บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

ความเป็นมาเกี่ยวกับ Remote Sensing

นับตั้งแต่สำนักบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (องค์การนาซา) ได้ส่งดาวเทียมสำรวจทรัพยากรดวงแรกคือ Landsat-1 ขึ้นไปโคจรรอบโลกในเดือนกรกฎาคม 2515 และต่อมาได้ส่งดาวเทียม Landsat-2 ขึ้นไปโคจรในเดือนมกราคม 2518 ก็ได้มีการนำเอาข้อมูลจากดาวเทียมมาศึกษาและวิจัย เกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสภาพแวดล้อมในหลายสาขาวิชา เช่น การเกษตรกรรม ป่าไม้ ธรณีวิทยา ภูมิศาสตร์ สมุทรศาสตร์ อุทกศาสตร์ การจัดที่ดิน ผังเมือง ฯลฯ ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อมวลมนุษย์ชาติ

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร Landsat-1 และ Landsat-2 โคจรอยู่เหนือพื้นโลกประมาณ 914 กิโลเมตร โดยทำมุม 9 องศากับแกนเหนือ-ใต้ของโลก และโคจรรอบโลก 14 รอบต่อวัน โดยแต่ละรอบจะใช้เวลา 103 นาที 16 วินาที และจะโคจรกลับมาบันทึกภาพบริเวณเดิมซ้ำทุก ๆ 18 วัน ภาพหนึ่ง ๆ จะคลุมพื้นที่ได้ 185 x 185 ตร.กม.[1] ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรสามารถบันทึกภาพเฉพาะในเวลากลางวัน และจะถ่ายภาพคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทยได้หมดภายใน 7 วัน โดยมีภาพทั้งสิ้นเพียง 40 ภาพ (Frame) และใช้เวลา 800 วินาที[2] หรือ 13 นาที 20 วินาทีเท่านั้น

---

[1] National Aeronautics and Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Center, Data Users Handbook (15 February 1972). pp. 2-9.

[2] บุญชนะ กลั่นคำสอน และธงชัย จารุพัฒน์, "การสำรวจและศึกษาหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในท้องที่ภาคตะวันออกด้วยภาพถ่ายดาวเทียม," (กรุงเทพมหานคร: กรมป่าไม้, ธันวาคม 2520), หน้า 1.

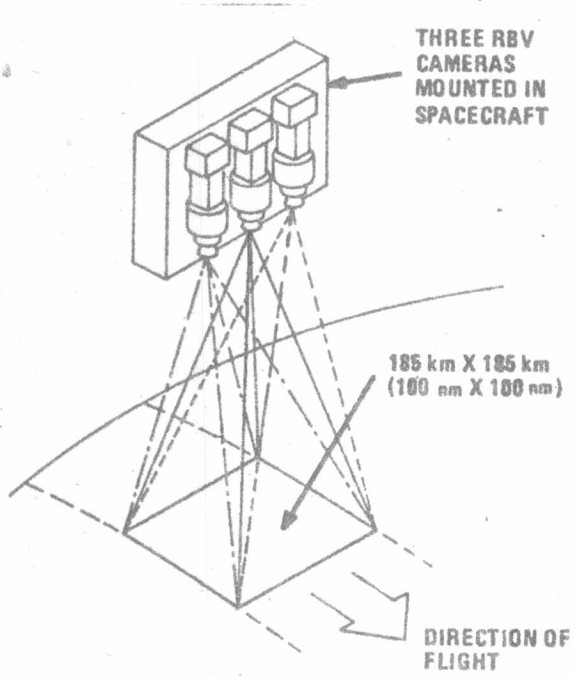
บนดาวเทียมจะมีอุปกรณ์เก็บข้อมูล (Sensors) อยู่ 2 ระบบ คือ ระบบ Return Beam Vidicon (RBV) และระบบ Multispectral Scanner (MSS)

ระบบ RBV มีกล้องสำหรับบันทึกภาพได้พร้อมกัน 3 กล้อง ดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถถ่ายภาพคลุมพื้นที่ได้ 185 x 185 ตร.กม. ในช่วงคลื่นที่ต่างกันดังนี้

แบนด์ 1 ช่วงคลื่น 0.475 - 0.575 ไมโครมิเตอร์ คลื่นแสงสี น้ำเงิน - เขียว

" 2 " 0.580 - 0.680 " " เหลือง - แดง

" 3 " 0.690 - 0.830 " " แดง - อินฟราเรด



รูปที่ 1 การบันทึกภาพด้วยกล้องระบบ RBV บนดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

ระบบ MSS บันทึกภาพได้พร้อมกัน 4 กล้อง ดังรูปที่ 2 โดยจะกวาด (Scan) ภาพแต่ละภาพเป็นเส้นต่อเนื่องกันครั้งละ 6 เส้น ทำให้สามารถเก็บรายละเอียดของวัตถุที่มีขนาด (Resolution) 79 x 79 เมตร ได้ โดยมีช่วงคลื่นต่างกันซึ่งจะมีความไวต่อ

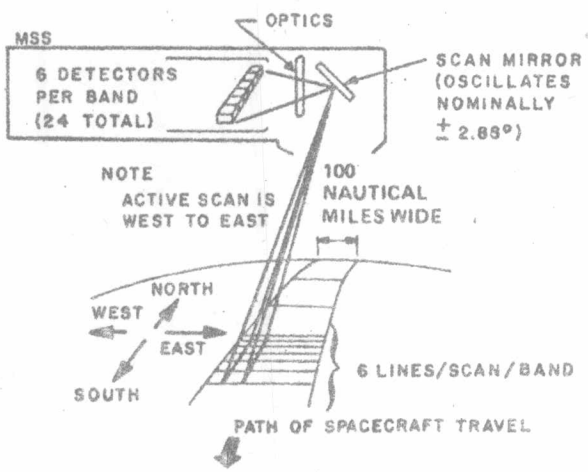
ลักษณะภูมิประเทศแต่ละประเภท ทำให้เหมาะต่อการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ กัน ดังนี้

แบนด์ 4 ช่วงคลื่น 0.5 - 0.6 ไมโครมิเตอร์ คลื่นแสงสีเขียว เน้นข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ เช่น ความลึก การเคลื่อนที่ การทับถมของตะกอน

" 5 ช่วงคลื่น 0.6 - 0.7 ไมโครมิเตอร์ คลื่นแสงสีแดง เน้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน เช่น เขตที่อยู่อาศัย บริเวณเพาะปลูก และพืชพรรณธรรมชาติ เช่น ป่าไม้

" 6 ช่วงคลื่น 0.7 - 0.8 ไมโครมิเตอร์ คลื่นแสงอินฟราเรด เน้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของพื้นดิน เช่น เป็นภูเขา ที่ราบ และความแตกต่างระหว่างพื้นดินกับพื้นน้ำ

" 7 ช่วงคลื่น 0.8 - 1.1 ไมโครมิเตอร์ คลื่นแสงอินฟราเรด ให้ข้อมูลเช่นเดียวกับแบนด์ 6



รูปที่ 2 การบันทึกภาพด้วยกล้องระบบ MSS บนดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

ข้อมูลจาก RBV และ MSS จะถูกบันทึกลงใน Video Tape ก่อน ถ้าหากว่าขณะถ่ายภาพ ดาวเทียมไม่สามารถติดต่อกับสถานีรับภาพพื้นดินได้ แต่ถ้ามีสถานีรับอยู่ในข่ายรับสัญญาน ก็จะส่งสัญญานมายังสถานีรับโดยตรง แล้วสถานีรับจะแปลงข้อมูลเหล่านี้ออกมาเป็นฟิล์ม (ทั้ง positive และ negative) และเป็น digital tape หรือที่เรียกว่า Computer Compatible Tape (CCT) แล้วจึงนำเอาฟิล์มมาอัดขยายเป็นภาพถ่าย ส่น CCT จะนำมาศึกษาและวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบการใช้ฟิล์มต่อไป

ผลงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาป่าไม้โดยใช้ Remote Sensing ที่ผ่านมา

ปัจจุบันป่าไม้อันเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่ง และเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกษตร เนื่องจากเป็นต้นกำเนิดของแหล่งน้ำ ได้ถูกบุกรุกแผ้วถาง และถูกโค่นทำลายไปเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดความแห้งแล้ง ทำลายความสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้ยังมีผลต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อจะได้ติดตามผลและรายงานการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ทุกระยะอย่างใกล้ชิด และเพื่อพัฒนาสภาพป่าไม้ให้คืนสู่สภาพที่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง

การศึกษาเกี่ยวกับป่าไม้ และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้นี้ มีวิธีศึกษาได้หลายวิธี แต่ปัจจุบันข้อมูลทาง Remote Sensing โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลจากดาวเทียมเข้ามามีบทบาทอย่างมาก เพราะใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว และได้ผลดีขึ้น มีความถูกต้องมากขึ้น และยังสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ทุกระยะ ทุกฤดูกาล เพราะดาวเทียมจะกลับมาบันทึกภาพบริเวณเดิมซ้ำทุก ๆ 18 วัน และสามารถศึกษาข้อมูลในพื้นที่ที่กว้างขวางได้ นอกจากนี้ความแตกต่างของช่วงคลื่นที่ใช้บันทึกภาพยังช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์อีกด้วย

ข้อมูลจากดาวเทียมนี้สามารถนำมาศึกษาและวิเคราะห์ได้ 2 ทางคือ

1. การวิเคราะห์และตีความภาพถ่ายดาวเทียม (Photo Interpretation)

จะวิเคราะห์และตีความภาพถ่ายดาวเทียมเป็นหลัก โดยนำเอาฟิล์มมาอัดขยายเป็นภาพพิมพ์ เช่น ภาพพิมพ์ขาว-ดำ (Black and White Print) ภาพสีผสม (False Color Composite) ภาพสีไดอะโซโครม (Diazochrome) ฯลฯ และอาศัยอุปกรณ์

การแปล เช่น แว่นขยาย Pocket/Mirror Stereoscope เครื่อง Zoom Transfer Scope เป็นต้น ในการวิเคราะห์ผู้แปลจะต้องใช้ปัจจัยต่าง ๆ ในการแจกแจงวัตถุ หรือที่เรียกว่า Object Recognition ซึ่งมีดังนี้คือ

- ความเข้ม (Tone)
- รูปร่าง (Shape)
- เงา (Shadow)
- ขนาด (Size or Dimension)
- รูปแบบ (Pattern)
- ความหยาบละเอียด (Texture)
- ทำเลที่ตั้ง (Site or Location)
- ความสัมพันธ์ (Association)
- สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ (Environment)

เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมมีขนาดมาตราส่วนเล็ก ดังนั้นในการวินิจฉัยและตีความผู้แปลจะต้องอาศัยประสบการณ์ ความรู้ และความชำนาญในการแปลภาพเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังต้องมีการตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูลทางภาคพื้นดินไว้ เพื่อประกอบการตัดสินความถูกต้องของภาพ ซึ่งเรียกว่า Ground Truth

สำหรับประเทศไทยได้เริ่มนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ในกิจการป่าไม้ครั้งแรก เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2516 ต่อมาได้มีการนำเอาภาพถ่ายในปี 2515-2516 และปี 2518-2519 มาเปรียบเทียบกัน เพื่อสำรวจและศึกษาสภาพความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในภาคตะวันออก ซึ่งทำให้ทราบว่าพื้นที่ป่าไม้ที่เหลืออยู่โดยเฉลี่ย 33.5%[1] ของทั้งภาค ตัวเลขดังกล่าวแสดงว่าภาคตะวันออกของประเทศไทยเรามีพื้นที่ป่าไม้ต่ำกว่าเป้าหมายที่รัฐบาลกำหนด

---

[1] บุญชนะ กลั่นคำสอน และธงชัย จารุพพัฒน์, "การสำรวจและศึกษาหาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ในท้องที่ภาคตะวันออกด้วยภาพถ่ายดาวเทียม," หน้า 26.

ไว้ ซึ่งตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 ได้กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้อย่างน้อย 40% เป็นต้น

ในปัจจุบันเทคนิคการแปลภาพ นับว่าก้าวหน้าไปเป็นอันมาก ซึ่งนอกจากจะให้ประโยชน์ทางด้านป่าไม้แล้ว ยังให้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม สมุทรศาสตร์ ธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน ฯลฯ

2. การวิเคราะห์และตีความเทปข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Data Processing)

เทคนิคที่นำมาใช้ในการจำแนกข้อมูล (Classification) ที่นิยมใช้มี 3 วิธีใหญ่ ๆ คือ[1]

2.1 ad hoc approach เป็นวิธีจำแนกข้อมูลโดยอาศัยคุณสมบัติทาง Spectrum ของวัตถุที่ดูดซึม หรือสะท้อนแสงอินฟราเรดที่แตกต่างกันในการแบ่งประเภทข้อมูล วิธีนี้เป็นวิธีที่เพิ่งเริ่มศึกษากันไม่นานนี้ โดยพยายามใช้วิธีที่ง่ายและสามารถจำแนกภาพได้เร็วขึ้น และใช้เวลาคอมพิวเตอร์น้อยลง เหมาะแก่การศึกษาข้อมูลที่มีคุณสมบัติทาง Spectrum แตกต่างกันมาก เช่น พื้นดินกับพื้นน้ำ แต่ข้อผิดพลาดในการจำแนกก็ยังมีไม่น้อย เมื่อนำมาศึกษากับข้อมูลอื่น ๆ

2.2 Bayesian Pattern Recognition Technique จะกำหนดพื้นที่แต่ละประเภทแล้วใช้เป็น training area เพื่อคำนวณหาค่าสถิติออกมา ในการจำแนกข้อมูลว่าเป็นพื้นที่ประเภทเดียวกับ training area หรือไม่นั้นจะต้องอาศัยค่าสถิติที่คำนวณได้นี้มาช่วยตัดสิน

2.3 Unsupervised Classification วิธีการจำแนกภาพนั้นคล้ายกับ 2.2 จะต่างกันที่ 2.2 จะต้องทราบค่า a priori probability ของข้อมูลที่จำแนก ส่วน 2.3

---

[1] A.C. Armstrong and P. Brimblecombe, "Rapid Digital Mapping of Coastal Areas from LANDSAT," The cartographic Journal (December 1975): 90.

นั้น ทราบเพียงค่า a posterior probability ของข้อมูลที่จะจำแนกก็เพียงพอ

2.2 และ 2.3 เป็นวิธีที่ศึกษากันมานานแล้ว วิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากกว่า แม้ว่าจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ก็ตาม อย่างไรก็ดีผลที่ได้ หรือภาพที่ได้โดยวิธีนี้มีความถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีแรก ส่วนการแก้ปัญหา เรื่อง เวลาคอมพิวเตอร์ก็ทำได้หลายวิธี[1] ด้วยกัน เช่น การใช้ Table Look-up, Preselection of Class และการใช้ทฤษฎีจำแนกภาพเฉพาะข้อมูลที่ทับกัน (overlap) เป็นต้น

เนื่องจากการวิเคราะห์ CCT ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องใดก็ตาม จะให้ผล (output) ออกมาทางเครื่องพิมพ์ความเร็วสูง (High-speed Line Printer) เนื่องจากช่องห่างระหว่างตัวพิมพ์แต่ละตัวในบรรทัดเดียวกันจะไม่เท่ากับช่องห่างระหว่างตัวพิมพ์ที่ต่างบรรทัดกัน ซึ่งผลก็คือ ภาพพิมพ์ที่ได้จะมีขนาด หรือ scale ไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง ในต่างประเทศได้มีการศึกษาและพบว่าในกรณีที่ต้องการแก้ไขขนาดของภาพ สามารถทำได้โดยทิ้งข้อมูลทุก ๆ เส้นที่ 6 และเลื่อนข้อมูลไปทางซ้าย 1 ตำแหน่งทุก ๆ เส้นที่ 20 ซึ่งสามารถแก้ไขความยาวได้ 3% และความกว้างได้ถึง 5%[2]

สำหรับประเทศไทย การนำเอา CCT มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ยังเป็นงานใหม่ และเพิ่งมีการประยุกต์ใช้กับงานสาขาต่าง ๆ ผลงานที่มีปรากฏแล้วได้แก่ การพัฒนาโปรแกรมที่มีอยู่ในต่างประเทศมาใช้ในเมืองไทย เช่น การพัฒนา RECOG package ของมหาวิทยาลัยโคโลราโด และการพัฒนา LIGMALS package ของมหาวิทยาลัย Michigan หรืองานประยุกต์ เช่น การแยกสวนยางออกจากพื้นที่ป่าไม้

---

[1] H. N. Mahabala, et al. "Bulk Processing of ERTS Imagery" (1977): 673.

[2] A.C. Armstrong and P. Brimblecombe, "Rapid Digital Mapping of Coastal Areas from LANDSAT," The Cartographic Journal: 91

ส่วนการศึกษาและคำนวณหาบริเวณเนื้อที่ป่าไม้นั้น ได้มีการทำกันแล้ว แต่เป็นการแปลภาพด้วยสายตา (Photo Interpretation) ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ศึกษา เพื่อจำแนกประเภทป่าไม้ และศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของเนื้อที่ป่าไม้ด้วยวิธีการทางคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์

เป็นที่ทราบกันดีว่าป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่ง และเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกษตร เนื่องจากเป็นต้นกำเนิดของแหล่งน้ำที่ใช้ในการเกษตร จะทำให้เกิดความแห้งแล้งขึ้นหากป่าไม้ถูกทำลายลง

การศึกษาทางด้าน Remote Sensing เข้ามามีบทบาทและช่วยในการวิเคราะห์เนื้อที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายได้ ซึ่งนอกจากจะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแล้วยังได้มีการนำเอาเทปข้อมูลดาวเทียม (CCT) มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์อีกด้วย

การทำวิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์เทปข้อมูลดาวเทียมเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้

๑. เพื่อศึกษาและวิจัยวิธีแยกข้อมูล (Classification) แบบ Maximum Likelihood ที่จะใช้กับการวิเคราะห์เทปข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทดลองแยกภาพให้ชัด และศึกษาวิธีแยกภาพที่จะติดตามการเปลี่ยนแปลงของเนื้อที่ป่าไม้ได้

๒. ศึกษาและคำนวณเนื้อที่ป่าไม้ถูกทำลายโดยแยกภาพจาก gray map ตัวอย่างด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

๓. เปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์กับการวิเคราะห์แบบแปลภาพ (Photo Interpretation) สายตา

ในการนี้จะต้องสร้างโปรแกรม Maximum Likelihood Ratio (MLR) เพิ่มเติมลงใน LIGMALS package ซึ่งในขณะที่เริ่มทำวิทยานิพนธ์ยังไม่มี MLR และได้รับการสนับสนุนให้พัฒนาโปรแกรม MLR ใน LIGMALS จากสภาวิจัยแห่งชาติ

ขอบเขตการศึกษา

วิธีการจำแนกภาพด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน วิธีหนึ่งที่นับว่าให้ผลการจำแนกภาพได้ดี และเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางกับข้อมูลจากดาวเทียม ก็คือ วิธี

การจำแนกภาพแบบ Maximum Likelihood

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกวิธีการแยกภาพแบบ Maxmimum Likelihood โดยอาศัยสมมติฐานว่าข้อมูลที่เรามีอยู่มีการกระจายแบบ Multivariate Normal Distribution แล้วคำนวณหา Discriminant Functions เพื่อจะนำมาใช้ในการตัดสินใจในการจำแนกประเภทข้อมูล

ในการศึกษาได้เลือกบริเวณตัวอย่างขึ้นมาบริเวณหนึ่ง ทางตอนล่างของภาคตะวันออก ซึ่งตรงกับภาพถ่ายดาวเทียม หรือเทปข้อมูลดาวเทียมหมายเลข THAILAND ID 4-7 ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่บางส่วนของ 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา และจันทบุรี โดยใช้ข้อมูลในปี 2516 เป็นบรรทัดฐาน คือหมายเลขภาพ THAILAND ID 730106-4-7 ตรงกับ NASA ID E-1167-03070 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2516 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในปี 2519 ในบริเวณเดียวกัน คือ หมายเลข THAILAND ID 760118-4-7 ตรงกับ NASA ID E-2361-02525 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2519

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะประกอบด้วยเนื้อหาในบทต่าง ๆ ดังนี้คือ

บทที่ 2 จะกล่าวถึง ข้อมูลใน CCT ที่จะนำมาใช้วิเคราะห์นั้น จะมีลักษณะการจัดข้อมูลอย่างไร พร้อมทั้งขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 3 ทฤษฎีและความเป็นมาของทฤษฎีที่นำมาใช้จำแนกภาพ

บทที่ 4 ผลต่าง ๆ ที่ได้จากการวิจัย ที่จะแสดงให้เห็นถึงเนื้อที่และการเปลี่ยนแปลงเนื้อที่ป่าไม้

บทที่ 5 บทสรุป

ดังจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละบทต่อไป