การสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์จากข้อมูลของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนดินบริเวณเขื่อนภูมิพล

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายหาญ กิตติชานันท์

006296

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

i 18168279

DIGITAL MAPPING OF SEDIMENTATION AROUND THE BHUMIBHOL DAM FROM LANDSAT DATA

Mr. HAAN KITTICHANAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์จากข้อมูลของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนดินบริเวณเขื่อนภูมิพล
โดย	นายหาญ กิตติชานันท์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

.... กรรมการ

(นายสุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์)

.... กรรมการ

(ดร.ชวลิต หิสยากร)

.... กรรมการ

(ผศ.ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์จากข้อมูลของดาวเทียมสำรวจทรัพยากร เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนดินบริเวณเขื่อนภูมิพล

โดย นายหาญ กิตติชานันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2522

หอสมุดกลาง
จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ตะกอนแขวนลอยเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แหล่งน้ำที่เกิดจากการสร้างเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ประโยชน์ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน เนื่องจากการตกตะกอนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นการลดอายุการใช้งานของเขื่อนนั้นๆอีกด้วย การสำรวจตะกอนในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนใหญ่ๆ เช่นเขื่อนภูมิพล ซึ่งมีพื้นที่อ่างเก็บน้ำประมาณ 300 ตารางกิโลเมตร จึงเป็นปัญหาใหญ่และต้องใช้เวลามากในการสำรวจแต่ละครั้ง การใช้คอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์ข้อมูลระบบ เอม.เอส.เอส. (MSS – Multispectral Scanner System) ที่ได้จากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร (LANDSAT) เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการบำรุงรักษาเขื่อน เนื่องจากดาวเทียมฯใช้เวลาประมาณ 20 วินาที เท่านั้น ในการบันทึกข้อมูลขนาดพื้นที่ 34225 ตารางกิโลเมตร บนพื้นผิวโลก

ปัจจุบัน ปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลยังมีน้อยมาก การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมฯด้วยสายตา จะไม่สามารถกระทำได้ในกรณีนี้ เนื่องจากไม่อาจเห็นความแตกต่างของระดับสีเทา (gray tone level) จากภาพถ่ายขาวดำ หรือความแตกต่างของสีจากภาพสีเท็จ (false color composite) ในแบนด์ต่างๆได้ และแม้แต่ข้อมูล ซี.ซี.ที.(CCT – Computer Compa

tible Tape) ก็ให้ความแตกต่างของค่าของข้อมูลน้อยมากเช่นกัน

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ซี.ซี.ที. ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยศึกษาจากคุณสมบัติการสะท้อนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของตะกอนประเภทดินทราย และอัตราส่วนของจำนวนข้อมูลในบริเวณที่ทราบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยต่างกัน แล้วจึงทำการจำแนกในขั้นต้น จากข้อมูลในแบนด์ 5 และ 6 ด้วยการเขียน Decision Tree Algorithm เพื่อประหยัดเวลาคอมพิวเตอร์ก่อน จากนั้นจึงนำไปประยุกต์กับวิธีเชิงสถิติ Maximum Likelihood Ratio เพื่อทำการจำแนกเป็นขั้นที่สอง และได้ทำการจำแนกด้วยการทำ Multi - channel Density Slicing ของข้อมูลจากแบนด์ 4,5 และ 6 ผลของการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการจำแนกทั้งสามวิธีกับข้อมูลจากการสำรวจตะกอนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เป็น 0.68, 0.75 และ 0.64 ของการจำแนกแต่ละวิธีตามลำดับ จากภาพจำแนกประเภทข้อมูล (classification map) พบว่า ตะกอนแขวนลอยในบริเวณอ่าง 1,2 ยังมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่เกิดจากการถูกกัดเซาะและพังทลายของตลิ่ง จึงมีการกระจายที่ไม่แน่นอน ตะกอนค่อนข้างหนาแน่นในบริเวณอ่าง 4,5 ซึ่งอยู่เหนือสุดของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และมีลักษณะแผ่กระจายจากเหนือลงสู่ใต้ อันเป็นผลเนื่องมาจากแม่น้ำปิงที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำในบริเวณนี้

วิธีการตามที่ได้ศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อาจนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาในด้านอื่นๆ เช่น การศึกษาสภาพน้ำเสียบริเวณแม่น้ำสายสำคัญๆที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ และการศึกษาสภาพชายฝั่งทะเลเพื่อประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจชายฝั่ง เป็นต้น และเพื่อให้ได้ความถูกต้องของการจำแนกดียิ่งขึ้น จะต้องมีข้อมูลจริงภาคพื้นดิน (ground truth data) ที่เหมาะสม เพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมฯ นอกจากนั้น ควรทดลองกับอ่างเก็บน้ำที่มีตะกอนแขวนลอยมากกว่าที่พบในอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนภูมิพล เช่น อ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนลำปาว และเขื่อนอุบลรัตน์เป็นต้น

Thesis Title Digital Mapping of Sedimentation around the Bhumibhol Dam from LANDSAT Data

Name Mr. Haan Kittichanan

Thesis Advisor Assistant Professor Prasit Prapinmongkolkarn, Ph.D.

Department Electrical Engineering

Academic Year 1979

ABSTRACT

Sedimentation of the inflow surficial water towards the reservoirs in Thailand is a serious concern as a degradation factor of the electricity utility generation. Life time of the electric dam / reservoir usage will be shortened very rapidly if the reservoir receives steadily increasing sediment loads derived from stream basin. The ground observation of sediment and discharge on a basis of cross-section sampling method is very troublesome and time consuming over a large reservoir, such as Bhumibhol Reservoir with the approximated size of 300 square kilometers. LANDSAT data aquisition system with the Multispectral Scanner can collect the earth surficial information, particularly over Bhumibhol Reservoir area in less than 20 seconds. The mapping and detecting of the sedimentation area with LANDSAT data employed by computer processing techniques will be essential for reservoir maintenance purpose.

Since the water in the Bhumibhol Reservoir is very deep, visual interpretation technique, using LANDSAT imagery, can not distinguish sediment from surface water. In addition, CCT data shows very little variation in gray tone values and hence more sophisticated

computer processing techniques become necessary.

In this thesis, three methods for classification of sedimentation in the Reservoir were discussed. Firstly, the Decision Tree Algorithm was implemented to utilize the spatial characteristics of data in band 5 and 6. Secondly, by using the Maximum Likelihood Ratio technique, it was found that selecting the training areas of the interesting features directly from the gray map is impossible. To overcome this problem, training areas were chosen from the enhanced gray map generated by the Decision Tree Algorithm. Finally, the Multi-channel Density Slicing of band 4, 5 and 6 was employed. The comparisions of classification results obtained from the aforementioned methods with that of sedimentation survey conducted by the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) provided the correlation coefficients of 0.68, 0.75, and 0.64, respectively. The classification maps showed that sedimentation in reservoir-number 1 and 2 was still very light and has dispersed distribution pattern. While the denser sedimentation was found in reservoir-number 4 and 5, located at the up-north of the Bhumibhol Reservoir, and tended to move downward from the north to the south. This was caused by the sediment inflow from the Ping River.

A possible further study is to apply the methodology mentioned above to monitor the level of sedimentation in the other reservoirs or to monitor the level of water pollution in some important rivers. In general, the accuracy of the results analysed can be improved by incorporating the ground truth data relevant to the analyzed LANDSAT data.

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนเป็นหนี้บุญคุณอย่างมากต่อ ผศ. ดร.ประสิทธิ ประพิณมงคลการ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.ชวลิต ทิสยากร ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายขาย บริษัทอิบอินซอย จำกัด ที่ได้กรุณาติดตามความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มาด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และท้ายสุดในการตรวจสอบแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์ ผู้ประสานงานโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้ และให้คำแนะนำตลอดจนข้อแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์นิมิตร ชัตติยกุลวนิช System Analyst สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ที่ได้กรุณาให้ข้อปรึกษาทางวิชาการเกี่ยวกับงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และต้องขอขอบพระคุณ คุณเทียนชัย ลายเลิศ กรรมการผู้จัดการบริษัท ศูนย์คอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยจำกัด ที่ได้อนุเคราะห์เวลาคอมพิวเตอร์รุ่น B3700 ขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นในการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการเขื่อนภูมิพลที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านที่พักและพาหนะในการออกสังเกตุภูมิประเทศจริงของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล และขอขอบพระคุณคุณสุเมธ ชัยพฤกษ์ แผนกอุทกวิทยา กองสำรวจ กฟผ. ที่กรุณาให้ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการสำรวจตะกอนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณ คุณกันยา จิรพยุงไชย ที่ให้คำแนะนำในระบบโปรแกรม CU-LIGMALS และติดตามความก้าวหน้าของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด และต้องขอขอบคุณ คุณศักดา กิตติชานันท์ ในการทำรูปประกอบในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และคุณดิเรก ในงานพิมพ์วิทยานิพนธ์เป็นรูปเล่มขึ้นมา

สารบัญ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิติกรรมประกาศ		จ
รายการตารางประกอบ		ช
รายการรูปประกอบ		ฌ
บทที่		
1	บทนำ	1
1.1	การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล	1
1.2	การสำรวจระยะไกลกับการศึกษาสิ่งแขวนลอยในน้ำ	3
1.3	วัตถุประสงค์	6
1.4	ขอบเขตการศึกษา	9
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการวิจัย	10
2	พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับเขื่อนภูมิพลและข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	11
2.1	การสำรวจตะกอนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	11
2.2	ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	14
2.3	คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	16
2.4	CU-LIGMALS Package	16
3	การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการจำแนกข้อมูล (Analysis and Results)	19
3.1	การวิเคราะห์เบื้องต้น	19
3.2	การวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการจำแนกข้อมูลในอ่าง 1 และ 2	30

บทที่		หน้า
	3.3 ผลการวิเคราะห์และทดลองจำแนกข้อมูลในอ่าง 4 และ 5	52
	3.4 สรุปผลการทดลองจำแนกข้อมูล	58
	3.5 สรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล	59
	3.6 สรุปผลการจำแนกตะกอนแขวนลอย	62
4	ผลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ .	70
	4.1 ข้อมูลจากการสำรวจของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	70
	4.2 การกำหนดบริเวณจุดสำรวจต่าง ๆ ลงบนภาพจำแนกประเภทข้อมูล (Classification map) . . .	71
	4.3 ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกตะกอนแขวนลอยโดยเครื่องคอมพิวเตอร์	72
	4.4 การเปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จากการจำแนกข้อมูล ซี.ซี.ที. กับรายงานการสำรวจของ กฟผ.	75
	4.5 สถิติการใช้เวลาเครื่องคอมพิวเตอร์	79
5	บทสรุป	81
บรรณานุกรม	. . . .	85
ภาคผนวก (ก)	. . . .	88
ภาคผนวก (ข)	. . . .	96
ประวัติผู้เขียน	. . . .	105

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	สรุปผลการศึกษาข้อมูลจาก ซี.ซี.ที. ในการวิเคราะห์สิ่งแขวนลอยในน้ำ	6
2	เขตภาพของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา	20
3	จำนวนจุดในแต่ละค่าของข้อมูลจากแบนด์ 5 เฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำ	34
4	จำนวนจุดในแต่ละค่าของข้อมูลจากแบนด์ 6 เฉพาะบริเวณที่เป็นน้ำ	35
5	อัตราส่วนของข้อมูลจากตารางที่ 5 และ 6	35
6	ผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยโดยใช้ข้อมูลจากแบนด์ 6 แบนด์ 5 x 6 และแบนด์ 4 x 5 x 6	50
7	สรุปผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6	52
8	สรุปผลการทดลองจำแนกตะกอนแขวนลอยในบริเวณสำรวจที่ 11 และ 12	58
9	สรุปข้อมูลจากการสำรวจตะกอนฯ ของ กฟผ.	71
10	ข้อมูลจากภาพจำแนกประเภทโดยวิธีเขียน decision tree	74
11	ข้อมูลจากภาพจำแนกประเภทโดยเทคนิคของ M.L.R. . . .	74
12	ข้อมูลจากภาพจำแนกประเภทโดยการทำ M.D.S.	75
13	เปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์กับรายงานการสำรวจของ กฟผ.	76
14	สรุปการใช้เวลาคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์	79

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1	ผังภาพแสดงขั้นตอนในการวิเคราะห์จากโครงร่างวิทยานิพนธ์	8
2	ผังภาพแสดงหมายเลขอ่างและจุดสำรวจตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	13
3	ภาพถ่ายดาวเทียมฯ แบนด์ 5 ครอบคลุมอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล	15
4	ภาพพิมพ์แบนด์ 5 บริเวณอ่าง 1, 2	21
5	ภาพพิมพ์ แบนด์ 5 บริเวณอ่าง 4, 5	22
6	กราฟความเข้ม (densitometry plot) ทุกแบนด์ของบรรทัดที่ 1205	23
7	กราฟความเข้ม (densitometry plot) ทุกแบนด์ของบรรทัดที่ 387	24
8	แผนภูมิแท่ง (histogram) แจกแจงความถี่ของข้อมูลในแบนด์ 5 และ 6 บริเวณอ่าง 1, 2	26
9	แผนภูมิแท่ง (histogram) แจกแจงความถี่ของข้อมูลในแบนด์ 5 และ 6 บริเวณอ่าง 4, 5	27
10	แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจาก R_1	31
11	แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจาก R_2	32
12	ภาพพิมพ์จากข้อมูลที่เป็นอัตราส่วน (ratioing) ระหว่างช่วงคลื่น	33
13	(a) Truth table ของน้ำและตะกอนแขวนลอยในอ่าง 1, 2 (b) Decision tree	37
14	ภาพทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 ด้วยวิธีเขียน decision tree algorithm.	38

รูปที่ หน้า

15 ภาพพิมพ์แบนด์ 5, 6 แสดงพื้นที่ตัวอย่างบริเวณอ่าง 1, 2 41

16 ค่าสถิติต่าง ๆ ของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่างบริเวณอ่าง 1, 2 43

17 Scatter diagram ของพื้นที่ตัวอย่าง 45

18 ภาพทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 ด้วยเทคนิคของ maximum likelihood ratio 46

19 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบนด์ 5 x 6 . . . 48

20 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลจากแบนด์ 4 x 5 x 6 . 48

21 กราฟความถี่สะสมของข้อมูลแบนด์ 6 แบนด์ 5 x 6 และแบนด์ 4x5x6 บริเวณอ่าง 1, 2 49

22 ภาพทดลองจำแนกข้อมูลบริเวณสำรวจที่ 5 และ 6 โดยการทำ multi-channel density slicing 51

23 decision tree สำหรับข้อมูลในอ่าง 4, 5 53

24 ภาพพิมพ์แบนด์ 5 และ 6 แสดงพื้นที่ตัวอย่างบริเวณอ่าง 4, 5 54

25 ค่าสถิติต่าง ๆ ของข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่างบริเวณอ่าง 4, 5 . . 55

26 scatter diagram ของพื้นที่ตัวอย่าง 56

27 แผนภูมิแท่งแจกแจงความถี่ของข้อมูลแบนด์ 4x5x6 บริเวณอ่าง 4, 5 57

28 ผังภาพสรุปขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อจำแนกตะกอนแขวนลอยในอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ 60

29 แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 1, 2 โดยวิธีเขียน decision tree algorithm 64

30 แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4, 5 โดยวิธีเขียน decision tree algorithm 65

31 แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 1, 2 ด้วยเทคนิคของ M.L.R. 66

รูปที่		หน้า
32	แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4, 5 ด้วยเทคนิคของ M.L.R.	67
33	แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 1, 2 ด้วยการทำ M.D.S.	68
34	แผนภาพจำแนกข้อมูลบริเวณอ่าง 4,.5 ด้วยการทำ M.D.S.	69
35	ตัวอย่างแผนที่บริเวณจุดสำรวจที่ 3 ของ กฟผ.	73
36	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า logarithm ของผลการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์กับข้อมูลจากการสำรวจของ กฟผ. . .	77