

## การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินโดยการจำแนกประเภทข้อมูลภาพจากดาวเทียม ในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

### Analysis of Land Use Pattern by Satellite Image Classification in Mae Rim District, Chiang Mai Province

ภาติยะ พัฒนาศักดิ์<sup>1</sup>



#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 2 ประการได้แก่ (1) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ (2) เพื่อประเมินวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพตามรูปแบบการใช้ที่ดินในอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาการจำแนกประเภทข้อมูลเชิงจุดภาพเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ โดยการจำแนกเชิงจุดภาพนั้นใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุดและความน่าจะเป็นได้สูงสุด ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ภาพจากดาวเทียมไทยโชต ในระบบหลายช่วงคลื่น ปี พ.ศ.2554 ผลการวิจัยพบว่าวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพสามารถจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินได้เป็น 5 ประเภท เริ่มจากการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด ความน่าจะเป็นได้สูงสุด และวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ ผลการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินจำนวน 5 ประเภท มีดังต่อไปนี้ ประเภทที่ 1 ได้แก่พื้นที่ป่าไม้ (ร้อยละ 54.50 ร้อยละ 45.44 และร้อยละ 57.63) ประเภทที่ 2 ได้แก่พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร (ร้อยละ 12.48 ร้อยละ 17.89 และร้อยละ 17.48) ประเภทที่ 3 ได้แก่นาข้าว (ร้อยละ 9.95 ร้อยละ 9.90 และร้อยละ 10.34) ประเภทที่ 4 ได้แก่พืชชนิดอื่น ๆ (ร้อยละ 20.48 ร้อยละ 26.42 และ ร้อยละ 14.64) และประเภทที่ 5 ได้แก่พื้นที่แหล่งน้ำ (ร้อยละ 2.59 ร้อยละ 0.35 และ ร้อยละ 0.48) การเปรียบเทียบความถูกต้องโดยรวมและสถิติ Kappa พบว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุมีค่าความถูกต้องสูงสุด (ร้อยละ 69.63 และ สถิติ Kappa ร้อยละ 55) ตามด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (ร้อยละ 67.41 และ สถิติ Kappa ร้อยละ 51) และลำดับสุดท้ายได้แก่กฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด (ร้อยละ 61.11 และสถิติ Kappa ร้อยละ 39)

**คำสำคัญ :** การจำแนกประเภทข้อมูล ภาพจากดาวเทียมไทยโชต การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

<sup>1</sup> อาจารย์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

## ABSTRACT

The research had 2 objectives (1) to analyze land use pattern in Mae Rim district, Chiang Mai province and (2) to evaluate satellite image classification from land use pattern in Mae Rim district, Chiang Mai Province. The pixel-based and object-based image classifications were compared. In particular, the pixel-based image analysis, supervised classification with decision rules from minimum distance to means classifier and maximum likelihood classifier were compared with object-based image analysis. This research analyzed data from Thaichote satellite image in multi-spectral bands during 2011. The research results indicated that image classification of land use pattern could be categorized into 5 types. When processed with minimum distance to means classifier, maximum likelihood classifier and object-based image analysis, the results respectively revealed 5 types of land use as follows: type 1, forest land (54.50%, 45.44% and 57.63%), type 2, urban and agricultural land (12.48%, 17.89%, and 17.48%), type 3, paddy field (9.95%, 9.90% and 10.34%), type 4, other vegetation (20.48%, 26.42% and 14.64%) and finally, type 5, water body (2.59%, 0.35% and 0.48%). Comparative overall accuracy and Kappa statistic revealed the highest overall accuracy of object-based image analysis (69.63%, 55% Kappa statistic), followed by maximum likelihood classifier (67.41%, 51% Kappa statistic) and minimum distance to means classifier (61.11%, 39% Kappa statistic).

**Keywords :** classification, satellite image, supervised classification, object – based image analysis

## บทนำ

ปัจจุบันการขยายตัวของเขตพื้นที่เมืองสูงขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากร เศรษฐกิจเกิดการขยายตัวจากการพัฒนา ดังนั้นการใช้ที่ดินในเมืองและพื้นที่โดยรอบจึงพบปัญหาได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ตรงตามสมรรถนะของดิน ปัญหาการบุกรุกทำลายป่า ปัญหาการขาดแคลนที่อยู่อาศัย เป็นต้น อำเภอแม่ริมเป็นอำเภอหนึ่งในเขตปริมณฑลของนครเชียงใหม่ ที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีความพร้อมทุก ๆ ด้าน จนเป็นอำเภอขนาดใหญ่ของจังหวัดเชียงใหม่ เป็นที่ตั้งของศูนย์ราชการ มีการขยายตัวของชุมชนเมืองที่รองรับความเจริญเติบโตของนครเชียงใหม่ ทำให้อำเภอแม่ริม มีสถานะเทียบเท่าจังหวัดเชื่อมต่อกับนครเชียงใหม่ ปัจจุบันมีการขยายตัวของการท่องเที่ยวที่ถือว่ามากที่สุดของจังหวัดเชียงใหม่ อีกทั้งอำเภอแม่ริมเป็นอำเภอที่รองรับความเจริญของนครเชียงใหม่เพื่อขยายไปยังศูนย์กลางความเจริญทางตอนเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ และเป็นทางผ่านเพื่อไปยัง

อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำให้อำเภอแม่ริมมีสภาพเศรษฐกิจดี มีการคมนาคมที่คับคั่ง และเป็นเมืองท่องเที่ยวที่ใกล้เคียงเมืองเชียงใหม่มากที่สุด จากการขยายตัวของแหล่งท่องเที่ยวและระบบโครงสร้างพื้นฐานทำให้อำเภอแม่ริมมีพื้นที่ป่าลดลงไปจากเดิมเป็นอย่างมาก ดังนั้นการวางแผนที่ดินและการทำแผนที่การใช้ที่ดินจึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาทรัพยากรในท้องถิ่นเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ อันจะนำไปสู่แนวโน้มการพัฒนาเมืองต่อไปได้อย่างยั่งยืน วิธีการทำแผนที่ที่มีหลายวิธี วิธีที่มีความถูกต้องและรวดเร็วคือการนำภาพจากดาวเทียมมาใช้เป็นฐานในการทำแผนที่การใช้ที่ดิน ซึ่งภาพจากดาวเทียมที่จะนำมาใช้ในการทำแผนที่นั้นเป็นภาพจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร โดยดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีอยู่หลายดวง แต่ละดวงมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ดาวเทียมบางดวงมีคุณสมบัติทางการให้รายละเอียดทางพื้นดินสูง (High spatial resolution)

ดาวเทียมบางดวงมีคุณสมบัติให้รายละเอียดข้อมูลเชิงคลื่นสูง คือมีการบันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multi-spectral) โดยในแต่ละช่วงคลื่นมีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป ดังนั้นในการทำงานในแต่ละส่วนจึงต้องคำนึงถึงงบประมาณและวัตถุประสงค์ของการเลือกใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรให้เหมาะสมกับลักษณะของแผนที่ตามมาตรฐานที่ผู้ใช้งานต้องการ

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้ภาพจากดาวเทียมไทยโชต (Thaichote) หรือชื่อเดิมคือดาวเทียมธีออส (THEOS) เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของประเทศไทยที่สามารถนำมาใช้ศึกษาด้านแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ต้องการความละเอียดมากนัก โดยอาศัยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ รวมถึงงานวิจัยทางด้านการจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินจากภาพดาวเทียมรายละเอียดปานกลาง ดังที่เอกรักษ์ (2552) ได้ศึกษาการวิเคราะห์วิธีปรับเน้นข้อมูลภาพเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกฝิ่นบริเวณพื้นที่สูงภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม (Supervised classification) ด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum likelihood classifier) มีผลการประเมินความถูกต้องสูงกว่าการใช้ตัวจำแนกประเภทแบบระยะห่างต่ำสุด (Minimum distance classifier) ซึ่งในแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไปซึ่งสรรศรีใจ (2550) กล่าวว่านักวิเคราะห์ภาพดาวเทียมบางท่านได้อธิบายในรายละเอียดถึงกรรมวิธีวิเคราะห์แบบโอกาสความน่าจะเป็นได้สูงสุดว่าเป็นกรรมวิธีที่ต้องมีการคำนวณต่อจุดภาพมากที่สุดแต่ก็มีได้ให้ผลเลิศเสมอไป

ปัจจุบันการจำแนกประเภทข้อมูลมีการพัฒนามากขึ้น วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based image analysis) เป็นวิธีช่วยในการจำแนกแยกแยะวัตถุได้ดีขึ้น โดยการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการจำแนกแบบจุดภาพ (Pixel-based) ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วย

กฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุดและกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด โดยมีการออกภาคสนามเพื่อตรวจสอบพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล การตรวจสอบความถูกต้องในการปรับปรุงแผนที่อ้างอิงเพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ โดยประเมินคุณภาพของผลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพในแต่ละประเภทด้วยเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (Confusion matrix) เพื่อหาค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) และค่าสถิติ Kappa (Kappa statistic) ซึ่งเป็นการประเมินตารางความคลาดเคลื่อนโดยใช้ค่าสถิติอธิบายระดับความสอดคล้องกันของข้อมูล 2 ชุดที่ได้จากการจำแนกโดยตรง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อประเมินวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพตามรูปแบบการใช้ที่ดินในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่บริเวณละติจูด 18 องศา 49 ลิปดาเหนือ ถึงละติจูด 19 องศา 4 ลิปดาเหนือ และบริเวณลองจิจูด 98 องศา 4 ลิปดาตะวันออกถึงลองจิจูด 99 องศาตะวันออก ดังแสดงในภาพที่ 1

อาณาเขต

ทิศเหนือติดต่อกับ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ทิศใต้ติดต่อกับ อำเภอเมืองเชียงใหม่ และอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

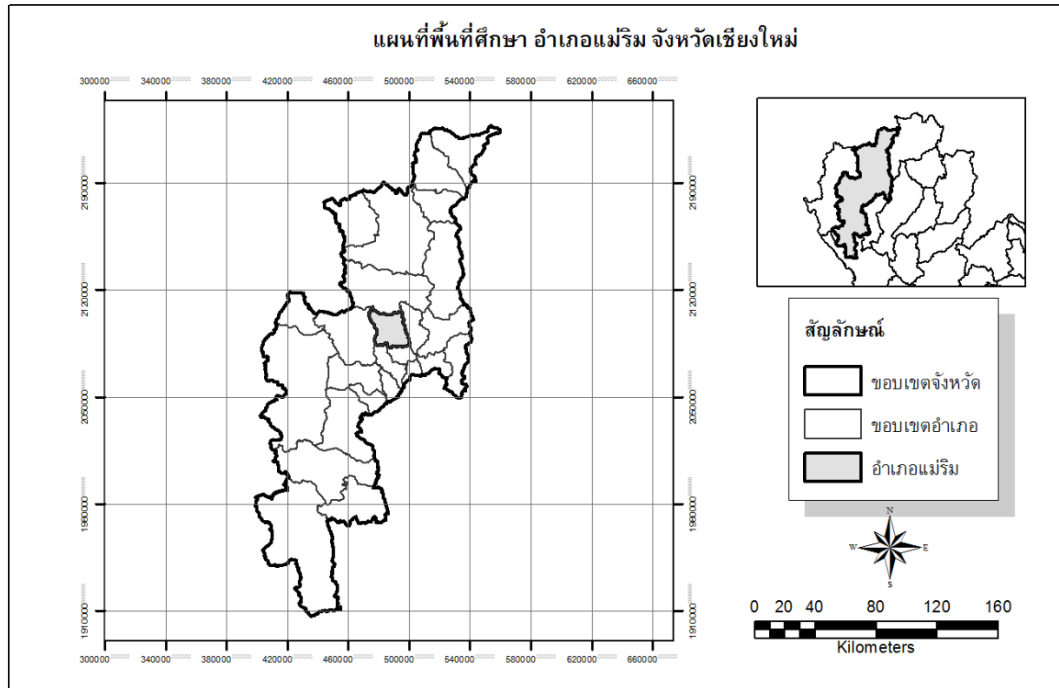
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ทิศตะวันตกติดต่อกับ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งการปกครองออกเป็น 11 ตำบล ได้แก่ ตำบลริมใต้ ตำบลริมเหนือ ตำบลสันป่อง ตำบลขี้เหล็ก ตำบลสะลวง ตำบล

ห้วยทราย ตำบลแม่แรม ตำบลโป่งแยง ตำบลแม่สา ตำบลดอนแก้ว และตำบลเหมืองแก้ว สัดส่วนการใช้ที่ดินของอำเภอแม่ริมพบว่า ลักษณะการใช้ที่ดินมีสัดส่วนมากที่สุดคือ ป่าไม้ อยู่ทางตะวันตกต่อเนื่องไป

ถึงตอนกลางของพื้นที่ รองลงมาได้แก่การใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม อยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่ และมีแหล่งน้ำอยู่ทางตะวันออกของพื้นที่เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์
2. สามารถเลือกใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลภาพที่เหมาะสมในด้านการใช้ที่ดินจากการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียมไทยโชต
3. เป็นประโยชน์ต่อการทำแผนที่โดยใช้ภาพจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดปานกลาง
4. เป็นแนวทางในการประยุกต์การจำแนกประเภทข้อมูลภาพที่มีการนำค่าการสะท้อนของสิ่งปกคลุมดินและรายละเอียดทางที่ตั้งมาพิจารณา

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

- 1.1 ข้อมูลภาพจากดาวเทียมไทยโชต ระบบหลายช่วงคลื่น จำนวน 4 ช่วงคลื่น มีรายละเอียดภาคพื้นดิน 15 เมตร จำนวน 6 ภาพ บันทึกข้อมูลในวันที่ 22 มกราคม พ.ศ.2554 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
- 1.2 แผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ราว 4746 I 4747 II และ 4846 IV จากกรมแผนที่ทหาร
- 1.3 ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลการแบ่งเขตการปกครอง ข้อมูลสถิติของพื้นที่จากรายงานการวิจัยและเว็บไซต์

1.4 ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะประจำบริเวณพื้นที่ศึกษาที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ขอบเขตการปกครอง ถนน แม่น้ำ และการใช้ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2552

#### การเตรียมข้อมูล

##### การนำเข้าข้อมูล

1. นำเข้าข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาพจากดาวเทียมไทยโชตที่ผ่านการตรวจแก้เชิงคลื่น จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) จัดเก็บในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

2. นำเข้าแผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1: 50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 4746 I 4747 II และ 4846 IV ลงในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

##### การตรวจแก้เชิงเรขาคณิต

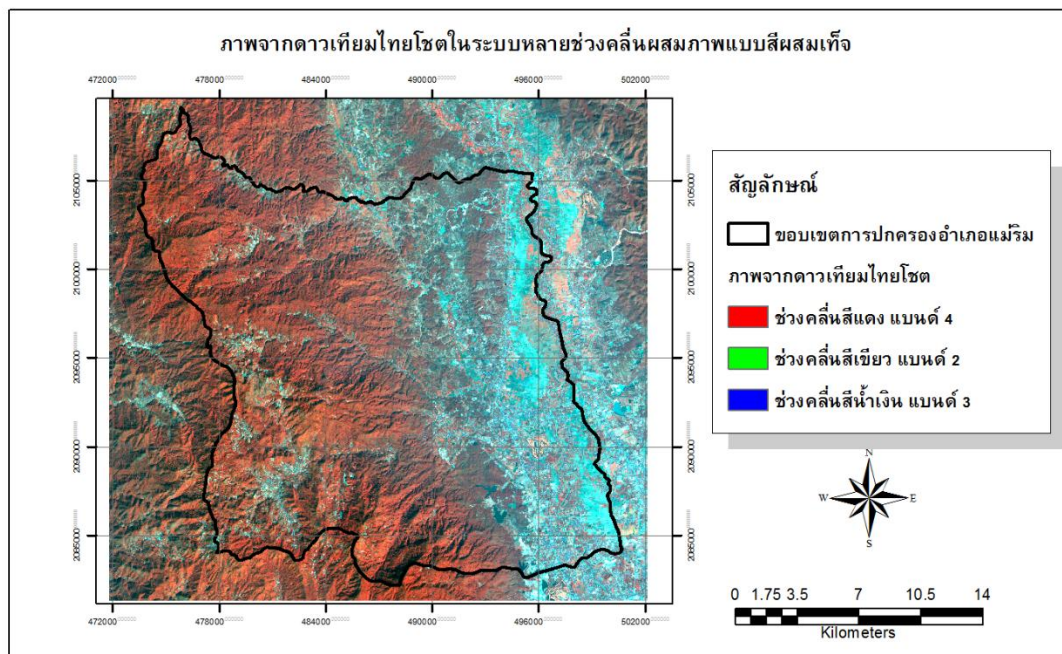
เพื่อให้ภาพจากดาวเทียมสามารถอ้างอิงพิกัดได้จริง จึงตรวจแก้ทางตำแหน่งของภาพ โดยมีวิธีการตรวจแก้ ได้แก่ การตรวจแก้เชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต โดยอ้างอิงจากแผนที่ภูมิประเทศ

มาตรฐาน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 4746 I 4747 II และ 4846 IV เป็นข้อมูลภาพอ้างอิง การตรวจแก้ใช้วิธีการตรวจแก้ระหว่างภาพกับแผนที่ (Image to map correction) โดยเลือกจุดควบคุมตามสมการพหุนามในลำดับที่สอง ได้จุดควบคุมจำนวนอย่างน้อย 6 จุด (ดัดแปลงจาก Gao, 2009) โดยจะต้องเป็นจุดที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันทั้งในแผนที่และภาพจากดาวเทียม และให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เมื่อภาพดาวเทียมไทยโชตผ่านการตรวจแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว ภาพจะมีตำแหน่งตรงกับแผนที่และตำแหน่งในภูมิประเทศ ตำแหน่งเดียวกัน

##### การเน้นรายละเอียดข้อมูล

1. นำภาพจากดาวเทียมไทยโชต ผสมเป็นภาพสีเท็จ (False image color composite) โดยผสมในช่วงคลื่น R-G-B (4-2-3)

2. เน้นความคมชัดของภาพด้วยวิธีการยืดตามความถี่ของข้อมูล (Histogram equalization) แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพจากดาวเทียมไทยโชตในระบบหลายช่วงคลื่นผสมภาพแบบสีผสมเท็จ (R-G-B: 4-2-3)

## การวิเคราะห์ข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพจากดาวเทียมไทยโชต โดยใช้วิธีดังต่อไปนี้

1. จำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด

2. จำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบภาพความน่าจะเป็นได้สูงสุด

3. จำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ โดยพิจารณาองค์ประกอบได้แก่

3.1 ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)

3.2 ปัจจัยทางด้านที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม (Environment and Association) เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการจำแนกการใช้ที่ดินแต่ละประเภท

4. ตกแต่งข้อมูลภายหลังการจำแนกในแต่ละวิธี (Post Classification) ด้วยการใช้ตัวกรองภาพ

5. การออกภาคสนาม

ในการวิจัยครั้งนี้การออกภาคสนามเป็นการเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบพื้นที่ตัวอย่างในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุม และเพื่อใช้ในการปรับปรุงแผนที่อ้างอิงจากแผนที่การใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ในปี พ.ศ.2552 ให้เป็นปัจจุบัน

6. การประเมินความถูกต้องภายหลังการจำแนก โดยการหาค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall accuracy) จากการสร้างแผนที่รับการประเมิน (Evaluated map) กับแผนที่อ้างอิงในการประเมิน (Reference map) ซึ่งอ้างอิงจากแผนที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ในปี 2552 โดยการเปรียบเทียบจุดซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ และการหาค่าสถิติ kappa ซึ่งเป็นการคำนวณความสอดคล้องของข้อมูล 2 ชุดที่ได้จากการจำแนกโดยตรง โดยมีสูตรคำนวณได้แก่ (Lillesand and Kiefer, 1994)

$$K = \frac{\text{observed accuracy} - \text{chance agreement}}{1 - \text{chance agreement}}$$

หรือ เขียนได้ดังสมการ

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

โดยที่ r หมายถึง จำนวนแถวและสดมภ์ในตารางความคลาดเคลื่อน

$X_{ii}$  หมายถึง จำนวนจุดที่ตรงกันระหว่างแถว i และสดมภ์ i

$X_{i+}$  หมายถึง จำนวนจุดทั้งหมดในแถว i

$X_{+i}$  หมายถึง จำนวนจุดทั้งหมดในสดมภ์ i

N หมายถึง จำนวนจุดทั้งหมดจากการสุ่ม

ตัวอย่างในตารางความคลาดเคลื่อน

## ผลการวิจัย

การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จากภาพจากดาวเทียมไทยโชต

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดรูปแบบการใช้ที่ดินออกเป็นระดับที่หนึ่งและระดับที่สองตามระบบการจำแนกการใช้ที่ดินของประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2533 อ้างใน สมพร, 2552) ประกอบกับการพิจารณา ร่วมกับการออกภาคสนามเบื้องต้น ซึ่งจำแนกเป็นระดับที่หนึ่งประกอบไปด้วย พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร (Urban and Agricultural Land) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land) และพื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

ระดับ I	ระดับ II
A พื้นที่การเกษตร (Agricultural Land)	A1 นาข้าว (Paddy Field)
	A2 พืชชนิดอื่น (Other Vegetation)
F ป่าไม้ (Forest Land)	ไม่ทำการจำแนกต่อ
U and A ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร (Urban and Agricultural Land)	ไม่ทำการจำแนกต่อ
W พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body)	ไม่ทำการจำแนกต่อ

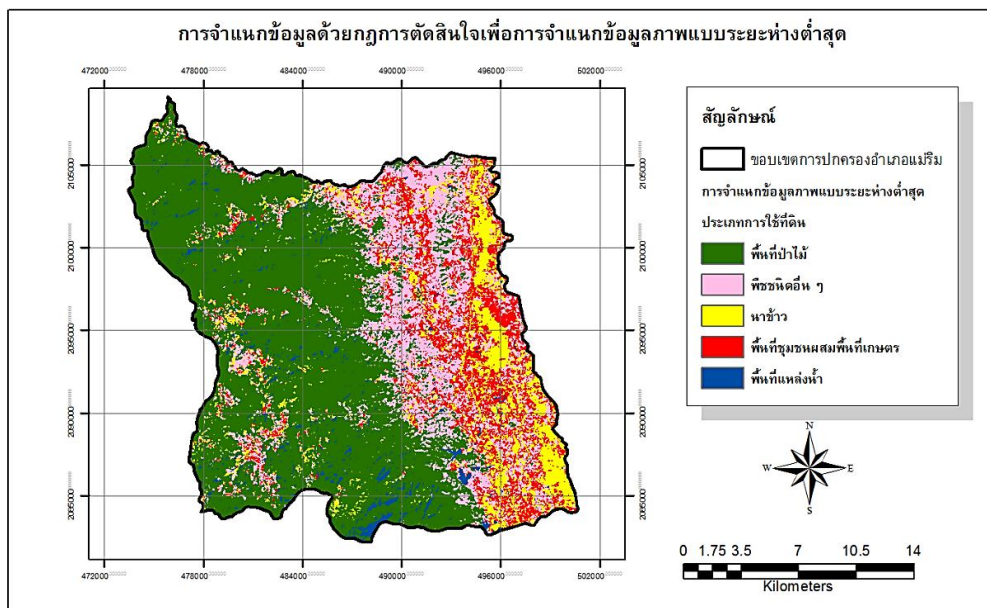
1.1. การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด กฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุดเป็นการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมที่โปรแกรมจะคำนวณและวัดระยะห่างจากแต่ละ

จุดภาพที่ไม่ทราบค่าไปยังตำแหน่งที่ค่าเฉลี่ยความสว่างของแต่ละประเภทข้อมูล ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด ผลการจำแนกแสดงได้ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จุดภาพ	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	1,110,882	249.95	54.50
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	254,520	57.26	12.48
นาข้าว	202,683	45.60	9.95
พืชชนิดอื่น ๆ	417,386	93.91	20.48
พื้นที่แหล่งน้ำ	52,662	11.85	2.59
<b>รวม</b>	<b>2,038,133</b>	<b>458.58</b>	<b>100.00</b>

การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด แสดงได้ดังภาพที่ 3



**ภาพที่ 3** การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด

1.2. การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางสถิติ คือจะต้องคำนวณเวกเตอร์เฉลี่ย ค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม และค่าสหสัมพันธ์ ของข้อมูลตัวอย่างจากทุกช่วงคลื่นที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภท โดย

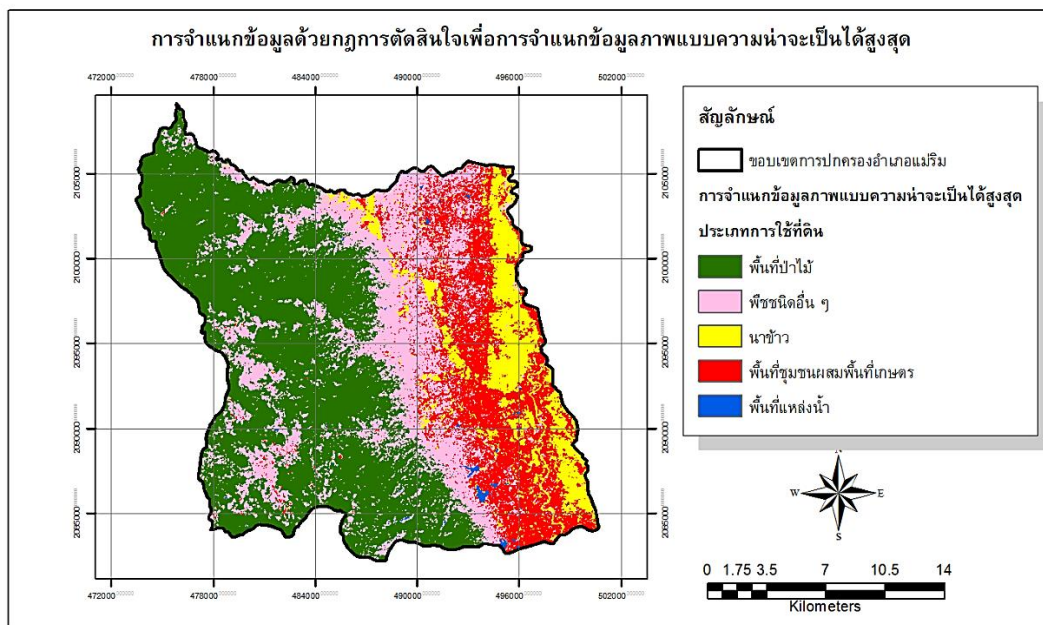
ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ แสดงได้โดยเส้นโค้งปกติ มีรูปแบบขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งวิธีการคำนวณจะใช้เวลาานมากกว่าวิธีการอื่น ๆ ประกอบกับข้อมูลจะต้องมีการกระจายแบบปกติ แต่ผลการวิเคราะห์จะถูกต้องกว่าวิธีการแบบอื่น ๆ (สมพร, 2552) จากการจำแนกข้อมูลภาพจากดาวเทียมไทยโชต จำแนกรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จุดภาพ	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	926,112	208.38	45.44
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	364,813	82.08	17.89
นาข้าว	201,718	45.39	9.90
พืชชนิดอื่น ๆ	538,383	121.13	26.42
พื้นที่แหล่งน้ำ	7,107	1.60	0.35
รวม	2,038,133	458.58	100.00

จากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบ

ความน่าจะเป็นได้สูงสุด แสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด



1.3 การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จากภาพจากดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

Whiteside and Ahman (2011) ได้อธิบายถึงการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุว่าเป็นวิธีที่เกี่ยวข้องกับการแยกออกเป็นส่วนของภาพตามลักษณะวัตถุที่มีเนื้อเดียวกัน ประโยชน์ของการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุคือเพื่อแสดงสิ่งปกคลุมดิน โดยแสดงค่าการสะท้อนที่ระดับจุดภาพและจะสามารถจัดสิ่งปะปนในภาพ ซึ่งเกิดจากการจำแนกข้อมูลภาพ นอกจากนั้นการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุยังสามารถอธิบายลักษณะของภูมิประเทศได้ดีกว่าการจำแนกเชิงจุดภาพ แต่การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุก็มีข้อเสียคือ การระบุลักษณะของวัตถุนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ศึกษาและประเภท สิ่งปกคลุมดินของผู้แปลตีความ และต้องใช้เนื้อที่ในคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานได้แก่

1.3.1 การแบ่งข้อมูลภาพออกเป็น ส่วน (Segmentation)

การแบ่งข้อมูลภาพออกเป็น ส่วน เป็นการจำแนกข้อมูลภาพด้วยโปรแกรมที่จะทำการคำนวณกลุ่มของวัตถุตามลักษณะของแต่ละวัตถุ ซึ่งขนาดของวัตถุนั้น สามารถกำหนดให้เหมาะสมตามพารามิเตอร์ได้แก่ ขนาด รูปร่าง สี ความราบเรียบและการเกาะกลุ่มของข้อมูลที่ได้จากภาพจากดาวเทียม ในการศึกษานี้การแบ่งข้อมูลภาพออกเป็น ส่วน จะใช้วิธีการแบ่งข้อมูลภาพแบบการแบ่งวัตถุออกเป็นหลายขนาด (Multi

– resolution segmentation) โดยกำหนดมาตราส่วน (Scale parameter) ซึ่งเป็นการกำหนดขนาดการสร้างวัตถุภาพโดยมีอิทธิพลต่อขนาดของวัตถุในภาพ เท่ากับ 60 รูปร่าง (Shape) ซึ่งเป็นค่าขอบเขตข้อมูล เท่ากับ 0.1 และความเรียบและเกาะกลุ่ม (Compactness) เท่ากับ 0.5

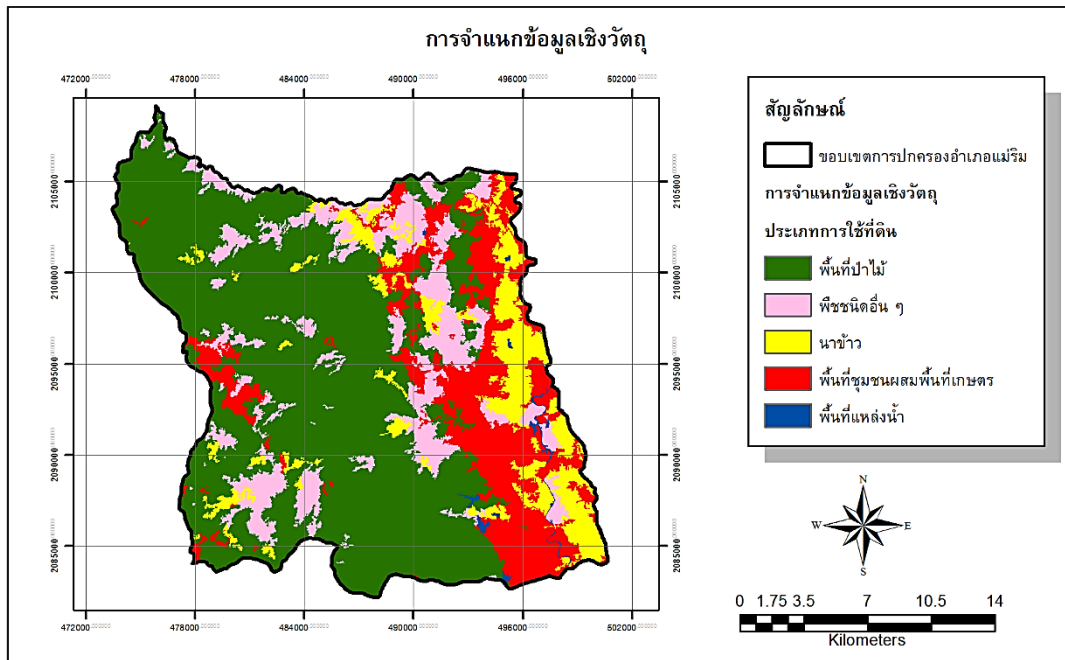
1.3.2 การจำแนกส่วนที่เป็นพืชพรรณธรรมชาติ (Vegetation) ออกจากส่วนที่ไม่ใช่พืชพรรณ (Not vegetation) ด้วยดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์

ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มอลไลซ์ เป็นการตัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น 2 ช่วงคลื่นที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ คือ นำช่วงคลื่นอินฟราเรดไกลกลับด้วยช่วงคลื่นตามมองเห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง หาค่าด้วยช่วงคลื่นอินฟราเรดบวกด้วยช่วงคลื่นตามมองเห็นได้ในช่วงคลื่นสีแดง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 โดยกำหนดส่วนที่เป็นพืชพรรณธรรมชาติ ได้แก่ พื้นที่ป่าไม่มีค่า NDVI มากกว่า 0.15 (Threshold  $\geq 0.15$ ) นาข้าวมีค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0.02 – 0.15 ส่วนพืชชนิดอื่น ๆ และแหล่งน้ำในนาข้าว ใช้วิธีการจำแนกด้วยสายตา ส่วนที่ไม่ใช่พืชพรรณธรรมชาติ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตรใช้วิธีการแปลด้วยสายตา ส่วนพื้นที่แหล่งน้ำกำหนดให้ค่า NDVI น้อยกว่า - 0.04 (Threshold  $< - 0.04$ ) ผลการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต บริเวณอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ สามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุปี พ.ศ.2554

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	จุดภาพ	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
พื้นที่ป่าไม้	1,174,669	264.30	57.63
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	356,319	80.17	17.48
นาข้าว	210,815	47.43	10.34
พืชชนิดอื่น ๆ	286,465	64.45	14.06
พื้นที่แหล่งน้ำ	9,865	2.22	0.48
<b>รวม</b>	<b>2,038,133</b>	<b>458.58</b>	<b>100.00</b>

การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ จากภาพจากดาวเทียมไทยโชต แสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

#### การประเมินความถูกต้องภายหลังการจำแนก

การประเมินความถูกต้องภายหลังการจำแนกทำได้โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำแนกประเภท สิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดินบนภาพจากดาวเทียม ซึ่งเรียกว่า แผนที่รับการประเมินกับแผนที่อ้างอิงในการประเมินซึ่งอ้างอิงจากแผนที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ในปี 2552 แล้วนำผลการเปรียบเทียบไปสร้างเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนหรือ

เมทริกซ์ความสับสนเพื่อที่จะประเมินความถูกต้องของการจำแนก โดยกำหนดจำนวนจุดภาพด้วยวิธีการสุ่มแบบเป็นระบบ ได้จำนวนทั้งสิ้น 270 จุดภาพผลการประเมินความถูกต้องจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุดโดยมีความถูกต้องโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 61.11 และ สถิติ Kappa เท่ากับ 0.39 แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด

ประเภทการใช้ที่ดิน	ความคลาดเคลื่อนที่ละไว้ (ร้อยละ)	ความคลาดเคลื่อนที่รวมไว้ (ร้อยละ)	ความถูกต้องโดยรวม (ร้อยละ)
พื้นที่ป่าไม้	18.37	15.49	81.63
นาข้าว	58.6	57.14	41.38
พืชชนิดอื่น ๆ	68.09	70.00	31.91
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	60.87	58.14	39.13
พื้นที่แหล่งน้ำ	100.00	100.00	0.00
<b>ความถูกต้องโดยรวม</b>			<b>61.11</b>

ผลการประเมินความถูกต้องจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบควบคุมด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุดโดยมี

ความถูกต้องโดยรวมคิดเป็นร้อยละ 67.41 และ สถิติ Kappa เท่ากับ 0.51 แสดงได้ดังตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด

ประเภทการใช้ที่ดิน	ความคลาดเคลื่อนที่ละไว้ (ร้อยละ)	ความคลาดเคลื่อนที่รวมไว้ (ร้อยละ)	ความถูกต้องโดยรวม (ร้อยละ)
พื้นที่ป่าไม้	25.85	8.47	74.15
นาข้าว	35.71	25.00	64.29
พืชชนิดอื่น ๆ	45.83	66.23	54.17
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	36.96	43.14	63.04
พื้นที่แหล่งน้ำ	100.00	0.00	0.00
<b>ความถูกต้องโดยรวม</b>			<b>67.41</b>

ผลการประเมินความถูกต้องจากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุโดย

มีความถูกต้องโดยรวมมีค่า ร้อยละ 69.63 และ สถิติ Kappa เท่ากับ 0.55 แสดงได้ดังตารางที่ 7

**ตารางที่ 7** ความถูกต้องของการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินด้วยการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

ประเภทการใช้ที่ดิน	ความคลาดเคลื่อนที่ละไว้ (ร้อยละ)	ความคลาดเคลื่อนที่รวมไว้ (ร้อยละ)	ความถูกต้องโดยรวม (ร้อยละ)
พื้นที่ป่าไม้	12.24	15.13	87.76
นาข้าว	46.43	44.44	53.57
พืชชนิดอื่น ๆ	62.50	55.00	37.50
พื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตร	43.48	49.00	56.52
พื้นที่แหล่งน้ำ	100.00	0.00	0.00
<b>ความถูกต้องโดยรวม</b>			<b>69.63</b>

## สรุปและวิจารณ์ผล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินจากภาพจากดาวเทียมไทยโชต อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการจำแนกตามรูปแบบของกรมพัฒนาที่ดิน เปรียบเทียบการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดิน ค่าความถูกต้องโดยรวมและสถิติ Kappa ระหว่างกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบระยะห่างต่ำสุด กฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด และวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ จากการศึกษาคพบว่า วิธีการ

จำแนกข้อมูลภาพแบบการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุให้มีความถูกต้องโดยรวมสูงสุด (ร้อยละ 69.63) ส่วนวิธีการจำแนกข้อมูลแบบจุดภาพด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุดมีความถูกต้องรองลงไป (ร้อยละ 67.41) และกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบระยะห่างต่ำสุดมีความถูกต้องน้อยที่สุด (ร้อยละ 61.11) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Matinfar et al. (2007) Oruc et al. (2001) ตริตาภรณ์และวิชัย (2556) และเพ็ญพรรณและวิชัย (2555) ซึ่งจะเห็นว่าค่าความถูกต้องโดยรวมของการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุกับการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพ

นั้นมีค่าความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อแยกมาดูทีละชั้นข้อมูลพบว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุให้ความถูกต้องดีกว่าวิธีการจำแนกเชิงจุดภาพในพื้นที่ป่าไม้ ส่วนพื้นที่นาข้าวและพื้นที่ชุมชนผสมพื้นที่เกษตรมีความถูกต้องรองลงไปจากวิธีการจำแนกข้อมูลแบบจุดภาพด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด ส่วนพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งหมายรวมถึง พืชไร่ ไม้ยืนต้น พืชสวน ไร่มุมนเวียน ไม้ผล และทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุให้ความถูกต้องน้อยกว่าวิธีการจำแนกแบบจุดภาพ เนื่องจากขนาดของวัตถุที่สร้างมีผลต่อการจำแนกและความถูกต้องของแต่ละชั้นข้อมูล โดยชั้นข้อมูลของพืชชนิดอื่น ๆ นั้นมีการปะปนกันของข้อมูลสูง ทำให้มีผลต่อการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

จึงกล่าวได้ว่าวิธีการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุจากภาพจากดาวเทียมไทยโชตให้ความถูกต้องสูงสุดแต่ต้องใช้โปรแกรมเฉพาะและต้องใช้เทคนิควิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมหลายช่วงคลื่น และใช้ประสบการณ์ของผู้แปลและตีความการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน ส่วนการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด ให้ความถูกต้องโดยรวมน้อยกว่าแต่ไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นการจำแนกข้อมูลจากภาพจากดาวเทียมไทยโชต ซึ่งมีรายละเอียดเชิงจุดภาพที่มีความละเอียดระดับปานกลาง และมีช่วงคลื่นเพียง 4 ช่วงคลื่นนั้น วิธีการจำแนกข้อมูลเชิงจุดภาพด้วยกฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุดสามารถนำมาใช้ในการจำแนกข้อมูลได้ดีเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีของการจำแนกไม่ซับซ้อนเท่ากับการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เสน่ห์ โรจนดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. นครินทร์ ชัยแก้ว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิกา วิเศษสาร อาจารย์ผู้ดำเนินที่ ธีรเวชเจริญชัย คุณชลธิชา จิตรไพบูลย์ และคุณณัฐชยาน์ ชมกลิ่น ที่ช่วยเหลือในด้าน

การใช้โปรแกรมเฉพาะทาง การตรวจสอบและแก้ไขงานวิจัยเป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วง

## เอกสารอ้างอิง

- ตรีตาภรณ์ ไชยนรา และวิชัย เยี่ยงวีระชน. 2556. การจำแนกเชิงวัตถุของภาพถ่ายดาวเทียม THEOS โดยใช้เทคนิคการแบ่งส่วนเชิงลำดับ [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://sites.google.com/site/ajarnvichai/bthkhvam>.
- เพ็ญพรรณ บุญเต็ม และวิชัย เยี่ยงวีระชน. 2555. การเปรียบเทียบกระบวนการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเชิงจุดภาพและ เชิงวัตถุ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT 5 [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2557, จาก <http://sites.google.com/site/ajarnvichai/bthkhvam>.
- สมพร สงวนวงศ์. 2552. การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พี. (1998) จำกัด.
- สรศักดิ์ กลิ่นดาว. 2550. การสำรวจระยะไกล: การประมวลผลภาพเชิงเลขเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เอกรักษ์ สิงหงษ์. 2552. การวิเคราะห์วิธีปรับเน้นคุณภาพข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกฝิ่นบริเวณพื้นที่สูงภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Gao, J. 2009. Remotely sensed imagery. New York: McGraw-Hill Companies.
- Lillesand T. M., and Kiefer R. W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. New York: John Wiley and Sons.

- Matinfar, H. R., Sarmandian. F., Alavi panich, S.K., Heck, R.J. 2007. Comparisons of object-oriented and pixel-based classification of land use/land cover types based on Landsat7etm+ spectral bands (case study: arid region of Iran) [online]. Retrieved August 24, 2011, from [http://www.idosi.org/aejaes/jaes2\(4\)/22.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes2(4)/22.pdf)
- Oruc, M., Marangoz A. W. and Buyuksalih, G. 2001. Comparison of pixel-based and object oriented classification approaches using Landsat-7 etm spectral bands [online]. Retrieved December 9, 2011, from <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/510.pdf>
- Whiteside, T., and Ahman, W. 2011. Comparing object-oriented and pixel-based classification method for mapping land cover in northern Australia [online]. Retrieved July 1, 2013, from [http://www.ecognition.com/sites/default/files/273\\_0168.pdf](http://www.ecognition.com/sites/default/files/273_0168.pdf).