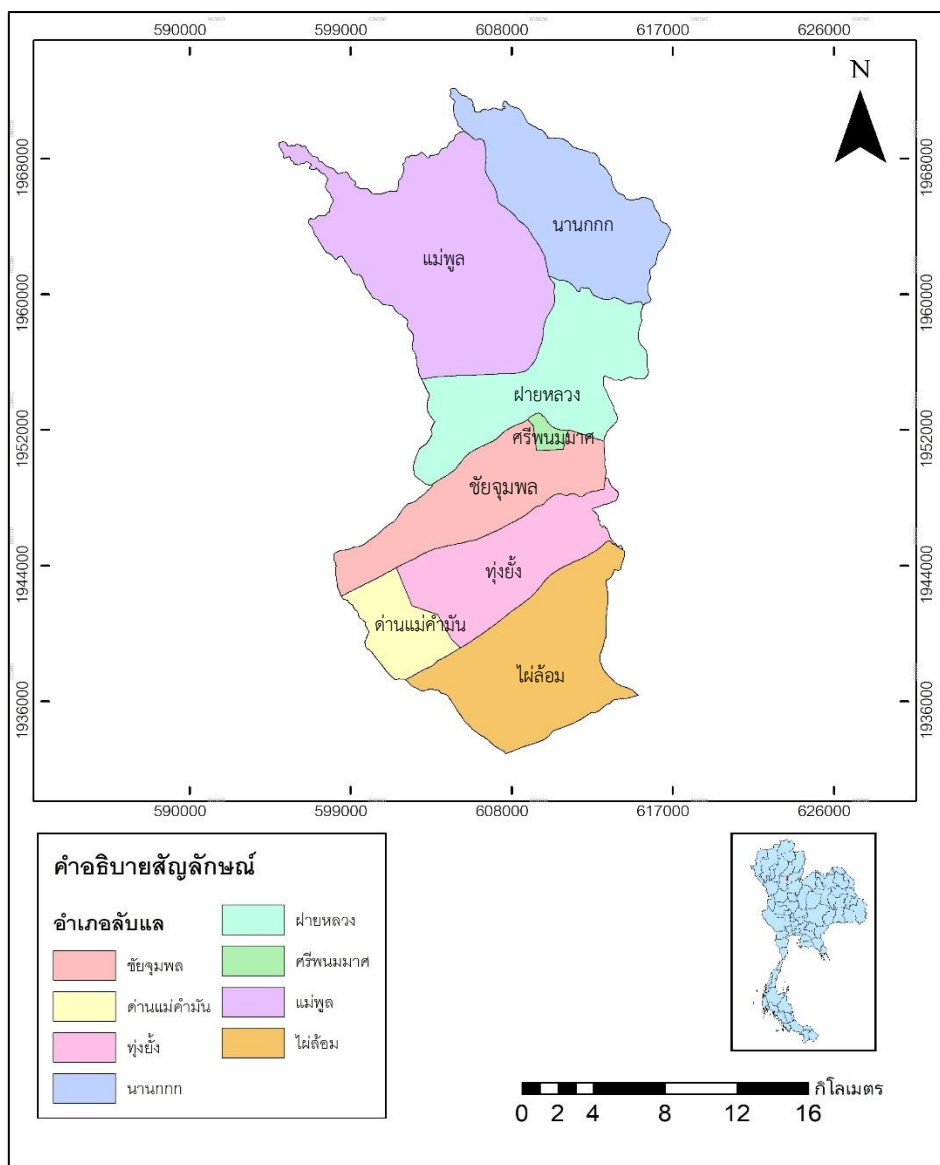
สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมด้วย Google earth engine มาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และประเมินความอุดมสมบูรณ์ ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในการนำไปจัดการพื้นที่การเกษตรและป่าไม้ของพื้นที่ศึกษาต่อไป

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

อำเภอลับแล อยู่ห่างจากตัวเมืองประมาณ 10 กิโลเมตร ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย มีอาณาเขตการปกครองข้างเคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ:** ติดกับอำเภอเด่นชัย (จังหวัดแพร่)
- ทิศตะวันออก:** ติดกับอำเภอเมืองอุตรดิตถ์
- ทิศใต้:** ติดกับอำเภอตรอน และอำเภอศรีสัชชนาลัย (จังหวัดสุโขทัย)
- ทิศตะวันตก:** ติดกับอำเภอศรีสัชชนาลัย (จังหวัดสุโขทัย)



ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1.5.2 ขอบเขตด้านเวลา

1. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมของระบบการเรียนรู้ในการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2566 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

2. การติดตามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมแบบอนุกรมเวลา ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ตลอดช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2566 ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บนเว็บไซต์ Google earth engine สามารถเข้าเว็บไซต์ได้จาก <https://earthengine.google.com/> โดยทำการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2566 เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและวิเคราะห์พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) การศึกษาพื้นที่ของทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของโลก โดยใช้เครื่องมือวัดเช่น กล้องถ่ายภาพ หรือภาพถ่ายดาวเทียม จากการแสดงข้อมูลพลังงานด้วยระบบบันทึกสัญญาณจากเครื่องมือ การสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุ และการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุที่สามารถมองเห็นเป็นวงกว้าง

การจำแนกข้อมูล (Classification) เป็นการจัดประเภทของข้อมูลตามลักษณะในการจำแนกข้อมูลเป็นมาตรฐานเดียวกันสามารถเปรียบเทียบชนิดของข้อมูล และเป็นไปตามมาตรฐานสากล

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตามลักษณะทางเศรษฐกิจและกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย พื้นที่การเกษตร การทำอุตสาหกรรม หรือพื้นที่เบ็ดเตล็ด

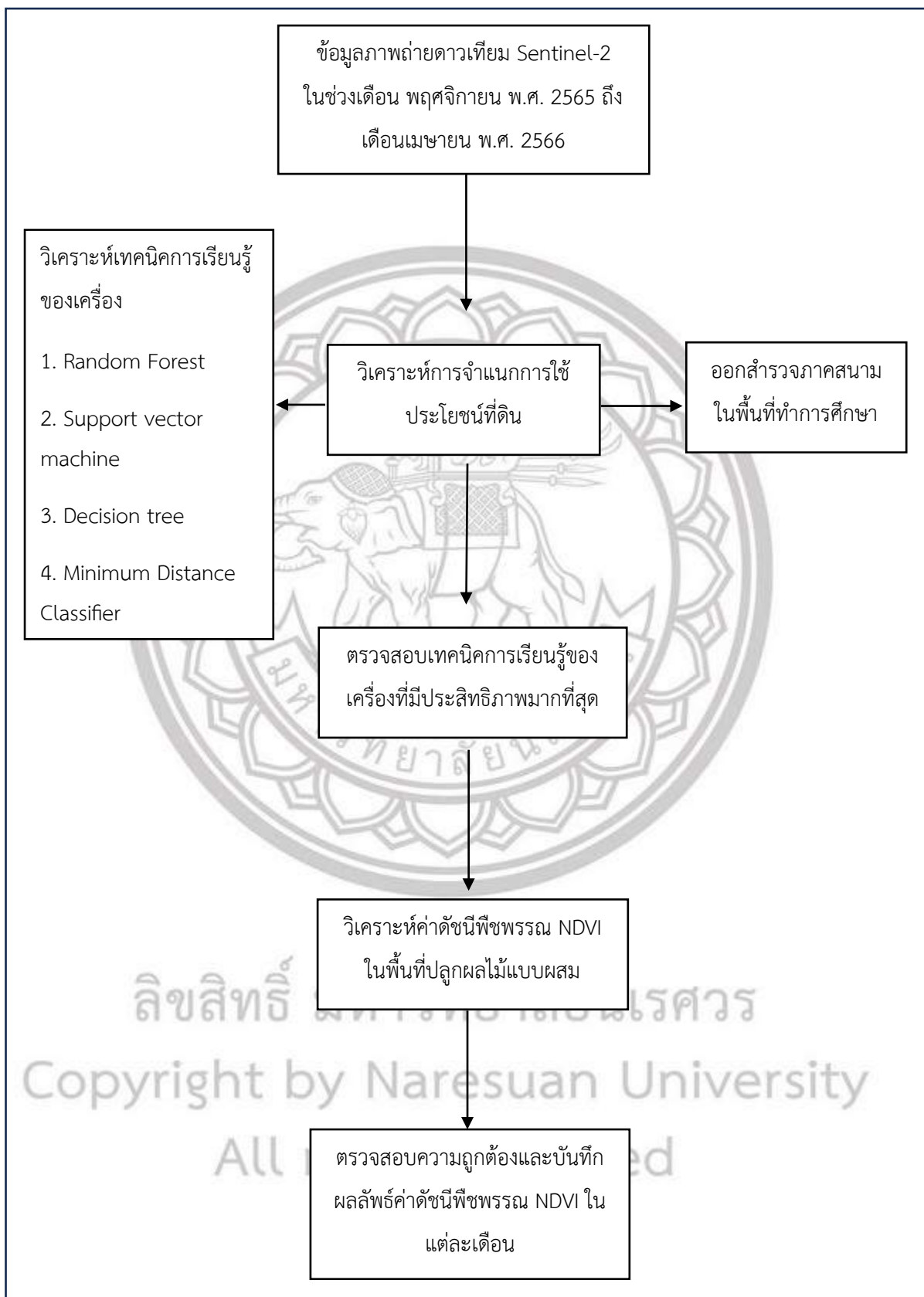
การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เป็นการจำลองทางคอมพิวเตอร์ในกระบวนการเรียนรู้ซึ่งได้จากความรู้ของข้อมูลหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างแม่นยำ โดยการสร้างอัลกอริทึมในการป้อนข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ของข้อมูล และการประยุกต์ใช้ความรู้ในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Sentinel-2 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ (Earth Observation) ดำเนินการภายใต้การดูแลของ European Space Agency (ESA) ซึ่งในปัจจุบันดาวเทียม Sentinel-2 มีทั้งหมด 2 ดาวเทียมได้แก่ Sentinel-2A และ Sentinel-2B โดยดาวเทียมโคจรอยู่ที่ความสูง 785 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลก

อัลกอริทึม (Algorithm) กระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถอธิบายขั้นตอนได้อย่างชัดเจน หรือลำดับการประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถมองเห็นขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น

การปลูกผลไม้แบบผสม (Mixed fruit) การปลูกผลไม้หลากหลายชนิดในพื้นที่ เพื่อลดความเสี่ยงจากการแปรปรวนของสภาพอากาศ การเกิดโรคระบาดหรือศัตรูพืช และความผันแปรของราคาผลผลิต

1.8 กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ทางผู้วิจัยได้ทำการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดการรับรู้จากระยะไกล

2.1.2 แนวคิดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง

2.1.4 แนวคิดอัลกอริทึม

2.1.5 แนวคิดการตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.6 แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ

2.1.7 แนวคิดเกี่ยวกับการปลูกผลไม้แบบผสม

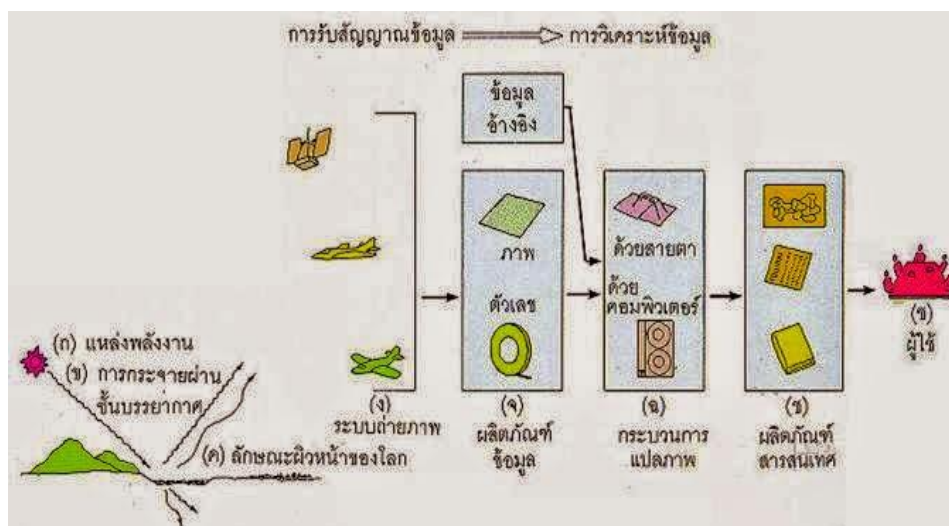
2.1.8 แนวคิดของ Google Earth Engine

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดการรับรู้จากระยะไกล

การรับรู้จากระยะไกลเป็นการใช้ดาวเทียมในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของโลก โดยใช้ดาวเทียมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ผ่านกระบวนการบันทึก การตรวจวัด ซึ่งผ่านการแผ่รังสีความร้อนหรือการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลขที่แสดงในรูปแบบของพลังงานระบบบันทึกสัญญาณที่ไม่ได้สัมผัสวัตถุ นอกจากนี้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในการสำรวจทรัพยากร เพื่อบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล การตรวจวัดข้อมูลจากระยะไกล และระบบสัมผัสจากระยะไกล ส่วนเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การตรวจวัดด้วยสายตาและการวิเคราะห์ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เป็นหลัก



ภาพที่ 2.1 กระบวนการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล
ที่มา: Lillesand and Kiefer (2543)

2.1.2 แนวคิดการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจัดสรรทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อการแบ่งหรือการจัดกลุ่มให้กับสภาพพื้นที่ในบริเวณนั้นๆ ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลักษณะภูมิอากาศ วัฒนธรรม การตั้งถิ่นฐาน และขนบธรรมเนียมประเพณี โดยให้ความสำคัญกับพื้นที่คล้ายคลึงกันหรือการสะท้อนของรังสีในเชิงคลื่นเดียวกัน เพื่อเป็นตัวชี้วัดในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

2.1.3 แนวคิดการเรียนรู้ของเครื่อง

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองอัตโนมัติ ในด้านการใช้เทคโนโลยีด้าน AI (artificial intelligence) สามารถเรียนรู้กับชุดข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก รวมไปถึงสามารถระบุการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ และนำไปสู่การพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง ระบบการตัดสินใจจากการทำงานที่ผ่านมาจนสามารถสร้างผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือได้อย่างสม่ำเสมอ การเพิ่มความสามารถทางด้านเทคโนโลยีในการประมวลผลที่มีต้นทุนต่ำลงและการจัดเก็บข้อมูลที่ประหยัดแต่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และการวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติในการสร้างแบบจำลอง (Model) เพื่อเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจ ตัวอย่างเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

1. Random Forest เป็นข้อมูลโมเดลที่เรียกว่า Ensemble learning ที่มีหลักการการทำงานคือการแบ่งโมเดลที่เหมือนกันของข้อมูลให้มีจำนวนมากบนข้อมูลชุดเดียวกัน โดยทำการแบ่งข้อมูลในแต่ละชุดแล้วทำการเลือกส่วนของข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน และตัดสินใจเลือกชุดข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งการตัดสินใจจำนวนมากที่มีความแม่นยำมากกว่าการพึ่งพาการตัดสินใจจากข้อมูลแหล่งเดียว

2. Support Vector Machines (SVM) เป็นการทำงานแบบยืดหยุ่นแต่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะข้อมูลที่มีความหลากหลายและมีความซับซ้อนในปริมาณของจำนวน ซึ่งมีการจำแนกชนิดของข้อมูล 2 แบบคือ ข้อมูลทางด้านซ้ายและข้อมูลทางด้านขวา ในการหาเส้นแบ่งการตัดสินใจที่เป็นเส้นทึบ ให้เกิดขึ้นระหว่างเส้นทางด้านซ้ายและเส้นทางด้านขวา โดยมีเงื่อนไขของเส้นที่มีความกว้างมากที่สุดเป็นการตัดสินใจ

3. Decision Tree เป็นต้นไม้ตัดสินใจคือ การจำลองวิธีการตัดสินใจของมนุษย์ โดยการจำแยกโจทย์เป็นจำนวนย่อย เพื่อการตัดสินใจที่ง่ายยิ่งขึ้นหรือการนำปัจจัยที่เกี่ยวกับการตัดสินใจหลักทำการเลือกใหม่เป็นโจทย์ย่อยและเป็นโจทย์หลักในการตัดสินใจ เพราะมีลักษณะเหมือนการแตกกิ่งของต้นไม้

4. Minimum Distance Classifier คือการจำแนกโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าความสว่าง (Digital Number) ของแต่ละจุดภาพให้มีความห่างน้อยจากค่าเฉลี่ย ซึ่งจุดภาพไม่ถูกจำแนกเป็นข้อมูล เพื่อการคำนวณหาเส้นทางในการจำแนกข้อมูลที่น้อยที่สุด เพื่อการจำแนกจุดภาพให้มีค่าสะท้อนของคลื่นที่ใกล้เคียงกันและข้อมูลที่มีค่าแปรปรวนข้อมูลสูงไม่เป็นที่นิยมในการจำแนกข้อมูล

2.1.4 แนวคิดอัลกอริทึม

อัลกอริทึม (Algorithm) คือกระบวนการทำงานที่มีลำดับขั้นตอนในการทำงานที่ชัดเจนและการแสดงผลลัพธ์ที่ถูกต้อง โดยการเขียนโปรแกรมอัลกอริทึมการจดลำดับวิธีการแก้ปัญหาหรือการจัดเรียงความคิดให้เป็นขั้นตอนในการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหาในการเขียนโปรแกรมให้สอดคล้องกับวิธีการทำงานที่ได้กำหนดไว้ การแสดงลำดับการทำงานตามคุณสมบัติด้านการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกนำไปเป็นการจัดเรียงคำสั่งให้กับคอมพิวเตอร์ในการทำงานด้วยภาษาที่เหมาะสม เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามอัลกอริทึมที่ได้กำหนดไว้ และการเขียนอัลกอริทึมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

2.1.5 แนวคิดการตรวจสอบความถูกต้อง

การตรวจสอบความถูกต้องของพื้นที่ทำการศึกษาหรือการประเมินความถูกต้องในการตรวจสอบตำแหน่งของข้อมูลระยะไกล เพื่อแสดงผลลัพธ์ให้มีความถูกต้องมากที่สุดสอดคล้องกับข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและการประมวลผลภาพเชิงพื้นที่ การหาข้อผิดพลาดแล้วทำการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความถูกต้องที่สนใจประกอบไปด้วยค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's Accuracy) และค่าสถิติแคปปา (Kappa Statistics)

1. ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เป็นการแสดงจำนวนจุดภาพที่ผ่านการจำแนกอย่างถูกต้อง ต่อผลรวมจำนวนจุดภาพที่ถูกนำมาจำแนกในแต่ละประเภทและคำนวณออกมาเป็นจำนวนร้อยละ โดยไม่คำนึงถึงความผิดพลาด

2. ค่าความถูกต้องของผู้ผลิต (Producer's Accuracy) เป็นการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดกลุ่มที่ไม่เข้ากันหรือความผิดพลาดของข้อมูลที่ถูกจำแนกหายไป โดยพิจารณาจากการรวมจุดที่ถูกต้องในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมบนพื้นที่หารด้วยจำนวนของจุดตัวอย่างที่ใช้เป็นข้อมูล

3. ค่าความถูกต้องของผู้ใช้ (User's Accuracy) เป็นการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของการจัดเข้ากลุ่ม หรือหาความผิดพลาดของข้อมูลที่ถูกจำแนกเกินออกมา โดยพิจารณาจากจุดรวมที่ถูกต้องของแต่ละประเภทในการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมบนพื้นที่หารด้วยจำนวนจุดที่ทำการจำแนกเป็นข้อมูลจริง

4. ค่าสถิติแคปปา (Kappa Statistics) เป็นการประเมินความแม่นยำ โดยอธิบายถึงค่าความผิดพลาดของชุดข้อมูลการเปรียบเทียบระหว่างค่าความผิดพลาดของชุดข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทกับความผิดพลาดของชุดข้อมูลที่ทำกรสุ่มตัวอย่างมาทั้งหมด ซึ่งแสดงเป็นดัชนีเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องที่อาจเกิดขึ้นได้จากสมการ

2.1.6 แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ

ดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index; NDVI) เป็นตัวกำหนดถึงพื้นที่ภัยแล้งที่ได้มาจากการคำนวณค่าความแตกต่างจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยธรรมชาติของพืชมีคลื่นแสงหรือคลื่นแม่เหล็กที่ถูกปล่อยออกมาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ดาวเทียมแยกแยะสิ่งต่างๆที่อยู่บนพื้นโลกได้อย่างชัดเจน เมื่อคลื่นได้กระทบกับพืชทำให้เกิดคลื่นที่ตาสามารถมองเห็นได้ โดยเฉพาะกับช่วงคลื่นสีแดงสีแดงและสีน้ำเงิน ซึ่งพืชที่สมบูรณ์มีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดสูงกว่าคลื่นสีแดง และสำหรับพืชที่ไม่สมบูรณ์มีค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดที่ใกล้เคียงหรือต่ำกว่าช่วงคลื่นสีแดง

Copyright by Naresuan University

2.1.7 แนวคิดเกี่ยวกับการปลูกผลไม้แบบผสม

เป็นการแบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการจัดการดินและน้ำให้เพียงพอับความต้องการของพืช เพื่อสร้างระบบนิเวศที่ดีสำหรับความมั่นคงในการทำเกษตรกรรม และสามารถขยายธุรกิจการเกษตรอย่างยั่งยืน จากการผสมผสานในการปลูกพืชหลากหลายชนิด ซึ่งพื้นที่ทำการศึกษาค้นคว้าได้ทำการปลูกผลไม้แบบผสมเป็นหลักอยู่ 3 ชนิดดังนี้

1.ทุเรียน (Durian); ชื่อวิทยาศาสตร์ (Durio Zibethinus Murray) เป็นพืชวงศ์ Bombacaceae ลักษณะของลำต้นสูง 25-50 เมตรขึ้นอยู่กับชนิด เป็นพืชสกุลไม้พื้นเมืองของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีรสชาติที่หวาน มีกลิ่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว และเป็นราชาของผลไม้ อุดมด้วยสารอาหารหลากหลายชนิด ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกรับประทานได้ตามความพึงพอใจแม้ว่าจะมีราคาที่สูงมาก

ลักษณะทั่วไป

ใบ ทุเรียนเป็นไม้ผลยืนต้น มีลักษณะที่ไม้ที่การผลัดใบ ทรงพุ่มแผ่กว้าง ใบเป็นใบเดี่ยวยาว 8-20 เซนติเมตร กว้าง 4-6 เซนติเมตร เป็นพืชใบเลี้ยงคู่มีปลายใบแหลม และมีก้านใบเป็นสีน้ำตาลบนในสีเขียวแก่ถึงเข้ม ส่วนด้านใต้ใบเป็นสีน้ำตาล เส้นใบของทุเรียนมีลักษณะเป็นร่างแห

ราก ทุเรียนมีรากใช้สำหรับหาอาหารบริเวณผิวดินจนถึงระดับ 50 เซนติเมตร มีรากพิเศษที่เกิดจากโคนต้นขึ้นตามผิวดิน มีลักษณะแตกออกมาเป็นดินตะขาบ ส่วนรากแก้วของทุเรียนทำหน้าที่ยึดลำต้น แต่มีรากแตกออกจากรากพิเศษที่ลึกลงไปในดินทำหน้าที่คล้ายรากแก้วและสามารถหาอาหารได้ถึงระดับน้ำใต้ดิน

ดอก ดอกของทุเรียนมีลักษณะคล้ายระฆัง ประกอบไปด้วย กลีบเลี้ยงอยู่ชั้นนอกสุดทำหน้าที่หุ้มกลีบดอกไว้ เมื่อดอกเริ่มบานสามารถมองเห็นกลีบเลี้ยง 2-3 ในส่วนกลีบดอกเป็นสีขาวนวลจำนวน 5 กลีบ มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย ซึ่งออกดอกเป็นช่อละประมาณ 1-30 ดอก

ผล มีลักษณะเป็นหนามแหลมคม เปลือกหนา ส่วนทุเรียนแต่ละลูกมีลักษณะแบ่งเป็นพูขึ้นอยู่กับเนื้อของทุเรียนและเมล็ดที่อยู่ภายใน โดยมีสีของเนื้อทุเรียนเป็นสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองเข้มขึ้นอยู่กับพันธุ์ของทุเรียนและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.ลองกอง (Longkong); ชื่อวิทยาศาสตร์ (Lansium domesticum Corres) เป็นพืชวงศ์ Meliaceae เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนที่มีความชื้นสูง มีลักษณะลำต้นเป็นรูปกรวยมน เปลือกมีสีน้ำตาลอมเขียว มีรอยแตกเป็นสีขาวและมีลายจุดสีน้ำตาลอยู่บริเวณลำต้น

ลักษณะทั่วไป

ใบ เป็นไม้ผลใบเลี้ยงคู่ ประกอบด้วยก้านใบหลุดที่มีลักษณะแตกต่างจากส่วนปลายกิ่งก้าน ในแต่ละใบมีการแตกใบย่อย 6-8 ใบ เรียงสลับข้างกัน ซึ่งลักษณะใบเรียวยาวเป็นรูปไข่ปลายแหลม แผ่นใบมีเส้นเป็นร่อง เนื้อใบหนาและเหนียว

ราก ต้นของลองกองเติบโตด้วยระบบรากแก้วและรากแขนง ซึ่งมีรากฝอยอยู่บริเวณผิวดินของลำต้น โดยมีลักษณะที่หนาแน่นประมาณ 3-5 เมตรของรอบโคนลำต้น

ดอก มีลักษณะเป็นตาดอกออกตามบริเวณลำต้นและตามกิ่งก้าน ระยะแรกเป็นตุ่มแข็งสีน้ำตาลอมเขียว และแต่ละก้านดอกเรียงสลับกัน ซึ่งดอกย่อยไม่มีก้านดอกมีกลีบดอกเหมือนพู่ไม่แยกออกจากกัน โดยมีสีเขียวอ่อนจนไปถึงสีเขียวอมเหลือง

ผล มีลักษณะเป็นรังไข่จากดอกกลองกึ่งที่แบ่งเป็นแต่ละผล ในจำนวนหนึ่งผลมีลักษณะเป็นทรงกลมบนข้อผล เมื่อดอกกลองเติบโตยังไม่เต็มที่ที่มีสีเป็นสีเขียวเข้ม ส่วนดอกกลองที่สุกแล้วมีลักษณะผลเป็นสีเหลืองอ่อน และมีเปลือกที่หนา

3.กลางสาด (Langsat); ชื่อวิทยาศาสตร์ (Lansium parasiticum) เป็นพืชวงศ์ Meliaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีขนาดของลำต้นตรงสูงประมาณ 5-10 เมตร มีลักษณะการแตกกิ่งเป็นมุมแหลมกระจายตามกิ่ง บริเวณกลางลำต้นขึ้นไป ส่วนผิวของลำต้นชั้นนอกมีสีเทาและขรุขระ ซึ่งเป็นต้นไม้ที่ชอบอากาศชื้นสูง

ลักษณะทั่วไป

ใบ มีลักษณะเป็นรูปไข่ทรงรีโค้งมน มีปลายใบเรียวแหลมและขอบใบเรียบ ซึ่งมีสีเขียวเข้มส่วนด้านล่างมีลักษณะเส้นใบนูนเด่น

ราก ต้นกลางสาดมีรากกระจายอยู่เป็นจำนวนมากในบริเวณโคนลำต้นในระดับความลึก 15 เซนติเมตรใต้ผิวดิน ซึ่งช่วยในการยึดหน้าดินเวลาฝนตกและระบบรากของกลางสาดช่วยซับน้ำดิบเล็กน้อย

ดอก มีการออกดอกเป็นช่อสีขาวนวล ส่วนมากเกิดขึ้นตามลำต้นและกิ่งก้าน มีลักษณะของดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีการออกดอกเป็นช่อประกอบด้วย ดอกย่อยมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 กลีบเชื่อมติดกัน กลีบดอกสีนวลหรือสีขมน้ำตาล 5 กลีบ และกลีบด้านในขนาดเล็กกว่า 3 กลีบด้านนอก

ผล มีลักษณะทรงกลมรีเปลือกด้านนอกค่อนข้างบาง มีผิวละเอียดและผลอ่อนนุ่ม ส่วนรสชาติออกหวานหรือเปรี้ยวเล็กน้อย เมื่อกินเปลือกในส่วนด้านในของผลมีลักษณะเป็นยางสีขาวขุ่นและเหนียว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.1.8 แนวคิดของ Google Earth Engine

Google Earth Engine เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมบน Cloud สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้หลากหลายจากภาพถ่ายดาวเทียม ได้แก่ Sentinel, Landsat, MODIS เป็นการทำงานบนเครื่องมือประสิทธิภาพสูงในการติดตามสภาพแวดล้อมสำหรับนักภูมิศาสตร์ สามารถตรวจสอบข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากชุดข้อมูลการตรวจสอบระยะไกลกว่า 600 ชุดอย่างรวดเร็ว ช่วยให้เรียนรู้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ การเข้าถึงพื้นที่ป่าหรือพื้นที่แหล่งน้ำ และการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่การทำงานเกษตรกรรม โดยศึกษาการวิเคราะห์บนแผนที่ประกอบไปด้วย การศึกษาขอบเขตพื้นที่ สภาพอากาศ

ปริมาณน้ำฝน และพื้นที่ที่ถูกล้างน้ำท่วม การประมวลผลชุดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมขนาดใหญ่เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ การใช้งานสามารถทำงานบนระบบ Code Editor ซึ่งใช้ JavaScript ในการเรียกใช้ข้อมูลหรือ Explorer ที่เป็นการค้นหาพื้นที่ที่สนใจแล้วนำมาแสดงผลที่แบนด์วิดท์บนแผนที่และไม่จำเป็นสำหรับการเขียนโค้ด โดยมีการพัฒนาระบบการทำงานทางภูมิศาสตร์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงและสะดวกสำหรับการทำงาน

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกวรรณ ย้อยญาติ (2565) เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ปลูกอ้อยจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 9 ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยมีวิธีการทั้งหมด 4 วิธีการ ได้แก่ 1. Support Vector Machine (SVM) 2. Maximum Likelihood 3. Random Trees และ 4. K-Nearest Neighbor (KNN) เพื่อนำวิธีการที่ถูกต้องมากที่สุดไปใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกอ้อยแบบหลายช่วงเวลา ผลการศึกษาทั้ง 4 วิธีการมีค่าเท่ากับ 80.34 %, 60.33 %, 60.83% และ 70.43% ตามลำดับ ส่วนค่าสถิติแคปปามีค่าเท่ากับ 72.93%, 51.72 %, 45.91% และ 59.77% ตามลำดับ ซึ่งจากผลการตรวจสอบความถูกต้องพบว่าวิธีการ Support Vector Machine (SVM) เป็นวิธีการที่ดีที่สุด เพื่อทำการวิเคราะห์และติดตามผลผลิตของพื้นที่ปลูกอ้อยแบบหลายช่วงเวลา ในระหว่างช่วงฤดูแล้งในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2565 พบว่าขนาดพื้นที่การปลูกอ้อยมีจำนวนลดลง เพราะมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเข้าสู่โรงงานเพื่อนำไปแปรรูป โดยงานวิจัยชิ้นนี้เป็น การนำเทคนิคด้านการเรียนรู้ของเครื่องมาใช้งานด้านการรับรู้ระยะไกล

กัญชกะ โลกวิบูล (2563) เป็นการศึกษาเชิงภูมิศาสตร์เทคนิค เพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพและวิธีการจำแนกเชิงวัตถุ และเพื่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมระบบการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดนครนายก จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 แบบอนุกรมเวลา จากการพิจารณาจากค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) ค่าสถิติแคปปา (Kappa statistics) ค่าสถิติทดสอบซี (Z-test statistics) ค่าความแม่นยำผู้ผลิต (Producer's accuracy) และค่าความแม่นยำผู้ใช้ (User's accuracy) ที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Accuracy assessment) ในการใช้ซอฟต์แวร์บน Google Earth Engine โดยมีค่าความถูกต้องรวมร้อยละ 95.58 และค่าสถิติแคปปาเท่ากับ 0.94

วัชระ ดอนลาว และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข (2563) เพื่อการศึกษาการประยุกต์ใช้งาน Google Earth Engine ในการสกัดข้อมูลพื้นที่จากแหล่งน้ำด้วยภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่แหล่งน้ำในประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 ด้วยข้อมูลภาพถ่าย Landsat 8 ในการจำแนกพื้นที่แหล่งน้ำ โดยอาศัยการพิจารณาพื้นที่แหล่งน้ำจากค่าขีดแบ่งจากการสุ่มจุดตัวอย่างจากพื้นที่แหล่งน้ำ พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่แหล่งน้ำในช่วงปี พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 เท่ากับ 15,434.28, 13,706.93, 9,634.60, 13,890.91 และ 14,924.75 ตารางกิโลเมตร และ 17,144.93, 10,188.76, 12,800.49, 9,951.64 และ 11,037.56 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

พงศ์พันธุ์ จันทะคัต และคณะ (2564) การเฝ้าติดตามและการประเมินความเสียหายจากภัยธรรมชาติ เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อการจัดการกับภัยธรรมชาติ โดยการประยุกต์ใช้ Google Earth Engine โดยการวิเคราะห์จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1, Synthetic Aperture Radar (SAR) และ Sentinel-2 เป็นการมุ่งเน้นการวิเคราะห์และประเมินภัยจากน้ำท่วมเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ในพื้นที่อำเภอปรางค์ชัย และอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา และไฟฟ้าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ในบริเวณเทือกเขา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ผลการตรวจสอบในการประเมินพื้นที่น้ำท่วม พบว่ามีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับร้อยละ 76.11 ในอำเภอปรางค์ชัย และ 73.34 ในอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา มีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.64 และ 0.63 ตามลำดับ สำหรับการประเมินความถูกต้องของพื้นที่เผาไหม้ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนเพียง 0.06 ตร.กม. หรือ 37.5 ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้เทคนิคในการเรียนรู้ของเครื่อง จากข้อมูลภาพถ่าย Sentinel-2 เพื่อตรวจสอบวิธีการที่ดีที่สุดในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน โดยมุ่งเน้นไปที่พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI) ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2566 โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

- 3.1 ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2
- 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษา
- 3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวม
- 3.4 วิธีการดำเนินงานและการเก็บข้อมูล
 - 3.4.1 วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน
 - 3.4.2 เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
 - 3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI)

3.1 ข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2

ดาวเทียม Sentinel-2 ประกอบด้วยดาวเทียม 2 ดวง ได้แก่ Sentinel-2A และ Sentinel-2B เปิดตัวเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2558 และวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ. 2560 โดยคณะกรรมการยุโรป (European Commission: EC) และองค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency : ESA) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อการสังเกตการณ์สิ่งปกคลุมบนพื้นผิวของโลก โดยดาวเทียม Sentinel-2 มีความละเอียดเชิงพื้นที่ตั้งแต่ 10 ถึง 60 เมตร ประกอบด้วย 13 แบนด์ ระหว่างช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็นได้ (Visible light) อินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared : NIR) และอินฟราเรดคลื่นสั้น (Short wave infrared : SWIR) มีการโคจรถ่ายภาพที่บริเวณเดิมทุก 10 วัน ซึ่งมีการประมวลผล (Processing Level) ผ่านการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (Radiometric correction) และความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต (Geometric correction) ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 ช่วงคลื่นข้อมูลดาวเทียม Sentinel-2

ช่วงคลื่น	ค่ากึ่งกลางช่วงคลื่น (ไมโครเมตร)	รายละเอียดจุดภาพ (เมตร)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.708	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

ที่มา: Satellite Imaging Corporation (2022)

จากตาราง 3.1 เป็นดาวเทียมในช่วงคลื่น (Optical remote sensing) มีจำนวนทั้งหมด 13 แบนด์ โดยมีการให้รายละเอียดภาพดังนี้ Coastal aerosol, Water vapour, SWIR – Cirrus รายละเอียดจุดภาพ 60 เมตร Blue, Green, Red, NIR รายละเอียดจุดภาพ 10 เมตร และ Vegetation Red Edge, SWIR รายละเอียดจุดภาพ 20 เมตร

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการศึกษา

- 1) Google Earth Engine โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
- 2) ArcMap 10.8 โปรแกรมทางสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 3) Excel โปรแกรมการคำนวณค่า (Office 2016)
- 4) มือถือ iPhone XR
- 5) Notebook Acer NITRO 5

3.3 ข้อมูลและการเก็บรวบรวม

3.3.1 ข้อมูลและแหล่งที่มา

ตาราง 3.2 ข้อมูลและแหล่งที่มาของข้อมูล

ลำดับ	เครื่องมือ	แหล่งที่มา
1.	ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2	https://earthengine.google.com/
2.	Sentinel-2 Applications	https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s2-applications
3.	ชุดข้อมูลการใช้ที่ดิน	https://tswc.idd.go.th/DownloadGIS/Index_Lu.html...

3.4 วิธีการดำเนินงานและการเก็บข้อมูล

3.4.1 วิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.4.1.1 เข้าสู่โปรแกรม Google Earth Engine ข้อมูลจาก <https://earthengine.google.com/> และกำหนดขอบเขตตำแหน่งพื้นที่ศึกษาและกรองขนาดภาพให้อยู่ในขอบเขตอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ จากนั้นสร้างฟังก์ชันในการจำกัดขอบภาพรบกวนจากเมฆบนภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ตัวอย่างดังภาพ 3.1

```

1 //1.กำหนด roi ดึงได้จากแผนที่ที่เก็บ
2 var roi = ee.Geometry.Point([100.014143, 17.702664]);
3 Map.centerObject(roi,10);
4
5
6 //2.กรองภาพ: ข้อมูลแผนที่พื้นที่ศึกษาจาก FAO
7 var roi = ee.FeatureCollection("FAO/GAUL/2015/level2")
8   .filterBounds(roi) //กรองเอาขอบเขตจังหวัดอุตรดิตถ์
9 Map.addLayer(roi, {}, 'อำเภอลับแล'); //แสดงผล shapefile ขอบเขตจังหวัด FAO
10 Map.centerObject(roi,10);
11
12 //สร้างฟังก์ชันที่ใช้ในการกำจัดความบกพร่องจากเมฆในภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยสร้างแมสก์ (mask)
13 function maskS2clouds(input) {
14   var qa = input.select('QA60');
15   var cloudBitMask = 1 << 10;
16   var cirrusBitMask = 1 << 11;
17   var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
18     .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
19   return input.updateMask(mask); //Cloud Masking
20 }

```

ภาพที่ 3.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา

3.4.1.2 การกรองข้อมูล Sentinel-2 โดยเลือกวันที่ 1 เดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2022 ถึง วันที่ 30 เดือนเมษายน ค.ศ. 2023 จากนั้นกำหนดเฉพาะแบนด์ที่ต้องการ และเลือกการแสดงผลสีของแผนที่ในการผสมสีแบนด์ เพื่อสะดวกต่อการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท ตัวอย่างดังภาพ 3.2

```

21
22 //3.กรองข้อมูล Sentinel-2 Level-2
23 var s2a = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
24     .filterBounds(roi)
25     .filterDate('2022-11-01', '2023-04-30') //กรองเฉพาะปี 2022-2023
26     .select('B1','B2','B3','B4','B5','B6','B7','B8','B8A','B9','B11','B12') //กรองแบนด์ที่ต้องการ
27     .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 10)); //กรองเมฆจาก metadata ให้เปิดดูรายละเอียด
28
29
30 //4.การแสดงผลแผนที่
31 var visualization1 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B8,B4,B3'}; //แสดงแบบสีผสมเท็จ
32 var visualization2 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B4,B3,B2'}; //แสดงแบบสีจริง
33 var visualization3 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B12,B8A,B4'}; //แสดงแบบอินฟราเรดคลื่นสั้น
34 var visualization4 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B11,B8,B2'}; //แสดงแบบเกษตรกรรม
35 var visualization5 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B12,B11,B2'}; //แสดงแบบธรณีวิทยา
36 var visualization6 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B4,B3,B1'}; //แสดงแบบบาธิเมตริก
37 var visualization7 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B8,B5,B4'}; //แสดงแบบแยกพื้นที่โล่งกับพื้นที่เกษตรกรรม
38 var visualization8 = {'min': 400, 'max': [4000,3000,3000], 'bands': 'B8,B11,B4'}; //แสดงแบบพื้นที่โล่ง
39
40 Map.addLayer(s2a, visualization1, 'Sentinel-2', false); // แสดงแผนที่โดยกำหนดให้ทำการซ่อนชั้นแผนที่
41 Map.centerObject(s2a,10); // ให้ศูนย์กลางแสดงผลอยู่ที่ข้อมูลแผนที่ ระดับการซูมอยู่ที่ 10
42
43
44
45

```

ภาพที่ 3.2 การแสดงผลสีของการผสมสีแบนด์

3.4.1.3 ทำการรวมภาพและตัดภาพด้วยขอบเขตอำเภอ จากนั้นทำการผสมสีแบนด์ เพื่อการจำแนกสีออกจากวัตถุ แสดงดังภาพ 3.3

```

42
43 //Step 4: การโมเสคและการตัดภาพ collection
44 //โมเสคภาพให้เป็นพื้นเดียว
45 var s2a_image = s2a.mosaic();
46 print(s2a_image, 'Layerstack Image 2022 Uttaradit, < 10% Cloud Cover');
47
48 //ตัดภาพด้วยขอบเขตอำเภอ
49 var s2a_clip = s2a_image.clip(roi);
50 print(s2a_clip, 'Layerstack Image 2023 Uttaradit clipped, < 10% Cloud Cover');
51
52 //เพิ่มผลลัพธ์ในแผนที่
53 Map.addLayer(s2a_clip, visualization1, 'false color=สีเท็จ');
54 Map.addLayer(s2a_clip, visualization2, 'true color=สีจริง');
55 Map.addLayer(s2a_clip, visualization3, 'Short-Wave Infrared=อินฟราเรดคลื่นสั้น');
56 Map.addLayer(s2a_clip, visualization4, 'Agriculture=เกษตรกรรม');
57 Map.addLayer(s2a_clip, visualization5, 'Geology=ธรณีวิทยา');
58 Map.addLayer(s2a_clip, visualization6, 'Bathymetric=บาธิเมตริก');
59 Map.addLayer(s2a_clip, visualization7, 'Baresoil or Agriculture =พื้นที่โล่งกับพื้นที่เกษตรกรรม');
60 Map.addLayer(s2a_clip, visualization8, 'Baresoil=พื้นที่โล่ง')
61

```

ภาพที่ 3.3 การตัดภาพด้วยขอบเขตอำเภอ

3.4.1.4 จากนั้นสร้างฟังก์ชัน var ของพื้นที่เมือง (tUrban) พื้นที่แหล่งน้ำ (tWater) พื้นที่ป่า (tForest) พื้นที่การเกษตร (tAgriculture) พื้นที่โล่ง (tBaresoil) และพื้นที่สวนผลไม้ (tOrchard) เพื่อวิเคราะห์จุดภาพที่ทำการศึกษา และสร้างฟังก์ชัน var ของพื้นที่เมือง (vUrban) พื้นที่แหล่งน้ำ (vWater) พื้นที่ป่า (vForest) พื้นที่การเกษตร (vAgriculture) พื้นที่โล่ง (vBaresoil) และพื้นที่สวนผลไม้ (vOrchard) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยเลือกจุดภาพแต่ละชนิด 40 จุดภาพ แสดงดังภาพ 3.4

```
Imports (17 entries)
▶ var tUrban: FeatureCollection (40 elements)
▶ var tWater: FeatureCollection (40 elements)
▶ var tForest: FeatureCollection (40 elements)
▶ var tAgriculture: FeatureCollection (40 elements)
▶ var tBaresoil: FeatureCollection (40 elements)
▶ var tOrchard: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vUrban: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vWater: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vForest: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vAgriculture: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vBaresoil: FeatureCollection (40 elements)
▶ var vOrchard: FeatureCollection (40 elements)
▶ var pol1: Polygon, 4 vertices
▶ var pol2: Polygon, 4 vertices
▶ var pol3: Polygon, 4 vertices
▶ var pol4: Polygon, 4 vertices
▶ var pol5: Polygon, 4 vertices
```

ภาพที่ 3.4 การสร้างฟังก์ชันพื้นที่ศึกษา

3.4.1.5 จากนั้นทำการสร้างข้อมูลเชิงห้วงเวลา เพื่อดูค่าของการสะท้อนพื้นผิวของแบนด์ 3, 4, 8 แสดงดังภาพ 3.5

```
62 //การทำชาร์ทข้อมูลเชิงห้วงเวลา
63 //สร้างชาร์ทเชิงห้วงเวลา time series จากข้อมูลค่าการสะท้อนพื้นผิวของแบนด์ 3, 4 และ 8
64 var chart = ui.Chart.image
65 .series({
66   imageCollection: s2a.select('B3','B4','B8'),
67   region: roi,
68   reducer: ee.Reducer.mean(),
69   scale: 200
70 })
71 .setOptions({
72   title: 'Mean Surface Reflectance Value by Date for Uttaradit',
73   hAxis: {title: 'เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
74   vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิว',titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
75 });
76
77 print(chart);
78
```

ภาพที่ 3.5 ค่าการสะท้อนพื้นผิวเชิงห้วงเวลา

3.4.1.6 ทำการรวมพื้นที่ศึกษาให้เป็นคลาสเดียวกัน และกำหนดให้เก็บลายเซ็นของคลื่นที่ได้สร้างไว้ทั้งหมด 12 แบนด์ คือ (B1, B2 ,B3, B4, B5, B6, B7, B8, B8A, B9 ,B11, B12) แล้วกำหนดขนาดเท่ากับ 40 จากนั้นทำการปรับพื้นที่ศึกษา (training) เพื่อไม่ให้จุดภาพเกิน 5,000 จุดภาพ แต่ถ้าเกิน 5,000 จุดภาพผลลัพธ์ของภาพที่แสดงยังคงเกิดขึ้น แต่ไม่สามารถทำขั้นตอนต่อไปได้ จากภาพได้พื้นที่ศึกษาทั้งหมด 4,373 จุดภาพ แสดงดังภาพ 3.6

```

80 // 6.รวม training เข้ามาเป็นคลาสเดียวกัน หลังจากรวมไว้ตรวจสอบดูแต่ละ features ว่ามี property เป็นดั่งที่ดั่งต้องการไหม
81 //Merge into one FeatureCollection and print details to console
82 var classNames = tUrban.merge(tWater).merge(tForest).merge(tAgriculture).merge(tBaresoil).merge(tOrchard);
83 print(classNames);
84
85 // 7. กำหนดให้เก็บลายเซ็นเชิงคลื่นตัวอย่างตาม training ที่ได้สร้างไว้ แล้วตรวจสอบการปรับ ดูตรง properties
86 // หากเกิน 5000 features มันจะไม่ปรับปรับ แต่ผลก็ยังมีอยู่ แต่ถ้าจะให้ปรับปรับด้วย ให้เก็บขนาดของ training area
87 //Extract training data from select bands of the image, print to console
88 var bands = ['B1', 'B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7', 'B8', 'B8A', 'B9', 'B11', 'B12'];
89 var training = s2a_clip.select(bands).sampleRegions({
90   collection: classNames,
91   properties: ['landcover'],
92   scale: 40
93 });
94 print(training);
95

```

ภาพที่ 3.6 การรวมพื้นที่ศึกษาให้เป็นคลาสเดียวกัน

3.4.1.7 ทำการ classifier ด้วยชุดข้อมูลที่ได้สร้างขึ้น และกำหนดวิธีการเรียนรู้ของเครื่องที่ตนเองสนใจไว้ จากนั้นทำการจำแนกด้วยชุดข้อมูล classifier เพื่อแสดงผลลัพธ์ในการจำแนกออกมาเป็นสี ได้แก่ พื้นที่เมืองเป็นสีแดง แหล่งน้ำเป็นสีน้ำเงิน พื้นที่ป่าเป็นสีเขียวเข้ม พื้นที่การเกษตรเป็นสีเหลือง พื้นที่โล่งเป็นสีเทา และพื้นที่สวนผลไม้เป็นสีม่วง แสดงดังภาพ 3.7

```

97 // 8. ทำการ train ตัว classifier ด้วยชุดฝึกเซล training ที่ได้ทำไว้
98 //Train classifier - e.g. cart, randomForest, svm
99 var classifier = ee.Classifier.smileRandomForest(100).train({
100   features: training,
101   classProperty: 'landcover',
102   inputProperties: bands
103 });
104
105 // 9. ทำการจำแนกด้วยตัว classifier
106 //Run the classification
107 var classified = s2a_clip.select(bands).classify(classifier);
108
109 // 10. แสดงผลการจำแนก
110 //Centre the map on your training data coverage
111 Map.centerObject(classNames, 12);
112 //Add the classification to the map view, specify colours for classes
113 Map.addLayer(classified,
114   {min: 0, max: 5, palette: ['red', 'blue', 'darkgreen', 'yellow', 'grey', 'purple']},
115   'classification'); // หากมีหลายคลาส สามารถเพิ่มค่าสีแต่ละคลาสของตนเองได้

```

ภาพที่ 3.7 แสดงผลลัพธ์การ classifier

3.4.1.8 ทำการรวมพื้นที่ตรวจสอบความถูกต้อง (validation) กับพื้นที่ศึกษา (training) เข้าด้วยกัน เพื่อสุ่มตัวอย่างผลลัพธ์ในการจำแนกข้อมูล ให้มีค่าตรงกับผลการจำแนกของข้อมูลพื้นที่ตรวจสอบความถูกต้องมากที่สุด เพื่อได้ค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) ที่มากยิ่งขึ้น และสามารถหาค่าสถิติแคปไปต่อไปได้ หรือค่าสถิติแคปไปอาจมีค่าความถูกต้องมากกว่า overall accuracy สามารถส่งผลลัพธ์ในรูปแบบไฟล์ TIFF ไปยัง Gmail ที่ได้ทำการเชื่อมกับ Google Earth Engine ได้เช่นกัน ตัวอย่างแสดงดังภาพ 3.8

```

117 // 12. ทำการรวม validation ที่ได้ทำไว้ในข้อ 10 ให้เป็นคลาสเดียวกัน
118 //Merge into one FeatureCollection
119 var valNames = vUrban.merge(vWater).merge(vForest).merge(vAgriculture).merge(vBaresoil).merge(vOrchard);
120
121 // 13. ทำไปหมอกโปรแกรมให้สุ่มตัวอย่างจากผลลัพธ์การจำแนก โดยใช้จุดหรือรูปปิดที่เราได้สร้าง validation นั้นเป็นพื้นที่สุ่ม
122 // แล้วสุ่มตัวอย่างไปสุ่มเพื่อมาตรวจดูผล จากนั้นให้เข้าไปดูตรง features ว่ามี properties ตามที่ต้องการไหม
123 // จะพบว่ามี 2 properties คือ classification กับ landcover ถ้าพบว่ามีค่าตรงกันแสดงว่าการจำแนกตรงกับข้อมูลตรวจสอบ
124 // หมายความว่า ดี หากตรงกันมาก ๆ ทุกจุดแสดงว่าดี จะได้ค่า overall accuracy ที่สูงตามมา
125 var validation = ee.FeatureCollection.sampleRegions({
126   collection: valNames,
127   properties: ['landcover'],
128   scale: 40,
129 });
130 print(validation);
131
132 // 14. เปรียบเทียบผลระหว่างจุดตรวจสอบกับผลการจำแนก ด้วยการแสดงตาราง error matrix ให้ปริ้นออกมา
133 // สามารถนำค่าที่ปริ้นออกมาไปคำนวณตาราง confusion matrix ในเอกเซลได้
134 // เพื่อหาค่า confusion ในแต่ละคลาส หาค่า Kappa ต่อไปได้หรือค่า แคปไปที่จะบอกความถูกต้องได้ดีกว่า overall accuracy
135 // Compare the landcover of your validation data against the classification result
136 var testAccuracy = validation.errorMatrix('landcover', 'classification');
137 //Print the error matrix to the console
138 print('Validation error matrix: ', testAccuracy); // ตรงนี้จะ error matrix ที่จะนำไปคำนวณในตารางต่อไปใน excel
139 //Print the overall accuracy to the console
140 print('Validation overall accuracy: ', testAccuracy.accuracy());
141
142 //7. ส่งออกผลลัพธ์ในรูปแบบ TIFF
143 // Export area as TIFF file
144 Export.image.toDrive({
145   image: classifier,
146   description: 'classification',
147   fileNamePrefix: 'classifier',
148   region: roi,
149   maxPixels: 1e10
150 });

```

ภาพที่ 3.8 การรวมพื้นที่ศึกษา กับพื้นที่ตรวจสอบความถูกต้อง

3.4.2 เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

3.4.2.1 ตัวอย่างเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ตัวอย่างแสดงดังภาพ 3.9

```

96
97 // 8. ทำการ train ตัว classifier ด้วยชุดฝึกหัด training ที่ได้ทำไว้
98 //Train classifier - e.g. cart, randomForest, svm
99 var classifier = ee.Classifier.smileRandomForest(100).train({
100   features: training,
101   classProperty: 'landcover',
102   inputProperties: bands
103 });

```

(a)

```

96
97 // 8. ทำการ train ตัว classifier ด้วยชุดฝึกหัด training ที่ได้ทำไว้
98 //Train classifier - e.g. cart, randomForest, svm
99 var classifier = ee.Classifier.libsvm().train({
100   features: training,
101   classProperty: 'landcover',
102   inputProperties: bands
103 });

```

(b)

```

96
97 // 8. ทำการ train ตัว classifier ด้วยชุดฝึกหัด training ที่ได้ทำไว้
98 //Train classifier - e.g. cart, randomForest, svm
99 var classifier = ee.Classifier.smileCart().train({
100   features: training,
101   classProperty: 'landcover',
102   inputProperties: bands
103 });

```

(c)

```

96
97 // 8. ทำการ train ตัว classifier ด้วยชุดฝึกหัด training ที่ได้ทำไว้
98 //Train classifier - e.g. cart, randomForest, svm
99 var classifier = ee.Classifier.minimumDistance().train({
100   features: training,
101   classProperty: 'landcover',
102   inputProperties: bands
103 });

```

(d)

ภาพที่ 3.9 การวิเคราะห์เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (a) Random Forest, (b) Support Vector Machines, (c) Decision Tree, (d) Minimum Distance Classifier

3.4.3 วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความแตกต่างพืชพรรณ (NDVI)

3.4.3.1 สร้างฟังก์ชัน var ens กำหนดให้ pol1 แทนค่าด้วยพื้นที่สวนผลไม้หมายเลขที่ 1 จนไปถึง pol5 แทนค่าด้วยพื้นที่สวนผลไม้หมายเลขที่ 5 โดยเรียงตามลำดับ การตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI จากแบนด์ 8 และ แบนด์ 4 ตัวอย่างดังภาพ 3.10

```

153
154 var ens = [
155   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
156   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
157   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
158   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
159   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'})
160 ];
161
162 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
163 print(roi)
164
165 // NDVI: B8 and B4
166 var addNDVI = function(image) {
167   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
168   return image.addBands(ndvi);
169 };

```

ภาพที่ 3.10 การสร้างฟังก์ชันกำหนดพื้นที่สวนผลไม้

3.4.3.2 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2022 ถึง วันที่ 30 เดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2022 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วันเดือนปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ให้มีความเข้าใจง่ายขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.11

```

171 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
172 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
173   .filter(ee.Filter.calendarRange(2022,2022,'year'))
174   .filter(ee.Filter.calendarRange(11,11,'month'))
175   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดลับแล
176   .map(addNDVI)
177
178
179 //Create a graph of the time-series.
180
181 var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
182   imageCollection: l5,
183   regions: roi,
184   band: 'NDVI',
185   reducer: ee.Reducer.mean(),
186   scale: 30,
187 })
188 .setOptions({
189   title: 'NDVI for Lablae in Uttaradit',
190   hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
191   vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
192 });
193 print(graph)

```

ภาพที่ 3.11 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนพฤศจิกายน

3.4.3.3 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนธันวาคม ค.ศ. 2022 ถึง วันที่ 30 เดือนธันวาคม ค.ศ. 2022 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วัน เดือน ปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ที่มีความเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.12

```

195 - var ens = [
196   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
197   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
198   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
199   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
200   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'})
201 ];
202
203 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
204 print(roi)
205
206 // NDVI: B8 and B4
207 - var addNDVI = function(image) {
208   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
209   return image.addBands(ndvi);
210 };
211
212 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
213 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
214   .filter(ee.Filter.calendarRange(2022,2022,'year'))
215   .filter(ee.Filter.calendarRange(12,12,'month'))
216   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดลัมเบล
217   .map(addNDVI)
218
219 //Create a graph of the time-series.
220
221 - var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
222   imageCollection: l5,
223   regions: roi,
224   band: 'NDVI',
225   reducer: ee.Reducer.mean(),
226   scale: 30,
227 })
228 .setOptions({
229   title: 'NDVI for Lablae in Uttaradit',
230   hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
231   vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI',titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
232 });
233 print(graph)
234
235

```

ภาพที่ 3.12 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนธันวาคม

3.4.3.4 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนมกราคม ค.ศ. 2023 ถึง วันที่ 30 เดือนมกราคม ค.ศ. 2023 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วัน เดือน ปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ที่มีความเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.13

```

236 - var ens = [
237   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
238   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
239   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
240   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
241   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'})
242 ];
243
244 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
245 print(roi)
246
247 // NDVI: B8 and B4
248 - var addNDVI = function(image) {
249   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
250   return image.addBands(ndvi);
251 };
252
253 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
254 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
255   .filter(ee.Filter.calendarRange(2023,2023,'year'))
256   .filter(ee.Filter.calendarRange(1,1,'month'))
257   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดลัมเบล
258   .map(addNDVI)
259
260 //Create a graph of the time-series.
261
262 - var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
263   imageCollection: l5,
264   regions: roi,
265   band: 'NDVI',
266   reducer: ee.Reducer.mean(),
267   scale: 30,
268 })
269 .setOptions({
270   title: 'NDVI for Lablae in Uttaradit',
271   hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
272   vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI',titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
273 });
274 print(graph)
275
276
277

```

ภาพที่ 3.13 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนมกราคม

3.4.3.5 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2023 ถึง วันที่ 28 เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2023 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วัน เดือน ปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ที่มีความเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.14

```

278
279 - var ens = [
280   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
281   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
282   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
283   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
284   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'}),
285 ];
286
287 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
288 print(roi)
289
290 // NDVI: B8 and B4
291 var addNDVI = function(image) {
292   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
293   return image.addBands(ndvi);
294 };
295
296 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
297 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
298   .filter(ee.Filter.calendarRange(2023,2023,'year'))
299   .filter(ee.Filter.calendarRange(2,2,'month'))
300   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดล้มแล
301   .map(addNDVI)
302
303
304 //Create a graph of the time-series.
305
306 - var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
307   imageCollection: l5,
308   regions: roi,
309   band: 'NDVI',
310   reducer: ee.Reducer.mean(),
311   scale: 30,
312 })
313   .setOptions({
314     title: 'NDVI for Lablae in Uttaradit',
315     hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
316     vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI',titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
317   });
318 print(graph)
319

```

ภาพที่ 3.14 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนกุมภาพันธ์

3.4.3.6 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนมีนาคม ค.ศ. 2023 ถึง วันที่ 30 เดือนมีนาคม ค.ศ. 2023 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วัน เดือน ปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ที่มีความเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.15

```

320
321 - var ens = [
322   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
323   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
324   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
325   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
326   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'}),
327 ];
328
329 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
330 print(roi)
331
332 // NDVI: B8 and B4
333 - var addNDVI = function(image) {
334   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
335   return image.addBands(ndvi);
336 };
337
338 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
339 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
340   .filter(ee.Filter.calendarRange(2023,2023,'year'))
341   .filter(ee.Filter.calendarRange(3,3,'month'))
342   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดล้มแล
343   .map(addNDVI)
344
345
346 //Create a graph of the time-series.
347
348 - var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
349   imageCollection: l5,
350   regions: roi,
351   band: 'NDVI',
352   reducer: ee.Reducer.mean(),
353   scale: 30,
354 })
355   .setOptions({
356     title: 'NDVI for Lablae in Uttaradit',
357     hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
358     vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI',titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
359   });
360 print(graph)
361

```

ภาพที่ 3.15 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนมีนาคม

3.4.3.7 จากนั้นกำหนดวันที่ 1 เดือนเมษายน ค.ศ. 2023 ถึง วันที่ 30 เดือนเมษายน ค.ศ. 2023 และสร้างกราฟโดยกำหนดให้แสดงค่าแบนด์ของดัชนีพืชพรรณ NDVI ให้มีขนาดเท่ากับ 30 และใส่วัน เดือน ปี กับค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI เพื่อเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละพื้นที่ที่มีความเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น ตัวอย่างดังภาพ 3.16

```

362
363 - var ens = [
364   ee.Feature(pol1, {name: 'Thiessen'}),
365   ee.Feature(pol2, {name: 'Thiessen'}),
366   ee.Feature(pol3, {name: 'Thiessen'}),
367   ee.Feature(pol4, {name: 'Thiessen'}),
368   ee.Feature(pol5, {name: 'Thiessen'})
369 ];
370
371 var roi = ee.FeatureCollection(ens)
372 print(roi)
373
374 // NDVI: B8 and B4
375 var addNDVI = function(image) {
376   var ndvi = image.normalizedDifference(['B8', 'B4']).rename('NDVI');
377   return image.addBands(ndvi);
378 };
379
380 // Apply the cloud mask and NDVI function to sentinel 2 imagery and print the chart
381 var l5 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
382   .filter(ee.Filter.calendarRange(2023,2023,'year'))
383   .filter(ee.Filter.calendarRange(4,4,'month'))
384   .filterBounds(roi)//กรองภาพในพิกัดลัมเบล
385   .map(addNDVI)
386
387 //Create a graph of the time-series.
388
389 var graph = ui.Chart.image.seriesByRegion({
390   imageCollection: l5,
391   regions: roi,
392   band: 'NDVI',
393   reducer: ee.Reducer.mean(),
394   scale: 30,
395 });
396
397 .setOptions({
398   title: 'NDVI for Lablæe in Uttaradit',
399   hAxis: {title: 'วัน เดือน ปี', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
400   vAxis: {title: 'ค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI', titleTextStyle: {italic: false, bold: true}},
401 });
402 print(graph)
403

```

ภาพที่ 3.16 การสร้างกราฟค่าการสะท้อนพื้นผิวของ NDVI ในเดือนเมษายน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาจากเทคนิคการเรียนรู้อัลกอริทึมและการติดตามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ได้ทำการศึกษาและการวิเคราะห์พื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในการจำแนกพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อศึกษาเทคนิคในการวิเคราะห์อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและติดตามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมแบบอนุกรมเวลา การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตลอดช่วงระยะเวลาในการติดตาม มีผลการวิจัยแบ่งเป็นผลการวิเคราะห์ ออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

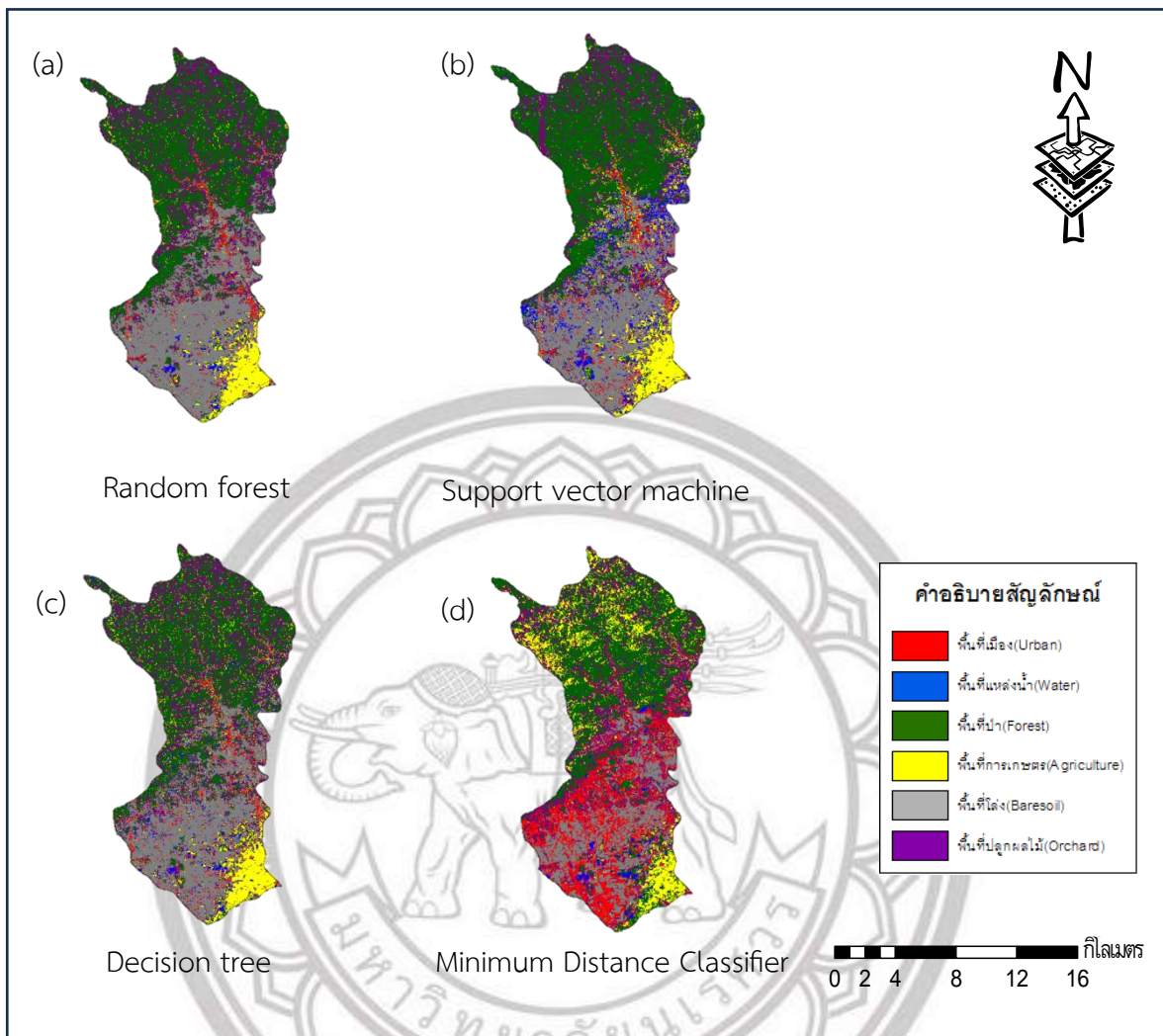
- 4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- 4.2 เปรียบเทียบอัลกอริทึมในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- 4.3 ผลการจำแนกการออกภาคสนามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม
- 4.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือน
- 4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือน

4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ใช้อัลกอริทึมในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตั้งแต่ช่วงเวลา วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เดือนเมษายน พ.ศ. 2566 โดยมีการจำแนกพื้นที่ ดังนี้ (a) อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random forest; RF) (b) อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine; SVM) (c) อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree/Classification and regression; CART) (d) อัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier) โดยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยอัลกอริทึม พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมส่วนใหญ่อยู่ในตำบลแม่พูลและตำบลนกกนกเป็นหลัก แสดงดังภาพ 4.1

ลิขสิทธิ์ © มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพที่ 4.1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการเรียนรู้อัลกอริทึม

4.1.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง

ตาราง 4.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้อง

วิธีการ	Overall Accuracy	Kappa Statistics
Random forest	88.01	76.00
Support vector machine	85.66	71.00
Decision tree	81.62	63.00
Minimum Distance Classifier	65.96	32.00

จากตาราง 4.1 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่ด้วยอัลกอริทึมทั้ง 4 วิธีการ การจำแนกอัลกอริทึม Random forest มีค่าความถูกต้องโดยรวม 88.01% และค่าสถิติแคปปา 76.00% การจำแนกอัลกอริทึม Support vector machine มีค่าความถูกต้องโดยรวม 85.66% และค่าสถิติแคปปา 71.00% การจำแนกอัลกอริทึม Decision tree มีค่าความถูกต้องโดยรวม 81.62% และค่าสถิติแคปปา 63.00% การจำแนกอัลกอริทึม Minimum Distance Classifier มีค่าความถูกต้องโดยรวม 65.96 และค่าสถิติแคปปา 32.00% จากตารางวิธีการจำแนกพื้นที่อัลกอริทึม Random forest เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

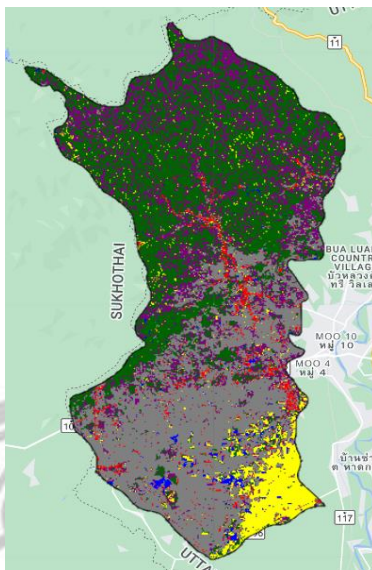
4.2 เปรียบเทียบอัลกอริทึมในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้ พื้นที่เมือง พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่า พื้นที่การเกษตร พื้นที่โล่ง และพื้นที่ปลูกผลไม้ โดยทำการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท และลงพื้นที่สำรวจภาคสนามในพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม เพื่อหาตำแหน่งพิกัดการใช้ประโยชน์ที่ดินในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยเลือกสำรวจพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล จึงได้ทำการลงพื้นที่สำรวจภาคสนาม และนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI จากการสำรวจภาคสนาม ซึ่งพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ การสำรวจพื้นที่จะสำรวจพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในตำบลแม่พูลเนื่องจากการปลูกผลไม้เป็นจำนวนมาก ลักษณะทั่วไปเป็นป่าและภูเขาทั้งตำบล มีพื้นที่ราบเป็นส่วนน้อยรวมถึงชั้นดินของตำบลแม่พูล เกิดจากกระบวนการผุพังทางธรณีวิทยา ที่มีชั้นหินที่แตกต่างกันเล็กน้อย จึงมีความเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนกับทรายที่แตกต่างกันออกไป และมีลำน้ำหลัก 3 แหล่ง คือ คลองแม่พูล คลองแม่พ่องและลำห้วยคำปี

4.2.1 ผลเปรียบเทียบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

4.2.1.1 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึม วิธีการจำแนกอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest) เป็นวิธีการจำแนกพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด มีหลักการทำงานคือ จะแบ่งข้อมูลเป็นหลายชุด โดยจะแบ่งเป็นต้นไม้ ต้นไม้แต่ละต้นมีคุณลักษณะและข้อมูลที่เหมือนกัน เพื่อให้ต้นไม้มีความหลากหลายทางด้านอิสระมากขึ้น และพื้นที่ส่วนใหญ่ในอำเภอลับแลเป็นพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ปลูกผลไม้ โดยมีความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมากดังภาพ 4.2



ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า เป็นช่วงเวลาเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งทำให้พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่เป็นพื้นที่โล่ง เพราะไม่มีแหล่งน้ำสำหรับการทำเกษตร ซึ่งทำให้มีพื้นที่โล่งเป็นจำนวนมาก และมีพื้นที่ป่าเป็นส่วนใหญ่บริเวณทางตอนเหนือของอำเภอลับแล มีค่าแสดงผลการตรวจสอบความถูกต้อง ดังตาราง 4.2

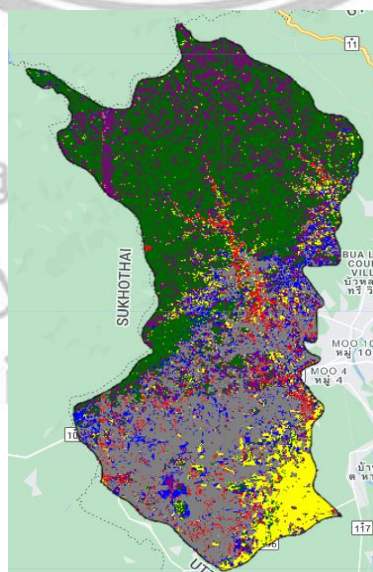
ตาราง 4.2 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random Forest)

Class	Urban	Water	Forest	Agriculture	Baresoil	Orchard	Producer	User
							Accuracy	Accuracy
Urban	108	0	2	1	45	0	86.00	69.00
Water	3	45	4	1	36	3	70.00	49.00
Forest	2	0	580	24	12	74	74.00	84.00
Agriculture	2	9	87	727	5	54	96.00	82.00
Baresoil	10	10	4	1	1939	5	95.00	98.00
Orchard	0	0	111	2	9	390	74.00	76.00
Overall accuracy		88.01						
Kappa		76.00						

จากตาราง 4.2 พบว่าผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมป่าสุ่ม มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 88.01% และค่าสถิติแคปปาเท่ากับ 76.00% โดยมีพื้นที่เมืองปะปนอยู่กับพื้นที่ป่าเป็นจำนวน 2 จุด มีพื้นที่โล่งปะปนอยู่จำนวน 45 จุด มีพื้นที่แหล่งน้ำปะปนอยู่กับพื้นที่เมืองจำนวน 3 จุด พื้นที่ป่าปะปน 4 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 1 จุด พื้นที่โล่งปะปน 36 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 3 จุด มีพื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 2 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 24 จุด พื้นที่โล่งปะปน 12 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 74 จุด มีพื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 2 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 9 จุด พื้นที่ป่าปะปน 87 จุด พื้นที่โล่งปะปน 5 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 54 จุด มีพื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 10 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 10 จุด พื้นที่ป่าปะปน 4 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 1 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 5 จุด และพื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่ป่าจำนวน 111 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 2 จุด พื้นที่โล่งปะปน 9 จุด

4.2.1.2 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) เป็นวิธีการจำแนกพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดรองลงมาจากอัลกอริทึมป่าสุ่ม หลักการทำงานคือ ใช้การสร้างเส้นแบ่งหรือไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ในการแบ่งแยกคลาสแต่ละคลาสของข้อมูลออกจากกัน จากนั้นหาเส้นที่ใช้ในการแยกคลาสของข้อมูลที่ตีที่สุดนำมาแสดงผล และเป็นวิธีการจำแนกพื้นที่เมือง พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่า ให้มีความถูกต้องแม่นยำได้อย่างดีเยี่ยม แต่การจำแนกพื้นที่แหล่งน้ำกับพื้นที่ปลูกผลไม้ยังไม่ชัดเจนมากนักดังภาพ 4.3



ภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมส่วนใหญ่ปะปนกับพื้นที่ป่า จึงทำให้ค่าความถูกต้องลดลง และพื้นที่แหล่งน้ำส่วนใหญ่อยู่กระจายตัวกันเป็นจำนวนมาก ทำให้มีค่าความถูกต้องอัลกอริทึมที่ลดลงเพราะพื้นที่แหล่งน้ำไม่ได้กระจายตัวมากเหมือนดังภาพ 4.3

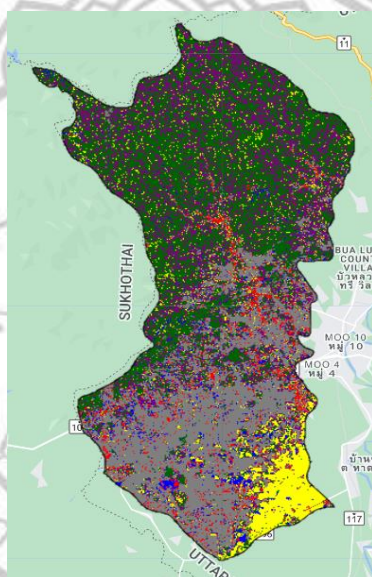
ตาราง 4.3 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM)

Class	Urban	Water	Forest	Agriculture	Baresoil	Orchard	Producer	User
							Accuracy	Accuracy
Urban	93	9	2	1	51	0	50.00	60.00
Water	2	54	1	3	30	2	37.00	59.00
Forest	4	2	608	28	12	38	73.00	88.00
Agriculture	2	33	77	746	3	23	95.00	84.00
Baresoil	86	45	7	0	1828	3	95.00	93.00
Orchard	0	4	135	9	5	359	84.00	70.00
Overall accuracy		85.66						
Kappa		71.00						

จากตาราง 4.3 พบว่าผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 85.66% และค่าสถิติแคปปา 71.00% โดยมีพื้นที่เมืองปะปนอยู่กับพื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 9 จุด พื้นที่ป่าปะปน 2 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 1 จุด พื้นที่โล่งปะปน 51 จุด มีพื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 2 จุด พื้นที่ป่าปะปน 1 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 3 จุด พื้นที่โล่งปะปน 30 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 2 จุด มีพื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 4 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 2 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 28 จุด พื้นที่โล่งปะปน 12 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 38 จุด มีพื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 2 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 33 จุด พื้นที่ป่าปะปน 77 จุด พื้นที่โล่งปะปน 3 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 23 จุด มีพื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 86 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 45 จุด พื้นที่ป่าปะปน 7 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ 3 จุด มีพื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 4 จุด พื้นที่ป่าปะปน 135 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 9 จุด พื้นที่โล่งปะปน 5 จุด

4.2.1.3 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) เป็นวิธีการจำแนกพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพเป็นอันดับที่สาม โดยมีลักษณะเป็นแผนผังต้นไม้ประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นบัพภายใน (inner node) หรือใช้เป็นตัวแปรในการตัดสินใจส่วนที่กิ่ง (Branch) ใช้แทนค่าที่เป็นได้ของตัวแปร และส่วนที่เป็นบัพใบ (leaf node) หรือเรียกว่าโหนดใบใช้แทนคำตอบของการตัดสินใจในการจำแนกข้อมูล มีพื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่โล่งเป็นจำนวนมาก ทำให้ค่าความถูกต้องที่ได้ลดลง และพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ปะปนอยู่กับป่าดังภาพ 4.4



ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงผลการจำแนกแบบอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า พื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ปะปนกับพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกผลไม้เป็นจำนวนมาก ทำให้ค่าความถูกต้องอัลกอริทึมลดลง พื้นที่โล่งส่วนใหญ่ปะปนกับพื้นที่เมืองและพื้นที่แหล่งน้ำดังภาพ 4.4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

Class	Urban	Water	Forest	Agriculture	Baresoil	Orchard	Producer	User
							Accuracy	Accuracy
Urban	102	2	1	3	48	0	49.00	65.00
Water	11	41	5	3	32	0	44.00	45.00
Forest	3	0	511	47	14	117	66.00	74.00
Agriculture	3	15	105	703	2	56	87.00	80.00
Baresoil	88	33	8	7	1827	6	95.00	93.00
Orchard	0	3	142	30	7	330	65.00	64.00
Overall accuracy		81.62						
Kappa		63.00						

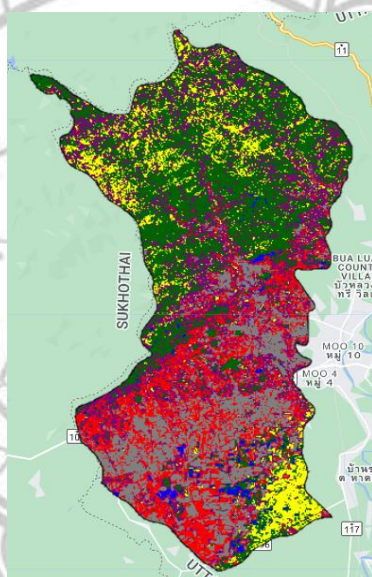
จากตาราง 4.4 พบว่าผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 81.62% และค่าสถิติแคปปา 63.00% โดยมีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 2 จุด พื้นที่ป่าปะปน 1 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 3 จุด พื้นที่โล่งปะปน 48 จุด มีพื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 11 จุด พื้นที่ป่าปะปน 5 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 3 จุด พื้นที่โล่งปะปน 32 จุด มีพื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 3 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 47 จุด พื้นที่โล่งปะปน 14 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 117 จุด มีพื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 3 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 15 จุด พื้นที่ป่าปะปน 105 จุด พื้นที่โล่งปะปน 2 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 56 จุด มีพื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 88 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 33 จุด พื้นที่ป่าปะปน 8 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 7 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 6 จุด มีพื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 3 จุด พื้นที่ป่าปะปน 142 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 30 จุด พื้นที่โล่งปะปน 7 จุด

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.2.1.4 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier) เป็นวิธีการจำแนกพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในวิธีการทั้งหมด หลักการทำงานคือ คำนวณหาค่าเฉลี่ยค่าของความสว่าง (Digital Number) ในแต่ละจุดภาพ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของข้อมูลแต่ละประเภทหากจุดภาพใดมีช่วงห่างเกินกว่าที่กำหนด จุดภาพนั้นจึงไม่ได้จำแนกเป็นชุดข้อมูล และจุดภาพที่มีค่าการสะท้อนของคลื่นใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าความแปรปรวนสูงจึงไม่ได้ถูกจัดอยู่ในการจำแนกข้อมูลแบบอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด มีพื้นที่เมืองปะปนอยู่กับพื้นที่โล่งและพื้นที่ป่าเป็นจำนวนมากดังภาพ 4.5



ภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงผลการจำแนกอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier)

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า มีพื้นที่เมืองปะปนอยู่กับพื้นที่โล่งกับพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกผลไม้เป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกพื้นที่ลดลง มีพื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกผลไม้ทางทิศเหนือของอำเภอลับแล ทำให้ค่าความถูกต้องของแผนที่ลดลงเป็นจำนวนมาก

ตาราง 4.5 ผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (MDC)

Class	Urban	Water	Forest	Agriculture	Baresoil	Orchard	Producer	User
							Accuracy	Accuracy
Urban	96	0	0	0	42	18	16.00	62.00
Water	14	47	15	1	10	5	63.00	51.00
Forest	0	0	433	205	5	49	52.00	63.00
Agriculture	6	18	255	488	2	115	67.00	55.00
Baresoil	491	10	1	0	1442	25	96.00	73.00
Orchard	10	0	134	32	2	334	63.00	65.00
Overall accuracy		65.96						
Kappa		32.00						

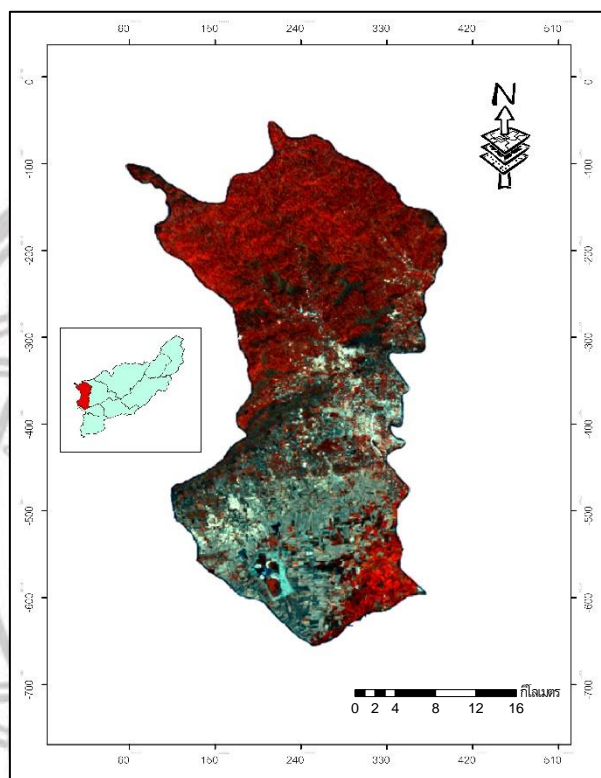
จากตาราง 4.5 พบว่าผลการตรวจสอบความถูกต้องอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 65.96% และค่าสถิติแคปปา 32.00% โดยมีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 42 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 18 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 14 จุด พื้นที่ป่าปะปน 15 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 1 จุด พื้นที่โล่งปะปน 10 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 5 จุด มีพื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่การเกษตรจำนวน 205 จุด พื้นที่โล่งปะปน 5 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 49 จุด มีพื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 6 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 18 จุด พื้นที่ป่าปะปน 255 จุด พื้นที่โล่งปะปน 2 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 115 จุด มีพื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 491 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปน 10 จุด พื้นที่ป่าปะปน 1 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปน 25 จุด มีพื้นที่ผลไม้ปะปนกับพื้นที่เมืองจำนวน 10 จุด พื้นที่ป่าปะปน 134 จุด พื้นที่การเกษตรปะปน 32 จุด พื้นที่โล่งปะปน 2 จุด

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.3 ผลการจำแนกการออกภาคสนามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในการลงพื้นที่ภาคสนามในพื้นที่ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล ในการลงพื้นที่สำรวจพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม เพื่อหาค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI โดยทำการติดตามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมเป็นระยะเวลา 6 เดือน และมีการแบ่งพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมอย่างชัดเจนดังภาพ 4.6



ภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงพื้นที่ตัวอย่างออกภาคสนาม

จากภาพ 4.6 แสดงพื้นที่ตัวอย่างการออกภาคสนาม ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล โดยลงพื้นที่ออกภาคสนามบริเวณพื้นที่ปลูกผลไม้แบบ มีทั้งหมด 5 พื้นที่ศึกษาในการออกภาคสนาม และพื้นที่ส่วนใหญ่มีการปลูกพืชพรรณที่หลากหลายชนิด ทำให้ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดัชนีพืชพรรณมีความอุดมสมบูรณ์อย่างมาก

4.4 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือน

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือนตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่า พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมส่วนใหญ่มีแหล่งน้ำไม่เพียงพอแต่ความต้องการของพืชในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าที่ลดลงในแต่ละเดือนที่เข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง โดยมีการพิจารณาการเปรียบเทียบและติดตามผลลัพธ์ค่าดัชนีพืชพรรณความอุดมสมบูรณ์ในแต่ละเดือนต่อไปนี้

1) เดือนพฤศจิกายน

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 6 พฤศจิกายน ถึง วันที่ 15 พฤศจิกายน มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ที่สูงมาก โดยมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.75 ถึง 0.90 เพราะอยู่ในเดือนพฤศจิกายน ทำให้มีความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมาก ซึ่งอยู่ในช่วงหลังฤดูฝน จึงมีความชุ่มชื้นจากพื้นดิน ทำให้พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมมีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงแสดงค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ที่สูงมาก ช่วงวันที่ 15 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน สังเกตจากเส้นกราฟ ที่ตกลงมา แสดงถึงปัญหามีเมฆมาปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ แต่หลังจากวันที่ 25 พฤศจิกายน ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าที่สูงขึ้นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.80 โดยแสดงให้เห็นค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ที่ลดลงมาจากวันที่ 1 พฤศจิกายน ซึ่งยิ่งเข้าสู่ช่วงเดือน ธันวาคมจะทำให้ค่าความอุดมสมบูรณ์ลดลงไปอีก และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.90 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.60

2) เดือนธันวาคม

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 6 ธันวาคม ถึง วันที่ 10 ธันวาคม มีพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมหมายเลข 0 ที่ไม่ได้ถูกเมฆปกคลุม พื้นที่ ทำให้วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ออกมาได้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.80 ซึ่งพื้นที่นอกจากนี้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ เนื่องจากมีเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในช่วงเวลาดังกล่าว แต่หลังจากวันที่ 10 ธันวาคม ถึง วันที่ 25 ธันวาคม ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.85 จากนั้นตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม ถึง วันที่ 30 ธันวาคม ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ลดลงมาเป็นอย่างมาก และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.85 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.60

3) เดือนมกราคม

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 5 มกราคม ถึง วันที่ 9 มกราคม มีเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมจึงไม่สามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ได้ แต่หลังจากวันที่ 15 มกราคม ถึง วันที่ 39 มกราคม ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.65 ถึง 0.80 และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.80 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.65

4) เดือนกุมภาพันธ์

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 4 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 15 กุมภาพันธ์ ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.75 แต่หลังจากวันที่ 15 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 24 กุมภาพันธ์ มีเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมจึงไม่สามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ แต่ตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 30 กุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.72 และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.75 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.50

5) เดือนมีนาคม

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 6 มีนาคม ถึง วันที่ 15 มีนาคม มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.53 ถึง 0.70 แต่หลังจากวันที่ 15 มีนาคม ถึง วันที่ 30 มีนาคม มีค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.58 ถึง 0.72 ในเดือนมีนาคมไม่มีปัญหาเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม สังเกตได้จากเส้นกราฟของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในเดือนมีนาคม เพราะเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งทำให้ไม่มีปัญหาเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.72 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.53

6) เดือนเมษายน

การตรวจสอบพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล พบว่าพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในช่วงวันที่ 5 เมษายน ถึง วันที่ 19 เมษายน มีค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.56 ถึง 0.70 แต่หลังจากวันที่ 19 เมษายน ถึง วันที่ 29 เมษายน มีค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ NDVI มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.45 ถึง 0.68 ซึ่งในเดือนเมษายนไม่มีปัญหาเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม สังเกตได้จากเส้นกราฟของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในเดือนเมษายน เพราะอยู่ในช่วงฤดูแล้งจึงทำให้ปัญหาเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม และค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.70 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 0.45

4.5 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือน

การแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI เพื่อหาความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ในตำบลแม่พล พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือนยิ่งเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งค่าความอุดมสมบูรณ์จะลดลงมากยิ่งขึ้น เพราะเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งทำให้พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมขาดแคลนความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมาก เนื่องจากปริมาณแหล่งน้ำมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชพรรณ

การแสดงผลค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือน ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2566 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละช่วงเวลา โดยค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณ NDVI ที่มีการลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีปัญหาจากการขาดแคลนแหล่งน้ำสำหรับใช้ในการปลูกผลไม้ และมีค่าเฉลี่ยดัชนีพืชพรรณสูงสุดกับต่ำสุดดังนี้ เดือนพฤศจิกายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.90 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.60 เดือนธันวาคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.85 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.60 เดือนมกราคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.80 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.65 เดือนกุมภาพันธ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.75 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.50 เดือนมีนาคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.72 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.53 เดือนเมษายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.70 กับ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.45

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและการวิเคราะห์อัลกอริทึมการเรียนรู้ (Machine Learning) ในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง เดือนเมษายน 2565 จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอัลกอริทึมมีทั้งหมด 4 วิธีการ ได้แก่ 1. Random forest 2. Support vector machine (SVM) 3. Decision tree (CART) 4. Minimum Distance Classifier ทำการตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อหาวิธีการจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด และการออกภาคสนามในพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม เพื่อการวิเคราะห์ผลลัพธ์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI โดยหาความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในหลายช่วงเวลา

5.1 ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ออกเป็น 6 ประเภท ประกอบไปด้วย พื้นที่เมือง พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่า พื้นที่การเกษตร พื้นที่โล่ง และพื้นที่ปลูกผลไม้ จากผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าลักษณะพื้นที่ในอำเภอลับแลทางทิศเหนือเป็นพื้นที่ป่าและภูเขาเป็นหลัก ได้พบพื้นที่ราบเป็นส่วนน้อย และผลลัพธ์วิธีการนำแจกข้อมูลจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ พบว่าวิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Random forest มีพื้นที่ปะปนกันมากที่สุดในแต่ละคลาสคือ มีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 45 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 36 จุด พื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่ปลูกผลไม้จำนวน 74 จุด พื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่ป่า 87 จุด พื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมืองและพื้นที่แหล่งน้ำจำนวน 10 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่ป่า 111 จุด วิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Support vector machine (SVM) มีพื้นที่ปะปนกันมากที่สุดในแต่ละคลาสคือ มีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 51 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่โล่ง 30 จุด พื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่ปลูกผลไม้ 38 จุด พื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่ป่า 77 จุด พื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมือง 86 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่ป่า 135 จุด วิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Decision tree (CART) มีพื้นที่ปะปนกันมากที่สุดในแต่ละคลาสคือ มีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 48 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่โล่ง 32 จุด พื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่ปลูกผลไม้ 117 จุด พื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่ป่า 105 จุด พื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมือง 88 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่ป่า 142 จุด วิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Minimum Distance Classifier มีพื้นที่ปะปนกันมากที่สุดในแต่ละคลาสคือ มีพื้นที่เมืองปะปนกับพื้นที่โล่งจำนวน 42 จุด พื้นที่แหล่งน้ำปะปนกับพื้นที่ป่า 15 จุด พื้นที่ป่าปะปนกับพื้นที่การเกษตร 205 จุด พื้นที่การเกษตรปะปนกับพื้นที่ป่า 255 จุด พื้นที่โล่งปะปนกับพื้นที่เมือง 491 จุด พื้นที่ปลูกผลไม้ปะปนกับพื้นที่ป่า 134 จุด ตามลำดับ

5.2 ผลของวิธีการอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

การศึกษาจากอัลกอริทึมการเรียนรู้และการวิเคราะห์ผลในการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บนแพลตฟอร์ม Google Earth Engine พบว่าวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ วิธีจากอัลกอริทึมป่าสุ่ม Random forest มีค่าตรวจสอบความถูกต้องรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 88.01% และค่าสถิติแคปปา (Kappa Statistics) เท่ากับ 76.00%

5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในแต่ละเดือน

พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในแต่ละเดือนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละเดือนไม่เท่ากัน เดือนพฤศจิกายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.90 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.60 เดือนธันวาคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.85 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.60 เดือนมกราคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.80 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.65 เดือนกุมภาพันธ์ ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.75 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.50 เดือนมีนาคม ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.72 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.53 และเดือนเมษายน ค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.70 และค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.45

5.4 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากอัลกอริทึมการเรียนรู้ (Machine Learning) ในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 บนแพลตฟอร์ม Google Earth Engine มีทั้งหมด 4 วิธีการ ได้แก่ 1. อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random forest; RF) 2. อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine; SVM) 3. อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree/Classification and regression; CART) 4. อัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier) ซึ่งพบว่าวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือ อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random forest; RF)

โดยมีค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 88.01% และผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตั้งแต่ช่วงเวลา วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 เดือนเมษายน พ.ศ. 2566 ซึ่งเดือนพฤศจิกายนมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด เพราะอยู่ในช่วงหลังฤดูฝนทำให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชพรรณ จึงมีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเดือนเมษายนมีความอุดมสมบูรณ์น้อยที่สุด เพราะอยู่ในช่วงฤดูแล้งทำให้ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชพรรณ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีพืชพรรณที่ลดลงมาจากเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด

5.5 ปัญหาการทำวิจัย

ผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่แต่ละคลาสมีพื้นที่ปะปนกันเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการกำหนดพื้นที่ในแต่ละคลาสมีพื้นที่คลาสอื่นเข้ามาปะปน จึงทำให้ค่าความถูกต้องที่ได้มีการคลาดเคลื่อนส่งผลให้ค่าความถูกต้องโดยรวมของพื้นที่ลดลง และปัญหาจากเมฆปกคลุมพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม จึงไม่สามารถวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในช่วงเวลาที่มีเมฆมาปกคลุมพื้นที่ได้

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ควรมีการผสมสีแบนด์แต่ละชนิดให้ถูกต้อง เพื่อให้จำแนกประเภทของพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น
2. ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 ไม่ได้ทะลุเมฆที่ปกคลุมพื้นที่ทำการศึกษา ควรกำหนดปริมาณของเมฆให้น้อยลง เพื่อการวิเคราะห์และหาผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เป็นการจำแนกพื้นผิวของสิ่งปกคลุม และทำให้การจำแนกพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมจำแนกพื้นที่ป่าได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University











All rights reserved

บรรณานุกรม

- กัณทกะ โลกวิฑูล. (2563). การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดนครนายก ด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สเปค Google Earth Engine. ภาคนิพนธ์ ศศ.บ., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, นครนายก.
- กนกวรรณ ย้อยญาติ. (2565). การศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกอ้อยหลายช่วงเวลาด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 9 กรณีศึกษา: อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- นัฐพล มหาวิค. (2565). เอกสารคำสอนรายวิชาเทคนิคขั้นสูงการรับรู้จากระยะไกล. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วัชระ ดอนลาว และ สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข. (2563). การสกัดข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำบนภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิลเอิร์ธเอนจิน. บริษัท กราฟเมติกส์ จำกัด.
- พงศ์พันธุ์ จันทะคัต, จิรภาส บุญทับ, โปรตปราณ บุญยพุกกณะ, เยาวเรศ จันทะคัต และ ร้อยโท ปิยะชาย ชาญสุข. (2564). แนวทางการประยุกต์ใช้กูเกิลเอิร์ธเอนจินเพื่อการเฝ้าติดตามและประเมินผลความเสียหายจากภัยธรรมชาติ. โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, นครนายก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา.
- กรมวิชาการเกษตร. (พฤษภาคม 2558). **สถาบันวิจัยพืชสวน**. เข้าถึงได้จาก doa.go.th:
https://www.doa.go.th/hort/?page_id=46111
- สำนักงานกรมพัฒนาที่ดิน. (17 กรกฎาคม 2566). **ข้อมูลการใช้ที่ดิน**. เข้าถึงได้จาก tswc.ddd.go.th:
https://tswc.ddd.go.th/DownloadGIS/Index_Lu.html?
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (12 พฤษภาคม 2563). **มองโลกของเรา**. เข้าถึงได้จาก gistda.or.th: <https://www.gistda.or.th/home.php>
- Remote Sensing to School. (มิถุนายน 2555). **พัฒนาการของการสำรวจจากระยะไกล**. เข้าถึงได้จาก remotesperees.wordpress.com:
<https://remotesperees.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/remote1.pdf>
- SAS Institute Inc. (2566). **การเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning)**. เข้าถึงได้จาก sas.com:
https://www.sas.com/th_th/insights/analytics/machine-learning.html

ภาคผนวก ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม

ภาคผนวก การออกภาคสนามพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมในพื้นที่ทำการศึกษา

พื้นที่	ภาพถ่ายดาวเทียม	ภาพถ่ายการออกภาคสนาม	Latitude	Longitude
ปลูกผลไม้แบบผสม 0			17.73441	100.00901
ปลูกผลไม้แบบผสม 1			17.75567	100.00018
ปลูกผลไม้แบบผสม 2			17.76574	99.97318
ปลูกผลไม้แบบผสม 3			17.76483	99.97218
ปลูกผลไม้แบบผสม 4			17.76544	99.97136

การประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม
พื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

Utilizing Google Earth Engine for the Analysis of Agrobiodiversity in Mixed Fruit Crop
Cultivation in the Laplae District, Uttaradit.

ธีรวุฒิ แสงจันทร์^{1*}, อพิชญา กันเกิด¹, นัฐพล มหาวิค¹

Theerawut Saengjan^{1*}, Apichaya Kangerd¹, Nattapon Mahavik¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงภูมิศาสตร์เทคนิค จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ การเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกพื้นที่ของอัลกอริทึมระบบการเรียนรู้ ในการจำแนกพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ และเพื่อวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้ โดยใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 แบบอนุกรมเวลา จากการพิจารณาค่าความถูกต้องโดยรวมของอัลกอริทึม (Overall accuracy) ของการจำแนกพื้นที่ ที่ได้จากการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Accuracy assessment) โดยการประยุกต์ใช้ Google Earth Engine ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเป็นหลัก ผลการศึกษา พบว่า ข้อมูลการจำแนกพื้นที่อัลกอริทึมป่าสุ่มมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากที่สุด ให้ค่าความถูกต้อง โดยรวมร้อยละ 88.01 นอกจากนั้นดัชนีพืชพรรณที่นำมาใช้ สามารถระบุถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูก ผลไม้ในอำเภอลับแลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ค่า NDVI ในช่วงปลายฤดูฝนมีค่าที่สูง แล้วมีการลดค่าลง ตามลำดับจนถึงเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง

คำสำคัญ: การสำรวจระยะไกล, อัลกอริทึมการเรียนรู้, การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน, Google Earth Engine, ดัชนีพืชพรรณ, ดาวเทียม Sentinel-2

Abstract

This study represents a geospatial-technical research endeavor undertaken with the primary objective of comparing the effectiveness of land classification methods utilizing machine learning algorithms. The study focuses on the land classification in the Laplae district of Uttaradit Province and aims to analyze the land fertility in fruit cultivation areas. Data for this research was sourced from Sentinel-2 satellite imagery in a time-series format. The overall accuracy of the land classification was assessed through the examination of the

accuracy of data classification, using the Google Earth Engine for data analysis and processing. The results of this study reveal that the Random Forest algorithm for land classification exhibits the highest level of efficiency and reliability, with an overall accuracy rate of 88.01%. Additionally, the vegetation index used effectively delineates the fertility of fruit cultivation areas within the Laplae district. Notably, the NDVI values are observed to be at their highest during the late rainy season, gradually declining until the month of April, corresponding to the dry season.

บทนำ

จังหวัดอุดรธานี เป็นเมืองมัทศจรรยแห่งผลไม้ เพราะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยผลไม้หลากหลายชนิด อาทิ เช่น ทุเรียน ลำสาดี สับปะรด ฯลฯ โดยผลไม้ที่สร้างชื่อเสียงมากที่สุดคือ ทุเรียนพันธุ์หลงลับแล และหลินลับแล ซึ่งมีแหล่งผลิตสำคัญอยู่ที่อำเภอลับแลและอำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี มีผลผลิตเข้าสู่ตลาดประมาณเดือน เมษายน-สิงหาคมของทุกปี ดังนั้นการจำแนกพื้นที่ปลูกผลไม้จึงเป็นหนึ่งในข้อมูลที่สำคัญต่อการตัดสินใจด้านการเพาะปลูกในพื้นที่อำเภอลับแล นอกจากนี้การติดตามความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เพาะปลูกก็เป็นสิ่งสำคัญต่อเศรษฐกิจของชุมชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในพื้นที่ศึกษา

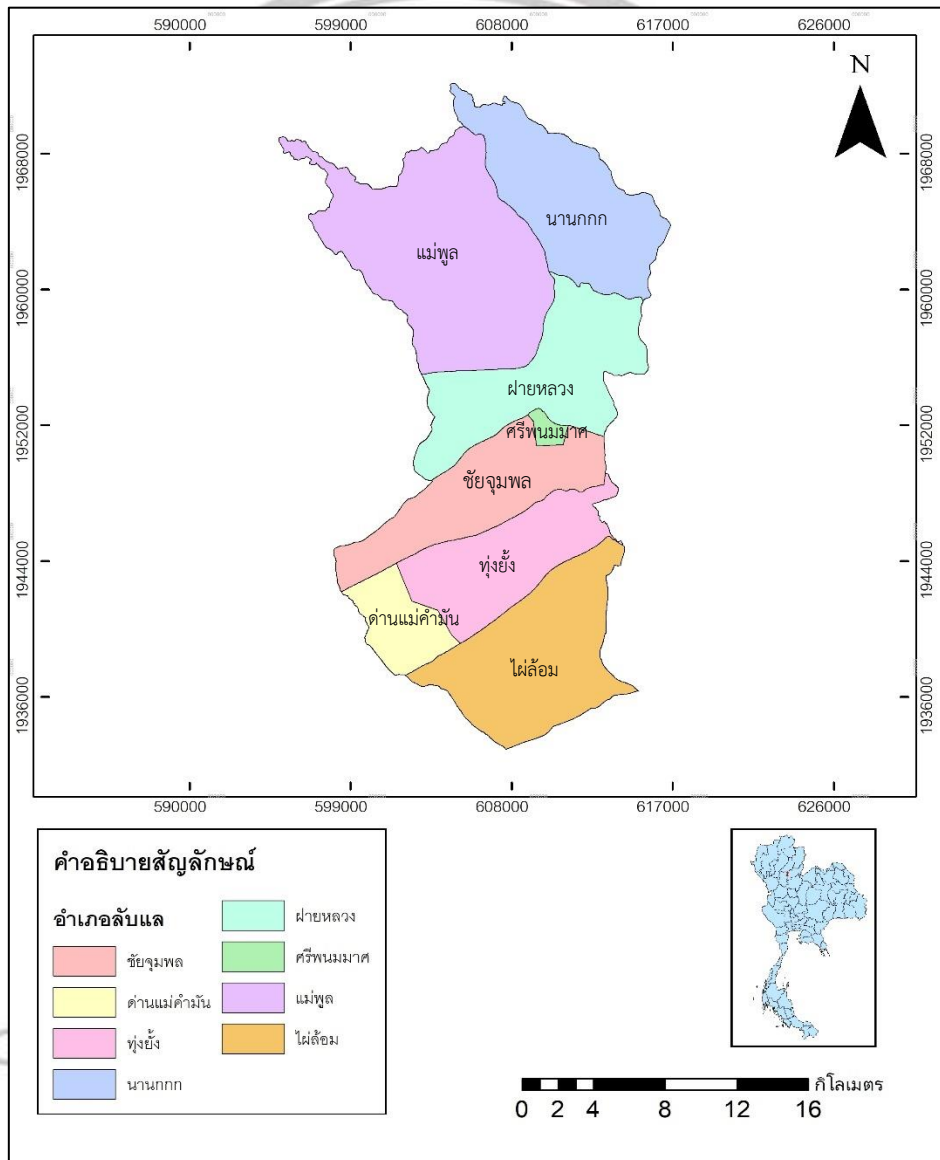
การใช้ข้อมูลแบบอนุกรมเวลาของภาพถ่ายดาวเทียมได้ถูกนำมาใช้ในการจำแนกพื้นที่อย่างแพร่หลายในการจำแนกพื้นที่ เช่น เซอร์ของภาพถ่ายดาวเทียมไม่สามารถจำแนกความแตกต่างในลักษณะเชิงช่วงคลื่นและเชิงพื้นที่ได้ ประกอบกับระบบการเพาะปลูกพืชในการเกษตรกรรมการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการจำแนกที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น จึงมีวิธีการดังนี้ การเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การใช้เครื่องมือที่เหมาะสม อัลกอริทึมที่เหมาะสมในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน และวิธีการจำแนกพื้นที่โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาของภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจที่ถูกต้อง

การศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยมีความสนใจในการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลา ในระบบคลาวด์ของแพลตฟอร์ม Google Earth Engine เพื่อการจำแนกพื้นที่ และการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสม (Orchard) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยมีวัตถุประสงค์ในการหาอัลกอริทึมที่ดีที่สุดในการจำแนกพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมและการติดตามพื้นที่ด้วยดัชนีพืชพรรณ โดยได้ใช้ระบบคลาวด์ Google Earth Engine

Code: <https://code.earthengine.google.com/6859a673c6fcdfb23094fcba3676082c>

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ดังภาพที่ 1 โดยมีพื้นที่ประมาณ 448.8 ตร.กม. หรือประมาณ 280,500 ไร่ มีตำบลทั้งหมด 8 ตำบล มีลักษณะพื้นที่สูงในทางตอนเหนือ และตะวันตกมีลักษณะลาดลงจากทางตอนกลางไปยังพื้นที่ราบลุ่มในทางตอนใต้ มีพื้นที่ราบประมาณ 115.3 ตร.กม. มีพื้นที่ภูเขาประมาณ 333.5 ตร.กม. ไม่มีลำน้ำสายใหญ่ไหลผ่าน แต่มีลำน้ำที่เกิดจากเทือกเขาน้อยใหญ่ทางตอนเหนือ เช่น คลองแม่พ่อง หนองพระแล



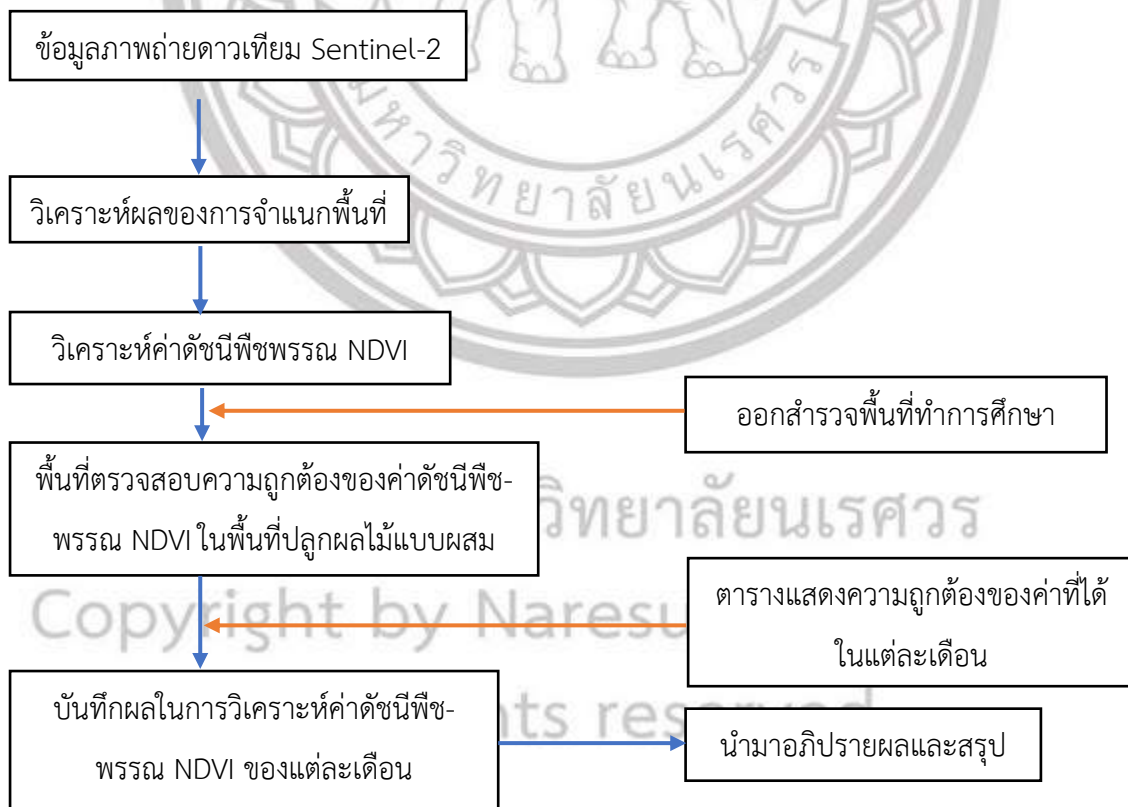
ภาพที่ 1 แผนที่ขอบเขตอำเภอลับแล

อุปกรณ์และวิธีการ

การเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชัน Google Earth Engine (GEE) ที่มีข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจของโลกเป็นดาวเทียมที่รู้จักกัน ได้แก่ Landsat, Sentinel, MODIS เป็นต้น รวมไปถึงชุดข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์และชุดข้อมูลภูมิอากาศ โดยสามารถใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแต่ละภาพที่มีขนาดใหญ่และขนาดเล็กได้ตามที่ต้องการ ซึ่งจะมีข้อมูลมหาศาลและยังสามารถทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ขนาดใหญ่พร้อมๆกันได้ทั้งโลก ใช้ข้อมูลได้ในหลายด้าน อีกทั้งยังเข้าใช้งานได้ฟรีโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

ตารางที่ 1 ข้อมูลและแหล่งที่มา

ข้อมูล	ที่มา	ช่วงเวลา
1. ขอบเขตอำเภออ่าวไทย	สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นอำเภออ่าวไทย	2565
2. ข้อมูลการใช้ที่ดิน	https://tswc.ldd.go.th/DownloadGIS/	2563
3. ภาพดาวเทียม Sentinel-2	Google Earth Engine Datasets	2565-2566



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI

ภาพที่ 2 แสดงถึงขั้นตอนการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 จาก Google Earth Engine เพื่อทำการวิเคราะห์ผลในการจำแนกพื้นที่และวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI โดยหาอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในหาจำแนกพื้นที่ จากนั้นทำการออกสำรวจพื้นที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ในพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมและติดตามความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เพาะปลูก จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ค่าดัชนีพืชพรรณในแต่ละเดือนตามลำดับและบันทึกผลของแต่ละเดือน เพื่อนำมาสรุปและอภิปรายผลถึงผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งมีสูตรในการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ดังนี้

ดัชนีพืชพรรณ NDVI เป็นค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมบนพื้นผิวโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกัน ซึ่งความแตกต่างของการสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นมองเห็นเป็นสีแดงมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นเพื่อปรับให้เป็นลักษณะของการกระจายแบบปกติ

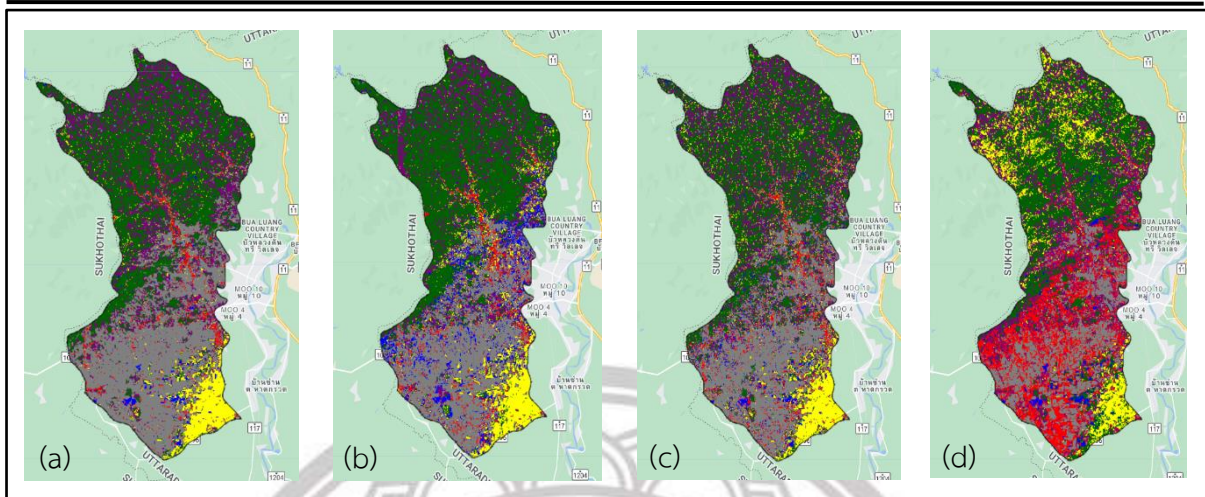
โดย NIR = ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (%)

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

RED = ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นตามมองเห็นสีแดง (%)

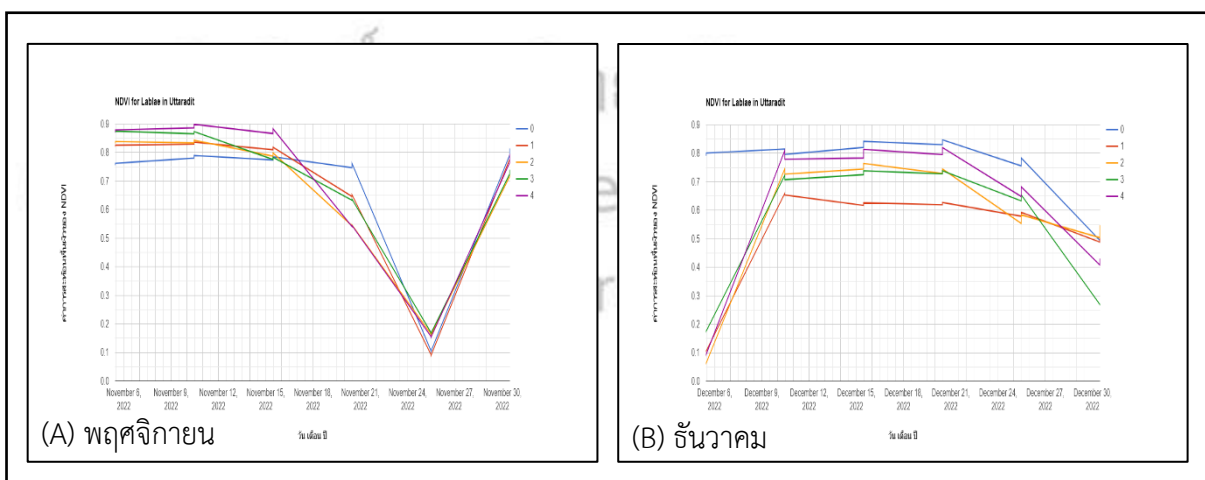
ผลการศึกษา

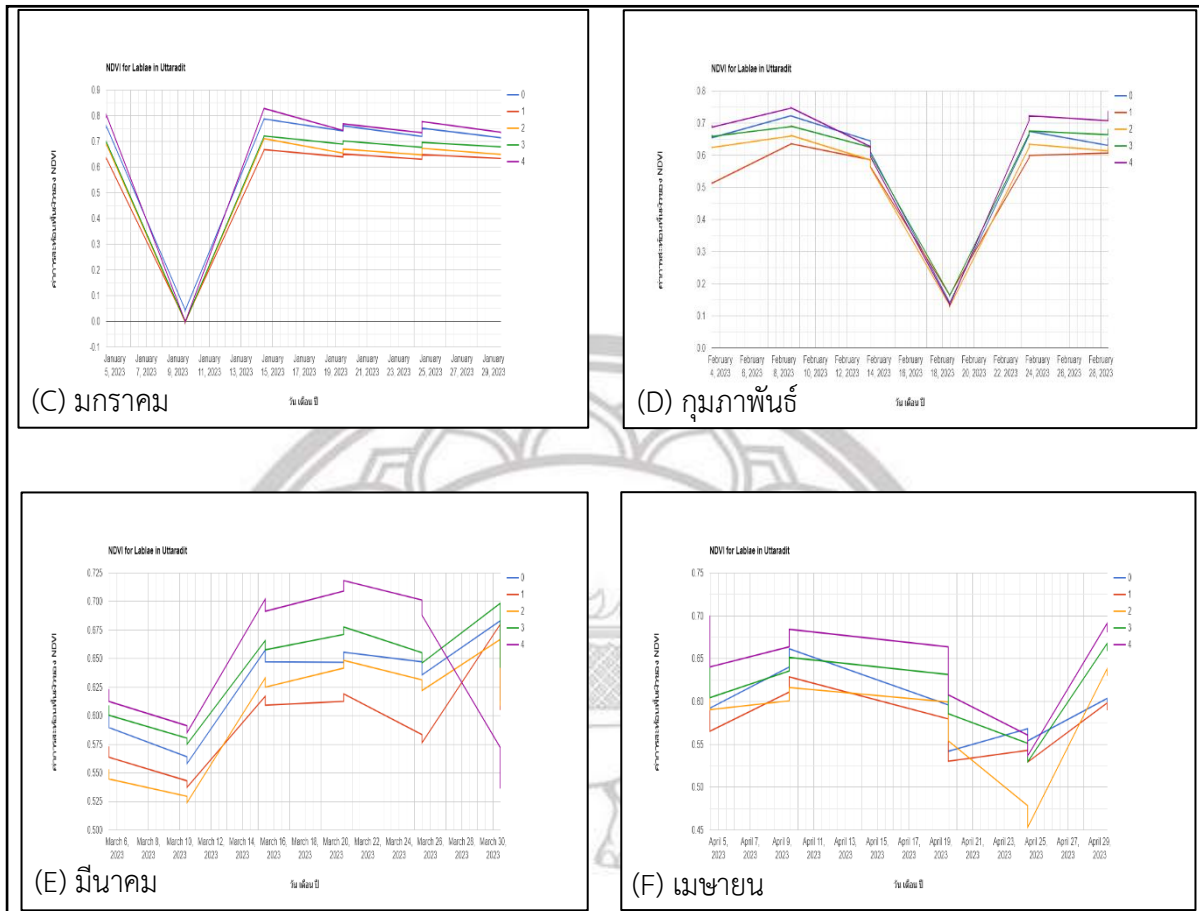
จากการวิเคราะห์ผ่านกระบวนการจำแนกลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอัลกอริทึมของระบบการเรียนรู้ (Machine learning) ได้แก่ (a) อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random forest; RF) (b) อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine; SVM) (c) อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree/Classification and regression; CART) (d) อัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุด (Minimum Distance Classifier) ให้ค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละดังต่อไปนี้ 88.01%, 85.66%, 81.62%, และ 65.96% ซึ่งอัลกอริทึมป่าสุ่มมีประสิทธิภาพและความถูกต้องมากที่สุดถึง 88.01% และวิธีการจำแนกอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน มีประสิทธิภาพสูงรองลงมาจากวิธีที่ดีที่สุด ส่วนวิธีการจำแนกพื้นที่อัลกอริทึมระยะทางน้อยที่สุดเป็นวิธีการจำแนกพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมระบบการเรียนรู้ การจำแนกพื้นที่แบบอัลกอริทึมป่าสุ่ม เป็นวิธีการจำแนกที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีความน่าเชื่อถือที่สุด



ภาพที่ 3 แผนที่ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการวิเคราะห์ลักษณะค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน ค.ศ. 2022-2023 พบว่า (A)เดือนพฤศจิกายน มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด เพราะอยู่ในช่วงหลังฤดูฝนทำให้พื้นดินยังมีความชุ่มชื้นของน้ำจึงไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI มากนัก มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงสุด 0.8-0.9 และค่าความถูกต้องต่ำสุด 0.7-0.8 ในส่วนของเส้นของภาพที่ตกลงมาพร้อมกัน สาเหตุเกิดมาจากการมีเมฆมาปกคลุมทำให้พื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมไม่สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ได้ ส่วน(B)เดือนธันวาคมมีความอุดมสมบูรณ์ของค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ร่องลงมา มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงสุด 0.65-0.8 และค่าความถูกต้องต่ำสุด 0.55-0.7 เดือนที่มีความแล้งแห้งมากที่สุดคือ(F)เดือนเมษายน เพราะเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งทำให้ปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร ความถูกต้องโดยรวมสูงสุด 0.6-0.68 และความถูกต้องต่ำสุด 0.45-0.6 ซึ่งยังเข้าสู่ช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากภาพที่ 4 จึงทำให้พื้นที่การเกษตรและพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากการขาดแหล่งน้ำเป็นอย่างมาก





ภาพที่ 4 ภาพแสดงค่าดัชนีพืชพรรณ NDVI ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน ค.ศ. 2022-2023

ผลและวิจารณ์ผล

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ มีความสมเหตุสมผลระหว่างการใช้อัลกอริทึมของระบบการเรียนรู้ (Machine learning) กับการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 6 ประเภทด้วยกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างมาก เพราะประสิทธิภาพในการจำแนกพื้นที่ที่ดีที่สุดคือ อัลกอริทึมป่าสุ่มมีมากกว่าร้อยละ 80 ผลลัพธ์ของการจำแนกพื้นที่แบบอัลกอริทึมป่าสุ่มในบางเดือนยังมีเมฆมาปกคลุมพื้นที่ที่อยู่ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ในบางช่วงเวลาได้ ซึ่งในงานวิจัยครั้งต่อไปควรใช้ข้อมูลที่ทำให้ผลลัพธ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความถูกต้องมากกว่านี้ และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ส่วนงานวิจัยของ กนกวรรณ ย้อยญาติ เป็นการทำแผนที่ปลูกอ้อยจากข้อมูลดาวเทียม Landsat 9 ในอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดยวิธีการที่ดีที่สุดคือ Support Vector Machine (SVM) มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 80.34 และทำการติดตามพื้นที่ปลูกอ้อยในแบบหลายช่วงเวลา ซึ่งขนาดพื้นที่ในการปลูกอ้อยมีจำนวนพื้นที่ลดลงในแต่ละเดือนตามลำดับ เนื่องจากมีการเก็บเกี่ยวอ้อยเข้าสู่โรงงานเพื่อนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

สรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการประยุกต์ใช้ Google Earth Engine เข้ามาเป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ทำให้ทราบถึงปัญหาของการมีเมฆมาปกคลุมพื้นที่ในบางช่วงเวลา ค่าที่ได้จึงไม่สามารถแสดงผลออกมาได้ ส่วนการจำแนกลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีการที่ดีที่สุดคือ อัลกอริทึมป่าสุ่ม (Random forest; RF) มีค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 88.01 และเดือนที่มีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงสุด 0.8-0.9 และค่าความถูกต้องต่ำสุด 0.7-0.8 ส่วนในเดือนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำที่สุดคือเดือนเมษายน มีค่าความถูกต้องโดยรวมสูงสุด 0.6-0.68 และความถูกต้องต่ำสุด 0.45-0.6 ซึ่งทำให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ที่น้อยลงเป็นอย่างมาก ในการวิเคราะห์นี้สามารถนำไปปรับปรุงพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ปลูกผลไม้แบบผสมของเกษตรกรได้ เพื่อให้พื้นที่ไม่แล้งแห้งจนทำให้เกิดผลผลิตเสียหาย และขยายเป็นวงกว้างในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นอำเภอลับแลที่ให้ข้อมูลพื้นที่อำเภอลับแลมาใช้ในการวิเคราะห์ผลครั้งนี้ ขอขอบพระคุณข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ให้ชุดข้อมูลของจังหวัดอุตรดิตถ์ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีหลักสูตรภูมิศาสตร์ในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ย้อยญาติ. (2565). การศึกษาและการวิเคราะห์พื้นที่ปลูกอ้อยหลายช่วงเวลาด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 9 กรณีศึกษา: อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- กัณฐกะ โลกวิบูล. (2563). การจำแนกพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจจังหวัดนครนายก ด้วยข้อมูลอนุกรมเวลาของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-2 โดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด Google Earth Engine. ภาคนิพนธ์ ศศ.บ., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, นครนายก.

สำนักงานกรมพัฒนาที่ดิน. (17 กรกฎาคม 2566). ข้อมูลการใช้ที่ดิน. เข้าถึงได้จาก [tswc.ddd.go.th:](https://tswc.ddd.go.th/)
https://tswc.ddd.go.th/DownloadGIS/Index_Lu.html?



ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล ธีรวุฒิ แสงจันทร์
 วัน/เดือน/ปีเกิด 28 มีนาคม พ.ศ. 2544
 ที่อยู่ปัจจุบัน 121/1 หมู่ 7 ตำบลแม่พูล อำเภอลับแล
 จังหวัดอุตรดิตถ์ 53130



ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน วท.บ. สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 3.14
 พ.ศ. 2556 – 2562 ระดับมัธยมศึกษา จากสาย วิทย์-คณิต โรงเรียนอุตรดิตถ์
 ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ เกรดเฉลี่ย 3.83
 53000
 พ.ศ. 2549 – 2555 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านห้วยไต้ ตำบลแม่พูล
 อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ 53130

กิจกรรมที่ได้เข้าร่วม

1. โครงการพัฒนาบัณฑิตต้นแบบ (รู้จัก) เข้าร่วมวันที่ 19 เดือนกันยายน พ.ศ. 2563
2. กิจกรรมจิตอาสา (ยกศ.) คณะสาธารณสุขศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2564 เข้าร่วมวันที่ 1 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564
3. โครงการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรมและเชิดชูความสำเร็จ เข้าร่วมวันที่ 26 เดือนมกราคม พ.ศ. 2566
4. โครงการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต เข้าร่วมวันที่ 10 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566
5. กิจกรรมบูรณาการวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการเกษตรกับองค์ความรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เข้าร่วมวันที่ 17 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566

รางวัลที่ได้รับ

1. ได้รับเกียรติบัตรเพื่อแสดงเป็นผู้มีผลการเรียนดี ประจำปีการศึกษา 2566 สาขาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ได้รับเกียรติบัตรเพื่อแสดงเป็นผู้มีผลการเรียนดี ประจำปีการศึกษา 2565 สาขาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลงาน

ได้ทำช่อง YouTube เกี่ยวกับความรู้ในการปฏิบัติการทางภูมิศาสตร์ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ข้อมูลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด บนช่องทาง asda daas



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved