หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลและภาพถ่ายจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (LANSAT) ได้ถูกนำมาวิเคราะห์และศึกษาในด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น ในด้านของสมุทรศาสตร์ ภูมิศาสตร์สัณฐาน การสำรวจหาแหล่งแร่ แหล่งน้ำ การศึกษาทางด้านการเกษตร การใช้ที่ดิน ป่าไม้ และการศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพิษเหล่านี้เป็นต้น นอกจากนี้การศึกษาทางด้านอุทกวิทยา (Hydrology) โดยการนำข้อมูลและภาพถ่ายจากดาวเทียมมาวิเคราะห์ก็ให้ผลดีเป็นอย่างยิ่ง ถึงแม้ว่าข้อมูลเหล่านั้นจะได้จากการถ่ายภาพระยะไกล และมาตราส่วนของภาพจะใหญ่กว่าการบินสำรวจ และถ่ายภาพจากเครื่องบินในระยะต่ำก็ตาม ข้อมูลและภาพถ่ายเหล่านั้นก็ให้คุณค่าทางวิชาการเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อนำไปใช้กับการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำของโลก

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาการใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลชนิดนี้ในการวิเคราะห์ลักษณะการกระจายของตะกอนดินในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพลซึ่งจะได้นำไปประยุกต์เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาแหล่งน้ำที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย

1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไก

การวิเคราะห์และตีความข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลเช่นข้อมูลจากดาวเทียม โดยใช้วิธีการแปลภาพด้วยสายตา (Visual Interpretation) และใช้เครื่องมือต่าง ๆ เข้าช่วยนั้น ถึงแม้ว่าจะมีข้อดีหลายประการ เช่น นักวิเคราะห์ภาพถ่ายที่มีประสบการณ์ทั้งภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายที่ได้จากอวกาศ หรือข้อมูลระยะทางไกลโดยเทคนิคอื่น ๆ จะสามารถนำมาแยกแยะ และตีความได้รวดเร็วและ

ถูกต้องพอสมควร แต่มีข้อจำกัดว่า ข้อมูลเหล่านั้นจะต้องไม่มากจนเกินไป ปัจจุบันระบบการสำรวจระยะไกลที่พัฒนาขึ้นแบบใหม่ ๆ ให้ข้อมูลมากมายมหาศาล จนเกินความสามารถของนักแปลภาพด้วยสายตาที่จะตีความในรายละเอียดต่าง ๆ ได้หมด ดาวเทียมที่มีวงโคจรระยะต่ำ เช่น NOAA (National Oceanographic and Atmosperic Administration) ซึ่งเป็นดาวเทียมตรวจอากาศ สามารถถ่ายภาพคิดเป็นจำนวนข้อมูลในแต่ละวันถึง $10^{10} - 10^{12}$ จุด ส่วนโครงการของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรในอนาคต จะให้ข้อมูลถึง 250 ล้าน bit ต่อวินาที[1] การใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงดูเหมือนจะเป็นหนทางเดียวที่จะทำได้ในกรณีนี้ เพราะถึงแม้ว่ามนุษย์จะสามารถแยกแยะระดับความแตกต่าง วิเคราะห์ และตีความจากภาพถ่ายได้เป็นอย่างดี เราก็สามารถใช้วิธีการทางสถิติและเทคนิคในการคำนวณ แยกแยะข้อมูลเหล่านี้ได้ละเอียดและรวดเร็วกว่ามาก

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล ไม่ว่าจะเป็นด้วยจุดประสงค์อันใด ประการแรกคุณต้องตัดสินใจเลือกเอาระหว่างจำนวนข้อมูลที่ต้องการตีความในภาพและความถูกต้อง การวิเคราะห์ด้านหนึ่ง กับปริมาณและความรวดเร็วในการวิเคราะห์อีกด้านหนึ่ง สายตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของระดับความเข้มได้อย่างละเอียดและแม่นยำ จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคอื่น ๆ เข้าช่วย ส่วนวิธีการคำนวณและการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ต้องใช้ความรู้ทางด้านความน่าจะเป็น (Probability) ของข้อมูลทั้งในลักษณะที่เป็นจุด เป็นเส้น หรือเป็นพื้นที่ อย่างไรก็ตาม นักแปลภาพและนักเทคนิคที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ก็ไม่สามารถทำการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลภายในภาพได้อย่างถูกต้องร้อยเปอร์เซนต์ได้ จำต้องใช้ความรู้ทางการแปลภาพและเทคนิคทางการคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมกัน พร้อมกับวิธีการอื่น ๆ เท่าที่จะทำได้ เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพดีที่สุด และความถูกต้องในการวิเคราะห์อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

1.2 การสำรวจระยะไกลกับการศึกษาสิ่งแขวนลอยในน้ำ

การศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายและคุณสมบัติบางประการของตะกอนหรือสิ่งแขวนลอยในน้ำ โดยใช้ภาพถ่ายและข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรในการวิเคราะห์ได้กระทำกันอย่างแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ที่เล็งเห็นถึงคุณค่าและประโยชน์ที่จะได้รับจากข้อมูลเหล่านั้น

ในประเทศไทย โครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ[2] ได้ใช้ภาพถ่ายแบนด์ 4, 5 และ 7 ในการศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของตะกอน อันเกิดจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในบริเวณจังหวัดภูเก็ต ซึ่งสามารถแยกแยะให้เห็นถึงบริเวณน้ำใส บริเวณตะกอนหนาแน่น บริเวณตะกอนปานกลาง และบริเวณตะกอนเจือจาง และศึกษาสภาพน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศเมื่อปี พ.ศ. 2518 โดยใช้ภาพถ่ายในแบนด์ 5 และ 7 นอกจากนี้ยังได้ใช้ภาพถ่ายในแบนด์ 4 และ 7 ในการศึกษาและเขียนบริเวณตะกอนหนาแน่นตามชายฝั่งทะเลลงในแผนที่ เพื่อประโยชน์ในการหาบริเวณที่อาจเป็นหาดพลน เหล่านี้เป็นต้น

ในประเทศ ร่าน ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่อ่าวเปอร์เซียน (Persian Gulf) ตามฤดูกาลที่เปลี่ยนไป โดยใช้ภาพถ่ายในแบนด์ 5 ที่ถ่ายในเวลาต่างกันเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ และพบว่าภาพถ่ายในแบนด์ 4 ไม่เหมาะต่อการนำมาศึกษาเกี่ยวกับตะกอนริมฝั่งทะเล เนื่องจากไม่สามารถแยกแยะบริเวณชายฝั่งกับผิวน้ำที่มีตะกอนหนาแน่นออกจากกันอย่างชัดเจนได้[3]

ในประเทศออสเตรเลีย ก็เคยมีการใช้ภาพถ่ายในแบนด์ 4, 5 และ 7 เพื่อศึกษาลักษณะการท่วมและหาพื้นที่น้ำท่วมในรัฐวิคตอเรีย[4] โดยวิเคราะห์คุณสมบัติของตะกอนในขณะน้ำท่วมและหลังน้ำท่วม

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของเทคโนโลยีทางด้านนี้ ก็ได้ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมฯ ในการศึกษาเกี่ยวกับตะกอนอย่างกว้างขวาง ยกตัวอย่างเช่น

การศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนบริเวณอ่าว Delaware[5] การศึกษาลักษณะการทับถมของตะกอนบริเวณชายฝั่งอ่าว Chesapeake[6] การศึกษาข้อแตกต่างของตะกอนกับสารแขวนลอยประเภทที่มีคลอโรฟิลด์ บริเวณอ่าว Chesapeake[7] เหล่านี้เป็นต้น

ที่ได้กล่าวมาทั้งหมด เป็นการวิเคราะห์และตีความจากภาพถ่ายในแบนด์ต่าง ๆ สำหรับการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. (Computer Compatible Tape-CCT) ก็มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง ดังตัวอย่างเช่น

Schubert และ MacLeod[8] ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กศึกษาลักษณะการกระจายของตะกอนในแม่น้ำ Potomac ซึ่งไหลลงสู่อ่าว Chesapeake โดยใช้เทคนิคของ multi-channel density-slicing ซึ่งอาศัยข้อมูลชุดใหม่ที่ได้จากการนำข้อมูลจากจุดเดียวกันของแบนด์ 4,5 และ 6 คูณกัน ผลของการจำแนกบริเวณที่เป็นน้ำกับบริเวณที่มีตะกอนเป็นที่น่าพอใจ

งานวิจัยของ Bukata และคณะแห่งสถาบันวิจัยแหล่งน้ำบนบกของประเทศแคนาดา[9] ได้รายงานสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shubert และ MacLeod กล่าวคือ Bukata และคณะได้สรุปคุณสมบัติที่สะท้อนแสง ดีกว่าน้ำและสิ่งแขวนลอยประเภทที่มีคลอโรฟิลด์ของตะกอนดินในทุก ๆ แบนด์ของข้อมูลจาก ซี.ซี.ที.

Harker และ Rouse[10] ได้ร่วมกันศึกษาสภาพน้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ Taxas โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลจาก multi-spectral scanner ก็ได้กล่าวว่า ข้อมูลจากแบนด์ 5 และ 7 ให้ความถูกต้องมากที่สุดในการศึกษาเกี่ยวกับตะกอนแขวนลอย

นอกจากนี้ A.C. Armstrong และ P. Brimble combe[11] ได้ใช้เทคนิคของ multi-band density-slicing ในการสร้างภาพพิมพ์อย่างรวดเร็ว โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และได้ทดลองสร้างภาพแสดงบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของประเทศอังกฤษ เป็นผลสำเร็จด้วยดี

ยังมีอีกมากมายในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งได้นำเทคโนโลยีทางด้านนี้เข้าร่วมในการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับตะกอนในแง่ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาและวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ (Water Resource) ในประเทศของตน กล่าวโดยสรุป การศึกษาคุณลักษณะของตะกอนแขวนลอยโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียมฯ มีหลักการที่คล้ายคลึงกัน คือ

ข้อมูลและภาพในแบนด์ 4 (ความยาวคลื่น 0.5-0.6 ไมครอน)

ข้อมูลในแบนด์นี้มีส่วนสัมพันธ์กับความลึกของน้ำนิ่ง มีคุณสมบัติทะลุผิวน้ำนิ่งลงไปได้ลึกประมาณ 14 เมตร[9] เหมาะต่อการนำมาศึกษาสภาพใต้ผิวน้ำ การศึกษาทางด้านอุทกวิทยาชายฝั่ง (Coastal Hydrography)

ข้อมูลและภาพในแบนด์ 5 (ความยาวคลื่น 0.6-0. ไมครอน)

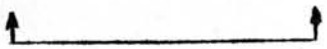
ข้อมูลในแบนด์นี้ สามารถแยกแยะให้เห็นถึงความแตกต่างของน้ำที่ขุ่นด้วยสารที่ไม่มีชีวิต (inorganic turbidity) เช่น พวกตะกอนดินทรายและดินเหนียวเป็นต้น ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากคุณสมบัติในการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ในช่วงคลื่นนี้ได้ดีที่สุดของตะกอนเหล่านั้น

ข้อมูลและภาพในแบนด์ (0.7-0.8 ไมครอน) และแบนด์ 7 (0.8-1.1 ไมครอน)

ข้อมูลจากทั้งสองแบนด์นี้ เหมาะสำหรับศึกษาสิ่งแขวนลอยประเภทที่มีคลอโรฟิลล์ เช่น สาหร่าย เป็นต้น ซึ่งสิ่งแขวนลอยประเภทนี้สามารถสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ดีกว่าน้ำ ประกอบกับน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นนี้ได้ดีที่สุด ข้อมูลของทั้งสองแบนด์นี้จึงเหมาะสำหรับนำไปจำแนกส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำอีกด้วย

จากข้อสรุปเหล่านี้เราสามารถสรุปเป็นตารางดังข้างล่างนี้

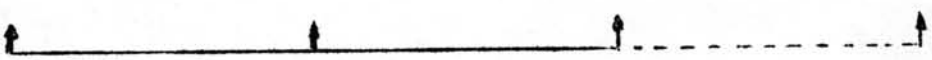
แบนด์ 4	แบนด์ 5	แบนด์ 6	แบนด์ 7
0.5-0.6 ไมครอน	0.6-0.7 ไมครอน	0.7-0.8 ไมครอน	0.8-1.1 ไมครอน

1. 

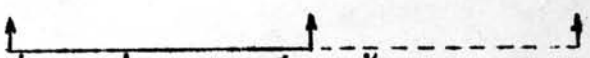
เหมาะสำหรับศึกษาพื้นที่ชายฝั่งและน้ำในทะเลสาป

2.

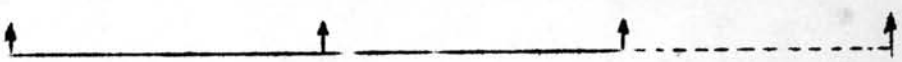
เหมาะสำหรับศึกษาตะกอนแขวนลอยประเภทสิ่งไม่มีชีวิต

3. 

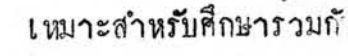
ใช้สำหรับศึกษาตะกอนแขวนลอยประเภทสิ่งไม่มีชีวิต

4. 

สิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรฟิลล์บนผิวน้ำ

5. 

เหมาะสำหรับศึกษาร่วมกันระหว่างสิ่งแขวนลอยทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต

ตารางที่ 1 สรุปผลการศึกษาข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. ในการวิเคราะห์สิ่งแขวนลอยในน้ำ ( คือ อาจใช้ร่วมด้วย)

1.3 <u>วัตถุประสงค์</u>

เป็นที่ตระหนักกันดีว่า น้ำซึ่งเป็นพลังงานรูปหนึ่งเหมือนกับพลังงานรูปอื่น ๆ ที่จะขาดเสียไม่ได้ สำหรับสังคมและการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศชาติในประเทศที่กำลังพัฒนา แหล่งน้ำมีความจำเป็นอย่างมากต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และความเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรม แต่ในขณะเดียวกัน ปริมาณน้ำที่มากเกินไปสามารถก่อให้เกิดความเสียหายอย่างใหญ่หลวงเช่น น้ำท่วม ได้เหมือนกัน นอกจากนี้ น้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมวลมนุษย์อีกด้วย

การสร้างเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำเอาไว้ จึงเป็นทางหนึ่งในการที่จะสำรองน้ำเอาไว้ สำหรับสนองความต้องการต่าง ๆ เหล่านั้นได้ อย่างไรก็ตาม ปัญหาของการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนที่ถูกสร้างขึ้น เป็นปัญหาสำคัญอันหนึ่ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเสมอในงานพัฒนาแหล่งน้ำ เนื่องจากจำนวนตะกอนที่ถูกพัดพามาตามกระแสน้ำที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ การตกทับถมจะทำให้อ่างตื้นเขินขึ้น และไม่สามารถเก็บกักน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ตะกอน เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้อายุการใช้งานของเขื่อนสั้นลง

1.3.1 วัตถุประสงค์หลักของการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ

(ก) สร้างภาพพิมพ์ (Gray Map) เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนดินในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

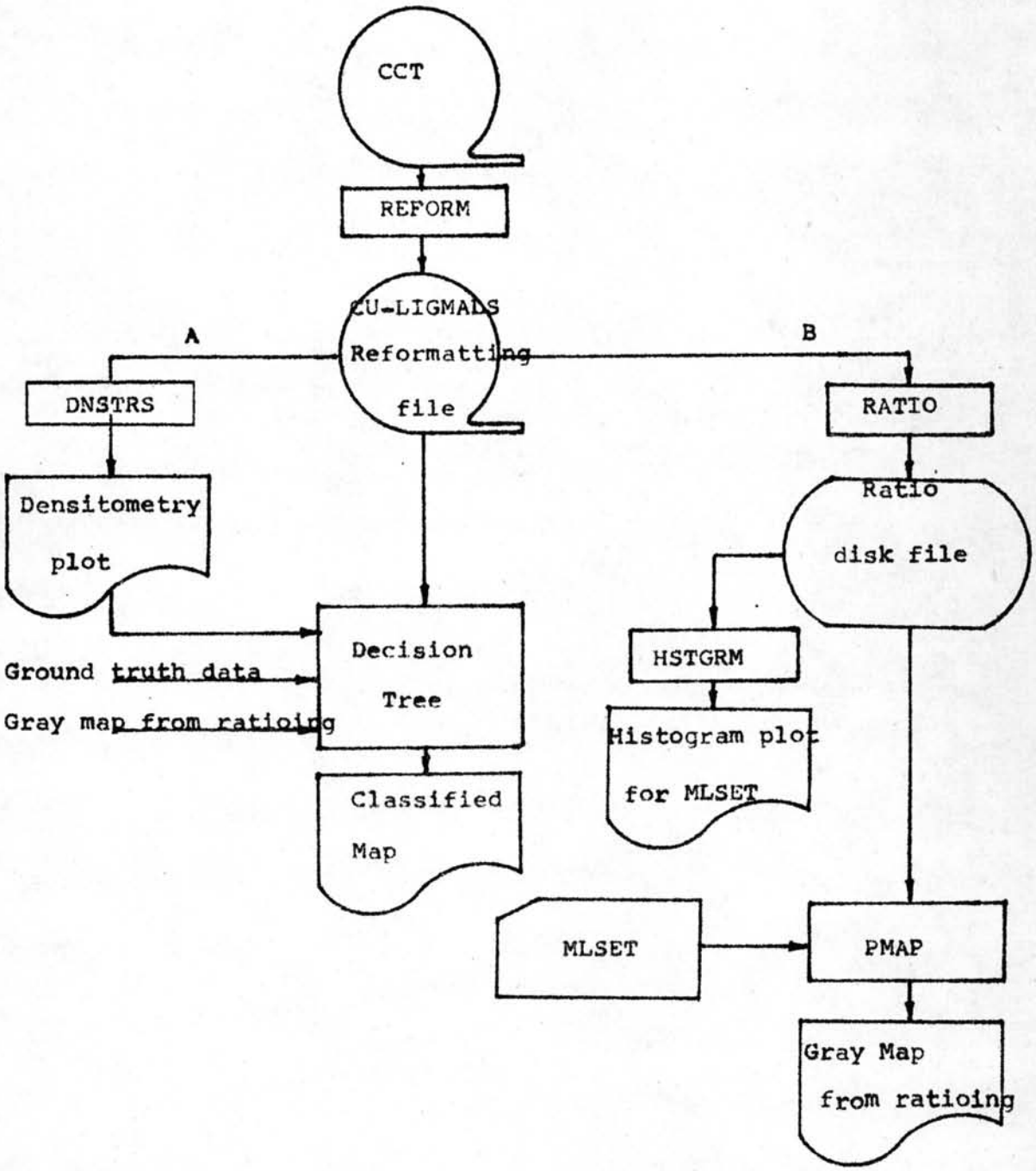
(ข) พัฒนาและศึกษาโปรแกรม RATIO ใน LIGMALS package

(ค) เขียนโปรแกรม Spectral analysis เพื่อช่วยประหยัดเวลาคอมพิวเตอร์ในการสร้างภาพพิมพ์ เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนดังกล่าว

1.3.2 แนวทางวิเคราะห์ที่ได้เสนอในโครงร่างวิทยานิพนธ์ สามารถแสดงได้ดังผังภาพในรูปที่ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(ก) path A

ด้วยระบบโปรแกรม CU-LIGMALS เมื่อได้กราฟความเข้ม (densitometry plot) ของข้อมูลที่มีข้อมูลจริงภาคพื้นดิน (ground truth data) ประกอบการวิเคราะห์ เราจะทำการเขียน decision tree algorithm ทำการจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อเป็นการประหยัดเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1 ผังภาพแสดงขั้นตอนในการวิเคราะห์จากโครงร่างวิทยานิพนธ์

(ข) path B

พัฒนาและเขียนโปรแกรม RATIO โดยใช้ข้อมูลจาก CU-Reformatting file เพื่อสร้างข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนระหว่างข้อมูลจากสองช่วงคลื่น แล้วจึงใช้ระบบโปรแกรมที่มีอยู่ ทำการสร้างภาพพิมพ์ โดยข้อมูลจาก ratio disk file ซึ่งอาจจะช่วยประกอบการพิจารณาการจำแนกประเภทข้อมูลใน path A

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลและภาพถ่ายจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรในประเทศไทย ได้ดำเนินการวิเคราะห์โดยขาดข้อมูลสนับสนุนภาคพื้นดินที่เหมาะสม เนื่องจากประเทศไทยและอาณาบริเวณใกล้เคียงยังไม่มีสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดิน เพื่อทำการรับสัญญาณจากดาวเทียมในขณะที่โคจรผ่านประเทศไทยได้ ดังนั้นข้อมูลเท่าที่กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติมีอยู่ จึงเป็นข้อมูลซึ่งอยู่ในดุลยพินิจขององค์การการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่จะทำการถ่ายภาพและบันทึกเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในตัวดาวเทียมฯ ในขณะที่ดาวเทียมฯ โคจรผ่านมาทางประเทศไทยเท่านั้น การเตรียมการเพื่อที่จะบันทึกข้อมูลทางภาคพื้นดิน ในขณะเวลาเดียวกันกับที่ดาวเทียมฯทำการบันทึกภาพอยู่จึงไม่อาจกระทำไปพร้อม ๆ กันได้ ยกเว้นในกรณีพิเศษที่ได้มีการตกลงกับ NASA ไว้

ดังนั้นการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อสร้างภาพที่แสดงลักษณะการกระจายของตะกอนในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล จึงสามารถทำการวิเคราะห์ได้เท่าที่ข้อมูลที่มีอยู่จะเอื้ออำนวยให้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้เสนอวิธีการในการวิเคราะห์และการจำแนกบริเวณน้ำใสกับน้ำที่มีตะกอนเจือปนในอ่างเก็บน้ำฯ 3 วิธี คือ

1. Decision Tree Algorithm
2. Maximum Likelihood Ratio
3. Multi-channel Density Slicing

รายละเอียดในบทต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

บทที่ 2 จะได้กล่าวถึงการสำรวจตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เมื่อปี พ.ศ. 2520 และรายละเอียดบางประการของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ รวมถึงเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรม package ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 3 กล่าวถึงรายละเอียดในการวิเคราะห์และการทดลองจำแนกข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ

บทที่ 4 กล่าวถึงการเปรียบเทียบผลของการจำแนกตะกอนแขวนลอย กับข้อมูลจากรายงานการสำรวจตะกอนของ กฟผ.

บทที่ 5 เป็นบทสรุป

1.5 <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัย</u>

การศึกษาและทดลองจำแนกข้อมูลในส่วนของน้ำและตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพลครั้งนี้ จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาขั้นต่อไป เพื่อประยุกต์การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรในการคาดคะเนอายุการใช้งาน ตลอดจนการบำรุงรักษาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของเขื่อนต่าง ๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย นอกจากนี้ อาจจะประยุกต์เข้ากับการศึกษาสิ่งแขวนลอยในด้านอื่น ๆ เช่น การศึกษาสภาพน้ำเสียของแม่น้ำสายสำคัญ ๆ และลักษณะการกระจายของตะกอนบริเวณปากอ่าวหรือชายฝั่งทะเล ฯลฯ