การเปรียบเทียบการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์
COMPARISON OF SATELLITE IMAGE COMPRESSION FOR GEOGRAPHICAL CLASSIFICATION

ธารวิทย์ เสวกดรุณทร, วิชัย พันธนะหิรัญ
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50000 ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา การศึกษาได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Spot5 level 2A ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดระยอง นำมาบีบอัดโดยกระบวนการแปลงความยาวคลื่นด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MrSID compression ในอัตราบีบอัดที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 เท่า เพื่อหาอัตราการบีบอัดที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ขนาดของข้อมูล ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย และทำการประเมินโดยผู้มีประสบการณ์ด้านการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่องานสำรวจข้อมูลแผนที่ การศึกษาพบว่าอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานคืออัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า สำหรับการศึกษาอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมแต่ละประเภทของชั้นข้อมูลที่นำมาจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานจะพบว่าบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและพื้นที่บริเวณเขตการบินสามารถบีบอัดได้สูงสุด 30 เท่า บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบก บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์ บริเวณชายฝั่ง และบริเวณเขตพืชพรรณ สามารถบีบอัดได้สูงสุด 20 ส่วนบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างสามารถบีบอัดได้สูงสุด 10 เท่า โดยผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการทำงานด้าน การจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานได้ในอนาคตต่อไป

คำสำคัญ: การจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์, การบีบอัด, ภาพถ่ายดาวเทียม

Abstract

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.

Keywords: Geographical classification, Comparession, Satellite image

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้ข้อมูลข่าวสารในด้านต่างๆ ต้องมีการรับส่งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบให้การประมวลผลรวมถึงการโอนถ่ายข้อมูล ต้องใช้เวลาและเนื้อที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีกระบวนการบีบอัดข้อมูล เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสูงสุดในการใช้งานข้อมูลเช่นเดียวกันกับข้อมูลในด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 โดยเฉพาะข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และต้องใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก ทั้งยังส่งผลกระทบให้การรับส่งข้อมูลระหว่างการทำงานต้องใช้เวลานาน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการบีบอัดข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้กระบวนการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพราะสามารถที่จะเป็นเครื่องมือช่วยลดปริมาณหน่วยความจำในการจัดเก็บ รวมถึงลดปัจจัยเวลาในการรับส่งข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้ภายหลังจากการบีบอัดนั้นจะมีขนาดที่ลดลง แต่ในขณะเดียวกันการบีบอัดที่ดีนั้นจะต้องสามารถคงคุณภาพของภาพให้เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ให้ถูกต้องตามมาตรฐานของงานที่กำหนด สำหรับวิธีการในการบีบอัดข้อมูลภาพนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็นการบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลบางส่วนมีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่สูงมาก และการบีบอัดภาพแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลไม่มีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่ต่ำ [1] ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการเพื่อที่จะบีบอัดข้อมูลสำหรับภาพถ่ายดาวเทียมนั้น จึงต้องคำนึงถึงรูปแบบและมาตรฐานของงานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เพราะเมื่อมีการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมนั้นจะทำให้คุณภาพของภาพที่เกิดขึ้นย่อมมีความเปลี่ยนแปลงออกไปจากเดิม

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 นั้นได้เลือกใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ซึ่งเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรที่กรมแผนที่ทหารได้นำมาใช้งานเพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานให้มีความทันสมัยเป็นประจำทุกปี [2] สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์นั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็ก เพื่อการรับส่งข้อมูลจะได้มีความสะดวกรวดเร็วและประหยัดเวลาในการทำงาน แต่สิ่งสำคัญที่สุดก็คือการปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [3] ดังนั้นการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 จึงมีส่วนช่วยในการ ทำงานได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการนำมาใช้งานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ให้มีความทันสมัยด้วยภาพถ่ายดาวเทียม

2. เพื่อศึกษาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความเหมาะสมสูงสุด เพื่อนำมาใช้ในงานจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ให้มีความทันสมัยด้วยภาพถ่ายดาวเทียม

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ กับภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. ภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ซึ่งบันทึกภาพเมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2551 Path 128 Row 51 โดยภาพถ่ายดาวเทียมนี้ครอบคลุมแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ภายในขอบเขตของจังหวัดระยองมาเป็นภาพต้นฉบับในการศึกษา ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมเป็นข้อมูลที่ได้รับการสะท้อนค่าพลังงานด้วยช่วงคลื่นแบบแพนโครมาติก จึงทำให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะอยู่ในลักษณะของภาพขาวดำ โดยแต่ละจุดภาพนั้นสามารถอ้างอิงกับพื้นที่จริงบนผิวโลกได้เท่ากับ 2.5x2.5 เมตร [4]

2. โปรแกรมที่ใช้สำหรับการศึกษาครั้งนี้

2.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป MrSID ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนารวมถึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานทางด้านสารสนเทศ ทางภูมิศาสตร์ โดยสามารถรองรับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งมีขนาดใหญ่ได้เป็นอย่างดี [5]

2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ArcPAD ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการทางด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับพกพา (Pocket PC)

3. คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับพกพา (Pocket Personnel Computer) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใช้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับพกพา รุ่น O2 ATOM โดยใช้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โมบายล์ 5.2 ซึ่งสามารถรองรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ArcPAD ได้

4. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personnel Computer) โดยต้องสามารถใช้ในการรองรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ERDAS IMAGINE ได้ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้จะใช้งานโมดูลของ MrSID ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นย่อยที่อยู่ในโปรแกรมดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมและวิธีการบีบอัดที่นิยมใช้ในปัจจุบัน รวมถึงศึกษากระบวนการสำหรับวัดประสิทธิภาพของภาพเพื่อหาอัตราการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่

2. กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา โดยต้องเป็นบริเวณที่มีชั้นข้อมูลของพื้นที่ครบตามประเภทที่จะนำมาใช้จำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ได้แก่ บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรม บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบก บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์ บริเวณชายฝั่ง บริเวณเขตพืชพรรณ และบริเวณเขตการบิน โดยจังหวัดระยองที่ได้เลือกนำมาใช้เป็นพื้นที่ศึกษานั้นมีความครบถ้วนตามองค์ประกอบที่ต้องการ

3. นำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ที่ใช้ในการศึกษาซึ่งครอบคลุมแผนที่มูลฐานมาตราส่วน 1:50,000 ระวาง ภายในขอบเขตของจังหวัดระยองมาเป็นภาพต้นแบบเพื่อจะนำมาเปรียบเทียบกับภาพที่ได้ผ่านการบีบอัดมาแล้ว หลังจากนั้นทำการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 เข้าสู่โปรแกรม ERDAS IMAGINE แล้วใช้งานฟังก์ชั่นของ MrSID Compressor ซึ่งเป็นโมดูลที่ใช้ในการบีบอัด โดยจะทำการบีบอัดภาพในอัตราการบีบอัดตั้งแต่ ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 เท่า โดยอัตราการบีบอัดนั้นจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

4. ทำการส่งผ่านข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด ซึ่งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง

เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา

5. ทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในระดับต่างๆ โดยใช้ภาพต้นฉบับเปรียบเทียบกับภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ [6] โดยจะใช้วิธีการหาขนาดของไฟล์ (File Size) ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer Rate) ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error : e_{rms}) และอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean Square Signal to Noise Ratio : SNR_{MS}) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ขนาดของไฟล์ (File Size) เป็นการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงขนาดของไฟล์โดยบันทึกหน่วยความจำที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใช้ในการบันทึกทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ ซึ่งจะทำการบันทึกข้อมูลใช้หน่วยเป็นไบท์ (Byte)

5.2 ทดสอบความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer Rate) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยบันทึกเวลาในการโอนถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา ซึ่งใช้การโอนถ่ายข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อแบบ USB 2.0 ทั้งภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในอัตราส่วนต่างๆ สำหรับการบันทึกเวลา จะบันทึกเวลาของการโอนถ่ายข้อมูลแต่ละประเภท จำนวน 5 ครั้ง แล้วนำมาใช้กระบวนการทางสถิติคือ หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{x})$ ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นผลรวมของค่าสังเกตหรือค่าของตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจทุกค่าของข้อมูลและหารด้วยจำนวนตัวอย่างของข้อมูล [7] ดังสมการ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\left(\bar{x}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

เมื่อ x แทนค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i
เมื่อ n แทนจำนวนตัวอย่างข้อมูล

5.3 ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error: e_{rms}) ถ้ากำหนดให้ $f(x,y)$ แทนข้อมูลภาพนำเข้า หรือภาพต้นฉบับ และ $f'(x,y)$ แทนภาพที่ผ่านการบีบอัด สำหรับ x และ y ใดๆ แล้วค่าความคลาดเคลื่อน e(x,y) ระหว่าง $f(x,y)$ และ $f'(x,y)$ สามารถหาได้จากสมการ

$$e(x,y) = f'(x,y) - f(x,y)$$

ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนของภาพต้นฉบับ ขนาด M x N จะได้ดังสมการ
ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด =

$$\frac{1}{MxN}\sum_{X=0}^{M=1}\sum_{Y=0}^{N=1}\left[f'(x,y) - f(x,y)^2\right]$$

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

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

เมื่อ M = จำนวนพิกเซลตามความกว้างของภาพ
N = จำนวนพิกเซลตามความยาวของภาพ
$f(x,y)$ = ค่าพิกเซลที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพต้นฉบับ
$f'(x,y)$= ค่าพิกเซลที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพที่ผ่านการบีบอัด

ถ้าหากค่า e_{rms} มีค่าน้อย แสดงว่าภาพที่ถูกบีบอัดมีคุณภาพดี [8]

5.4 อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย (Mean Square Signal to Noise Ratio : SNR_{MS}) บางกรณีเกณฑ์การวัดความถูกต้องอาจจะแสดงด้วยอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยของภาพที่คลายกลับมา ถ้าหากพิจารณาจากภาพที่บีบและคลายกลับมา โดย $f'(x,y)$ เป็นสัญญาณ และค่าความคลาดเคลื่อน $e(x,y)$ เป็นสัญญาณรบกวนจะหาค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยนี้จากสมการ

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

ถ้าหากค่า SNR_{MS} มีค่ามาก แสดงว่า ภาพที่ถูกบีบอัด มีคุณภาพดี [8]

6. นำภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ที่ผ่านกระบวนการบีบอัดในแต่ละระดับมาตรวจสอบเพื่อหาความเหมาะสม เพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยจะทำการคัดเลือกภาพที่ผ่านการบีบอัดมา 5 ระดับ คือ 10 20 30 40 และ 50 เท่า ตามลำดับเนื่องจากการบีบอัดในอัตรา ดังกล่าวนั้น มีความเหมาะสมต่อเวลารวมถึงมีการเพิ่มระดับอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นจึงให้ผู้สังเกตการทดลองจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ในการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศ โดยผู้สังเกตการณ์ทดลองจะเป็นบุคลากรที่ทำงานด้านสำรวจข้อมูลภูมิประเทศด้วยภาพถ่ายดาวเทียมจากกรมแผนที่ทหาร รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอื่นๆ

7. การวิจัยได้กำหนดปัจจัยสำหรับผู้สังเกตการทดลอง โดยจะทำการพิจารณาภาพจากองค์ประกอบการจำแนกภาพ คือ รูปร่าง (Shape) ขนาด (Size) ความหยาบละเอียด (Texture) ที่ตั้ง (Site) และรูปแบบ (Pattern) [9] ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดพื้นที่ซึ่งเป็นประโยชน์ไปตามแนวทางในการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน สำหรับพื้นที่ให้ความสนใจ นั้นจะเป็นไปตามชั้นข้อมูลที่กำหนดได้แก่ รายละเอียดเกี่ยวกับพื้นที่อุตสาหกรรม รายละเอียดเกี่ยวกับสิ่งปลูกสร้าง รายละเอียดคมนาคมรายละเอียดเกี่ยวกับอุทกศาสตร์ รายละเอียดแนวชายฝั่ง รายละเอียดเกี่ยวกับพืชพรรณ และรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลการบิน โดยการทำการทดลองนั้นจะพิจารณาจากภาพบนจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบพกพา

8. ให้ผู้สังเกตการทดลอง ทำการให้คะแนนด้วยการเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัด โดยให้เปรียบเทียบความรู้สึกในการรับรู้ภาพ ซึ่งจะใช้แนวคิดทางการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศเป็นแกนหลัก จากนั้นก็ให้คะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็น (Mean Opinion Score: MOS) ที่มีระดับการให้คะแนนคือ ค่าของคะแนน 5 4 3 2 และ 1 โดยจะเป็นการแสดงความเห็นของคุณภาพของภาพกับที่ผ่านการบีบอัดที่ระดับ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ ต่ำมากตามลำดับ [10]

9. ทำการรวบรวมผลคะแนนเฉลี่ย ที่ได้จากผู้สังเกตการทดลองทั้ง 20 คน เพื่อนำมาประเมินคุณภาพของภาพและสรุปผลพิจารณาการจำแนกรายละเอียดภาพ ว่าอัตราการบีบอัดระดับใดที่มีความเหมาะสม เพื่อใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน

10. เกณฑ์การรวบรวมคะแนนเพื่อหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็นนั้น คำนวณจากความน่าจะเป็นในการเลือกคำตอบจากผู้สังเกตการทดลอง ถ้าหากผู้สังเกตการทดลองให้คะแนนความคิดเห็นในทุกปัจจัย ดีมากแสดงว่าความน่าจะเป็นของคะแนนค่าเฉลี่ยที่สูงสุด คือ 25 และ ถ้าผู้สังเกตการทดลองให้คะแนนความคิดเห็นในทุกปัจจัยต่ำมาก แสดงว่าความน่าจะเป็นของคะแนนค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด คือ 5 จากนั้นผู้วิจัยจึงแบ่งช่วงคุณภาพของภาพออกเป็น 5 ช่วงคะแนน คือ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก [2]

11. สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับกับภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ เพื่อให้ทราบอัตราการบีบอัดใดยังคงรักษาคุณภาพของภาพที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจำแนกรายละเอียดภูมิประเทศได้

12. นำภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ มาทำการจำแนกภาพดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ (Automatic Classification) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การจำแนกภาพดาวเทียมแบบไม่มีการกำกับ (Unsupervised Classification) เพื่อเป็นขั้นตอนในการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน [10] โดยอาศัยเครื่องมือการจำแนกในโปรแกรม ERDAS IMAGINE

13. กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Cluster) ที่ต้องการจำแนกโดยอ้างอิงตามชั้นข้อมูลที่ต้องใช้ในการสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานซึ่งจะใช้ค่าความสว่างของจุดภาพที่คล้ายคลึงกันในการจัดกลุ่มตัวอย่างนั้นจะกำหนดชั้นข้อมูลตามประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการแบ่งเพื่อสำรวจจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน โดยจะเลือกใช้วิธี ISODATA Cluster

(The Iterative Self-Organization Data Analysis Technique) ซึ่งมีหลักการในการคัดเลือกจุดภาพเข้าสู่กลุ่มตัวอย่าง โดยดูจากระยะห่างน้อยที่สุดจากจุดศูนย์กลางกลุ่ม คือจะเลือกตามค่าความสว่างของจุดภาพที่คล้ายคลึงกันให้เป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งโปรแกรมจะทำการจัดกลุ่มให้กับแต่ละจุดภาพไปเรื่อยๆ โดยเลือกให้อยู่ในกลุ่มที่มีศูนย์กลางใกล้กับจุดภาพมากที่สุด และทำซ้ำไปจนครบทุกจุดภาพ [11]

14. ทำการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ผลต่างจากการจำแนกแบบแบ่งกลุ่มข้อมูลในแต่ละกลุ่มข้อมูล ระหว่างภาพต้นฉบับ และภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ด้วยการคำนวณผลต่างซึ่งจะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงจากจำนวนกลุ่มข้อมูลนั้นๆ [12]

15. วิเคราะห์และสรุปผลการกระจายตัวของค่าความสว่างจุดภาพของภาพต้นฉบับและภาพที่ผ่านการบีบอัดในระดับต่างๆ

16. ทำการรวบรวมคะแนนจากขนาดของไฟล์ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ผลค่ารากที่สองของความเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง อัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยและจากผู้สังเกตการทดลอง

17. สรุปผลระดับการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีระดับคะแนนสูงสุดซึ่งจะเป็นอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมที่สุด สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์เพื่อปรับปรุงแผนที่มูลฐาน รวมถึงเสนอแนะแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป

ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานจากการพิจารณา ทั้ง 5 ประเภท ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของภาพ

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ	ระดับการบีบอัด (เท่า)				
	10	**20**	**30**	**40**	**50**
ขนาดของไฟล์ข้อมูลที่ลดลง (%)	93.99	3.17	0.99	0.26	0.44
เวลาส่งผ่านข้อมูลที่ลดลง (%)	63.54	16.19	5.15	3.03	2.53
ค่าความคลาดเคลื่อนของจุดภาพ	3.05	3.87	4.55	5.04	5.36
ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ย	26.78	21.10	17.94	16.21	15.22
การประเมินจากผู้สังเกตการทดลอง	32.00	27.00	23.00	19.00	14.00

การประเมินคุณภาพของภาพ พบว่าขนาดของไฟล์ข้อมูลที่การบีบอัดระดับ 10 เท่า จะมีขนาดของไฟล์ลดลงสูงสุด 98.85% ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลที่การบีบอัดระดับ 10 เท่า จะใช้เวลาในการส่งผ่านข้อมูลต่ำลดลงสูงสุด 63.54% ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองทางตำแหน่งของจุดภาพที่การบีบอัดระดับ 10 เท่าจะมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนดังกล่าวต่ำที่สุด เท่ากับ 3.05 ค่าอัตราสัญญาณรบกวนเฉลี่ยที่การบีบอัดระดับ 10 เท่าจะมีค่าดังกล่าวสูงที่สุดเท่ากับ 26.78 และการประเมินจากผู้สังเกตการทดลองที่การบีบอัดระดับ 10 เท่า จะได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 32

การประเมินจากผู้สังเกตการทดลองพบว่าอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมในแต่ละประเภทของชั้นข้อมูลซึ่งนำมาจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐานนั้น บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมสามารถบีบอัดได้ 30 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างสามารถบีบอัดได้ 10 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณเส้นทางการคมนาคมทางบกสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณข้อมูลอุทกศาสตร์สามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง บริเวณชายฝั่งสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูงบริเวณเขตพืชพรรณสามารถบีบอัดได้ 20 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง และบริเวณเขตการบินสามารถบีบอัดได้ 30 เท่าที่คุณภาพของภาพยังอยู่ในเกณฑ์สูง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการบีบอัดสูงสุดในแต่ละชั้นข้อมูลพื้นที่

บริเวณพื้นที่	อัตราการบีบอัด (เท่า)
พื้นที่อุตสาหกรรม	30
พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง	10
การคมนาคมทางบก	20
ข้อมูลอุทกศาสตร์	20
บริเวณชายฝั่ง	20
บริเวณเขตพืชพรรณ	20
บริเวณเขตการบิน	30

ผลการศึกษาด้านคุณภาพของภาพจากผู้สังเกตการทดลองพบว่า บริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมและบริเวณเขตการบิน จะทำการบีบอัดได้สูงที่สุด ส่วนพื้นที่บริเวณสิ่งปลูกสร้างจะทำการบีบอัดข้อมูลได้ต่ำที่สุด

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาด้วยนำวิธีการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ต้องการนำมาใช้งาน สามารถช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในด้านการประมวลผลข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการถ่ายโอนข้อมูลให้มีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น แต่สิ่งที่ควรคำนึงว่า การบีบอัดภาพนั้นทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูล ดังนั้นการเลือกใช้อัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงจำเป็นต้องใช้ให้เหมาะสมกับงานที่นำไปปฏิบัติ สำหรับการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นในการนำองค์ความรู้ด้านการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาประยุกต์ใช้ด้านการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ซึ่งการทดลองได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ช่วงคลื่นเดี่ยวมาใช้วิเคราะห์เพื่อหาอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมสูงสุดการแสดงผลคะแนนพบว่า อัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน คืออัตราการบีบอัดที่ระดับ 10 เท่า และอัตราการบีบอัดที่มีความเหมาะสมต่ำที่สุด คือ อัตราการบีบอัดที่ระดับ 50 เท่า จากการศึกษาวิจัยผู้วิจัยได้เสนอข้อแนะนำเพื่อใช้สำหรับการศึกษาครั้งต่อไปดังนี้

1. การศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A ช่วงคลื่นแพนโครมาติก ซึ่งจะมุ่งเน้นในการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ตามแนวทางการปรับปรุงแผนที่มูลฐาน ดังนั้นหากต้องการศึกษาวิจัยที่มีความมุ่งเน้นในงานด้านอื่น จึงควรข้อมูลภาพถ่ายที่บันทึกด้วยช่วงคลื่นอื่นๆ มาทำการบีบอัดและศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

2. การศึกษาครั้งนี้ใช้การทำงานของโปรแกรม MrSID มาใช้สำหรับการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ถ้าหากมีการวิจัยในอนาคตอาจจะศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมของอัตราการบีบอัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้การทำงานของโปรแกรมประเภทอื่น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดซึ่งจะทำให้องค์ความรู้ที่ได้รับมีประสิทธิภาพต่อการทำงานมากยิ่งขึ้น

3. การเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมได้นำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 Level 2A มาใช้งาน เพราะข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดนี้ได้มีการนำมาใช้สำหรับการจำแนกรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ เพื่อการปรับปรุงแผนที่มูลฐานของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งในอนาคตควรจะมีการศึกษา

เพิ่มเติม โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดอื่นมาทำการบีบอัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม QUICKBIRD เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงจะมีการใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจที่จะศึกษาถึงอัตราการบีบอัดที่เหมาะสมสำหรับการนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อไปประยุกต์ใช้ในงานประเภทต่างๆ โดยที่ยังคงรักษามาตรฐานของงานได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธนะหิรัญ ประธาน พันโท ฐาปณา อุไรวรรณ, รองศาสตราจารย์ ดร.ดีบุญ เมธากุลชาติ และ รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ของการวิจัยตลอดมา ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางวิชาการที่มีประโยชน์ยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจในการทำงาน

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอให้ความดีทุกประการ ที่ทุกท่านได้มอบให้กับข้าพเจ้าจงกลับไปเป็นพรอันประเสริฐให้กับท่านและครอบครัวจงประสบกับความสุขความสำเร็จทุกประการตลอดไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Gonzalez, R.C. and Woods, R.E. (2002). *Digital Image Processing.* Second Edition. New Jersey: Prentice Hall.

[2] กรมแผนที่ทหาร. (2548). โรงเรียนแผนที่. *การสำรวจจำแนกรายละเอียดในภูมิประเทศ.* กรุงเทพมหานคร: กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด.

[3] กรมแผนที่ทหาร. (2548). กองทำแผนที่. *คุณลักษณะการทำงานของกองทำแผนที่.* กรุงเทพมหานคร: กรมแผนที่ทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด.

[4] Monarch K. honor. Spot5 Revolution. [online] available: http://www.spot5.go.fr/product/news/2009.

[5] LiZardTech. MrSID Technology Primer. [online] available: http://en.wikipedia.org. 2009.

[6] Umbaugh, S.E. (1998). *Computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using CVIP Tools.* New Jersey, U.S.A. Prentice-Hall.

[7] ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2536). หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ทวีกิจ.

[8] Azriel, R.and Avinash, C.K. (1998). *Digital Image Processing,* 2nd edition. Orland: Academic Press, Inc.

[9] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2547). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ.* กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

[10] เฟื่องฉัตร จันทวงษ์โส. (2548). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการบีบอัดภาพถ่ายดาวเทียมกับการจำแนกภาพด้วยสายตา.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิศวกรรมสำรวจ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (2000). *Remote Sensing and Image Interpretation.* John Wiley & Sons.

[12] Peter, A.B. and Racheael, A. M. (1998). *Principle of Geographical Information Systems.* Oxford University.