

การประมวลผลซีพีลักษณะพืชพรรณระหว่างรูปภาพ Field Server และ Landsat 8 เพื่อเปรียบเทียบปฏิทินเพาะปลูกข้าว

Vegetation Phenology Processing between Field Server and

Landsat 8 Images for Comparing Rice Crop Calendar

นรุฒ์ สุนทรานนท์ สยาม ลววิโรจน์วงศ์ กุลสวัสดิ์ จิตขจรวานิช

ภาณุ เศรษฐเสถียร และ ปรีสาร รักวาทีน

Narut Soontranon, Siam Lawawirojwong, Kulsawasd Jitkajornwanich,

Panu Srestasathiern and Preesan Rakwatin

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

120 ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ (อาคาร B) ม.3 ถ.แจ้งวัฒนะ หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

โทรศัพท์ 02-141-4604 โทรสาร 02-143-9595 e-mail: narut@gistda.or.th

บทคัดย่อ

ในการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับงานประยุกต์ด้านเกษตร กราฟซีพีลักษณะพืชพรรณ สามารถนำมาใช้เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงสถานะของแปลงเพาะปลูกได้ โดยทั่วไป รูปภาพดาวเทียมอนุกรมเวลา จะถูกคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ เพื่อสร้างกราฟซีพีลักษณะพืชพรรณ และ นำไปหาค่าปฏิทินเพาะปลูก ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่ 2 ตัวแปรสำคัญ คือ วันเริ่มต้นและสิ้นสุดการเพาะปลูก อย่างไรก็ตามข้อมูลจากภาคพื้นดินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตรวจสอบความถูกต้อง ในที่นี้จะใช้รูปภาพจากอุปกรณ์ Field Server ซึ่งติดตั้งที่แปลงเกษตรเป็นข้อมูลอ้างอิง บทความฉบับนี้ เสนอการประมวลผลซีพีลักษณะพืชพรรณของแปลงข้าว บนพื้นฐานของข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่ รูปภาพภาคพื้นดิน (Field Server) และ รูปภาพดาวเทียม (Landsat 8) ปฏิทินเพาะปลูกที่คำนวณได้ จะถูกนำมาเปรียบเทียบ โดยใช้รูปภาพภาคพื้นดินเป็นข้อมูลอ้างอิง จากผลการทดลอง เมื่อใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 8 ราย 16 วัน ปฏิทินที่ได้มีความผิดพลาดของปฏิทินเพาะปลูกประมาณ 18-19 วัน สำหรับแนวทางในการดำเนินงานต่อไป กราฟซีพีลักษณะพืชพรรณ จะถูกใช้ในการสอบเทียบ (Calibrate) เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการสร้างกระบวนการจำแนกพื้นที่และสถานะของแปลงข้าว ณ เวลาต่างๆ จากภาพถ่ายดาวเทียม ได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : ซีพีลักษณะพืชพรรณ ดัชนีพืชพรรณ แปลงข้าว Field Server Landsat 8

ABSTRACT

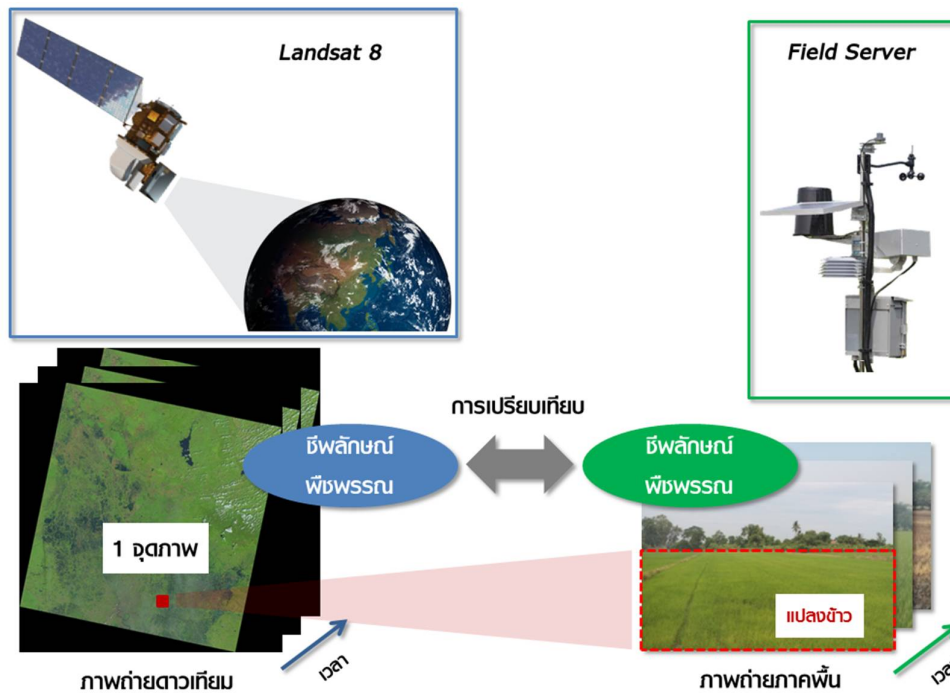
To process satellite images for agricultural applications, the vegetation phenology can be utilized for monitoring status of crop cycle. In general, vegetation index is computed on the time-series images. Then the vegetation phenology and crop calendar will be obtained respectively. Considering to the crop calendar, we focus on two significant parameters: start of growing season (SOS) and end of growing season (EOS). However, ground-based data is required for validating results of the SOS and EOS. The ground-based data is referred to images acquired from Field Server stations installed in agriculture fields. In this paper, we propose a method for processing the vegetation phenology of rice field. Based on two sets of images, ground-based (Field Server) and satellite-based (Landsat 8), the results of the crop calendars will be compared and evaluated by using the ground-based as the reference. In the experiments, the day shift error (SOS, EOS) is approximately 18-19 days by using 16 days images (Landsat 8). For the perspective work, the vegetation phenology curve will be calibrated in order to obtain an efficient model. Given the

satellite images, the calibration model will be used for classifying the accurate areas and status of the rice fields.

KEY WORDS : Vegetation Phenology, Vegetation Index, Rice Field, Field Server, Landsat 8

1. บทนำ

เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing Technology) สามารถนำมาใช้พัฒนางานประยุกต์ต่างๆ ได้หลากหลาย หนึ่งในงานประยุกต์ที่มีการกล่าวถึงในปัจจุบัน คือ เกษตรแบบแม่นยำ (Precision Agriculture) เนื่องจากข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย มีความเกี่ยวข้องในเชิงสังคม วิถีชีวิต อีกทั้งยังมีเกษตรกรไทยเพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก บทความฉบับนี้ จึงมุ่งเน้นไปที่แนวทางการสร้างระบบติดตามการเพาะปลูกข้าวแบบอัตโนมัติ โดยนำเสนอการเปรียบเทียบซีฟลักซ์พีชพรรณ (Vegetation Phenology) บนแปลงข้าว ซึ่งคำนวณมาจากข้อมูลรูปภาพอนุกรมเวลา 2 ชุด ที่มีความแตกต่างกัน คือ ภาพถ่ายจากภาคพื้นดิน “Field Server” และ ภาพถ่ายจากดาวเทียม “Landsat 8” [3] การเปรียบเทียบนี้ จะใช้ 2 ตัวแปรที่สำคัญ คือ วันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของแต่ละรอบการเพาะปลูก (ปฏิทินการเพาะปลูก) ที่คำนวณได้จากภาพถ่ายทั้ง 2 ชุด โดยใช้ข้อมูลภาคพื้นดินเป็นข้อมูลอ้างอิง [1,2,5,7,8] เนื่องจากเป็นรูปภาพจากแปลงข้าวโดยตรง มีความชัดเจน สามารถจำแนกสถานะเพาะปลูกได้จากรูปภาพ



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบซีฟลักซ์พีชพรรณ ระหว่าง ภาพถ่ายดาวเทียม “Landsat 8” และภาคพื้น “Field Server” (1 จุดภาพของ Landsat 8 ที่ 30 x 30 ตารางเมตร จะถูกเทียบกับ 1 รูปภาพของ Field Server บริเวณแปลงข้าว)

หากกล่าวถึง ข้อมูลทั้ง 2 ชุด ที่นำมาใช้ในการทดลอง ข้อมูลภาพถ่ายภาคพื้น จะอ้างอิง ระบบติดตามการเกษตร (Agriculture Monitoring System: AMS Thailand) โดยระบบดังกล่าวนี้ มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่เรียกว่า Field Server เพื่อเก็บข้อมูลแปลงเกษตรต่างๆ ทั่วประเทศ ปัจจุบันมีจำนวน 24 สถานี ประกอบไปด้วยแปลงข้าวจำนวน 11 สถานี ข้อมูลรูปภาพแปลงข้าวรายวัน จะถูกบันทึกและส่งมาเก็บที่ฐานข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลบนพื้นฐานบริการผ่านเว็บ (Web-based services) ได้ ซึ่งซีฟลักซ์พีชพรรณของแปลงข้าวจะคำนวณจากรูปภาพรายวันนี้ สำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ซึ่งเป็นข้อมูลแบบเปิด (Open data) ไม่มีค่าใช้จ่าย รูปภาพ Landsat 8 มีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) 30 เมตร/จุดภาพ และมีความละเอียด

เชิงเวลา (Temporal resolution) 16 วัน ในการคำนวณชีพลักษณ์พืชพรรณของภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ณ ตำแหน่งจุดติดตั้ง Field Server จะถูกนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแปลงข้าวเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก Landsat 8 มีความละเอียดเชิงเวลาน้อยกว่า Field Server วิธีการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) จะถูกนำมาใช้สำหรับการเปรียบเทียบดังกล่าว แสดงแผนภาพในรูปที่ 1

2. วัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างระเบียบวิธีในการประมวลผลกราฟชีพลักษณ์พืชพรรณ (รายปี) แบบอัตโนมัติ และ กำหนดปฏิทินการเพาะปลูก โดยมุ่งไปที่ตัวแปรสำคัญ 2 ตัวแปร คือ วันเริ่มต้นและสิ้นสุดรอบการเพาะปลูก
- เพื่อเปรียบเทียบชีพลักษณ์พืชพรรณบนแปลงข้าวที่ได้จากรูปภาพ Field Server และ Landsat 8
- เพื่อหาความสัมพันธ์ และ ความคลาดเคลื่อนของปฏิทินการเพาะปลูก ระหว่างรูปภาพภาคพื้นดิน และ ดาวเทียม โดยใช้รูปภาพภาคพื้นดิน (Field Server) เป็นข้อมูลอ้างอิง

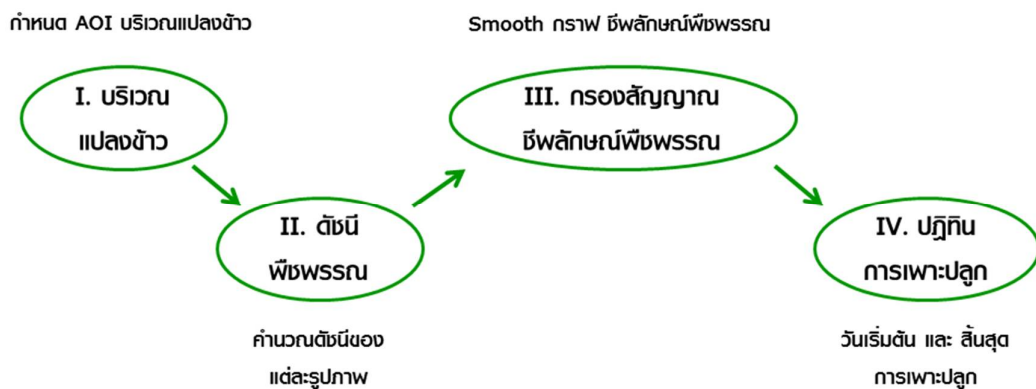
3. วิธีการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ จะกล่าวถึง วิธีการคำนวณชีพลักษณ์พืชพรรณ ซึ่งใช้ระดับของดัชนีพืชพรรณที่คำนวณได้จากรูปภาพ ณ เวลาต่างๆ จากนั้นจะเป็นการประมวลผลกราฟชีพลักษณ์พืชพรรณ เพื่อนำไปสู่การกำหนดปฏิทินการเพาะปลูก สามารถอธิบายแยกตามประเภทของข้อมูลรูปภาพทั้ง 2 ประเภท ดังนี้

3.1 รูปภาพภาคพื้นดิน “Field Server”

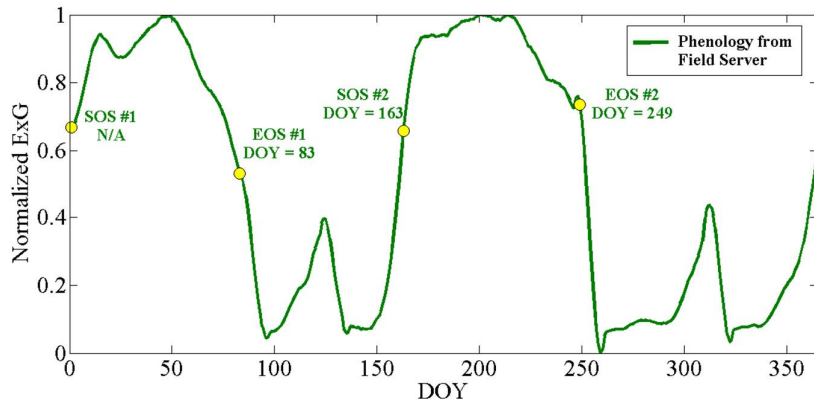
รูปภาพที่ได้จากภาคพื้นดิน อ้างอิงข้อมูลของปี พ.ศ. 2557 ถูกบันทึกจากอุปกรณ์ Field Server ของระบบติดตามการเกษตร (AMS) เป็นรูปภาพรายวันมีความละเอียด 640 x 480 จุดภาพ แผนภาพดังแสดงในรูปที่ 2 การประมวลผลรูปภาพ Field Server สามารถอธิบายได้ดังนี้

- รูปภาพ Field Server แต่ละรูป จะประกอบด้วย แปลงข้าวและส่วนที่ไม่ใช่แปลงข้าว (แนวเขา ท้องฟ้า) ดังนั้น รูปภาพจะถูกประมวลผลเพื่อแยกบริเวณสนใจ (Area of Interest: AOI) คือ แปลงข้าว
- การคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) อ้างอิงจากบริเวณแปลงข้าวแต่ละรูป เพื่อให้ได้กราฟชีพลักษณ์พืชพรรณ ในที่นี้จะใช้ดัชนีพืชพรรณแบบ ExG (Excessive Green) [7,8,9]
- กราฟชีพลักษณ์พืชพรรณถูกประมวลผล ผ่านตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำ เพื่อลดการสวิตช์ขึ้น-ลงของกราฟ “Smooth curve” โดยใช้ระเบียบวิธีแบบ Savitzky-Golay [6]
- การกำหนดค่าวันเริ่มต้นและสิ้นสุดการเพาะปลูก โดยกำหนดจาก 2 เงื่อนไข ณ ช่วงเวลาที่มีการเพาะปลูก คือ (1) ค่าระดับดัชนีพืชพรรณ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.4 อ้างอิงจากค่าออร์มัลไลซ์ของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Vegetation Index) และ (2) พื้นที่ใต้กราฟที่คำนวณได้ 5% “วันเริ่มต้น” และ 95% “วันสิ้นสุด” [8]



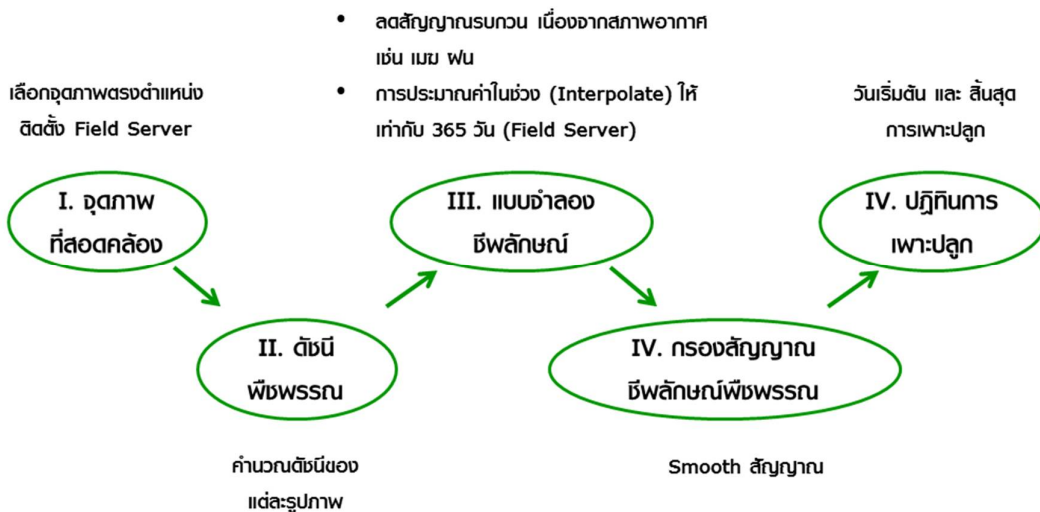
รูปที่ 2 แผนภาพการประมวลผลรูปภาพจาก Field Server สำหรับชีพลักษณ์พืชพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูก

ผลการประมวลผลรูปภาพจาก Field Server ของแปลงข้าว ชนิดนาปรัง จ. สุพรรณบุรี เพื่อสร้างกราฟชีพลักษณะชีพพรรณ รวมทั้งการกำหนดวันเริ่มต้นและสิ้นสุดแต่ละรอบการเพาะปลูก แสดงในรูปที่ 3 จะเห็นว่า มีจำนวน 2 รอบเพาะปลูก (มีคลื่นหลัก 2 ลูก ส่วนคลื่นย่อยขนาดเล็กเกิดขึ้นเนื่องจากวัชพืช) จุดสีเหลืองที่แสดงบนกราฟ หมายถึง วันเริ่มต้น (SOS: start of growing season) และ วันสิ้นสุด (EOS: end of growing season) ตามลำดับ สามารถอธิบายความหมายของกราฟได้ดังนี้ ค่าทางแกน Y หมายถึง ระดับของค่านอร์มัลไลซ์ ExG ซึ่งเป็นค่าดัชนีชีพพรรณที่ใช้ในการคำนวณภาพจาก Field Server และ ค่าทางแกน x หมายถึง เวลา แสดงโดยค่า DOY (day of year) มีค่าระหว่าง 1 (1 ม.ค. 57) ถึง 365 (31 ธ.ค. 57) จากกราฟดังกล่าว วันเริ่มต้นรอบเพาะปลูกที่ 1 (SOS #1) ไม่สามารถกำหนดได้ สังเกตได้จากกราฟว่ามีการเริ่มปลูกก่อนปี พ.ศ. 2557 วันสิ้นสุดรอบที่ 1 (EOS #1) เท่ากับ 83 วันเริ่มต้นรอบที่ 2 (SOS #2) เท่ากับ 163 และ วันสิ้นสุดรอบที่ 2 (EOS #2) เท่ากับ 249



รูปที่ 3 ชีพลักษณะชีพพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว ที่คำนวณได้จากรูปภาพ Field Server

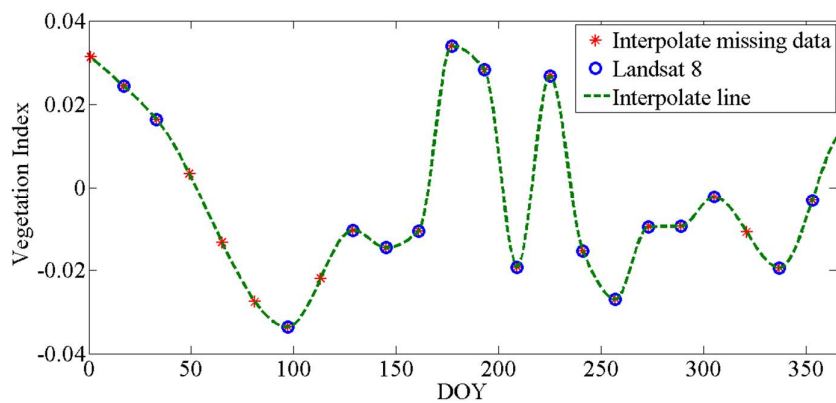
3.2 รูปภาพดาวเทียม “Landsat 8”



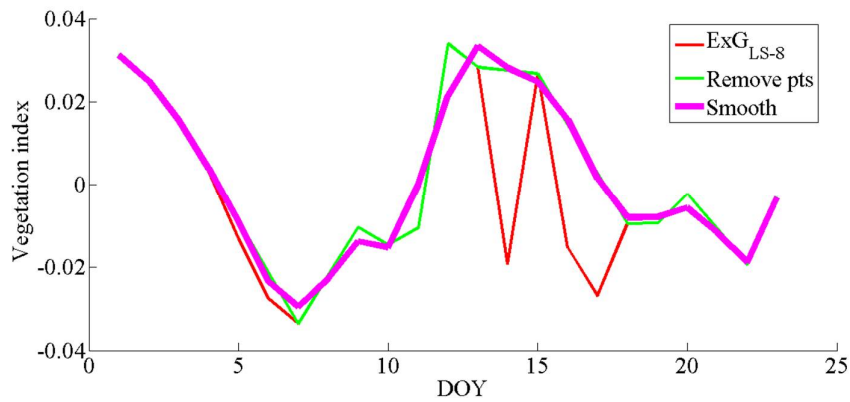
รูปที่ 4 แผนภาพการประมวลผลรูปภาพ Landsat 8 สำหรับชีพลักษณะชีพพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูก

รูปภาพดาวเทียม Landsat 8 อ้างอิงข้อมูล ณ เวลา (พ.ศ. 2557) และ ตำแหน่งเดียวกัน (หนึ่งจุดภาพ ณ ตำแหน่งติดตั้ง Field Server) ซึ่งจะมีความละเอียดเชิงพื้นที่ เท่ากับ 30 เมตร และมีความละเอียดเชิงเวลา 16 วัน ดังแสดงในรูปที่ 4 ชีพลักษณะชีพพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูก ที่คำนวณได้จากรูปภาพ Landsat 8 สามารถอธิบายได้ดังนี้

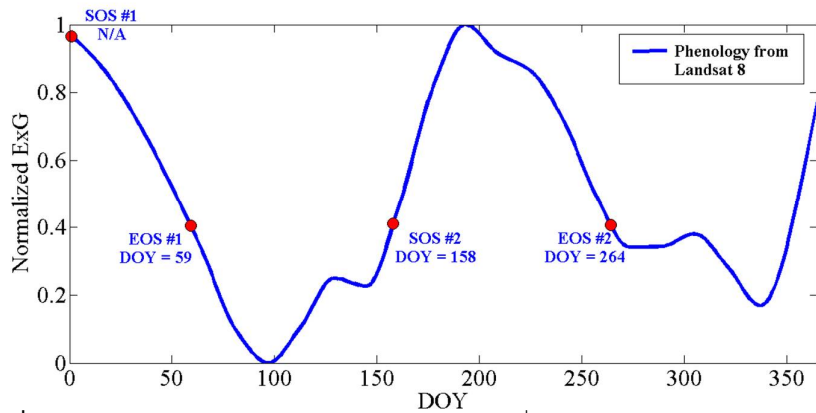
- I. เลือกจุดภาพที่ตรงกับตำแหน่งติดตั้ง Field Server ของแปลงข้าว
- II. คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณของจุดภาพนั้น โดยใช้ดัชนีพืชพรรณแบบ ExG เช่นเดียวกัน
- III. การประมวลผลซีฟลักซ์พืชพรรณ โดยใช้แบบจำลองเพื่อวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ ลดค่ารบกวนจากสภาพอากาศ เช่น เมฆ ฝน และการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) ให้มีความละเอียดเชิงเวลาเท่ากับ 365 วัน (เทียบเท่ากับซีฟลักซ์พืชพรรณที่คำนวณได้จาก Field Server) เนื่องจาก Landsat 8 เป็นข้อมูลราย 16 วัน
- IV. หลังจากได้กราฟซีฟลักซ์พืชพรรณมาแล้ว จะถูกนำมาประมวลผลอีกครั้ง เพื่อลดการสวิงขึ้นลง โดยใช้แนวทางเดียวกันกับซีฟลักซ์ที่ได้จาก Field Server คือ Savitzky-Golay
- V. ในขั้นตอนสุดท้าย การคำนวณหาปฏิทินการเพาะปลูก ก็จะอ้างอิงถึงวิธีการเดียวกับการประมวลผลซีฟลักซ์ที่ได้จาก Field Server (ค่าดัชนีพืชพรรณ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.4 และ พื้นที่ได้กราฟมีค่า 5% และ 95% สำหรับวันเริ่มต้นและสิ้นสุดรอบเพาะปลูกโดยลำดับ)



รูปที่ 5 ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จาก Landsat 8 และการประมาณค่าในช่วงเพื่อทดแทนค่าที่หายไป



รูปที่ 6 การประมวลผลเพื่อลดค่ารบกวนจาก เมฆ ฝน กราฟที่ปรับระดับ (ลดค่ารบกวน) แล้ว คือ กราฟสีชมพู



รูปที่ 7 ชีพลักษณะพืชพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว ที่คำนวณได้จากรูปภาพ Landsat 8

ในรูปที่ 5 แสดงค่าดัชนีพืชพรรณที่คำนวณได้จากรูปภาพ Landsat 8 ทุกๆ 16 วัน (วงกลมสีน้ำเงิน) และค่าที่หายไป (ไม่มีรูปภาพ) จะถูกประมาณค่าในช่วง (* สีแดง) ส่วนเส้นประสีเขียวหมายถึงกราฟชีพลักษณะพืชพรรณที่ได้ในเบื้องต้น ในรูปที่ 6 เป็นการประมวลผลชีพลักษณะพืชพรรณ เพื่อลดการรบกวนจาก เมฆ ฝน หรือการรบกวนจากชั้นบรรยากาศ โดยมีสมมติฐานว่าสัญญาณที่ได้จะลดระดับลงมาต่ำ (ต้องถูกทำการปรับค่าขึ้นไป) ค่ากราฟชีพลักษณะพืชพรรณที่ได้จะแสดงด้วย กราฟสีชมพู ในรูปที่ 7 จะเป็นประมาณค่าในช่วงให้มีค่าในแกนเวลา เท่ากับ 365 วัน และทำการกรองสัญญาณด้วยวิธีการแบบ Savitzky-Golay สำหรับวันเริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละรอบเพาะปลูก สามารถกำหนดด้วย ระดับของดัชนีพืชพรรณที่ถูกลอสมัลไลซ์ (มากกว่าหรือเท่ากับ 0.4) และ พื้นที่ได้กราฟช่วงการเพาะปลูก 5% และ 95% สำหรับวันเริ่มต้นและสิ้นสุดโดยลำดับ สำหรับปฏิทินเพาะปลูกที่ได้จาก Landsat 8 ดังนี้ วันเริ่มต้นรอบที่ 1 (SOS #1) ไม่สามารถกำหนดได้ วันสิ้นสุดรอบที่ 1 (EOS #1) เท่ากับ 59 วันเริ่มต้นรอบที่ 2 (SOS #2) เท่ากับ 158 และ วันสิ้นสุดรอบที่ 2 (EOS #2) เท่ากับ 264

หากจะเปรียบเทียบคุณลักษณะของรูปภาพ Field Server และ Landsat 8 สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะของรูปภาพ Field Server และ Landsat 8

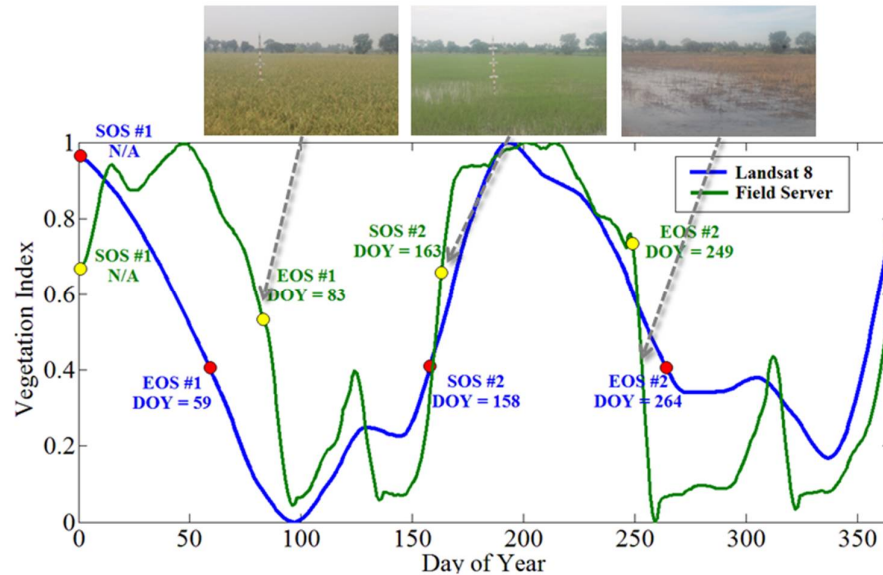
	Field Server	Landsat 8
ความละเอียดเชิงพื้นที่	30 x 30 ตารางเมตร	100 x 100 ตารางเมตร (โดยประมาณ)
ความละเอียดเชิงเวลา	รายวัน	16 วัน
มุมมองภาพ	ด้านข้าง	ด้านบน
แถบความยาวคลื่น	R, G, B	NIR, R, G, B
ดัชนีพืชพรรณ	ExG	ExG, NDVI
การประมาณค่าในช่วง	-	แบบ Cubic
ประเภทของพืช	แปลงข้าว (นาปีและนาปรัง)	
กรอบเวลา (1 ปี)	พ.ศ. 2557	
ตัวกรองสัญญาณ	Savitzky-Golay	
ปฏิทินเพาะปลูก	<ul style="list-style-type: none"> • ค่าดัชนีพืชพรรณมากกว่าหรือเท่ากับ 0.4 • 5% และ 95% ของพื้นที่ได้กราฟ (วันเริ่มต้นและสิ้นสุดรอบการเพาะปลูก) 	
ข้อดี	ความละเอียดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาสูง	ครอบคลุมพื้นที่กว้าง
ข้อด้อย	ครอบคลุมพื้นที่แคบ (1-2 แปลงข้าว)	ความละเอียดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาต่ำ

4. ผลการเปรียบเทียบ

อ้างอิงวิธีวิจัยที่อธิบายในข้อ 3 จะทำการประมวลผลรูปภาพจาก Field Server และ Landsat 8 ตามแผนภาพที่นำเสนอ และ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ซีฟลักซ์พีชพรรณ และ ปฏิทินเพาะปลูก (วันเริ่มต้นและสิ้นสุด) การนำเสนอผลการเปรียบเทียบ ณ ที่นี้ จะแสดงตัวอย่างจากแปลงทดสอบ 3 แปลง ดังนี้ นาปรัง จ.สุพรรณบุรี (ก) (ข) จำนวน 2 แปลง และ นาปี จ.ร้อยเอ็ด จำนวน 1 แปลง โดยใช้รูปภาพที่บันทึกได้ปี พ.ศ. 2557 ซึ่งผลลัพธ์ของปฏิทินเพาะปลูกที่คำนวณได้จาก Field Server จะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนของปฏิทินเพาะปลูกที่ได้จาก Landsat 8

4.1 แปลงข้าว จ.สุพรรณบุรี (ก)

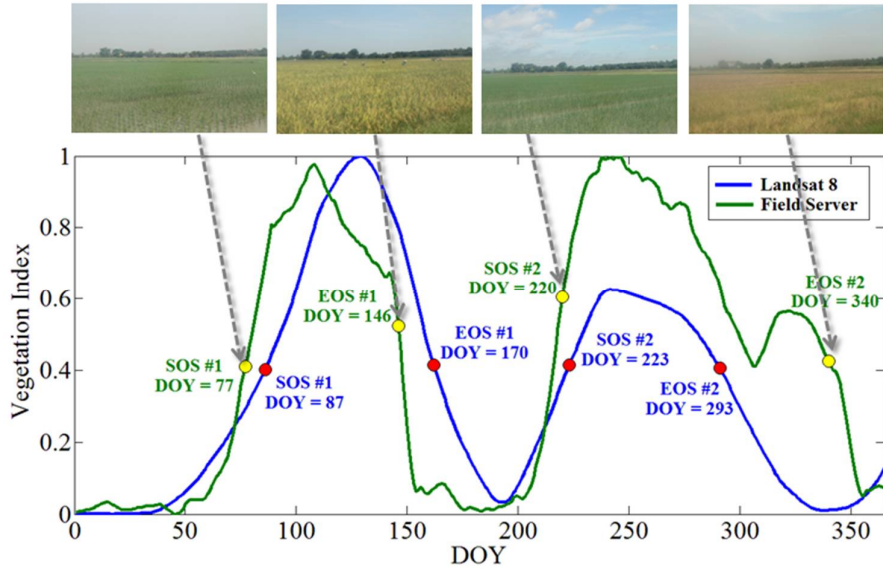
ในรูปที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบซีฟลักซ์พีชพรรณ และ ปฏิทินเพาะปลูก จากรูปภาพ Field Server และ Landsat 8 รวมทั้งแสดงตัวอย่างรูปภาพจาก Field Server ที่บันทึกได้ ณ เวลาต่างๆ สำหรับ แปลงข้าว จ.สุพรรณบุรี (ก) ซึ่งเป็นแปลงเดียวกับที่ใช้อธิบายในข้อ 3



รูปที่ 8 เปรียบเทียบซีฟลักซ์พีชพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว นาปรัง จ.สุพรรณบุรี (ก)

4.2 แปลงข้าว จ.สุพรรณบุรี (ข)

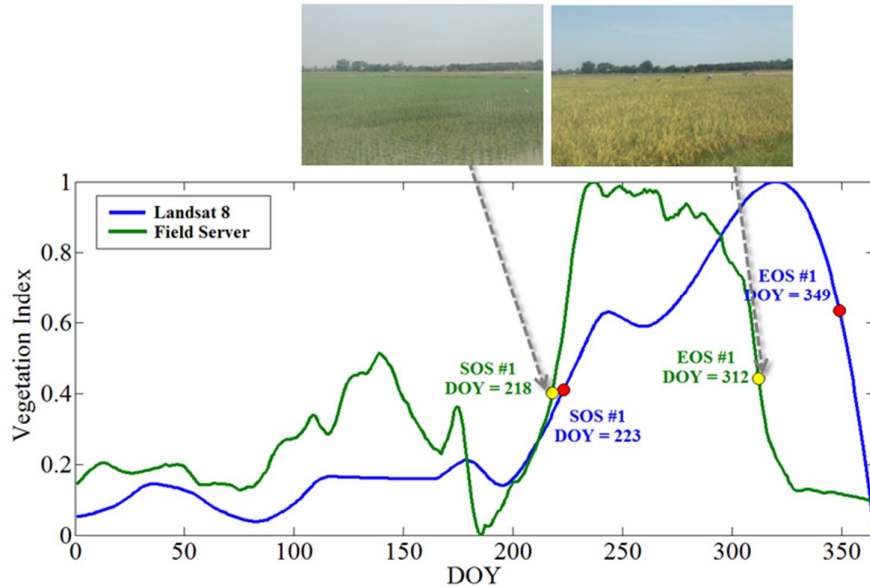
ในรูปที่ 9 คือ ผลของซีฟลักซ์พีชพรรณ แปลงข้าว จ.สุพรรณบุรี (ข) ประเภทนาปรัง 2 รอบการเพาะปลูก จากกราฟดัชนีพีชพรรณ และปฏิทินเพาะปลูก จะเห็นว่า วันเริ่มต้นและสิ้นสุดการเพาะปลูก มีความคลาดเคลื่อนไม่มาก ยกเว้นวันสิ้นสุดการเพาะปลูกรอบที่ 2 ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเก็บเกี่ยวที่แปลงข้าวจริงถูกเลื่อนออกไป ทำให้รูปคลื่นมีการสวิงขึ้นลง เกิดเป็นยอดคลื่นหลัก 2 ยอด ถือเป็นความคลาดเคลื่อนอันหนึ่งที่พบในการทดลอง อย่างไรก็ตามหากนับจำนวนรอบการเพาะปลูก ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลผลิต ระเบียบวิธีที่ใช้ยังคงแปลความหมายได้ 2 รอบการเพาะปลูก ซึ่งทั้งรูปภาพจาก Field Server และ Landsat 8 มีข้อมูลจำนวนรอบเพาะปลูกที่สอดคล้องกัน



รูปที่ 9 เปรียบเทียบซีฟลักซ์ฟีซพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว นาปรัง จ.สุพรรณบุรี (ข)

4.3 แปลงข้าว จ.ร้อยเอ็ด

ในรูปที่ 10 ผลการทดลองสำหรับแปลงข้าว จ. ร้อยเอ็ด ประเภทนาปี (1 รอบเพาะปลูกต่อปี) การเพาะปลูกจะอยู่ในช่วงครึ่งหลังของปี และมีระยะเวลายาวนานกว่านาปรัง กล่าวถึง ปฏิทินเพาะปลูกที่คำนวณได้จาก Landsat 8 วันเริ่มต้นรอบที่ 1 (SOS #1) เท่ากับ 218 วันสิ้นสุดรอบที่ 1 (EOS #1) เท่ากับ 312 ตามลำดับ



รูปที่ 10 เปรียบเทียบซีฟลักซ์ฟีซพรรณ และ ปฏิทินการเพาะปลูกข้าว นาปี จ.ร้อยเอ็ด

ผลเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของ ปฏิทินเพาะปลูก ที่คำนวณได้จากแปลงข้าวทดสอบทั้ง 3 แปลง แสดงในตารางที่ 2 ค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นลบ หมายถึง ปฏิทินที่คำนวณจาก Landsat 8 เกิดขึ้นก่อน Field Server ค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นบวก หมายถึง ปฏิทินที่คำนวณจาก Landsat 8 เกิดขึ้นหลัง Field Server ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุด -47 เกิดขึ้นที่แปลง จ.สุพรรณบุรี (ข) รอบเพาะปลูกที่ 2 เนื่องจากรูปแบบซีฟลักซ์ฟีซพรรณมี 2 คลื่นย่อยๆ ในรอบ

การเพาะปลูก แต่ค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย จะอยู่ที่ประมาณ 18 ถึง 19 วัน ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้สำหรับการประมวลผลจากข้อมูล Landsat 8 ที่มีความละเอียดเชิงเวลา 16 วัน อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องพัฒนาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของปฏิทินเพาะปลูกข้าว ระหว่าง Field Server และ Landsat 8

แปลงข้าว	ประเภทนา	รูปภาพ	SOS #1	EOS #1	SOS #2	EOS #2
สุพรรณบุรี (ก)	นาปรัง	Field Server	N/A	83	163	249
		Landsat 8	N/A	59	158	264
		ค่าคลาดเคลื่อน	N/A	-24	-5	+15
สุพรรณบุรี (ข)	นาปรัง	Field Server	77	146	220	340
		Landsat 8	87	170	223	293
		ค่าคลาดเคลื่อน	+10	+24	+3	-47
ร้อยเอ็ด	นาปี	Field Server	218	312	-	-
		Landsat 8	223	349	-	-
		ค่าคลาดเคลื่อน	+5	+37	-	-

5. วิจัยผลลัพธ์และสรุปผล

บทความฉบับนี้ นำเสนอ การเปรียบเทียบซีฟลักซ์พีพพรรณ และ ปฏิทินเพาะปลูก (วันเริ่มต้นและวันสิ้นสุดของแต่ละรอบเพาะปลูก) ระหว่างรูปภาพ Field Server (ภาคพื้นดิน) และ Landsat 8 (ดาวเทียม) เนื่องจากข้อมูลทั้ง 2 เซต ได้แก่ Field Server: รายวัน และ Landsat 8: ราย 16 วัน มีความละเอียดเชิงเวลาที่ไม่เท่ากัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง การประมาณค่าในช่วงแบบ Cubic (Cubic interpolation) จึงถูกนำมาใช้ สำหรับข้อมูล Landsat 8 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลแปลงข้าว 2 แปลง ที่ จ.สุพรรณบุรี (นาปรัง) และ 1 แปลง ที่ จ.ร้อยเอ็ด (นาปี) โดยใช้ไดอะแกรมที่นำเสนอ ปฏิทินเพาะปลูกที่คำนวณได้จาก Landsat 8 มีความใกล้เคียงกับ Field Server ยกเว้นกรณีที่มีการปลูกมีการเลื่อนวันเก็บเกี่ยว ที่แปลงข้าว จ.สุพรรณบุรี (ข) รอบเพาะปลูกที่ 2 อย่างไรก็ตาม จำนวนรอบเพาะปลูก ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับผลผลิต สามารถระบุได้อย่างแม่นยำในทั้ง 3 แปลงทดสอบดังกล่าว

สำหรับการดำเนินงานต่อไป นอกจากจะเป็นการพัฒนาแบบจำลองในการสอบเทียบระหว่าง Field Server และ Landsat 8 เพื่อสร้างกระบวนการในการจำแนกและติดตามข้าว ที่มีความแม่นยำสูงแล้ว ยังให้ความสนใจในการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอื่นๆ เช่น MODIS [4] เพื่อลดข้อด้อยในเรื่องความละเอียดเชิงเวลาของข้อมูล เพราะข้อมูล MODIS มีความละเอียดเชิงเวลารายวัน และมีรูปภาพคอมโพสิทราย 8 วัน และ 16 วัน ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าในการลดปัญหาการรบกวนจาก เมฆ หมอก ฝน เมื่อเปรียบเทียบกับ Landsat 8

เอกสารอ้างอิง

1. Fisher, J. I., Mustard, J. F., and Vadeboncoeur, M. A. (2006). Green leaf phenology at landsat resolution: Scaling from the field to the satellite. *Remote sensing of environment*, 100(2):265–279.
2. Ide, R. and Oguma, H. (2010). Use of digital cameras for phenological observations. *Ecological Informatics*, 5(5):339–347.
3. Landsat-8 (2013). <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> Accessed: 2015-11-03.
4. MODIS (1999). <http://modis.gsfc.nasa.gov/> Accessed: 2015-11-03.

5. Richardson, A. D., Braswell, B. H., Hollinger, D. Y., Jenkins, J. P., and Ollinger, S. V. (2009). Near-surface remote sensing of spatial and temporal variation in canopy phenology. *Ecological Applications*, 19(6):1417–1428.
6. Savitzky, A. and Golay, M. J. (1964). Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. *Analytical chemistry*, 36(8):1627–1639.
7. Soontranon, N., Lawawirojwong, S., Tangpattanakul, P., Srestasathiern, P., and Rakwatin, P. (2015a). Comparative results of phenology obtained from satellite and ground observation images on paddy field. In *Applied Mechanics and Materials*, volume 781, pages 539–542. Trans Tech Publ.
8. Soontranon, N., Lawawirojwong, S., Jitkajornwanich, K., Srestasathiern, P. and Rakwatin, P. (2015b). A Comparison of Ground and Satellite Based Phenologies for Monitoring Rice Field, in *Asian Conference on Remote Sensing 2015*, Manila, Philippines.
9. Woebbecke, D., Meyer, G., Von Bargen, K., and Mortensen, D. (1995). Color indices for weed identification under various soil, residue, and lighting conditions. *Transactions of the ASAE*, 38(1):259–269.