

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วยข้อมูลดาวเทียมเชิงตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM, ดาวเทียม Landsat-7 ETM+ ระบบ PAN, ดาวเทียม IRS-1C ระบบ PAN, ดาวเทียม SPOT-5 ระบบ PAN และดาวเทียม Radarsat ระบบ SAR ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้งาน แสดงดังตารางที่ 3-1 ถึงตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-1 แสดงประเภทข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ดาวเทียมที่ใช้งาน	ระบบบันทึกข้อมูล	จำนวนช่วงคลื่นที่บันทึกข้อมูล	รายละเอียดภาพ	ช่วงเวลาดำเนินการ
Landsat-5	TM	7	30	8 ม.ค. 2548
Landsat-7 ETM+	PAN	1	15	8 ม.ค. 2546
SPOT-5 HRG	PAN	1	2.5	4 ก.พ. 2549
IRS-1C	PAN	1	5.8	- มี.ค. 2548
Radarsat	SAR (Fine Mode)	1	8	19 เม.ย. 2548

ตารางที่ 3-2 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม Landsat-7 ETM+ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีและ
ภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548 ก)

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดภาพ (เมตร)
1	สีน้ำเงิน-เขียว	0.450-0.515	30
2	สีเขียว	0.525-0.605	30
3	สีแดง	0.630-0.690	30
4	อินฟราเรดใกล้	0.775-0.900	30
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.550-1.750	30
6	อินฟราเรดคลื่นยาว	10.40-12.50	60
7	อินฟราเรดคลื่นสั้น	2.090-2.350	30
Panchromatic	สีเขียว-อินฟราเรดใกล้	0.520-0.900	15

ตารางที่ 3-3 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและ
ภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548 ง)

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดภาพ (เมตร)
Panchromatic	สีเขียว-สีแดง	0.490-0.690	2.5

ตารางที่ 3-4 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม IRS-1C (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ
สารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548 ข)

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมครอน)	รายละเอียดภาพ (เมตร)
Panchromatic	สีน้ำเงิน-สีแดง	0.500-0.750	5.8

ตารางที่ 3-5 แสดงรายละเอียดข้อมูลดาวเทียม Radarsat (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2548 ค)

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น GHz	รายละเอียดภาพ (เมตร)
C Band	ไมโครเวฟ	5.3	8

เครื่องมือและอุปกรณ์

สำหรับการดำเนินงานครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ Intel Pentium 4 ความเร็ว 2.8 GHz สำหรับใช้ในการจัดเก็บ, ประมวลผล และแสดงผลภาพ
2. โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับประมวลผลข้อมูลดาวเทียม PCI Geomatica Version 9.0 ใช้สำหรับกระบวนการนำเข้าข้อมูลภาพ, กระบวนการจัดเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Processing), กระบวนการปรับแก้เชิงรังสี, การปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต และกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการประมวลผลทางด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView 3.3 ใช้สำหรับการนำเข้าข้อมูลบนหน้าจอ (Head up Digitizing) เพื่อประเมินผลคุณภาพของภาพที่ได้จากกระบวนการหลอมข้อมูล ดาวเทียม
4. เครื่องบอกตำแหน่งบนพื้นผิวโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System: GPS) สำหรับการตรวจสอบภาคสนาม ของ Garmin รุ่น GPS III+
5. แผนที่ฐาน (Base Map) มาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 กรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 จำนวน 5 ระวัง ได้แก่ ระวัง 5236III ชื่อระวัง จังหวัดฉะเชิงเทรา, ระวัง 5235IV ชื่อระวัง อำเภอนนทบุรี, ระวัง 5135I ชื่อระวัง จังหวัดชลบุรี, ระวัง 5235III ชื่อระวัง บ้านจอมพล, ระวัง 5135II ชื่อระวัง อำเภอสรีราชา สำหรับใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งและการตรวจสอบภาคสนาม
6. กล้องถ่ายภาพแบบ Digital ขนาดรายละเอียดภาพ 5.1 Megapixels หน่วยความจำ 512 Mb. สำหรับการบันทึกภาพการตรวจสอบภาคสนาม ของ Sony รุ่น DSC-T33
7. เครื่องกวาดภาพ (Scanner) ของ UMAX สำหรับแปลงข้อมูลในรูปแบบกระดาษ (Hardcopy) ให้เป็นข้อมูลเชิงภาพ (Raster)

8. เครื่องพิมพ์ชนิดสีและขาวดำ ของ Calcomp

9. เครื่องอ่าน/ บันทึกข้อมูลลงแผ่น CDR/ RW, DVDR/ RW ของ LG รุ่น GSA-4163B

การนำเข้าข้อมูล

สำหรับการนำเข้าข้อมูลมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ทำการนำเข้าข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม Landsat- 5(TM), Landsat-7 ETM+(PAN), IRS-1C (PAN), SPOT-5 (PAN) และ Radarsat (SAR) เข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูป PCI Geomatica 9.0 และจัดเก็บลงหน่วยสำรองข้อมูล (Hard Disk) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับปฏิบัติงาน

2. ทำการนำเข้าแผนที่ฐานมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ทุกระวางที่ใช้งาน โดยใช้เครื่องกวาดภาพแบบสี เพื่อแปลงข้อมูลจากแผนที่กระดาษให้เก็บเป็นข้อมูลเชิงภาพ (Raster)

การปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลเชิงภาพของแผนที่ฐานมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ที่นำเข้ามาโดยใช้เครื่องกวาดภาพ ข้อมูลเชิงภาพที่ได้ จึงยังไม่ผ่านการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตและรวมถึง ข้อมูลดาวเทียมต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา ต่างก็มาจากระบบบันทึกข้อมูลที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดของภาพที่ต่างกัน จึงส่งผลให้มีความผิดเพี้ยนเชิงเรขาคณิต (ทางตำแหน่ง) จึงจำเป็นที่จะต้องทำการปรับแก้ความถูกต้องให้กับข้อมูลทุกภาพก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกัน โดยมีวิธีการปรับแก้ดังนี้

1. ปรับแก้ด้วยวิธีแบบผู้ใช้งานกำหนดเอง (User Enter Coordinate)

สำหรับแผนที่ฐานมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ทุกระวางที่ใช้งาน เพื่อที่จะสามารถใช้งานร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ ที่มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ เราจำเป็นต้องทำการปรับแก้ให้แผนที่มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ก่อน วิธีการที่สามารถทำได้คือ อ่านค่าพิกัดจากจุดตัดของเส้นกริดบนแผนที่ และใช้ตำแหน่งจุดตัดของเส้นกริดดังกล่าว ในการวางตำแหน่งพิกัดอ้างอิง โดยทำการเลือกจุดควบคุมให้กระจายครอบคลุมทั่วแผนที่ ได้แก่ที่บริเวณมุมทั้งสี่ บริเวณกึ่งกลางขอบแผนที่ และกึ่งกลางของแผนที่ จำนวนจุดควบคุม (GCP) ที่ใช้งานในแผนที่แต่ละระวางคือ 12 จุด ทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตให้กับแผนที่ทุกระวาง โดยใช้สมการพหุนามระดับ 2 (2^{nd} Order) และใช้วิธีการประมาณค่าของข้อมูลใหม่แบบเชิงเส้นสองทาง (Bilinear)

2. ปรับแก้ด้วยวิธีภาพถึงภาพ (Image to Image)

สำหรับข้อมูลดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาทุกพื้นที่ที่จะทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat-7 ETM+ ระบบ Panchromatic ที่ผ่านการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตมาแล้ว และจัดเก็บอยู่ในระบบพิกัดกริด UTM เป็นภาพอ้างอิง (Reference Image) เลือกภาพที่ต้องการปรับแก้ครั้งละภาพ จากนั้น ทำการเลือกจุดบังคับภาพพื้นดิน ที่เป็นตำแหน่งเดียวกันและปรากฏเห็นได้ชัดเจนในภาพที่ต้องการปรับแก้และภาพอ้างอิงให้ตรงกัน โดยพยายามเลือกจุดควบคุมให้กระจายทั่วทั้งภาพ จากนั้นทำการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิตให้กับข้อมูลภาพดาวเทียมที่ต้องการปรับแก้โดยใช้สมการ พหุนามระดับ 2 (2^{nd} Order) และใช้วิธีการประมาณค่าของข้อมูลใหม่แบบเชิงเส้นสองทาง (Bilinear)

การปรับปรุงขนาดจุดภาพของข้อมูลดาวเทียม

ทำการปรับปรุงรายละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลภาพดาวเทียมหลังการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต โดยการสุ่มขนาดของจุดภาพ (Resampling) ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ ทำการปรับรายละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (PAN) เป็น 2.5 เมตร, IRS-1C (PAN) เป็น 5 เมตร, Landsat-7 (PAN) เป็น 15 เมตร, Radarsat (SAR) เป็น 10 เมตร และ Landsat-5 ระบบ TM ซึ่งก่อนปรับแก้มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร กำหนดให้มีการปรับปรุงขนาดจุดภาพใหม่ให้เท่ากับข้อมูลรายละเอียดสูงที่จะใช้หลอมทุกข้อมูล ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 แสดงรายละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลภาพดาวเทียมก่อน-หลังการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต

ภาพดาวเทียม	รายละเอียดเชิงพื้นที่ก่อนการปรับแก้ (เมตร)	รายละเอียดเชิงพื้นที่หลังการปรับแก้ (เมตร)				
		2.5	5	10	15	25
SPOT-5 (PAN)	2.5	*				
IRS-1C (PAN)	5.8		*			
Landsat-7 (PAN)	15				*	
Landsat-5 (TM)	30	*	*	*	*	*
Radarsat (SAR)	8			*		

การตัดข้อมูลดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากข้อมูลดาวเทียมบางภาพที่ได้จากระบวนการนำเข้าและกระบวนการปรับแก้ความถูกต้องเชิงเรขาคณิต ข้อมูลมีขนาดใหญ่เกินกว่าพื้นที่ศึกษา จึงต้องทำการตัดข้อมูลให้เหลือเฉพาะบริเวณภายในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่

1. พื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณแม่น้ำบางปะกง อยู่ระหว่างพิกัดลองจิจูดที่ 707227.5E ถึง 721213.5E และ ละติจูดที่ 1494000.5N ถึง 1501357.5N คลุมพื้นที่ประมาณ 36 ตารางกิโลเมตร
2. พื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณอ่าวจังหวัดชลบุรี อยู่ระหว่างพิกัดลองจิจูดที่ 696767.8E ถึง 715398.1E และ ละติจูดที่ 1471811.5N ถึง 1490837.5N ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 344 ตารางกิโลเมตร
3. พื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ อยู่ระหว่างพิกัดลองจิจูดที่ 707227.5E ถึง 723467.5E และ ละติจูดที่ 1450733.5N ถึง 1470221.5N ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 318 ตารางกิโลเมตร

การเน้นข้อมูลดาวเทียม

การเน้นข้อมูล (Image Enhancement) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทา หรือค่าความเข้มของข้อมูลเพื่อเพิ่มความแตกต่างในแต่ละประเภทข้อมูลเป็นผลให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความชัดเจนขึ้น การศึกษาครั้งนี้ ใช้ข้อมูลดาวเทียมจากระบบ Optical และระบบ SAR ดังนั้นก่อนนำข้อมูลตั้งต้นของข้อมูลดาวเทียมทุกระบบที่ใช้ในการศึกษา ไปทำการวิเคราะห์ จำเป็นจะต้องทำการเน้นความคมชัดให้กับข้อมูลดาวเทียมทุกระบบ

สำหรับข้อมูลดาวเทียมระบบ Optical ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN), Landsat-7 ETM+ (PAN) และ Landsat -5 (TM) เนื่องจากภาพแต่ละภาพให้รายละเอียดของข้อมูลที่ต่างกัน จึงใช้วิธีการการตรวจสอบฮิสโตแกรม Histogram ของข้อมูลภาพครั้งละช่วงคลื่น (แบนด์) เพื่อคุณลักษณะการกระจายตัวทางสถิติของค่าระดับสีเทาของข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทาของจุดภาพกับจำนวนจุดภาพทั้งหมดในแต่ละค่าระดับสีเทานั้น ๆ แล้วจึงทำการปรับขยายช่วงฐานของค่าระดับสีเทา ของภาพตามช่วงที่ต้องการ จะทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความคมชัดขึ้น ภายหลังจากการเน้นข้อมูลภาพ นำภาพที่ได้มาใส่ตัวกรอง (Filter) แบบเน้นขอบ (Edge Enhancement) ให้กับข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN) และ Landsat-7 ETM+ (PAN) เพื่อเน้นลักษณะเชิงเรขาคณิตของภาพให้มีความคมชัดเพิ่มขึ้น

ข้อมูลระบบ SAR ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม Radarsat โดยปกติข้อมูล SAR เป็นข้อมูลชนิด 16 บิต ดังนั้นก่อนเข้าสู่กระบวนการเน้นข้อมูล จะต้องทำการปรับช่วงข้อมูล

ระดับสีเทา จากชนิด 16 บิต ให้เป็น 8 บิต สำหรับข้อมูล SAR ที่มีการปรับช่วงข้อมูลเป็น 8 บิต แล้ว ในการดำเนินการเน้นข้อมูลภาพ จะเลือกใช้วิธีการแบบกำหนดเอง(Manual) ภายหลังจากการเน้นข้อมูลภาพ นำภาพที่ได้มาทำการเน้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Enhancement) โดยใช้ค่าระดับสีเทาของจุดรอบข้างตามขนาดของหน้าต่างตัวกรอง (Window Filter) มาคำนวณหาค่าระดับสีเทาของภาพผลลัพธ์ สำหรับวิธีการกรองจะใช้ตัวกรองจำเพาะในการดำเนินงาน เนื่องจากไม่ทำให้ข้อมูลลักษณะลายเส้นในภาพดาวเทียมขาดความต่อเนื่อง ข้อมูลดาวเทียมที่จะนำมาใช้วิธีการนี้ในการดำเนินงานคือข้อมูล Radarsat (SAR) ในทุกเทคนิควิธีการหลอม และข้อมูลระบบ Optical ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN) และ Landsat-7 ETM+ (PAN) เฉพาะที่จะใช้กับเทคนิควิธีการหลอมแบบการใช้ตัวกรองความถี่สูง (High Pass Filter)

การหลอมข้อมูลดาวเทียม

การศึกษาคครั้งนี้ ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาไม่เหมือนกัน ทั้งหมดโดยพิจารณาตามสภาพพื้นที่แต่ละพื้นที่ แต่จะใช้เทคนิคและวิธีการหลอมข้อมูลที่เหมาะสมในการดำเนินงาน ดังนั้นจึงสามารถสรุปแนวทางการศึกษาได้ดังนี้

1. พื้นที่ศึกษาบริเวณแม่น้ำบางปะกง ใช้ข้อมูลภาพตั้งต้นจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM โดยทำการผสมสีแบบ RGB Color Composite โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 4-5-3 ในการดำเนินงานจากนั้นทำการหลอมกับข้อมูลรายละเอียดสูงจากดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN), Landsat-7 ETM+ (PAN) และ ดาวเทียม Radarsat (SAR) ที่ผ่านกระบวนการเน้นข้อมูลมาแล้ว สำหรับเทคนิควิธีการหลอมข้อมูลดาวเทียม จะใช้ 4 วิธี คือ HSI Color Transformation, Brovey Transformation, PCA (Principal Component Analysis) และ HPF (High Pass Filter)

2. พื้นที่ศึกษาบริเวณอำเภอลำลูกเกด ใช้ข้อมูลภาพตั้งต้นจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM โดยทำการผสมสีแบบ RGB Color Composite โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 4-5-3 ในการดำเนินงานจากนั้นทำการหลอมกับข้อมูลรายละเอียดสูงจากดาวเทียม SPOT-5 (PAN) และ ดาวเทียม Radarsat (SAR) ที่ผ่านกระบวนการเน้นข้อมูลมาแล้ว สำหรับเทคนิควิธีการหลอมข้อมูลดาวเทียม จะใช้ 4 วิธี คือ HSI Color Transformation, Brovey Transformation, PCA (Principal Component Analysis) และ HPF (High Pass Filter)

3. พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ ใช้ข้อมูลภาพตั้งต้นจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM โดยทำการผสมสีแบบ RGB Color Composite โดยใช้ข้อมูลแบนด์ 4-5-3 ในการดำเนินงาน จากนั้นทำการหลอมกับข้อมูลรายละเอียดสูงจากดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN) และดาวเทียม Landsat-7 ETM+ (PAN) ที่ผ่านกระบวนการเน้นข้อมูลมาแล้ว สำหรับเทคนิค

วิธีการหลอมข้อมูลดาวเทียม จะใช้ 4 วิธี คือ HSI Color Transformation, Brovey Transformation, PCA (Principal Component Analysis) และ HPF (High Pass Filter)

รายละเอียดของเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการหลอมข้อมูล

สำหรับรายละเอียดของเทคนิคและวิธีการที่ใช้ในการหลอมข้อมูลมีดังนี้

1. วิธีการ RGB Color Composite เป็นการทำให้เกิดภาพสี ด้วยการนำข้อมูลครั้งละ 3 ช่วงคลื่น (แบนด์) มาแทนในแม่สีหลัก 3 สี คือ แดง, เขียว และน้ำเงิน ทำให้เกิดภาพสีลักษณะต่าง ๆ ประกอบด้วย ภาพสีผสมธรรมชาติ (Natural Color Composite), ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite) และภาพสีผสมจริง (True Color Composite) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ เลือกข้อมูลหลายช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM แบนด์ 4-5-3 สำหรับการผสมสีแบบ RGB และกำหนดภาพที่ได้ เป็นข้อมูลภาพสีตั้งต้น ในเปรียบเทียบประเมินภาพความคมชัด กับภาพที่ได้จากเทคนิควิธีการหลอมข้อมูลด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ และใช้เป็นภาพสีหลายช่วงคลื่น ในการหลอมกับภาพรายละเอียดสูง ระบบ Panchromatic และระบบ SAR
2. วิธีการ Brovey Transformation เป็นวิธีการใช้ภาพสี RGB ที่แทนโดยข้อมูลหลายช่วงคลื่นของดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM ครั้งละ 3 ช่วงคลื่น วิธีการนี้ใช้แบนด์ 4-5-3 ในการศึกษา โดยที่ข้อมูลตั้งต้นแบนด์ 4-5-3 ที่ผสมสีแบบ RGB ตามลำดับ จะถูกทำเป็นอัตราส่วนด้วยผลรวมของภาพสีทั้ง 3 แบนด์ แล้วนำมาคูณกับข้อมูลรายละเอียดสูง ในสมการที่ 3.1

โดยที่ R = สีแดง, G = สีเขียว, B = สีน้ำเงิน และ I = ความสว่าง (แบนด์ Panchromatic/ SAR)

$$\begin{array}{rcl}
 R = & \frac{R}{(R + G + B)} & * I \\
 G = & \frac{G}{(R + G + B)} & * I \\
 B = & \frac{B}{(R + G + B)} & * I
 \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{rcl} R = \\ G = \\ B = \end{array}} \right\} \text{สมการ 3.1}$$

เมื่อแทนค่าในตัวแปรแต่ละตัวแล้วจะได้ผลตามสมการ 3.2

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\text{แบนด์ 4}}{(\text{แบนด์ 4} + \text{แบนด์ 5} + \text{แบนด์ 3})} & * \text{แบนด์ Panchromatic/ SAR} \\
 G &= \frac{\text{แบนด์ 5}}{(\text{แบนด์ 4} + \text{แบนด์ 5} + \text{แบนด์ 3})} & * \text{แบนด์ Panchromatic/ SAR} \\
 B &= \frac{\text{แบนด์ 3}}{(\text{แบนด์ 4} + \text{แบนด์ 5} + \text{แบนด์ 3})} & * \text{แบนด์ Panchromatic/ SAR}
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} R \\ G \\ B \end{aligned}} \right\} \text{สมการ 3.2}$$

3. วิธีการ HSI Color Transformation เป็นวิธีการหลอมข้อมูล ด้วยวิธีการแปลงระบบสี ข้อมูลภาพตั้งต้นจากระบบสี RGB ที่ใช้แบนด์ 4-5-3 เข้าสู่ระบบสี HSI จากนั้นทำการแปลงกลับคืนสู่ระบบสี RGB โดยในขั้นตอนการแปลงกลับนี้ จะนำข้อมูลที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง ได้แก่ ข้อมูลดาวเทียม SPOT-5 (PAN), IRS-1C (PAN), Landsat-7 ETM+ (PAN) และ ดาวเทียม Radarsat (SAR) มาแทนที่ในส่วนของ I อัลกอริทึม (ความสว่าง) ทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงกลับมานี้เมื่อนำไปแสดงผลในแม่สี RGB จะได้ภาพสีที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น

4. วิธีการ PCA (Principal Component Analysis) เป็นวิธีการหลอมข้อมูล ดาวเทียมด้วยวิธีการทางสถิติ เรียกว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยอาศัยหลักการลดจำนวนข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลหลายช่วงคลื่น ให้เหลือเพียงตัวแทนที่เป็นองค์ประกอบหลัก แนวคิดของวิธีการนี้มาจากการที่ ข้อมูลที่มาจากระบบบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่นมีจำนวนแบนด์ หรือช่วงการบันทึกข้อมูลมากกว่า 3 แบนด์ ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลทุกแบนด์มาทำการผสมสีในแม่สีหลัก RGB พร้อมกันในครั้งเดียวได้ จึงเกิดแนวคิดที่นำข้อมูลทุกช่วงคลื่นมารวมเข้าด้วยกัน แล้ววิเคราะห์ PCA จะได้ภาพใหม่ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดเพียง 3 องค์ประกอบแรก สำหรับนำมาใช้ในการจำแนกข้อมูล หรือการทำภาพสีผสมตั้งต้นสำหรับการหลอมข้อมูล

5. วิธีการ HPF (High Pass Filter) เป็นวิธีการหลอมข้อมูลดาวเทียม โดยการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ จากการใช้วิธีการกรองข้อมูลความถี่สูงของข้อมูลรายละเอียดสูงระบบ Panchromatic/SAR โดยใช้เทคนิคการเน้นข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้ค่าระดับสีเทาจากจุดภาพข้างเคียง ตามขนาดของหน้าต่างตัวกรอง (Window Filter) สำหรับหาค่าระดับสีเทาของภาพผลลัพธ์ จากนั้นนำภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการกรอง ทำการหลอมกับข้อมูลรายละเอียดต่ำที่มีหลายช่วงคลื่น ซึ่งวิธีการนี้ ข้อมูลรายละเอียดสูงจะถูกเพิ่มเข้าไปยังข้อมูลรายละเอียดต่ำแบบจุดภาพต่อจุดภาพ ทำให้ได้ภาพชุดใหม่ที่มีหลายช่วงคลื่นและมีรายละเอียดสูง

การประเมินผลลัพธ์เชิงคลื่นของภาพที่ได้จากการหลอมข้อมูล

เป็นการประเมินผลลัพธ์ของข้อมูลชุดใหม่ที่เกิดจากเทคนิคและวิธีการหลอมข้อมูลภาพควาเทียม จากเทคนิควิธีการต่าง ๆ เปรียบเทียบกับภาพสีผสมแบบ RGB ที่เป็นภาพดั้งเดิม และใช้เป็นบรรทัดฐานในการประเมินผลครั้งนี้

1. พื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณแม่น้ำบางปะกง ศึกษาลักษณะสี ของข้อมูลภาพชุดใหม่ ที่ได้จากเทคนิควิธีการหลอม ด้วยสายตาเพื่อศึกษาเทคนิควิธีการต่าง ๆ ว่าวิธีการแบบใด ให้ผลลัพธ์ที่ช่วยให้การมองเห็นลักษณะทางเรขาคณิตของนาุ้งและพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ศึกษาได้เด่นชัดที่สุด
2. พื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระ ศึกษาลักษณะสี ของข้อมูลภาพชุดใหม่ ที่ได้จากเทคนิควิธีการหลอม ด้วยสายตา เพื่อศึกษาเทคนิควิธีการต่าง ๆ ว่าวิธีการแบบใด ให้ผลลัพธ์ที่ช่วยให้การมองเห็นลักษณะทางเรขาคณิตของเส้นทางคมนาคมในพื้นที่ศึกษาได้เด่นชัดที่สุด
3. พื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณอ่าวจังหวัดชลบุรี ศึกษาลักษณะสี ของข้อมูลภาพชุดใหม่ ที่ได้จากเทคนิควิธีการหลอม ด้วยสายตาเพื่อศึกษาเทคนิควิธีการต่าง ๆ ว่าวิธีการแบบใด ให้ผลลัพธ์ที่ช่วยให้การมองเห็นลักษณะทางเรขาคณิตของเครื่องมือประมงประจำที่ ในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเด่นชัด

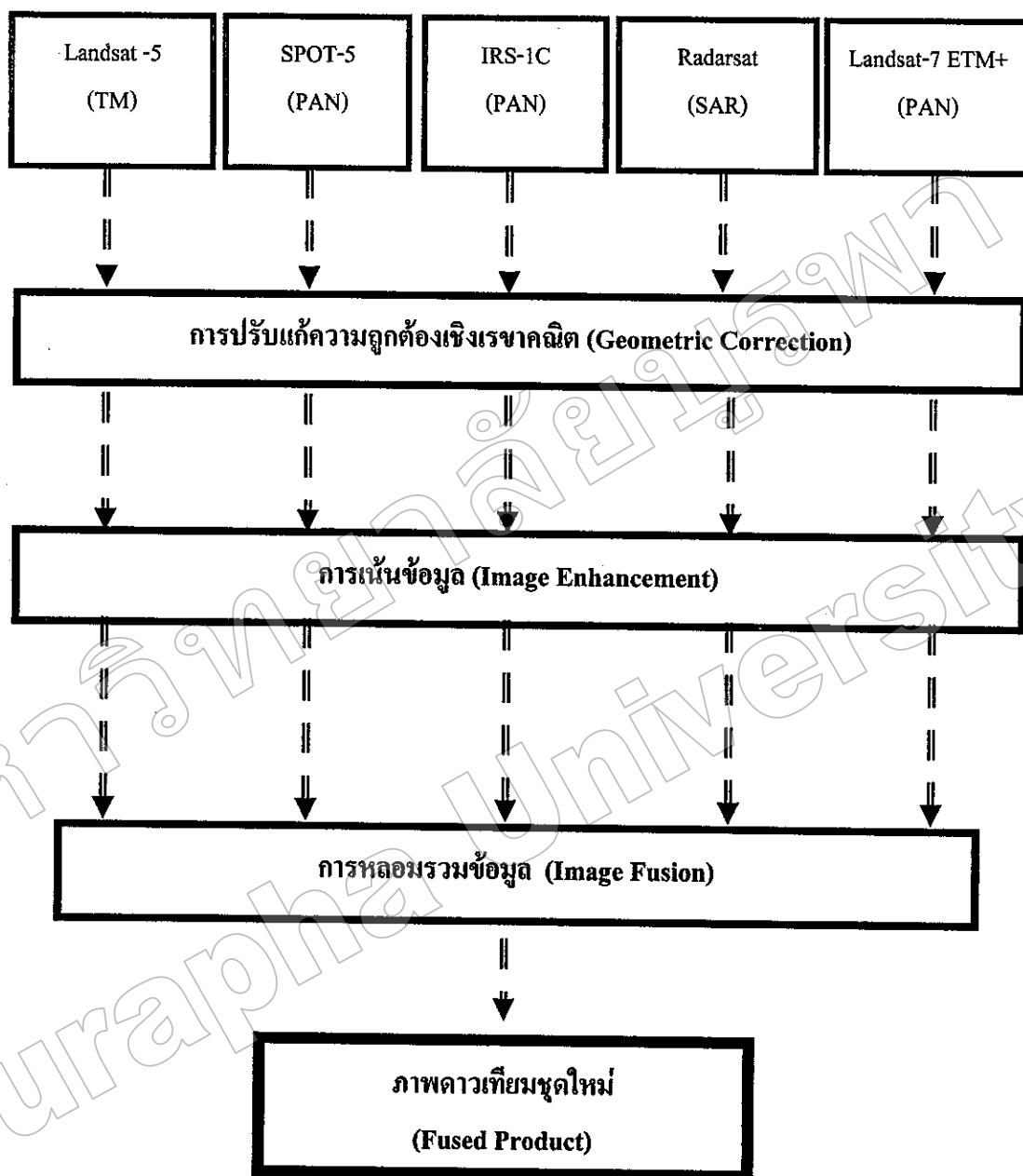
การประเมินผลลัพธ์ทางเรขาคณิตของภาพที่ได้จากการหลอมข้อมูล

ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการหลอม จะนำเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินผลทางเรขาคณิต โดยนำข้อมูลภาพที่ได้จากกระบวนการและเทคนิควิธีการต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษาแต่ละพื้นที่ มาประเมินผล โดยอาสาสมัครหรือผู้ช่วยวิจัย ทำการ Digitize ข้อมูลภาพที่ได้ ด้วยวิธีการนำเข้าข้อมูลบนหน้าจอ (Head up Digitizing) เพื่อนำข้อมูลที่อยู่ในรูป Vector ที่ได้จากการ Digitize มาประเมินระยะทางทั้งหมด ทำการเปรียบเทียบใน 2 ลักษณะ คือ เมื่อใช้วิธีการหลอมข้อมูลที่เหมาะสมแต่ใช้ภาพดั้งเดิมที่ต่างกัน และเปรียบเทียบระหว่างภาพเมื่อใช้วิธีการหลอมข้อมูลแต่ละวิธีต่างกันแต่ใช้ภาพดั้งเดิมเหมือนกัน

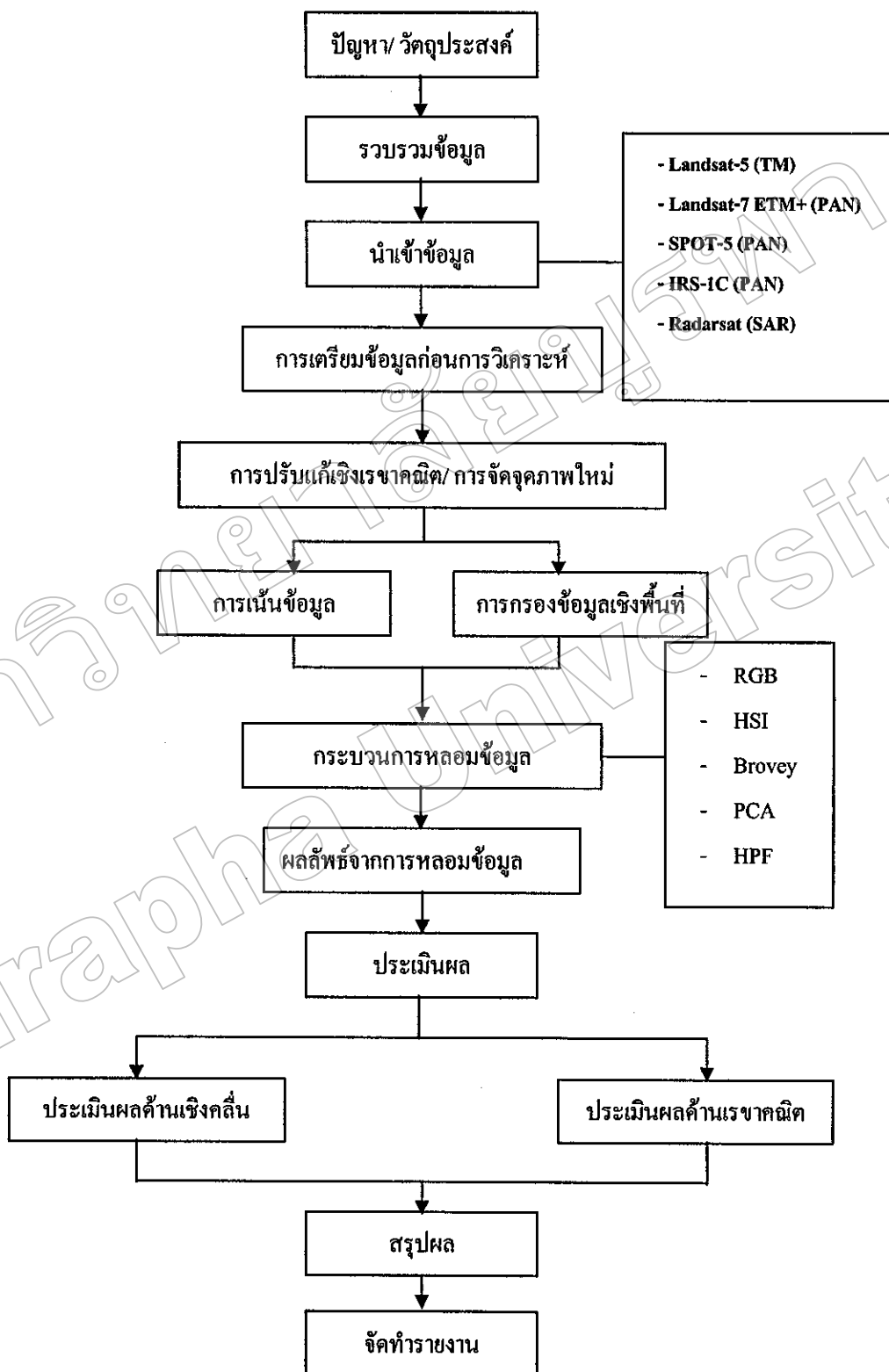
สำหรับการประเมินผลเปรียบเทียบ จะกระทำกับข้อมูลเฉพาะที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาเดียวกัน เท่านั้นจะไม่เปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่ศึกษา

สรุปกรอบแนวคิดกระบวนการดำเนินงานการหลอมข้อมูล

สำหรับขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลควาเทียม และกรอบแนวคิดของกระบวนการดำเนินการหลอมข้อมูล สามารถสรุปเป็นแผนผัง ดังแสดงในภาพที่ 3-1 และ 3-2 ตามลำดับ



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม



ภาพที่ 3-2 แผนผังแสดงกระบวนการดำเนินงาน