

การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
ธารวิทย์ เสวกดรุณทร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2552

การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
ธารวิทย์ เสวกดรุณทร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2552
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
ธารวิทย์ เสวกดรุณทร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ธันวาคม 2552

ธารวิทย์ เสวกตรุณทร. (2552). การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนก

รายละเอียดทางภูมิศาสตร์ปริณญาณพนธ์ วทม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒคณะกรรมการควบคุมรองศาสตราจารย์ ดรวิชัย พันธะหิรัญ
พนโท ฐาปนา อุไรวรรณ.

การศึกษาการเปรียบเทียบการบีบอัด ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียด
ทางภูมิศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมในการ
จำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50000 ด้วยเครื่อง
คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา การศึกษาได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Spot5 Level 2A
ครอบคลุมพื้นที่จังหวัด อยุธยา นำมาบีบอัด โดยกระบวนการแปลงความยาวคลื่น ด้วยโปรแกรม
สำเร็จรูป MrSID Compression ในอัตราบีบอัดที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 เท่า เพื่อหาอัตรา
การบีบอัดที่เหมาะสม โดยพิจารณา จากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ขนาดของข้อมูล , ความเร็วในการ
ส่งผ่านข้อมูล, ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง , ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย
และ ทำการประเมินโดยผู้มีประสบการณ์ด้านการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่องานสำรวจข้อมูล
แผนที่

การศึกษาพบว่าอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดในการจำแนกรายละเอียดทาง
ภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน คืออัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า สำหรับ
การศึกษาอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมแต่ละประเภทของชั้นข้อมูลก็นำมาจำแนกรายละเอียดทาง
ภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน จะพบว่า บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและพื้นที่
บริเวณเขตการบินสามารถบีบอัดได้สูงสุด 30 เท่า, บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบก บริเวณ
ข้อมูลอุทกศาสตร์ บริเวณชายฝั่ง และบริเวณเขตพืชพรรณ สามารถบีบอัดได้สูงสุด 20 ส่วนบริเวณ
พื้นที่สิ่งปลูกสร้างสามารถบีบอัดได้สูงสุด 10 เท่า โดยผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็น
แนวทางในการทำงานด้าน การจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อการ ปรับปรุงแผนที่มูลฐานได้
ในอนาคตต่อไป

COMPARISON OF SATELLITE IMAGE COMPRESSION FOR
GEOGRAPHICAL CLASSIFICATION

AN ABSTRACT
BY
TARAWIT SWEGDAROONTORN

Present in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Geography
at Srinakharinwirot University
December 2009

Tarawit Swegdaroonontorn. (2009). *Comparison of Satellite Image Compression for Geographical Classification*. Master thesis, M.Sc. (Geography). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee: Assoc. Prof. Dr. Wichai Pantanahiran, Lt. Col. Tapan Uraiwan.

The objective of this study is to select the suitable image-compression ratio in order to maintain geographical features for updating the RTSD's 1:50,000 base map using a pocket mobile computer. A satellite image, SPOT5 level 2A, covering Rayong province was compressed by the MrSID Wavelet compression algorithm at the ratios of 10, 20, 30, 40, and 50 times. The efficiency and accuracy of the examined factors namely, data size, data transfer rate, root mean square errors, and mean square signal to noise ratio were statistically compared. In addition, visual assessments were scored by interpretation experts. The total scores from those characteristics were analyzed.

It is found that the optimum compression ratio for geographical classification is 10:1. Besides, the suitable ratio for each land use is obtained. The 30:1 ratio is suitable for the industrial estate and flying zone data. The 20:1 ratio was suitable for transportation, water body, beach and vegetation data. The 10:1 ratio was suitable for building or construction data. The results in this study could be used to update topographic base maps in Thailand.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์
ของ
ร้อยโท ชารวิทย์ เสวกตรุณทร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย พันธะหิรัญ)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ตีบุญ เมฆากุลชาติ)

..... กรรมการ
(พันโท ฐาปณา อุไรวรรณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย พันธะหิรัญ)

..... กรรมการ
(พันโท ฐาปณา อุไรวรรณ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย พันธะหิรัญ
ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ พันโท ฐาปณา อุไรวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์
รองศาสตราจารย์ ดีบุญ เมธากุลชาติ และ รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล กรรมการที่แต่งตั้ง
เพิ่มเติม ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ ของการวิจัยตลอดมา ขอกราบ
ขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ประสิทธิ์
ประสาทวิชาความรู้ทางวิชาการที่มีประโยชน์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ จนสำเร็จการศึกษา ชำนาญนี้
ผู้วิจัยขอให้ความดีทุกประการ ที่ทุกท่านได้มอบให้กับข้าพเจ้า จงกลับไปเป็นพรอันประเสริฐให้กับ
ท่านและครอบครัวจงประสบกับความสุขความสำเร็จ ทุกประการตลอดไป

ร้อยโท ชารวิทย์ เสวกตรุณทร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	2
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
สมมติฐานในการวิจัย	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	6
ประเภทของภาพ	8
วิธีการบีบอัดข้อมูลภาพ	8
การบีบอัดข้อมูลภาพด้วย MrSID	11
เกณฑ์การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ	18
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5	22
การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	29
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	29
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
การจัดกระทำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	31
การวิเคราะห์ข้อมูล	31

สารบัญ

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	38
การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ.....	39
การเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	46
การประเมินผลอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม.....	57
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	61
สรุปผลการศึกษา.....	61
อภิปรายผล.....	62
ข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก.....	67
ภาคผนวก ก.....	68
ภาคผนวก ข.....	72
ภาคผนวก ค.....	76
ภาคผนวก ง.....	83
ภาคผนวก จ.....	86
ภาคผนวก ฉ.....	89
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	97

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การให้คะแนนภาพตามหลักสากลที่นิยมใช้งาน.....	19
2 คุณลักษณะของดาวเทียม SPOT.....	23
3 แสดงอุปกรณ์รับรู้ของดาวเทียม SPOT.....	24
4 การให้คะแนนตามความคิดเห็น.....	35
5 การประเมินผลคุณภาพของภาพจากแบบทดสอบ.....	36
6 ตารางแสดงการให้คะแนนของวิธีคะแนนเฉลี่ยความเห็น.....	36
7 แสดงขนาดของไฟล์ข้อมูลในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ.....	40
8 แสดงเวลาของการถ่ายโอนข้อมูลในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ.....	42
9 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง.....	44
10 แสดงค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย.....	46
11 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม.....	49
12 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง.....	50
13 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณเส้นทางคมนาคมทางบก.....	51
14 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์.....	52
15 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น บริเวณชายฝั่ง.....	52
16 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณเขตพืชพรรณ.....	53
17 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณการบิน.....	54
18 แสดงการประเมินผลคุณภาพของภาพจากผู้สังเกตการทดลอง ในทุกชั้นข้อมูล.....	55
19 แสดงค่าผลต่างของกลุ่มตัวอย่างข้อมูลจำนวน.....	57
20 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินตามขนาดของไฟล์ข้อมูล.....	58
21 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินตามความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล.....	58
22 แสดงระดับคะแนนจากค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง.....	59
23 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย.....	59
24 แสดงระดับคะแนนจากผู้สังเกตการณ์ทดลอง.....	60

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
2 แผนที่ขอบเขตจังหวัดระยอง.....	7
3 กระบวนการทำงานของโปรแกรม MrSID.....	12
4 วิธีการแบ่งภาพตามระดับย่อขนาดภาพ.....	13
5 การแบ่งภาพตามความถี่ย่อย.....	15
6 การแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อย.....	16
7 การแบ่งภาพเป็นบิตเพลน.....	17
8 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 Level 2A	38
9 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 Level 2A ที่ผ่านการบีบอัด.....	39
10 อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดไฟล์ข้อมูล.....	41
11 อัตราการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายโอนข้อมูล.....	43
12 อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง.....	45
13 อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย.....	46
14 ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณพื้นที่ทำการทดสอบ.....	48
15 การสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาผลต่างที่เกิดขึ้นในกลุ่มข้อมูล.....	56

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้ข้อมูลข่าวสารในด้านต่างๆ ต้องมีการรับส่งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบให้การประมวลผลรวมถึงการโอนถ่ายข้อมูล ต้องใช้เวลาและเนื้อที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบีบอัดข้อมูล เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสูงสุดในการใช้งานข้อมูล เช่นเดียวกันกับข้อมูลในด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 โดยเฉพาะข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และต้องใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก ทั้งยังส่งผลกระทบให้การรับส่งข้อมูลระหว่างการทำงานต้องใช้เวลาานาน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการบีบอัดข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้กระบวนการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000 มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพราะสามารถที่จะเป็นเครื่องมือช่วยลดปริมาณหน่วยความจำในการจัดเก็บ รวมถึงลดปัจจัยเวลาในการรับส่งข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้ภายหลังจากการบีบอัดนั้นจะมีขนาดที่ลดลง แต่ในขณะเดียวกันการบีบอัดที่ดีนั้นจะต้องสามารถคงคุณภาพของภาพให้เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ให้ถูกต้องตามมาตรฐานของงานที่กำหนด สำหรับวิธีการในการบีบอัดข้อมูลภาพนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น การบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลบางส่วนมีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่สูงมาก และการบีบอัดภาพแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลไม่มีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่ต่ำ ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการเพื่อที่จะบีบอัดข้อมูลสำหรับภาพถ่ายดาวเทียมนั้น จึงต้องคำนึงถึงรูปแบบและมาตรฐานของงานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เพราะเมื่อมีการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมนั้น จะทำให้คุณภาพของภาพที่เกิดขึ้นย่อมมีความเปลี่ยนแปลงออกไปจากเดิม

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 นั้นได้เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่กรมแผนที่ทหารได้นำมาใช้งานเพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานให้มีความทันสมัยเป็นประจำทุกปี สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็ก เพื่อการรับส่งข้อมูลจะได้มีความสะดวก รวดเร็วและประหยัดเวลาในการทำงาน แต่สิ่งสำคัญที่สุดก็คือการปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม ในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 จึงมีส่วนช่วยในการทำงานได้เป็นอย่างดี

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการนำมาใช้งานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ให้มีความทันสมัยด้วยภาพถ่ายดาวเทียม
2. เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความเหมาะสมสูงสุด เพื่อนำมาใช้ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ให้มีความทันสมัย ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม ที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ กับภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบอัตราส่วนของการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม ในการนำมาใช้งานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ สำหรับการจัดทำแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000
2. เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม ที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ กับภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ
3. สามารถหาความรู้ที่ได้เป็นแนวทางเพื่อประยุกต์ใช้ในการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมชนิดอื่นๆ ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ต่อการทำงานด้านที่เกี่ยวข้องกับปริมาณในการจัดเก็บ รวมถึงปัจจัยด้านเวลาเพื่อส่งผ่านข้อมูล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา เป็นภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ซึ่งเป็นภาพถ่ายดาวเทียมที่กรมแผนที่ทหารใช้ในการปรับปรุงแผนที่มูลฐานให้มีความทันสมัยเป็นประจำทุกปี โดยภาพจะครอบคลุมแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ภายในขอบเขตของจังหวัดระยอง ซึ่งความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นแต่ละจุดภาพครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตรบนพื้นดิน และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้นำมาใช้นั้นเป็นข้อมูลที่ได้รับการสะท้อนค่าพลังงานด้วยช่วงคลื่นแสงโครมาติก (Panchromatic) จึงทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นจะอยู่ในลักษณะของภาพขาวดำ
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) สำหรับการบีบอัดที่ได้เลือกใช้คือ MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถบีบอัดข้อมูลภาพที่มีขนาดใหญ่ในรูปแบบของข้อมูลราสเตอร์รวมถึงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยโปรแกรมห้างนี้จะช่วยในการบีบอัดภาพ การประมวลผลภาพและคงคุณภาพของภาพได้เป็นอย่างดี สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือโปรแกรม MrSID นั้นสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่มีการประมวลผลทางภูมิศาสตร์ได้หลายลักษณะ โดยเฉพาะโปรแกรม

ERDAS IMAGINE ซึ่งมีการใช้งานอยู่อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดด้วยโปรแกรม MrSID นั้น จะสามารถนำไปเปิดใช้งานเพื่อการสำรวจจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพาซึ่งจะมีความสอดคล้องกับการวิจัยได้เป็นอย่างดี

3. ปัจจัยที่นำมาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม ผู้วิจัยพิจารณาถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศคือ รูปร่าง (Shape) ที่ตั้ง (Site) ขนาด (Size) ความหยาบละเอียด (Texture) และรูปแบบ (Pattern)

4. ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 มีการบันทึกภาพในหลายช่วงคลื่น แต่ในการวิจัยครั้งนี้จะนำภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งบันทึกในช่วงคลื่นแพนโครมาติก มาใช้ เนื่องจากเป็นภาพชนิดที่กรมแผนที่ทหารนำมาใช้ในการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000

5. การพิจารณาความเหมาะสมของการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์นั้น จะทำการวิเคราะห์เฉพาะชั้นข้อมูลที่มีในการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องในการพิจารณาที่เกี่ยวข้องกับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม ได้แก่ พื้นที่อุตสาหกรรม สิ่งปลูกสร้าง การคมนาคม ข้อมูลอุทกศาสตร์ ข้อมูลรายละเอียดชายฝั่ง พืชพรรณ และข้อมูลด้านการบิน เท่านั้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม คือ การทำให้ข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมมีการใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บที่ลดลงกว่าเดิม

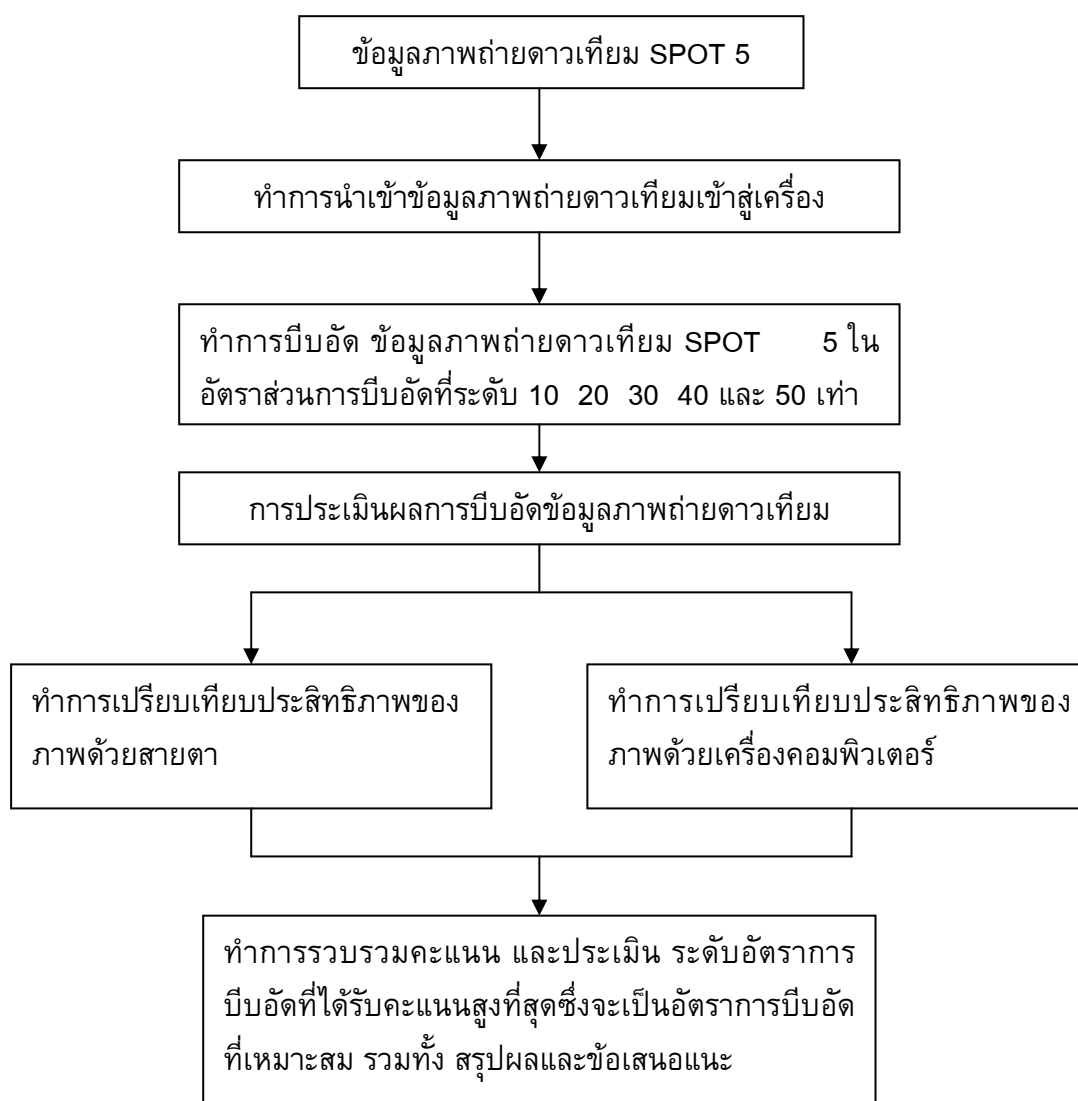
2. แผนที่มูลฐาน คือ แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ที่จัดทำโดยกรมแผนที่ทหารซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 830 ระวัง (แต่ละระวังมีขนาด 15 ลิปดา × 15 ลิปดา) เป็นพื้นที่ประมาณ 605,070 (27 × 27 × 830) ตารางกิโลเมตร จากพื้นที่ประเทศไทยขนาด 517,000 ตารางกิโลเมตร

3. การปรับปรุงแผนที่ คือ กระบวนการแก้ไขแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000 ให้มีความทันสมัยเพิ่มเติมจากแผนที่ชุด L7018 เดิม โดยจะทำการปรับปรุงในชั้นข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ พื้นที่อุตสาหกรรม สิ่งปลูกสร้าง การคมนาคม ข้อมูลอุทกศาสตร์ ข้อมูลรายละเอียดชายฝั่ง พืชพรรณ และข้อมูลด้านการบิน

4. ประสิทธิภาพของการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม คือ การวัดคะแนนตามเกณฑ์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบเทียบกับภาพต้นฉบับ (Subjective fidelity criteria) และการเปรียบเทียบกับภาพที่ถูกบีบอัด (Objective fidelity criteria)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 มาทำการบีบอัด ด้วยโปรแกรม MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยอยู่ในโปรแกรมสำเร็จรูปด้านการสัมผัสระยะไกล ERDAS IMAGINE ในอัตราการบีบอัดที่ต่างกัน จากนั้นจึงนำภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดมาพิจารณาระดับความเหมาะสมในการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000 โดยใช้หัวข้อเกณฑ์พิจารณาตามที่ได้กำหนดไว้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. อัตราส่วนการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมในการนำมาใช้งานนั้น น่าจะเป็น อัตราการบีบอัดที่มีค่าคะแนนความเหมาะสมมากที่สุด
2. อัตราส่วนการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม สำหรับการจำแนกรายละเอียดทาง ภูมิศาสตร์ น่าจะแตกต่างกันออกไป ตามประเภทของข้อมูล que ทำการสำรวจในภูมิประเทศ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. ประเภทของภาพ
3. วิธีการบีบอัดข้อมูลภาพ
4. การบีบอัดข้อมูลภาพด้วย MrSID
5. เกณฑ์การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ
6. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5
7. การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึง แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยจะกล่าวถึงหลักการและเทคนิคการบีบอัดภาพในแบบต่างๆ ที่ได้รับความนิยมเพื่อนำมาใช้งานในปัจจุบัน การวัดผลประสิทธิภาพของการบีบอัดภาพ ด้วยการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อหาอัตราส่วนของการบีบอัดที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน โดยการวิเคราะห์นั้นจะใช้การจำแนกรายละเอียดด้วยสายตา และการจำแนกรายละเอียดภาพถ่ายดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต พื้นที่ศึกษาอยู่ในจังหวัดระยอง ระหว่างละติจูดที่ 12 องศา 41 ลิปดา ถึง 12 องศา 68 ลิปดา เหนือ และลองจิจูดที่ 101 องศา 17 ลิปดา ถึง 101 องศา 28 ลิปดา ตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 3,552 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 2)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	อำเภอบ่อทอง และอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	อำเภอบางละมุงและอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อ่าวไทย



ภาพประกอบ 2 แผนที่ขอบเขตจังหวัดระยอง

2. ประเภทของภาพ (Image Types)

ตัวแปรสำคัญเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายที่มีการบันทึกจากดาวเทียมนั้นมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการบันทึกข้อมูล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจถึงคุณลักษณะพื้นฐานของภาพแต่ละประเภทซึ่งมีความแตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

2.1 ภาพขาวดำ (Black and White Image) เป็นรูปแบบของภาพดิจิทัลที่มีการเข้ารหัสอย่างง่ายที่สุด และมีค่าของจุดภาพเพียงสองค่าคือ 1 และ 0 เท่านั้น โดยให้สีขาวแทนด้วยค่า 1 และสีดำแทนด้วยค่า 0 โดยทั่วไปเรียกว่าภาพลักษณะฐานสอง (Binary Image) จะได้จากภาพระดับสีเทา ซึ่งภาพลักษณะฐานสองจะนำมาประยุกต์ใช้ในคอมพิวเตอร์ และโดยใช้หน่วยความจำสำหรับการบันทึกจำนวน 1 บิตต่อจุดภาพ

2.2 ภาพระดับสีเทา (Gray Scale Image) เป็นที่รู้จักกันในลักษณะของภาพที่มีสีเดียว (monochrome) จะทำการเก็บข้อมูลด้วยระดับความสว่างของสีเทาหรือระดับความสว่างของภาพภาพจะประกอบไปด้วย 8 บิตต่อ 1 จุดภาพ หรือ 256 สี ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงระดับความแตกต่างของค่าความสว่างทั้ง 256 ระดับ ตั้งแต่ระดับ 0 ถึง ระดับ 255 โดยระดับ 0 จะแทนด้วยสีดำ ไปจนถึงระดับ 255 จะแทนด้วยสีขาว ตามลำดับ

2.3 ภาพสี (Color Image) เป็นภาพที่มีลักษณะของส่วนผสมที่มีอยู่ 3 สีในภาพเดียวกัน โดยแต่ละสีจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะสอดคล้องกับค่าสเปกตรัมของสี ที่มีค่าความสว่างไม่เท่ากัน ชนิดของสี ดังกล่าวประกอบไปด้วย สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นรูปแบบจำลองอาร์จีบี เป็นสีหลักในการใช้ผสมสีเพื่อทำให้เกิดภาพในคอมพิวเตอร์ โดยใช้หน่วยความจำสำหรับการบันทึกจำนวน 8 บิตต่อหนึ่งสี ส่งผลให้การบันทึกภาพสีที่ประกอบไปด้วย สีแดง สีเขียว และน้ำเงิน จึงประกอบไปด้วย 24 บิตต่อหนึ่งจุดภาพ ดังนั้นจำนวนสีที่ต้องใช้ต่อหนึ่งจุดภาพ จะเท่ากับ 16 ล้านสี

2.4 ภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Image) เป็นภาพที่ประกอบไปด้วยภาพหลายช่วงคลื่น ซึ่งในบางช่วงคลื่นของภาพที่ได้มานั้นเป็นช่วงคลื่นที่สายตามนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ เช่น ช่วงคลื่นอินฟราเรด (Infrared) ใกล้อินฟราเรด (Near-infrared) ช่วงคลื่นความร้อน (Thermal band) เป็นต้น ซึ่งภาพประเภทนี้ส่วนใหญ่จะปรากฏให้เห็นในรูปแบบของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพทางการแพทย์ที่ได้จากการเอ็กซเรย์ รวมถึงภาพอินฟราเรด

3. วิธีการบีบอัดข้อมูลภาพ

การบันทึกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไม่ว่าจะเป็นภาพชนิดใด ต้องใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงได้มีการนำวิธีการบีบอัดภาพประเภทต่าง ๆ มาใช้เพื่อช่วยลดข้อจำกัดด้านการใช้ปริมาณหน่วยความจำ รวมถึงช่วยลดเวลาการโอนถ่ายข้อมูล โดยเทคนิคที่ใช้สำหรับการบีบอัดภาพ (Image compression) คือการลดหรือบีบจำนวนข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีขนาดเล็กลง แต่ยังคงความสำคัญของภาพไว้เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลต้นฉบับ ซึ่งสามารถทำให้ข้อมูลภาพมีการ

ใช้หน่วยความจำสำหรับการบันทึกข้อมูลมีขนาดลดลงจากเดิม รวมถึงสามารถกลับคืนภาพโดยผ่านกระบวนการคลายคีน (Decompression) ภาพได้ แบบจำลองของการบีบอัดภาพนั้นโดยทั่วไปมี 2 ส่วน คือ

1. การบีบอัด (Compression) ในการจัดเก็บข้อมูล

2. การคลายคีน (Decompression) ที่เป็นการนำภาพผ่านกระบวนการได้ภาพกลับคืนประเภทของการบีบอัดข้อมูลภาพนั้น สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 วิธี (Nelson; & Gailly. 1996) คือ การบีบอัดภาพแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) และ การบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression)

3.1 การบีบอัดภาพแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) เป็นการบีบอัดภาพให้มีขนาดเล็กลง แต่รายละเอียดและคุณภาพของภาพนั้นเหมือนกับภาพเดิม ซึ่งเป็นการบีบอัดภาพโดยตรงและมีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะมีอัตราส่วนการบีบอัดในระดับต่ำ ซึ่งทำให้ข้อมูลไม่มีการสูญเสีย ดังนั้นการบีบอัดด้วยวิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความสำคัญและไม่สามารถให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ เช่น ข้อมูลภาพที่จะนำมาใช้สำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์ เป็นต้น การบีบอัดภาพแบบนี้จะมีวิธีที่ใช้ในการเข้ารหัสเพื่อลดขนาดข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลภาพซึ่งจะแตกต่างกันออกไป ได้แก่

1. การเข้ารหัสแบบฮัฟแมน (Huffman Coding) เป็นเทคนิคที่นิยมใช้สำหรับการเข้ารหัสที่ซ้ำซ้อน วิธีการนี้จะกำหนดรหัสแทนค่าที่เกิดขึ้นบ่อยๆ ด้วยจำนวนบิตที่น้อยกว่าค่าที่ไม่ค่อยเกิดขึ้น (Gonzalez; & Woods. 2002)

2. การเข้ารหัสแบบแลมเพลซเวลช์หรือแอลแซดดับบลิว (Lempel-Ziv-Welch Coding: LZW) เป็นวิธีการหลักสำหรับการเข้ารหัสที่ซ้ำซ้อน เป็นเทคนิคที่มีการเรียกว่า Lempel-Ziv-Welch Coding โดยจะออกแบบให้เข้ารหัสแบบจำกัดความยาวของสัญลักษณ์ต่อตัวแปรต้นฉบับการบีบอัดแบบ LZW กลายเป็นมาตรฐานให้กับการเก็บไฟล์ภาพแบบต่างๆ เช่น GIF (Graphic Image File Format) PDF (The Portable Document Format) TIFF (Tagged Image File Format) เป็นต้น (Gonzalez; & Woods. 2002)

3. การเข้ารหัสแบบรันเลงท์ (Run-Length Coding: RLC) เป็นวิธีการที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุดของการบีบอัดแบบไม่สูญเสีย โดยหลักการของภาพส่วนใหญ่ที่บริเวณจุดภาพใกล้เคียงกันจะมีระดับความเข้มแสงหรือค่าระดับสีเทาที่เหมือนกัน ทำให้การจัดเก็บข้อมูลจะถูกจัดเก็บด้วยค่าเดียวกัน ซ้ำๆ กันหลายครั้ง และจะจัดเก็บค่าจากซ้ายไปขวาของภาพ และเก็บไปตามลำดับต่อแถว เป็นการเก็บค่าเพียงครั้งเดียวแล้วตามด้วยค่าที่บอกจำนวนของค่านั้นๆ (Peter A. Burrough. 1998)

3.2 การบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression) เป็นการบีบอัดภาพที่ให้ผลซึ่งยอมรับให้รายละเอียดบางส่วนของคุณภาพภาพนั้นลดลงไป คุณภาพของภาพจะสูญเสียไปบางส่วนโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะลดขนาดของหน่วยความจำที่ใช้ในการจัดเก็บ (Storage Size) ให้มากที่สุดเพื่อที่จะเพิ่มความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Transfer Rate) รวมทั้งความเร็วในการประมวลผล

การบีบอัดแบบนี้มีวิธีการเข้ารหัสแบ่งเป็น 6 ประเภท คือ

1. การบีบอัดมาตรฐาน MPEG (MPEG Video Standard) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นโดย MPEG (Moving Picture Expert Group) ตั้งแต่ปี 1988 โดยเป็นสมาคมนานาชาติที่พัฒนาให้เป็นมาตรฐานสำหรับการเก็บและบีบอัดข้อมูลของภาพเคลื่อนไหวและเสียงแบบดิจิทัล

2. การเข้ารหัสส่งผ่านด้วยพื้นฐานดิซซีที (DCT-Based Transform Coding) เป็นวิธีการประยุกต์เพื่อการบีบอัดภาพที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เป็นวิธีการซึ่งเสนอโดย Joint Photographic Experts Group (JPEG) ที่เป็นมาตรฐานในการบีบอัดภาพแบบสูญเสีย ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน คือ แบ่งภาพต้นฉบับเป็นบล็อกย่อยๆ ที่มีขนาด 8×8 จุดภาพ แต่ละบล็อกทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในโดเมน ซึ่งเป็นโดเมนความถี่โดยใช้ฟังก์ชัน DCT และนำผลของสัมประสิทธิ์ความถี่มาควอนไทซ์ เพื่อลดความซ้ำ และผลลัพธ์ที่ได้ จะนำมาเข้ารหัสแบบไม่สูญเสียแบบเอนโทรปี ซึ่งวิธีการนี้เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ

3. การบีบอัดข้อมูลภาพแบบแฟรคทอล (Fractal Compression) เป็นกระบวนการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ย่อยๆ ที่สามารถแบ่งข้อมูลภาพเพื่อทำการเข้ารหัส โดยทั่วไปทฤษฎีของการบีบอัดภาพแบบแฟรคทอลใช้พื้นฐานในการแบ่งข้อมูลภาพเป็นเมตริกซ์ที่มีการวิเคราะห์ภาพแบ่งเป็นภาพย่อยที่มีความซ้ำกัน และการลดความซ้ำซ้อนซึ่งจะสัมพันธ์กับความเหมือนกันของภาพย่อย โดยการบีบอัดข้อมูลภาพแบบแฟรคทอลนี้จะเกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพซึ่งเป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย การเลื่อน (Shifting) การหมุน (Rotation) การเบ้ (Skewing) การปรับขนาด (Scaling)

4. การเข้ารหัสแบบทำนาย (Predicting Coding) เป็นการบีบอัดภาพ โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพใกล้เคียง โดยการคำนวณค่าจุดภาพรอบๆ ที่สามารถช่วยลดจำนวนบิตของข้อมูลที่ต้องการบีบอัด แต่เข้ารหัสแบบทำนายนี้จะทำให้การบีบอัดที่ต่ำและคุณภาพที่ด้อยกว่าวิธีอื่นๆ ของการเข้ารหัสส่งผ่านเพื่อการบีบอัดข้อมูลภาพ (ลัญจกร วุฒิสัทติกุลกิจ. 2549)

5. การเข้ารหัสควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ (Vector Quantization) เป็นการบีบอัดแบบมีการสูญเสียข้อมูล โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นบล็อกย่อยๆ ขนาด $n \times n$ จุดภาพ หลักของการเข้ารหัสควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ คือการแทนที่บล็อกย่อยของข้อมูลด้วยดัชนีของชุดข้อมูลที่ใช้แทนบล็อกย่อยเหล่านั้น ซึ่งผลดีของวิธีนี้คือเป็นวิธีการที่เข้าใจง่ายและมีประสิทธิภาพในการลดขนาดของรหัส โดยวิธีนี้สามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในการบีบอัดข้อมูลที่คงคุณภาพของภาพได้ดี (F. Chevasuvit. 1995)

6. การบีบอัดภาพด้วยการแปลงเวฟเลตแบบไม่ต่อเนื่อง (The Discontinuous Wavelet of an image: DWT) เป็นการแปลงที่แยกส่วนประกอบของภาพ โดยการเปลี่ยนข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปของความถี่ โดยใช้ตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (L) และตัวกรองสัญญาณความถี่สูง (H) ซึ่งตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำ จะทำการวิเคราะห์ความถี่ต่ำของแถวที่มีข้อมูลเพียงครึ่งหนึ่งของข้อมูล แล้วตัวกรองสัญญาณความถี่สูง จะทำการวิเคราะห์ความถี่สูงของแถวเดียวกันกับการกรองสัญญาณความถี่ต่ำ จนได้ข้อมูลในการกรองครบทุกแถวข้อมูล

นอกจากรูปแบบการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งสองประเภทที่ได้กล่าวมา ยังมีรูปแบบการบีบอัดอีกประเภทหนึ่งที่ปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก นั่นก็คือ การบีบอัดภาพด้วย MrSID ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าวนี้ จะมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการรองรับข้อมูลภาพถ่ายที่มีขนาดใหญ่ อีกทั้งยังสามารถคงคุณภาพของภาพได้เป็นอย่างดี

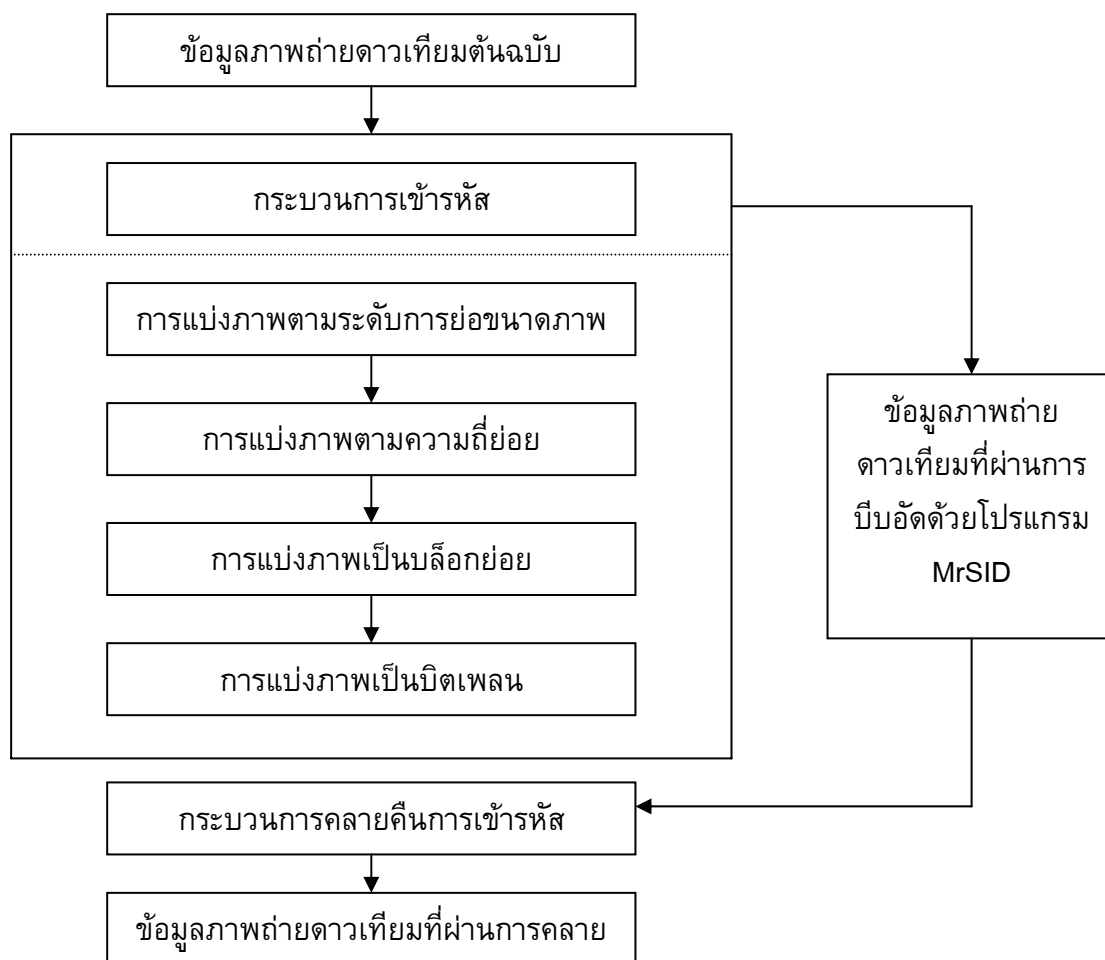
4. การบีบอัดข้อมูลภาพด้วย MrSID (MrSID: Multiresolution Seamless Image Database)

การบีบอัดภาพด้วยโปรแกรม MrSID นั้นเป็นการเก็บข้อมูลในลักษณะของฐานข้อมูลภาพที่มีความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายอยู่หลายระดับ จึงต้องมีการพัฒนากระบวนการบีบอัดภาพด้วยการแปลงเวฟเลตที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ที่สามารถแบ่งสัญญาณเป็นส่วนๆ ให้อยู่ในรูปของความถี่ที่แตกต่างกัน โดยมีการกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (ข้อมูลรายละเอียดหยาบ) และสัญญาณความถี่สูง (ข้อมูลรายละเอียดสูง) เพื่อให้ได้รายละเอียดของภาพเมื่อนำเข้ารหัสจัดเก็บในฐานข้อมูลทำให้ครอบคลุมความถี่ทั่วบริเวณของภาพ ดังนั้นการแปลงที่แยกส่วนของภาพให้อยู่ในรูปของความถี่ ที่ต้องมีการผ่านตัวกรองสัญญาณความถี่สูง และตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำ จึงทำให้ภาพไม่เกิดความผิดเพี้ยนจากการแปลงกลับ หรือการคลายคีนของภาพ โดยโปรแกรมดังกล่าวนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Lizard Tech's GeoExpress เพื่อรองรับการใช้งานด้านระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งต้องมีการใช้ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม สำหรับการบีบอัดด้วยโปรแกรม MrSID สามารถเรียกดูภาพและจัดการกับภาพได้ทั้งระดับย่อยและทั้งภาพ โดยที่ยังสามารถคงคุณภาพของภาพไว้ได้เป็นอย่างดี การทำงานของโปรแกรม MrSID ประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. กระบวนการเริ่มเข้ารหัสแบบไม่สูญเสียข้อมูล
2. กระบวนการเลือกและวนซ้ำของข้อมูล
3. กระบวนการคัดเลือกคลายคีน หรือ การคลายคีนแบบคัดเลือก

กระบวนการที่มีความสำคัญที่สุดในการทำงานของโปรแกรม MrSID คือกระบวนการที่ใช้สำหรับการเข้ารหัสแบบ MrSID (MrSID Encoding) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนที่สำคัญจำนวน 4 ขั้นตอน (ภาพประกอบ 3) ได้แก่

1. การแบ่งภาพตามระดับการย่อขนาดภาพ (Zoom level)
2. การแบ่งภาพตามความถี่ย่อย (Subbands)
3. การแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อย (Subblocks)
4. การแบ่งภาพเป็นบิตเพลน (Bitplanes)



ภาพประกอบ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรม MrSID

ขั้นตอนที่ 1 ของการเข้ารหัส คือวิธีการแบ่งภาพตามระดับการย่อขนาดภาพ เป็นขั้นตอนการเข้ารหัสที่มุ่งเน้นสำหรับการลดจำนวนจุดภาพที่มีในแต่ละภาพให้ลดลง โดยการย่อขนาดภาพภาพแต่ละระดับนั้นจำนวนจุดภาพจะลดลงครึ่งหนึ่งของจำนวนจุดภาพในระดับที่อยู่ก่อนทำการย่อขนาดภาพ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดระดับการย่อขนาดภาพ ได้ตามความต้องการแต่ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับจำนวนของจุดภาพในข้อมูลภาพต้นฉบับด้วย (ภาพประกอบ 4)



ระดับ 0 ภาพต้นฉบับ (สูง x กว้าง) ขนาด 512 x 512 จุดภาพ



ระดับ 1 ภาพต้นฉบับ (สูง/2 x กว้าง/2) ขนาด 256 x 256 จุดภาพ

ภาพประกอบ 4 วิธีการแบ่งภาพตามระดับย่อขนาดภาพ (Zoom level)



ระดับ 2 ภาพต้นฉบับ (สูง/4 x กว้าง/4) ขนาด 128 x 128 จุดภาพ



ระดับ 3 ภาพต้นฉบับ (สูง/8 x กว้าง/8) ขนาด 64 x 64 จุดภาพ

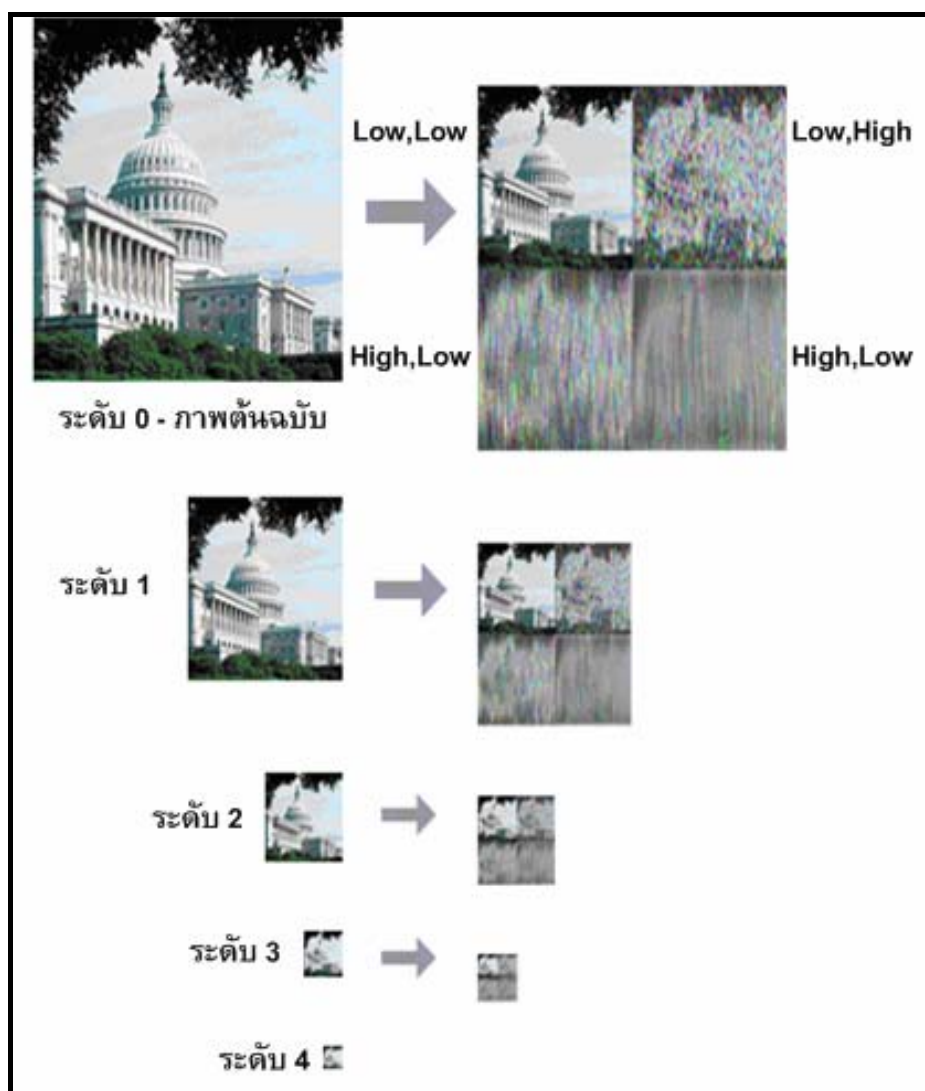


ระดับ 4 ภาพต้นฉบับ (สูง/16 x กว้าง/16) ขนาด 32 x 32 จุดภาพ

ภาพประกอบ 4 (ต่อ)

ที่มา: LiZardTech. (n.d.). *MrSID Technology Primer*.

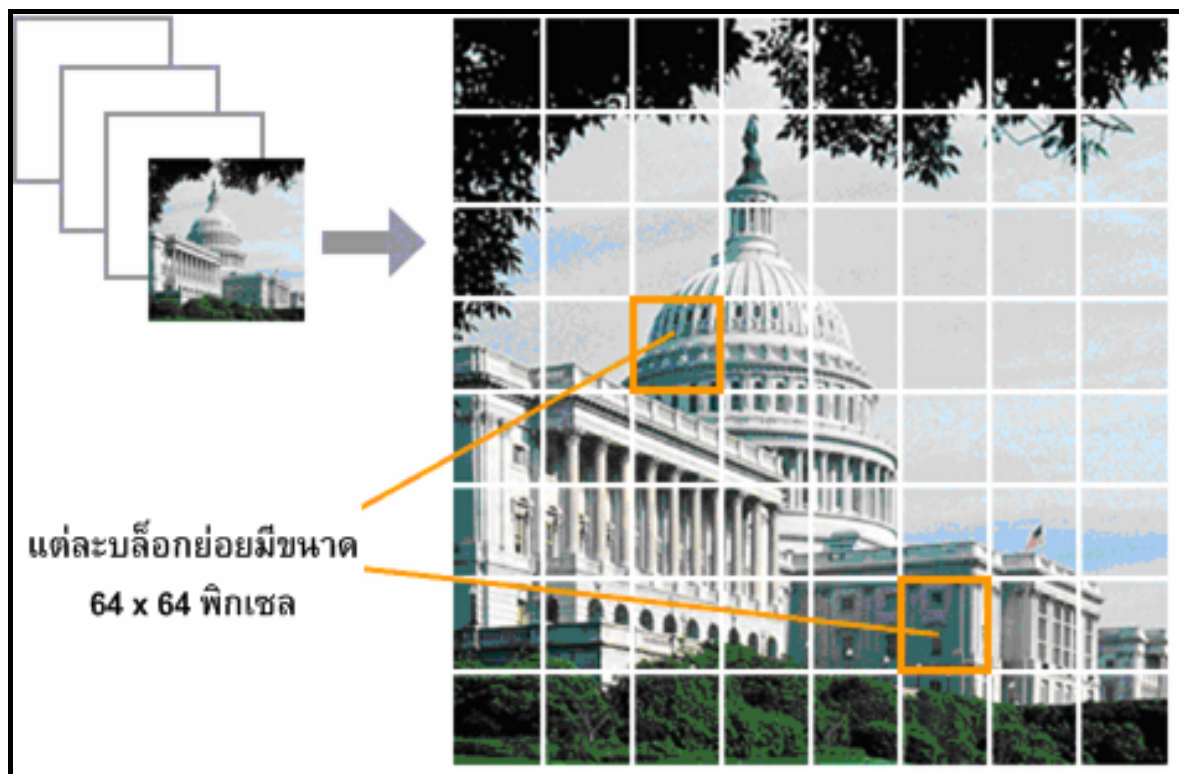
ขั้นตอนที่ 2 ของการเข้ารหัส คือการแบ่งภาพตามความถี่ย่อย โดยขั้นตอนนี้จะมุ่งเน้นเพื่อให้ลดจำนวนข้อมูลในการจัดเก็บ ซึ่งจะแบ่งภาพแต่ละระดับออกเป็น 4 ช่วงของความถี่ย่อย คือ ความถี่ต่ำ- ความถี่ต่ำ (Low-Low) ความถี่ต่ำ- ความถี่สูง (Low-High) ความถี่สูง-ความถี่ต่ำ (High-Low) และความถี่ต่ำ- ความถี่ต่ำ (High-High) เมื่อมีการบีบอัดข้อมูลภาพในแต่ละระดับของขั้นตอนการเข้ารหัสนี้ ก็จะเป็นการเลือกข้อมูลภาพที่อยู่ในช่วงความถี่แบบ ความถี่ต่ำ- ความถี่ต่ำ (Low-Low) ของภาพที่อยู่ในระดับก่อนหน้ามาใช้เท่านั้น เพื่อเป็นการลดพื้นที่สำหรับการจัดเก็บข้อมูล (ภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 การแบ่งภาพตามความถี่ย่อย (Subbands)

ที่มา: LiZardTech. (n.d.). *MrSID Technology Primer*.

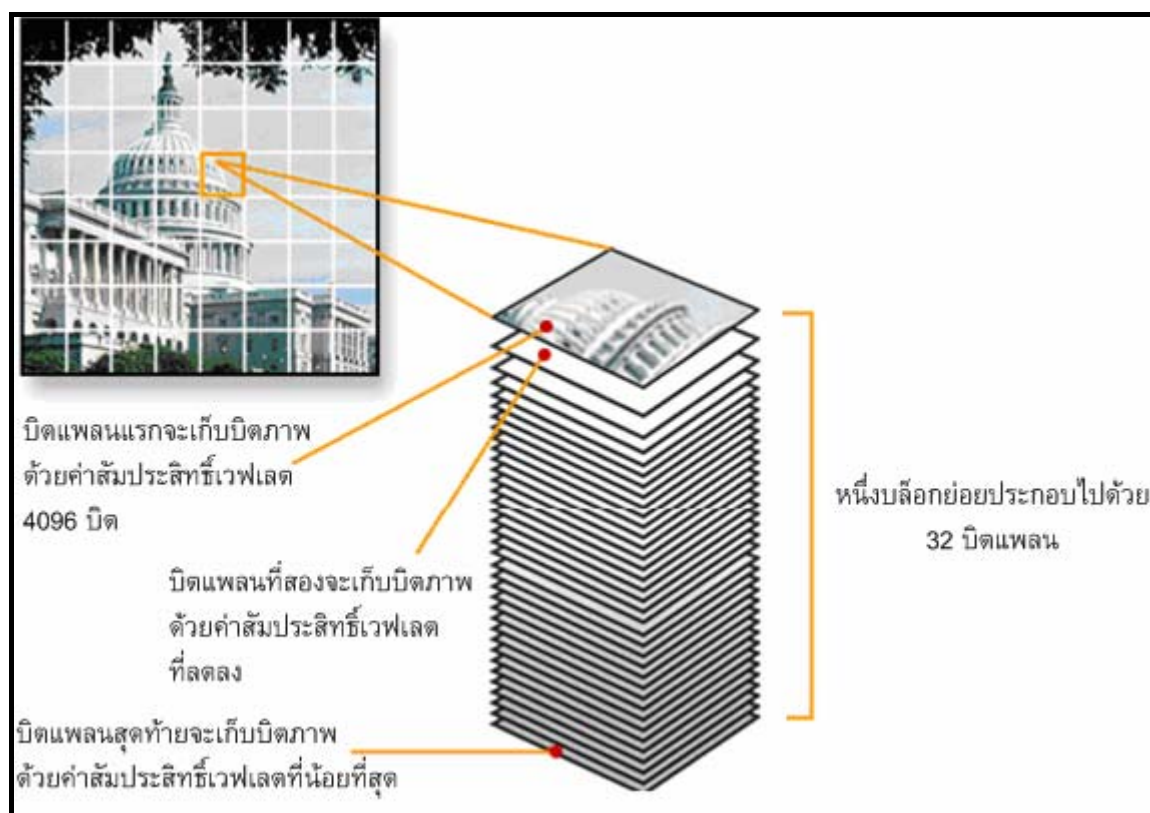
ขั้นตอนที่ 3 ของการเข้ารหัส คือวิธีการแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อย หลังจากการแบ่งภาพตามความถี่ย่อย ซึ่งแต่ละบล็อกย่อยๆ จะมีขนาด 64×64 จุดภาพ โดยขั้นตอนนี้จะมุ่งเน้นที่จะจัดเก็บข้อมูลภาพให้เป็นชุด เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการประมวลผลและเรียกดูภาพจากฐานข้อมูล (ภาพประกอบ 6)



ภาพประกอบ 6 การแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อย

ที่มา: LiZardTech. (n.d.). *MrSID Technology Primer*.

ขั้นตอนที่ 4 ของการเข้ารหัส คือวิธีการแบ่งภาพเป็นบิตเพลนซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูล โดยการใช้การบันทึกด้วยหน่วยความเป็นบิตต่อจุดภาพโดยจะใช้การบันทึกในลักษณะของแนวระนาบ โดยแต่ละบิตเพลนจะต้องเป็นตำแหน่งของภาพเดียวกันและซ้อนทับกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกันในแต่ละบิตเพลน คือที่สัมประสิทธิ์ที่มีผลต่อช่วงคลื่นของภาพที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล โดยภาพแต่ละบล็อกย่อยที่ผ่านการแบ่งในขั้นตอนที่ 3 จะนำภาพที่อยู่ในบล็อกย่อยดังกล่าวมาแบ่งออกเป็น 32 บิตเพลน จากนั้นจึงทำการแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์เวฟเลต ดังนั้นแต่ละบล็อกย่อยจะมีค่าสัมประสิทธิ์เวฟเลตเท่ากับ 4,096 ซึ่งก็คือในบิตเพลนแรก จะเก็บภาพด้วยค่าสัมประสิทธิ์เวฟเลต 4,096 และจะลดลงตามลำดับ จนกระทั่งในบิตเพลนสุดท้ายจะมีค่าสัมประสิทธิ์เวฟเลตน้อยที่สุด (ภาพประกอบ 7)



ภาพประกอบ 7 การแบ่งภาพเป็นบิตเพลน

ที่มา: LiZardTech. (n.d.). *MrSID Technology Primer*.

การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายด้วยกระบวนการของโปรแกรม MrSID จะเป็นลักษณะของการทำงานหลักที่มีการบันทึกข้อมูลเป็นแบบบิตเพลน (Bitplanes) สำหรับส่วนของการเข้ารหัสจะทำการแบ่งภาพด้วยการแบ่งตามระดับการย่อขนาดภาพ (Zoom level) การแบ่งภาพตามความถี่ย่อย (Subbands) แบ่งตามบล็อกย่อย (Subblocks) และแบ่งตามบิตเพลน ตามลำดับ เมื่อเริ่มต้นการเข้ารหัส การสร้างภาพสามารถใช้อัตราการบีบอัดตั้งแต่ระดับศูนย์จนถึงระดับสูงสุด ในอัตราการบีบอัดที่ 2:1 จะเป็นลักษณะการบีบอัดแบบไม่สูญเสีย แต่เมื่ออัตราการบีบอัดเพิ่มขึ้น ลักษณะการบีบอัดจะเป็นแบบเดียวกันกับการบีบอัดภาพแบบเจเปก (JPEG)

ส่วนการถอดรหัสแบบ MrSID (MrSID Decoding) โดยการทำงานของ MrSID เลือกการคลายคีนเป็นกระบวนการกลับของการเข้ารหัส ที่ใช้กระบวนการแปลงเวฟเลตกลับ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์เวฟเลตที่ได้จากการเข้ารหัสตอนต้น

ดังนั้นเมื่อมีการนำข้อมูลภาพถ่ายมาทำการบีบอัดแล้ว สิ่งสำคัญที่มีความจำเป็นก็คือ การพิจารณาถึงประสิทธิภาพ ของข้อมูลภาพถ่ายหลังจากมีการบีบอัด โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้สำหรับประเมินประสิทธิภาพของภาพนั้นจะกล่าวไว้ในหัวข้อต่อไป

5. เกณฑ์การเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ (Fidelity criteria)

การบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสียข้อมูล จะทำให้มีบางส่วนของภาพสูญหาย หรือผิดเพี้ยนไปจากต้นฉบับ จึงต้องมีเกณฑ์ในการวัดคุณภาพของภาพหลังการบีบอัดแล้ว เกณฑ์ที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพนั้น (Umbaugh. 1998; และ รุ่งไกร ไกรมาก. 2546) ได้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบเทียบกับภาพต้นฉบับ (Subjective fidelity criteria) และการเปรียบเทียบกับภาพที่ถูกบีบอัด (Objective fidelity criteria)

5.1 แบบเทียบกับภาพต้นฉบับ (Subjective fidelity criteria) ในการเปรียบเทียบประเภทนี้ จะใช้ความรู้สึกจากการรับรู้ภาพของมนุษย์เป็นเครื่องมือในการตัดสินคุณภาพและความถูกต้องของภาพ โดยการเปรียบเทียบจะใช้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น (Mean Opinion Score: MOS) ที่มีระดับการให้คะแนนที่ระดับ 5 4 3 2 และ 1 โดยจะเป็นการแสดงความเห็นของคุณภาพที่ระดับ สูงมาก สูงปานกลาง ต่ำ และ ต่ำมาก ตามลำดับ รูปแบบของการเทียบกับภาพต้นฉบับ สามารถแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. การทดสอบความไม่สมบูรณ์ของภาพ (Impairment tests) ซึ่งทำการเปรียบเทียบว่าภาพที่ผ่านการบีบอัดนั้น มีรายละเอียดครบถ้วนหรือไม่
2. การทดสอบคุณภาพของภาพ (Quality tests) ทำการเปรียบเทียบว่าภาพที่ผ่านการบีบอัดนั้น มีคุณภาพดีอย่างไร
3. การทดสอบแบบเปรียบเทียบระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการบีบอัด (Comparison tests) โดยจะเปรียบเทียบว่าภาพที่ผ่านการบีบอัดนั้น เหมือนกับภาพต้นฉบับอย่างไร (ตาราง 1)

ตาราง 1 การให้คะแนนภาพตามหลักสากลที่นิยมใช้งาน

เกณฑ์การทดสอบความไม่สมบูรณ์ของภาพ	เกณฑ์การทดสอบคุณภาพของภาพ	เกณฑ์การเปรียบเทียบระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการบีบอัด
5 หมายถึงไม่สามารถสังเกตเห็นความไม่สมบูรณ์ของภาพได้	A หมายถึงคุณภาพสูงมาก	+ 2 หมายถึงเหมือนกันดีมาก
4 หมายถึงสามารถสังเกตเห็นความไม่สมบูรณ์ของภาพได้แต่ไม่รบกวนการทำงาน	B หมายถึงคุณภาพสูง	+1 หมายถึงเหมือนกันดี
3 หมายถึงสามารถสังเกตเห็นความไม่สมบูรณ์ของภาพได้ซึ่งรบกวนการทำงานบ้าง	C หมายถึงคุณภาพปานกลาง	0 หมายถึงค่อนข้างคล้ายคลึงกัน
2 หมายถึงสามารถสังเกตเห็นความไม่สมบูรณ์ของภาพได้ ซึ่งรบกวนการทำงาน	D หมายถึงคุณภาพแย่	-1 หมายถึงคล้ายคลึงกันเล็กน้อย
1 หมายถึงไม่สามารถใช้ในการทำงานได้	E หมายถึงคุณภาพแย่มาก	-2 หมายถึงไม่คล้ายคลึงกัน

ที่มา: Umbaugh, (1998). *Computer vision and image processing: A practical approach using CVIP tools*.

5.2 แบบเทียบกับภาพที่ถูกบีบอัด (Objective fidelity criteria) คือการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประเมินคุณภาพทางสถิติ ได้แก่ ผลค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ (Root Mean Square Error: e_{rms}) อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean Square Signal to Noise Ratio: SNR_{ms}) และอัตราส่วนการบีบอัด (Compression Ratio) เป็นต้น ซึ่งวิธีเหล่านี้จะเป็นตัวชี้ความผิดเพี้ยนของภาพด้วยการวัดคุณภาพของภาพ โดยการหาค่าความสูญเสียของภาพระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพที่ผ่านการบีบอัด

1. ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ (Root mean square error: e_{rms}) ถ้ากำหนดให้ $f(x, y)$ แทนข้อมูลภาพต้นฉบับ หรือ ภาพนำเข้า และ $f'(x, y)$ แทนภาพที่ผ่านการบีบอัด สำหรับ x และ y ใดๆ แล้ว ค่าความคลาดเคลื่อน $e(x, y)$ ระหว่าง $f(x, y)$ และ $f'(x, y)$ สามารถหาได้จากสมการ 2.1

$$e(x, y) = f(x, y) - f'(x, y) \quad (2.1)$$

ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของภาพต้นฉบับ ขนาด $M \times N$ จะได้ดังสมการ 2.2

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด} = \frac{1}{M \times N} \sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)]^2 \quad (2.2)$$

และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง ระหว่าง $f(x, y)$ และ $f'(x, y)$ สามารถหาได้จากสมการ 2.3

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)]^2} \quad (2.3)$$

เมื่อ

M	=	จำนวนจุดภาพตามความกว้างของภาพ
N	=	จำนวนจุดภาพตามความยาวของภาพ
$f(x, y)$	=	ค่าจุดภาพที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพต้นฉบับ
$f'(x, y)$	=	ค่าจุดภาพที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพที่ผ่านการบีบอัด

ถ้าค่า e_{rms} มีค่าน้อยแสดงว่า ภาพที่บีบอัดมีคุณภาพดี

2. ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean square signal to noise ratio: SNR_{ms}) บางกรณีเกณฑ์การวัดความถูกต้อง อาจแสดงด้วยอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยของภาพที่ผ่านกระบวนการคลายคีนกลับออกมา ถ้าพิจารณาภาพที่บีบและคลายกลับมา $f'(x,y)$ เป็น สัญญาณ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นสัญญาณรบกวน จะหาค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย จากสมการ 2.4

$$SNR_{MS} = \sqrt{\frac{\sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} f'(x,y)^2}{\sum_{X=1}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f'(x,y) - f(x,y)]^2}} \quad (2.4)$$

เมื่อ

- M = จำนวนจุดภาพตามความกว้างของภาพ
 N = จำนวนจุดภาพตามความยาวของภาพ
 $f(x,y)$ = ค่าจุดภาพที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพต้นฉบับ
 $f'(x,y)$ = ค่าจุดภาพที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพที่ผ่านการบีบอัด

ถ้าค่า SNR_{ms} มีค่ามากแสดงว่า ภาพที่บีบอัดมีคุณภาพดี

3. อัตราส่วนการบีบอัด (Compression Ratio) คือ ความแตกต่างของขนาดข้อมูลต้นฉบับ และข้อมูลที่ผ่านการบีบอัด ซึ่งการคำนวณดังกล่าวมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีหนึ่งที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย คือ การแสดงค่าเป็นอัตราส่วนระหว่างข้อมูลต้นฉบับ และข้อมูลที่ผ่านการบีบอัด เช่น 4:1 หรือจะแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 โดยปกติจะไม่มี 0% ซึ่งจะหมายถึง ไม่มีการบีบอัดข้อมูลภาพ หรือภาพที่ผ่านการบีบอัดมีขนาดเท่ากับภาพต้นฉบับ และถ้า 100% จะหมายถึง ขนาดข้อมูลที่จัดเก็บภาพเท่ากับ 0 ไบต์ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ในความเป็นจริง การหาอัตราการบีบอัดสามารถหาได้จากสมการ 2.5

$$\text{อัตราส่วนการบีบอัด} = \frac{\text{ขนาดของข้อมูลต้นฉบับ}}{\text{ขนาดข้อมูลที่ผ่านการบีบอัด}} \quad (2.5)$$

หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังสมการที่ 2.6

$$\text{อัตราส่วนการบีบอัด} = \frac{(\text{ขนาดข้อมูลต้นฉบับ} - \text{ขนาดข้อมูลที่ถูกบีบอัด}) \times 100}{\text{ขนาดข้อมูลต้นฉบับ}} \quad (2.6)$$

นอกจากประเภทของภาพและการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพแล้วนั้น สิ่งที่มีความสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะเข้ามาเป็นปัจจัยในการศึกษาก็คือ ชนิดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้มีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 มาใช้

6. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่สามารถนำมาใช้ในการสำรวจและจัดทำแผนที่ได้นั้นมีอยู่หลายชนิด แต่สาเหตุที่มีการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 มาใช้ในการปรับปรุงแผนที่มูลฐานเนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 นั้นมีความละเอียดของจุดภาพที่สูงเพียงพอสำหรับการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 และจากการศึกษาในต่างประเทศ พบว่าสามารถให้ความละเอียดถูกต้องถึงการแก้ไขแผนที่มาตราส่วน 1:25,000 ได้ (กรมแผนที่ทหาร. 2548) โดยลักษณะทางเทคนิคของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ที่เอื้ออำนวยต่อการนำมาใช้ในการปรับปรุงข้อมูลแผนที่ คือดาวเทียม SPOT5 มีเพดานการบินถ่ายภาพที่สูงมากจึงทำให้ลดอิทธิพลของการเกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความสูงต่าง (Relief displacement) ได้นอกจากนี้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ หรือ สทอภ. (GISTDA) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้สามารถรับข้อมูลได้ทุกวันซึ่งประหยัดเวลากว่าการใช้เครื่องบินทำการบินถ่ายภาพทางอากาศ ตลอดจนพื้นที่ของภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 นั้นจะครอบคลุม บริเวณที่มากกว่าการใช้ภาพถ่ายทางอากาศในแต่ละภาพ นอกจากนี้ประเทศไทยได้มีดาวเทียมสำหรับการสำรวจทรัพยากรดวงแรก คือดาวเทียมธีออส (Thailand Earth Observation Satellite: THEOS) ซึ่งโดยภาพรวมนั้นมีรายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทางเทคนิคที่มีความคล้ายคลึงกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับเพื่อไปขยายผลสำหรับการใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมธีออสได้ในอนาคต

6.1 ดาวเทียม SPOT5 โครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากร SPOT5 ได้รับการพัฒนาโดยรัฐบาลฝรั่งเศส SPOT5 แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือตัวดาวเทียมและส่วนบันทึกภาพถ่ายดาวเทียม ดาวเทียม SPOT5 โคจรรอบโลกในวงโคจรวงกลม แบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous) ทำให้ดาวเทียมผ่านจุดเดียวกันบนพื้นโลกทุกครั้งในเวลาเดิม วงโคจรทำมุมประมาณ 8 องศา กับทิศเหนือ อยู่สูงประมาณ 830 กิโลเมตรเหนือพื้นโลก การโคจร 1 รอบ ใช้เวลา 101 นาที ดังนั้นใน 24 ชั่วโมง จะโคจรรอบโลกประมาณ 14 รอบ และดาวเทียมจะโคจรกลับมา ณ จุดเดิมบนพื้นโลก ทุกๆ 369 วงโคจร หรือประมาณ 26 วัน ความละเอียดของภาพนั้นแต่ละจุดภาพ (Pixel) ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตรและขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตรบนพื้นดิน สำหรับภาพระดับสีเทาและความละเอียดของแต่ละจุดภาพนั้นจะมีขนาดครอบคลุมประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดินสำหรับภาพสี

6.2 การบันทึกภาพของดาวเทียม SPOT5 (SPOT5 camera) ดาวเทียม (SPOT5) ประกอบด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพ 3 ระบบด้วยกัน คือ

1. High Resolution Geometric camera (HRG) เป็นกล้องที่สามารถถ่ายภาพที่แต่ละจุดภาพ มีรายละเอียดครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตร สำหรับภาพระดับสีเทา ทั้งนี้ระบบได้ออกแบบให้การถ่ายภาพมีการเหลื่อมกันของภาพถ่ายสองภาพ (Line Shifted) ทำให้สามารถนำภาพมาประมวลผลแบบพิเศษ ซึ่งจะได้รายละเอียดที่แต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตรบนพื้นดิน พร้อมทั้งสามารถถ่ายภาพหลายช่วงคลื่น โดยมีรายละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดิน

2. High Resolution Stereoscopic instrument (HRS) เป็นกล้องที่ออกแบบมาเพื่อการถ่ายภาพคู่ซ้อน (Stereopair Images) สำหรับภาพระดับสีเทา เพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศที่มีรายละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดิน ซึ่งการถ่ายภาพในลักษณะไปข้างหน้า และการถ่ายแนวกลับ ในวงโคจรเดียวกันของดาวเทียม ทำให้การประมวลผลภาพเชิงซ้อนมีความถูกต้องของข้อมูลสูง

3. VEGETATION 2 instrument (VGT 2) เป็นกล้องถ่ายภาพที่ออกแบบมาเพื่อการถ่ายภาพพื้นที่กว้างระดับภูมิภาคซึ่งมีแนวการถ่ายภาพกว้าง 2,500 กิโลเมตรซึ่งการบันทึกภาพด้วยกล้องชนิดนี้จะใช้เพื่อบันทึกเกี่ยวกับพืชพรรณชนิดต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในภูมิประเทศเป็นหลัก โดยรายละเอียดแต่ละจุดภาพจะครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดิน

การปรับปรุงข้อมูลแผนที่ให้ทันสมัยโดยทั่วไปจะใช้ภาพระดับสีเทา เนื่องจากให้รายละเอียดสูงกว่าภาพแบบหลายช่วงคลื่น และลักษณะของสีมีความคล้ายคลึงกับภาพถ่ายทางอากาศ ที่นำมาใช้ในการทำแผนที่มูลฐานในอดีต (กรมแผนที่ทหาร. 2548)

ตาราง 2 คุณลักษณะของดาวเทียม SPOT

คุณลักษณะดาวเทียม	SPOT 1, 2, 3	SPOT 4	SPOT 5
ความสูงของการโคจร (กม.)	822	822	822
เวลาการโคจรรอบโลก 1 รอบ	101.40 นาที	101.40 นาที	101.40 นาที
การโคจรซ้ำบริเวณเดิม	ทุก 26 วัน	ทุก 26 วัน	ทุก 26 วัน
ความละเอียดของภาพ (ม.)	20, 10	20, 10	5, 2.5
ความกว้างแนวบันทึก (กม.)	60×60	60×60	60×60
การถ่ายภาพมุมมองสามมิติ	ขวางแนวโคจร	ขวางแนวโคจร	ขวางแนวโคจร

ที่มา: Monarch K. honor. (n.d.) *Spot5 Revolution*.

6.3 ความละเอียดของภาพและช่วงคลื่น (Resolution and spectral modes)

1. ภาพสี มีความละเอียดของภาพแต่ละจุดภาพครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดิน เป็นข้อมูลภาพของดาวเทียม SPOT5 ที่ได้จากการใช้ข้อมูลระบบหลายช่วงคลื่นที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 20×20 เมตรบนพื้นดิน จำนวน 3 ช่วงคลื่น เน้นความคมชัดด้วยข้อมูลระบบช่วงคลื่นแพนโครมาติก ที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตรบนพื้นดิน

2. ภาพระดับสีเทา ซึ่งจะมีความละเอียดของภาพแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตรบนพื้นดิน เป็นข้อมูลภาพของดาวเทียม SPOT5 ที่ได้จากการนำข้อมูลระบบช่วงคลื่นแพนโครมาติก ที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตร 2 ภาพซึ่งถ่ายจากกล้องเดียวกันและนำมาผลิตโดยสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน

3. ภาพสี มีความละเอียดของภาพแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตรบนพื้นดิน เป็นข้อมูลภาพของดาวเทียม SPOT 5 ที่ได้จากการใช้ข้อมูลระบบหลายช่วงคลื่นที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ จะครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 10×10 เมตรบนพื้นดิน จำนวน 3 ช่วงคลื่น เน้นความคมชัดด้วยข้อมูลระบบช่วงคลื่นแพนโครมาติก ที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ จะครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตรบนพื้นดิน

4. ภาพระดับสีเทา มีความละเอียดของภาพแต่ละจุดภาพ จะครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตรบนพื้นดิน เป็นข้อมูลภาพของดาวเทียม SPOT 5 ที่ได้จากการนำข้อมูลระบบช่วงคลื่นแพนโครมาติก ที่มีความละเอียดแต่ละจุดภาพ ครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 5×5 เมตร ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น ระหว่าง 0.48 และ 0.71 ไมโครเมตร

ตาราง 3 แสดงอุปกรณ์รับรู้ของดาวเทียม SPOT 5

อุปกรณ์รับรู้	แบนด์	ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ความละเอียดภาพ (เมตร)
Multispectral(XS)	0	เขียว	0.50-0.59	10
	2	แดง	0.61-0.68	10
	3	อินฟราเรดใกล้	0.79-0.89	10
	4	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.58-1.75	10
Panchromatic(HRG)	p	ตามองเห็น	0.48-0.71	2.5-5
VEGETATION	0	น้ำเงิน	0.45-0.52	10
	2	แดง	0.61-0.68	10

ที่มา: Monarch K. honor. (n.d.) *Spot5 Revolution*.

ข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งได้กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นนั้น เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม รายละเอียดเกี่ยวกับการบีบอัดด้วยวิธีการต่างๆ รวมถึงเกณฑ์การเปรียบเทียบคุณภาพของข้อมูลภาพที่ผ่านการบีบอัด แต่สิ่งที่มีความสำคัญอีกประการหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือขั้นตอนของการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดมาประยุกต์ใช้กับการสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่ เพื่อวิเคราะห์หาอัตราส่วนการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจะได้มีการกล่าวถึง ลักษณะของการสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงแผนที่

7. การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การสำรวจจำแนกรายละเอียดในภูมิประเทศมีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนเจ้าหน้าที่รวบรวมข้อมูลทางธรรมชาติและสิ่งปลูกสร้างเพื่อจัดทำแผนที่ ซึ่งรายละเอียดดังที่ได้กล่าวมานี้มีลักษณะที่ยากและเป็นไปไม่ได้ที่จะหาความหมายด้วยวิธีการตีความจากภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมที่จะนำมาใช้ในกิจการด้านแผนที่เพียงอย่างเดียว ดังนั้นเพื่อเป็นการขจัดข้อสงสัยที่จะเกิดจากภาพของรายละเอียดที่ปรากฏอยู่ในภาพถ่ายจึงต้องมีการออกสำรวจในภูมิประเทศจริงเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดที่ไม่สามารถตีความหมายได้อย่างชัดเจน โดยการสำรวจนั้นช่วยให้เจ้าหน้าที่รวบรวมแผนที่ที่มีความเข้าใจในลักษณะของภูมิประเทศ รวมถึงเป็นการสร้างจินตภาพที่ดีในการทำงานประกอบระวางแผนที่อีกด้วย (กรมแผนที่ทหาร. 2548)

การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) และ การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Automatic Interpretation) เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก รวมถึงการส่งผ่านข้อมูลขนาดใหญ่ก็สามารถทำได้ช้า ดังนั้น ปัจจุบันจึงมีการนำเทคนิคเกี่ยวกับการบีบอัดภาพมาประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดดังกล่าว

7.1 การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Classification) เป็นการวินิจฉัย (Identification) การพิสูจน์ข้อมูลสิ่งที่ปรากฏอยู่ในลักษณะต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นๆ ว่าควรเป็นสิ่งที่ใดในพื้นที่จริงบนภูมิประเทศ

สำหรับองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หรือวินิจฉัยในการจำแนกข้อมูล (สทอภ. 2547) ได้แบ่งออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. ความเข้มของสีและสี (Tone and color) ระดับความแตกต่างของความเข้มของสีหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับค่าสะท้อนช่วงคลื่น การทำมุมกับแสง ตลอดจนการเรียงตัวของวัตถุ เช่น ป่าไม้ที่มีคลอโรฟิลล์ หรือความเขียวมาก ปรากฏเป็นสีเขียวเข้ม ส่วนป่าโปร่ง จะมีสีเขียวจาง และบริเวณที่น้ำลึกจะปรากฏเป็นสีดำหรือสีเข้ม ส่วนน้ำตื้นจะมีสีจาง เป็นต้น

2. ขนาด (Size) ขนาดของวัตถุที่ปรากฏในภาพ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพ หรือมาตราส่วนของภาพ ที่ปรากฏอยู่ในรูปของความยาว ความกว้าง หรือพื้นที่ เช่น ความแตกต่างระหว่าง แม่น้ำ และคลอง พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ และสวนป่า เป็นต้น

3. รูปร่าง (Shape) รูปร่างของวัตถุที่เป็นเฉพาะตัวอาจสม่ำเสมอ (Regular) หรือ รูปร่างไม่สม่ำเสมอ (Irregular) เช่น สนามบิน พื้นที่นาข้าว ถนน แม่น้ำ คลองชลประทาน และเขื่อนกักเก็บน้ำ เป็นต้น

4. เนื้อภาพ (Texture) หรือความหยาบ ความละเอียดของผิววัตถุ เป็นผลมาจากความสม่ำเสมอของวัตถุที่รวมกันอยู่ รวมถึงความต่อเนื่องของค่าการสะท้อน เช่น สวนยางพารามีเนื้อภาพละเอียด เนื่องจากมีขนาดความสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากพืชไร่และสวนผสม เป็นต้น

5. รูปแบบ (Pattern) ลักษณะการจัดเรียงตัวกันของวัตถุซึ่งปรากฏเด่นชัดระหว่างความแตกต่างตามธรรมชาติกับสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น ความแตกต่างระหว่างแม่น้ำ คลอง กับคลองชลประทาน ความแตกต่างระหว่างบ่อ สระน้ำ กับ เขื่อน เป็นต้น

6. ความสูงและเงา (Height and shadow) เงาของวัตถุมีความสำคัญในการพิจารณาความสูง และมุมของดวงอาทิตย์ เช่น เงาบริเวณเขาหรือหน้าผา เงาของเมฆ เป็นต้น

7. ที่ตั้ง (Site) หรือตำแหน่งของวัตถุที่พบตามธรรมชาติ เช่น พื้นที่ป่าชายเลนพบบริเวณชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง สามารถอ้างถึงสภาพภูมิประเทศหรือตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ได้ และเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการจำแนกรายละเอียดเชิงลึก จากที่ตั้งที่ปรากฏ

8. ความเกี่ยวพัน (Association) วัตถุบางอย่างมีความเกี่ยวพันกับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น บริเวณที่มีต้นไม้เป็นกลุ่มๆ มักเป็นที่ตั้งของหมู่บ้าน นาทุ่งมักอยู่บริเวณชายฝั่งร่วมกับป่าชายเลน เป็นต้น

7.2 การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Automatic Classification) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จากข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data) ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ การคัดเลือกข้อมูลดาวเทียมที่ต้องการนำมาใช้งาน และแสดงภาพที่ต้องการนำมาใช้การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ

2. การปฐมนิเทศข้อมูลให้สมบูรณ์ก่อนการวิเคราะห์ (Pre-processing)

3. การประมวลผลข้อมูล (Processing) สามารถกระทำได้ 2 วิธี คือ การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบไม่มีการกำกับดูแล (Unsupervised classification) เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าสถิติของการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นแสงของวัตถุต่างๆ โดยไม่ใช้ข้อมูลภาคพื้นดินมาช่วยในการจำแนกรายละเอียด หรือที่เรียกว่า Clustering และการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบมีการกำกับดูแล (Supervised classification) ซึ่งเป็นการจำแนกรายละเอียดประเภทของข้อมูลโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ของข้อมูลจากภาคพื้นดินมาเป็นตัวแทน

4. การปฐมนิเทศข้อมูล (Post processing) เป็นการตกแต่งผลการจำแนกประเภทของข้อมูล ให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้นโดยใช้การกรองข้อมูล เพื่อให้มีความต่อเนื่องของประเภทข้อมูลตามความเป็นจริง

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านมา มีผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีและเทคนิคในการบีบอัดแบบต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการจัดเก็บและถ่ายโอนข้อมูล โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์เฉพาะงานนั้นๆ รวมถึงการศึกษาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมประเภทต่างๆ ดังนี้

หลัม, หลัว, และหลี่ (Lam, Lau; & Li. 1999) ได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT มาทำการบีบอัดแบบมีการสูญเสียคุณภาพของข้อมูลภาพ ในอัตราการบีบอัดระดับต่างๆ พบว่าการเปลี่ยนแปลงทางค่าสถิติของตัวแปรที่เกิดขึ้นนั้น ทำให้ทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงทางสถิติที่เกิดขึ้นของกระบวนการบีบอัดที่ระดับต่างๆ ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

คารูมาร์ชีคีรา และคิงส์บิวรี (Karumasekera; & Kingsbury. 1995) ได้แสดงผลคุณภาพของภาพจากความไม่ชัดเจนของภาพที่เกิดขึ้น ทำให้การรับรู้และการจำแนกทางสายตาผิดไปและงานทางด้านการสัมผัสระยะไกลส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยองค์ประกอบในการมองเห็นด้วยสายตา ประกอบกับความรู้และประสบการณ์ในการจำแนกข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่ศึกษาต่างๆ ทั้งนี้ประเด็นสำคัญอยู่ที่ต้องทำการศึกษาถึงอัตราการบีบอัดที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของภาพต่อการมองเห็นทางสายตาน้อยที่สุด เพื่อนำวิธีการบีบอัดภาพมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการลดขนาดจัดเก็บ การส่งผ่าน และการประมวลผลในงานด้านสัมผัสระยะไกล

ลียูปิง, ชู และเบียน (Li Youping, Xu; & Bian. 1999) ศึกษาอัตราการบีบอัดภาพที่ให้คุณภาพของภาพซึ่งสามารถตรวจสอบภาพด้วยสายตา โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพจากการมองเห็น ทำให้สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมและการประมวลผลด้วยสายตา และมีแนวทางในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งยังสามารถตรวจสอบทางด้านคุณภาพของภาพ ด้วยการประมวลผลทางด้านสายตาของมนุษย์

ลิลีแซนด์ และคีเฟอร์ (Lillesand; & Kiefer. 2000) ศึกษาการวิเคราะห์จำแนกภาพด้วยสายตากับงานด้านการสัมผัสระยะไกล ด้วยงานสัมผัสระยะไกลที่มีการจำแนกรายละเอียดภาพด้วยสายตา คงความสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องอาศัยคุณสมบัติในการตีความของภาพที่เกี่ยวข้องกับความเข้มของสีและสี (Tone/color) ขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) เนื้อภาพ (Texture) รูปแบบ (Pattern) ความสูงและเงา (Height and shadow) ที่ตั้ง (Site) ความเกี่ยวพัน (Association) และรายละเอียด (Solution) ดังนั้นการบีบอัดที่ให้ผลดีต้องไม่กระทบต่อการมองเห็นภาพและการตีความของภาพที่ผิดเพี้ยนไป เพราะถ้าบีบอัดภาพแล้วทำให้เกิดการตีความลักษณะวัตถุของภาพผิดไป แสดงว่าผลการบีบอัดจะไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของการบีบอัด

เอสคิชิโอกูลู (Eskicioglu. 2000) ศึกษาถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดผลของการบีบอัดที่ผ่านมาถึงการสังเกตด้วยสายตาของมนุษย์ที่เป็นเงื่อนไขในการตรวจสอบคุณภาพของภาพโดยทั่วไปใช้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยในการแสดงผล แต่ไม่สามารถจับความไม่ชัดเจนของภาพและการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลต่อข้อมูลได้ด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา โดยการใช้คะแนน

ตามคุณภาพของภาพ และมีการเปรียบเทียบความรู้สึกจากการรับรู้ของมนุษย์เป็นวิธีให้คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็น (Mean Opinion Score) เพื่อประกอบการศึกษาวัดผลของภาพ การตรวจสอบทางด้านการรับรู้มองเห็น Subjective fidelity criteria โดยแบ่งระดับการให้คะแนนคือ ค่าของคะแนน 5 4 3 2 และ 1 ซึ่งเป็นการแสดงความเห็นของคุณภาพที่ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ ต่ำมาก ตามลำดับ

รุ่งไกร (2003) ศึกษาโดยการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพามาใช้ในงานจำแนกรายละเอียดบนภาพถ่ายทางอากาศ และได้มีการพัฒนาโปรแกรมและฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลงานจำแนกบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา พบว่าการทำงานของโปรแกรมจำแนกรายละเอียด จะช่วยบันทึกข้อมูลงานจำแนกรายละเอียดในภาคสนามได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนทดแทนข้อมูลเอกสารงานสนามที่จะต้องจัดเก็บทั้งหมด

เฟื่องฉัตร (2005) ศึกษาการหาความสัมพันธ์ ระหว่างการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมกับการจำแนกภาพด้วยสายตา เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดกับภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และทำการประเมินด้วยสายตา ซึ่งทำการทดลองด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM จำนวน 3 ช่วงคลื่น พบว่า การนำเทคนิคการบีบอัดมาใช้กับภาพถ่ายดาวเทียมนั้น สามารถช่วยลดขนาดของไฟล์ภาพถ่ายดาวเทียมได้ โดยอัตราการบีบอัดที่น้อยจะสามารถคงคุณภาพของภาพได้ดีกว่าอัตราการบีบอัดที่มาก

การที่ได้ศึกษาผลการวิจัยต่างๆ พบว่าการศึกษาวิธีการบีบอัดภาพแต่ละประเภท ซึ่งได้นำไปใช้ในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ทดลองบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการนำไปจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยทำให้การจัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีประสิทธิภาพในด้านความประหยัดเนื้อที่สำหรับจัดเก็บข้อมูลและความรวดเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไปในส่วนต่างๆ ของการทำงานอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยได้เสนอเกี่ยวกับการนำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้นำมาใช้เป็นข้อมูลที่ได้รับการสะท้อนค่าพลังงานด้วยช่วงคลื่นแพนโครมาติก จึงทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บันทึกจะอยู่ในลักษณะของภาพระดับสีเทา มาทำการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับกับภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในแต่ละอัตราส่วนสำหรับการนำไปใช้ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นที่จะหาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้สำหรับจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1.1 ภาพถ่ายดาวเทียม สำหรับการศึกษานี้ ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ซึ่งบันทึกภาพเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2551 Path 128 Row 51 มาเป็นภาพต้นฉบับในการศึกษา ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลที่ได้รับการสะท้อนค่าพลังงานด้วยช่วงคลื่นแพนโครมาติก จึงทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะอยู่ในลักษณะของภาพระดับสีเทา โดยแต่ละจุดภาพนั้นสามารถอ้างอิงกับพื้นที่จริงบนผิวโลกได้เท่ากับ 2.5×2.5 เมตร

1.2 แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2551

1.3 แผนที่ขอบเขตการปกครอง จังหวัดระยอง มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2545

1.4 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จังหวัดระยอง มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2545

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือประกอบการศึกษา เพื่อค้นคว้า รวบรวม จัดกระทำ และ วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personnel Computer) ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Window XP โดยต้องสามารถใช้ในการรองรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ERDAS IMAGINE 9.0 ได้ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้จะใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อย ที่อยู่ในโปรแกรมดังกล่าว

2.2 คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับพกพา (Pocket Personnel Computer) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับพกพา O2 รุ่น ATOM การแสดงผลทางหน้าจอ จำนวน 262,144 สี (18 bit) ความละเอียดของการแสดงผลทางหน้าจอเท่ากับ 240 x 320 จุดภาพ และขนาดความกว้างของหน้าจอเท่ากับ 2.7 นิ้ว โดยใช้ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ โมบายล์ 5.0 ซึ่งสามารถรองรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ArcPAD ได้

2.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ERDAS IMAGINE 9.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักที่นำมาใช้งาน เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป MrSID ใช้ในการปรับแก้ทางเรขาคณิตของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอีกด้วย

2.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาจนถึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานเกี่ยวกับการบีบอัดข้อมูลภาพทางด้านภูมิสารสนเทศ โดยโปรแกรมสามารถรองรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งมีขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดี

2.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ArcPAD ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการทางด้านภูมิสารสนเทศบนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับการพกพา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัย ทั้งภาครัฐและเอกชน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และแบบทดสอบจากผู้มีประสบการณ์ทางด้านการสำรวจจำแนกรายละเอียดภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยนำมาใช้เพื่อประเมินอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A และแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 จากกองทำแผนที่ กรมแผนที่ทหาร

3.2 ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลแผนที่ ขอบเขตการปกครอง และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดระยอง

3.3 การรวบรวมผลการประเมินระดับคะแนน จากผู้ที่มีประสบการณ์ ในการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางปรับปรุงแผนที่มูลฐาน จากหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และรัฐวิสาหกิจ

4. การจัดกระทำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษาค้นคว้าวิจัยได้จัดกระทำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงเลข โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ERDAS IMAGINE 9.0 เป็นเครื่องมือจัดการ นำเข้า ประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยมีโปรแกรมสำเร็จรูป MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยภายในมาดำเนินการ ในส่วนของการเข้ารหัสเพื่อทำการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

4.1 ทำการตรวจสอบข้อมูลที่รวบรวมทุกประเภท ให้อยู่ในระบบพิกัด UTM (Universal Transvers Mercator) พื้นหลักฐาน WGS 84 โซน 47

4.2 ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 โดยทำการนำเข้าข้อมูลทั้งสองประเภท ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อใช้สำหรับการแบ่งขอบเขตพื้นที่ ศึกษา ให้ตรงกับชั้นข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยข้อมูลที่นำเข้าจะอยู่ในลักษณะที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมปิด (Polygon) เส้น (Line) จุด (Point) และ ข้อมูลเชิงอรรถาธิบาย (Attributes)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม สำหรับการนำมาใช้จำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมและวิธีการบีบอัดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน รวมถึงศึกษาระบวนการสำหรับวัดประสิทธิภาพของภาพเพื่อหาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน

5.2 นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ภายในขอบเขตของจังหวัดระยอง มาเป็นภาพต้นแบบเพื่อจะนำมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้ผ่านการบีบอัดมาแล้ว หลังจากนั้นทำการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 เข้าสู่โปรแกรม ERDAS IMAGINE แล้วใช้งานโปรแกรมย่อยของ MrSID Compressor ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการบีบอัด โดยจะทำการบีบอัดภาพ ในอัตราการบีบอัดตั้งแต่ระดับ 10 20 30 40 และ 50 โดยอัตราการบีบอัดนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

5.3 ทำการส่งผ่านข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด ซึ่งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา

5.4 ทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระดับต่างๆ โดยใช้ภาพต้นฉบับเปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ โดยจะใช้วิธีการหาขนาดของไฟล์ (File size) ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data transfer rate) ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root mean square error: e_{rms}) และอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean square signal to noise ratio: SNR_{MS}) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขนาดของไฟล์ (File size) เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดของไฟล์ โดยบันทึกหน่วยความจำที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใช้ในการบันทึกทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำให้การบันทึกข้อมูลใช้หน่วยเป็น ไบท์ (Byte)

2. ทดสอบความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data transfer rate) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยบันทึกเวลาในการโอนถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา ซึ่งใช้การโอนถ่ายข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ สำหรับการบันทึกเวลา จะบันทึกเวลาของการโอนถ่ายข้อมูลแต่ละประเภทจำนวน 5 ครั้ง แล้วนำมาใช้กระบวนการทางสถิติคือ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นผลรวมของค่าสังเกตหรือค่าของตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจทุกค่าของข้อมูลและหารด้วยจำนวนตัวอย่างของข้อมูล (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2536) ดังสมการ 3.1

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ

x แทนค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i

n แทนจำนวนตัวอย่างข้อมูล

3. ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root mean square error : e_{rms}) ถ้ากำหนดให้ $f(x,y)$ แทนข้อมูลภาพนำเข้า หรือภาพต้นฉบับ และ $f'(x,y)$ แทนภาพที่ผ่านการบีบอัด สำหรับ x และ y ใดๆ แล้ว ค่าความคลาดเคลื่อน $e(x,y)$ ระหว่าง $f(x,y)$ และ $f'(x,y)$ สามารถหาได้จากสมการ 3.2

$$e(x,y) = f'(x,y) - f(x,y) \quad (3.2)$$

และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่าง $f(x, y)$ และ $f'(x, y)$ สามารถหาได้จากสมการ 3.3

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)]^2} \quad (3.3)$$

ถ้าหากค่า e_{rms} มีค่าน้อย แสดงว่า ภาพที่ถูกบีบอัดมีคุณภาพดี

4. อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean square signal to noise ratio : SNR_{MS})

บางกรณี เกณฑ์การวัดความถูกต้อง อาจจะแสดงด้วยอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยของภาพที่คลายกลับมา ถ้าหากพิจารณาจากภาพที่บีบและคลายกลับมา โดย $f'(x, y)$ เป็นสัญญาณ และค่าความคลาดเคลื่อน $e(x, y)$ เป็นสัญญาณรบกวน จะหาค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยนี้จาก สมการ 3.4

$$SNR_{MS} = \sqrt{\frac{\sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} f'(x, y)^2}{\sum_{X=0}^{M-1} \sum_{Y=0}^{N-1} [f'(x, y) - f(x, y)]^2}} \quad (3.4)$$

ถ้าหากค่า SNR_{MS} มีค่ามาก แสดงว่า ภาพที่ถูกบีบอัดมีคุณภาพดี

5.5 นำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ที่ผ่านกระบวนการบีบอัดในแต่ละระดับมาตรวจสอบเพื่อหาความเหมาะสมเพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยจะทำการคัดเลือกภาพที่ผ่านการบีบอัดมา 5 ระดับ คือร้อยละ 10 20 30 40 และ 50 ตามลำดับเนื่องจากการบีบอัดในอัตราดังกล่าวนี้ มีความเหมาะสมต่อเวลารวมถึงมีการเพิ่มระดับอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นจึงให้ผู้สังเกตการทดลองจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ในการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ โดยผู้สังเกตการณ์ทดลองจะเป็นบุคลากรที่ทำงานด้านสำรวจข้อมูลภูมิประเทศด้วยภาพถ่ายดาวเทียม จากกรมแผนที่ทหาร รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และรัฐวิสาหกิจอื่นๆ

5.6 การวิจัยได้กำหนดปัจจัยสำหรับผู้สังเกตการทดลอง โดยจะทำการพิจารณาภาพจากองค์ประกอบการจำแนกภาพ คือ รูปร่าง (Shape) ขนาด (Size) ความหยาบละเอียด (Texture) ที่ตั้ง (Site) และรูปแบบ (Pattern) ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดพื้นที่ซึ่งเป็นประโยชน์ไปตามแนวทางในการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน สำหรับพื้นที่ให้ความสนใจนั้นจะเป็นไปตามชั้นข้อมูลที่กำหนดได้แก่ รายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่อุตสาหกรรม รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้าง รายละเอียดคมนาคมรายละเอียดเกี่ยวกับอุทกศาสตร์ รายละเอียดแนวชายฝั่ง รายละเอียดเกี่ยวกับพืชพรรณ และรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลการบิน โดยการทำทดลองนั้นจะพิจารณาจากภาพบนจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา

5.7 ให้ผู้สังเกตการทดลอง ทำการให้คะแนนด้วยการเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม
ต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด โดยให้เปรียบเทียบความรู้สึกในการรับรู้ภาพ โดยใช้
แนวคิดด้านการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เป็นหลัก จากนั้นก็ให้คะแนนค่าเฉลี่ยความ
คิดเห็น ที่มีระดับการให้คะแนนคือ ค่าของคะแนน 5 4 3 2 และ 1 โดยจะเป็นการแสดงความเห็น
ต่อคุณภาพของภาพกับที่ผ่านการบีบอัดที่ระดับต่างๆ (ตาราง 4)

ตาราง 4 การให้คะแนนตามความคิดเห็น

คะแนนเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ	คุณภาพของภาพ	รายละเอียดของภาพ
5 ไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้เลย	A สูงมาก	ภาพมีคุณภาพสูงมาก และสามารถใช้ได้ตามวัตถุประสงค์
4 สามารถเห็นความ แตกต่างได้บ้างแต่ไม่กระทบต่อการมองภาพ และการตีความหมาย	B สูง	ภาพมีคุณภาพสูงและสามารถใช้ภาพในการมองได้ดีโดยสิ่งรอบกวนภาพมีเพียงเล็กน้อย
3 สามารถเห็นความแตกต่างจากภาพต้นฉบับทำให้มีผลกระทบต่อการตีความหมายบ้างเล็กน้อย	C ปานกลาง	ภาพมีคุณภาพปานกลาง ต้องมีการปรับปรุงเพื่อการมอง สิ่งรอบกวนภาพสามารถสังเกตเห็นได้
2 สามารถเห็นความแตกต่างจากภาพต้นฉบับทำให้มีผลกระทบต่อการตีความหมายอย่างชัดเจน	D ต่ำ	ภาพมีคุณภาพต่ำแต่ยังสามารถมองเห็นรายละเอียดได้สิ่งที่รอบกวนภาพสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน
1 ไม่สามารถใช้งานได้	E ต่ำมาก	ภาพมีคุณภาพต่ำมากและไม่สามารถมองเห็นได้

ที่มา: Umbaugh, S.E. (1998). *Computer vision and image processing: A practical approach using CVIP tools*.

ตาราง 5 การประเมินผลคุณภาพของภาพจากแบบทดสอบ

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	ภาพชุดที่ 1 อัตราการ บีบอัดที่ ระดับ 10	ภาพชุดที่ 2 อัตราการ บีบอัดที่ ระดับ 20	ภาพชุดที่ 3 อัตราการ บีบอัดที่ ระดับ 30	ภาพชุดที่ 4 อัตราการ บีบอัดที่ ระดับ 40	ภาพชุดที่ 5 อัตราการ บีบอัดที่ ระดับ 50
รูปร่าง	x	X	x	x	x
รูปแบบ	x	X	x	x	x
ขนาด	x	X	x	x	x
เนื้อหา	x	X	x	x	x
ความเกี่ยวพัน	x	X	x	x	x

หมายเหตุ: x คือ การให้คะแนนที่ได้จากผู้สังเกตการณ์ทดลอง

5.8 ทำการรวบรวมผลคะแนนเฉลี่ย ที่ได้จากผู้สังเกตการณ์ทดลองทั้ง 20 คน เพื่อนำมาประเมินคุณภาพของภาพและสรุปผลพิจารณาการจำแนกรายละเอียดภาพ ว่าอัตราการบีบอัดระดับใดที่มีความเหมาะสม เพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000

5.9 เกณฑ์การรวบรวมคะแนนเพื่อหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นนั้น คำนวณจากคะแนนจะเป็นในการเลือกคำตอบจากผู้สังเกตการณ์ทดลอง ถ้าหากผู้สังเกตการณ์ทดลองให้คะแนนความคิดเห็นในทุกปัจจัย ดีมากแสดงว่าความน่าจะเป็นของคะแนนค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 25 และถ้าผู้สังเกตการณ์ทดลองให้คะแนนความคิดเห็นในทุกปัจจัยต่ำมาก แสดงว่าความน่าจะเป็นของคะแนนค่าเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด คือ 5 จากนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งช่วงคุณภาพของภาพออกเป็น 5 ช่วงคะแนน คือ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก (ตาราง 6)

ตาราง 6 ตารางแสดงการให้คะแนนของวิธีคะแนนเฉลี่ยความเห็น

ระดับคะแนน	คุณภาพของภาพ	คำอธิบาย
21.01 – 25.00	สูงมาก	สามารถจำแนกรายละเอียดได้ชัดเจน
17.01 – 21.00	สูง	สามารถจำแนกรายละเอียดได้บางส่วน
13.01 – 17.00	ปานกลาง	สามารถจำแนกรายละเอียดได้ แต่ไม่ครบถ้วน
9.01 – 13.00	ต่ำ	สามารถจำแนกรายละเอียดได้บางส่วนเท่านั้น
5.00 – 9.00	ต่ำมาก	ไม่สามารถจำแนกรายละเอียดได้เลย

ที่มา: เฟื่องฉัตร จันทวงษ์โส. (2548). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมกับการจำแนกภาพด้วยสายตา.

5.10 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับกับภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ เพื่อให้ทราบอัตราการบีบอัดที่ยังคงรักษาคุณภาพของภาพที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศได้

5.11 นำภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ มาทำการจำแนกภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ (Automatic classification) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การจำแนกภาพดาวเทียมแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised classification) เพื่อเป็นขั้นตอนในการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน โดยอาศัยเครื่องมือการจำแนกในโปรแกรม ERDAS IMAGINE

5.12 กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Cluster) ที่ต้องการจำแนกโดยอ้างอิงตามชั้นข้อมูลที่ต้องใช้ในการสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ซึ่งจะใช้ค่าความสว่างของจุดภาพ ที่คล้ายคลึงกัน ในการจัดกลุ่มตัวอย่างนั้นจะกำหนดชั้นข้อมูลตามประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งเพื่อสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยจะเลือกใช้วิธี ISODATA Cluster (The Iterative Self-Organization Data Analysis Technique) ซึ่งมีหลักการในการคัดเลือกจุดภาพเข้าสู่กลุ่มตัวอย่าง โดยดูจากระยะห่างน้อยที่สุดจากจุดศูนย์กลางกลุ่ม คือจะเลือกตามค่าความสว่างของจุดภาพ ที่คล้ายคลึงกัน ให้เป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งโปรแกรมจะทำการจัดกลุ่มให้กับแต่ละจุดภาพไปเรื่อยๆ โดยเลือกให้อยู่ในกลุ่มที่มีศูนย์กลางใกล้กับจุดภาพมากที่สุด และทำซ้ำๆ เรื่อยไปจนครบทุกจุดภาพ

5.13 ทำการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ผลต่างจากการจำแนกแบบแบ่งกลุ่มข้อมูล ในแต่ละกลุ่มข้อมูล ระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการคำนวณผลต่างซึ่งจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงจากจำนวนกลุ่มข้อมูล

5.14 ทำการรวบรวมคะแนนจาก ขนาดของไฟล์ ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย และการประเมินระดับคะแนนจากผู้สังเกตการทดลอง

5.15 สรุปผลระดับการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีระดับคะแนนสูงสุดซึ่งจะเป็นอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อปรับปรุงแผนที่มูลฐาน รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของข้อมูล และความเหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน การศึกษาได้ดำเนินการทดลองการบีบอัดภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การศึกษานำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A บันทึกภาพเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน 2551 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดระยอง โดยเลือกใช้ช่วงคลื่นแพนโครมาติก มาเป็นภาพต้นฉบับ ซึ่งความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นแต่ละจุดภาพครอบคลุมพื้นที่ขนาดประมาณ 2.5×2.5 เมตร บนพื้นดิน และเป็นภาพระดับสีเทา (Grey Scale Image) นำมาใช้เป็นภาพต้นฉบับ (ภาพประกอบ 8)



ภาพประกอบ 8 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 Level 2A ช่วงคลื่นแพนโครมาติก
ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดระยอง ซึ่งนำมาใช้เป็นภาพต้นฉบับ

4.2 การเปรียบเทียบภาพต้นฉบับกับภาพที่ถูกบีบอัด (Objective Fidelity Measurement)

4.2.1 การบีบอัดภาพ

นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ มาทำการบีบอัด โดยใช้อัตราการบีบอัดที่ระดับอัตราส่วน 10, 20, 30, 40 และ 50 (ภาพ A-F)



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



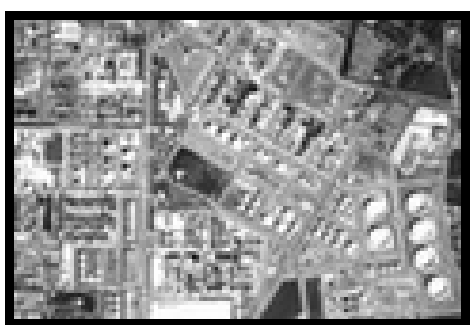
B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



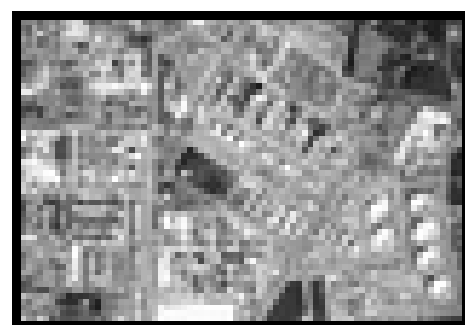
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

ภาพประกอบ 9 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 Level 2A ช่วงคลื่นเดียว ครอบคลุมพื้นที่บริเวณจังหวัดระยอง ประกอบด้วย ภาพต้นฉบับ และเป็นภาพที่ถูกบีบอัดในระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50

4.2.2 ขนาดของไฟล์ (File size)

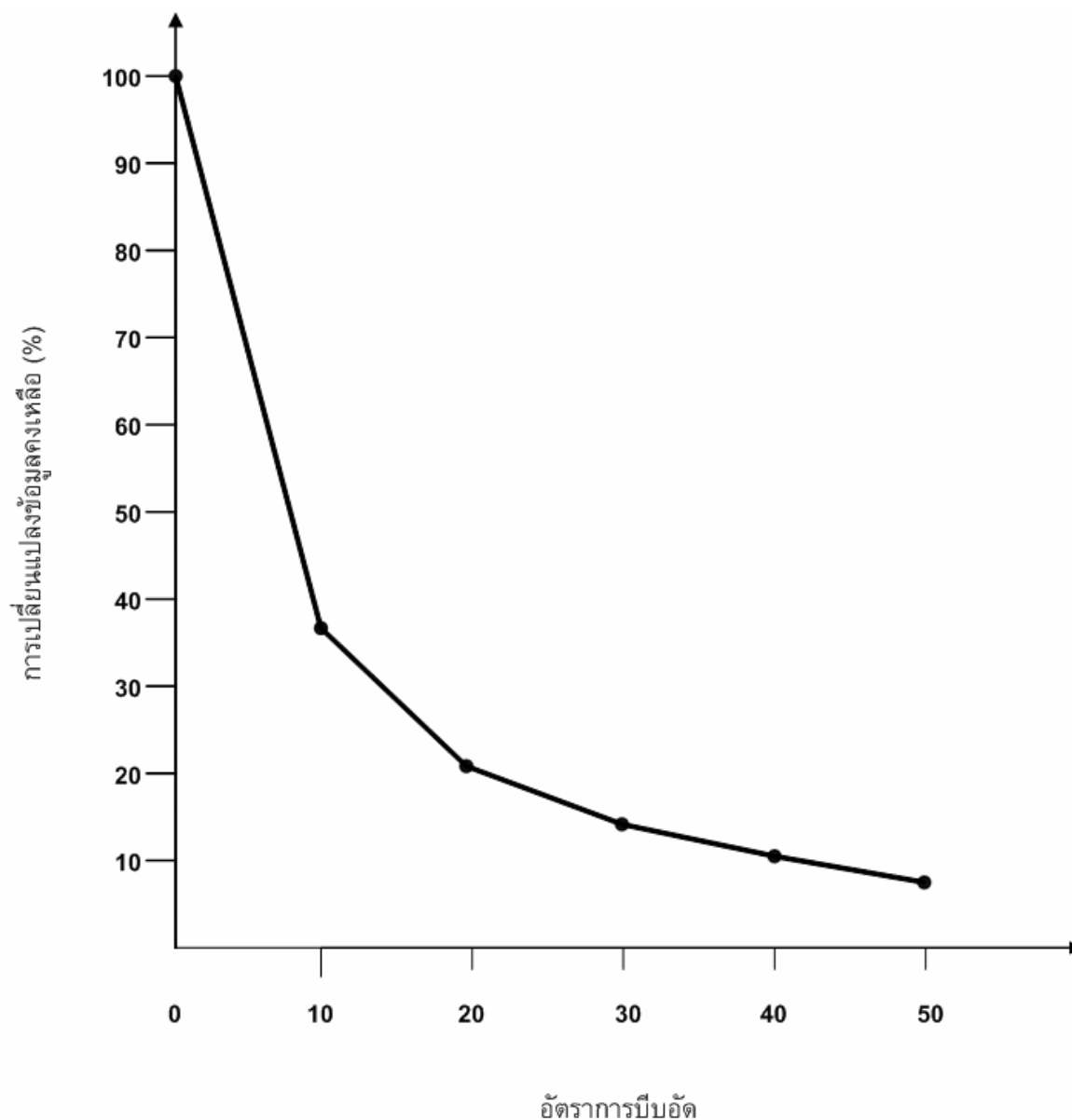
การศึกษา พบว่า ขนาดของไฟล์ข้อมูล (File Size) จะมีค่าลดลงตามลำดับ เมื่ออัตรา การบีบอัด (Compress Ratio) เพิ่มขึ้น จึงทำให้ทราบว่า การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มีผลทำให้ขนาดของไฟล์ข้อมูลลดลง ซึ่งจะส่งผลดีต่อการจัดเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ รวมถึงเมื่อต้องการถ่ายโอนข้อมูล หรือ ประมวลผล ก็จะทำให้มีความรวดเร็วเพิ่มมากขึ้น ขนาดของไฟล์ข้อมูล ต่อไบต์ (Byte) ซึ่งแสดงผลมาจากการประมวลผลทางสถิติจากโปรแกรม ERDAS IMAGINE (ภาพประกอบ 10) และ (ตาราง 7)

ตาราง 7 แสดงขนาดของไฟล์ข้อมูลในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ

ระดับอัตราการบีบอัด (เท่า)	ขนาดของ ไฟล์ข้อมูล (ไบต์)	การเปลี่ยนแปลง ข้อมูลที่ลดลง (%)	การเปลี่ยนแปลง ข้อมูลที่คงเหลือ (%)
ภาพต้นฉบับ	694,690,000	0.00	100
10	41,730,000	93.99	6.01
20	19,740,000	97.16	2.84
30	12,870,000	98.15	1.85
40	11,020,000	98.41	1.59
50	8,000,000	98.85	1.15

$$\text{การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ลดลง (\%)} = \frac{\text{ขนาดไฟล์ภาพต้นฉบับ} - \text{ขนาดของไฟล์ข้อมูล}}{\text{ขนาดไฟล์ภาพต้นฉบับ}} \times 100$$

$$\text{การเปลี่ยนแปลงข้อมูลคงเหลือ (\%)} = 100 - \text{ขนาดของไฟล์ข้อมูลที่ลดลง}$$



ภาพประกอบ 10 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดไฟล์ข้อมูลในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ

อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้ขนาดของไฟล์ข้อมูลมีขนาดลดลงจากภาพต้นฉบับ 93.99 % สำหรับอัตราการบีบอัดที่ระดับ 20, 30, 40 และ 50 ทำให้ขนาดของไฟล์ข้อมูลลดลงจากภาพต้นฉบับ 97.16 %, 98.15 %, 98.41 % และ 98.85 % ตามลำดับ โดยขนาดของไฟล์ข้อมูลที่มีการลดลงสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่างภาพต้นฉบับและอัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ซึ่งลดลงถึง 93.99 % แสดงว่าในช่วงของข้อมูลดังกล่าวมีการลดลงสูงสุด ซึ่งเหมาะสม ต่อการนำมาใช้งานมากที่สุด

4.2.3 ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data transfer rate)

การศึกษาความเปลี่ยนแปลงโดยบันทึกเวลาในการโอนถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา ซึ่งใช้การโอนถ่ายข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อแบบ Universal Serial BUS (USB) ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ สำหรับการบันทึกเวลา จะบันทึกเวลาของการโอนถ่ายข้อมูลแต่ละประเภทจำนวน 5 ครั้ง แล้วนำมาใช้กระบวนการทางสถิติคือ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นผลรวมของค่าสังเกตหรือค่าของตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจทุกค่าของข้อมูลและหารด้วยจำนวนตัวอย่างของข้อมูล

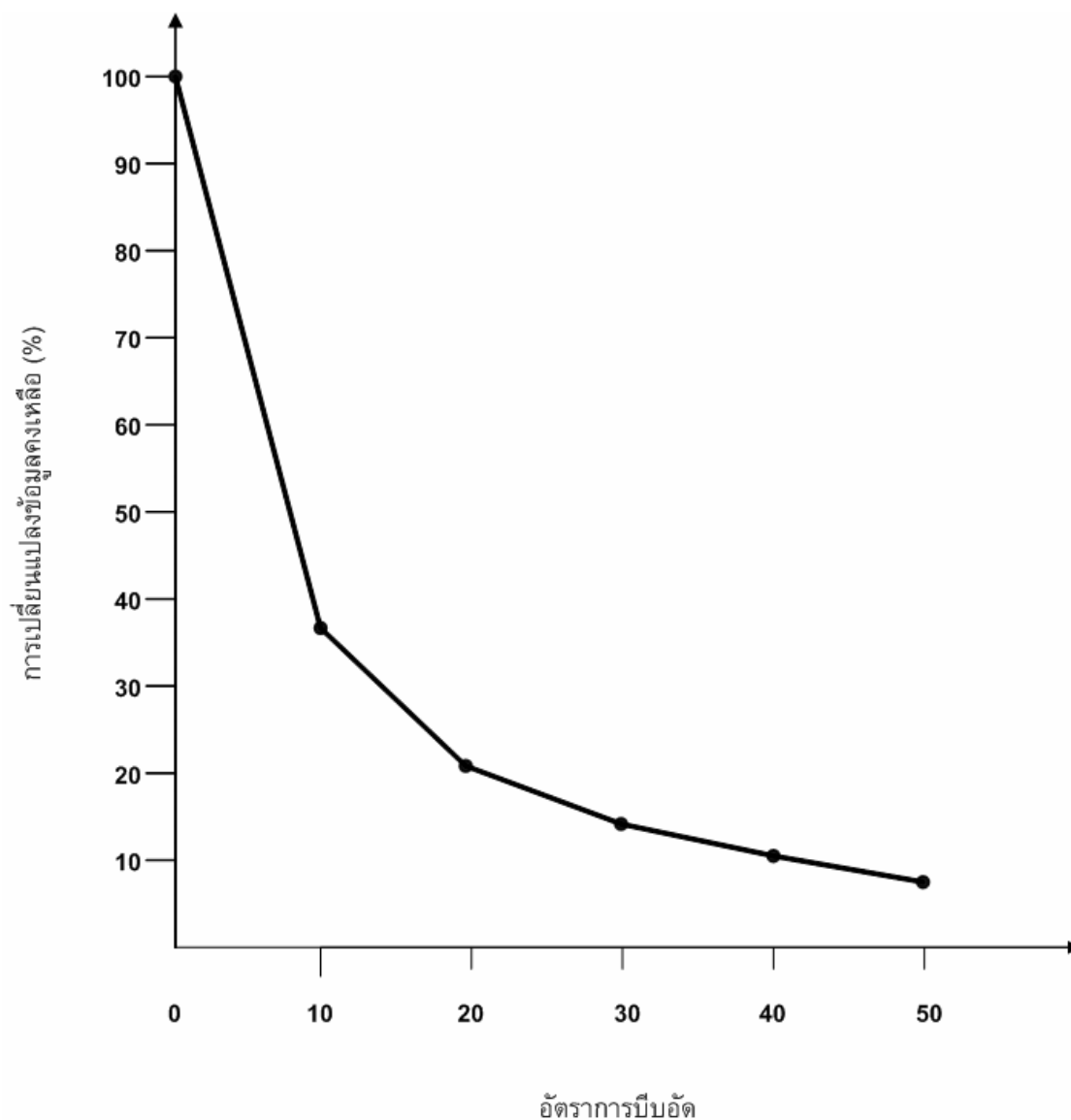
การศึกษา พบว่า การใช้เวลาสำหรับถ่ายโอนข้อมูล จะมีค่าลดลงตามลำดับ เมื่ออัตราการบีบอัด (Compress Ratio) เพิ่มขึ้น ดังนั้น การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มีผลทำให้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลมีค่าลดลง ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาได้ดี ต่อการทำงาน (ตาราง 8) และ (ภาพประกอบ 11)

ตาราง 8 แสดงเวลาของการถ่ายโอนข้อมูลในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ (หน่วยเป็นวินาที)

อัตราการบีบอัด	เวลาการถ่ายโอนข้อมูลเฉลี่ย (วินาที)	การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ลดลง (%)	การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่คงเหลือ (%)
ภาพต้นฉบับ	1028.46	0.00	100.00
10	374.97	63.54	36.46
20	208.52	79.73	20.27
30	155.52	84.88	15.12
40	124.34	87.91	12.09
50	98.28	90.44	9.56

$$\text{การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ลดลง (\%)} = \frac{\text{เวลาการถ่ายโอนภาพต้นฉบับ} - \text{เวลาการถ่ายโอนภาพ}}{\text{เวลาการถ่ายโอนภาพต้นฉบับ}} \times 100$$

$$\text{การเปลี่ยนแปลงข้อมูลคงเหลือ (\%)} = 100 - \text{เวลาการถ่ายโอนข้อมูลที่ลดลง}$$



ภาพประกอบ 11 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายโอนข้อมูลของการบีบอัดแต่ละระดับ

อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลาในการส่งผ่านข้อมูลลดลงจากภาพต้นฉบับ 63.54 % สำหรับอัตราการบีบอัดที่ระดับ 20, 30, 40 และ 50 ทำให้ขนาดของไฟล์ข้อมูลลดลงจากภาพต้นฉบับ 79.73 %, 84.88 %, 87.91 % และ 90.44 % ตามลำดับ โดยเวลาในการถ่ายโอนข้อมูลลดลงสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่างภาพต้นฉบับและอัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ซึ่งลดลงถึง 63.54 % แสดงว่าในช่วงของข้อมูลดังกล่าวมีการลดลงสูงสุด ซึ่งเหมาะสม ต่อการนำมาใช้งานมากที่สุด

4.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

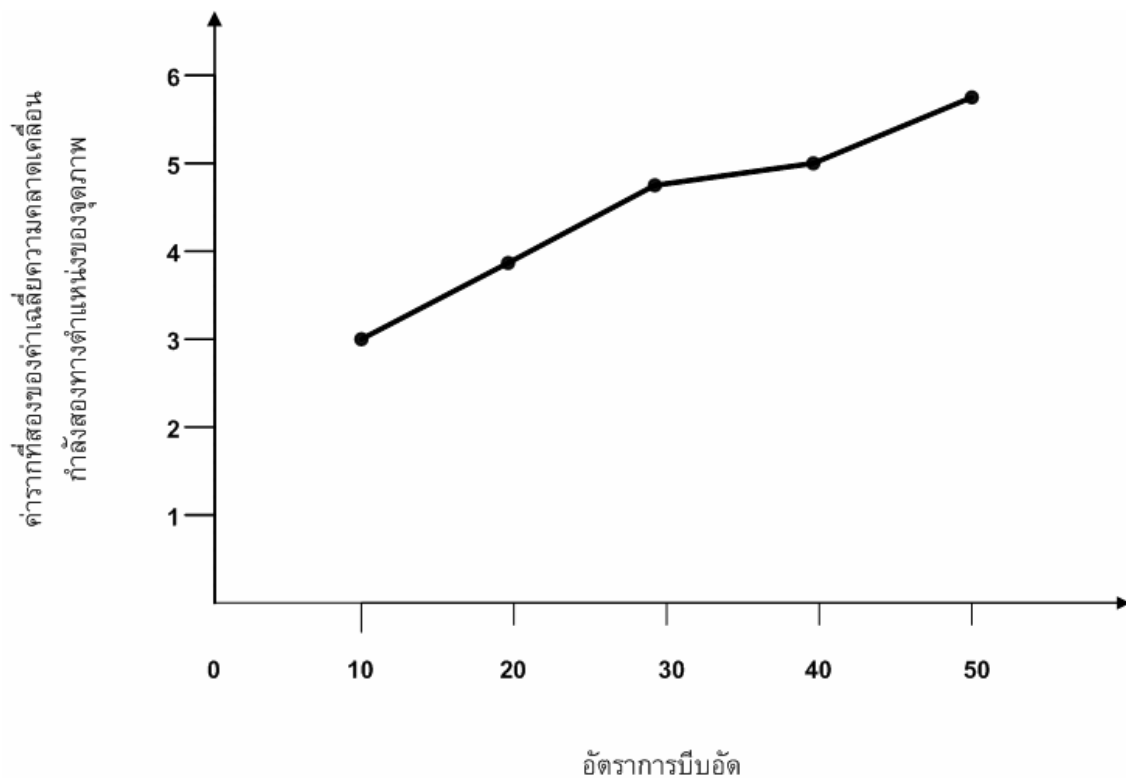
การทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ประกอบด้วยการคำนวณทางสถิติที่มีความสำคัญต่อการวัดผล ได้แก่

1. ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของตำแหน่งจุดภาพ (Root mean square error : e_{rms}) การหาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดที่มีค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อย แสดงว่าข้อมูลภาพถ่ายชนิดนั้นมีคุณภาพของภาพที่ดี

การศึกษา พบว่า ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ เมื่ออัตราการบีบอัด (Compress Ratio) เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของภาพต่ำลงซึ่งทำให้ทราบว่า การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีผลทำให้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจะมีค่าเพิ่มขึ้นส่งผลให้คุณภาพของภาพมีค่าลดลง (ตาราง 9) และ (ภาพประกอบ 12)

ตาราง 9 แสดงค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ ในอัตราการบีบอัดแต่ละระดับ

ระดับอัตราการบีบอัด (เท่า)	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของจุดภาพ
10	3.05
20	3.87
30	4.55
40	5.04
50	5.36



ภาพประกอบ 12 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ ในการบีบอัดแต่ละระดับ

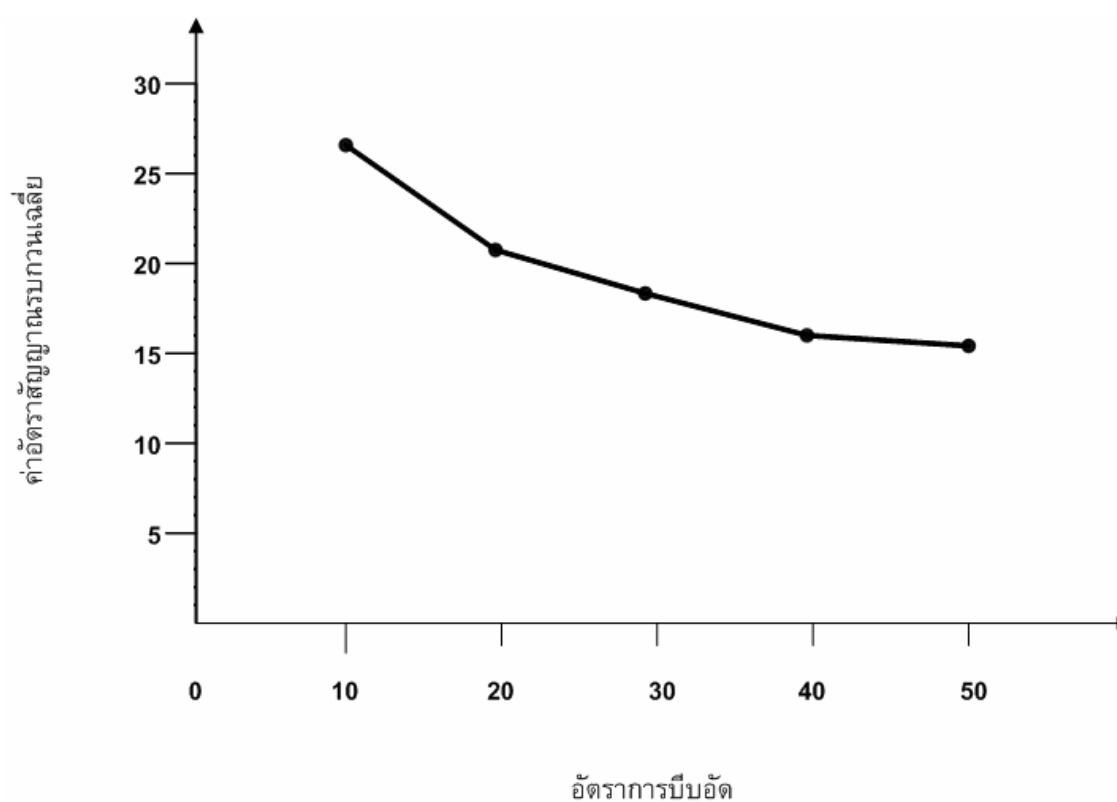
อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง มีค่าเท่ากับ 3.05 สำหรับอัตราการบีบอัดที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับ 20, 30, 40 และ 50 จะทำให้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าสูงขึ้นเป็น 3.87, 4.55, 5.04 และ 5.36 ตามลำดับ ซึ่งค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองจะมีค่าต่ำที่สุด ในการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุด

2. ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean square signal to noise ratio : SNR_{MS})
การหาค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดที่มีค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยมาก แสดงว่าข้อมูลภาพถ่ายชนิดนั้นมีคุณภาพของภาพที่ดี

การศึกษา พบว่า ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย จะมีค่าลดลงตามลำดับ เมื่ออัตราการบีบอัด (Compress Ratio) เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของภาพต่ำลงซึ่งทำให้ทราบว่า การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีผลทำให้ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย จะมีค่าต่ำลงส่งผลให้คุณภาพของภาพมีค่าลดลง (ตาราง 10) และ (ภาพประกอบ 13)

ตาราง 10 แสดงค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในอัตราการบีบอัด
แต่ละระดับ

ระดับอัตราการบีบอัด (เท่า)	ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย
10	26.78
20	21.10
30	17.94
40	16.21
50	15.22



ภาพประกอบ 13 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยในการบีบอัด
แต่ละระดับ

อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 26.78 สำหรับอัตราการบีบอัดที่เพิ่มขึ้นเป็นระดับ 20, 30, 40 และ 50 จะทำให้ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยมีค่าลดลงเป็น 21.10, 17.94, 16.21 และ 15.22 ตามลำดับ ซึ่งค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยมีค่าสูงที่สุดในการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุด

4.3 การเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดกับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด (Subjective Fidelity Measurement)

4.3.1 การจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์

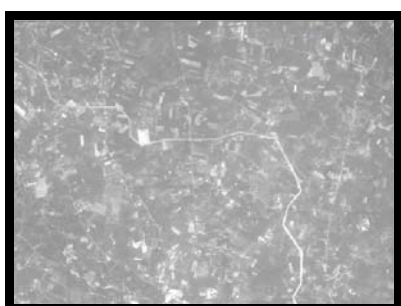
การศึกษาครั้งนี้ ใช้การจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ ตามชั้นข้อมูลของการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ประกอบด้วย พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบก เส้นทางคมนาคมทางน้ำและแหล่งน้ำ เส้นขอบเขตชายฝั่ง บริเวณเขตพืชพรรณ และบริเวณเขตสนามบิน เพื่อทำการทดลองความสามารถในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา (Pocket Personal Computer) ได้ดีสำหรับการตรวจสอบและให้คะแนน ของคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการบีบอัดในแต่ละระดับ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งชั้นข้อมูลเป็น 7 ประเภท ดังภาพ A-G สำหรับรายละเอียดของภาพทุกชั้นข้อมูล ของการบีบอัดแต่ละระดับสามารถดูได้จากภาคผนวก



A. พื้นที่อุตสาหกรรม



B. พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง



C. เส้นทางคมนาคมทางบก



D. ข้อมูลอุทกศาสตร์



E. เส้นขอบเขตชายฝั่ง



F. บริเวณเขตพืชพรรณ



G. บริเวณเขตสนามบิน

ภาพประกอบ 14 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณพื้นที่ทำการทดสอบ

4.3.2 การเปรียบเทียบคะแนนจากผู้ประเมินการทดลอง

ผู้เข้าร่วมสังเกตการณ์ทดลอง ได้ทำการให้คะแนนโดยให้ การเปรียบเทียบความรู้สึกจากการรับรู้ภาพระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดทั้ง 5 ระดับ ว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับการปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ในระดับใด โดยจะมีการให้คะแนน คือ 5 4 3 2 และ 1 เป็นตัวแทนของความคิดเห็นต่อความเหมาะสมของคุณภาพของภาพที่จะนำมาใช้งาน ในระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง ต่ำ และต่ำมากตามลำดับ สำหรับการทดลองได้กำหนดพื้นที่การทดลองเปรียบเทียบจำนวน 7 ชันข้อมูล คือ พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบก เส้นทางคมนาคมทางน้ำและแหล่งน้ำ เส้นขอบเขตชายฝั่ง บริเวณเขตพืชพรรณ และบริเวณเขตการบิน ซึ่งการประเมินการทดลองนั้นจะสังเกตข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา และมีข้อกำหนดสำหรับการมองให้อยู่ในระดับมาตราส่วน 1:50,000 และ ระดับการย่อขนาดภาพที่ 50 เปอร์เซ็นต์โดยมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง โดยทำการสังเกตข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม ซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม โดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และ ที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ตาราง 11)

ตาราง 11 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.64	4.14	3.69	3.04	2.27
ขนาด	4.89	4.09	3.18	2.89	1.92
ความหยابละเอียด	4.78	4.11	3.37	2.38	2.13
ที่ตั้ง	4.72	4.42	3.76	2.55	1.86
รูปแบบ	4.86	4.23	3.15	3.06	1.89
รวม	23.89	20.99	17.15	13.92	10.07

2. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง โดยทำการสังเกต ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่าย ดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ใน ด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่ อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ใน ด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ และที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ใน ด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก (ตาราง 12)

ตาราง 12 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณพื้นที่ สิ่งปลูกสร้าง

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.06	3.14	2.99	2.04	1.22
ขนาด	4.03	3.37	3.02	2.06	1.38
ความหยابละเอียด	3.98	3.21	2.67	2.18	1.14
ที่ตั้ง	4.01	3.43	2.77	2.36	1.26
รูปแบบ	3.86	3.25	2.28	2.04	1.79
รวม	19.94	16.40	13.73	10.68	6.79

3. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง โดยทำการสังเกต ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบกซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของ ผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบกโดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพ ถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้าน รูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่

อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ และที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ตาราง 13)

ตาราง 13 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณเส้นทาง
คมนาคมทางบก

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.18	3.63	2.94	2.12	1.87
ขนาด	4.27	3.45	3.01	2.88	2.04
ความหยابละเอียด	4.13	3.61	2.87	2.64	1.97
ที่ตั้ง	4.71	3.69	2.94	2.35	2.08
รูปแบบ	4.24	3.32	2.81	2.32	2.11
รวม	21.53	17.70	14.57	12.31	10.07

4. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง โดยทำการสังเกตข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์ ซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์โดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ตาราง 14)

ตาราง 14 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.22	3.72	3.12	2.39	1.97
ขนาด	4.13	3.19	3.07	2.84	2.55
ความหยาบละเอียด	4.39	3.44	2.96	2.57	2.01
ที่ตั้ง	4.04	3.51	3.54	3.16	2.85
รูปแบบ	4.56	3.29	3.23	3.17	2.73
รวม	21.34	17.15	15.92	14.13	12.11

5. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง โดยทำการสังเกตข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณชายฝั่ง ซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง บริเวณชายฝั่งโดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และ ที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยาบละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ตาราง 15)

ตาราง 15 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการณ์ทดลอง บริเวณชายฝั่ง

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	3.96	3.28	2.88	2.33	1.68
ขนาด	3.95	3.75	3.04	2.81	1.95
ความหยาบละเอียด	3.87	3.63	2.98	2.27	1.87
ที่ตั้ง	4.10	3.91	3.24	2.96	2.02
รูปแบบ	3.86	3.76	3.17	2.72	1.93
รวม	19.98	18.33	15.31	13.09	9.45

6. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง โดยทำการสังเกต ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเขตพืชพรรณ ซึ่งระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณเขตพืชพรรณโดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (ตาราง 16)

ตาราง 16 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณเขตพืชพรรณ

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.18	3.77	3.06	2.61	1.99
ขนาด	4.23	3.85	3.44	2.95	2.17
ความหยابละเอียด	3.98	3.47	3.12	2.86	2.57
ที่ตั้ง	4.12	3.84	3.03	2.73	2.08
รูปแบบ	4.18	3.93	3.24	2.96	2.43
รวม	20.69	18.86	15.89	14.11	11.24

7. ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง โดยทำการสังเกต ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม บริเวณเขตการบินซึ่ง ระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้ร่วมสังเกตการทดลอง บริเวณเขตการบินโดยทำการประเมินจากคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ พบว่า ที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และ รูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูงมาก ที่อัตราการบีบอัดระดับ 20 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 30 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ที่อัตราการบีบอัดระดับ 40 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และที่อัตราการบีบอัดระดับ 50 คุณภาพของภาพ ในด้านรูปร่าง ขนาด ความหยابละเอียด ที่ตั้ง และรูปแบบ มีคุณภาพของภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ตาราง 17)

ตาราง 17 แสดงระดับค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นของผู้สังเกตการทดลองเขตบริเวณการบิน

ปัจจัยการวัดผล	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
รูปร่าง	4.73	4.21	3.95	3.41	2.97
ขนาด	4.68	4.18	3.87	3.25	2.65
ความหยาบละเอียด	4.67	4.11	3.81	3.15	2.86
ที่ตั้ง	4.56	4.02	3.78	3.12	2.43
รูปแบบ	4.49	4.28	3.83	3.16	2.51
รวม	23.13	20.80	19.24	16.09	13.42

การประเมินผลด้านคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมภาพ จากผู้สังเกตการทดลอง ทำให้ทราบว่า การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละระดับ ซึ่งการสังเกตจะมีการแบ่งชั้นข้อมูลตาม คุณลักษณะของพื้นที่ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน จะทำให้คุณภาพของภาพในชั้นข้อมูลต่างๆ มีความแตกต่างกัน โดยผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า การจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน เมื่อระดับอัตราการบีบอัดที่เพิ่มขึ้น ทำให้คุณภาพของภาพลดลง และสามารถสรุปได้ว่า บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมสามารถบีบอัดได้ 30 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างสามารถบีบอัดได้ 10 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบกสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์สามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณชายฝั่งสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณเขตพืชพรรณสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง และ บริเวณเขตการบินสามารถบีบอัดได้ 30 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง โดยผลการศึกษาด้านคุณภาพของภาพจากผู้สังเกตการณ์ทดลองพบว่า บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและบริเวณเขตการบิน จะทำการบีบอัดได้มากที่สุด และคุณภาพของภาพยังอยู่ในระดับที่สูง ส่วนพื้นที่บริเวณสิ่งปลูกสร้างจะทำการบีบอัดได้น้อยที่สุด สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน (ตาราง 18)

ตาราง 18 แสดงการประเมินผลคุณภาพของภาพจากผู้สังเกตการทดลองทุกชั้นข้อมูล

บริเวณพื้นที่	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
พื้นที่อุตสาหกรรม	สูงมาก	สูง	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำมาก
การคมนาคมทางบก	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ
ข้อมูลอุทกศาสตร์	สูงมาก	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
บริเวณชายฝั่ง	สูง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
บริเวณเขตพืชพรรณ	สูง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ
บริเวณเขตการบิน	สูงมาก	สูง	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง

4.3.3 การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ (Automatic Classification)

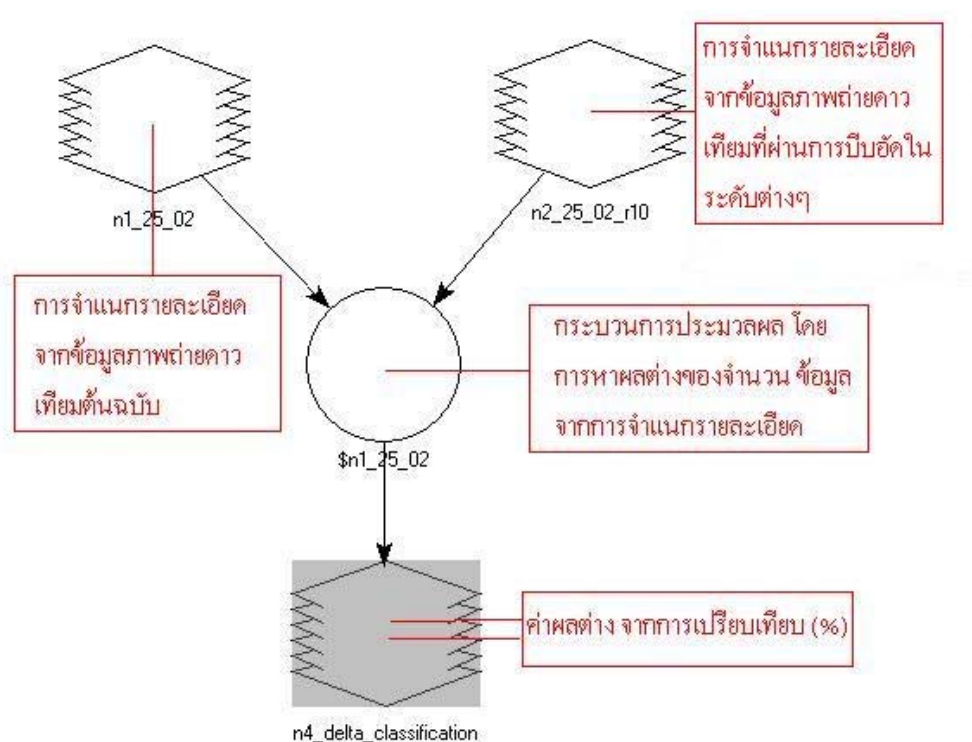
การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเลือกใช้วิธีการจำแนกแบบไม่กำกับ (Unsupervised Classification) เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นถึงค่าความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทางสถิติโดยปราศจากปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ERDAS IMAGINE ผู้วิจัยใช้การจำแนกรายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธี ISODATA Cluster และได้กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Cluster) ออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ พื้นที่พืชพรรณ ข้อมูลอุทกศาสตร์ สิ่งปลูกสร้าง และเส้นทางถนน เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ ได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แบบช่วงคลื่นแพนโครมาติก มาใช้โดยจะทำการเปรียบเทียบกลุ่มข้อมูลของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในแต่ละระดับ โดยจะนำแบบจำลองมาใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงค่าการเปลี่ยนแปลงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลที่เปลี่ยนแปลงของกลุ่มข้อมูลที่แบ่งไว้ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด โดยคำนวณผลลัพธ์ออกมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากจำนวนทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลนั้นๆ ที่ได้จากการหาผลต่างจากจำนวนกลุ่มข้อมูลหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลนั้นๆ (ภาพประกอบ 14)

การศึกษาพบว่า กลุ่มข้อมูลที่ 1 อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลต้นฉบับน้อยที่สุดคิดเป็น 7.21 เปอร์เซ็นต์และอัตราการบีบอัดที่ระดับ 50 การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลต้นฉบับมากที่สุดคิดเป็น 12.84 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มข้อมูลที่ 2 อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลต้นฉบับน้อยที่สุดคิดเป็น 26.82 เปอร์เซ็นต์และอัตราการบีบอัดที่ระดับ 20 การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูล ต้นฉบับมากที่สุดคิดเป็น 35.01 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มข้อมูลที่ 3 อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลต้นฉบับน้อยที่สุดคิดเป็น 1.94 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการบีบอัดที่ระดับ 50 การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูล ต้นฉบับมากที่สุด คิดเป็น 5.99 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มข้อมูลที่ 4 อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 ทำให้การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูลต้นฉบับน้อยที่สุดคิดเป็น 17.67 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการบีบอัดที่ระดับ 50 การจำแนกรายละเอียดข้อมูลมีค่าผลต่างของความเปลี่ยนแปลงไปจากข้อมูล ต้นฉบับมากที่สุด คิดเป็น 32.50 เปอร์เซ็นต์



ภาพประกอบ 15 แสดงการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณหาผลต่างที่เกิดขึ้นในกลุ่มข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ จากผลการจำแนกรายละเอียดของข้อมูลตามที่ได้กำหนดไว้นั้น พบว่า กลุ่มข้อมูลประเภทเส้นทางถนนจะมีค่าความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนกลุ่มข้อมูลที่มีค่าความเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยน้อยที่สุดในการบีบอัดข้อมูลทั้ง 5 ระดับ คือ กลุ่มข้อมูลบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง และอาคาร (ตาราง 19)

ตาราง 19 แสดงค่าผลต่างของกลุ่มตัวอย่างข้อมูลจำนวน 4 กลุ่ม (%)

กลุ่มข้อมูล	ประเภทของกลุ่มข้อมูล	ระดับการบีบอัด				
		10	20	30	40	50
1	พื้นที่พืชพรรณ	7.21	11.35	11.84	12.45	12.84
2	ข้อมูลอุทกศาสตร์	26.82	35.01	33.07	31.03	31.50
3	สิ่งปลูกสร้าง	1.94	3.79	5.64	5.68	5.99
4	เส้นทางถนน	17.67	24.37	26.49	30.89	32.50

4.4 การประเมินผลอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

การรวบรวมคะแนนมีจุดประสงค์เพื่อ แสดงให้เห็นถึง อัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมในการนำมาใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยการให้คะแนนจะสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

4.4.1 ขนาดของไฟล์ (File size) เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดของไฟล์ โดยบันทึกจากหน่วยความจำที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใช้สำหรับการบันทึก ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำให้การบันทึกข้อมูลใช้หน่วยเป็นไบต์ แล้วทำการประเมินผลคะแนนโดยพิจารณาจากช่วงของอัตราการบีบอัดที่ทำให้ขนาดของไฟล์ลดลงมากที่สุด จะได้ระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 5 สำหรับช่วงของอัตราการบีบอัดที่ทำให้ขนาดของไฟล์ลดลงในระดับอื่น ให้ทำการเรียงลำดับคะแนนลดลงตามลำดับ (ตาราง 20)

ตาราง 20 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินตามขนาดของไฟล์ข้อมูล

ระดับอัตราการ บีบอัด (เท่า)	การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ ลดลง (%)	การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ระหว่างช่วงที่ลดลง (%)	ระดับคะแนน
0	0.00	-	-
10	93.99	93.99	5
20	97.16	3.17	4
30	98.15	0.99	3
40	98.41	0.26	1
50	98.85	0.44	2

4.4.2 ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data transfer rate) เป็นการศึกษาความเปลี่ยนแปลงโดยบันทึกเวลาในการโอนถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา ซึ่งใช้การโอนถ่ายข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ และบันทึกเวลาของการโอนถ่ายข้อมูลแต่ละประเภท จากนั้นทำการประเมินผลคะแนน โดยพิจารณาจากช่วงของอัตราการบีบอัดที่ทำให้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลลดลงมากที่สุด จะได้ระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 5 สำหรับช่วงของอัตราการบีบอัดที่ทำให้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลลดลงในระดับอื่น ให้ทำการเรียงลำดับคะแนนลดลงตามลำดับ (ตาราง 21)

ตาราง 21 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินตามความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล

ระดับอัตราการ บีบอัด (เท่า)	การเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ ลดลง (%)	การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ระหว่างช่วงที่ลดลง (%)	ระดับคะแนน
0	0.00	-	-
10	63.54	63.54	5
20	79.73	16.19	4
30	84.88	5.15	3
40	87.91	3.03	2
50	90.44	2.53	1

4.4.3 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ

(Root mean square error : e_{rms})

การประเมินผลคะแนนจะพิจารณาจากอัตราการบีบอัดที่มีผลค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพน้อยที่สุด จะได้ระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 5 สำหรับอัตราส่วนการบีบอัดของระดับอื่นๆ ที่ส่งผลให้ค่าดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น ให้ทำการเรียงลำดับคะแนนลดลงตามลำดับ เพราะการที่ค่า e_{rms} มีค่าน้อย แสดงว่า ภาพที่ถูกบีบอัดมีคุณภาพดี (ตาราง 22)

ตาราง 22 แสดงระดับคะแนนจากค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

ระดับอัตราการบีบอัด	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง	ระดับคะแนน
0	0.00	-
10	3.05	5
20	3.87	4
30	4.55	3
40	5.04	2
50	5.36	1

4.4.4 อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean square signal to noise ratio : SNR_{MS})

การให้คะแนนโดยอัตราการบีบอัดที่มีอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยสูงที่สุดจะได้ระดับคะแนนเท่ากับ 5 สำหรับอัตราการบีบอัดของระดับอื่น ให้ทำการเรียงลำดับคะแนนลดลงตามลำดับ เพราะการที่ถ้าหากค่า SNR_{MS} มีค่ามาก แสดงว่า ภาพที่ถูกบีบอัดมีคุณภาพดี (ตาราง 23)

ตาราง 23 แสดงระดับคะแนนจากการประเมินค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย

ระดับอัตราการบีบอัด (เท่า)	ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย	ระดับคะแนน
0	0.00	-
10	26.78	5
20	21.10	4
30	17.94	3
40	16.21	2
50	15.22	1

4.4.5 การประเมินระดับคะแนนจากผู้สังเกตการทดลอง เป็นการนำข้อมูลคะแนนที่ได้จากผู้สังเกตการทดลองในทุกชั้นข้อมูล มารวมกันโดยอัตราการบีบอัดที่มีคะแนนรวมสูงที่สุดจะได้รับระดับคะแนนเท่ากับ 5 สำหรับอัตราการส่วนบีบอัดของระดับอื่น ให้ทำการเรียงลำดับคะแนนลดลงตามลำดับ (ตาราง 24)

ตาราง 24 แสดงระดับคะแนนจากผู้สังเกตการทดลอง

บริเวณพื้นที่	ระดับการบีบอัด				
	10	20	30	40	50
พื้นที่อุตสาหกรรม	5	4	4	3	2
พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง	4	3	3	2	1
การคมนาคมทางบก	5	4	3	2	2
ข้อมูลอุทกศาสตร์	5	4	3	3	2
บริเวณชายฝั่ง	4	4	3	3	2
บริเวณเขตพืชพรรณ	4	4	3	3	2
บริเวณเขตการบิน	5	4	4	3	3
คะแนนรวม	32	27	23	19	14
ระดับคะแนน	5	4	3	2	1

การศึกษานี้ทำให้ทราบถึงอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ซึ่งอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความเหมาะสมที่สุดนั้น จะได้รับ คะแนนรวมสูงสุด จากการพิจารณา ทั้ง 5 ประเภท คือ ขนาดของไฟล์ข้อมูล ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย และการประเมินจากผู้สังเกตการทดลอง โดยอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้รับคะแนนรวมสูงที่สุดจากการพิจารณา คือระดับ 10 เท่า ซึ่งจะเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานต่อไป

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาด้วยนวัตกรรมการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการนำมาใช้งาน สามารถช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในด้านการประมวลผลข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการถ่ายโอนข้อมูล ให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่ควรคำนึงว่า การบีบอัดภาพนั้น ทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูล ดังนั้นการเลือกใช้อัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับงานที่นำไปปฏิบัติ สำหรับการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการนำองค์ความรู้ด้านการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ด้านการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ซึ่งการทดลองได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 Level 2A ช่วงคลื่นแพนโครมาติกมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมที่สุด

5.1 สรุปผลการศึกษา

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาเพื่อประเมิน อัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางปรับปรุงแผนที่มูลฐาน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ปัจจัยด้านขนาดของไฟล์ โดยขนาดของไฟล์ข้อมูลที่มีการลดลงสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่างภาพต้นฉบับและอัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า แสดงว่า อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุดทางด้านปัจจัยเกี่ยวกับขนาดของไฟล์ข้อมูล

5.1.2 ปัจจัยด้านเวลาในการถ่ายโอนข้อมูล โดยเวลาในการถ่ายโอนข้อมูลที่มีการลดลงสูงสุดอยู่ในช่วงระหว่างภาพต้นฉบับและอัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า แสดงว่า อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุดทางด้านปัจจัยเกี่ยวกับเวลาในการถ่ายโอนข้อมูล

5.1.3 ปัจจัยด้านค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ โดยค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ มีค่าต่ำที่สุดที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 เท่า แสดงว่า อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุดทางด้านปัจจัยเกี่ยวกับค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ

5.1.4 ปัจจัยด้านค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย โดยค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย มีค่าสูงที่สุดที่อัตราการบีบอัดระดับ 10 เท่า แสดงว่า อัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งานมากที่สุดทางด้านปัจจัยเกี่ยวกับค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย

5.1.5 ปัจจัยด้านการประเมินผลจากผู้สังเกตการทดลอง โดยการรวบรวมคะแนนแสดงให้เห็นว่า อัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน คืออัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า นอกจากนี้ในกรณีที่ต้องการพิจารณาอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของชั้นข้อมูลที่นำมาจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน จะพบว่า

บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างสามารถบีบอัดได้สูงสุด 10 เท่า

บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบกสามารถบีบอัดได้สูงสุด 20 เท่า

บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์สามารถบีบอัดได้สูงสุด 20 เท่า

บริเวณชายฝั่งสามารถบีบอัดได้สูงสุด 20 เท่า

บริเวณเขตพืชพรรณสามารถบีบอัดได้สูงสุด 20

บริเวณเขตการบิ่นสามารถบีบอัดได้สูงสุด 30 เท่า

บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมสามารถบีบอัดได้สูงสุด 30 เท่า

โดยผลการศึกษาด้านคุณภาพของภาพจากผู้สังเกตการทดลองพบว่า บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและบริเวณเขตการบิ่น จะทำการบีบอัดได้สูงที่สุด ส่วนพื้นที่บริเวณสิ่งปลูกสร้างจะทำการบีบอัดข้อมูลได้ต่ำที่สุด

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน มาตราส่วน 1:50,000 ผลการศึกษาพบว่าอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดคือที่ระดับ 10 เท่า เนื่องจากเป็นระดับการบีบอัดที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดจากการพิจารณาปัจจัยทั้ง 5 ประการ ได้แก่ การลดลงของขนาดไฟล์ข้อมูล การลดลงของเวลาในการถ่ายโอนข้อมูล ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพ ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย และผลการประเมินคะแนนจากผู้สังเกตการทดลอง นอกจากนี้ยังเป็นการแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางสถิติซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการทำงานด้านการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษานั้น จะเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงแผนที่มูลฐานด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น เนื่องจากจะมีส่วนช่วยทางด้านการวางแผนการปฏิบัติงานในสำนักงาน รวมถึงการทำงานภาคสนาม ให้มีความสะดวกรวดเร็วและเป็นไปอย่างถูกต้องกับหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการทำงาน โดยผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นสิ่งสำคัญเพื่อใช้สำหรับการควบคุมประสิทธิภาพของการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ให้ถูกต้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงานที่กำหนดไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดนี้ได้มีการนำมาใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งในอนาคตควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดอื่นที่มีความแตกต่างทางด้านความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาทำการบัพอัด เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม THEOS ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QUICKBIRD ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง จะมีการใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจที่จะศึกษาถึงอัตราการบัพอัดที่เหมาะสม สำหรับการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อไปประยุกต์ใช้ ในงานประเภทต่างๆ โดยที่ยังคงรักษามาตรฐานของงานได้เป็นอย่างดี

5.3.2 การศึกษาครั้งนี้ใช้การทำงานของโปรแกรมสำเร็จรูป MrSID มาใช้สำหรับการบัพอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ถ้าหากมีการวิจัยในอนาคตอาจจะศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมของอัตราการบัพอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้การทำงานของโปรแกรมที่มีการเข้ารหัสประเภทอื่น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้องค์ความรู้ที่ได้รับมีความเหมาะสมต่อการทำงานมากยิ่งขึ้น

5.3.3 การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ช่วงคลื่นแพนโครมาติก ซึ่งจะมุ่งเน้นในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ดังนั้นหากต้องการศึกษาวิจัยที่มีความมุ่งเน้นในงานด้านอื่น จึงควรเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บันทึกด้วยช่วงคลื่นอื่นๆ มาทำการบัพอัดและศึกษาเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

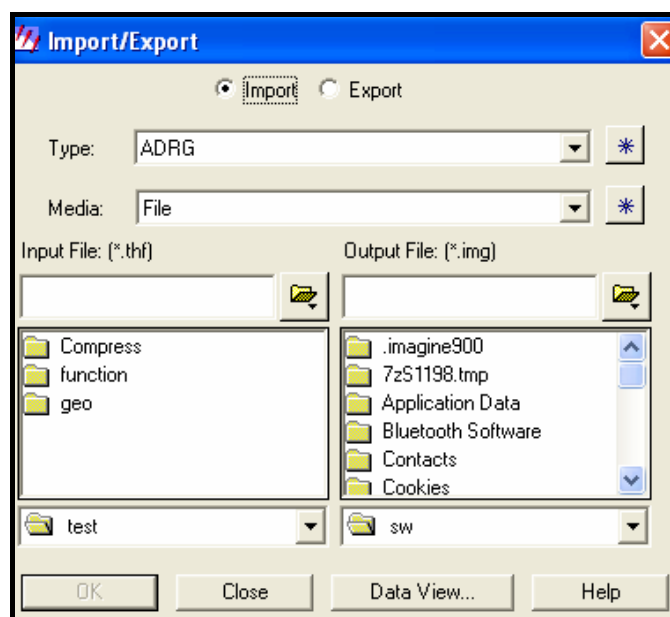
- กรมแผนที่ทหาร. (2548). *โรงเรียนแผนที่. การสำรวจจำแนกรายละเอียดในภูมิประเทศ*. กรุงเทพฯ: กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด. (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- กรมแผนที่ทหาร. (2548). *กองทำแผนที่. คุณลักษณะการทำงานของกองทำแผนที่*. กรุงเทพฯ: กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด. (เอกสารไม่ตีพิมพ์).
- เจษฎา ตรีวิทยานุรักษ์. (2542). *การเปรียบเทียบสมรรถนะการบีบอัดภาพระหว่างเทคนิคเจเพ็ก และเวฟเลตสำหรับภาพติดบัตรประจำตัว*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงอาทิตย์ ศรีมูล; และยงยุทธ เอกอริยทรัพย์. (2539). *วิธีแยกส่วนบีบอัดข้อมูลภาพ*. โครงการ วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งไกร ไกรมาก. (2546). *การจำแนกรายละเอียดภาพถ่ายทางอากาศโดยใช้คอมพิวเตอร์พกพา*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมสำรวจ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ลัญฉกร วุฒิสัทติกุลกิจ. (2549). *เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2536). *หลักการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ทวีกิจ.
- เฟื่องฉัตร จันทวงษ์โส. (2548). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมกับการจำแนกภาพด้วยสายตา*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมสำรวจ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2547). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ*. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- A. Rosenfeld; & Avinash C. Kak. (1998). *Digital Image Processing*. 2nd ed. p. 116-208.
- Eskicioglu A.M.; & Fisher, P.S. (1995, December). Image Quality Measures and Their Performance. *Journal of IEEE Transactions on Communications*. 43: 12.
- Eskicioglu A.M. (2000, 5-9 June). Quality Measurement for Monochrome Compressed Images in The Past 25 Years. *Journal of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) Conference*. 4: 1907-1910.
- F. Chevasuvit, K. Dejhan, S. Mitatha; & S. Wongkharn. *Data Compression using Vector Quantization and Huffman Coding for Satellite Imagery*, Retrieved Jan 15, 2009, from <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1995/ts5/ts5001pf.html>.

- Gonzalez, R.C.; & Woods, R.E. (2002). *Digital Image Processing*. Second Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Karumasekera, S.A.; & Kingsbury, N.G. (1995). A distortion Measure for Blocking Artifacts in Images Based on Human Visual Sensitivity. *Journal of IEEE Transactions on Image Processing*. 4: 6.
- Kittayarusirawat, K., Cheevassuvit, F. Somboonkaew, A., Dejhan, K., S. Chitwong; & S. Wongkharn. (1998). *Satellite Image Data Compression using Vector Quantization on Wavelet Information*. Retrieved Jan 18, 2009, from <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/>.
- Lam W.K. Kent, W.L. Lau; & Z.L. Li. (1999). *Effect of JPEG Compression on Accuracy of Image Classification*. Retrieved Feb 2, 2009, from <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/>.
- Li Youping, Xu Qingfen; & Bian Guoliang. (1999). *Study on Quality Evaluation of Compressed Remote Sensing Images*. Retrieved Feb 2, 2009, from <http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/>.
- Lillesand, T.M.; & R.W. Kiefer. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons.
- LiZardTech. (n.d.). *MrSID Technology Primer*. Retrieved Jan 25, 2009, from <http://en.wikipedia.org>.
- Monarch K. honor. (n.d.). *Spot5 Revolution*. Retrieved Feb 26, 2009, from <http://www.spot5.go.fr/product/news/20050428>.
- Nelson, M.; & Gailly, J. (1996). *The data compression book*. 2nd ed. U.S.A.: M&T Books.
- Peter A. Burrough; & Racheael A. McDonnell. (1998). *Principle of Geographical Information Systems*. Oxford University.
- Umbaugh, S.E. (1998). *Computer vision and image processing: A practical approach using CVIP tools*. New Jersey, U.S.A.: Prentice-Hall.

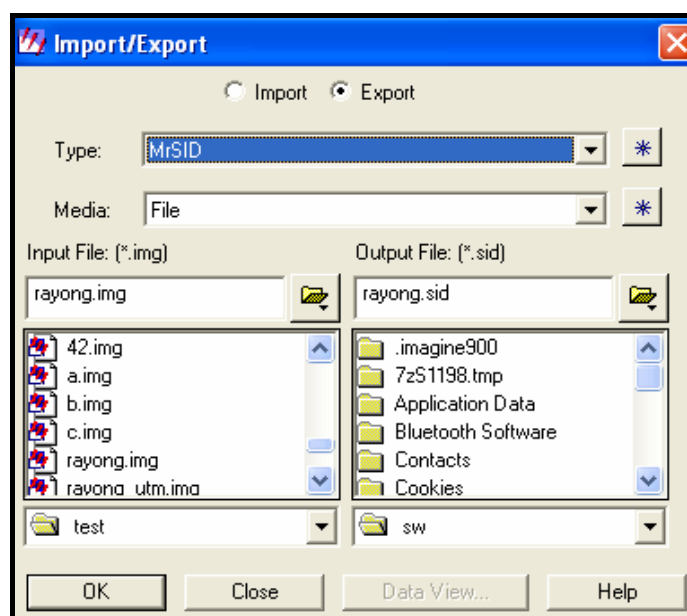
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การทำงานด้วยโปรแกรม MrSID

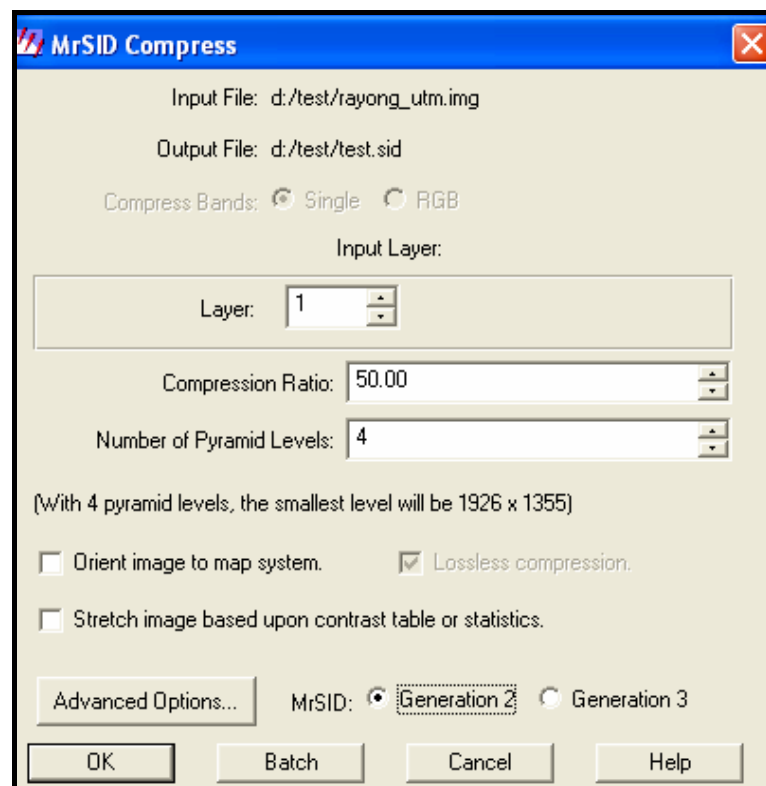
1. การเรียกใช้โปรแกรมการทำงานของ MrSID โดยการใช้ฟังก์ชันการทำงาน Import/Export



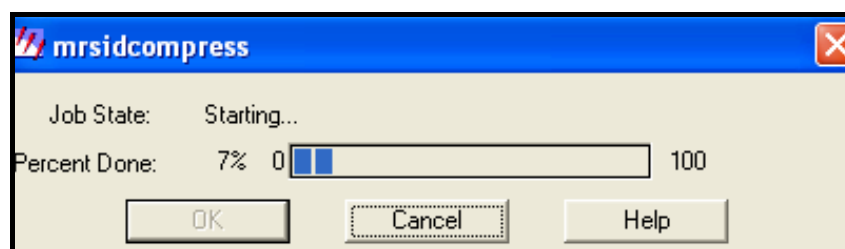
2. เลือกใช้การทำงาน แบบ Export เพื่อเข้าสู่การบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยโปรแกรม MrSID จากนั้นให้ทำการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5



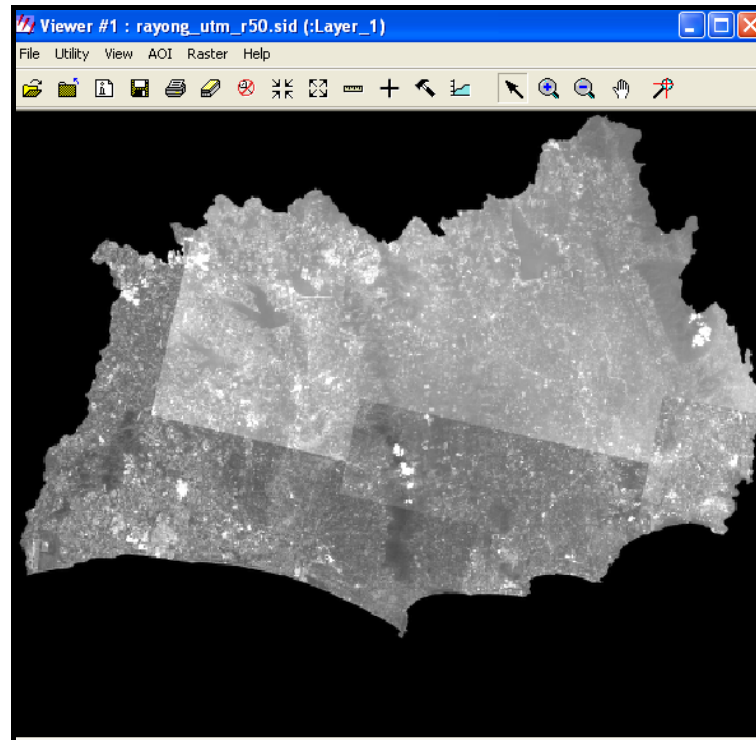
3. กำหนดอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ตามระดับที่กำหนด



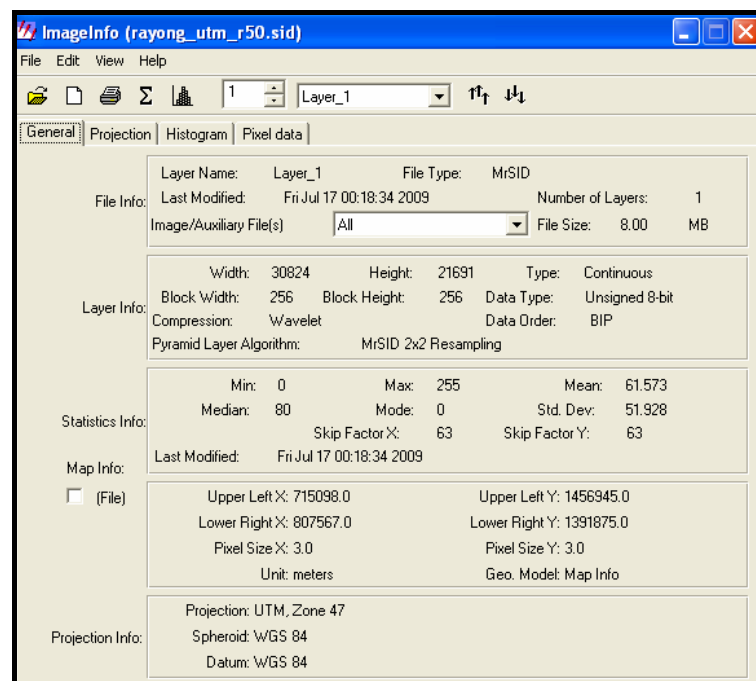
4. โปรแกรมดำเนินการประมวลผลเพื่อบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม



5. เมื่อโปรแกรมทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว จะสามารถเรียกดูข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด ผ่านการทำงานของฟังก์ชัน Viewer

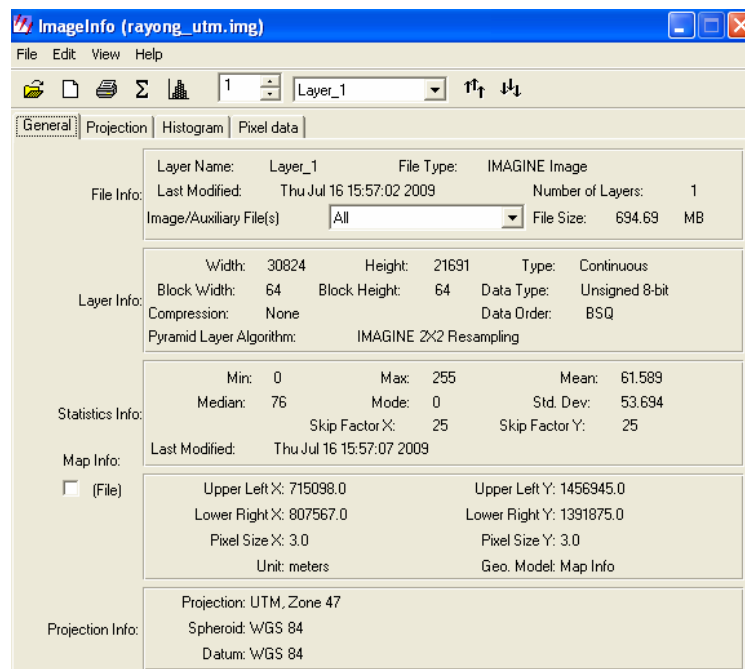


6. ทำการเรียกดูสถิติของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ที่ผ่านการบีบอัด

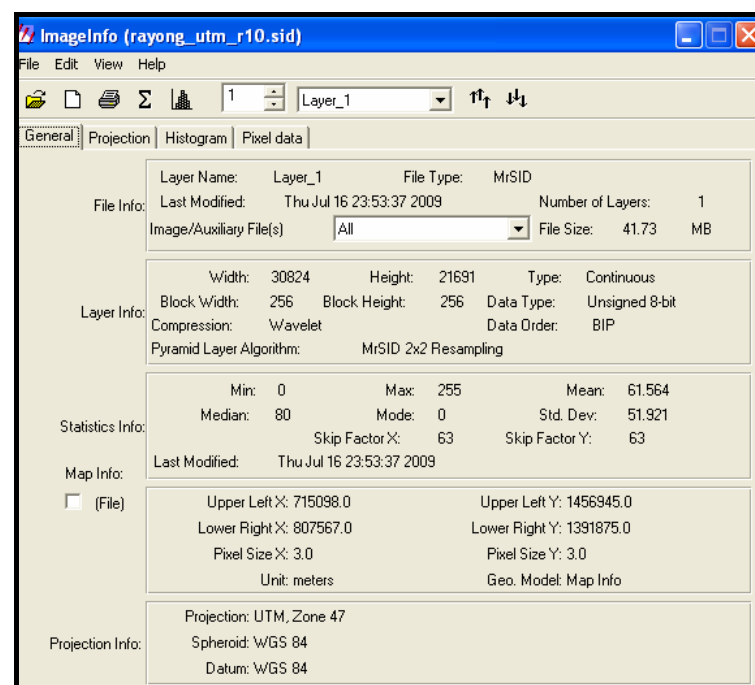


ภาคผนวก ข
การแสดงผลทางสถิติของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MrSID

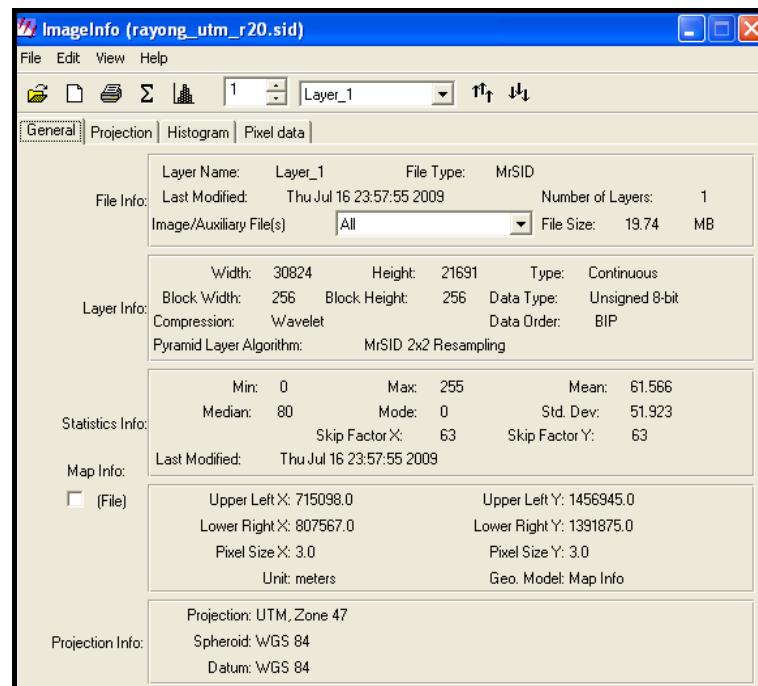
1. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



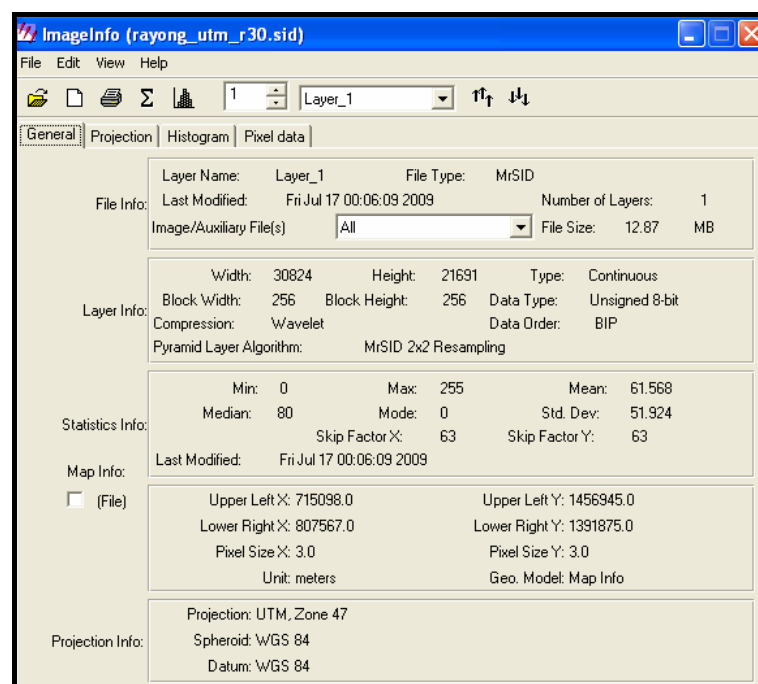
2. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับ 10 เท่า



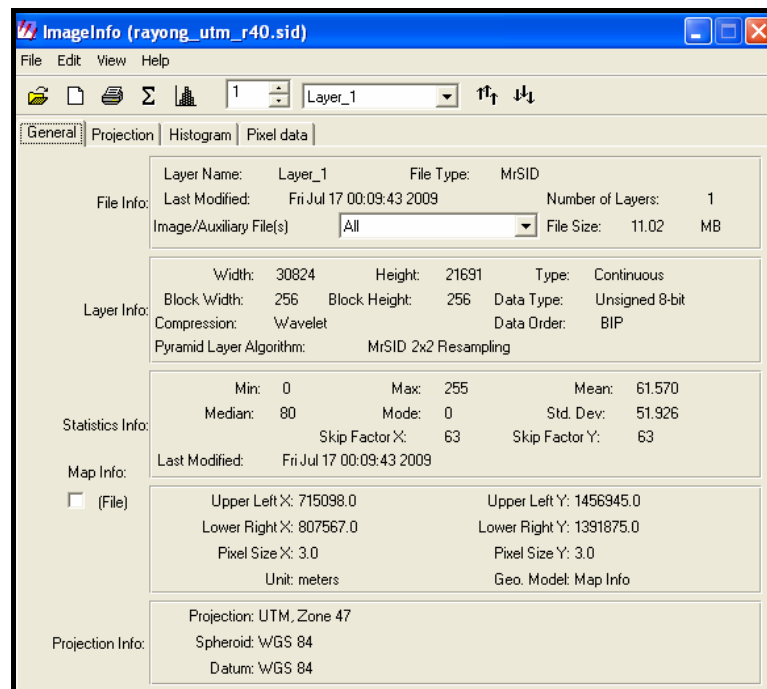
3. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับ 20 เท่า



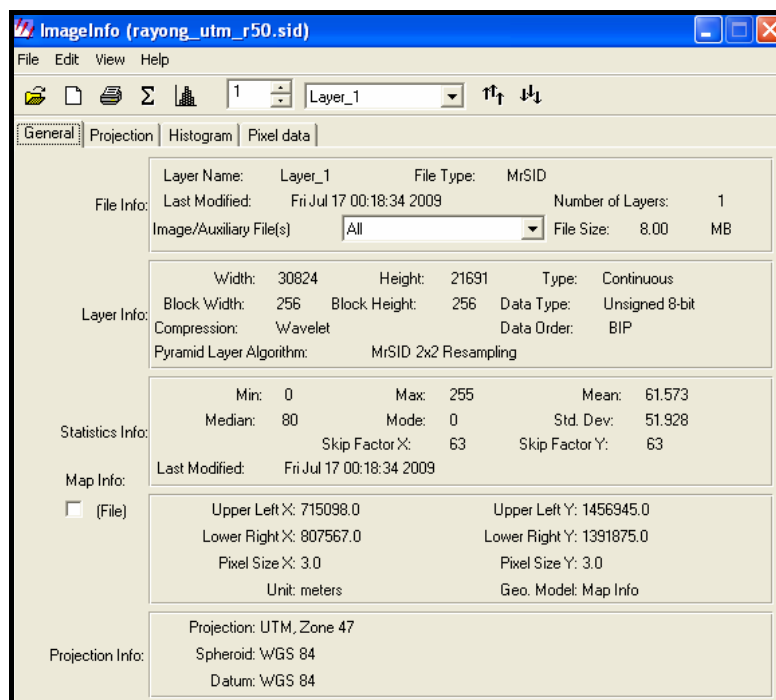
4. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับ 30 เท่า



5. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับ 40 เท่า



6. ข้อมูลทางสถิติ ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับ 50 เท่า



ภาคผนวก ค
แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

การบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ สำหรับการปรับปรุงแผนที่ (Satellite Image Compression for Geographical Classification for Mapping Update)

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับกับภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดโดยการจำแนกทางสายตา ด้วยการมองภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา

คำชี้แจง

ข้าพเจ้า ร้อยโท ธารวิทย์ เสวกจรุณทร นิสิตปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์” ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยการแจกแบบสอบถามแก่ผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จึงขอความกรุณาท่านในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ร้อยโท ธารวิทย์ เสวกจรุณทร

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 การประเมินผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด

ตอนที่ 1 สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ หน้าข้อความ และ/หรือกรอกข้อความในช่องว่างที่กำหนดให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงเกี่ยวกับท่าน

1. ชื่อ _____ นามสกุล _____

ตำแหน่ง / สังกัด _____

อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี

☐ 20 – 30 ปี

☐ 30 – 40 ปี

☐ สูงกว่า 40 ปี

ระดับการศึกษา _____

2. ท่านเคยทำงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหรือไม่

☐ เคยใช้งาน

☐ ไม่เคยใช้งาน

3. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ท่านเคยใช้งาน (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ SPOT

☐ LANDSAT

☐ QUICKBIRD

☐ IKONOS

☐ IRS

☐ ALOS

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) _____

4. ประสบการณ์ที่ท่านเคยทำงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

☐ น้อยกว่า 1 ปี

☐ 1 – 3 ปี

☐ 3 – 5 ปี

☐ มากกว่า 5 ปี

5. ประสบการณ์ที่ท่านเคยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนอกเหนือจากงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่ด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ด้านการป่าไม้

☐ ด้านทรัพยากรธรรมชาติ

☐ ด้านการพัฒนาที่ดิน

☐ ด้านการวางผังเมือง

☐ ด้านการอุตสาหกรรม

☐ ด้านอื่นๆ _____

ตอนที่ 2_การประเมินผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด

คำชี้แจง การประเมินผลของภาพระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับกับภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการบีบอัดในอัตราส่วน 10 20 30 40 และ 50 เท่า จากการมองภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา (Pocket Personnel Computer) โดยใช้คะแนนตามคุณภาพของภาพ ด้วยการให้คะแนนตามหลักสากลนิยม (Mean Opinion Score: MOS) โปรดใช้การแทนค่า 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ ดังตารางการให้คะแนนข้างล่าง และใส่คะแนนลงในช่องว่าง

คะแนนเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ	คุณภาพของภาพ	รายละเอียดของภาพ
5 ไม่สามารถเห็นความแตกต่างได้	A สูงมาก	ภาพมีคุณภาพสูงมาก และสามารถใช้ได้ตามวัตถุประสงค์
4 สามารถเห็นความแตกต่างได้บ้างแต่ไม่กระทบต่อการมองภาพและการตีความหมาย	B สูง	ภาพมีคุณภาพสูงและสามารถใช้ภาพในการมองได้ดีโดยสิ่งที่รบกวนภาพมีเพียงเล็กน้อย
3 สามารถเห็นความแตกต่างจากภาพต้นฉบับทำให้มีผลกระทบต่อการตีความหมายบ้างเล็กน้อย	C ปานกลาง	ภาพมีคุณภาพปานกลาง ต้องมีการปรับปรุงเพื่อการมอง สิ่งที่รบกวนภาพสามารถสังเกตเห็นได้
2 สามารถเห็นความแตกต่างจากภาพต้นฉบับทำให้มีผลกระทบต่อการตีความหมายอย่างชัดเจน	D ต่ำ	ภาพมีคุณภาพต่ำแต่ยังสามารถมองเห็นรายละเอียดได้สิ่งที่รบกวนภาพสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน
1 ไม่สามารถใช้งานได้	E ต่ำมาก	ภาพมีคุณภาพต่ำมากและไม่สามารถมองเห็นได้

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกตการทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหยابละเอียด					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่นละเอียด					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่นละเอียด					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบก

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่นละเอียด					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณข้อมูลข้อมูลอุทกศาสตร์

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่น					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณชายฝั่ง

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่น					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณเขตพืชพรรณ

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่น					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

บริเวณเขตการบิน

ปัจจัยสำหรับผู้สังเกต การทดลอง	ชุดภาพที่ 1	ชุดภาพที่ 2	ชุดภาพที่ 3	ชุดภาพที่ 4	ชุดภาพที่ 5
รูปร่าง					
ขนาด					
ความหนาแน่นละเอียด					
ที่ตั้ง					
รูปแบบ					

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ง

รายชื่อและประวัติการทำงานของผู้เข้าร่วมสังเกตการณ์ทดลอง

1. พลโท ชุมพล เกิดนาค
อธิบดีรองผู้อำนวยการศูนย์พัฒนากิจการอวกาศ กระทรวงกลาโหม
2. พลตรี อุดมศักดิ์ นิมิตรกุล
เสนาธิการกรมการทหารสื่อสาร กองทัพบก
3. พลตรี เจิตศักดิ์ เจริญรุ่งเรือง
ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีทางทหาร กองทัพบก
4. พันเอก (พิเศษ) ไกรสร ศรีสุข
รองผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีทางทหาร กองทัพบก
5. พันเอก (พิเศษ) วิเศษ เจริญสุข
หัวหน้าศูนย์ข้อมูลภาคดาวเทียม กองทัพบก
6. พันตรี สรรเพชญ์ บุญแจ่มรัตน์
นายทหารประจำแผนกสำรวจข้อมูลแผนที่ กองทำแผนที่ กรมแผนที่ทหาร
7. พันตรี สิปปวัสน์ โมระกรานต์
นายทหารประจำแผนกสำรวจข้อมูลแผนที่ กองทำแผนที่ กรมแผนที่ทหาร
8. ร้อยเอก ไตรรัตน์ สังข์งาม
นายทหารประจำ กองภูมิศาสตร์ กรมแผนที่ทหาร
9. ร้อยเอก ก่อพงศ์ แก่นโนนสังข์
นายทหารประจำ กองภูมิศาสตร์ กรมแผนที่ทหาร
10. ร้อยเอก ธีรศร ตูยานนท์
นายทหารประจำแผนกประกอบแผนที่ กองทำแผนที่ กรมแผนที่ทหาร
11. ร้อยโท ปริญญา ทวีวัฒน์
นายทหารประจำกอง ยีออเดซี และ ยีออฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร
12. ร้อยโท สมบูรณ์ กล้าหาญ
นายทหารต้นหนถ่ายภาพทางอากาศ กองบินถ่ายภาพทางอากาศ กรมแผนที่ทหาร
13. ร้อยโท รัตนชัย ปิยะพันธ์
นายทหารประจำ กองภูมิศาสตร์ กรมแผนที่ทหาร
14. ร้อยโท วราการ สุปิ่นะเจริญ
นักศึกษา ปริญญาโท สาขาการสัมผัสระยะไกล มหาวิทยาลัยเบอร์เกน
ประเทศนอร์เวย์
15. ร้อยโท วิชวัชร์ สินชัย
นายทหารประจำ ศูนย์ข้อมูลทางแผนที่ กรมแผนที่ทหาร

16. นาย วรนาถ ศิริสหัสวัฒน์
ประธานกรรมการผู้จัดการบริษัท เมเปิลพลัส จีไอเอส จำกัด
17. นาย กงจักร ใจดี
นักวิชาการภูมิสารสนเทศ องค์กรภูมิสารสนเทศแห่งประเทศไทย
18. นาย จูติเดช มีเพียร
วิศวกรสำรวจ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
19. นาย นิธศักดิ์ นันทชัย
เจ้าหน้าที่ภูมิสารสนเทศ บริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย
20. นาย ณัฐวุฒิ พรหมดำรงค์
นักศึกษาด้านการสัมผัสระยะไกล สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ภาคผนวก จ
การสรุปผลสำรวจแบบสอบถาม

การศึกษาเกี่ยวกับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ในส่วนของแบบสอบถาม ซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญ ในงานประเภทนี้มาเข้าร่วมสังเกตการทดลอง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน เป็น ชาย 20 คน
2. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน มีอาชีพรับราชการ จำนวน 15 คน
มีอาชีพอยู่ในภาคเอกชน 3 คน
มีอาชีพอยู่ในภาครัฐวิสาหกิจ 2 คน
3. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน มีช่วงอายุ 20-40 ปี จำนวน 14 คน
ช่วงอายุมากกว่า 40 ปี จำนวน 6 คน
4. ผู้สังเกตการทดลอง มีการศึกษาสูงกว่าระดับปริญญาตรี จำนวน 20 คน
5. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน เคยมีประสบการณ์การใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน จำนวน 20 คน
6. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน เคยมีประสบการณ์การใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน เป็นเวลามากกว่า 5 ปี จำนวน 18 คน เป็นเวลา 3-5 ปี จำนวน 2 คน
7. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน เคยมีประสบการณ์การใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดต่างๆ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT	จำนวน	20	คน
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	จำนวน	20	คน
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS	จำนวน	18	คน
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QUICKBIRD	จำนวน	14	คน
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS	จำนวน	3	คน
ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IRS	จำนวน	3	คน

8. ผู้สังเกตการทดลอง จำนวน 20 คน เคยมีประสบการณ์การใช้งานข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นอกเหนือจากงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน สามารถสรุปผลในด้านต่างๆได้ดังนี้

ด้านการป่าไม้	จำนวน	10	คน
ด้านทรัพยากรธรรมชาติ	จำนวน	9	คน
ด้านการวางผังเมือง	จำนวน	8	คน
ด้านการพัฒนาที่ดิน	จำนวน	7	คน
ด้านการอุตสาหกรรม	จำนวน	3	คน
ด้านอื่นๆ			
ด้านการวางแผนทางการทหาร	จำนวน	12	คน
ด้านการจัดการทางการบิน	จำนวน	2	คน

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่าง ๆ

1. บริเวณเขตอุตสาหกรรม



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



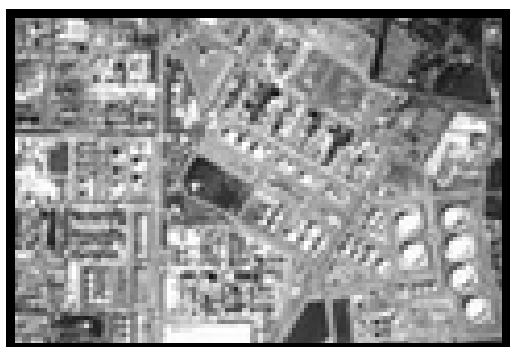
B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



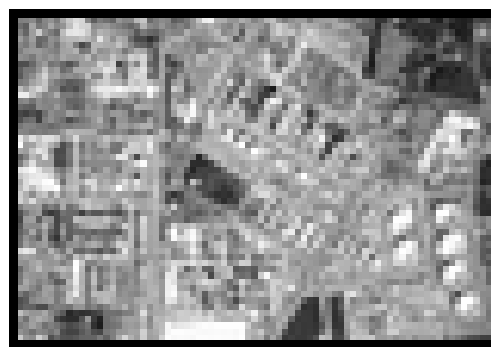
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

2. บริเวณเขตชุมชน



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



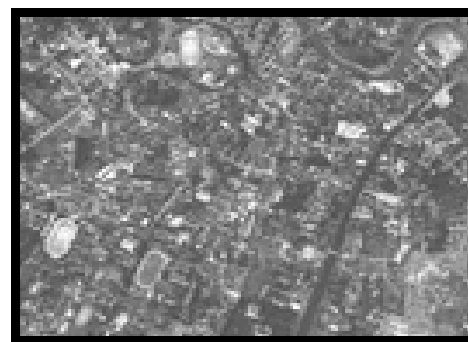
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

3. บริเวณเส้นทางคมนาคมทางบก



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

4. บริเวณข้อมูลน้ำ



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



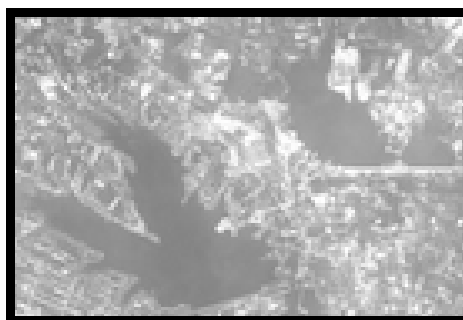
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

5. บริเวณเขตพืชพรรณ



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



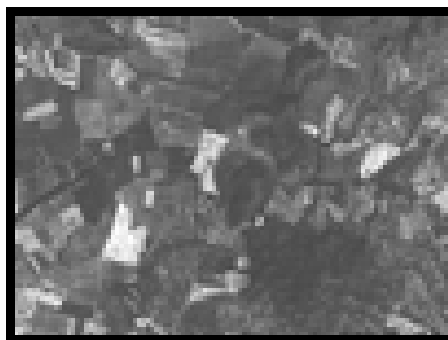
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

6. บริเวณเขตชายฝั่ง



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



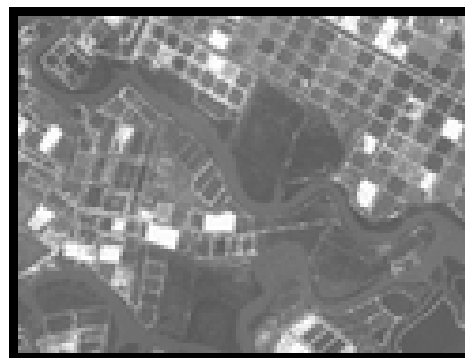
C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

7. บริเวณเขตการบิน



A. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



B. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 10



C. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 20



D. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 30



E. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 40



F. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่บีบอัดระดับ 50

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

ร้อยโท ธารวิทย์ เสวกตรุณทร

วันเดือนปีเกิด

วันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2527

สถานที่เกิด

แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว

จังหวัดกรุงเทพมหานคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

33/1172 หมู่ที่ 10 แขวงลาดพร้าว

เขตลาดพร้าว จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน

นายทหารประจำแผนกประกอบแผนที่

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542

มัธยมศึกษาปีที่ 4

จาก โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดกรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2545

โรงเรียนเตรียมทหาร กรมยุทธศึกษาทหาร

พ.ศ. 2548

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) สาขาวิศวกรรมสำรวจ

จาก โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก

พ.ศ. 2552

การศึกษามหาบัณฑิต (สาขาวิชาภูมิศาสตร์)

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จังหวัดกรุงเทพมหานคร