การประเมินสถานะของการเก็บเกี่ยวแปลงอ้อย จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล Sentinel-1 SAR

Evaluation of Harvest Status in Sugarcane Fields, Khon Kaen Province, Thailand using Sentinel-1 SAR Data

แพรวา วิจิตรธนสาร[1,*] และ อนุเผ่า อบแพทย์[1]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1] Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

**Corresponding author; E-mail address: parewa.vij@ku.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียมระบบ SAR (Synthetic Aperture Radar) มาประยุกต์ใช้ในการติดตามสถานะของแปลงอ้อยว่ามีการเก็บเกี่ยวแล้วหรือไม่ ในช่วงของฤดูการปิดหีบของโรงงานอ้อยในจังหวัดขอนแก่น โดยมีการใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม L1 Ground Range Detection (GED) Polarization VV จากดาวเทียม Sentinel-1 ช่วงวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2564 กับ วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น (Path 164 Frame 538/ Path 164 Frame 533) และข้อมูลแปลงอ้อยที่ผ่านการสำรวจสถานะการเก็บเกี่ยวจากภาคสนามในช่วงเดือน เมษายน 2564 จำนวน 14,971 แปลง เพื่อนำมาใช้ในการหาแนวโน้มค่าการสะท้อนกลับ (Backscatter) ที่เหมาะสมในการที่จะประเมินสถานะของแปลงอ้อย พบว่าช่วงค่าการสะท้อนกลับกลับที่ -7.000 ถึง -12.999 dB เป็นค่าที่มีแนวโน้มแสดงถึงแปลงอ้อยที่ผ่านการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยการนำข้อมูลการสะท้อนกลับไปเปรียบเทียบกับแปลงที่ได้รับการสำรวจมาจากภาคสนาม ของวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2566 พบว่ามีผลลัพธ์ความถูกต้องอยู่ที่ 83.017เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความถูกต้องใกล้เคียงกับระบบที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งเป็นดาวเทียมระบบ Optical มีผลลัพธ์ความถูกต้องอยู่ที่ 83.135 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สามารถใช้ระบบ SAR ในการตรวจสอบการเก็บเกี่ยวได้เช่นกัน

คำสำคัญ: Sentinel-1, ดาวเทียมระบบ SAR, แปลงอ้อย, สถานะการเก็บเกี่ยว

Abstract

In this study, the Synthetic Aperture Radar (SAR) satellite image technology was employed to monitor the status of sugarcane fields and determine whether they had been harvested or not. The study was conducted during the closing season of sugar cane factories in Khon Kaen, utilizing L1 Ground Range Detection (GED) Polarization VV satellite image data from the Sentinel-1 satellite between 25 April 2021, and 14 December 2023, covering the Khon Kaen area (Path 164 Frame 538/ Path 164 Frame 533). A total of 14,971 sugarcane plots were surveyed in April 2021 to establish an appropriate backscatter trend to assess the status of the sugarcane fields. It was demonstrated that a backscatter range of -7.000 to -12.999 dB tended to represent harvested sugarcane fields. The accuracy of the study was verified by comparing the backscatter data with surveyed plots from the field on 18 January 2023, which indicated an accuracy of 83.017 percent, similar to the current system. The optical satellite results revealed an accuracy of 83.135 percent, suggesting that the SAR system could also be utilized to monitor the harvest.

Keywords: Sentinel-1, SAR, Sugarcane Fields, harvest status

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชที่มีความสำคัญอย่างมากต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยในประเทศสามารถผลิตอ้อยได้ประมาน 60 - 80 ล้านตัน/ปี เพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศ รวมไปถึงการส่งออกไปขายในตลาดโลก ซึ่งสามารถสร้างรายได้อย่างมหาศาลให้กับประเทศไทย [1] โดยแนวโน้มของธุรกิจและอุตสาหกรรมอ้อยหรือน้ำตาลในประเทศไทยในปี 2564-2566 จัดว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพการแข่งขันในตลาดโลก เนื่องจากมีข้อได้เปรียบทางด้านของทำเลที่ตั้งที่อยู่ในทวีปเอเชียซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีความต้องการบริโภคน้ำตาลสูง โดยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการนำเข้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4.1เปอร์เซ็นต์ ต่อปี สูงกว่าปริมาณนำเข้าทั่วโลกเฉลี่ย 0.6 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และไทยยังมีข้อได้เปรียบในด้านของต้นทุนการส่งออกที่ต่ำกว่าผู้ส่งออกรายอื่นในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ [2] จากความต้องการใน

การบริโภคที่เพิ่มมากขึ้นจากทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประเทศไทยมีแนวโน้มการขยายพื้นที่การปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นจาก 6.3 ล้านไร่ในปี 2553 เป็น 12 ล้านไร่ในปี 2562 โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตก

จากที่กล่าวไปในข้างต้นทำให้การผลิตน้ำตาลจากอ้อยได้มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการตอบสนองการแข่งขันในตลาดทั้งในประเทศและตลาดโลก จึงต้องมีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการตรวจสอบติดตาม คาดการณ์จำนวนผลผลิตของอ้อยในแต่ละแปลง รวมไปถึงการติดตามวัฏจักรการเติบโตของพืชอ้อยจนไปถึงกระบวนการการเก็บเกี่ยวผลผลิต และในขั้นตอนของการเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้น ทางผู้วิจัยต้องการที่จะตรวจสอบและติดตามสถานะของการเก็บเกี่ยว เพื่อที่จะระบุสถานะของแปลงอ้อยในบริเวณพื้นที่ว่าแปลงไหนผ่านการเก็บเกี่ยวแล้วหรือไม่ เพื่อที่จะติดตามแปลงอ้อยได้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ทางผู้วิจัยได้อาศัยเทคโนโลยีภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-1 ซึ่งเป็นดาวเทียมระบบเรดาร์หรือ SAR ในการติดตามข้อมูลของแปลงอ้อย ซึ่งข้อมูลที่ได้มาในขั้นต้นนั้นข้อมูลจะมีความคลาดเคลื่อนแฝงจากปัจจัยต่าง ๆ ระหว่างการบันทึกข้อมูล จึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงข้อมูลคุณภาพก่อนการประมวลผลเสียก่อน (pre-processing) เพื่อที่จะได้ภาพที่พร้อมใช้งานออกมา

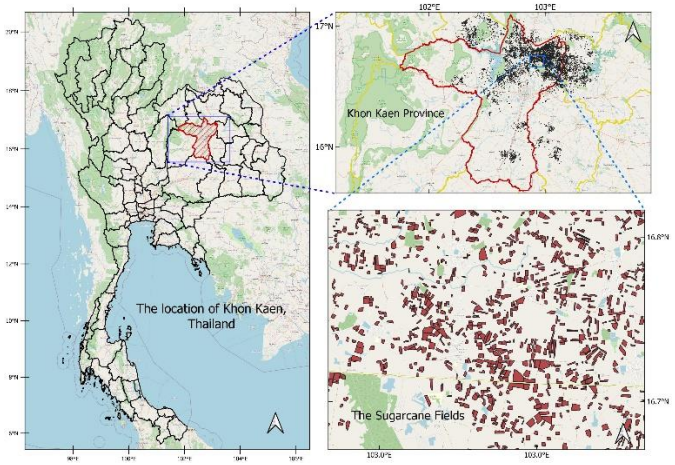
โดยภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการ Pre-Processing นั้นสามารถนำมาประมวลผลเพื่อติดตามสถานะของแปลงอ้อยได้ ซึ่งได้มีการใช้ภาษา Python เข้ามาช่วยในการประมวลเก็บค่าผลค่าการสะท้อนของภาพถ่ายดาวเทียมทั้งหมดที่ใช้ในการติดตามสถานะของแปลงอ้อย เพื่อเก็บรวบรวมค่าการสะท้อน และทำการคัดแยกไปตามค่าสถานะต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ตามค่าการสะท้อนจากภาพถ่ายดาวเทียม

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อเป็นการประมวลผลการติดตามสถานะของแปลงอ้อยพร้อมกันจำนวนมาก ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้าง Python Script ขึ้น โดยเป็นการรวมกระบวนการประมวลผลทั้งหมด เริ่มตั้งแต่การเก็บค่าการสะท้อนกลับตามพื้นที่ของแปลงอ้อยด้วยการอาศัย Python Library ทางด้าน Geospatial เข้ามาช่วยในการประมวลผล การหาค่าเฉลี่ย การคัดแยกสถานะ ไปจนถึงการได้ผลลัพธ์การของคัดแยกสถานะแปลงอ้อยออกมาอยู่ในรูปแบบของ Comma-Separated Values (CSV) เพื่อเป็นการแก้ไขข้อจำกัดที่จะเกิดขึ้นหากนำข้อมูลไปประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์สำเร็จรูปอีกด้วย การวิจัยในครั้งนี้ได้คำนึงถึงการได้มาของข้อมูล และกระบวนการต่าง ๆ โดยจะมุ่งเน้นไปยังข้อมูลที่เป็น Open Data และประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ที่เป็น Open Source ทั้งหมด เพื่อมุ่งหวังในการลดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุดในการสร้างกระบวนการทั้งหมด ทั้งยังเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ของแปลงอ้อยที่ได้รับการเก็บเกี่ยวแล้ว ที่ได้รับจากกระบวนการติดตามผ่านภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในสนาม

1.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่แปลงอ้อยในจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย มีที่ตั้งตามที่แสดงในภาพที่ 1 โดยจังหวัดขอนแก่นมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญคือ อ้อยโรงงาน ซึ่งมีปริมาณ 7,257,231 ตัน ในปี 2564 จากรายงานแนวทางการส่งเสริมการเกษตรที่เหมาะสม ตามฐานข้อมูลแผนที่เกษตรเชิงรุก AGRI-MAP จังหวัดขอยแก่น [3] ระบุไว้ว่าขอนแก่นมีพื้นที่เหมาะสมมากในการปลูกอ้อยประมาณ 1,644 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดขอนแก่น พื้นที่ในระดับเหมาะสมปานกลางมีประมาณ 866,996 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 81.75 พื้นที่ในระดับเหมาะสมน้อยมีประมาณ 191,633 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 18.07 และพื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสมเลยมีประมาณ 213 ไร่ หรือคิดเป็นร้อย 0.02 ของพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดขอนแก่น ทำให้ในจังหวัดขอนแก่นนิยมทำแปลงอ้อยเพื่อส่งโรงงานแปรรูปเป็นส่วนใหญ่ [4]



ภาพที่ 1 แผนที่ที่ตั้งจังหวัดขอนแก่น และแปลงอ้อย

1.3 ข้อมูล

1.3.1 ข้อมูลที่ใช้นั้นเป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เป็นข้อมูล L1 Ground Range Detection (GRD) มีความยาวคลื่นที่ C-Band อยู่ที่ประมาน 5.405 GHz Polarization VH กับ VV โหมด Interferometric Wide แนวการโคจรของดาวเทียมเป็นแบบขาลง หรือ Descending orbit มีความละเอียดของภาพในแนว Range และ Azimuth อยู่ที่ 5 x 20 เมตร [5] โดยใช้ข้อมูลวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2564 และวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2566 โดยพื้นที่ครอบคลุมจังหวัดขอนแก่นทั้งหมด (Path 164 Frame 538 และ Path 164 Frame 533) โดยมีตำแหน่งตามที่แสดงในภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3

ภาพที่ 2

3) Speckle-Filter

การขจัดสัญญาณรบกวน เป็นขั้นตอนที่ทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมมีความคมชันมากยิ่งขึ้น โดยมีการใช้วิธี Lee Filter ในการกรองข้อมูลจากจุดภาพข้างเคียงในขนาด 3 x 3 จุดภาพ [10, 12, 13]

4) Terrain Correction

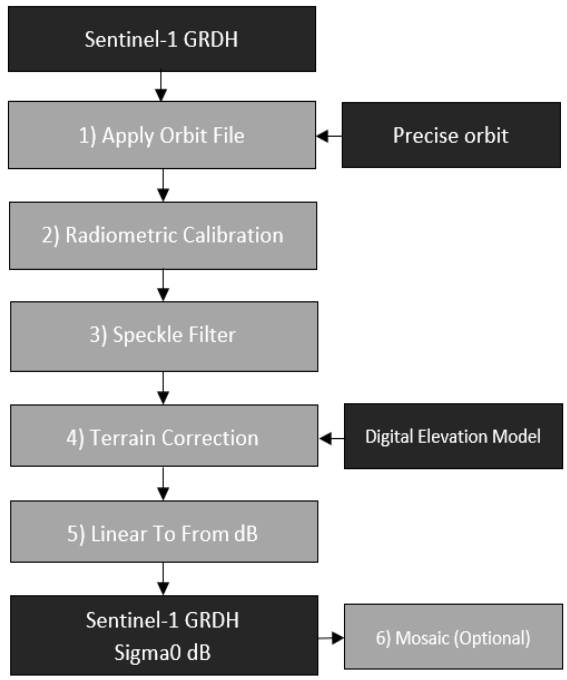
การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนภูมิประเทศ เนื่องจากการบันทึกภาพของดาวเทียม Sentinel-1 จะมีลักษณะมุมเอียงของเครื่องบันทึกภาพ ส่งผลให้ผลลัพธ์หลังจากการบันทึกภาพออกมานั้นมีลักษณะที่ไม่ตรงกับตำแหน่งบนภูมิประเทศ ในการปรับแก้นั้นจะใช้วิธี Range-Doppler Terrain Correction ประกอบกับแบบจำลองความสูงเชิงเลข SRTM DEM ที่มีความละเอียดทางตำแหน่งราบที่ 30 เมตร เป็นสิ่งอ้างอิงในการปรับแก้ [10, 12]

5) Linear To From dB

เป็นการแปลงหน่วยการสะท้อนกลับที่ไม่มีหน่วยในตอนแรก ให้มีหน่วยเป็น dB [10]

6) Mosaic

ในบางครั้งที่แปลงของอ้อยมีปริมาณที่มาก ทำให้ต้องมีการซ้อนทับ (Overlay) ไปบนภาพถ่ายดาวเทียมมากกว่า 1 ภาพ เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลและเก็บข้อมูล ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการนำภาพที่มีแปลงอ้อยอยู่บนภาพถ่ายทั้งหมดมาต่อกัน ให้ภาพกลายเป็นผืนเดียว โดยในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอน Optional มีการดำเนินการผ่านซอฟต์แวร์ QGIS Plugin Whitebox Tools ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ และส่วนเสริมแบบ Open Source เช่นกัน



ภาพที่ 4 ขั้นตอน Pre-Processing ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1

2.2 ขั้นตอนในการเก็บค่าในแต่ละโซนของ Polygon แปลงอ้อย

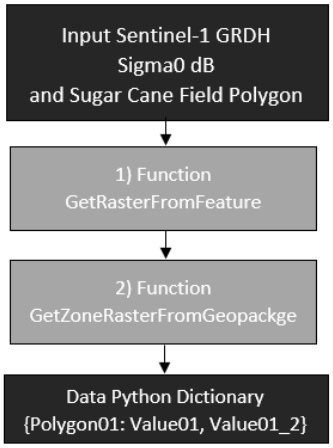
หลังจากที่ได้ทำการ Pre-Processing ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นกระบวนการเก็บค่าการสะท้อนกลับในบริเวณภายในพื้นที่ของ Polygon แปลงพืชอ้อย โดยมีหลักการเดียวกับการใช้เครื่องมือ Zonal Statistic ซึ่งเป็นส่วนเสริมที่สามารถประมวลผลในรูปแบบของค่าทางสถิติต่าง ๆ ได้ โดยค่าจะถูกคำนวณในแต่ละโซน หรือในที่นี้คือ ค่าของผลลัพธ์จะถูกแบ่งประมวลผลโซนตามขอบเขตของแปลง Polygon พืชอ้อย เพื่อกำนวณค่าพิกเซล (Pixel) การสะท้อนกลับสำหรับแปลงอ้อยแต่ละแปลงออกมา โดยทั่วไปเครื่องมือนี้จะมีส่วนเสริม (Plugin) แบบ Open Source สามารถใช้ได้ตามซอฟต์แวร์ทางด้าน GIS แต่ส่วนเสริมเหล่านี้จะมีข้อจำกัดคือ ในบางกรณีภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้มานั้นอาจมีมากกว่า 1 ภาพที่จะนำมาทำการประมวลผล ซึ่งส่วนเสริมนี้จะทำการประมวลผลได้เพียงครั้งละ 1 ภาพเท่านั้น และยังมีในกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียมบางระบบจะมีส่วนที่ทับซ้อนกัน (Overlap) ทำให้เกิดปัญหาในประมวลผลขึ้น รวมไปถึงตำแหน่งของการเลือกใช้ค่าผลลัพธ์ของข้อมูล ด้วยข้อจำกัดในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาการเก็บข้อมูลพิกเซลภายในโซนขึ้นด้วย Python Script เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาจากข้อจำกัดที่กล่าวถึงในข้างต้น โดย Python Script มีการทำงานดังนี้ (ภาพที่ 5)

1) Function GetZoneRasterFromGeopackage

จะมีการทำงานโดยอาศัยไลบรารี่ (library) หรือส่วนขยายความสามารถของภาษา Python [14] โดยใช้เป็น GDAL และ OSGEO เพื่อทำการอ่านค่าไปตาม Polygon และภาพ Raster ที่ได้ใส่เข้าไปเป็น Input เพื่อที่จะทำการอ่านค่า โดยสามารถใส่ Raster ได้เข้าไปได้มากกว่า 1 ภาพ เพื่อให้ Script ทำงานอ่านค่าได้พร้อมกันในการสั่งประมวลผลเพียงครั้งเดียว เมื่อ Function นี้ทำอ่านค่าทุกอย่างเรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งต่อข้อมูลต่าง ๆ ไปประมวลผลต่อที่ Function 2) เพื่อให้มีการเก็บค่าการสะท้อนกลับตามโซนของ Polygon ออกมา

2) Function GetRasterFromFeature

จะมีการทำงานโดยอาศัย ไลบรารี่ (Library) เช่นเดียวกับ Function ด้านบนในการอ่านข้อมูลทาง Spatial เพื่อหาค่า Geometry ของ Polygon ว่ามีค่าพิกัดทางตำแหน่งอยู่ที่บริเวณใด แล้วจะทำการสร้าง Raster ที่อยู่ใน Bounding Box ของ polygon ขึ้นมาก่อนจากนั้นทำการหาค่าพิกัดที่มีค่ามากที่สุด และน้อยที่สุดของค่าพิกัด x, y เพื่อให้รู้ตำแหน่งของ Row และ Column แล้วจึงทำการเก็บค่าการสะท้อนกลับจากภาพถ่ายดาวเทียมในบริเวณ Row และ Column นั้น ๆ ออกมา โดยในการเก็บค่านั้นจะอาศัย Numpy Array และ Python Dictionary ที่เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของ {Key: Value} ตัวอย่างเช่น {Polygon01: Value01} หากในกรณีที่ Raster มีการ Overlap กันการเก็บค่าก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา 2 ค่า ดังนี้ {Polygon01: Value01, Value01_2} เป็นต้น [15]



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำงานของ Function ภายใน Python Script ในการเก็บค่าการสะท้อนกลับตามโซนของแปลง Polygon

2.3 ขั้นตอนการจัดการข้อมูล และสร้างผลลัพธ์ในรูปแบบ CSV

เมื่อมีการเก็บค่าผลลัพธ์ของการสะท้อนตามโซนของ Polygon แปลงอ้อยเรียบร้อยแล้วนั้น อย่างที่ได้กล่าวไปว่า จะมีในบางกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียมในบางพื้นที่หรือในบางระบบจะมีพื้นที่ซ้อนทับกัน (Overlap) และในบริเวณที่ซ้อนทับกันนั้นมีแปลงอ้อยปรากฏอยู่ ทำให้ผลลัพธ์ในการเก็บค่ามานั้นจะมีค่าการสะท้อนกลับออกมา 2 ค่า โดยเป็นผลลัพธ์ของทั้ง 2 ภาพที่มีการซ้อนกันอยู่ ด้วยปัญหานี้หากทั้ง 2 ภาพเป็นภาพที่ถูกบันทึกมาในช่วงเวลาภายในวันเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ทางผู้วิจัยจึงทำการเขียน Script เพิ่มเติมในส่วนนี้ รวมไปถึงการสร้างผลลัพธ์ให้แสดงผลออกในรูปแบบของไฟล์ CSV ที่มีการแสดงสถานะของแปลงอ้อยว่าได้รับการเก็บเกี่ยวแล้วหรือไม่ เพื่อให้ผู้ที่จะนำไปใช้งานต่อสามารถนำข้อมูลในส่วนนี้ไปตรวจสอบ และสร้างประโยชน์เพิ่มเติมได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยมีกระบวนการดังนี้ (ภาพที่ 6)

1) Get Attribute Data from Polygon

ในขั้นตอนนี้ได้มีการอาศัยไลบรารี่ (Library) Osgeo.ogr ช่วยในการเปิดอ่านข้อมูลภายใน Polygon (*.GPKG) เพื่อให้สามารถดึงเอาข้อมูลในส่วนของตารางข้อมูล (Attribute) ที่มีข้อมูลต่าง ๆ เช่น รหัสของแปลง ชื่อของเจ้าของแปลง หรืออื่น ๆ ออกมา แล้วเก็บค่าไว้ในรูปแบบของ List

2) Write New CSV File

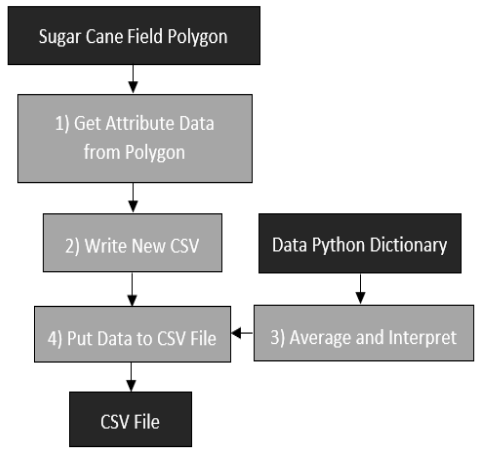
ขั้นตอนนี้ได้ใช้ไลบรารี่ (Library) CSV และ pandas ในการเขียน (Write) ไฟล์ csv ใหม่ขึ้นมา [16]

3) Average and Interpret

หลังจากที่ได้ผลลัพธ์ค่าการสะท้อนกลับที่เก็บไว้เป็น Python Dictionary ในการใช้ Function ก่อนหน้านี้แล้ว ในบาง Key ก็จะมี Value ที่เกิดจากการทับซ้อนกันของภาพ ทำให้เกิด Value ขึ้นมา 2 ค่า ในส่วนนี้ได้อาศัยไลบรารี่ Numpy.mean ในการคำนวณค่าเฉลี่ยออกมา หรือหากในจุดใดตรวจไม่พบว่ามีการทับซ้อนกันของภาพถ่ายก็จะข้ามขั้นตอนนี้ไป จากนั้นจะทำการตรวจสอบค่าการสะท้อนกลับ หากมีค่าอยู่ในระหว่างช่วง -7.000 จนถึง -10.999 ให้ทำการบันทึกค่าเข้าไปเป็น Yes (แปลผลเป็นแปลงนี้ผ่านการเก็บเกี่ยวแล้ว) ส่วนค่าที่เหลือให้บันทึกค่าเป็น No (แปลผลเป็นยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว หรือด้วยเหตุผลอื่น ๆ ตามค่าที่ปรากฏ) ทั้งหมดได้ทำการเก็บค่าในรูปแบบของ Numpy List

4) Put Data to CSV File

เมื่อได้ List ที่มีการเก็บค่าการสะท้อนกลับ ค่าการแปลผล และตารางข้อมูลที่ได้จากการอ่านข้อมูลจาก Polygon ออกมาแล้ว ก็ได้ทำการใช้ไลบรารี่ Pandas ในการใส่ข้อมูลทั้งหมดเข้าไปใน CSV ที่เราสร้างขึ้นมาใหม่ในตอนต้น



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการทำงานในส่วนของการจัดการข้อมูลและการสร้าง CSV

2.4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลลัพธ์ จากการประมวลผลการแปลค่าจากค่าการสะท้อนกลับจากดาวเทียม และข้อมูลภาคสนาม

ในการตรวจสอบข้อมูลในครั้งนี้ได้มีการใช้ข้อมูลจากภาคสนาม เป็นข้อมูลในช่วงการปิดหีบของโรงงานน้ำตาลส่วนมากในประเทศไทย ซึ่งจะอยู่ในช่วงต้นเดือนธันวาคม ไปจนถึงช่วงต้นเมษายนของทุกปี ขึ้นอยู่กับปริมาณที่โรงงานได้รับ [17] โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบจะมีข้อมูลช่วงปิดหีบของฤดูกาล 2564/65 ช่วงเดือนเมษายน ทั้งหมด 14,971 แปลง และฤดูกาล 2565/66 ช่วงเดือนมกราคม 842 แปลง ซึ่งข้อมูลของฤดูกาล 2565/66 นี้ไม่ได้มีสถานะที่ผ่านการเก็บเกี่ยวแล้วทั้งหมด ยังมีบางแปลงที่ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยนำมาเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 วันที่ 25 เมษายน 2564 และวันที่ 14 มกราคม 2566 ตามลำดับ โดยการเปรียบเทียบนั้นใช้วิธีการตรวจสอบจากข้อมูล CSV ที่ได้รับจากการประมวลผลจากกระบวนการ Pre-Processing เสร็จสิ้นแล้ว หลังจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์โดยการดูแนวโน้มของค่าการสะท้อนกลับบริเวณแปลงอ้อยทั้งหมดเพื่อคัดแยกค่าการสะท้อนกลับที่แสดงถึงสถานะของแปลงอ้อยที่ได้รับการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วออกมา และนำไปตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลผลลัพธ์ในฤดูกาล 65/66

โดยกระบวนการทั้งหมดมีการสรุปออกมาได้ดังนี้ (ภาพที่ 7)

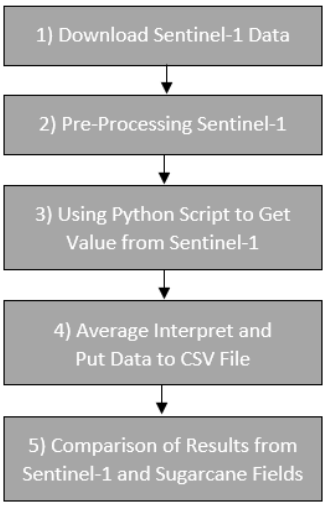
1) ทำการดาวน์โหลดภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ในช่วงเวลาที่ต้องการจากเว็บไซต์: https://search.asf.alaska.edu/

2) Pre-Processing ภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ด้วยซอฟต์แวร์ SNAP เพื่อเป็นการปรับแก้และขจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพถ่าย

3) ทำการใช้ Python Script ในการเก็บค่าการสะท้อนกลับค่าจากภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ในบริเวณแปลงอ้อย โดยมีการกำหนดบริเวณแปลงอ้อยด้วย Polygon

4) จัดการข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ ในกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียมมีบริเวณที่ Overlap กัน และทำการเขียนผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของ CSV เพื่อให้ง่ายต่อผู้ที่ต้องการจะใช้งานด้วย Python Script

5) นำผลลัพธ์ CSV ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนกลับ และสถานะของแปลงอ้อย

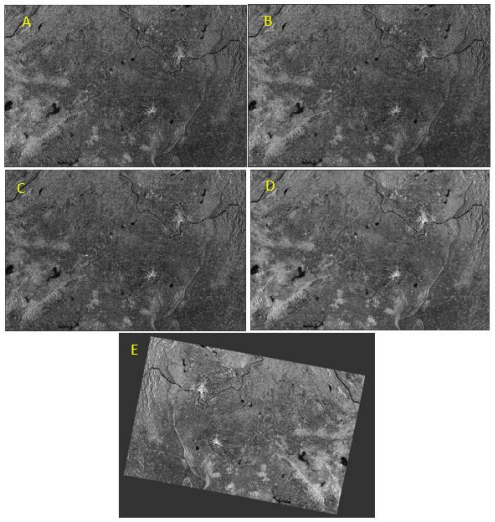


ภาพที่ 7 สรุปกระบวนการทำงานทั้งหมด

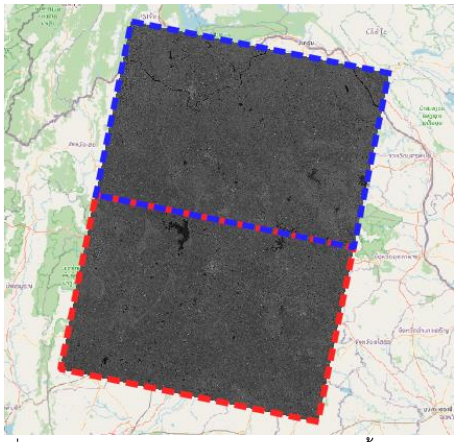
3. ผลลัพธ์

ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้น ในขั้นแรกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ที่ได้มานั้นต้องมีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ที่แฝงมากับข้อมูลออกเสียก่อน โดยใช้ซอฟต์แวร์ SNAP ในการ Pre-Processing ทั้ง 6 ขั้นตอนตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2 กระบวนการวิจัย โดยมีผลลัพธ์ของการ Pre-Processing ดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9

และจากการที่ผู้วิจัยได้สร้างกระบวนการเก็บค่าการสะท้อนกลับตามโซนของ Polygon ไปจนถึงการคัดแยกสถานะการเก็บเกี่ยวของแปลงอ้อยให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ CSV (แสดงผลลัพธ์ตัวอย่างในตารางที่ 1) โดยอาศัยการเขียน Python Script และได้นำมาทำการเปรียบเทียบ และดูแนวโน้มของค่าการสะท้อนกลับกับสถานะของแปลงอ้อยจากภาคสนามเพื่อดูว่ามีค่าการสะท้อนกลับเท่าใดที่แสดงถึงสถานะของแปลงอ้อยที่ถูกเก็บเกี่ยวแล้ว โดยทำการตรวจสอบจากแปลงอ้อยในปี 2564 ทั้งหมด 14,971 แปลงได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 8 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการ Pre-Processing (A) Sentinel-1 Image (B) Apply-Orbit File (C) Radiometric Calibration (D) Speckle-Filter และ (E) Linear To FromdB (วันที่ 22 ธันวาคม 2564)



ภาพที่ 9 ตัวอย่างผลลัพธ์ของการ Pre-Processing ขั้นตอน Mosaic (Optional) (วันที่ 22 ธันวาคม 2564)

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์

Field Code	Mean SAR	Status	Year
M01-6566-01009-0000125	-14.40588638 dB	No	6566
M01-6566-01009-0000154	-14.49003897 dB	No	6566
M01-6566-01009-0000357	-14.38418273 dB	No	6566
M01-6566-01009-0000099	-14.51406671 dB	No	6566
M01-6566-01009-0000074	-9.82744946 dB	Yes	6566
M01-6566-01009-0000081	-9.947674554 dB	Yes	6566
M01-6566-01009-0000137	-10.40693172 dB	Yes	6566
M01-6566-01009-0000136	-9.633926705 dB	Yes	6566

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ของค่าการสะท้อนกลับของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 วันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2565

ค่าการสะท้อนกลับ	จำนวนแปลง
มากกว่า -7.000 dB	235 แปลง
-7.000 ถึง -7.999 dB	465 แปลง
-8.000 ถึง -8.999 dB	1,462 แปลง
-9.000 ถึง -9.999 dB	3,962 แปลง
-10.000 ถึง -10.999 dB	5,519 แปลง
-11.000 ถึง -11.999 dB	2,723 แปลง
-12.000 ถึง -12.999 dB	534 แปลง
น้อยกว่า -12.000 dB	80 แปลง

จากตารางจะพบว่าค่าการสะท้อนกลับที่อยู่ในช่วง -7.000 dB ไปจนถึงค่า -12.999 dB โดยมีจำนวนของแปลงอ้อยที่มากกว่าค่าการสะท้อนกลับจำนวนอื่น ๆ ทำให้สามารถพิจารณาได้ว่า หากเป็นแปลงอ้อยที่มีสถานะที่เก็บเกี่ยวแล้วนั้น ค่าของการสะท้อนกลับจะอยู่ในช่วง -7.000 dB ไปจนถึง -12.999 dB ส่วนค่าการสะท้อนกลับในระดับอื่น ๆ อาจจะตีความไปได้ในอีกหลายความหมายขึ้นอยู่กับบริเวณดังกล่าว เช่น ในพื้นที่นั้นอาจมีแหล่งน้ำ หรือสิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ อยู่ในบริเวณของแปลงอ้อยด้วย ทำให้ค่าการสะท้อนกลับเกิดการคลาดเคลื่อนขึ้น

ทางผู้วิจัยยังได้ทำการตรวจสอบอีกครั้ง โดยนำค่าการสะท้อนกลับ -7.000 dB ถึง -12.999 dB ไปตรวจสอบกับแปลงอ้อยของปี พ.ศ. 2566 โดยครั้งนี้ ไม่ได้ทำการเปรียบเทียบโดยพิจารณาจากผลลัพธ์ของจำนวนค่าการสะท้อนกลับที่ได้ออกมาจากกระบวนการ แต่ตรวจสอบจากผลลัพธ์ของสถานะที่ทางผู้จัดทำได้กำหนดค่าไว้ว่า หากค่าการสะท้อนกลับอยู่ในช่วง -7.000 dB ถึง -12.999 dB ให้บันทึกค่าลงไฟล์ CSV ว่า Yes (แปลงอ้อยมีสถานะว่าเก็บเกี่ยวเรียบร้อยแล้ว) ส่วนค่าการสะท้อนกลับที่นอกเหนือจากนั้นให้บันทึกค่าเป็น No (แปลค่าว่าสถานะแปลงอ้อยนี้ยังไม่ผ่านการเก็บเกี่ยว หรือด้วยเหตุปัจจัยอื่น ๆ) พบว่า จากทั้งหมด 842 แปลง มีจำนวน 699 แปลงที่มีค่าสะท้อนอยู่ในช่วงที่กำหนด หรือมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องอยู่ที่ 83.017 เปอร์เซ็นต์

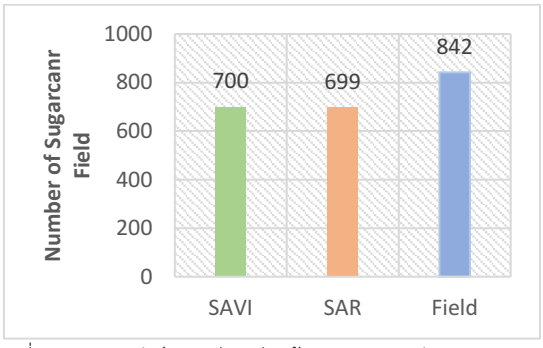
ทั้งนี้ยังทำได้ทำการตรวจสอบกับการกระบวนการติดตาม และประเมินสถานะการเก็บเกี่ยวของแปลงด้วยที่ได้มีการใช้อยู่ในปัจจุบันโดยจะใช้เป็นข้อมูลในรูปแบบ Optical ดาวเทียม Sentinel-2 ซึ่งเป็นกระบวนการที่ประเมินจากค่าของ Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) ซึ่งเป็นการพัฒนา Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เพิ่มขึ้นเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนลง หากในพื้นที่ไหนมีพืชพรรณปกคลุมสูงก็จะมีค่าดัชนี SAVI ที่สูงขึ้นมาไปด้วย [18,19] ในฤดูการ 2565/66 นั้นผลลัพธ์ของการใช้ค่าดัชนี SAVI ในการประเมินผลลัพธ์นั้น (เฉพาะผลลัพธ์ที่มีการแสดงผลว่าเก็บเกี่ยวแล้วเท่านั้น) และข้อมูลที่ได้จากค่าสนามจะพบว่า ในการใช้กระบวนการนี้มีความถูกต้องของสถานะที่มีการเก็บเกี่ยวแล้วอยู่ที่ 83.135 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องระหว่างข้อมูลทั้ง 2 รูปแบบนี้มีความใกล้เคียงกัน

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ตั้งแต่การ Pre-Processing การสร้าง Python Script เพื่อทำการเก็บค่าการสะท้อนกลับตามโซนของแปลงอ้อยจำนวนมาก และได้ทำการตรวจสอบผลลัพธ์กับแปลงอ้อยที่ทำการเก็บค่าสถานะมาจากภาคสนาม โดยมีการตรวจสอบใน 2 ช่วงเวลา คือ ปี 2564 และ ปี 2566

เพื่อวิเคราะห์ผลหาช่วงค่าที่จะสามารถระบุสถานะของแปลงอ้อยนั้นจากข้อมูลปีล่าสุด 2564 จำนวน 14,971 แปลง พบว่าค่าการสะท้อนกลับกลับของภาพ SAR ในบริเวณแปลง อ้อย จะมีค่าอยู่ที่อยู่ที่ -7.000 dB ถึง -12.999 dB เป็นส่วนใหญ่ จึงได้นำเอาค่าการสะท้อนกลับดังกล่าวมาทดสอบกับข้อมูล ของปี 2566 โดยตั้งให้การประมวลผลคัดแยกว่า หากค่าการสะท้อนกลับกลับในบริเวณของแปลงอ้อยมีค่าอยู่ที่ -7.000 dB ถึง -12.999 dB ให้แสดงผลเป็น Yes (อ้อยมีสถานะเป็นเก็บเกี่ยวแล้ว) และค่าที่นอกเหนือจากนั้นให้แสดงผลเป็น No (แปลงอ้อยมีสถานะยังไม่เก็บ

เกี่ยว หรือด้วยเหตุ อื่น ๆ เช่น แปลงอ้อยอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ทำให้ผลการสะท้อนค่าคลาดเคลื่อนไป เป็นต้น) ผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้นในปี 2566 มีข้อมูลแปลงอ้อยทั้งหมด 842 แปลง พบว่ามี 699 แปลง ที่การสะท้อนค่าอยู่ที่ช่วง -7.000 dB ถึง -12.999 dB ทำให้การแปลผลเป็นสถานะเก็บเกี่ยวแล้ว หรือ 83.017 เปอร์เซ็นต์ และได้นำเอาผลลัพธ์นี้ไปตรวจสอบกับวิธีการที่มีการใช้ในปัจจุบันที่ใช้ดาวเทียมระบบ Optical ในการประเมินสถานะ ผลลัพธ์ของการใช้วิธีนี้มีความถูกต้องอยู่ที่ 83.135 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าค่าความถูกต้องของข้อมูลมีความใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 แสดงผลลัพธ์การเปรียบเทียบข้อมูลภาคสนามกับ SAVI และ SAR

จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงออกมานั้นจะเห็นได้ว่าค่าการสะท้อนกลับของภาพถ่ายดาวเทียม Sentinel-1 ของฤดูการ 65/66 นั้นมีค่าความถูกต้องที่ใกล้เคียงกับวิธีการที่มีการใช้ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก จึงทำให้สามารถนำเอาวิธีการติดตามสถานะของแปลงอ้อยด้วยข้อมูล Sentinrl-1 SAR ไปใช้ในการตรวจสอบ ติดตามสถานะของแปลงอ้อยควบคู่ไปกับวิธีการที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบันได้

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นไปยังการติดตาม ตรวจสอบสถานะการเก็บเกี่ยวของแปลงอ้อยในช่วงฤดูการปิดหีบ หรือประมาณในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเมษายนของทุกปี ทำให้ผลลัพธ์ของการสะท้อนและการเปรียบเทียบจำนวนของแปลงอ้อยเน้นไปยังสถานะที่มีการเก็บเกี่ยวอ้อยแล้วเป็นหลัก หากต้องการนำค่าการสะท้อนกลับนี้ไปใช้ติดตามสถานะของฤดูกาลอ้อยในช่วงอื่น ๆ อาจมีต้องทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบค่าการสะท้อนกลับใหม่อีกครั้ง เพราะว่าการสะท้อนของแปลงอ้อยในช่วงฤดูกาลที่นอกเหนือจากในการวิจัยนี้ การสะท้อนต่อระยะการเจริญเติบโตของอ้อยจะมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้จำเป็นต้องมีค่าการสะท้อนกลับในช่วงอื่นมาใช้ในการประเมินสถานะของแปลงอ้อย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา Open Source Data และ Open Source Software ทุกท่านในการสนับสนุน/แบ่งปันความรู้ โรงงานน้ำตาลที่มีความกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลสถานะของแปลงอ้อยทั้งหมด รวมไปถึงบุคคลที่ให้ความสนับสนุนทั้งในเบื้องหน้าและเบื้องหลังในการสร้างงานวิจัยในครั้งนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณการสนับสนุนทุนการศึกษาระดับปริญญาเอก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Chokwarakul, K., The Efficient Development and Productivity to Raise The Value Added of The Manufacturing Industry, Agriculture, “CANE” in The Northeast. NRRU Community Research Journal, 2018, 12.

[2] Sowcharoensuk, C. Business/Industry Outlook 2021-2023: Sugar Industry. 2022.

[3] LandDevelopmentDepartment, Appropriate agricultural promotion guidelines according to the AGRI-MAP proactive agricultural map database, KHON KAEN. 2021: Bangkok.

[4] Opsmoac, Provincial agricultural information. 2022.

[5] Filipponi, F., *Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow* Presented at the 3rd International Electronic Conference on Remote Sensing, 2019.

[6] Phusiripaiboon, A., MONITORING SUGARCANE GROWTH USING SMAP AND SENTINEL-1 DATA, in Department of Civil Engineering. 2021, Kasetsart University: Thailand.

[7] Munprasit, R., Application of QGIS for Area-based Fisheries Management, in Department of Fisheries. 2017: Thailand.

[8] Samdaengchai, B., An Analysis and Identification of Flood Areas using Sentinel-1 Satellites Data. 2022, Mahasarakham University: Thailand.

[9] DepartmentofNationalParks, Application Guide for SNAP Sentinel Application Platform. Vol. 1. 2021, Thailand.

[10] Filipponi, F., *Sentinel-1 GRD Preprocessing Workflow.* Presented at the 3rd International Electronic Conference on Remote Sensing, 2019.

[11] Miranda, N., Radiometric Calibration of S-1 Level-1 Products Generated by the S-1 IPF. 2015: EAS.

[12] Thoenglom, Y., Comparative Study of Sentinel-1 and Sentinel-2 Imagery Data to Estimate Teak Volume in Thong Pha Phum Plantation, Kanchanaburi Province., in Forest Resource Management. 2020, Kasetsart University: Thailand.

[13] Mansourpour, M., M. Rajabi, and Z. Rezaee, *Radiometric and Geometric Correction Methods for Active Radar and SAR Imageries.* Tehran, Iran: University of Tehran, 2008.

[14] Srikaew, A., Visual Development Environment for Computer Vision System. 2010: Thailand.

[15] Novak, N., *Python dictionary*. 2019: Bronx Community College, City University of New York

[16] Beazley, D.M., *Data processing with pandas.* login Usenix Mag, 2012. **37**(6).

[17] OfficeoftheCaneandSugarAdministration, *Sugarcane Season Information*. 2022:.

[18] Thaicharoen, K., The development of equation of sugarcane yield prediction using vegetation index from Sentinel-2 satellite imagery: A case study in Chaiwan District, Udon Thani Province. J Sci Technol MSU, 2022. **41**(6): p. 317-324..

[19] Supavetch, S. Sentinel-2 based Remote Evaluation System for a Harvest Monitoring of Sugarcane Area in the Northeast Thailand Contract Farming. in GISTAM. 2019.