บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด สามารถแบ่งประเภทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 2 ประเภทข้อมูล คือ

3.1.1 ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงเลข ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.1 แสดงประเภทของข้อมูลภาพดาวเทียม

ข้อมูลจาก ดาวเทียม	ระบบในการ บันทึกข้อมูล	จำนวนช่วงคลื่น ในการบันทึกข้อมูล	รายละเอียด ภาคพื้นดิน(เมตร)	วันที่บันทึกข้อมูล
LANDSAT 7 (P129 R51)	ETM+ (MS)	6	30	27 ธันวาคม 2542
LANDSAT 7 (P129 R51)	ETM+ (PAN)	1	15	27 ธันวาคม 2542
LANDSAT 7 (P128 R51)	ETM+ (MS)	6	30	2 พฤศจิกายน 2544
SPOT- 2 (J325 K266)	HRV (PAN)	1	10	1 ธันวาคม 2540
IRS-1C (P122 – R63)	Panchromatic (PAN)	1	5.8	21 กุมภาพันธ์ 2544
ADEOS	AVNIR(MS)	4	16	14 มกราคม 2540

ตารางที่ 3.2 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น(ไมครอน)	รายละเอียดภาคพื้นดิน(เมตร)
1	สีน้ำเงิน – เขียว	0.45 - 0.52	30
2	สีเขียว	0.52 - 0.60	30
3	สีแดง	0.63 - 0.69	30
4	อินฟราเรดใกล้	0.78 - 0.90	30
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.55 - 1.75	30
7	อินฟราเรดคลื่นสั้น	2.09 - 2.35	30
แพนโครมาติก	สีเขียว – อินฟราเรดใกล้	0.52 - 0.90	15

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,2542

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT - 2

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น(ไมครอน)	รายละเอียดภาคพื้นดิน(เมตร)
Panchromatic(PAN)	สีเขียว - สีแดง	0.51 - 0.73	10

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,2536

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม IRS-1C

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น(ไมครอน)	รายละเอียดภาคพื้นดิน(เมตร)
Panchromatic(PAN)	สีเขียว - อินฟราเรดใกล้	0.50 - 0.75	5.8

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีทางอวกาศและภูมิสารสนเทศ,2544

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม ADEOS I

แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น(ไมครอน)	รายละเอียดภาคพื้นดิน(เมตร)
1	สีน้ำเงิน	0.45 - 0.52	16
2	สีเขียว	0.53 - 0.60	16
3	สีแดง	0.61 - 0.69	16

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,2536

3.1.2 ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 :50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ระวางที่ 5334 II

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

สำหรับการดำเนินงานครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Intel Pentium II 400 Mhz. เพื่อใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลและแสดงผลภาพ

3.2.2 โปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม ENVI Version 3.2 และ ERDAS Imagine Version 8.4 สำหรับการปรับแก้ทางเรขาคณิตและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

3.2.3 โปรแกรมสำหรับการประมวลผลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ ARCVIEW Version 3.2 ใช้สำหรับดึงข้อมูลโดยการดิจิไทซ์เพื่อประเมินความสามารถและประสิทธิภาพของการแปลตีความหลังหลอมภาพ

3.2.4 เครื่องหาตำแหน่งบนพื้นโลก (Global positioning system : GPS)ของLeica รุ่น MX421 ใช้สำหรับเก็บค่าพิกัดของจุดควบคุมในภาคพื้นดิน

3.2.5 เครื่องกวาดภาพ(Scanner) สำหรับการทำข้อมูลแผนที่ที่อยู่ในแผ่นกระดาษให้เป็นข้อมูล เชิงเลข

3.2 การนำข้อมูลเข้า

3.3.1 นำเข้าข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ข้อมูล SPOT, LANDSAT 7 ETM+ ADEOS และ IRS-1C ลงจัดเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.2 นำเข้าแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวาง 5334 II โดยการใช้เครื่องกวาดภาพแบบสี(Color Scaner) เพื่อจัดเก็บข้อมูลแผนที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข

3.4. ปรับแก้ทางเรขาคณิตและปรับค่าระดับสัญญาณของข้อมูลภาพดาวเทียม

เพื่อให้ภาพดาวเทียมสามารถอ้างอิงพิกัดได้จริง จึงทำการปรับแก้ทางตำแหน่งของภาพ โดยมีวิธีการปรับ ดังนี้

3.4.1 ปรับแก้แบบภาพถึงแผนที่

สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบนและตัวเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ใช้ข้อมูลภาพ

ดาวเทียม SPOT(PAN) สำหรับการเก็บจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาคสนามให้สามารถอ้างอิงพิกัดได้จริง เนื่องจากภาพมีรายละเอียดของข้อมูลดีกว่าข้อมูลชนิดอื่นที่ใช้ในการศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

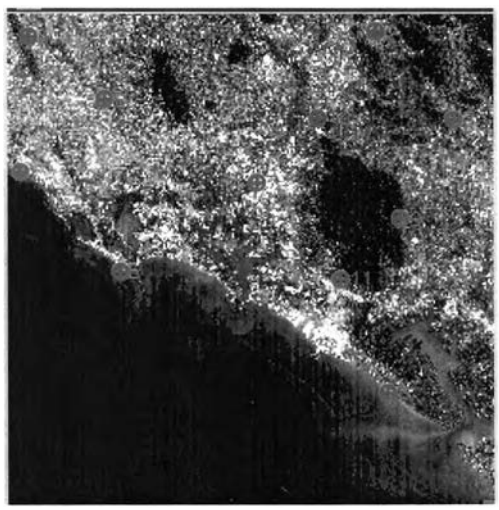
1. เลือกจุดจากข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT(PAN) ที่จะใช้เป็นจุดควบคุมทางพื้นดิน โดยเลือกจุดที่เห็นได้เด่นชัดสำหรับการทำจุดควบคุม ได้แก่ ท่าเรือที่ยื่นไปในน้ำ(Pier) สะพานและแยกถนน สำหรับจุดควบคุมที่ใช้ แสดงดังรูปที่ 3.1

2. จัดเก็บจุดควบคุมภาคพื้นดินในภาคสนามให้อยู่ในระบบพิกัดกริดUTM โซน 47 โดยใช้เครื่องหาตำแหน่งบนพื้นดินของ Leica รุ่น MX421 ที่มีความถูกต้อง (Accuracy) ประมาณ 3 เมตร ด้วยวิธีการรังวัดแบบจุดเดียว Leica(2002)

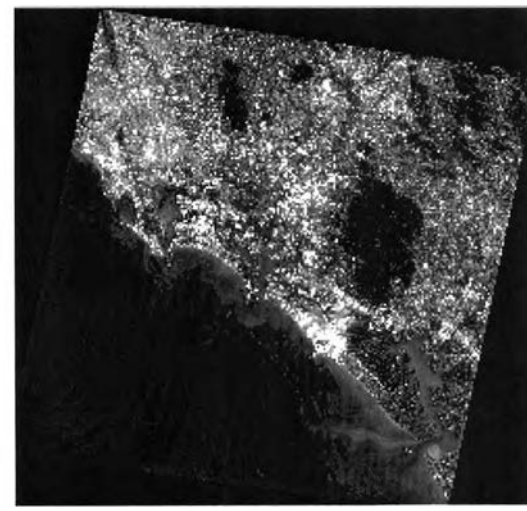
3. ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียมSPOT(PAN)ด้วยการใช้สมการคณิตศาสตร์พหุนามระดับ 2 เพราะสภาพของพื้นที่มีความแตกต่างของความสูงในภูมิประเทศอยู่และปรับค่าระดับสัญญาณของข้อมูลภาพดาวเทียมใหม่ด้วยวิธีเชิงเส้นสองทาง ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 3.6 และ รูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.6 แสดงการปรับแบบภาพกับแผนที่ของข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT(PAN)

วิธีการหาจุดควบคุม	ภาพดาวเทียมที่ปรับแก้	จำนวนจุดควบคุม (จุด)	สมการการแปลงค่าพิกัด	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	วิธีการประมาณค่าระดับสัญญาณ
GPS	SPOT(PAN)	11	คณิตศาสตร์พหุนาม ระดับ 2	0.13 จุดภาพ / 1.3 เมตร	แบบเชิงเส้นสองทาง



รูปที่ 3.1 แสดงภาพ SPOT(PAN) ก่อนปรับแก้ทางเรขาคณิตและตำแหน่งของจุดควบคุมที่ใช้(สีแดง)



รูปที่ 3.2 ภาพ SPOT(PAN) หลังการปรับแก้ทางเรขาคณิต

3.4.2 ปรับแก้แบบภาพถึงภาพ

สำหรับพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน และตัวเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ และADEOS โดยใช้ภาพSPOT(PAN) ที่ปรับแก้ทาง

เรขาคณิตแล้วเป็นภาพอ้างอิง (Reference Image) เลือกจุดควบคุมที่ตำแหน่งเดียวกันบนพื้นดินของภาพดาวเทียม SPOT(PAN) กับภาพดาวเทียมที่จะปรับแก้ทั้งหมดให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ของภาพ ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียม ด้วยการใช้สมการพหุนาม ระดับ 2 และประมาณค่าระดับสัญญาณของข้อมูลภาพดาวเทียมใหม่ด้วยวิธีเชิงเส้นสองทาง ซึ่งผลที่ได้ แสดงดังตารางที่ 3.7

สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม IRS-1C(PAN) ที่ จัดเก็บอยู่ในระบบพิกัดกริด UTM อยู่แล้ว เป็นภาพอ้างอิง เลือกจุดควบคุมที่ตำแหน่งเดียวกันบนพื้นดินของภาพดาวเทียม IRS-1C (PAN) กับภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ของภาพ ทำการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียม ด้วยการใช้สมการพหุนาม ระดับ 2 และประมาณค่าระดับสัญญาณของข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ใหม่ ด้วยวิธีเชิงเส้นสองทาง ซึ่งผลที่ได้ แสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.7 แสดงการปรับทางเรขาคณิตแบบภาพกับภาพของข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ และ ADEOS Iในพื้นที่ศึกษาจังหวัดจันทบุรี

วิธีการหาจุดควบคุม	ภาพดาวเทียมที่ปรับแก้	จำนวนจุดควบคุม (จุด)	สมการการแปลงค่าพิกัด	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	วิธีการประมาณค่าระดับสัญญาณ
SPOT(PAN)	LANDSAT 7 ETM+ (MS)	13	พหุนามระดับ 2	0.06 จุดภาพ /1.8 เมตร	แบบเชิงเส้นสองทาง
SPOT(PAN)	LANDSAT 7 ETM+ (PAN)	12	พหุนามระดับ 2	0.09 จุดภาพ / 1.3 เมตร	แบบเชิงเส้นสองทาง
SPOT(PAN)	ADEOS	10	พหุนามระดับ 2	0.12 จุดภาพ / 1.8 เมตร	แบบเชิงเส้นสองทาง

ตารางที่ 3.8 แสดงการปรับทางเรขาคณิตของข้อมูลแบบภาพกับภาพของข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ในพื้นที่ศึกษาบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการหาจุดควบคุม	ภาพดาวเทียมที่ปรับแก้	จำนวนจุดควบคุม (จุด)	สมการการแปลงค่าพิกัด	ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน	วิธีการประมาณค่าระดับสัญญาณ
IRS-1C	LANDSAT 7 ETM+(MS)	12	พหุนามระดับ 2	0.14 จุดภาพ / 4.2 เมตร	แบบเชิงเส้นสองทาง

3.5 เลือกข้อมูลภาพดาวเทียมเฉพาะพื้นที่ที่ศึกษา

ทำการตัดข้อมูลเฉพาะในส่วนของพื้นที่ที่ศึกษาของทั้ง 3 พื้นที่

3.5.1 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่างคุ้งกระเบน อยู่ในระหว่างพิกัด 1,384,565 ม. ถึง 1,411,535 ม. เหนือ และ 810,000 ม. ถึง 836,970 ม. ตะวันออก ขนาดพื้นที่ศึกษา 27 x 27 กิโลเมตร หรือ 729 ตารางกิโลเมตร

3.5.2 พื้นที่ศึกษาบริเวณตัวเมืองจันทบุรี อยู่ในระหว่างพิกัด 1,393,730 ม. ถึง 1,396,730 ม. เหนือ และ 836,650 ม. ถึง 839,650 ม. ตะวันออก ขนาดพื้นที่ศึกษา 3 x 3 กิโลเมตร หรือ 9 ตารางกิโลเมตร

3.5.3 พื้นที่ศึกษาบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ในระหว่างพิกัด 1,517,540 ม. ถึง 1,520,290 ม. เหนือ และ 664,405 ม. ถึง 667,155 ม. ตะวันออก ขนาดพื้นที่ศึกษา 2.75 x 2.75 กิโลเมตร 7.56 ตารางกิโลเมตร

3.6 การปรับปรุงข้อมูลภาพดาวเทียม

ปรับปรุงข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อใช้สำหรับทำการหลอมข้อมูล โดยทำการปรับปรุง 2 แบบ ดังนี้

3.6.1 ปรับรายละเอียดทางพื้นดินของข้อมูล

ทำการปรับรายละเอียดทางพื้นดินของข้อมูลภาพดาวเทียม IRS-1C(PAN) และ ADEOS ให้มีรายละเอียด 5 และ 15 เมตร ตามลำดับ โดยการสุ่มขนาดของจุดภาพ(Resampling) และทำการปรับรายละเอียด ทางพื้นดินของ ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ระบบ MS ที่มีรายละเอียดเท่ากับ 30 เมตร ให้เท่ากับข้อมูลภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงทุกประเภทข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ปรับรายละเอียดทางพื้นดินแล้วมาใช้ในการหลอมข้อมูล ซึ่งผลการปรับ แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดทางพื้นดินของข้อมูลภาพดาวเทียมก่อนปรับและหลังปรับทางเรขาคณิต

ภาพดาวเทียม	รายละเอียดทางพื้นดิน ก่อนปรับ(เมตร)	รายละเอียดทางพื้นดิน หลังปรับ(เมตร)			
		5	10	15	30
IRS – 1C(PAN)	5.8	☆	-	-	-
SPOT(PAN)	10	-	☆	-	-
ADEOS	16	-	-	☆	-
LANDSAT 7 ETM+ (PAN)	15	-	-	☆	-
LANDSAT 7 ETM+(MS)	30	☆	☆	☆	☆

3.6.2 ปรับความคมชัดทางเรขาคณิตของข้อมูล

ด้วยการใส่ตัวกรอง (Filter) แบบเน้นขอบ(Edge Enhancement) ให้กับข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT(PAN)และIRS-1C(PAN) เพื่อเน้นลักษณะทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพให้มีความคมชัดเพิ่มขึ้น โดยต่อไปจะแทนข้อมูลSPOT(PAN)ที่ทำการเน้นภาพแล้วด้วย SPOT/SH(PAN) และ IRS-1C(PAN) ที่ทำการเน้นภาพแล้วด้วย IRS-1C/SH(PAN)

3.7 การหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม

พื้นที่ศึกษาอ่าวคุ้งกระเบนใช้ข้อมูลดั้งต้น LANDSAT 7 ETM+ (MS) , ADEOS แบนด์ 3 แสดงในรูปที่ ผ - 1 LANDSAT 7 ETM+ (PAN) แสดงในรูปที่ ผ -2 SPOT(PAN) แสดงในรูปที่ ผ -3 และ SPOT/SH(PAN) แสดงในรูปที่ ผ - 4 และทำการหลอมด้วยเทคนิคและ วิธีการหลอมทั้ง 8 วิธี ส่วนพื้นที่ศึกษา

ตัวเมืองจันทบุรี ใช้ข้อมูลดั้งต้น LANDSAT 7 ETM+ (MS) และ SPOT/SH(PAN) และ พื้นที่ศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใช้ข้อมูลดั้งต้น LANDSAT 7 ETM+ (MS) และ IRS-1C/SH(PAN) โดยทั้งสองพื้นที่ทำการหลอมด้วยเทคนิคและวิธีการหลอม 4 วิธี คือ วิธี IHS Transformation โมเดล Hexcone , Brovey Transformation วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย สมการที่ 3.5 และ วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบเน้นความคมชัดบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง สมการที่ 3.7 สำหรับรายละเอียดของเทคนิคและวิธีที่ใช้ในการหลอมข้อมูล ดังนี้

3.7.1 วิธี RGB Color Composite เป็นการทำให้เกิดภาพสีด้วยการนำข้อมูล 3 ช่วงคลื่น มากำหนดให้อยู่ในระบบสีพื้นฐาน 3 สี คือ แดง,เขียวและน้ำเงิน สำหรับการหลอมวิธีนี้ ขนาดของจำนวนแถว (Row)และจำนวนคอลัมน์(Column)ต้องมีขนาดเท่ากัน ซึ่งภาพสีผสมจากการหลอมข้อมูลภาพดั้งต้น LANDSAT 7 RGB : 453 สามารถแยกข้อมูลป่าบกและป่าชายเลน ออกจากกันได้ชัดเจนที่สุด จึงใช้เป็นภาพสีดั้งต้นสำหรับการนำไปหลอมข้อมูลวิธีการอื่น ๆ

3.7.2 วิธี Brovey Transformation ข้อมูลดั้งต้น LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4, 5 และ 3 และข้อมูลรายละเอียดทางพื้นดินสูง คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3, LANDSAT 7(PAN), SPOT(PAN)และ SPOT/SH(PAN) โดยข้อมูลดั้งต้นแต่ละแบนด์ของภาพสีจะถูกทำเป็นอัตราส่วนด้วยผลรวมของภาพสีทั้ง 3 แบนด์ แล้วนำมาคูณกับข้อมูลรายละเอียดสูง สมการที่ใช้ในการหลอม

$$
\begin{aligned}
R &= \frac{\text{ETM/แบนด์ 4}}{\text{ETM/แบนด์ 3 + ETM/แบนด์ 4 + ETM/แบนด์ 5}} * \text{ข้อมูลรายละเอียดสูง} \\
G &= \frac{\text{ETM+/แบนด์ 5}}{\text{ETM/แบนด์ 3 + ETM/แบนด์ 4 + ETM/แบนด์ 5}} * \text{ข้อมูลรายละเอียดสูง} \\
B &= \frac{\text{ETM+/แบนด์ 3}}{\text{ETM/แบนด์ 3 + ETM/แบนด์ 4 + ETM/แบนด์ 5}} * \text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}
\end{aligned}
\qquad (3.3)
$$

3.7.3 วิธี IHS Color Transformation โมเดล Hexcone เป็นการหลอมด้วยวิธีการแปลงระบบสีข้อมูลภาพสีผสมดั้งต้น คือ LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4 5 และ 3 จะแปลงเข้าสู่ระบบสี IHS และถูกแปลงกลับเข้าระบบสี RGB โดยการแปลงกลับจะนำข้อมูลรายละเอียดทางพื้นดินสูง คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3 LANDSAT 7(PAN), SPOT(PAN)และSPOT/SH(PAN) แทนในส่วนของ I อัลกอริทึมที่ใช้ในการหลอม (Conrac,1980) แสดงในภาคผนวก

3.7.4 วิธี PCA เป็นการหลอมด้วยวิธีการทางสถิติ เป็นวิธีการวิเคราะห์แบบองค์ประกอบหลัก ใช้สำหรับลดมิติของข้อมูลที่มีหลายช่วงคลื่นให้เหลือเพียงตัวแทนองค์ประกอบหลัก การทำการหลอมวิธีการนี้เนื่องมาจากข้อมูลมีจำนวนช่วงคลื่นมากกว่า 3 ช่วงคลื่น ไม่สามารถที่จะนำมาแสดงเป็น สีแดง(R) สีเขียว(G) และสีน้ำเงิน(B) ได้พร้อมกันทุกช่วงคลื่น ดังนั้นจึงมีการรวมข้อมูลทุกช่วงคลื่นเข้าด้วยกัน โดยการนำข้อมูลดั้งต้น คือ LANDSAT 7 แบนด์ 1 ถึง 5 และ 7 รวมกับข้อมูลรายละเอียดทางพื้นดินสูง คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3 LANDSAT 7(PAN) SPOT(PAN)และSPOT/SH(PAN) แต่ละชนิดข้อมูล

แล้ววิเคราะห์ PCA เพื่อที่จะรวมข้อมูล LANDSAT 7 กับ ข้อมูลรายละเอียดสูง ผลลัพธ์จะได้ข้อมูลชุดใหม่ เป็นองค์ประกอบหลักที่ 1 (PC1) หลังจากนั้นทำการ Inverse PCA ก็จะได้ข้อมูลกลับออกมา 7 แบนด์ ที่มีการหลอมข้อมูลรวมกัน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการหลอมมาเลือกข้อมูลภาพใหม่ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการจำแนก ใน 3 องค์ประกอบแรก เพื่อนำมาทำภาพสีผสม

3.7.5 วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย สมการที่นำมาใช้ในการหลอม พัฒนามาจากสมการ $DN_f = A(W_1 * DN_a + W_2 * DN_b) + B$ ซึ่งเป็นสมการการหลอมข้อมูลด้วยการคูณ (Yesou et al.,1993) นำมาให้ค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลรายละเอียดสูงตั้งต้น คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3, LANDSAT 7(PAN), SPOT(PAN)และSPOT/SH(PAN) เท่ากับ 0.7 และข้อมูลภาพสีผสมตั้งต้น LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4 5 และ 3 เท่ากับ 0.3 สมการนี้เป็นการให้น้ำหนักกับข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการหลอม โดยให้น้ำหนักข้อมูลรายละเอียดสูงมากกว่าข้อมูล LANDSAT 7 เพื่อเน้นความคมชัดให้ภาพผลลัพธ์มากขึ้น และให้ค่าขยาย เท่ากับ 0.5 กับ ค่าความสว่าง เท่ากับ 127 เพื่อให้ข้อมูลมีค่าสัญญาณสูงสุด และทำให้ค่า DN ผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละจุดภาพไม่เกิน 255 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของข้อมูลชิงเลขแบบ 8 บิท สมการที่นำมาใช้ในการหลอม ดังนี้

R = 0.5 * [(0.7) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.3) * (ETM/แบนด์ 4)] + 127 .....
G = 0.5 * [(0.7) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.3) * (ETM/แบนด์ 5)] + 127 ..... (3.4)
B = 0.5 * [(0.7) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.3) * (ETM/แบนด์ 3)] + 127 .....

3.7.6 วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบถ่วงน้ำหนักบวกค่าขยาย พัฒนามาจากสมการ 2.5 สมการการหลอมข้อมูลด้วยการคูณ (Yesou et al.,1993) นำมาให้ค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลรายละเอียดสูงตั้งต้น คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3 LANDSAT 7(PAN) SPOT(PAN)และ SPOT/SH(PAN) เท่ากับ 0.5 และข้อมูลภาพสีผสมตั้งต้น LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4 5 และ 3 เท่ากับ 0.5 สมการนี้เป็นการให้น้ำหนักกับข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการหลอมเท่ากันและให้ค่าขยาย เท่ากับ 0.5 กับค่าความสว่าง เท่ากับ 127 เพื่อให้ข้อมูลมีความสว่างสูงสุด สมการที่นำมาใช้ในการหลอม ดังนี้

R = 0.5 * [(0.5) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.5) * (ETM/แบนด์ 4)] + 127 .....
G = 0.5 * [(0.5) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.5) * (ETM/แบนด์ 5)] + 127 ..... (3.5)
B = 0.5 * [(0.5) * (ข้อมูลรายละเอียดสูง) + (0.5) * (ETM/แบนด์ 3)] + 127 .....

3.7.7 วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบเน้นความคมชัดบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง สมการที่ใช้ในการหลอมพัฒนามาจากสมการเพิ่มความคมชัดให้ข้อมูลSPOT(XS)ด้วยข้อมูล SPOT(PAN) ของ (Carper et al.,1990) ดังนี้

$$R = 127 + 0.5 * \frac{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) + (3 * \text{ETM/แบนด์ 4})]}{4} \quad \ldots\ldots$$

$$G = 127 + 0.5 * \sqrt{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) * (\text{ETM/แบนด์ 5})]} \quad \ldots\ldots \quad (3.6)$$

$$B = 127 + 0.5 * \sqrt{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) * (\text{ETM/แบนด์ 3})]} \quad \ldots\ldots$$

ข้อมูลรายละเอียดสูงตั้งต้น คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3 LANDSAT 7(PAN), SPOT(PAN)และ SPOT/SH(PAN) และข้อมูลภาพสีผสมตั้งต้น LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4 5 และ 3 สมการนี้ ค่า R เป็นการให้น้ำหนักกับข้อมูลLANDSAT 3 ส่วน ให้ข้อมูลรายละเอียดสูง 1 ส่วน สำหรับค่า G และ B เป็นการนำข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการหลอมมาคูณกัน แล้วถอดรากที่ 2 เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยที่สมบูรณ์ของข้อมูล โดยสมการนี้ให้ค่าขยาย เท่ากับ 0.5 และค่าความสว่าง เท่ากับ 127 เพื่อให้ข้อมูลมีความสว่างสูงสุด

3.7.8 วิธีทางคณิตศาสตร์ สมการภาพสีผสมแบบเน้นความคมชัดบวกค่าขยายและยกระดับความสว่าง สมการที่ใช้ในการหลอมพัฒนามาจากสมการเพิ่มความคมชัดให้ข้อมูล SPOT(XS)ด้วยข้อมูล SPOT(PAN) ของ (Carper et al.,1990) ดังนี้

$$R = 127 + 0.5 * \sqrt{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) * (\text{ETM/แบนด์ 4})]} \quad \ldots\ldots\ldots$$
$$G = 127 + 0.5 * \sqrt{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) * (\text{ETM/แบนด์ 5})]} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3.7)$$
$$B = 127 + 0.5 * \sqrt{[(\text{ข้อมูลรายละเอียดสูง}) * (\text{ETM/แบนด์ 3})]} \quad \ldots\ldots\ldots$$

ข้อมูลรายละเอียดสูงตั้งต้น คือ ข้อมูล ADEOS แบนด์ 3, LANDSAT 7(PAN), SPOT(PAN)และ SPOT/SH(PAN) และข้อมูลภาพสีผสมตั้งต้น LANDSAT 7 RGB แบนด์ 4, 5 และ3 สมการนี้ เป็นการนำข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการหลอมมาคูณกันแล้วถอดรากที่2 โดยสมการนี้ให้ค่าขยาย เท่ากับ 0.5 และค่าความสว่าง เท่ากับ 127 เพื่อให้ข้อมูลมีค่าสัญญาณสูงสุด

3.8 ประเมินผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลทางด้านแชิงคลื่น

ประเมินผลลัพธ์ของชุดใหม่ที่ได้มาจากการหลอมข้อมูลภาพดาวเทียม ด้วยเทคนิคและวิธีการหลอมข้อมูลวิธีต่าง ๆ

3.8.1 พื้นที่ศึกษาประเภทที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ดูลักษณะของภาพสีผสมที่ได้จากการหลอมข้อมูลด้วยสายตาว่าข้อมูลภาพสีผสมที่ได้จากการหลอมสามารถที่จะแยกป่าบกและป่าชายเลนออกจากกันได้ชัดเจนหรือไม่

3.8.2 พื้นที่ศึกษาประเภทที่ 2 บริเวณตัวเมืองจันทบุรี ดูลักษณะของภาพสีผสมที่ได้จากการหลอมข้อมูลเปรียบเทียบกับภาพสีผสมตั้งต้น

3.8.3 พื้นที่ศึกษาประเภทที่ 3 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดูลักษณะของภาพสีผสมที่ได้จากการหลอมข้อมูลเปรียบเทียบกับภาพสีผสมตั้งต้น

3.9 ประเมินผลลัพธ์ของการหลอมข้อมูลทางด้านเรขาคณิต

เมื่อได้ภาพที่หลอมแล้วทำการแสดงผลของภาพ โดยการประเมินผลทางเรขาคณิตจะเปรียบเทียบความยาว ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะปริมาณข้อมูลถนนและทางน้ำ ของข้อมูลภาพดาวเทียมชุดใหม่ที่ได้จากการหลอมกับข้อมูลภาพดาวเทียมตั้งต้นทั้งหมด โดยการดิจิไทซ์ ข้อมูลถนน และทางระบายน้ำบนจากจอภาพ

(Head-Up Digitize)และคำนวณระยะทางทั้งหมดของข้อมูลถนนและทางระบายน้ำของแต่ละวิธีการหลอม แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อดูความแตกต่างทางเรขาคณิต ที่เกิดขึ้นของข้อมูลถนนและทางระบายน้ำ

3.9.1 การประเมินทางเรขาคณิตของพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนคัดเลือกข้อมูลตั้งต้น ที่ใช้ในการหลอม 2 ประเภทข้อมูล เพื่อใช้สำหรับประเมินทางเรขาคณิต คือ ข้อมูล LANDSAT 7 RGB แบนด์453 กับ ข้อมูล LANDSAT 7 (PAN) และ ข้อมูล LANDSAT 7 RGB แบนด์ 453 กับ ข้อมูลSPOT/SH(PAN) และทำการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการดิจิไทซ์ทั้งหมด 8 วิธีการหลอม

3.9.2 การประเมินทางเรขาคณิตของพื้นที่ศึกษาบริเวณตัวเมืองจันทบุรี คัดเลือกข้อมูลตั้งต้นที่ใช้ในการหลอม 1 ประเภทข้อมูล เพื่อใช้สำหรับประเมินทางเรขาคณิต คือ ข้อมูล LANDSAT 7 RGB แบนด์ 543 กับ ข้อมูลSPOT/SH(PAN) และทำการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการดิจิไทซ์ ทั้งหมด 4 วิธีการหลอม

3.9.3 การประเมินทางเรขาคณิตของพื้นที่ศึกษาบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจากการเปรียบเทียบภาพด้วยสายตาของรายละเอียดและความคมชัดของภาพ โดยไม่ได้ทำการดิจิไทซ์ข้อมูล

3.10 แปลตีความประเภทการใช้ที่ดินด้วยสายตา

สำหรับการแปลตีความภาพด้วยสายตา ทำเฉพาะพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ที่มีความหลากหลายของการใช้ที่ดินที่สนใจศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเด่นชัดในพื้นที่ โดยการจำแนกใช้ลักษณะของสีที่ปรากฏบนจอภาพและรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีลักษณะเฉพาะตัว เพื่อแยกประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.10.1 คัดเลือกผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากการหลอมที่มีความสมบูรณ์ที่สุด

3.10.2 ตัดเฉพาะพื้นที่ ที่ศึกษาการปรับปรุงแผนที่

3.10.3 แปลความหมายข้อมูลภาพดาวเทียมด้วยสายตา ตามประเภทการใช้ที่ดิน ได้แก่ ป่าบก ป่าชายเลน นากุ้ง แหล่งน้ำ ด้วยการดิจิไทซ์ขอบเขตการใช้ที่ดินของข้อมูลแต่ละประเภทบนจอภาพของคอมพิวเตอร์

3.11 การปรับปรุงแผนที่

เป็นการนำข้อมูลภาพดาวเทียมที่หลอมแล้วมาใช้ประโยชน์ ในการปรับปรุงข้อมูลของแผนที่เพื่อให้ได้แผนที่ที่มีความทันสมัยขึ้นและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ต่อไป มีวิธีการ ดังนี้

3.11.1 ปรับแก้ทางเรขาคณิตข้อมูลเชิงตัวตัวเลขของแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวาง 5334 II ให้อยู่ในระบบพิกัดกริด UTM โซน 47

3.11.2 ตัดข้อมูลแผนที่บริเวณอ่างคุ้งกระเบน เฉพาะส่วนที่ต้องการนำมาศึกษาการปรับปรุงแผนที่

3.11.3 ซ้อนทับข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลตีความด้วยสายตาประเภท ถนน ทางน้ำ ป่าบก ป่าชายเลน นากุ้ง กับแผนที่ เพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลแผนที่