การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

QUALITY IMPROVING OF MULTISPECTRAL COLOUR IMAGE VIA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

T030961

สาท คำมูล
SART KUMMOOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2541

ISBN 974-622-230-9

เลขหมู่....................................
เลขทะเบียน 30961
วัน, เดือน, ปี 4 ก.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QUALITY IMPROVING OF MULTISPECTRAL COLOUR IMAGE VIA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

SART KUMMOOL

A THESIS SUBMITTED PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1998

ISBN 974-622-230-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 1998

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
ชื่อนักศึกษา	นายสาท คำมูล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2541

บทคัดย่อ

เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติต่างชนิดกันจะให้ค่าการสะท้อนสูงสุดในแถบความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นภาพสีที่ได้จากการผสมสีหลายแบนด์(แถบความยาวคลื่น) จึงมีบทบาทสำคัญในการนำมาแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม จากการที่ระบบภาพของดาวเทียมต่าง ๆ มักมีแถบความยาวคลื่นมากกว่า 3 แถบความยาวคลื่น อย่างเช่นกรณี ระบบภาพถ่าย MSS ของดาวเทียมแลนด์แซท 5 จะมี 4 แถบความยาวคลื่น หรือกรณีระบบ TM จะมี 7 แถบความยาวคลื่น แต่การแสดงภาพสีนั้นจะได้จากการผสมของของข้อมูลภาพเพียง 3 แถบความยาวคลื่น เท่านั้น จึงทำให้การแปลความหมายของภาพดังกล่าวไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะเกิดการขาดหายของบางข้อมูลที่ไปปรากฏอยู่ในแถบความยาวคลื่นที่ไม่ได้นำมาผสมสี ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้เสนอ เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งกลุ่มของข้อมูลภาพดังกล่าว จะยังคงรักษาความแปรปรวนของภาพเดิมเอาไว้ ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากข้อมูลหลาย ๆ แถบความยาวคลื่น สามารถทำได้โดยการนำเอาองค์ประกอบหลัก 3 อันดับต้นๆ มาผสมสีกันโดยข้อมูลขององค์ประกอบหลักทั้ง 3 จะให้ความแปรปรวน มากกว่า 90 เปอร์เซนต์ ดังนั้น การนำเอาภาพสีที่ได้รับการเน้นรายละเอียดดังกล่าวไปใช้จะช่วยทำให้การแปลความหมายหรือการจำแนกข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Quality Improving of Multispectral Colour Image via Principal Component Analysis

Student Sart Kummool

Thesis Advisor Assoc.Prof.Dr.Fusak Cheevasuvit

Degree Master of Engineering in Electrical Engineering

Year 1998

Abstract

Since the different nature resource have maximum reflectance in different spectral. Therefore, a multispectral colour image, which performed by multibands imagry will act as an important role in image interpretation. All the satellite imagery systems have the different spectral image bands image more than three. For example, four bands for MSS or seven bands for TM of LANDSAT-5. On the other band multispectral colour image can be composed by only three different spectral band images. Therefore, the colour image interpretation and classification cannot accomplish with effectiveness since it loss some information from the other spectral bands. In this thesis, the principal component analysis has been used to transform the all bands of satellite imagery in to a more compact set of component which still represents the original variance. Therefore, a quality improving of multispectral colour can be obtained by using the first three component image which will give more than 90 percents of variance form all bands of images. The image details are clearly shown in the resulting of colour image. Therefore, interpretation and classification from result can be done with high accuracy and precision.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยจากหลายท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ดังนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษาคอยชี้แนะแนวทางและการแก้ปัญหาต่างๆ ในการเขียนวิทยานิพนธ์ ด้วยดีตลอดเวลา ทำให้ผู้เขียนสามารถทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ที่คอยคำปรึกษาและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และเจ้าหน้าที่ประจำกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ลาดกระบัง ทุกท่าน ที่กรุณาให้บริการข้อมูลภาพดาวเทียม แก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณมูลนิธิเพื่อการศึกษาคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร (C&C) ที่ให้ทุนในการศึกษาทำให้ผู้เขียนมีกำลังใจในการศึกษาด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อชาลี คุณแม่สวย คำมูล ที่คอยให้กำลังใจแก่ผู้เขียนตลอดเวลา พร้อมทั้งขอบคุณอย่างยิ่งต่อคุณกัญญารัตน์ คำมูล ภรรยาของข้าพเจ้า ที่อดทนและใจกำลังใจแก่ผู้เขียนด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ และ ผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างยิ่ง

สาท คำมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..I

บทคัดย่อภาษอังกฤษ...II

กิตติกรรมประกาศ...III

สารบัญ..IV

สารบัญตาราง...VII

สารบัญภาพ..VIII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 กล่าวนำ...1

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์..2

1.3 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์...3

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพถ่ายดาวเทียม

2.1 คำนำ...4

2.2 หลักการรีโมทเซนซิ่ง...4

2.3 คุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากร...6

2.4 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร..7

บทที่ 3 การปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมในระบบแถบความยาวคลื่นเดียว...............13

3.1 คำนำ. 13

3.2 การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรม..13

3.3 การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรมแบบเชิงเส้น.................................20

3.4 การปรับปรุงภาพแบบลาปลาเซี่ยน..21

3.5 การปรับปรุงภาพแบบราบเรียบ...23

3.5.1 การปรับปรุงภาพแบบเฉลี่ยจุดค้างเคียง..23

3.5.2 การปรับปรุงข้อมูลด้วยตัวกรองมัธยฐาน...23

3.6 สรุป...28

บทที่ 4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพสีในระบบหลายแถบความยาวคลื่นโดย

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก...29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น
โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
4.1 คำนำ....29
4.2 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่นโดยหลักการของฮิว.....30
4.2.1 การจำลองรูปแบบสีแบบ RGB....31
4.2.2 การแปลงข้อมูลภาพแบบ RGB เป็นแบบ HSI....33
4.2.3 การผสมสีเท็จของภาพฮิว....36
4.2.4 ผลการทดลองและสรุปผล....37
4.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก....41
4.3.1 การแปลงองค์ประกอบหลัก....41
4.3.1.1 แมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
4.3.2การแปลงข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น....42
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับข้อมูลภาพ
ระบบหลายแถบความยาวคลื่น
5.1 คำนำ....49
5.2 วิธีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับข้อมูลภาพ
ระบบหลายแถบความยาวคลื่น....49
5.2.1วิธีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง....49
5.2.2 วิธีการคำนวณหาแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม....52
5.2.3 วิธีการคำนวณหาค่าเจาะจง, เวคเตอร์เจาะจง....54
5.2.4 การโปรเจคชั่น....55
5.2.5 การปรับระดับข้อมูล....55
5.3 ผลการทดลอง....57
5.4 สรุป....62
5.5 การแปลงสัญญาณภาพแบบ HSI-PCA....63
5.5.1 ผลการทดลอง....64
5.5.2 สรุป....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัย
6.1 สรุปผลการวิจัย..72
6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและขอเสนอแนะ..72
บรรณานุกรม..74
ภาคผนวก...76
ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้รับการตีพิมพ์.......................................77
ภาคผนวก ข โปรแกรมทดลอง...85
ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์..112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ.....5
2.2 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS ที่รายละเอียด 80 ม.....8
2.3 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ที่รายละเอียด 30 ม.....9
2.4 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ระบบ MLA ที่รายละเอียด 20 เมตร.....9
2.5 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ระบบ PLA ที่รายละเอียด 10 เมตร.....10
2.6 ระบบบันทึกและคุณสมบัติของดาวเทียม MOS-1.....11
3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่นำมาใช้ในการแปลงฮิสโตแกรมและค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้.17
4.1 ข้อมูลแถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการสร้าง ภาพ HRGB 37
5.1 แสดงค่า เจาะจง และเปอร์เซนต์ความแปรปรวน.....59
5.2 ค่าของเวคเตอร์เจาะจง.....59
5.3 แสดงค่า เจาะจง และเปอร์เซนต์ความแปรปรวนภาพฮิว.....64
5.4 ค่าของเวคเตอร์เจาะจงภาพฮิว.....64
5.5 แสดงค่าเจาะจง และ เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของแซทจุเรชั่น.....65
5.6 แสดงค่าเวคเตอร์เจาะจงของแซทจุเรชั่น.....65
5.7 แสดงค่าเจาะจง และ เปอร์เซนต์ความแปรปรวนของอินเทนซิตี้.....65
5.8 แสดงค่าเวคเตอร์เจาะจงของอินเทนซิตี้.....65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า..6
2.2 ความสัมพันธ์ของการสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ..........................7
3.1 เทคนิคการแปลงให้มีการกระจายจุดภาพอย่างสม่ำเสมอ..................................16
3.2 ภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และ ฮิสโตแกรม..19
3.3 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมใหม่............19
3.4 ภาพถ่ายดาวเทียมเดิม และฮิสโตแกรม..20
3.5 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงแบบการแปลงฮิสโตแกรมแบบเชิงเส้น.........21
3.6 ภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ..23
3.7 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย ลาปลาเซี่ยน..23
3.8 การปรับปรุงภาพแบบเฉลี่ยจุดภาพข้างเคียง..25
3.9 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยตัวกรองมัธยฐาน...................................27
4.1 การจำลองปริมาตรสีของระบบ RGB 32
4.2 แสดงการลองภาพสีระบบ HSI..33
4.3 จำลองปริมาตรสีสำหรับการแปลงภาพแบบ RGB เป็น HSI................................34
4.4 บล็อกไดอะแกรมสำหรับการผลิตภาพฮิว HRGB..36
4.5 ภาพถ่ายดาวเทียม แลนด์แซท แถบความยาวคลื่นที่ 1-7..37
4.6 ภาพฮิว..39
4.7 ภาพจากการผสมสีของภาพเดิม...40
4.8 ภาพจากการผสมสีของภาพฮิว...40
4.9 แสดงเวคเตอร์และเวคเตอร์เฉลี่ยของแต่จุดภาพ 42
4.10a องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ต่ำ...43
4.10b องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์สูง...43
4.11 แสดงเวคเตอร์ของจุดภาพใหม่ที่องค์ประกอบไม่มีความสัมพันธ์กัน.....................43
4.12 การหมุนของแกนใน 2 มิติ...46
4.13 เวคเตอร์เจาะจง และ ค่าเจาะจง ใน 2 มิติ..46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.14 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์สูง..47
4.15 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ..47
5.1 บล็อคไดอะแกรมขั้นตอนการตรวจสอบการแปลงข้อมูล...50
5.2 แผนภูมิการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลภาพ...51
5.3 บล็อคไดอะแกรมแสดงการคำนวณหาค่าเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม 54
5.4 บล็อคไดอะแกรมขั้นตอนการปรับระดับข้อมูล...55
5.5 แผนภูมิแสดงการปรับระดับข้อมูล...56
5.6 ภาพถ่ายดาวเทียมเดิมแถบความยาวคลื่นที่ 1-7..57
5.7 ภาพถ่ายองค์ประกอบหลัก...60
5.8 ภาพการผสมสีจากข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่นและองค์ประกอบหลัก.............62
5.9 บล็อคไดอะแกรมการปรับปรุงข้อมูลแบบ HSI-PCA...63
5.10 ภาพ HSI ของแต่ละประเภท...66
5.11 ภาพองค์ประกอบหลักของแต่ประเภท..68
5.12 ภาพการผสมสี...71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันภาพถ่ายดาวเทียมเข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติพยากรณ์อากาศ ธรณีวิทยา หรืออื่นๆ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานต่างๆ เช่น การสำรวจป่าไม้ การเกษตร การใช้ดิน ธรณีวิทยา อุกวิทยา สมุทรศาสตร์ การทำแผนที่

การประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับป่าไม้ ได้แก่การศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ ป่าต้นน้ำ ป่าอุดมสมบูรณ์ ป่าเสื่อมโทรม รวมถึงการศึกษาพื้นที่เหมาะสำหรับการปลูกป่าทดแทน

การเกษตร เป็นงานที่ศึกษาหาพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง สวนยางพารา สับปะรด อ้อย ข้าวโพด ศึกษาการเปลี่ยนแปลง บริเวณเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจ ตลอดจนการกำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพทางการเกษตร

การทำแผนที่ ในการทำแผนที่นั้น ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นภาพที่ทันสมัยที่สุด สามารถนำมาใช้เพื่อการแก้ไขปรับปรุงแผนที่ภูมิประเทศ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องเป็นที่ยอมรับ ทำให้รู้ถึงภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เส้นทางคมนาคม สิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นใหม่ รวมทั้งใช้ในการช่วยหาพิกัดใด ๆ บนผิวโลก

ในการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อศึกษาการใช้ดิน เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินว่าเป็นลักษณะใด เช่น การเกษตร เหมืองแร่ การก่อสร้างที่อยู่อาศัย จัดทำแผนที่แสดงขอบเขตการใช้ที่ดินแต่ละประเภทซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามฤดูกาล และสภาพเศรษฐกิจ

ทางธรณีวิทยานั้นเป็นการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา ธรณีโครงสร้างของประเทศ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการพัฒนางานด้านอื่น เช่น การหาแหล่งแร่ แหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติ แหล่งน้ำบาดาล การสร้างเขื่อน

ทางด้านอุทกวิทยา เป็นการศึกษาแหล่งน้ำทั้งบนบกและในทะเล น้ำบนดินและใต้ผิวดิน ซึ่งรวมทั้งแหล่งปริมาณการไหล การหมุนเวียนของน้ำ การติดตามการประเมินผลการบำรุงรักษาระบบและการจัดสรรน้ำของโครงการชลประทานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเกี่ยวกับสมุทรศาสตร์ เป็นงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำทะเล ตะกอนในทะเลและคุณภาพของน้ำบริเวณชายฝั่ง เช่น การแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยที่เกิดจากกิจการเหมืองแร่ในทะเล ศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำต่างๆ

การศึกษาเกี่ยวกับอุบัติภัย ทำการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับอุบัติภัย เช่น อุทกภัยและวาตภัย ภาพถ่ายจากดาวเทียมช่วยในการติดตามและประเมินผลเสียหายเบื้องต้น เช่น อุทกภัยทางตอนใต้ของประเทศไทย ทำให้ทราบถึงขอบเขตบริเวณที่เกิดอุบัติภัยได้อย่างรวดเร็ว ใช้ในการวางแผนฟื้นฟูต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำวิทยานิพนธ์

ในการแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียมนั้น โดยทั่วไปแล้วจะเอาข้อมูลภาพมาทำการผสมสี และแสดงภาพสีออกมาเพื่อทำการแปลความหมายของข้อมูลภาพนั้น การกำหนดสีจะมีแม่แสงสีอยู่ 3 แม่สี คือ สีแดง[R] สีเขียว[G] และสีน้ำเงิน[B] โดยจะกำหนดสีลงในแถบความยาวคลื่นใดๆ ตามกำหนดเพียง 3 แถบความยาวคลื่นเท่านั้น ปัญหาก็ คือ ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีระบบการบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกัน ถ้าระบบการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมที่มีระบบการบันทึกที่มีมากกว่า 3 แถบความยาวคลื่น เช่น ดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM จะมีการระบบบันทึกข้อมูลทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น ดาวเทียม MOS-1 ระบบ MESSR และ ระบบ VIT จะมีระบบการบันทึก 4 แถบความยาวคลื่น การนำมาใช้งานจริงข้อมูลภาพก็จะถูกเลือกนำใช้ในการผสมสีได้ครั้งละเพียง 3 แถบความยาวคลื่น ทำให้รายละเอียดของข้อมูลภาพที่มีอยู่บนแถบความยาวคลื่นที่ไม่ได้ถูกเลือกนั้น ถูกตัดทิ้งไปซึ่งส่งผลให้การแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียมนั้นมีการคาดเคลื่อนไม่มีประสิทธิภาพ หรือผิดพลาดได้

การแก้ปัญหาสามารถกระทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพหรือการปรับปรุงข้อมูลภาพของภาพถ่ายดาวเทียมก่อนที่จะมีการนำมาเพื่อที่จะทำการผสมสีข้อมูลภาพ โดยการปรับฐานของข้อมูลภาพทุกแถบความยาวคลื่นให้อยู่ในฐานเดียวกันก่อน ในวิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลภาพที่ได้มาทำการผสมสีแสดงผลภาพสีออกมา ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลภาพที่ให้ละเอียดมากขึ้น แล้วจึงทำการเปรียบเทียบกันและแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งทำให้การแปลความหมายข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่ต้องการทำการสำรวจทรัพยากรธรรมชาตินั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงก็มีสาเหตุมาจากการเกิดอุทกภัย หรือสาเหตุอื่นๆ จากการกระทำของมนุษย์เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้งแบบแถบความยาวคลื่นเดียว และ แบบหลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งเป็นข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้สำรวจทรัพ-ยากรธรรมชาติในประเทศไทย โดยมีรายละเอียดทั้งหมดแบ่งเป็น 6 บท ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงปัญหาที่พบและแนวความคิดในการนำมาซึ่งการแก้ไขปัญหา วัตถุประสงค์ และ ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงหลักการของรีโมทเซนซิ่ง ซึ่งเป็นหลักการที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม การสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุธรรมชาติต่างๆ คุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และในส่วนท้ายบทกล่าวถึงรายละเอียดของการบันทึกข้อมูลภาพของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติแต่ละดวง

บทที่ 3 เป็นการกล่าวถึงการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบแถบความยาวคลื่นเดียวในหลายรูปแบบ การปรับปรับข้อมูล แบบฮิสโตแกรม แบบสเตรชชิ่ง แบบลาปลาเซี่ยน แบบค่าเฉลี่ยราบเรียบ(Smoothing)

บทที่ 4 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีการปรับภาพโดยใช้หลักการของฮิว และทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งทั้งสองหลักการเป็นหลักการที่ใช้ในการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบหลายแถบความยาวคลื่น สามารถได้นำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่สำรวจ

บทที่ 5 กล่าวถึงขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เป้าหมายของการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ซึ่งต้องใช้ข้อมูลภาพที่มีการบันทึกในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน อย่างน้อย 2 ช่วงเวลา

บทที่ 6 เป็นบทสรุป ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะต่าง ๆ

และในส่วนสุดท้ายของวิทยานิพนธ์เป็นภาคผนวก ซึ่งเป็นรายละเอียดของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ดาวเทียมและคุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียม

2.1 คำนำ

ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาตินั้น วิธีการที่สามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วและประหยัด ก็คือการใช้ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร หรือเราเรียกว่าเป็นวิทยาการด้าน รีโมทเซนซิ่ง (Remote Sensing) ซึ่งหมายถึง การบันทึกหรือการได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่เป้าหมาย ด้วยอุปกรณ์บันทึกข้อมูล โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุนั้น ซึ่งอาศัยคุณสมบัติคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ แถบความยาวคลื่น(spectral) รูปทรงสัณฐาน(spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา(temporal) ของสิ่งต่างๆ บนผิวโลก ดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในโลกนี้มีหลายดวง แต่ละดวงก็มีคุณลักษณะและคุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในบทนี้ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของดาวเทียมและคุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมแต่ละดวงรวมถึงการใช้ประโยชน์ทางด้านต่างๆ

2.2 หลักการรีโมทเซนซิ่ง

องค์ประกอบที่สำคัญของรีโมทเซนซิ่งทั้งทางธรรมชาติและมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น คือ คลื่นแสงที่เป็นคลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่เสมือนสื่อการส่งผ่านระหว่างวัตถุเป้าหมาย และอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ระบบบันทึกที่ใช้พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทางธรรมชาติ เช่น พลังงานจากดวงอาทิตย์ เรียกว่าระบบพาสซีฟ(Passive remote sensing) ส่วนระบบที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เรียกว่าระบบแอคทีฟ(Actvie remote sensing) เช่น ระบบเรดาร์(Radar)

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปแบบที่มีค่าความยาวช่วงคลื่นหลายเมตร ถึงเศษส่วนของพันล้านเมตร(nm) ซึ่งเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศในลักษณะเป็นคลื่นเท่าความเร็วแสง ดังนั้นคลื่นความถี่สูงจะมีความยาวคลื่นสั้นกว่า แต่มีระดับพลังงานสูงกว่า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วย ย่านพลังงานที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ดังแสดงด้วยแถบพลังงาน(Spectrum) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ช่วงคลื่นแสงที่ใช้ประโยชน์ในการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยมีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 0.34-14 ไมโครเมตร(um) ซึ่งเป็นความถี่ที่สามารถใช้เครื่องมือรับและบันทึกข้อมูลได้หลายอย่าง รวมทั้งกล้องถ่ายรูปด้วยฟิล์ม และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่ไม่ใช้ฟิล์ม ประเภทสแกนเนอร์ต่าง ๆ ในช่วงคลื่นที่เห็นได้เป็นช่วงคลื่นแคบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

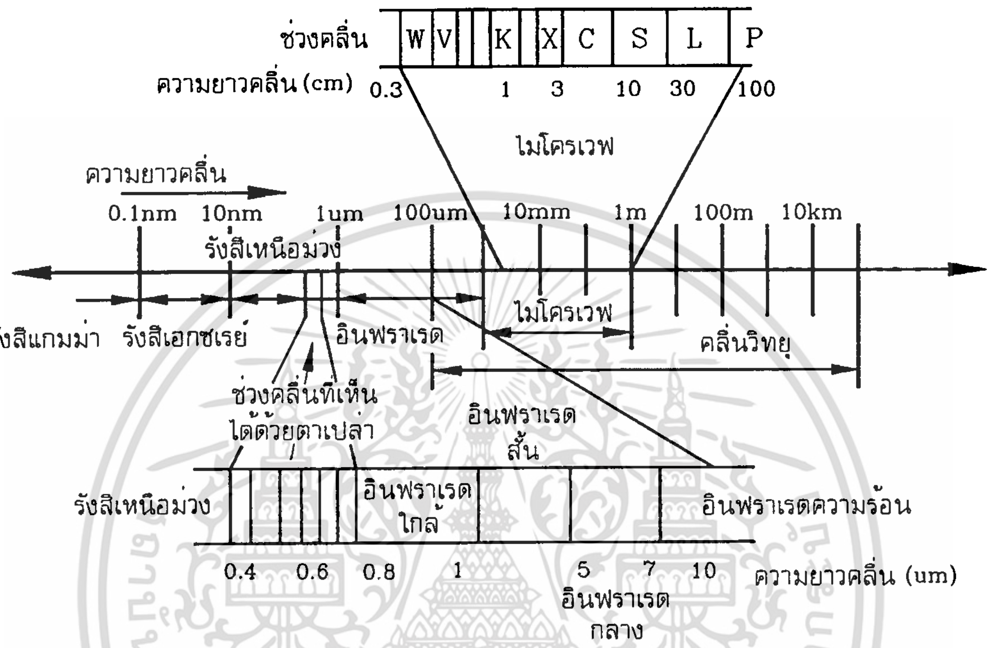
ตารางที่ 2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	รายละเอียด
รังสีแกมม่า(Gamma ray)	0.03 nm	รังสีแกมม่าถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบนจึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจข้อมูลระยะไกล
รังสีเอกซเรย์(X-ray)	0.03-3.0 nm	รังสีเอกซเรย์ถูกดูดซับทั้งหมดโดยชั้นบรรยากาศเช่นกัน
รังสีเหนือม่วง(Ultraviolet)	0.03-0.4 μm	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 ไมโครเมตรถูกดูดกลืนทั้งหมดโดยโอโซน ในบรรยากาศชั้นบน
Photographic UV band	0.3-0.4 μm	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูป แต่การกระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก
ช่วงคลื่นเห็นได้ด้วยตาเปล่า(Visible)	0.4-0.7 μm	บันทึกภาพด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บันทึกภาพได้ รวมทั้งช่วงคลื่นที่โลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุด(Refleted energy peak) ที่ 0.5 ไมโครเมตร ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงย่อย คือ 0.4-0.5 ไมโครเมตร สีน้ำเงิน 0.5-0.6 ไมโครเมตร สีเขียว 0.6-0.7 ไมโครเมตร สีแดง
อินฟราเรด (Infrared)	0.7-100 μm	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการส่งผ่านชั้นบรรยากาศ มีการดูดกลืนในบางช่วงคลื่น
อินฟราเรดสะท้อน (Reflected IR band)	0.7-3.0 μm	สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงความร้อนของวัตถุ ช่วงคลื่น 0.7-0.9 ไมโครเมตรสามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์ม เรียกว่า Photographic IR band
อินฟราเรดความร้อน (Thermal IR band)	3-5 μm และ 8-14 μm	การบันทึกภาพต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น สแกนเนอร์
ไมโครเวฟ(Microwave)	0.1-30 cm	ช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุผ่านหมอกเมฆและฝนได้ บันทึกภาพทั้งระบบ active และ passive
เรดาร์ (Radar)	0.1-30 cm	ระบบ active มีความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ เช่น Ka band (1 cm.) X band (3 cm.) และ L band (25 cm.)
วิทยุ(Radio)	> 30 cm	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีผลตอบสนองต่อตามนุษย์ตั้งแต่ 0.3-0.7 แบ่งได้ 3 ช่วงสี คือ สีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง

รูปที่ 2.1 ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



2.3 คุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

1. การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง(Synoptic view) ภาพที่ได้จากดาวเทียมภาพหนึ่งๆ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ทำให้ได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้น ๆ สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในบริเวณกว้างขวางต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้งภาพ เช่น ภาพจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS และ ระบบ TM หนึ่งภาพคลุมพื้นที่ 185 x 185 ตร.กม. หรือ 34,225 ตร.กม. ภาพจากดาวเทียม SPOT คลุมพื้นที่ 3,600 ตร.กม.

2. การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่น ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีระบบกล้องสแกนเนอร์ ที่บันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในเวลาเดียวกัน ทั้งในช่วงคลื่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่า และช่วงคลื่นนอกเหนือสายตามนุษย์ ทำให้แยกวัตถุต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกได้อย่างชัดเจน เช่น ระบบ TM มี 7 ช่วงแถบความยาวคลื่น

3. การบันทึกบริเวณเดิม (Repetitive coverage) ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรมีวงโคจรจากเหนือลงใต้ และกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอในเวลาที่แน่นอน เช่น ดาวเทียม LANDSAT ทุก ๆ 16 วัน สำหรับดาวเทียม MOS ทุก ๆ 17 วัน

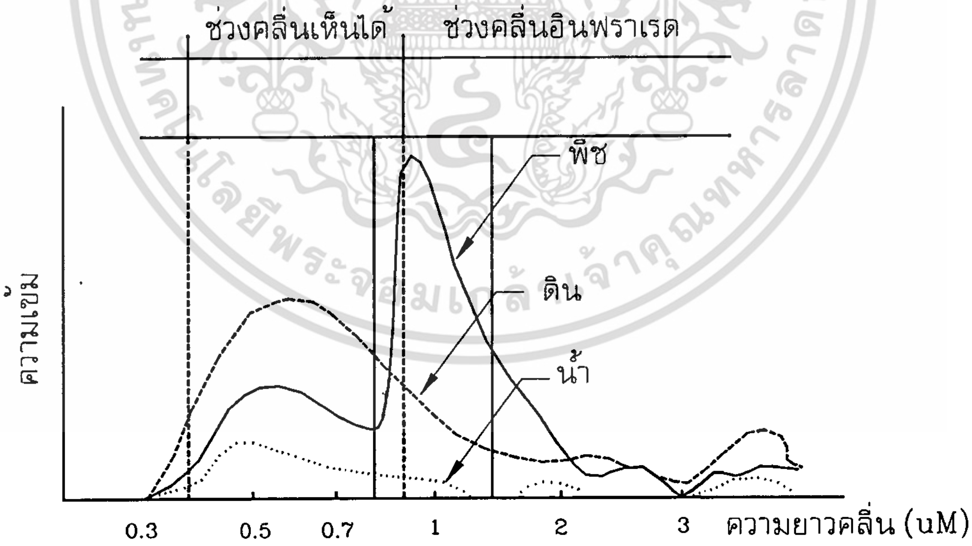
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การให้รายละเอียดหลายระดับ ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะให้รายละเอียดหลายระดับ มีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ เช่น ภาพจากดาวเทียม SPOT ระบบ PLA มีรายละเอียด 10 ม. สามารถศึกษาตัวเมือง เส้นทางคมนาคมระดับหมู่บ้าน ภาพสีระบบ MLA มีรายละเอียด 20 ม. ศึกษาการบุกรุกพื้นที่ป่าเฉพาะจุดเล็ก ๆ และแหล่งน้ำขนาดเล็ก และภาพระบบ TM รายละเอียด 30 ม. ศึกษาการใช้สภาพที่ดินระดับจังหวัด

5. ภาพจากดาวเทียมสามารถให้สีผสม (False color composite) ได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการขยายรายละเอียดเฉพาะเรื่องให้ชัดเจน สามารถจำแนกหรือมีสีแตกต่างจากสิ่งแวดล้อมนั้น

6. การเน้นคุณภาพของภาพ (Image enhancement) ภาพจากดาวเทียมต้นฉบับสามารถนำมาปรับปรุงให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น โดยการปรับเปลี่ยนค่าความเข้ม ระดับสีเทาเพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการศึกษาให้เด่นชัดขึ้น

รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของการสะท้อนช่วงคลื่นแสงของพืช ดิน และน้ำ



2.4 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

ดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรโลก ซึ่งสร้างขึ้นจากการร่วมมือขององค์กรต่างๆ ทั่วโลก เช่น องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา(NASA), องค์การอวกาศแห่งยุโรป(ESA), องค์การพัฒนาอวกาศแห่งชาติญี่ปุ่น(NASDA) ฯลฯ มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้...ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ดาวเทียม LANDSAT โคจรผ่านขั้วโลกทำมุมเอียง 99 องศา LANSAT-1,2, และ 3 โคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 920 กม. ใช้เวลาในการโคจรรอบโลกรอบละ 103 นาที หรือวันละ 14 รอบ บันทึกข้อมูลครอบคลุมทั่วโลกภายใน 18 วัน ระบบการบันทึกภาพ ประกอบด้วย 2 ระบบ คือ ระบบกล้องโทรทัศน์ RBV(Return Beam Vidicon) และระบบกวาดหลายช่วงคลื่น MSS(Multispectral Scanner) จำนวน 4 กล้องและยังมีระบบเก็บข้อมูล(Data Collection System) 2 เครื่อง เครื่องบันทึกแบบวีดิโอ 1 เครื่องภาพจากดาวเทียม 1 ภาพครอบคลุมพื้นที่ 185 x 185 ตร.กม. โดยมีรายละเอียดของภาพ(Resolution) 80 ม. x 80 ม. ส่วนดาวเทียม LANDSAT-4 และ 5 โคจรสูง 705 กม. โคจรรอบโลก 99 นาที หรือ 14 รอบครึ่งต่อวัน และโคจรกลับมาที่เดิมทุก 16 วัน บันทึกภาพครอบคุมประเทศไทยในแนวโคจร 7 แนว หรือประมาณ 40 ภาพ ใช้เวลาบันทึก 7 วัน ระบบการบันทึกภาพ 2 ระบบ คือ ระบบกวาดหลายช่วงคลื่น MSS จำนวน 4 แถบความยาวคลื่น และ ระบบ TM (Thematic Mapper) จำนวน 7 แถบความยาวคลื่น ที่มีรายละเอียด 30 ม. นอกจากนี้ยังมีระบบสื่อสารพิเศษ TDRS (Tracking and Data Relay Satellite) ที่ส่งผ่านข้อมูลจากดาวเทียมสู่โลกในเวลาบันทึกภาพทันที

ตารางที่ 2.2 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS ที่รายละเอียด 80 ม.

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
4	0.50-0.60	สามารถทะลุผ่านน้ำได้มากกว่าช่วงคลื่นอื่น ใช้ในการตรวจตะกอนหรือความขุ่นข้นในน้ำ แสดงความแตกต่างของพืชพรรณสีเขียวกับสิ่งปกคลุมอย่างอื่น แสดงลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา
5	0.60-0.70	แสดงความแตกต่างของสิ่งที่มนุษย์สร้างกับลักษณะความสูงต่ำของภูมิประเทศ ใช้สำหรับแยกพืชพรรณสีเขียวเมื่อรวมอยู่กับสิ่งปกคลุมหลายๆ อย่าง
6	0.70-0.80	เหมาะสำหรับจำแนกความแตกต่างของลักษณะการใช้ที่ดิน และใช้ตรวจปริมาณมวลชีวะสีเขียว(green biomass)
7	0.80-1.10	แสดงความแตกต่างส่วนที่เป็นน้ำกับส่วนที่ไม่เป็นน้ำได้ดี ใช้แยกความแตกต่างระหว่างพืชพรรณกับดินได้ แสดงธรณีสัญฐานและโครงสร้างทางธรณีวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ดาวเทียม SPOT มีลักษณะการโคจรสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ทำมุมเอียงกับแนวระนาบ 98.70 องศา ในระดับความสูง 830 กม. โคจรกลับมาบริเวณเดิมทุก 26 วัน อุปกรณ์บันทึกภาพประกอบด้วยกล้อง HRV(High Resolution Visible) 2 กล้อง แต่ละกล้องมีระบบ 2 ระบบ คือระบบหลายช่วงคลื่น MLA (Multispectral Linear Array) ประกอบด้วย 3 แถบความยาวคลื่น ตั้งแต่ช่วง

ตารางที่ 2.3 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ที่รายละเอียด 30 ม.

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	0.45-0.52	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง แสดงความแตกต่างหรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน แสดงความแตกต่างหรือแยกดินจากพืชพรรณต่างๆ มีความไวต่อการมีหรือไม่มีคลอโรฟีลล์
2	0.52-0.60	แสดงการสะท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพรรณที่เจริญเติบโตแล้ว
3	0.63-0.69	แสดงความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟีลล์ในพืชพรรณชนิดต่างๆ กัน
4	0.76-0.90	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะแสดงความแตกต่างของน้ำ และส่วนที่ไม่ใช่น้ำ
5	1.55-1.75	ใช้ตรวจความชื้นในพืช แสดงความแตกต่างของหิมะกับเมฆ
6	10.40-12.50	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องมาจากความร้อนในพืช แสดงความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา แสดงความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	2.80-2.35	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ ใช้แยกประเภทแร่ธาตุและหินชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 2.4 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ระบบ MLA ที่รายละเอียด 20 เมตร

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	0.52-0.59	ศึกษาพืช น้ำ ตะกอน
2	0.61-0.68	แยกป่า และสิ่งก่อสร้าง
3	0.79-0.89	ศึกษาภูมิประเทศ ดินและธรณีวิทยา แยกส่วนที่เป็นน้ำและไม่เป็นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นที่เห็นด้วยตาเปล่าถึงช่วงคลื่น อินฟราเรดใกล้ โดยมีรายละเอียดของภาพ 20 ม. และระบบช่วงคลื่นขาว-ดำ PLA(Panchromatic Linear Array) ซึ่งมีรายละเอียด 10 ม.

ตารางที่ 2.5 การใช้งานช่วงคลื่นของดาวเทียม SPOT ระบบ PLA ที่รายละเอียด 10 เมตร

ความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
0.51-0.73	ใช้ประโยชน์คล้ายกับรูปถ่ายทางอากาศ

การบันทึกภาพในแนวดิ่ง แต่ละกล้องมีแนวถ่ายภาพกว้าง 60 กม. และเหลื่อมซ้อนตรงกลาง 3 กม. ดังนั้นภาพในแนวดิ่งจึงกว้างทั้งหมด 117 กม. ส่วนการบันทึกภาพในแนวเฉียง ถูกควบคุมจากพื้นดิน โดยสามารถบันทึกภาพพื้นที่ใดก็ตามภายในระยะแนวกว้าง 950 กม. และมีความกว้างของแนวถ่ายภาพสูงสุด 80 กม. ด้วยคุณสมบัติพิเศษของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลนี้สามารถบันทึกภาพเฉียงได้ถึง 7 แนวโคจรในบริเวณศูนย์สูตร และ 11 แนวโคจรในเขตละติจูด 45 องศา ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษาได้จากข้อมูลบริเวณนั้น ๆ ทุก 5 วัน นอกจากจะมีประโยชน์ในการนำมาเปรียบเทียบเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว ภาพซ้อนที่เกิดจากมุมบันทึกของภาพการโคจร 2 แนวสามารถนำมาศึกษาภาพสามมิติได้ โดยมีอัตราส่วนระหว่างระยะห่างของตำแหน่งดาวเทียมทั้งสองตำแหน่งกับระดับความสูงของดาวเทียม มีค่า 0.75 ที่บริเวณ ศูนย์สูตร และ 0.50 ที่ละติจูด 45 องศา

2.4.3 ดาวเทียม MOS-1 โคจรสูงจากพื้นโลก 909 กม. โดยสำรวจข้อมูลและบันทึกภาพตามเวลาท้องถิ่นระหว่างเวลา 10.00 -11.00 น. ทุกวัน โคจรมาสำรวจบริเวณเดิมทุก 17 วัน วันหนึ่งโคจร 14 รอบ ใช้เวลา 103 นาที ดาวเทียม MOS-1 มีอุปกรณ์สำรวจข้อมูล 4 ระบบ คือ

2.4.3.1 ระบบ MESSR(Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer) บันทึกภาพใน 4 แถบความยาวคลื่น เป็นช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า 2 แถบความยาวคลื่น และอินฟราเรดใกล้ 2 แถบความยาวคลื่น มีความยาวช่วงคลื่นเช่นเดียวกับระบบ MSS ของดาวเทียม LANDSAT ระบบบันทึกภาพของ MESSR ประกอบด้วยกล้อง 2 ชุด กล้องตัวหนึ่งๆ บันทึกภาพ 2 แถบความยาวคลื่น ระบบบันทึกภาพเป็นแบบ Push Broom Scanning โดยมี detector 2,048 ตัว สำหรับบันทึกภาพในระยะทางกว้าง 100 กม. มีรายละเอียดข้อมูล 50 ม.

2.4.3.2 ระบบ VTIR (Visible and Thermal Infrared Radiometer) บันทึกภาพ 4 แถบความยาวคลื่น เป็นช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า 1 ช่วงคลื่น และอินฟราเรดความร้อน 3 แถบความยาวคลื่น ระบบบันทึกภาพเป็นแบบ Mirror Scan โดยใช้กระจกแบบหมุนรอบ (Rotating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mirror) กวาดภาพในขนาด 1,500 กม. x 1,500 กม. แถบความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีรายละเอียด 900 ม. ส่วนในช่วงอินฟราเรดความร้อน มีรายละเอียด 2,700 ม. ระบบนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิต่างๆ ในทะเล การปกคลุมของเมฆและไอน้ำ

2.4.3.3 ระบบMSR(Microwave Scanning Radiometer) บันทึกภาพด้วยระบบ Passive microwave radiometer ทำการบันทึกข้อมูลในช่วงความถี่ 23 GHz และ 31 GHz ในช่วงเวลา 10 msec และ 47 msec รวม 4 แถบความยาวคลื่น ความกว้างช่วงบันทึกภาพ 317 กม. โดยช่วงความถี่ 23 GHz มีรายละเอียดภาพ 30 กม. และ ในช่วงความถี่ 31 GHz มีรายละเอียด 10 กม. ระบบนี้ใช้ประโยชน์ในการสำรวจปริมาณไอน้ำ และในบรรยากาศ ลมทะเล ตลอดการแผ่ปกคลุมของหิมะและของน้ำแข็งในทะเล

2.4.3.4 DCS(Data Collection System) เป็นระบบสำหรับเก็บข้อมูลทางด้านสมุทศาสตร์ พร้อมทั้งยังสามารถวัดตำแหน่งของ DCP (Data Collection Platform) เช่นตำแหน่งหรือทุ่นได้ด้วย

ตารางที่ 2.6 ระบบบันทึกและคุณสมบัติของดาวเทียม MOS-1

คุณลักษณะ	ระบบบันทึกภาพ		
	MESSR	VTIR	MSR
วัตถุประสงค์	การใช้ที่ดิน,สีผิวทะเล	อุณหภูมิผิวทะเล	ไอน้ำและน้ำในบรรยากาศ น้ำแข็ง หิมะ
ช่วงคลื่น(ไมโครเมตร)	0.51-0.59 0.61-0.69 0.72-0.80 0.80-1.10	0.5-0.7 6.0-7.0 10.5-11.5 11.5-12.5	-
ความถี่คลื่น(GHz)	-	-	23.8GHz - 31.4GHz
ภาพคลุมพื้นที่(ตร.กม.)	100 x 100	1,500 x1,500	317 x 317
รายละเอียดภาพ(ม.)	50	900 2,700	3,200 2,300

4. ดาวเทียม ERS-1 ดาวเทียมWRS-1 มีคุณสมบัติพิเศษในการบันทึกข้อมูลแบบ Active sensor คือเรดาร์สามารถถ่ายภาพทะลุเมฆและวัตถุบางชนิดได้ บันทึกในช่วงคลื่น Microwave คือ 1 มม. ถึง 1 ม.และความถี่ 300 ถึง 0.3 GHz โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคลื่น คือ X Band, C band และ L band รายละเอียดของภาพมีขนาด 25 x 25 ตร.ม.การสะท้อนช่วงคลื่นของข้อมูลจากดาวเทียม ERS-1 จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความเรียบและความขรุขระของผิววัตถุเป็นสำคัญ ยิ่งเรียบจะให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสะท้อนต่ำ ขณะที่ความขรุขระจะให้ค่าสะท้อนสูงขึ้นตามส่วน แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณามุมตกกระทบ(incident angle) ขณะที่บันทึกข้อมูล

5. ดาวเทียม JERS-1 เป็นระบบดาวเทียมที่ถ่ายภาพทะลุเมฆได้โดยใช้เรดาร์ มีอุปกรณ์ถ่ายภาพทะลุเมฆที่เรียกว่า SAR (Synthetic Aperture Radar) แล้วยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า OPS (Optical Sensor) ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ใช้ CCD (Charge Coupled Device) ในการรับแสงจากพื้นผิวโลกแยกออกเป็น 7 แถบความยาวคลื่นตั้งแต่แถบความยาวคลื่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่า จนถึงแถบความยาวคลื่นอินฟราเรด โดยมีรายละเอียดของภาพถึง 18 ม. x 24 ม. และสามารถถ่ายภาพสามมิติตามแนวโคจรได้ด้วย

6. ดาวเทียม NOAA เป็นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาที่นำข้อมูลมาใช้ในการสำรวจพื้นผิวได้ด้วย ดาวเทียม NOAA โคจรรอบโลก 1 รอบใช้เวลา 101.4 นาที มี 2 ดวง คือ NOAA-11 และ NOAA-12 ดาวเทียม NOAA-11 โคจรสูงจากพื้นโลก 830 กม. ดาวเทียม NOAA-12 โคจรสูงจากพื้นโลก 870 กม. อุปกรณ์เก็บข้อมูลของดาวเทียมคือ AVHRR(Advance Very High Resolution Radiometer) มีรายละเอียดของภาพ 1.1 กม. ความกว้างของภาพ 2,800 กม. แต่ละดวงบันทึกข้อมูลวันละ 2 ครั้ง ทั้งกลางวันและกลางคืน ใช้ประโยชน์ในการตรวจอุณหภูมิเมฆ อุณหภูมิผิวหน้าทะเล อุณหภูมิผิวหน้าดิน และดัชนีพืชพรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การปรับปรุงคุณภาพของภาพถ่ายดาวเทียมในระบบแถบความยาวคลื่นเดียว

3.1 คำนำ

ข้อมูลภาพถ่ายดาวชนิดแถบความยาวคลื่นเดียวหรือภาพขาว-ดำ ความสว่างของภาพจะขึ้นอยู่กับระดับสีเทาของภาพ รายละเอียด และความคมชัดของภาพ ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของระดับสีเทาของวัตถุต่าง ๆ ปัญหาก็คือ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดนี้ มักจะมีความคมชัดต่ำ สาเหตุเพราะความแตกต่างของระดับสีเทาของข้อมูลภาพนั้นมีน้อยมาก ทำให้มีปัญหาในการแปลความหมายข้อมูลภาพนั้น จากคุณสมบัติของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ที่สามารถให้มีการปรับปรุงข้อมูลได้ ดังนั้นในบทนี้ได้นำเสนอการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมชนิดแถบความยาวคลื่นเดียวด้วยกันหลายวิธีซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของการปรับปรุงข้อมูลภาพแต่ละชนิด ในหัวข้อต่อ ๆ ไป

3.2 การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรม

เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยมากมักจะมีความคมชัด(Contrast) ต่ำ กล่าวคือ ภาพถ่ายดาวเทียมมีระดับสีเทา ของจุดภาพใกล้เคียงกันตลอดทั้งภาพ ถ้ามองจากฮิสโตแกรมของภาพ จะพบว่ามีการกระจายของระดับสีเทาของจุดภาพจะรวมกันอยู่เป็นกระจุกแคบๆ ทำให้ภาพที่ได้จะมองไม่เห็นรายละเอียดของภาพ ในการปรับความคมชัดของภาพสามารถที่ได้โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะการกระจายระดับสีเทาของจุดภาพ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงฮิสโตแกรมของภาพนั่นเองซึ่งในการปรับความคมชัดของภาพนี้ จะทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งที่อยู่ในภาพเดิมในบริเวณที่ๆมืด หรือฮิสโตแกรมที่มีการรวมตัวกันอยู่เป็นกระจุกได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การเปลี่ยนแปลงฮิสโตแกรม เป็นหลักการของเทคนิคการเน้นคุณภาพของภาพโดยการปรับปรุงความสว่างของภาพ แบบไม่เชิง โดยพยายามให้ความหนาแน่นของข้อมูลเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดช่วง ซึ่งกระจายฮิสโตแกรมใหม่นี้ ทำให้อัตราความแตกต่างของระดับสีเทาของภาพสูงขึ้น ขั้นตอนในการทำฮิสโตแกรมมีดังนี้

สมมุติว่า r คือค่าระดับสีเทาหรือค่าตัวเลขข้อมูลภาพโดยถูกปรับให้มีค่าอยู่ในระหว่าง 0 ถึง 1 $(0 \le r \le 1)$ เนื่องจากต้องการแปลงการกระจายของค่าระดับสีเทาให้มีการกระจายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอ นั้นหมายความว่า ต้องมีฟังก์ชั่นในการแปลง และให้ $T(r)$ เป็นฟังก์ชั่นในการแปลงทำให้ได้ข้อมูลใหม่มีค่าเป็น s นั่นคือ

$$s=T(r) \tag{3.1}$$

คุณสมบัติของ $T(r)$ คือ จะเป็นฟังก์ชั่นค่าเดียวที่มีการเพิ่มทิศทางเดียว โดยค่า $T(r)$ จะอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เช่นกัน

ในทางตรงกันข้ามก็สามารถทำการแปลง s ไปหา r ก็ทำได้โดย

$$r = T^{-1}(s) \tag{3.2}$$

ให้ $0 \leq s \leq 1$

และ $T^{-1}(s)$ก็มีคุณสมบัติเหมือนกับ $T(r)$

เนื่องจากค่าระดับสีเทาของภาพเป็นปริมาณแบบสุ่ม (Random Quantities) ที่อยู่ในช่วง [0,1] ถ้าสมมุติว่าค่าระดับสีเทามีลักษณะเป็นแบบต่อเนื่อง ให้ $p_r(r)$ และ $p_s(s)$ เป็น Probability Density Function ของข้อมูลเดิมและข้อมูลที่ถูกแปลงไป จากทฤษฎีความน่าจะเป็น ถ้าหากรู้ค่าของ $p_r(r)$ และ $T^{-1}(s)$ จะได้

$$p_s(s) = \left[p_r(r)\frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)} \tag{3.3}$$

เมื่อพิจารณาถึงฟังก์ชั่นในการแปลง

$$s = T(r) = \int_0^r p_r(w)dw \qquad 0 < r < 1 \tag{3.4}$$

ดังนั้น อนุพันธ์ของ s ที่เทียบกับ r จะได้

$$\frac{ds}{dr} = p_r(r) \tag{3.5}$$

เมื่อแทนค่าสมการที่ 3.5 ลงในสมการที่ 3.3 จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r=T^{-1}(s)}$$
$$= [1]_{r=T^{-1}(s)}$$
$$= 1$$

เมื่อ $0 \le s \le 1$

จะพบว่าเมื่อผ่านการแปลงแล้วตัว s จะให้การกระจายแบบสม่ำเสมอ

ในระบบการประมวลภาพข้อมูลรหัสตัวเลข ความน่าจะเป็นของระดับสีเทาเขียนเป็น

$$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n} \tag{3.6}$$

เมื่อ $0 \le r_k \le 1$

และ $k = 0,1,2,..........,L-1$

L คือ จำนวนระดับสีเทาของภาพ

$p_r(r_k)$ คือ ความน่าจะเป็นในการเกิดจุดภาพที่ระดับสีเทา

n_k คือ จำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ k และ n คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมด

กราฟที่ได้จากการเขียนของ $p_r(r_k)$ กับ r_k คือ Histogram นั่นเอง สมการที่ 3.1 ก็จะได้เป็น

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^{k} \frac{n_j}{n}$$
$$= \sum_{j=0}^{k} p_r(r_j) \tag{3.7}$$

เมื่อ $0 \le r_k \le 1$

และ $k = 0,1,2,..........,L-1$

และการแปลงกลับก็สามารถทำได้โดย

$$r_k = T^{-1}(s_k)$$

เมื่อ $0 \le s_k \le 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

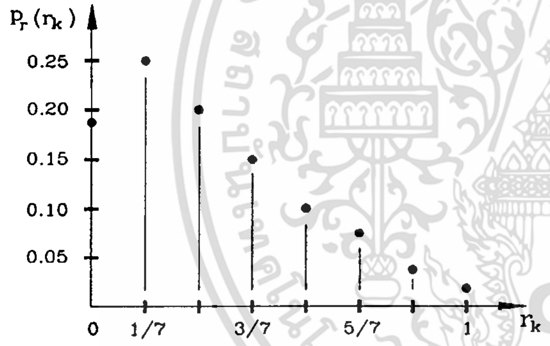
สมมุติว่าภาพถ่ายมีขนาด 64*64 จุด ที่มีระดับสีเทาอยู่ 8 ระดับด้วยกัน แต่ละระดับสีเทามีจำนวนจุดภาพดังแสดงในตารางที่ 3.1 และความน่าจะเป็นในการเกิดจาดจุดภาพในระดับสีเทามีค่าต่างๆ คำนวณไว้ในคอลัมน์ที่ 3 ของตาราง เมื่อเขียนฮิสโตแกรมของข้อมูลเดิมก็จะได้กราฟดังรูปที่ 3.1 (a)

$$s_0 = T(r_0) = \sum_{j=0}^{0} p_r(r_j)$$

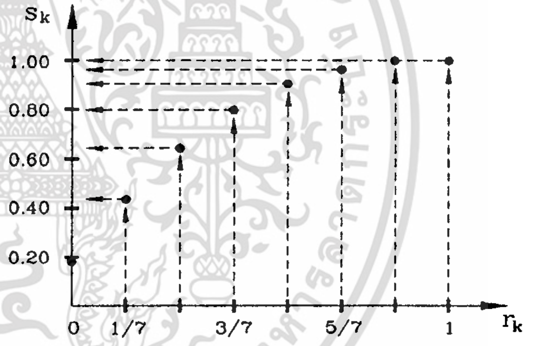
$$= p_r(r_0)$$

$$= 0.19$$

รูปที่ 3.1 เทคนิคการแปลงให้มีการกระจายจุดภาพอย่างสม่ำเสมอ

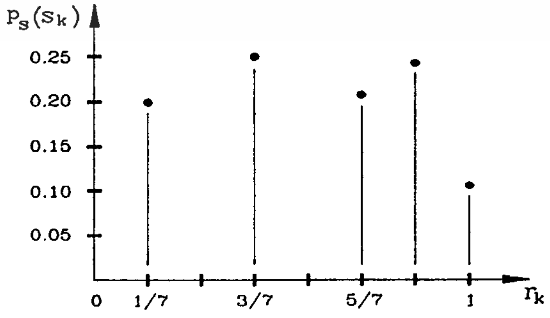


(a)



(b)

(a) ฮิสโตแกรมภาพเดิม (b) ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการทดลอง



(c)

(c) ฮิสโตแกรมที่ได้หลังการแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลที่นำมาใช้ในการแปลงฮิสโตแกรมและค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้

r_k	n_k	$p_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1/7$	1023	0.25
$r_2 = 2/7$	850	0.21
$r_3 = 3/7$	656	0.16
$r_4 = 4/7$	329	0.08
$r_5 = 5/7$	245	0.06
$r_6 = 6/7$	122	0.03
$r_7 = 1$	81	0.02

ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการแปลงจากสมการที่ 3.7 ให้

$$s_1 = T(r_1) = \sum_{j=0}^{1} p_r(r_j)$$

$$= p_r(r_0) + p_r(r_1)$$

$$= 0.19+0.25$$

$$= 0.44$$

ทำนองเดียวกันจะได้

$$s_2 = 0.65$$

$$s_3 = 0.81$$

$$s_4 = 0.89$$

$$s_5 = 0.95$$

$$s_6 = 0.98$$

$$s_7 = 1.00$$

เนื่องจากระดับสีเทามาตรฐานหลังการแปลงแล้วจะมีระดับสีเทาอยู่ 8 ระดับเหมือนกัน ซึ่งค่าความห่างแต่ละระดับสีเทาเท่าๆ กันคือ ห่างกัน 1/7 ดังนั้นค่าระดับสีเทาทั้ง 8 ระดับจะอยู่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0, 1/7 = 0.142, 2/7 = 0.285, 3/7 = 0.428,4/7 = 0.571, 5/7 = 0.714, 6/7 = 0.857 และ 1 จากค่าระดับสีเทาที่คำนวณได้จะเข้าใกล้ระดับสีเทามาตรฐานดังนี้

s_0 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 1/7

s_1 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 3/7

s_2 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 5/7

s_3 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 6/7

s_4 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 6/7

s_5 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 1

s_6 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 1

s_7 เข้าใกล้ระดับสีเทาที่ 1

พบว่ามีเพียง 5 ระดับสีเทาที่แตกต่างกันจากฮิสโตแกรมหลังจากการแปลงให้จุดภาพมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ ระดับสีเทาทั้ง 5 ระดับ คือ

s_0 = 1/7

s_1 = 3/7

s_2 = 5/7

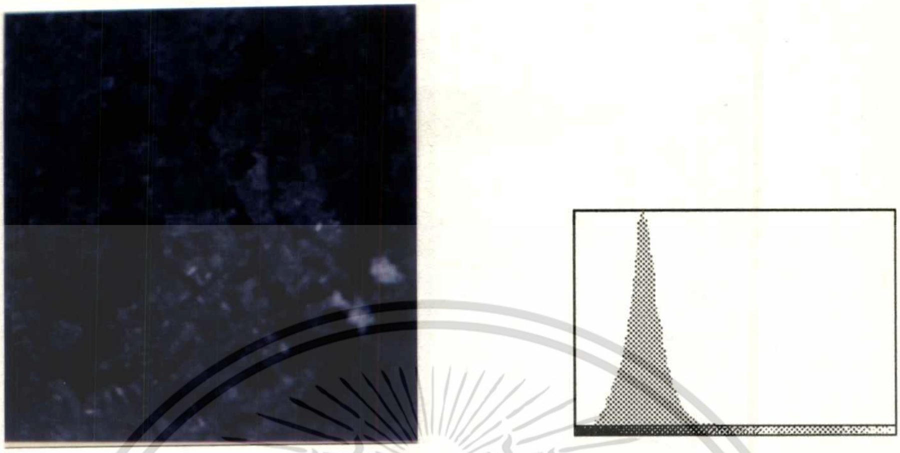
s_3 = 6/7

s_4 = 1

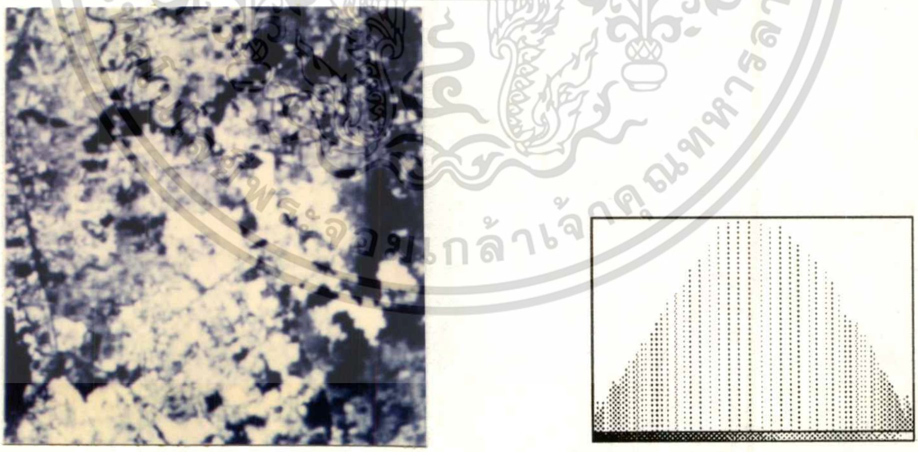
นั่นหมายความว่า r_0 = 0 ถูกแปลงไปอยู่ที่ s_0 = 1/7 นั่นคือจะมีจำนวน 790 จุดภาพที่อยู่ในระดับสีเทา s_0 = 1/7 มี 1023 จุดภาพที่อยู่ในระดับสีเทาของ s_1 = 3/7 และ 850 จุดภาพ สำหรับที่ s_2 = 5/7 ส่วนระดับสีเทาจาก r_3 และ r_4 ถูกแปลงไปรวมกันอยู่ที่ s_3 = 6/7 ซึ่งมีจุดภาพอยู่ 656+329 = 985 ในทำนองเดียวกันจะมี 245+122+81 = 448 จุดภาพอยู่ที่ s_4 = 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.2 ภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ และ ฮิสโตแกรม



ภาพที่ 3.3 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยฮิสโตแกรม และฮิสโตแกรมใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

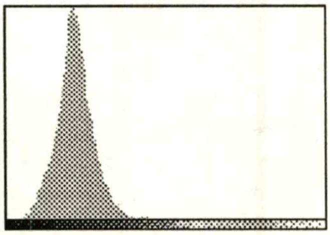
3.3 การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรมแบบเชิงเส้น

การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรมแบบเชิงเส้น เป็นการแปลงอัตราความแตกต่างของภาพแบบเชิงเส้น โดยการกระจายฮิสโตแกรมใหม่ให้ช่วงระดับสีเทาบริเวณที่ต้องการกระจายไปยังบริเวณที่กำหนดอย่างสม่ำเสมอ ความสม่ำเสมอนี้ คือ มีช่วงห่างของระดับสีเทาเท่ากันตลอดช่วงฮิสโตแกรมถ้าหากสมมุติว่า ฮิสโตแกรมของภาพเดิมมี ความสว่างต่ำ โดยมีระดับสีเทาของภาพมีลักษณะรวมกันอยู่เป็นกระจุกอยู่ระหว่างค่าระดับสีเทา X_{min} ถึง X_{max} ในการปรับปรุงฮิสโตแกรมเราจะกระจายกลุ่มจุดภาพให้กว้างออกไปอยู่ที่ Y_{min} ถึง Y_{max} ดังนั้นสมการที่ใช้ในการแปลงค่าระดับสีเทาของภาพเดิมที่จุดใดๆ คือ X_1 จะถูกแปลงค่าระดับสีเทา Y_1 ดังสมการ 3.8 คือ

$$Y_1 = \frac{(X_1 - X_{min}) * (Y_{max} - Y_{min})}{X_{max} - X_{min}} + Y_{min} \qquad (3.8)$$

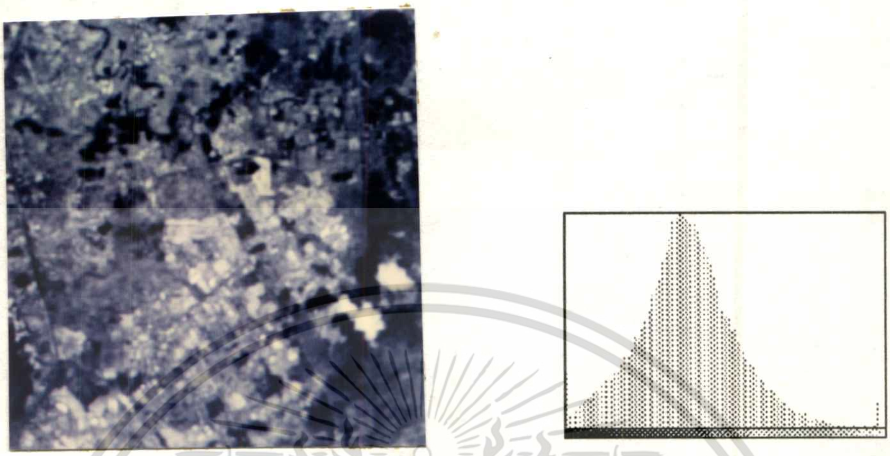
เมื่อ X_{min}, X_{max} คือ บริเวณในฮิสโตแกรมเดิมที่ต้องการที่จะทำการกระจาย โดยให้ X_{min} คือ ระดับสีเทาต่ำสุด และให้ X_{max} คือ ค่าระดับสีเทาสูงสุด Y_{min}, Y_{max} ค่าระดับสีเทาในบริเวณฮิสโตแกรมของ Y หรือฮิสโตแกรมใหม่ หลังการเปลี่ยนแปลงค่าระดับสีเทาที่จะรับการกระจายมา โดยให้ Y_{min} คือ ระดับสีเทาต่ำสุด และให้ Y_{max} คือ ค่าระดับสีเทาสูงสุด

ภาพที่ 3.4 ภาพถ่ายดาวเทียมเดิม และฮิสโตแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.5 การปรับปรุงภาพแบบการแปลงฮิสโตแกรมแบบเชิงเส้น



3.4 การปรับปรุงภาพแบบลาปลาเชี่ยน

เทคนิคการตรวจจับขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสองใช้ในบางแบบของอนุพันธ์อันดับสองแบบ spatial เพื่อที่ทำการเน้นขอบภาพบริเวณที่ถูกทำเครื่องหมายถ้าการเปลี่ยนแปลงใน spatial มีความสำคัญในอนุพันธ์อันดับสอง ในหัวข้อนี้ได้เสนอวิธีการดันสองแบบลาปลาเชี่ยน

การสร้างลาปลาเชี่ยน

นิยามของลาปลาเชี่ยนขอบของฟังก์ชั่นภาพ $F(x,y)$ ในโดเมนแบบต่อเนื่องคือ

$$G(x,y) = -\nabla^2\{F(x,y)\} \tag{3.9}$$

เมื่อลาปลาเชี่ยนคือ

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \tag{3.10}$$

ค่า $G(x,y)$ จะเป็น 0 ถ้าหากการเปลี่ยนแปลง $F(x,y)$ เท่ากับค่าคงที่เชิงเส้น ถ้าอัตราการเปลี่ยนแปลงของ $F(x,y)$ มากกว่าเชิงเส้น $G(x,y)$ จะแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของจุดนั้นจะไม่สามรถตัดสินใจได้ ส่วนจุดตัดที่ศูนย์ของ $G(x,y)$ ก็คือ ขอบภาพ เครื่องหมายลบในนิยาม แสดงเพื่อที่จะให้จุดตัดศูนย์มีความชันเป็นบวก สำหรับขอบภาพที่มีแอมปลิจูดของมันเพิ่มจากซ้ายไปขวาและบนลงล่างของภาพ ความแตกต่างของความชันตลอดและแกนคำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G(j,k) = [F(j,k) - F(j,k-1)] - [F(j,k+1) - F(j,k)] + [F(j,k) - F(j+1,k)] - [F(j-1,k) - F(j,k)] \quad (3.11)$$

ทำการ convolution เพื่อหาลาปลาเชี่ยนแบบขอบข้าง 4 องค์ประกอบ คือ

$$G(j,k) = F(j,k) \otimes H(j,k) = \sum_{n_1=1}^{3} \sum_{n_2=1}^{3} F(n_1,n_2) H(j=n_1+1, k=n_2+1) \quad (3.12)$$

เมื่อ

$$H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

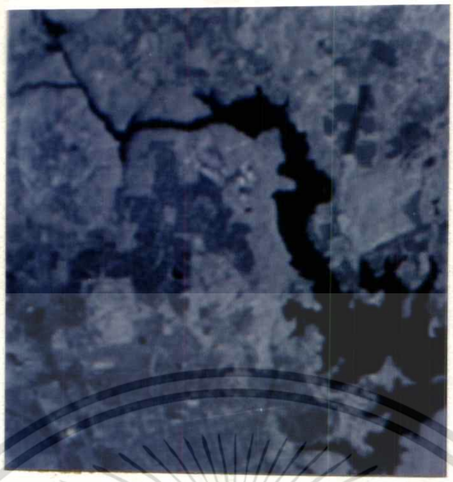
$$H = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

นั้นก็คือ อาเรย์ ทั้งสองของสมการที่ 3.13.1 ก็คืออนุพันธ์อันดับที่สองตามแถวและหลักของภาพ ซึ่งสามารถที่ทำลาปลาเชี่ยนอย่างต่อเนื่องตามสมการที่ 3.13.2 โดยปรกติแล้วลาปลาเชี่ยนรอบข้าง 4 องค์ประกอบหลักจะถูกปรับแต่ง(Normalize) เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยเกน(gain) ของจุดภาพขนาด 3 x 3 ซึ่งมีน้ำหนักทั้งบวกและลบ หนึ่งหน่วย ผลของการตอบสนองอิมพัลซ์ลาปลาเชี่ยนรอบข้าง 4 องค์ประกอบผ่านทางการปรับแต่งเกนคือ

$$H = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.6 ภาพถ่ายดาวเทียมต้นฉบับ



ภาพที่ 3.7 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วย ลาปลาเชี่ยน

3.5 การปรับปรุงภาพแบบราบเรียบ (Image smoothing)

การปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบราบเรียบเป็นการกระทำเพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนของข้อมูลภาพ ซึ่งประกอบด้วย การกำจัดสัญญาณรบกวนแบบเฉลี่ยจุดภาพข้างเคียง (Neighborhood averaging) และตัวกรองมัธยฐาน (Median Filtering)

3.5.1 การปรับปรุงภาพแบบเฉลี่ยจุดภาพข้างเคียง

การปรับปรุงภาพแบบเฉลี่ยจุดภาพข้างเคียง เป็นวิธีการทำให้ภาพราบเรียบในโดเมนสปาเชียล ปรกติสัญญาณรบกวนภาพที่ต้องการกำจัดจะเป็นสีขาว หรือ มีค่าระดับสีเทาสูงกว่าค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสีเทาของจุดภาพที่อยู่รอบข้างเคียง ถ้าภาพ $f(x, y)$ ขนาด $n \times n$ จุดภาพ ขั้นตอนที่จะสร้างภาพใหม่ที่ปราศจากสัญญาณรบกวน $g(x, y)$ ค่าระดับสีเทาของภาพใหม่ที่ทุกๆจุด (x, y) ได้จากการเฉลี่ยค่าระดับสีเทาของจุดภาพของ $f(x, y)$ ในบริเวณข้างเคียงของ (x, y) ซึ่งได้กำหนดไว้แล้ว ดังนั้นสามารถเขียนเป็นสมการสำหรับกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดังนี้

$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} f(i, j) \tag{3.15}$$

เมื่อ $x, y = 0, 1, \ldots, n-1$

$n \times n$ คือ กลุ่มพิกัดของจุดภาพต่างๆข้างเคียงจุด (x, y) รวมทั้งจุด (x, y) ด้วย

M คือ จำนวนจุดข้างเคียงทั้งหมด

ถ้ากำหนดให้ขนาดจุดภาพข้างเคียงเท่ากับ $n \times n$ จุดภาพ เมื่อ n เท่ากับ 3, 5 และ 9 ใช้สมการ(3.15) สร้างภาพจะได้ภาพใหม่ที่ผ่านกำจัดสัญญาณรบกวนดังรูปที่ 3.8 จะเห็นว่าข้อมูลภาพพร่ามัวมากขึ้นเป็นสัดส่วนตรงกับขนาดของจุดภาพข้างเคียง ผลกระทบที่เกิดขึ้นดังกล่าวสามารถลดลงได้โดยกำหนดค่าเทรสโฮล (Threshold) จากสมการ(3.15) ให้กระทำภายใต้เงื่อนไขดังนี้

ถ้า $$\left| f(x, y) - \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} f(i, j) \right| < T$$

ดังนั้น

$$g(x, y) = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} f(i, j) \tag{3.16.a}$$

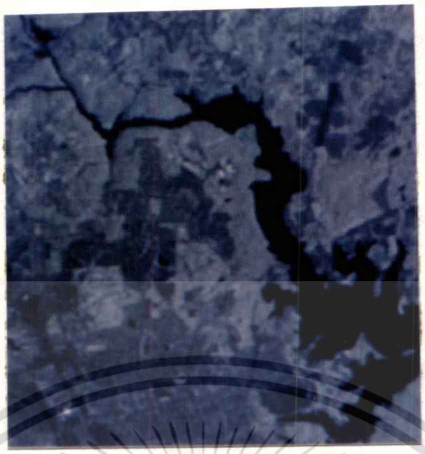
นอกเหนือจากเงื่อนไขดังกล่าวให้

$$g(x, y) = f(x, y) \tag{3.16.b}$$

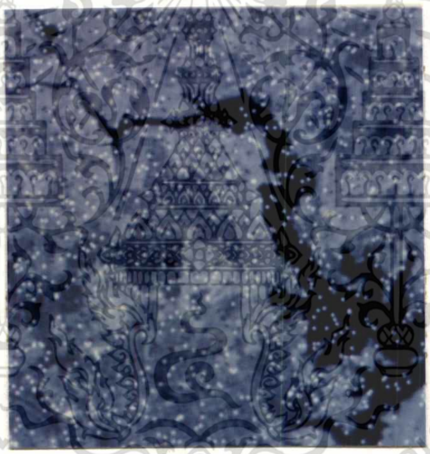
เมื่อ T เป็นค่าเทรสโฮลไม่เป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

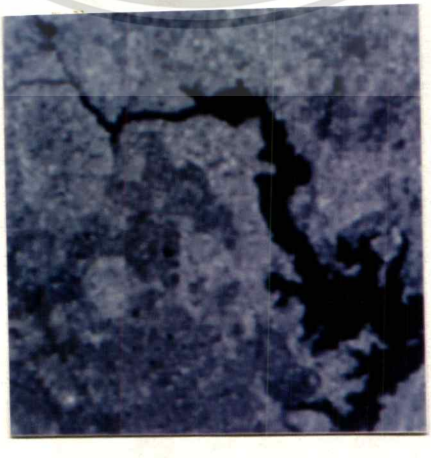
ภาพที่ 3.8 การปรับปรุงภาพแบบเฉลี่ยจุดภาพข้างเคียง



(ก) ข้อมูลภาพเดิม

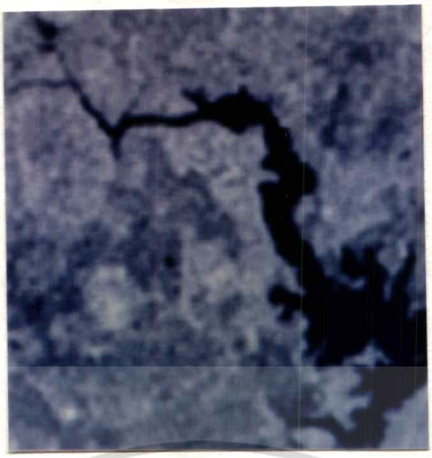


(ข) ข้อมูลภาพที่มีสัญญาณรบกวน



(ค) ข้อมูลภาพใหม่ กรณี $n = 3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) ข้อมูลภาพใหม่ กรณี $n = 5$

3.5.2 การปรับปรุงภาพด้วยตัวกรองมัธยฐาน

ผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการกระทำของการปรับปรุงข้อมูลภาพแบบหาค่าเฉลี่ยของสมาชิกจุดภาพก็ คือ ขอบภาพจะพร่ามัว ทำให้ความคมชัดด้อยตามไปด้วย แม้ว่าจะสามารถแก้ไขได้จากการใช้ค่าเทรสโฮลช่วยในการปรับปรุงอีกก็ตาม แต่การเลือกค่าของเทรสโฮลเกิดจากการลองผิดลองถูก ทางเลือกที่ดีกว่า คือ การที่ใช้วิธีตัวกรองมัธยฐาน ซึ่งเป็นการแทนค่าของแต่ละจุดภาพใหม่โดยการใช้ค่าของมัธยฐาน หรือค่ากึ่งกลาง ของค่าระดับสีเทาในสมาชิกใกล้เคียง ซึ่งใช้ได้ผลในการกำจัดสัญญาณรบกวนและรักษาความคมชัดของขอบภาพเอาไว้ได้ดีกว่า ขั้นตอนก็คือ

1. เรียงค่าระดับสีเทาของแต่ละจุดในสมาชิกกลุ่มภาพ
2. หาค่ามัธยฐานหรือค่ากึ่งกลางของระดับสีเทา
3. นำค่าแทนลงในจุดภาพใหม่

การหาค่ากึ่งกลางหาได้จากค่าของจุดภาพที่เรียงแล้ว เช่น ถ้าสมาชิกมีขนาด 3 * 3 ค่ากึ่งกลาง คือ ค่าลำดับที่ 5 หรือ ถ้าสมาชิกมีขาด 5 * 5 ค่ากึ่งกลางก็ คือ ค่าลำดับที่ 13 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.9 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการปรับปรุงด้วยตัวกรองมัธยฐาน

(ก) ข้อมูลภาพเดิม

(ข) ข้อมูลภาพใหม่ กรณี $n = 3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 สรุป

สรุปการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวแบบแถบความยาวคลื่นเดียว จะมีหลายรูปแบบ ซึ่งความเหมาะสมกับการใช้งานจะแตกต่างกันออกไป เช่น วิธีลาปลาเซี่ยนเหมาะสำหรับทำการเน้นขอบภาพ การปรับข้อมูลภาพแบบราบเรียบนั้น เหมาะสำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนข้อมูลภาพ เช่น ภาพถ่ายมีการรบกวนจากจุดของเมฆขนาดเล็กๆ ในกรณีที่ภาพถ่ายดาวเทียมมีความคมชัดหรือความสว่างของภาพต่ำ เราสามารถทำการปรับปรุงโดยการกระทำต่อฮิสโตแกรมทั้งสองรูปแบบ ซึ่งจะเป็นการปรับความสว่างของภาพเพื่อให้มองเห็นรายละเอียดของภาพมากยิ่งขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

4.1 คำนำ

ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละชนิด จะให้อัตราการสะท้อนสูงสุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แถบความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นระบบการบันทึกภาพของดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหลายภาพ แต่ละภาพจะมีช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป การนำภาพถ่ายดาวเทียม ไปใช้ในการแปลความหมายของภาพหรือจำแนกข้อมูลนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาพหลายๆ แถบความยาวคลื่น มาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้ต้องใช้ภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น อย่างไรก็ตามในการสร้างภาพสีนั้น โดยปกติจะใช้ข้อมูลภาพจำนวน 3 ภาพ จากแถบความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน โดยแต่ละภาพจะถูกกำหนดให้เป็นสีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ดังนั้นถ้าระบบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้ภาพมากกว่า 3 แถบความยาวคลื่น เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MOS-1 ระบบ MESSR ซึ่งมี 4 แถบความยาวคลื่น หรือภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM มี 7 แถบความยาวคลื่นแล้ว จะพบว่าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหลือจาก 3 แถบความยาวคลื่นไปแล้ว จะไม่ถูกนำมาใช้งานอีก จึงทำให้ภาพสีที่ได้จากการผสมสีของภาพ 3 แถบความยาวคลื่น จะให้รายละเอียดของข้อมูลไม่ครบถ้วน เพราะไม่ได้นำเอารายละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายที่เหลืออีกมาร่วมใช้งาน ดังนั้นการแปลความหมาย หรือ การจำแนกข้อมูลจากภาพสีดังกล่าวจึงเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ความถูกแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติลดลง

ในบทนี้ จึงได้นำเสนอเทคนิค หลักการปรับปรุงข้อมูลภาพสีโดยใช้หลักการของฮิว(Hue) และ การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) : การปรับปรุงข้อมูลภาพแบบฮิว เป็นการปรับปรุงข้อมูลจากหลายแถบความยาวคลื่น แล้วจึงนำมาทำการผสมสีกันหลังจากนั้นจึงสามารถนำภาพมาทำการตีความ ส่วนการปรับปรุงข้อมูลภาพโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะเป็นหลักการที่จะใช้รวบรวมข้อมูลจากหลายแถบความยาวคลื่นมารวมกันอยู่บนภาพ 3 องค์ประกอบหลักอันดับต้น ๆ ดังนั้นการผสมสีภาพจาก 3 องค์ประกอบหลักให้เป็นภาพสีจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสมือนหนึ่งว่า ได้นำเอาข้อมูลจากแถบความยาวคลื่นเกือบทั้งหมดมารวมกันเป็นภาพสี ภาพสีที่ได้จากการผสมของภาพองค์ประกอบหลัก เทคนิคทั้งสองจะทำให้ข้อมูลจากภาพสีที่ได้มีรายละเอียดมากขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

4.2 การปรับปรุงข้อมูลภาพสีโดยใช้หลักการของฮิว

เทคนิคการผสมสีของภาพฮิวได้มาจากข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น 3 แถบความยาวคลื่น โดยการแปลงข้อมูลภาพแบบ RGB ไปเป็นแบบ HSI ภาพฮิว 3 ภาพได้มาจากการแปลงข้อมูลภาพที่แตกต่างกัน 3 ภาพ 3 ชุดภาพ ที่ทำการบันทึกต่างเวลาหรือต่างแถบความยาวคลื่นกัน ซึ่งข้อมูลของภาพทั้ง 9 แถบความยาวคลื่น สามารถรวมกันเป็นภาพเดียว และยังจะสามารถใช้ในการกำจัดเงาพร้อมทั้งเน้นรายละเอียดภาพของ หิน ดิน และ พืชพรรณต่างๆ[5] ทั้งนี้เพราะค่าของจุดภาพในภาพฮิว จะไม่ขึ้นกับการสะท้อนของแสง แต่จะมีความสัมพันธ์กับรูปร่างของแถบสัญญาณของ 3 แถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการแปลงข้อมูลเท่านั้น ภาพฮิวทั้ง 3 เมื่อทำการผสมสีภาพกันเงาภาพจะหายไป

การผสมสีแบบอัตราส่วนภาพเป็นอีกแบบหนึ่งที่ถูกใช้อย่างกว้างขวาง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน และคุณลักษณะสัญญาณนั้น เข้าใจยากและใช้ได้ไม่ดีสำหรับการกำจัดเงาภาพ ผลมาจาก 2 เหตุผล คือ (1) ผิวของภูมิประเทศไม่ราบเรียบ ทำให้การสะท้อนแสงของผิวหน้าของวัตถุขึ้นอยู่กับโครงสร้างผิวทั้งสองด้านและมุมระหว่างการสะท้อนแสงดวงอาทิตย์ของผิวนั้น (2) คือ การเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ อัตราส่วนภาพคือ มุมสัมผัสภาพในรูป 2 มิติ จากรูปเชิงมุมไปเป็นแบบเชิงขั้ว คือ

$$RATIO = \frac{X}{Y} \tag{4.1}$$

$$M = \sqrt{X^2 + Y^2} \tag{4.2}$$

เมื่อ X และ Y คือ ข้อมูลภาพสองแถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการหาอัตราส่วน

$RATIO$ คือ อัตราส่วนภาพ และ M คือ ความสว่างของภาพ

ภาพสีสามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบแม่สี คือ แดง เขียว และ น้ำเงิน โดยการกำหนดสีลงไปในแต่ละแถบความยาวคลื่น สามารถใช้แสดง 3 ภาพของภาพหลายแถบความยาวคลื่น ปริมาณของสีถูกกำหนด ในรูปแบบของ 3 ตัวแปร คือ สี (Hue), ความเข้ม (Saturation) และความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่าง(Intensity) ซึ่งเป็นตัวชี้ถึง ความสว่าง, ช่วงแถบคลื่น และ ความบริสุทธิ์ของสี หรือถ้าจะมองง่ายๆ คือ ใช้การจำลองจุดสีให้อยู่ในรูปปริมาตรสีการแปลง RGB - HSI 3 มิติ ดังนั้นภาพ 3 แถบความยาวคลื่นที่แสดงการผสมสี RGB ก็สามารถแปลงเป็น HSI โดยใช้ฟังก์ชั่นการแปลงแบบ RGB - HSI ลักษณะของภาพ 3 ภาพฮิว ได้มาจากสัญญาณภาพ 3 แถบความยาวคลื่น ภาพ 3 ชุด(9ภาพ) ถูกแสดงการผสมสีในรูปของ สีแดง เขียว และ น้ำเงิน ภาพใหม่จะอยู่ในรูปของการผสมสีแบบฮิว RGB (HRGB) ใช้ในการกำจัดเงา และสามารถรวมข้อมูลสำคัญจาก 9 แถบความยาวคลื่นภาพหลายแถบความยาวคลื่นให้มารวมอยู่ในภาพเดียวได้

การจำลองจุดสีด้วยลูกบาศก์สี เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแทนสี และแสดงความสัมพันธ์ของสีต่างๆ ซึ่งระบบการจำลองและประมวลผลที่แตกต่างกัน จะให้ผลออกมาแตกต่างกันด้วย อุตสาหกรรมการพิมพ์ภาพสีจะใช้การผสมสีแบบ CMY (Cyan, Magenta, Yellow) ถ้าเป็นจอสี CRT หรือจอภาพคอมพิวเตอร์ก็จะใช้การผสมสีแบบ RGB ระบบนี้มีการทำงานในลักษณะของการปรับหรือการรวมกัน 3 ค่า หรือ สามตัวแปรเช่นกัน คือ สี(Hue), ความเข้ม(Saturation) และ ความสว่าง(Intensity) หรือระบบ HSI การมองเห็นสีของมนุษย์เราสามารถจำลองเป็นการตอบสนองของรูปทรงกรวยได้ นั้นคือ ระบบสีถูกจัดให้อยู่บนพื้นฐานสามค่านี้ ซึ่งเรียกว่า สามค่ากระตุ้น (Tristimulus) ระบบสีต่าง ๆ ที่มีการทำงานหรือการผสมสีในลักษณะนี้ เช่น การจำลองแบบ RGB, HSI และ CMY เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ สมมุติว่าทุกรูปแบบการจำลองสี ให้ระดับค่าสีอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

4.2.1 การจำลองรูปแบบสีแบบ RGB

การจำลองรูปแบบหรือการผสมสีแบบ RGB นี้ เกิดจากการรวมกันขององค์ประกอบสัญญาณแม่สี 3 สี คือ สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน องค์ประกอบสัญญาณสีเหล่านี้จะรวมตัวกันเพื่อให้เกิดสีใหม่ขึ้นมา สำหรับการจำลองสีแบบ RGB จะแทนด้วยรูปปริมาตรสี 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วย สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน อยู่ที่มุมของแต่ละแกน สีดำอยู่ที่จุดเริ่มต้น และมีสีขาวอยู่ที่ตรงกันข้าม ดังรูปที่ 4.1 ระดับของสีเทาจะเปลี่ยนแปลงตามเส้นจากสีดำไปสู่สีขาว ในจอภาพระบบสี 24 บิท โดยใช้การเข้ารหัสแบบ 8 บิท ต่อสี ถ้าจอภาพแสดงจุดสีเป็นสีแดงนั้นก็จะได้ค่าเท่ากับ (255,0,0) แต่ถ้าอยู่บนรูปจำลองตรงนี้ จะมีค่าเท่ากับ (1,0,0) ในการจำลองรูปแบบสีแบบ RGB นั้น ง่ายต่อการออกแบบระบบสีของจอคอมพิวเตอร์ แต่ไม่สามารถใช้ได้กับการประยุกต์ทุกอย่าง เนื่องจากความสัมพันธ์ของสีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงินมีค่าสูงมาก จึงทำให้ยากต่อการใช้กับบางหลักการของการประมวลผลข้อมูลภาพ ซึ่งมีอยู่หลายเทคนิคด้วยกัน เช่น การปรับแต่งฮิสโตแกรม ซึ่งเป็นการกระทำต่อค่าความสว่างของข้อมูลภาพเท่านั้น การประมวลผลแบบนี้จะง่ายกว่า ถ้าใช้การจำลองจุดสีแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

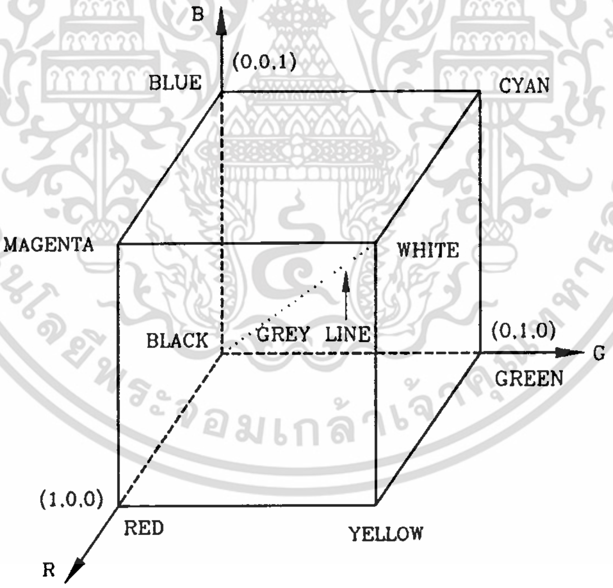
HSI หรือ การพิมพ์ภาพสีลงกระดาษโดยใช้เครื่องพิมพ์ก็เป็นการประมวลอีกแบบหนึ่งที่มีการเปลี่ยนข้อมูลภาพสี RGB ไปเป็นภาพระดับสีเทา ในการกระทำดังกล่าวเราสามารถแปลงค่าของภาพสีไปเป็นภาพระดับสีเทา ได้โดยสมการมาตรฐานของระบบ NTSC[7] ดังนี้ คือ

$$\text{ความสว่างของระดับสีเทา} = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (4.3)$$

หรือการแปลงโดยการใช้ค่าเฉลี่ยก็ได้สมการดังนี้

$$\text{ความสว่างของระดับสีเทา} = 0.333R + 0.333G + 0.333B \quad (4.4)$$

รูปที่ 4.1 การจำลองปริมาตรสีของระบบ RGB



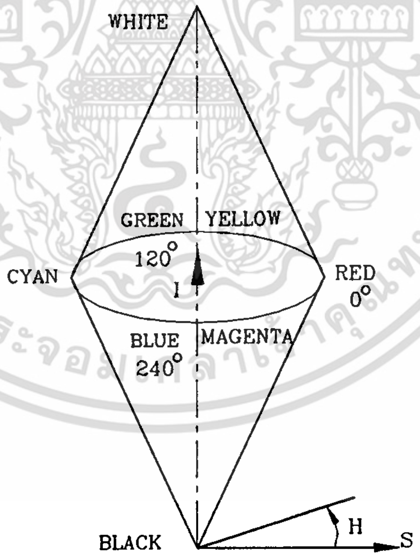
จากสมการที่ 4.3 จะเห็นว่าสีเขียวเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของระดับสีเทา ซึ่งบางทีในภาพสีเทาก็สามารถใช้สีเขียวเป็นองค์ประกอบเดียวก็ได้ หรือเราสามารถลดสีลงไปสู่ระดับสี ขาว-ดำ โดยการลดค่าของสีเขียวให้ต่ำกว่า 0.5 ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายแต่คุณภาพไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การแปลงข้อมูลภาพแบบ RGB เป็นแบบ HSI

เมื่อ Hue, Saturation และ Intensity เป็นสามคุณสมบัติสีที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของสี เมื่อใช้ระบบสี HSI แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่ต้องรู้เปอร์เซ็นต์ของสีที่ใช้ในการผสมกันเพื่อทำให้เกิดสีใหม่ การกระทำสามารถทำได้ง่ายโดยการปรับ H เท่านั้นก็จะทำให้เกิดสีใหม่ ในการเปลี่ยนความเข้มของสี เช่นปรับจากสีแดงไปเป็นสีชมพู ก็สามารถกระทำได้จากการปรับค่าของ S การปรับจากมืดไปสว่างก็ปรับได้ที่ I การประยุกต์งานหลายอย่างที่ใช้การจำลองแบบ HSI เช่น งาน Machine Vision ใช้การจำลองแบบนี้ในการกำหนดสีความแตกต่างของวัตถุ ในงานการประมวลผลภาพ เช่น การใช้การกระทำต่อ ฮิสโตแกรม โดยการปรับแต่งความสว่างของข้อมูลภาพ ซึ่งการกระทำทั้งหมดนี้ สามารถนำมากระทำบนการจำลองแบบ HSI ซึ่งจะแสดงอยู่บนพิกัดรูปทรงกรวย 2 อันคว่ำหน้าเข้าหากัน ดังรูปที่ 4.2 ค่าของ H นั้นแทนด้วยมุม θ ซึ่งจะเปลี่ยนจาก 0 ถึง 360 องศา ค่าของ S แทนด้วยรัศมีเปลี่ยนจาก 0 ถึง 1 ส่วน I จะมีค่าเปลี่ยนตาม

รูปที่ 4.2 แสดงการลองภาพสีระบบ HSI



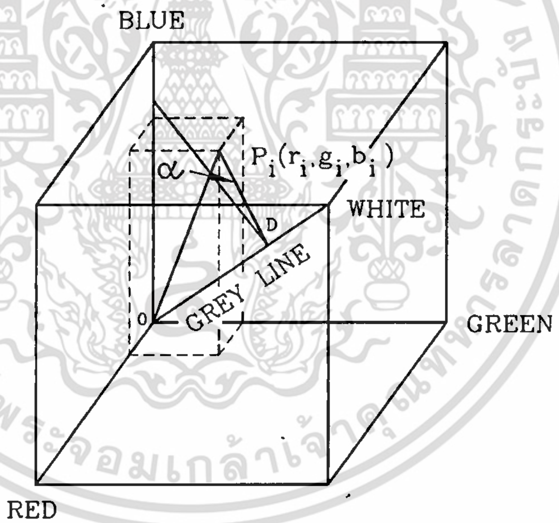
ความขาวของแกน z โดยถ้ามีค่าเป็น 0 ก็จะแสดง ผลเป็นสีดำ หรือถ้ามีค่าเป็น 1 ก็จะแสดงผลเป็นสีขาว เมื่อ $S = 0$ สีจะเป็นสีเทา ของความสว่าง I เมื่อ $S = 1$ สีจะอยู่ที่ปลายสุดของรูปทรงกรวยล่าง ถ้าค่าของ S มีค่าเปลี่ยนแปลงมากขึ้นสีก็จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงจากสีขาว สีเทา และสีดำ (ขึ้นอยู่กับค่าของความสว่าง) ในการปรับค่าของ H จะทำให้สี เปลี่ยนจากสีแดงที่มุม 0 องศา ผ่านไปที่สีเขียวที่มุมเท่ากับ 120 องศา และสีน้ำเงินอยู่ที่ 240 องศา และเป็นสีแดงอีกครั้งที่ มุมเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

360 องศา สำหรับค่าของ I นั้น เมื่อมีค่าเท่ากับ 0 สีจะเป็นสีดำ H ก็จะไม่ได้ถูกกำหนดเป็นค่าใด ๆ และเมื่อ $S = 0$ ค่าของ H ก็จะไม่ได้ถูกกำหนดเป็นค่าใด ๆ เช่นกัน เมื่อทำการปรับค่าของ I ความสว่างของสีก็จะเปลี่ยนจากมืดเป็นสว่างขึ้นเรื่อย ๆ

ในการแปลงภาพถ่ายดาวเทียมไปเป็นภาพฮิวเราสามารถแปลงข้อมูลจากภาพถ่าย 3 แถบความยาวคลื่น ไปเป็นภาพฮิว 1 ภาพ จากรูปที่ 4.3 เป็นรูปจำลองปริมาตรจุดสี เราจะแทนสีในการผสมสีภาพ 3 แถบความยาวคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมใดๆ ด้วยเวคเตอร์ $OP_i = \left(r_i g_i b_i\right)$ ซึ่งอยู่ภายในรูปปริมาตรสีที่มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับ 255 ส่วนเส้นทะแยงที่ต่อจากจุดเริ่มต้นและจุดที่ไกลออกไป เรียกว่า เวคเตอร์ของเส้นสีเทา(Gray line) จุดต่าง ๆ บนเวคเตอร์นี้ มีส่วนผสมของสีทั้งสาม คือ สีแดง เขียว และ น้ำเงิน เท่ากันตลอดทั้งเส้น ความเข้มของสีแทนด้วยเวคเตอร์ OP_i

รูปที่ 4.3 จำลองปริมาตรสีสำหรับการแปลงภาพแบบ RGB เป็น HIS



นั้นขึ้นอยู่กับความยาวของเวคเตอร์โปรเจคชั่น(Projection) ลงบนเส้นสีเทา ณ จุด OD การอิ่มตัวหรือความเข้ม ของสีจะขึ้นอยู่กับระยะระหว่างเวคเตอร์ OP_i กับเส้นสีเทา หรือระยะ $DP_i(r_i g_i b_i)$ สีขึ้นอยู่กับมุมหรือองศาของ α ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นของสีเทา ส่วนความสว่างของสี ขึ้นอยู่กับอัตราของความแตกต่างของค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ r_i, g_i และ b_i ต่อค่าสูงสุดของ r_i, g_i และ b_i ที่ผ่านมา RGB ในการแปลงภาพถ่ายดาวเทียมไปเป็นภาพถ่ายฮิวสามารถแปลงได้จากสมการ[5]ดังต่อไปนี้

$$I\left(r_i, g_i, b_i\right) = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(r_i + g_i + b_i\right) \qquad (4.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H(r_i, g_i, b_i) = \cos^{-1}\frac{2b_i - g_i - r_i}{2V_i} \tag{4.6}$$

$$S(r_i, g_i, b_i) = \frac{\max(r_i, g_i, b_i) - \min(r_i, g_i, b_i)}{\max(r_i, g_i, b_i)} \tag{4.7}$$

เมื่อ $V_i = \sqrt{\left((r_i^2 + g_i^2 + b_i^2) - (r_i g_i + r_i b_i + g_i b_i)\right)}$

ช่วงความยาวสีของภาพฮิวจากสมการที่ 4.6 คือ 0 ถึง 360 เพราะฉะนั้นก่อนแสดงภาพควรจัดช่วงให้อยู่ในค่า (0-255) สมมติว่าการสะท้อนของภูมิประเทศทางด้านหน้าของดวงอาทิตย์คือ E_t เป็นจำนวน n ครั้ง และการสะท้อนของภูมิประเทศทางด้านหลังของดวงอาทิตย์ คือ E_b ดังนั้นจะได้ $E_t = nE_b$, $R_t = nR_b$, $G_t = nG_t$ และ $B_t = nB_b$ เมื่อ R G และ B แทนการสะท้อนแสงของภาพที่ใช้สำหรับการผสมสี RGB จากสมการที่ 4.6 ก็จะได้

$$H(R_t, G_t, B_t) = H(R_b, G_b, B_b) \tag{4.8}$$

ดังนั้นก็จะได้

$$\begin{aligned} V_t &= \sqrt{(R_t^2 + G_t^2 + B_t^2) - (R_t G_t + R_t B_t + G_t B_t)} \\ &= \sqrt{\left[\left((nR_b)^2 + (nG_b)^2 + (nB_b^2)\right) - \left(n^2 R_b G_b + n^2 R_b B_b + n^2 G_b B_b\right)\right]} \\ &= nV_b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H(R_t, G_t, B_t) &= \cos^{-1}\frac{2B_t - G_t - R_t}{2V_t} \\ &= \cos^{-1}\frac{2nB_b - nG_b - nR_b}{2nV_b} \\ &= \cos^{-1}\frac{2B_b - G_b - R_b}{2V_b} \\ &= H(R_b, G_b, B_b) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นฮิวจะไม่ขึ้นอยู่กับการส่องสว่างหรือการสะท้อนแสงเลย ค่าฮิวของความชันภูมิประเทศจะไม่แตกต่างระหว่าง การสะท้อนโดยตรงและการสะท้อนเงา ดังนั้นภาพฮิวจะไม่มีผลกับเงาเลย ซึ่งก็จะทำให้ได้ค่าฮิวใหม่เป็น

$$H(r_i, g_i, b_i) = H(r_j, g_j, b_j) \tag{4.9}$$

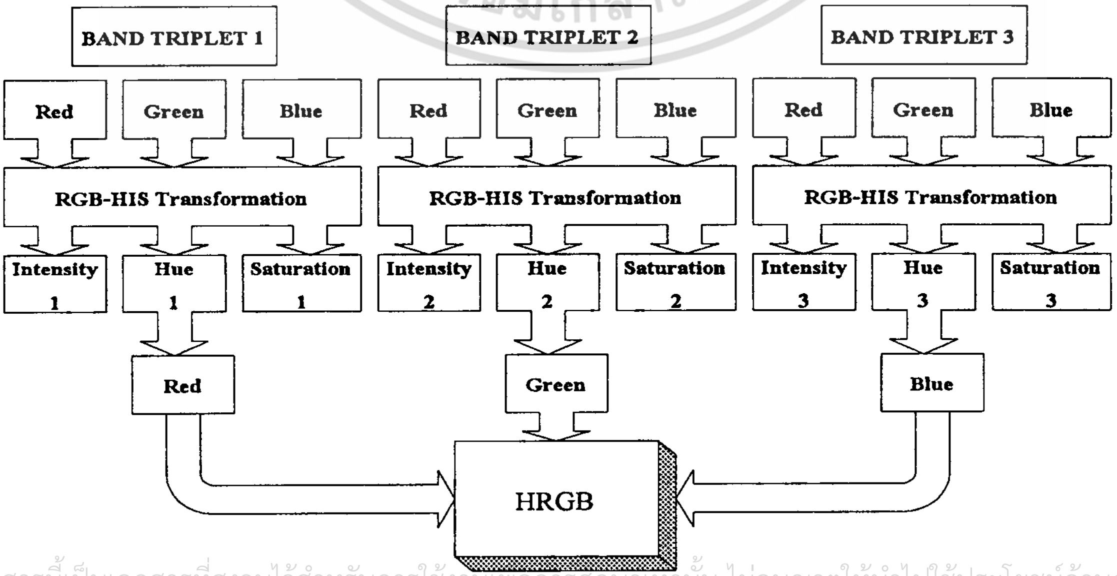
ถ้า $E_j = nE_i + a$

เมื่อ a เป็นค่าคงที่

4.2.3 การผสมสีเท็จของภาพฮิว

ภาพฮิวสามภาพสามารถได้จากภาพสามแถบความยาวคลื่นสามชุดของภาพหลายแถบความยาวคลื่น ในแต่ละภาพฮิวความสว่างจะเปลี่ยนโดยฮิวซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความคมของสัญญาณภาพต้นฉบับเดิม ถ้าเราต้องการแสดงภาพฮิวในรูปแบบ การผสมสี แดง เขียว และ น้ำเงิน โดยใช้ระบบการรวมสีนั้น ภาพการผสมสีเท็จฮิว RGB(HRGB) สามารถกระทำได้ตามรูปที่ 4.4 ความแตกต่างของสีในภาพฮิวขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนความสว่างของฮิวองค์ประกอบหลักของภาพฮิว 3 องค์ประกอบ ดังนั้น ภาพฮิวจะเป็นการรวมข้อมูลภาพจากทั้งหมด 9 แถบความยาวคลื่น สีของจุดในภาพสีฮิวจะแทนหน่วยของความคมของสัญญาณแถบความยาวคลื่นทุกแถบความยาวคลื่นของภาพ

รูปที่ 4.4 บล็อกไดอะแกรมสำหรับการผลิตภาพฮิว HRGB



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิม การเลือกภาพมาทำการแปลงนั้น สามารถเลือกได้ตามความยาวของแถบความยาวคลื่น หรือภาพ 1 ภาพอาจถูกเลือกมาทำการแปลงมากกว่า 1 ครั้งในเวลาเดียวกัน ในกรณีที่จะใช้ข้อมูลภาพทั้งหมด 9 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดภาพ

4.2.4 การทดลอง และสรุปผล

ในการทดลองได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม ของดาวเทียมแลนแซท์ ระบบ TM ซึ่งมีระบบการบันทึกข้อมูลทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มภาพ 3 ชุด ดังภาพที่ 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลแถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการสร้าง ภาพ HRGB

การแปลง RGB-HSI			HRGB	
R	G	B	ภาพฮิว	ภาพสี
TM7	TM6	TM5	Hue765	R
TM5	TM4	TM3	Hue543	G
TM3	TM2	TM1	Hue321	B

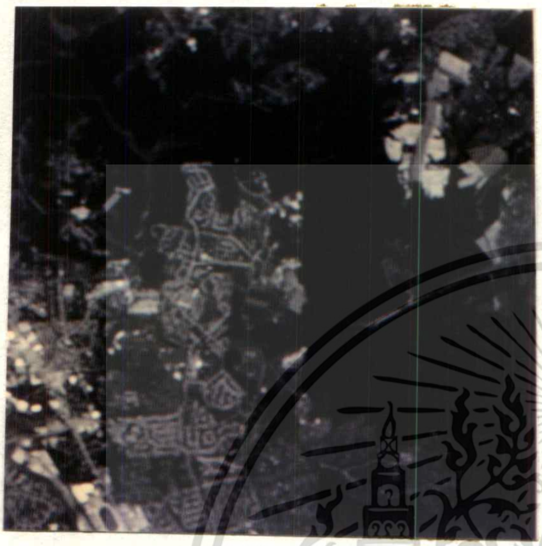
ภาพที่ 4.5 ภาพถ่ายดาวเทียม แลนด์แซท แถบความยาวคลื่นที่ 1-7

TM 1

TM 2

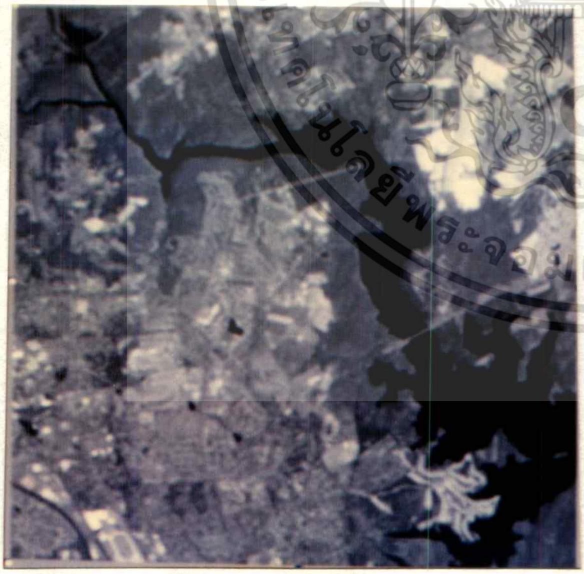
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 (ต่อ)



TM 3

TM4

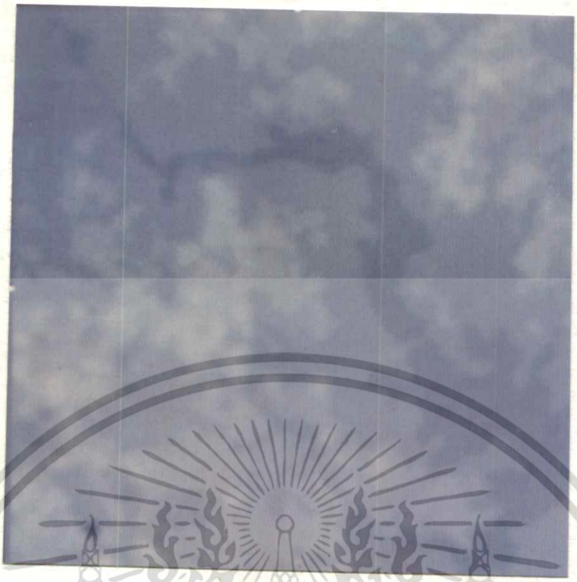


TM 5

TM6

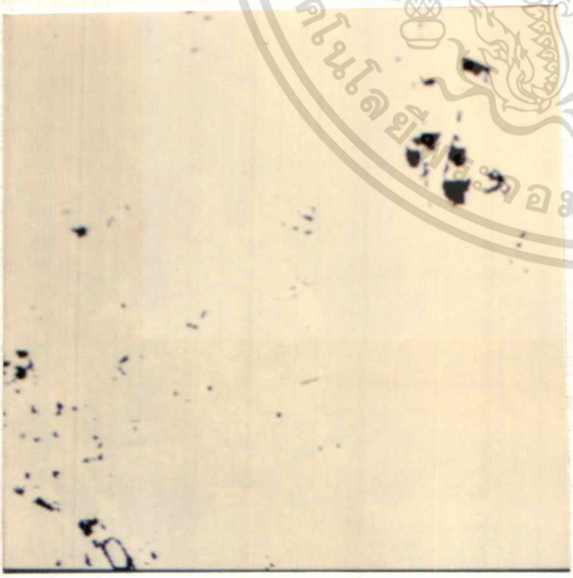
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 (ต่อ)

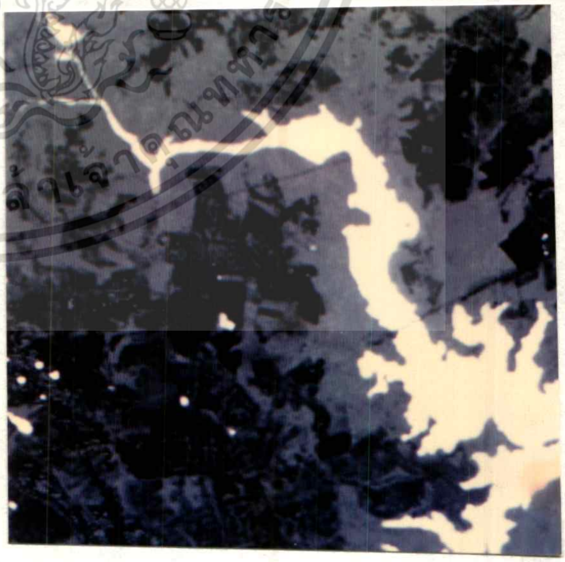


TM7

ภาพที่ 4.6 ภาพฮิว

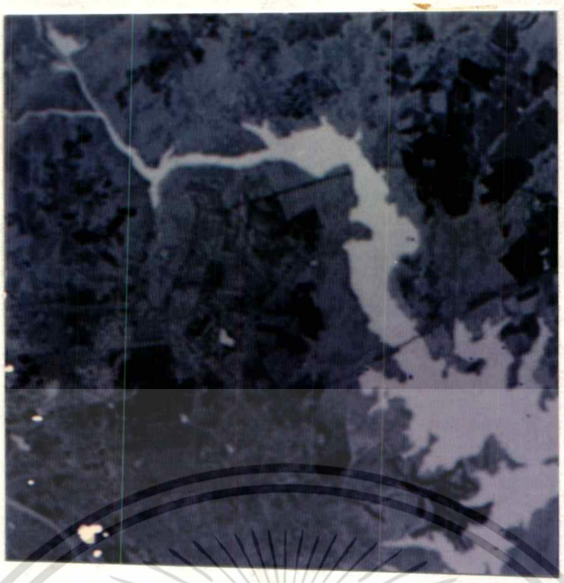


(ก) ภาพฮิวจากแถบความยาวคลื่นที่ 321



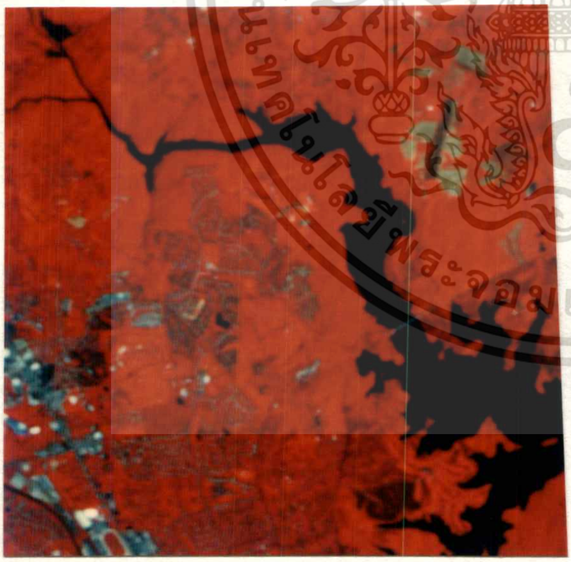
(ข) ภาพฮิวจากแถบความยาวคลื่นที่ 543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

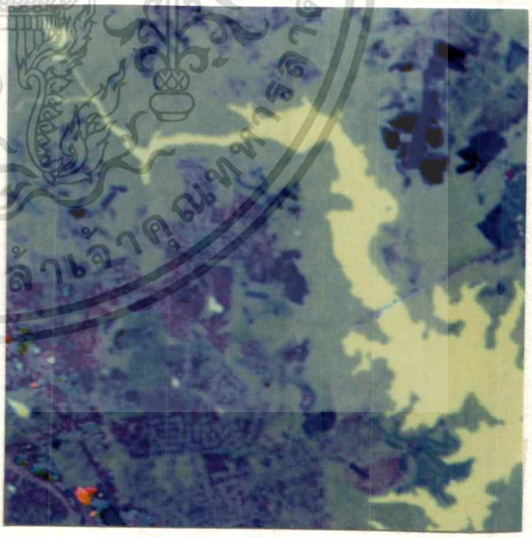


(ค) ภาพฮิวจากแถบความยาวคลื่นที่ 765

ภาพที่ 4.7 ภาพจากการผสมสีของภาพเดิม



ภาพที่ 4.8 ภาพจากการผสมสีของภาพฮิว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ได้ถูกนำมาใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติจากระยะไกล(Remote sensing) โดยนำมาใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนี้ จะเป็นการแปลงกลุ่มข้อมูลภาพเดิมให้ไปอยู่ในแนวกลุ่มข้อมูลภาพใหม่ ที่ยังคงรักษาค่าความแปรปรวนของข้อมูลภาพเดิมทุก ๆ ภาพไว้ได้ทั้งหมด กลุ่มภาพใหม่นี้เรียกว่า ภาพองค์ประกอบหลัก ซึ่งภาพองค์ประกอบหลักแรก ๆ จะให้ค่าความแปรปรวนสูงและจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อลำดับของภาพองค์ประกอบหลักที่เพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่าค่าความแปรปรวนซึ่งเป็นตัวชี้ถึงรายละเอียดของภาพในข้อมูลภาพเดิมทุก ๆ ภาพจะถูกรวบรวมมาไว้ในภาพองค์ประกอบหลักแรกๆ เมื่อนำภาพองค์ประกอบหลักต้นๆ มาทำการวิเคราะห์ ก็จะทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลภาพมากกว่าการใช้ข้อมูลภาพเดิม ที่มีจำนวนแถบความยาวคลื่นภาพที่เท่ากันมาทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก สามารถนำมาใช้ในการประยุกต์ต่อไปนี้

1. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การแสดงสี หรือการแปลด้วยสายตาด้วยข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น
3. การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงด้วยข้อมูลหลายช่วงเวลา

เหล่านี้เป็นการประยุกต์ใช้กับการสำรวจทรัพยากรทางธรรมชาติ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 5

4.3.1 การแปลงองค์ประกอบหลัก

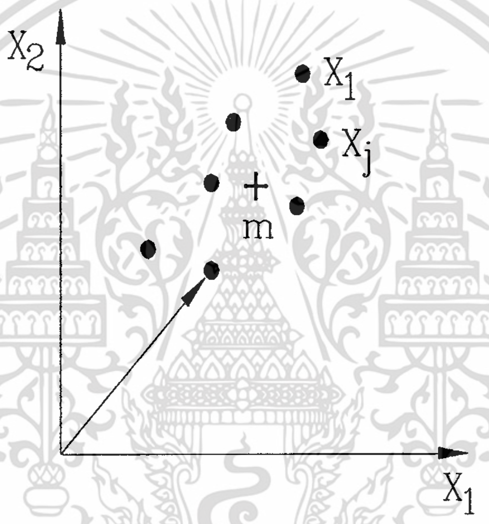
ภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น หรือภาพหลายมิติ ของข้อมูลสำรวจทรัพยากรธรรมชาติระยะไกล สามารถปรับปรุงข้อมูลโดยใช้โครงสร้างระยะทางเวคเตอร์กับแกนใด ๆ หรือใช้ความสัมพันธ์องค์ประกอบหลักของแถบสัญญาณคลื่นของจุดภาพ ภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น หรือภาพหลายมิติ เช่นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แลนด์แซท ระบบ MSS จะมีภาพถ่ายทั้งหมด 4 แถบความยาวคลื่น ระบบ TM จะมีภาพถ่ายทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น และ สกายแล็บ (Skylab) EREP มีทั้งหมด 13 แถบความยาวคลื่น ซึ่งจุดภาพแต่ละจุดที่แสดงออกมาด้วยอาศัยความสว่างของจุดภาพนั้น เราสามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงถึงรายละเอียดของจุดภาพนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.3.1.1 แมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

ตำแหน่งของจุดภาพในบริเวณของจุดภาพหลายแถบความยาวคลื่น สามารถแสดงรายละเอียดโดยการใช้เวคเตอร์ได้ องค์ประกอบหลักแต่ละองค์ประกอบหลักจะเป็นตัวชี้ถึงเวคเตอร์ของแต่ละแถบความยาวคลื่นภาพ จากรูปที่ 4.9 เวคเตอร์ x จะเขียนจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดภาพแต่ละจุดตำแหน่งค่าเฉลี่ยของจุดภาพ จะแทนด้วยเวคเตอร์ m ซึ่งหาได้จากค่าเวคเตอร์เฉลี่ย ซึ่งเป็น

รูปที่ 4.9 แสดงเวคเตอร์และเวคเตอร์เฉลี่ยของแต่จุดภาพ



$$m = \delta\{x\} = \frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K} x_j \qquad (4.10)$$

เมื่อ m คือ ค่าเวคเตอร์เฉลี่ย

x_j คือ จุดภาพ K คือ จำนวนเวคเตอร์ทั้งหมด δ คือ ฟังก์ชั่นในการกระทำ

ตัวชี้หรือตัวกำหนดค่าเฉลี่ยหรือตำแหน่งคาดหวังจุดภาพต่างๆ ในบริเวณของเวคเตอร์หลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการแตกกระจายของจุดภาพ สามารถหาค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ได้ดังนี้

$$\Sigma_x = \delta\ [(x-m)(x-m)^t] \qquad (4.11a)$$

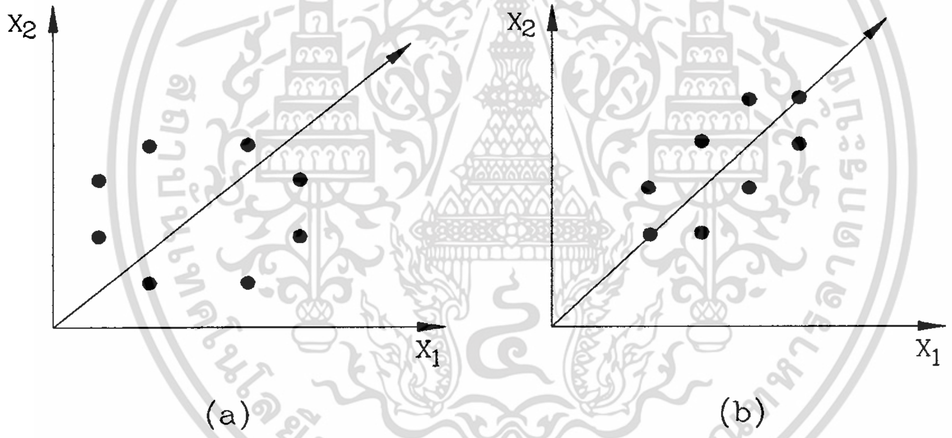
หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

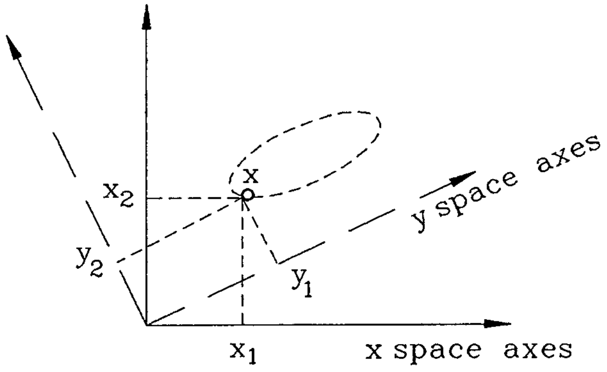
$$\Sigma_x = \frac{1}{K}\sum_{j=1}^{K}(x-m)(x-m)^t \qquad (4.11b)$$

แมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมเป็นแนวความคิดหนึ่งทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้กันมากในการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจทางไกลแบบหลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างแถบความยาวคลื่น ถ้ามีความสัมพันธ์กันต่ำสมาชิกที่อยู่นอกเส้นทะแยงของแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจะมีค่าเป็น ศูนย์ จากรูปที่ 4.10a แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่ำ ส่วนในรูปที่ 4.10b แสดงให้เห็นองศาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสูง จะเห็นว่ามีลักษณะการกระจายของข้อมูลเกาะกลุ่มกันเรียวยาว

รูปที่ 4.10a องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ต่ำ และ รูปที่ 4.10b องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์สูง



รูปที่ 4.11 แสดงเวคเตอร์ของจุดภาพใหม่ที่องค์ประกอบไม่มีความสัมพันธ์กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการกำเนิดจุดพิกัดใหม่ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งข้อมูลสามารถแสดงได้โดยปราศจากความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังรูปที่ 4.11 การเกาะกลุ่มของจุดข้อมูลภาพจะขนานกับแกน Y นั่นหมายความว่าจุดภาพที่อยู่บนระนาบ Y จะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเลย ให้เวคเตอร์ของจุดภาพในพิกัดใหม่แทนด้วย Y สามารถหาได้จาก

$$Y = GX \tag{4.12}$$

หาค่าของแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ได้โดย

$$\Sigma_y = \delta\left\{(y - m_y)(y - m_y)^t\right\}$$

เมื่อ m_y คือ ค่าเวคเตอร์เฉลี่ยของตัวแปร Y

Σ_y คือ แมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร Y

$(y - m_y)^t$ คือ การทำทรานสโพส(transpose)

จะได้ $$m_y = \delta\{y\} = \delta\{Gx\} = G\delta\{x\} = Gm_x$$

เมื่อ m_x คือ ค่าเวคเตอร์เฉลี่ย ของตัวแปร x ดังนั้น จะได้

$$\Sigma_y = \delta\left\{(Gx - Gm_x)(Gx - Gm_x)^t\right\}$$

$$\Sigma_y = G\Sigma_x G^t \tag{4.13}$$

เมื่อ Σ_x คือ ค่าความแปรปรวนร่วมข้อมูลจุดภาพ ของตัวแปร x

$$\Sigma_y = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & . & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & . & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_{qq} \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Σ_y เป็นแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร Y ซึ่งเป็นแมทริกซ์ทะแยง ที่ λ_{11}, λ_{22}, λ_{33} ….. λ_{qq} เป็นเทอมที่อยู่ในแนวทะแยง ทำให้ค่าของ ความแปรปรวนร่วม ที่นอกเส้นทะแยงมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งหมายความว่าค่าของ Y ต่างๆ ไม่มีความสัมพันธ์กัน λ_1 เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร Y หรือองค์ประกอบหลักแรกของตัวแปร Y ส่วน λ_{22} เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร Y หรือองค์ประกอบหลักที่สองของตัวแปร Y เรื่อยไปจนถึง λ_{qq} ก็เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร Y หรือองค์ประกอบหลักที่ q ของตัวแปร Y เช่นกัน จากสมการ (4.11) จะเห็นว่า Σ_y คือ แมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม สำหรับ Σ_x และ G เป็นแมทริกซ์ของเวคเตอร์เจาะจง ที่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงต้องทำการคำนวณหาค่าเจาะจง ต่าง ๆ โดยจะพบว่า λ_{11}, λ_{22}, λ_{33} ….. λ_{qq} ค่าเหล่านี้ใช้แสดงแทนจำนวนค่าความแปรปรวนทั้งหมดที่อยู่บนแกนของตัวแปร Y เงื่อนไขของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก คือ ค่าความแปรปรวนทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลเดิม นั่นคือ ค่าของผลบวกของสมาชิกในแนวทะแยงของ Σ_x เท่ากับค่าความแปรปรวนทั้งหมดของข้อมูลหลังจากผ่านการแปลงข้อมูลหรือ ค่าของผลบวกของสมาชิกในแนวทะแยงของ Σ_y

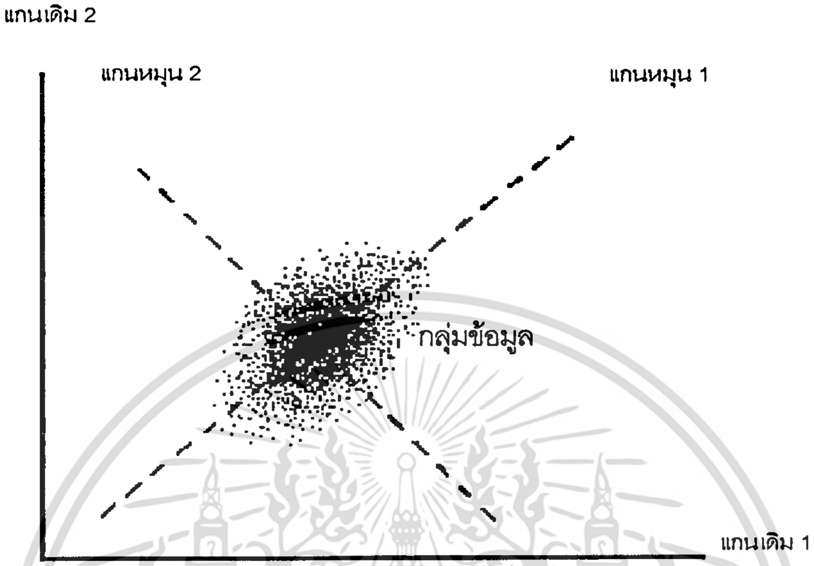
4.3.2 การแปลงข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น

ในการแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์นั่นจะให้ข้อมูลภาพเดิมเป็นแทนด้วยตัวแปร X ซึ่งมีหลายแถบความยาวคลื่น คือ แถบความยาวคลื่นที่ 1 แถบความยาวคลื่นที่ 2 แถบความยาวคลื่นที่ 3 แถบความยาวคลื่นที่ n ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการบันทึกข้อมูลภาพของดาวเทียมนั้น ๆ จะให้ตัวแปร x_1 แทนแถบความยาวคลื่นที่ 1 ตัวแปร x_2 แทนแถบความยาวคลื่นที่ 2 ตัวแปร x_3 แทนแถบความยาวคลื่นที่ 3 ตามลำดับ หลังจากแปลงแล้วข้อมูลใหม่ให้แทนด้วยตัวแปร Y ซึ่งก็จะได้ตัวแปร y_1, y_2,…y_n จะให้ y_1 แทนข้อมูลองค์ประกอบที่ 1 ซึ่งมีค่าความแปรปรวนมากที่สุด y_2 แทนข้อมูลองค์ประกอบที่ 2 มีค่าความแปรปรวนเป็นอันดับ 2 และจะลดลงเรื่อยๆ จนถึง y_n แทนข้อมูลองค์ประกอบที่ n มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่นำมาใช้กับข้อมูลการสำรวจระยะไกล สามารถอธิบายได้โดยการใช้เรขาคณิต กระบวนการของการแปลงแบบเชิงเส้น เมื่อตัวแปรเดิมมีการเลื่อนและการหมุนตำแหน่งของแกนต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแล้วถูกเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 4.12 ตำแหน่งของกลุ่มข้อมูลที่มีสัมพันธ์กับกลุ่มข้อมูลอื่นจะไม่เปลี่ยนไป

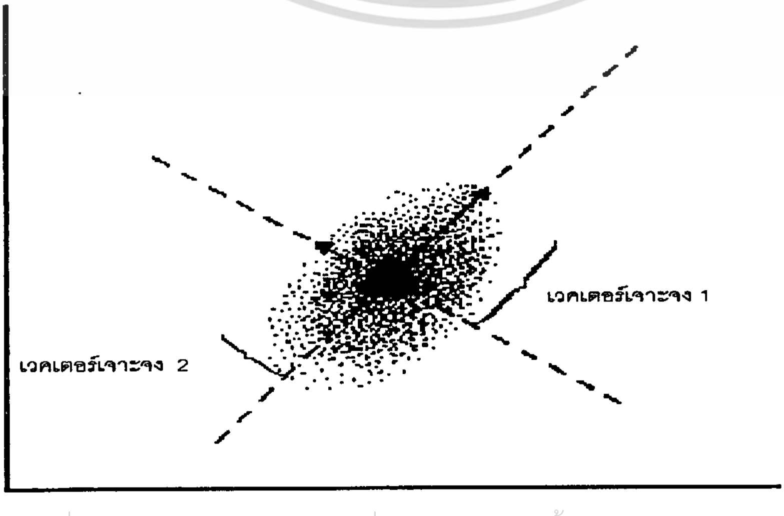
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 การหมุนของแกนใน 2 มิติ



ค่าเจาะจง และ เวคเตอร์เจาะจง มีความสัมพันธ์ดังรูปการแตกกระจายของข้อมูลใน รูปที่ 4.13 เวคเตอร์เจาะจง นั้นจะอยู่บนแกนที่แปลงไปแล้ว และความยาวของ เวคเตอร์เจาะจง ต่างๆ คือ ค่าเจาะจง ดังนั้น เวคเตอร์เจาะจง ที่ยาวที่สุดถูกเลือกเป็นองค์ประกอบหลักลำดับที่ 1 ส่วนความยาวเป็นอันดับ 2 ก็ถูกเลือกเป็นองค์ประกอบหลักลำดับที่ 2 และสำหรับความยาวลดลงก็จะถูกเลือกตามลำดับ ถัดไปเรื่อยๆ

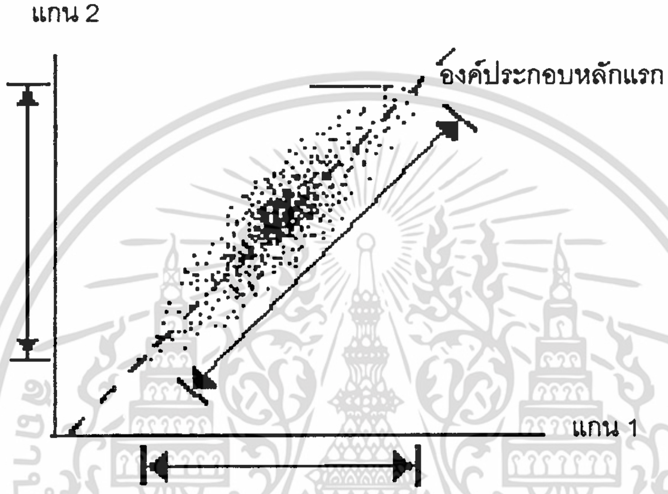
รูปที่ 4.13 เวคเตอร์เจาะจง และ ค่าเจาะจง ใน 2 มิติ



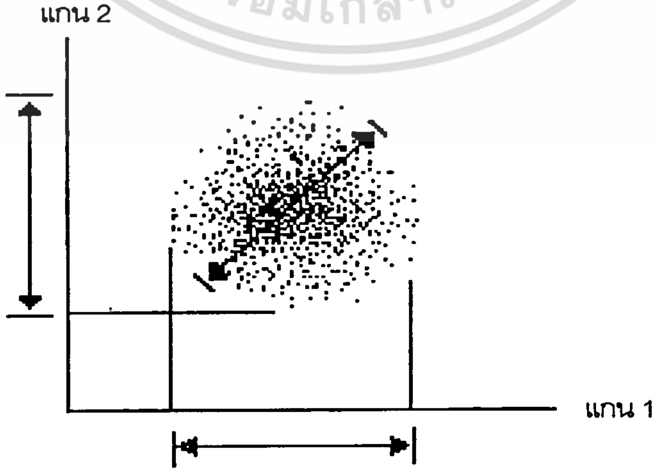
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการแตกกระจายของกลุ่มข้อมูล แสดงให้เห็นถึงค่าองศาของสหสัมพันธ์ที่ปรากฏในข้อมูล ถ้าการแตกกระจายของกลุ่มข้อมูล มีลักษณะที่เรียวยาวและแคบโดยไม่ขนานกับแกนเดิมแสดงว่าข้อมูลมีค่าสหสัมพันธ์สูง ดังรูปที่ 4.14 ทำให้ได้ค่าขององค์ประกอบหลักแรกมีค่ามากด้วยเช่นกัน

รูปที่ 4.14 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์สูง



รูปที่ 4.15 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแตกกระจายของกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเป็นวงกลมดังรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ องค์ประกอบหลักต่างๆ ของข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กันนี้ จะไม่มีแกนใดที่ลากผ่านวงกลมแล้วได้ข้อมูลมากกว่า การโปรเจคชั่นข้อมูลลงบนแกนเดิม สำหรับการประยุกต์การใช้งานการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะได้กล่าวรายละเอียดทุกขั้นตอนในบทที่ 5 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การประยุกต์การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับข้อมูลภาพระบบหลายแถบความยาวคลื่น

5.1 คำนำ

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติโดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้เวลาในการสำรวจพื้นที่เป้าหมายน้อย และประหยัดค่าใช้จ่าย ในบทที่ 5 นี้ ได้เสนอขั้นตอนในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ โดยการการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักซึ่งจะได้กล่าวถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ และ สรุปผลอย่างละเอียด ในการประยุกต์การใช้งานของทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในบทนี้ ได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ระบบ TM ซึ่งเป็นดาวเทียมที่มีการบันทึกข้อมูลแบบ 7 แถบความยาวคลื่น ด้วยการอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดย กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียมลาดกระบัง สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

5.2 วิธีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับข้อมูลภาพระบบหลายแถบความยาวคลื่น

การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อทำการตรวจสภาพการเปลี่ยนแปลงของพื้นโลก บริเวณที่ต้องการตรวจสอบนั้น โดยทั่วไปแล้วการสำรวจจะเป็นการกระทำเพื่อที่วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีภาพถ่ายดาวเทียม ที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงนี้ อย่างน้อยสองภาพที่มีการบันทึกต่างเวลากัน การใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ถูกใช้ ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดภาพขององค์ประกอบหลัก 7 ภาพองค์ประกอบหลัก จึงต้องใช้ข้อมูลทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น

5.2.1 วิธีการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง

การตรวจการเปลี่ยนในส่วนนี้เป็นการประยุกต์การใช้งานของทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งมีขั้นตอนในการแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลภาพมาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยแต่ละ แถบความยาวคลื่น

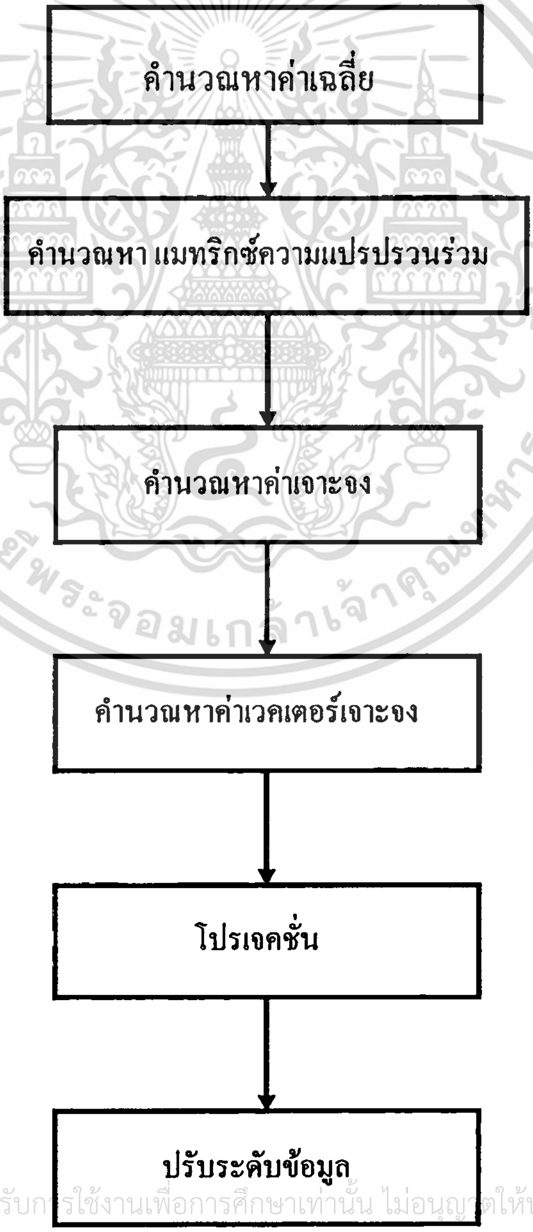
ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม(Covariance matrics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าเจาะจง(Eigenvalue)
ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหา เวคเตอร์เจาะจง(Eigenvector)
ขั้นตอนที่ 5 ทำการโปรเจคชั่น
ขั้นตอนที่ 6 ทำการปรับระดับข้อมูล

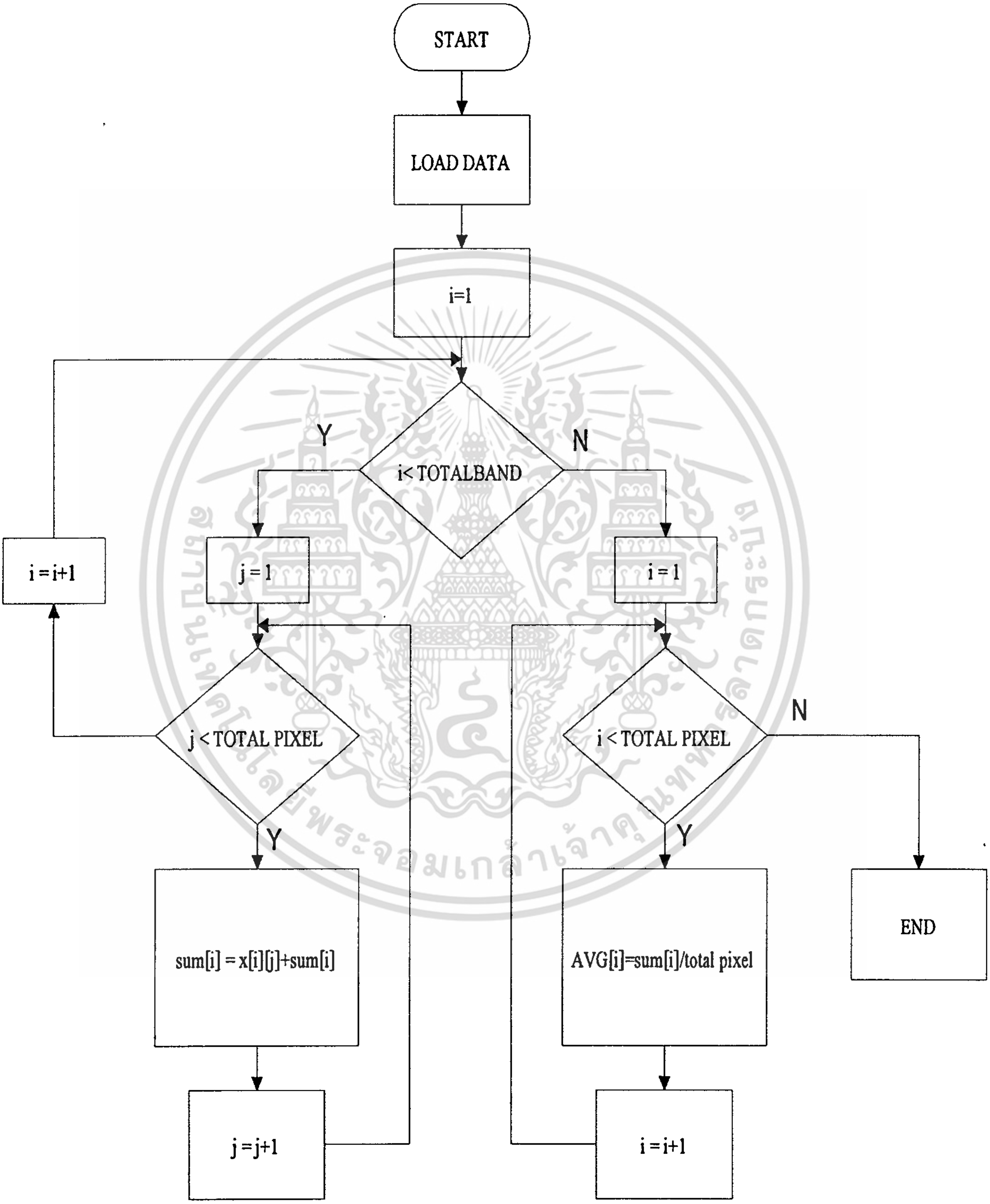
เขียนบล็อคไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 บล็อคไดอะแกรมขั้นตอนการตรวจสอบการแปลงข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 แผนภูมิการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 วิธีการคำนวณหาแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

วิธีการคำนวณหาแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม สามารถคำนวณได้จาก สมการ คือ

$$\sum = (X - \overline{X})(X - \overline{X})^t \tag{5.1}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเดิม

$(X - \overline{X})^t$ คือ ค่าทรานสโพสของ $(X - \overline{X})$

ถ้าข้อมูลภาพมีทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่นก็จะได้

$$\overline{X} = \overline{x}_1, \overline{x}_2, \overline{x}_3, \overline{x}_4, \overline{x}_5, \overline{x}_6, \overline{x}_7$$

= ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเดิมในแต่ละแถบความยาวคลื่น

ดังนั้นจะได้

$$(X - \overline{X}) = \left[(x_1 - \overline{x}_1)(x_2 - \overline{x}_2)(x_3 - \overline{x}_3)(x_4 - \overline{x}_4)(x_5 - \overline{x}_5)(x_6 - \overline{x}_6)(x_7 - \overline{x}_7)\right]$$

$$(x_i - \overline{x}_i) = \begin{bmatrix} x_{i,1} - \overline{x}_i \\ x_{i,2} - \overline{x}_i \\ x_{i,3} - \overline{x}_i \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{i,j} - \overline{x}_i \end{bmatrix}$$

เมื่อ $x_{i,j}$ = ข้อมูลภาพตำแหน่งที่ j ของแถบความยาวคลื่น ภาพที่ i
โดยที่ข้อมูลภาพทั้ง 2 ภาพ ทุกแถบความยาวคลื่นจะต้องมีขนาดที่เท่ากัน ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดของภาพที่ต้องการใช้งาน ถ้าสมมุติว่ามีขนาด 512 * 512 จุด ก็จะได้ขนาดของแมทริกซ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x_i = \begin{bmatrix} x_{i,1} & x_{i,2} & x_{i,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,512} \\ x_{i,513} & x_{i,514} & x_{i,515} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,1024} \\ x_{i,1025} & x_{i,1026} & x_{i,1027} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,1536} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ x_{i,26163} & x_{i,261634} & x_{i,261635} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,262144} \end{bmatrix}$$

นำค่าไปแทนลงในสมการที่ 5.1 ได้ดังนี้

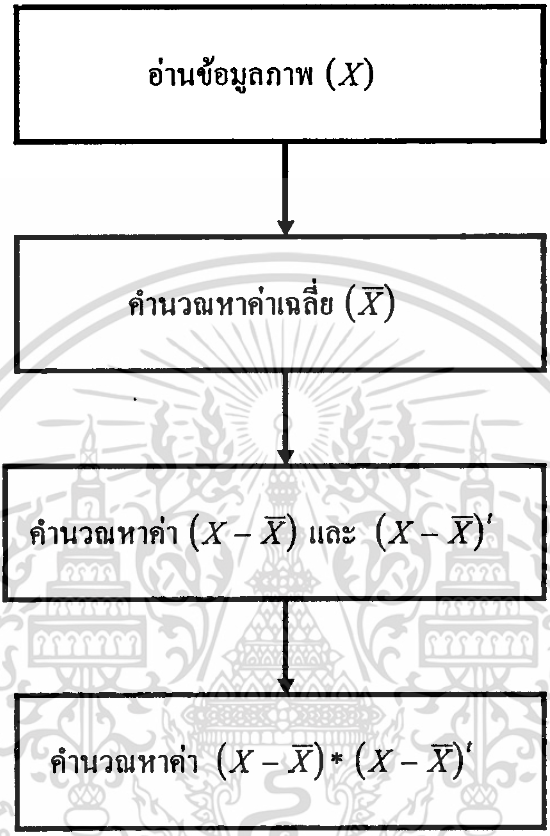
$$\begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,262144} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,262144} \\ x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{i,262144} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ x_{7,1} & x_{7,2} & x_{7,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{7,262144} \end{bmatrix} \mathrm{X} \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{2,1} & x_{3,1} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{7,1} \\ x_{1,2} & x_{2,2} & x_{3,2} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{7,2} \\ x_{1,3} & x_{2,3} & x_{3,3} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{7,3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ x_{1,262144} & x_{2,262144} & x_{3,262144} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{7,262144} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & c_{1,3} & \cdot & \cdot & \cdot & c_{1,7} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & c_{2,3} & \cdot & \cdot & \cdot & c_{2,7} \\ c_{3,1} & c_{3,2} & c_{3,,3} & \cdot & \cdot & \cdot & c_{3,7} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ c_{7,1} & c_{7,2} & c_{7,3} & & & & c_{7,7} \end{bmatrix}$$

ดังนั้นตัวกำหนดจำนวนหลักและแถวของแมทริกซ์ ก็คือ จำนวนของแถบความยาวคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่จะใช้ในการประมวลผล ขั้นตอนในการคำนวณหาค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม สามารถกระทำได้ตามบล็อคไดอะแกรม ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.3 บล็อคไดอะแกรมแสดงการคำนวณหาค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม



5.2.3 วิธีการคำนวณหาค่าเจาะจง, เวคเตอร์เจาะจง

การคำนวณหาค่าของค่าเจาะจง และ เวคเตอร์เจาะจง ของข้อมูลภาพใหม่หรือองค์ประกอบหลัก สามารถคำนวณหาได้จากแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ที่คำนวณได้มาจากข้อมูลภาพเดิม ในที่นี้จะใช้วิธีของ Jacobi ซึ่งจะได้ค่าของ ค่าเจาะจง เท่ากับจำนวนแถบความยาวคลื่นของข้อมูลเดิม และ จะได้ค่าของ เวคเตอร์เจาะจง เท่ากับจำนวนแถบความยาวคลื่น ของข้อมูลเดิมเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การโปรเจคชั่น

การโปรเจคชั่น เป็นการนำค่าของเวคเตอร์เจาะจง ของข้อมูลภาพแต่ละองค์ประกอบหลักมาคูณกับข้อมูลภาพต้นฉบับเดิม (X) ซึ่งก็จะทำให้ได้ข้อมูลภาพองค์ประกอบหลักใหม่ (Y) สามารถคำนวณหาได้จากสมการทั่วไปดังนี้

สมการทั่วไปของการคำนวณหาข้อมูลใหม่(Y_i)

$$Y_i = (X - \overline{X}) * \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \\ . \\ . \\ G_i \end{bmatrix} \qquad (5.2)$$

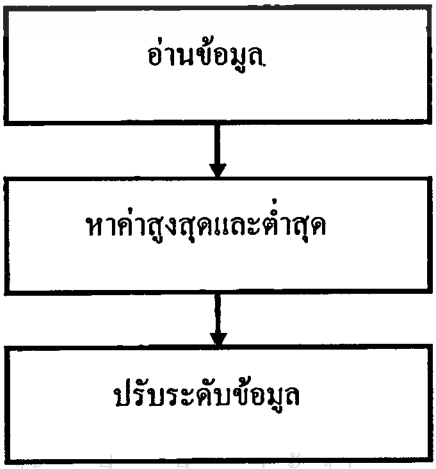
เมื่อ $i = 1,2,....,7$

$A_i, B_i .... G_i$ คือ เวคเตอร์เจาะจง

5.2.5 การปรับระดับข้อมูล

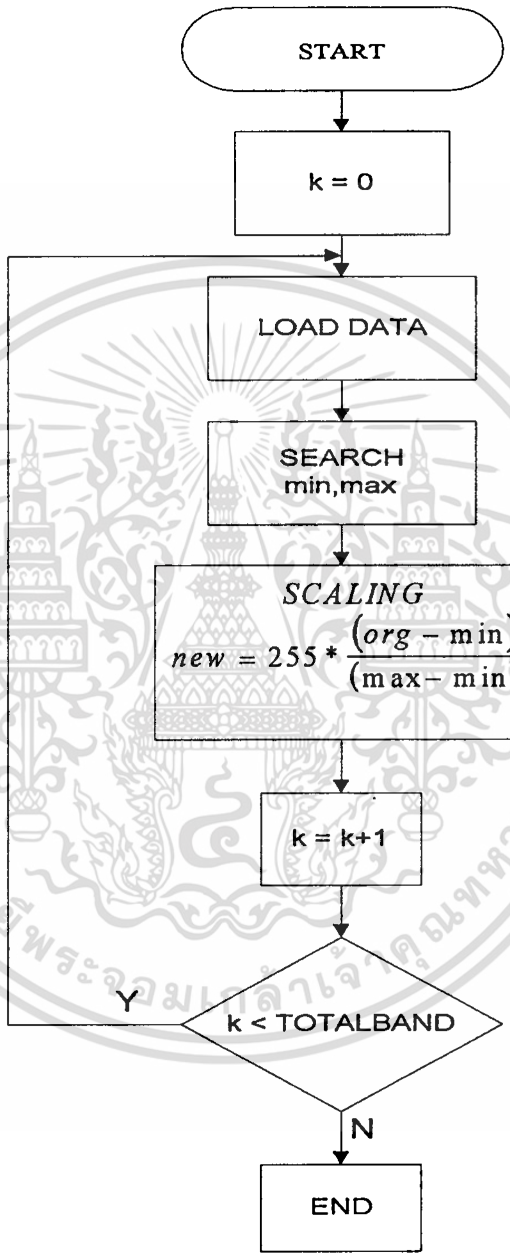
การปรับระดับข้อมูล หรือการทำสเกล เป็นการปรับระดับสีเทาของข้อมูลที่ผ่านการทำโปรเจคชั่น(Y_i)แล้ว ซึ่งมีค่าของระดับสีเทาไม่อยู่ในช่วงที่ต้องการ คือระดับ 0-255 ให้อยู่ในระดับ 0-255 ทุกองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีขั้นตอนการทำการสเกล ดังนี้

รูปที่ 5.4 บล็อคไดอะแกรมขั้นตอนการปรับระดับข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 แผนภูมิแสดงการปรับระดับข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

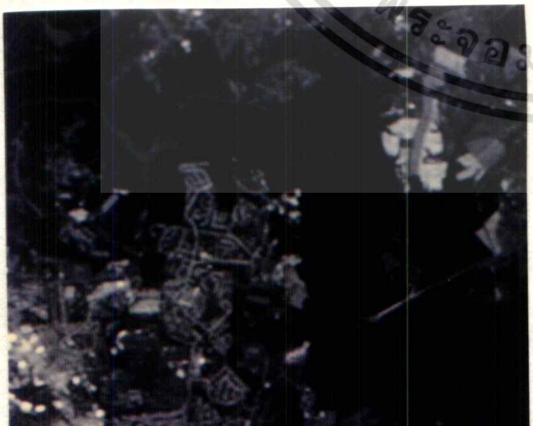
5.3 ผลการทดลอง

การทดลองการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในวิทยานิพนธ์นี้ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท ระบบ TM มีข้อมูลภาพทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่นในการปรับปรุงข้อมูลออกมาก็จะได้ทั้งหมด 7 องค์ประกอบหลักเช่นกัน

ภาพที่ 5.6 ภาพถ่ายดาวเทียมเดิมแถบความยาวคลื่นที่ 1-7

TM 1

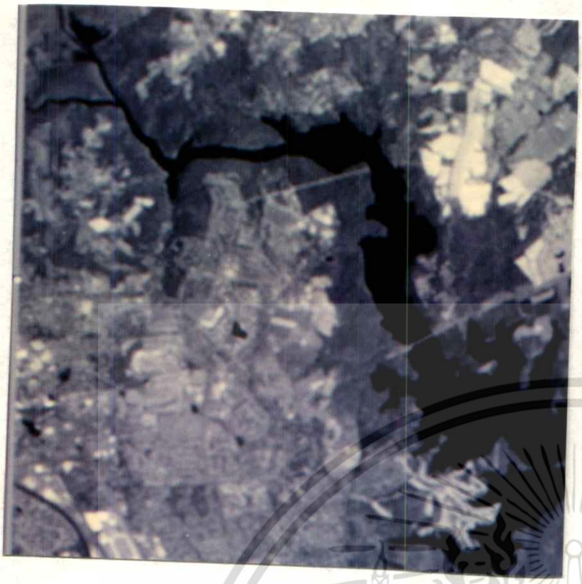
TM 2



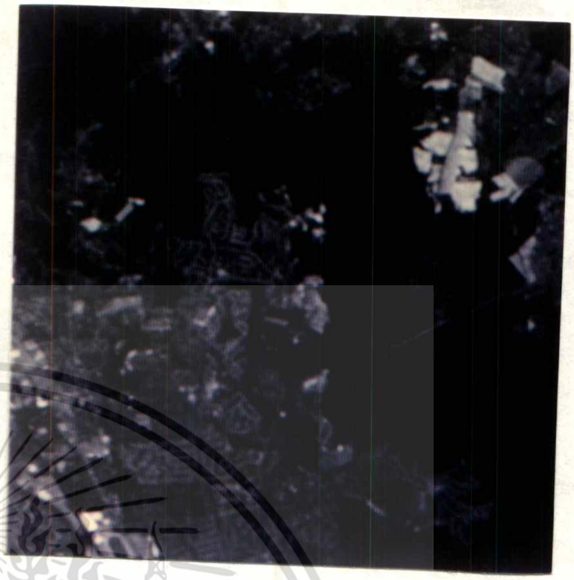
TM 3

TM4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TM 5



TM6

TM 7

จากการทดลองได้นำข้อมูลภาพทั้งหมดมาทำการทดลองตามขั้นตอนเพื่อหา ภาพขององค์ประกอบหลัก ซึ่งขั้นตอนการหาคือ อันดับแรกทำการคำนวณหาค่าของแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ค่าเจาะจง, หาค่าของความแปรปรวน, ค่าของเวคเตอร์เจาะจง โปรเจคชั่น และในขั้นตอนสุดท้ายก็ทำการปรับระดับข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ ซึ่งได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม(คูณด้วย 10e+007)

$$
\Sigma = \begin{bmatrix}
1.4166 & 0.8415 & 1.4137 & -0.5113 & 1.4767 & 1.1611 & 0.4556 \\
0.8415 & 0.5547 & 0.9236 & -0.0028 & 1.2203 & 0.8220 & 0.3074 \\
1.4137 & 0.9236 & 1.6249 & -0.0785 & 2.2400 & 1.5081 & 0.5587 \\
-0.5113 & -0.0028 & -0.0785 & 8.5101 & 4.8257 & 1.0461 & 0.5493 \\
1.4767 & 1.2203 & 2.2400 & 4.8257 & 7.1205 & 3.2000 & 1.2784 \\
1.1611 & 0.8220 & 1.5081 & 1.0461 & 3.2000 & 1.7968 & 06599 \\
0.4556 & 0.3074 & 0.5587 & 0.5493 & 1.2784 & 0.6599 & 0.4209
\end{bmatrix}
$$

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเจาะจง(คูณด้วย 10e+008) และ เปอร์เซนต์ความแปรปรวน

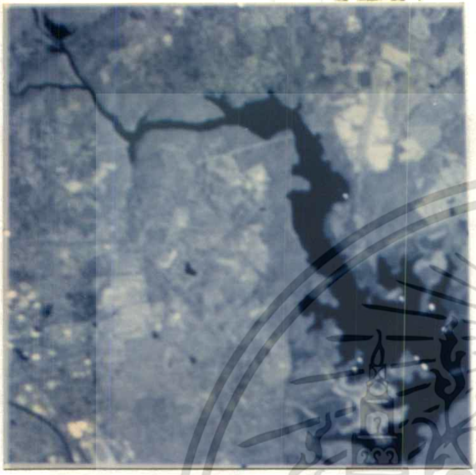
องค์ประกอบหลัก	1	2	3	4	5	6	7
ค่าเจาะจง	1.4126	0.6347	0.0696	0.0163	0.0059	0.0042	0.0013
% ความแปรปรวน	65.6878	29.5953	3.2454	0.7600	0.0606	0.2751	0.1958

ตารางที่ 5.2 ค่าของ เวคเตอร์เจาะจง

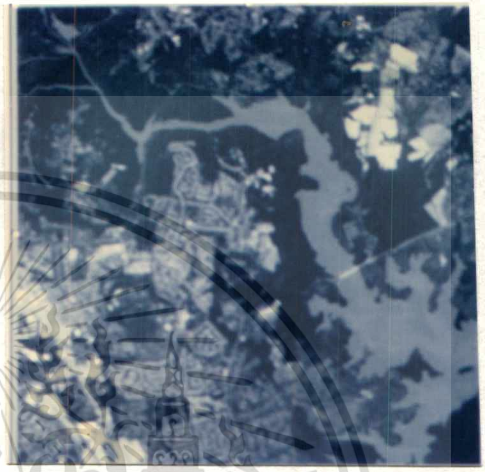
เวคเตอร์เจาะจง						
องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 4	องค์ประกอบที่ 5	องค์ประกอบที่ 6	องค์ประกอบที่ 7
0.1085	0.3919	0.6018	-0.0792	-0.4518	-0.4944	0.1328
0.0987	0.2305	0.3011	0.0974	-0.0572	0.3852	-0.8278
0.1752	0.4145	0.3253	0.1486	0.3676	0.5366	0.4964
0.6325	-0.6590	0.3850	0.0118	0.1280	-0.0311	0.0100
0.6779	0.2602	-0.5196	0.0501	-0.4275	0.1201	0.0557
0.2740	0.3269	-0.1515	0.1550	0.6547	-0.5454	-0.2122
0.1147	0.1126	-0.0155	-0.9672	0.1720	0.082	-0.0490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

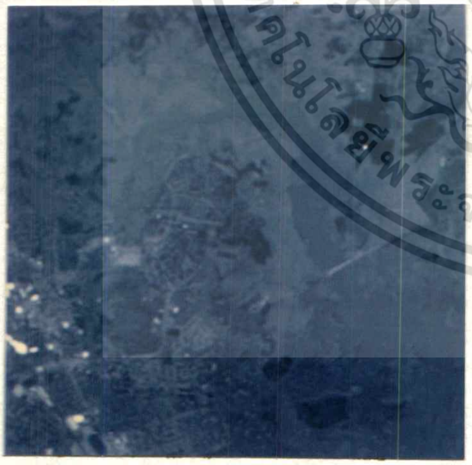
ภาพที่ 5.7 ภาพถ่ายองค์ประกอบหลัก



องค์ประกอบหลักที่ 1



องค์ประกอบหลักที่ 2



องค์ประกอบหลักที่ 3

องค์ประกอบหลักที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.7 (ต่อ)

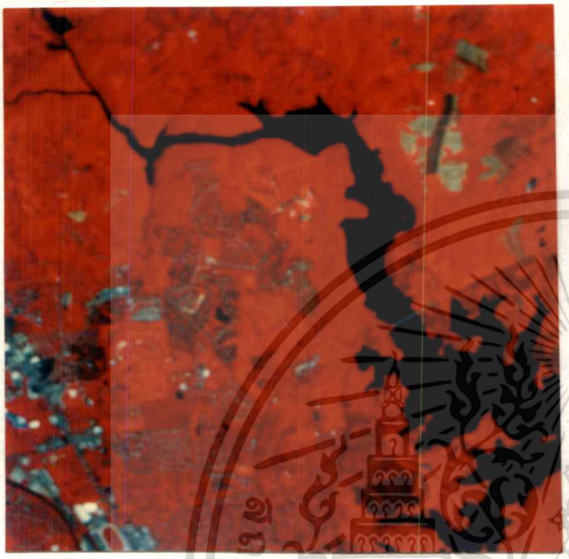
องค์ประกอบหลักที่ 5

องค์ประกอบหลักที่ 6

องค์ประกอบหลักที่ 7

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.8 (ก) ภาพการผสมสีจากข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น	(ข) ภาพที่ได้จากการผสมสีของภาพองค์ประกอบหลัก 3 อันดับแรก
	

5.4 สรุป

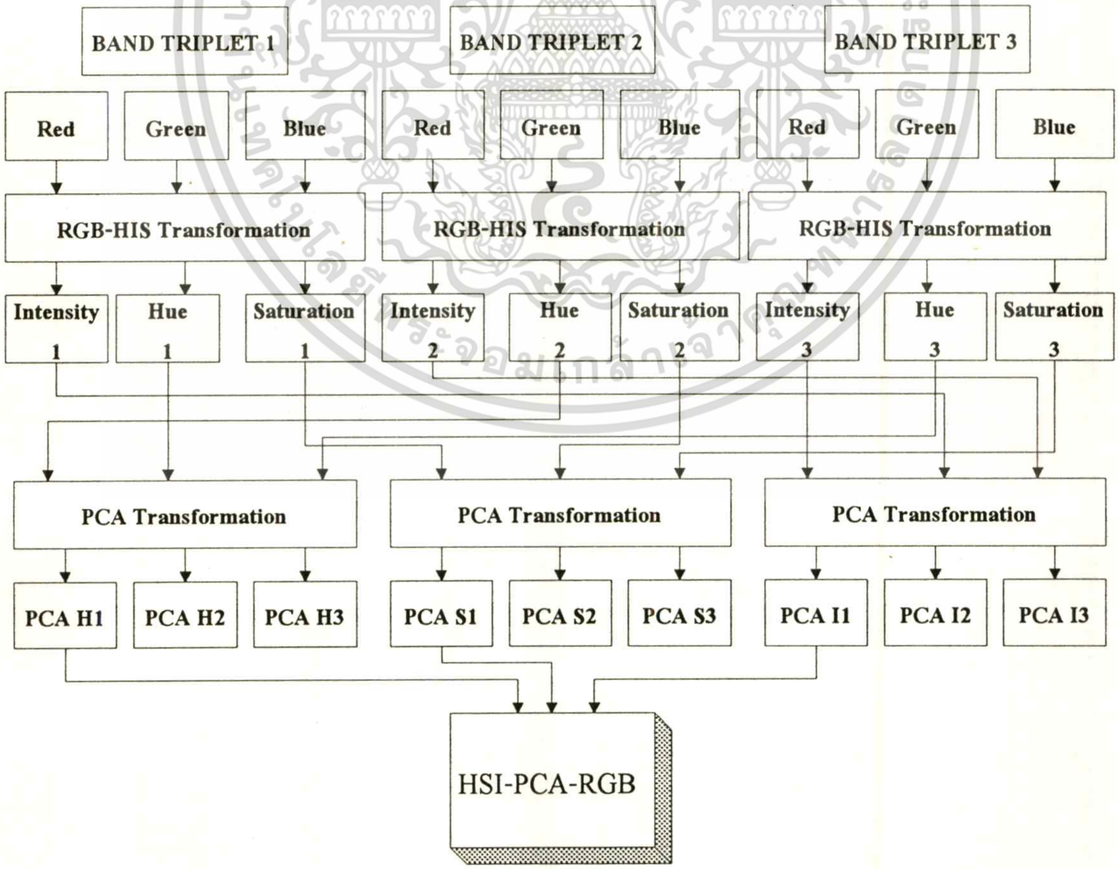
จากการเปรียบเทียบในภาพที่ 5.8 จะเห็นได้ว่า ภาพที่ 5.8 (ข) นั่นจะให้รายละเอียดของภาพมากกว่า ภาพที่ 5.8 (ก) ซึ่งเกิดจากการนำเอาข้อมูลเดิมเพียง 3 แถบความยาวคลื่นเท่านั้นที่นำมาผสมสีกัน ส่วนภาพที่ 5.8 (ข) เกิดจากการรวมเอารายละเอียดของภาพ จาก 3 แถบความยาวคลื่น ที่เกิดจากการใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเสมือนการนำเอาข้อมูลภาพทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่นมาทำการผสมสีกัน ถ้านำภาพในภาพที่ 5.8 (ข) มาทำการตีความหมายของภาพก็จะทำให้ตีความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การแปลงสัญญาณภาพแบบ HSI-PCA

การรวมสัญญาณภาพแบบ HSI-PCA เป็นการใช้เทคนิคของปรับปรุงข้อมูลภาพแบบ HSI ร่วมกับการปรับปรุงข้อมูลแบบ PCA โดยทั้งสองแบบเป็นเทคนิคการปรับปรุงข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น โดยนำข้อมูลภาพแต่ละแถบความยาวคลื่นมาทำการปรับปรุงข้อมูลแบบ HSI ให้ได้มาซึ่งภาพฮิว 3 ชุดภาพ หลังจากนั้นก็นำข้อมูลภาพ แต่ละประเภทมาทำการปรับปรุงอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของแต่ละชนิดภาพฮิว ทำให้ภาพองค์ประกอบหลักทั้งหมด 3 ชุด ภาพองค์ประกอบหลัก ขั้นตอนต่อไปเป็นเลือกการเอา 3 องค์ประกอบหลักแรกที่ค่าความแปรปรวนมากที่สุดมาทำการผสมสีกัน ทำให้ได้ภาพที่ผ่านการปรับปรุงข้อมูลภาพโดยใช้ทั้งสองเทคนิคร่วมกัน ในการทดลองได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมของดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ซึ่งมีทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น ขั้นตอนในการปรับปรุงข้อมูลภาพสามารถแสดงได้ตามบล็อคไดอะแกรมต่อไปนี้

รูปที่ 5.9 บล็อคไดอะแกรมการปรับปรุงข้อมูลแบบ HSI-PCA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.1 ผลการทดลอง

นำภาพ 3 ชุดๆ 3 ภาพ มาทำการแปลงจาก RGB เป็นภาพ HSI หลังจากนั้นก็นำทั้งสามชุดภาพมาทำการ แปลงจาก HSI เป็นภาพองค์ประกอบหลัก ซึ่งจะได้ค่าของความแปรปรวนร่วม ค่าเจาะจง และ ค่าเวคเตอร์เจาะจง ดังนี้

ค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของภาพฮิว(คูณด้วย 10e+008)

$$\begin{bmatrix} 0.6731 & 0.1135 & 0.0797 \\ 0.1135 & 1.2928 & 0.3218 \\ 0.0797 & 0.3218 & 0.1285 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเจาะจง(คูณด้วย 10e+008) และ เปอร์เซนต์ความแปรปรวนของภาพฮิว

องค์ประกอบหลัก	1	2	3
ค่าเจาะจง	1.3991	0.6536	0.0417
% ความแปรปรวน	66.8019	31.2071	1.9910

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าเวคเตอร์เจาะจงของภาพฮิว

เวคเตอร์เจาะจง		
องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3
0.1764	-0.9812	-0.0786
0.9515	0.1905	-0.2416
0.2520	-0.0322	0.9673

ค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของภาพแซทจุเรชั่น(คูณด้วย 10e+007)

$$\begin{bmatrix} 0.4197 & 0.5342 & 0.7735 \\ 0.5342 & 2.5033 & 1.2180 \\ 0.7735 & 1.2180 & 2.1682 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเจาะจง(คูณด้วย 10e+008) และ เปอร์เซนต์ความแปรปรวนของภาพแซทจุ-เรชั่น

องค์ประกอบหลัก	1	2	3
ค่าเจาะจง	3.8113	1.1561	0.1237
% ความแปรปรวน	74.8620	22.7083	2.4297

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าเวคเตอร์เจาะจงของภาพแซทจุเรชั่น

เวคเตอร์เจาะจง		
องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3
0.2608	0.2092	0.9425
0.7128	-0.7001	-0.0418
0.6511	0.6827	-0.3317

ค่าแมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของภาพอินเทนซิตี้(คูณด้วย 10e+007)

$$\begin{bmatrix} 1.1065 & 0.9231 & 1.0833 \\ 0.9231 & 3.4708 & 2.4810 \\ 1.0833 & 0.9231 & 2.1801 \end{bmatrix}$$

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าเจาะจง(คูณด้วย 10e+007) และ เปอร์เซนต์ความแปรปรวนอินเทนซิตี้

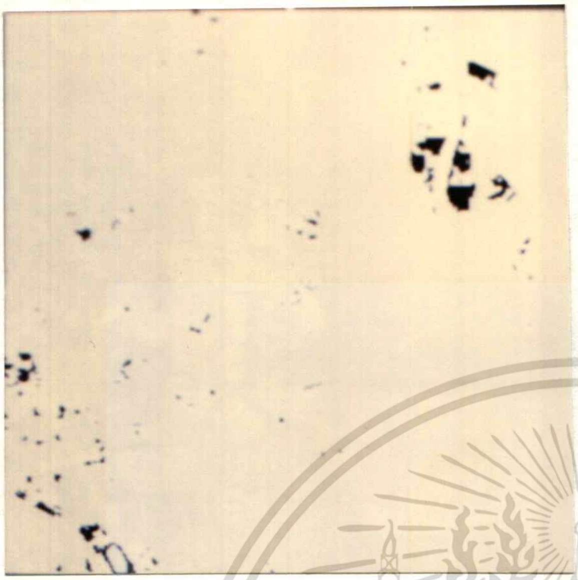
องค์ประกอบหลัก	1	2	3
ค่าเจาะจง	5.8034	0.8310	0.1229
% ความแปรปรวน	85.8834	12.2978	1.8188

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าเวคเตอร์เจาะจงอินเทนซิตี้

เวคเตอร์เจาะจง		
องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 3
0.2851	0.4266	-0.8583
0.7490	0.4596	0.4772
0.5981	-0.7790	-0.1884

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

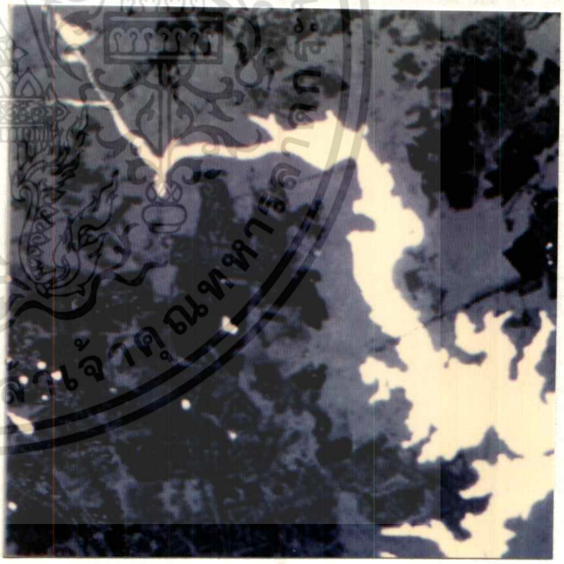
ภาพที่ 5.10 ภาพ HSI ของแต่ละประเภท



ภาพ H_1

ภาพ S_1

ภาพ I_1

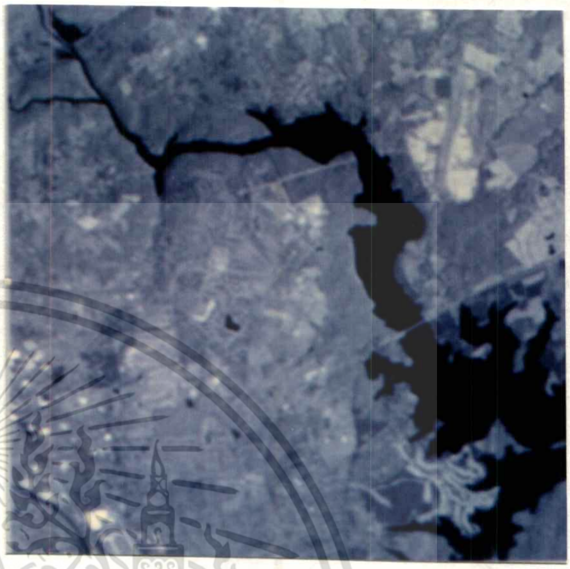


ภาพ H_2

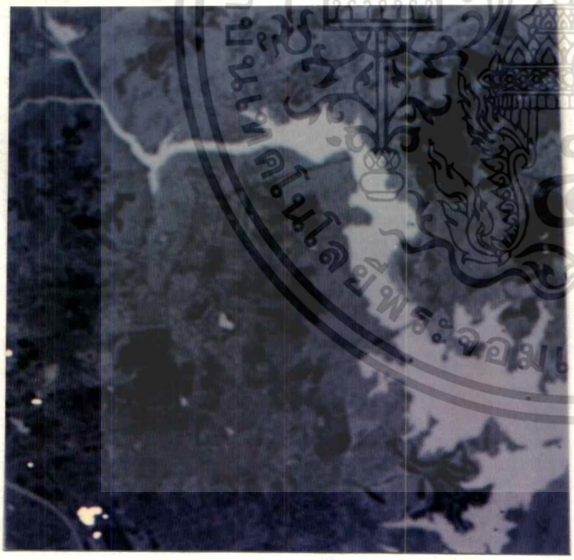
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.10 (ต่อ)

ภาพ S_2



ภาพ I_2

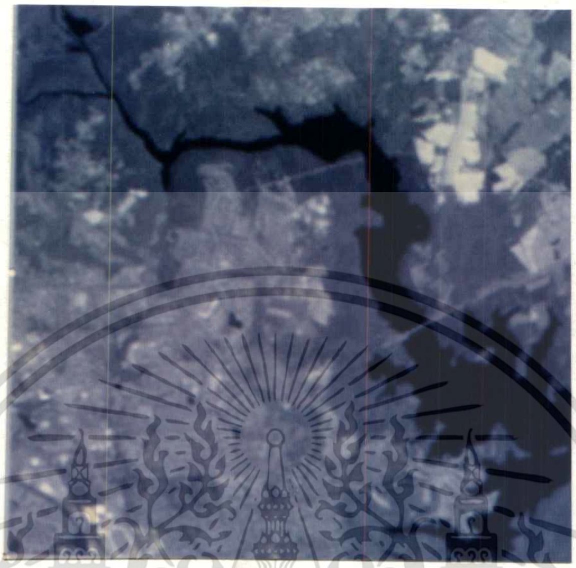


ภาพ H_3

ภาพ S_3

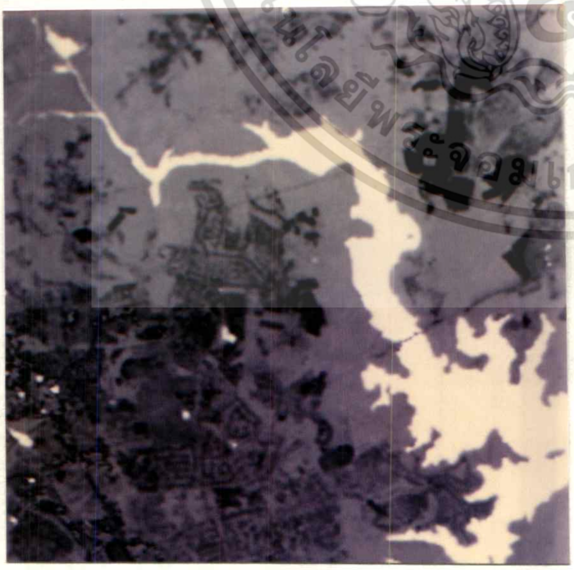
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.10 (ต่อ)

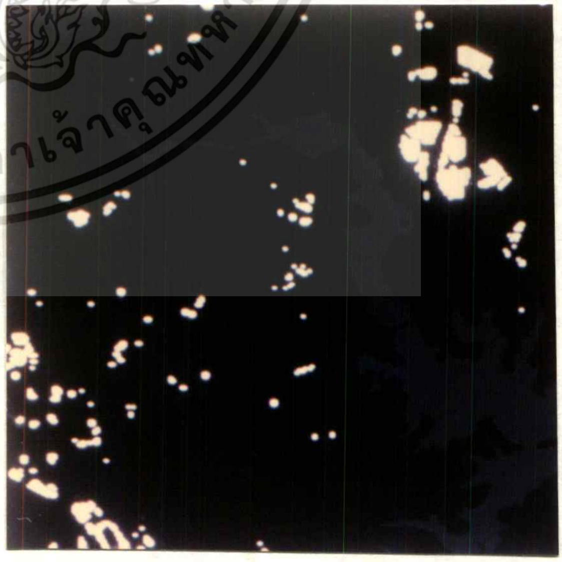


ภาพ I_3

ภาพที่ 5.11 ภาพองค์ประกอบหลักของแต่ละประเภท



ภาพ $PCAH_1$



ภาพ $PCAH_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.11 (ต่อ)

ภาพ $PCAH_3$

ภาพ $PCAS_1$

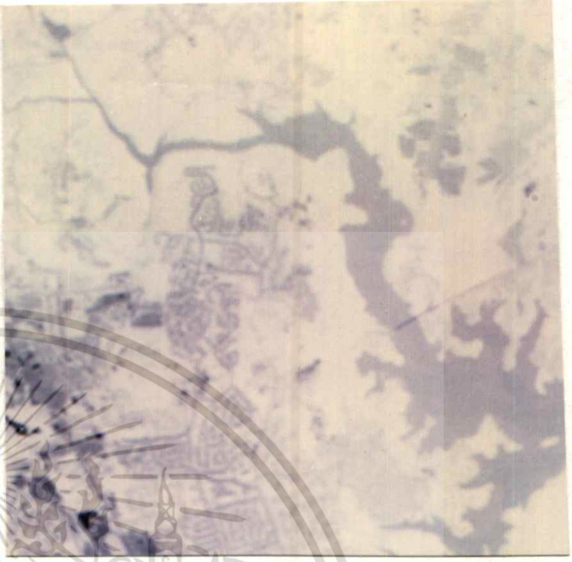
ภาพ $PCAS_2$

ภาพ $PCAS_3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.11 (ต่อ)

ภาพ $PCAI_1$

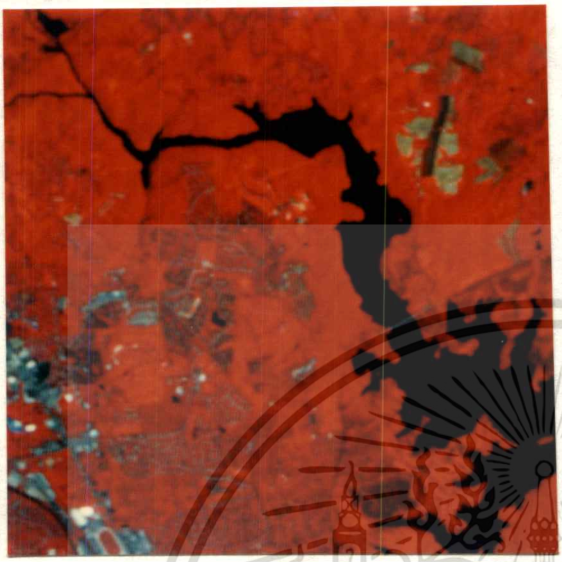


ภาพ $PCAI_2$

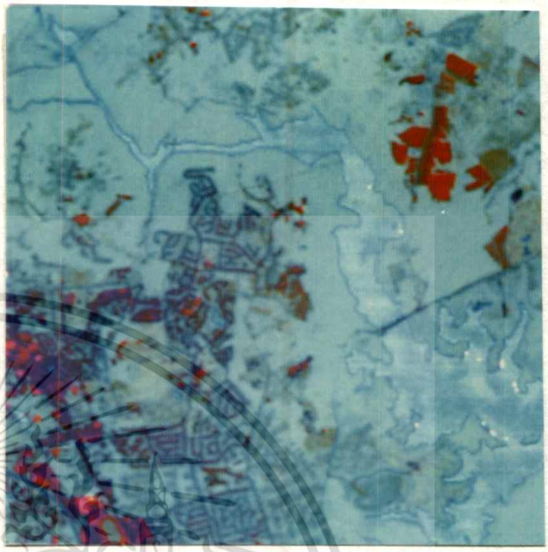
ภาพ $PCAI_3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.12 ภาพการผสมสี



(ก) ภาพผสมสี RGB



(ข)ภาพการผสมสี HSI-PCA-RGB

5.5.2 สรุป

จากการเปรียบเทียบภาพที่ 5.12 ที่เกิดจากการผสมสีทั้งสองภาพ ภาพที่ 5.12 (ก) เกิดจากการนำแถบความยาวคลื่นของภาพเดิม จำนวน 3 แถบความยาวคลื่น มาผสมสีกัน ส่วนภาพที่ 5.12(ข) เกิดจากการนำข้อมูลที่ผ่านแปลงหรือการปรับปรุงถึง 2 ขั้นตอน คือแปลงจาก RGB เป็น HRGB แล้วนำเอา ภาพ HRGB มาแปลงเป็นภาพองค์ประกอบหลัก และในขั้นตอนสุดท้าย จึงเลือกเอาภาพองค์ประกอบหลักแรกของแต่ละประเภท HSI มาทำการผสมสีกัน ทำให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดมาก จากรูปจะสามารถมองเห็นตะกอนที่อยู่ในน้ำได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
ข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาอย่างหนึ่งของภาพถ่ายดาวเทียม คือ เรื่องของความคมชัด ความสว่าง ของภาพข้อมูล ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ จากคุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียม ที่สามารถให้ปรับปรุงข้อมูลได้ ทำให้มีการทำการวิจัยเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทั้งที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เป็นแบบแถบความยาวคลื่นเดียว และแบบหลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งในแบบแถบความยาวคลื่นเดียวก็มีการปรับปรุงข้อมูล คือ การปรับปรุงภาพแบบฮิสโตแกรม การปรับปรุงภาพแบบฮิสโตแกรม-สเตรชชิ่ง การปรับปรุงภาพแบบลาปลาเซี่ยน การปรับปรุงภาพแบบราบเรียบ ซึ่งแต่ละแบบจะมีความเหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เช่น ถ้าปัญหาของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีปัญหาเกี่ยวกับความสว่าง ความคมชัด ก็สามารถทำการปรับปรุงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนั้นได้ด้วยวิธีการปรับปรุงข้อมูลภาพแบบ ใช้การกระทำต่อฮิสโตแกรม คือ การปรับปรุงภาพแบบ ฮิสโตแกรม หรือ การปรับปรุงภาพแบบสโตแกรมสเตรชชิ่ง

ในกรณีปัญหาเกิดจากการรบกวนของสัญญาณ หรือเกิดจากจุดเมฆขนาดเล็ก ก็สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้โดยการใช้วิธี การปรับปรุงภาพแบบราบเรียบ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดดีขึ้น หรือถ้าต้องการที่จะเน้นขอบของวัตถุก็กระทำได้จากการใช้การปรับปรุงภาพแบบลาปลาเซี่ยน

สำหรับการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพสีแบบหลายแถบความยาวคลื่นนั้น ก็สามารถปรับปรุงโดยการใช้ วิธีการปรับปรุงข้อมูลแบบฮิว ซึ่งเป็นรวมข้อมูลจาก 9 แถบความยาวคลื่นมาหรือใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งสามารถใช้ในการรวบรวมข้อมูลของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. ปัญหาสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลางรุ่น Pentium-S และมีหน่วยความจำ 8 Mb ซึ่งทำให้มีความสามารถในการประมวลช้า ในการประมวลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ในวิทยานิพนธ์นี้ ทั้งหมด 7 องค์ประกอบหลักใช้เวลาในการประมวลผล ประมาณ 5 นาที ซึ่งถือว่าช้ามาก ถ้าได้นำเครื่องที่มีสมรรถนะสูงกว่านี้มาใช้แล้ว จะทำให้การประมวลผลเป็นไปได้อย่างรวดเร็วกว่าที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปัญหาในการขอความอนุเคราะห์หรือการขอบริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการขอบริการใน 1 ครั้งประมาณเกือบ 45 วัน ทำให้การทำวิทยานิพนธ์ล่าช้ามากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สักรียา ชิตวงศ์, สาท คำมูล ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์, "การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่นโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16, หน้า 595 - 598 พฤศจิกายน 2536

[2] A. Rosenfeld, and A. C. Kak "Digital Picture Processing". Second edition. Computerscience and Application Mathematics, Academic Press,Inc.,Vol 2, pp. 89-91.

[3] F. Cheevasuvit, K. Dejhan and S. Chitwong. "Monitoring Land-Cover Chnage by Principal Component Analysis of Multispectral MOS-I MESSR Data". Proceeding of the South East Asian Regional Conferance Education and Research in Remote Sensing, June 1993.

[4] G.F. Byrne, P.F. Crapper and K.K. Mayo, "Monitoring Land-Cover Chnage by Principal Component Analysis of Multispectral Landsat Data", Remote Sensing Environ. Vol.10, PP 175-188,1980.

[5] J.G. Liu and J.McM.Moore, "Hue image RGB colour compostion.A simple technique to suppress shadow and enhance spectral signature" INT.J. Remote Sensing, Vol 11, NO.8, pp.1521-1530.

[6] J., S.K. and Walt, F.A. "Principal component analysis and Canonical analysis in remote sensing". Proc. Am Soc of Photogrammetry, Fall Church, VA:Am. Soc of Photogrammetry, pp. 337-348, 1979.

[7] R C. Gonzalaz, P Wintz. "Digital Image Processing". Second edition. California, Addison-Wesley Publishing Company, pp.144-160,160-175.

[8] R Crane. A "Color Representation"Simplified Approach to Image Processing, New Jersey, Prentice Hall. pp.13-19.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] Stephen P.Banks. "Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition". New York. Prentice Hall, pp 196-205.

[10] T. Fung. "An Assesment of TM Imagery For Land-Cover Change Detection",IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing Vol. 28, July 1990, pp.681-684.

[11] T.Fung E. LeDrew. "Application of Principal Components Analysis to Change Detection", Photogrammetry. Eng. Remote Sening, Vol.. 53, No.12 pp. 1649-1658, 1978.

[12] W. K. Pratt. "Digital image Processing". Second edition. California. Sun Microsystems, Inc., Mountain View, pp 387-389.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

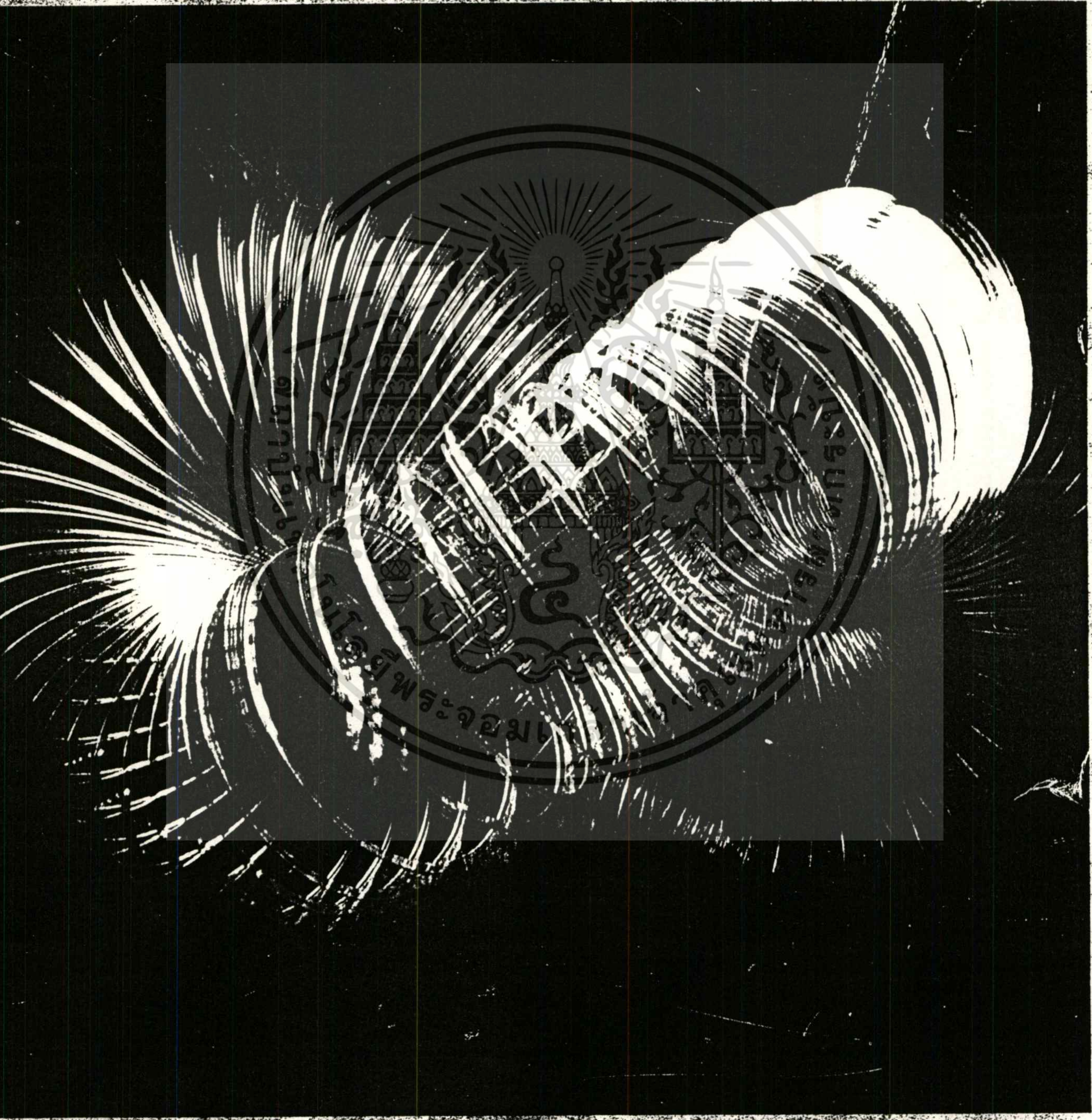
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลงานวิจัย
ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์
และได้รับการตีพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการ
ทางวิศวกรรมไฟฟ้า
ครั้งที่ 16



ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
25-26 พฤศจิกายน 2536

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16

The 16 th Conference of Electrical Engineering

25 - 26 พฤศจิกายน 2536

ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16

The 16th Conference of Electrical Engineering

สาขาประมวลสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่นโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
(Quality Improving of Multispectral Colour Image via Principal Component Analysis)

สักรียา ชิตวงค์* สาท คำมูล* ดร. ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์**

บทคัดย่อ

เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติต่างชนิดกันจะให้ค่าการสะท้อนสูงสุดในแถบความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นภาพสีที่ได้จากการผสมข้อมูลหลายแบนด์ (แถบความยาวคลื่น) จึงมีบทบาทสำคัญในการนำมาใช้แปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม จากการที่ระบบภาพของดาวเทียมต่าง ๆ มักจะมีแถบความยาวคลื่นมากกว่า 3 แถบความยาวคลื่นอย่างเช่นกรณีระบบภาพ MSS ของดาวเทียมแลนด์แซท 5 จะมี 4 แบนด์ หรือกรณีของระบบภาพ TM จะมี 7 แบนด์ แต่การแสดงภาพสีนั้นจะได้จากการผสมของข้อมูลภาพเพียง 3 แบนด์เท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้การแปลความหมายของภาพดังกล่าวไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะเกิดการขาดหายของบางข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในแถบความยาวคลื่นที่ไม่ได้นำมาผสมในภาพสีนั้น ดังนั้นในบทความนี้จึงได้เสนอเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเพื่อนำมาแปลงข้อมูลทุก ๆ แบนด์ของภาพถ่ายดาวเทียมมารวมอยู่ในกลุ่มภาพองค์ประกอบหลัก ซึ่งกลุ่มภาพดังกล่าวจะยังคงรักษาค่าความแปรปรวนของภาพเดิมเอาไว้ ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากข้อมูลหลาย ๆ แถบความยาวคลื่นสามารถทำได้ด้วยการนำเอาภาพองค์ประกอบหลัก 3 อันดับต้น ๆ มาผสมเป็นภาพสี โดยข้อมูลของภาพองค์ประกอบหลักทั้ง 3 จะให้ความแปรปรวนมากกว่า 90 เปอร์เซนต์ ดังนั้นการนำเอาภาพสีที่ได้รับการเน้นรายละเอียดดังกล่าวไปใช้จะช่วยทำให้การแปลความหมายหรือการจำแนกข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำสูง

Abstract

Since the different nature resource have maximum reflectance in different spectral. Therefore a multispectral colour image, which performed by multibands imagery will act as an important role in image interpretation. All the satellite imagery systems have the different spectral band images more than three. For example, four bands for MSS or seven bands for TM of LANDSAT 5. On the other hand multispectral colour image is composed by only three different spectral band image. Therefore, the image interpretation and classification cannot accomplish with high effectiveness since it loss some information from the other spectral bands. In this paper, the principal component analysis has been used to transform the all bands of satellite imagery into a more compact set of components which still represents the original variance. Therefore, a quality improving of multispectral colour image can be obtained by using the first three component images which will give more than 95 percents of total variance from all band of images. The image details are clearly shown in the resulting of colour image. Then, the image interpretation and classification can be done with high accuracy and precision.

1. บทนำ

ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละชนิดจะใช้อัตราการสะท้อนสูงสุดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แถบความยาวคลื่นแตกต่างกันออกไป ดังนั้นระบบการเก็บภาพของดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ จึงให้ภาพถ่ายดาวเทียมหลายภาพ แต่ละภาพจะมีช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป การนำภาพถ่ายดาวเทียมไปใช้ในการแปลความหมายของภาพหรือการจำแนกข้อมูลภาพนั้น จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลภาพหลาย ๆ แถบความยาวคลื่นมาประกอบเข้าด้วยกันนี้เองจึงเป็นที่มาของการใช้ภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่น จะอย่างก็ตามในการสร้างภาพสีนั้น โดยปกติจะใช้ข้อมูลภาพจำนวน 3 ภาพจากแถบความยาวคลื่นที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละภาพจะถูกกำหนดให้เป็นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ดังนั้นถ้าระบบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ให้ภาพมากกว่า 3 แถบความยาวคลื่น อย่างเช่นระบบภาพ TM ของดาวเทียมแลนด์แซท ซึ่งมี 7 แถบความยาวคลื่นแล้ว จะพบว่าอีก 4 ภาพของแถบความยาวคลื่นที่เหลือจะไม่ถูกนำมาใช้งาน ภาพสีที่ได้จากการผสมของภาพ 3 แถบความยาวคลื่นนี้จะให้รายละเอียดไม่สูงนัก เพราะไม่ได้นำเอารายละเอียดของภาพอีก 4 แถบความยาวคลื่นมาร่วมใช้ ดังนั้นการแปลความหมายหรือการจำแนกข้อมูลจากภาพสีดังกล่าวเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ มีผลทำให้ความถูกต้องแม่นยำลดลง ในบทความนี้จึงเสนอเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่จะใช้รวบข้อมูลจากภาพทุก ๆ แถบความยาวคลื่นมารวมกับอยู่บนภาพ 3 องค์ประกอบหลักในอันดับต้น ๆ ดังนั้นการผสมภาพจาก 3 องค์ประกอบหลักให้เป็นภาพสีจึงเสมือนหนึ่งว่าได้นำเอาข้อมูลจากทุกแถบความยาวคลื่นมารวมกันเป็นภาพสีนั่นเอง ทำให้ภาพสีที่ได้จากการผสมของภาพองค์ประกอบหลักให้รายละเอียดสูง จึงส่งผลทำให้การแปลความหมายหรือการจำแนกข้อมูลภาพจากภาพสีที่ได้ใหม่นี้มีความถูกต้องแม่นยำสูงตามไปด้วย

2. ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติจากระยะไกล (Remote Sensing) [1] โดยนำมาใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังจะพบในเอกสารอ้างอิง [2,3,4,5,6] เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนี้จะมีการแปลงกลุ่มข้อมูลภาพเดิมให้ไปอยู่ในแกนกลุ่มข้อมูลภาพใหม่ ที่ยังคงรักษาค่าความแปรปรวนในภาพเดิมทุก ๆ ภาพไว้ได้หมด กลุ่มข้อมูลภาพใหม่นี้จะถูกเรียกว่าภาพองค์ประกอบหลัก ซึ่งภาพองค์ประกอบหลักอันดับแรก ๆ จะค่าความแปรปรวนสูงและค่อย ๆ ลดลงเมื่ออันดับเพิ่มขึ้น นั้นคือความแปรปรวนในข้อมูลภาพเดิมทุก ๆ ภาพจะถูกนำมารวมกันไว้ในภาพองค์ประกอบหลักอันดับต้น ๆ ค่าความแปรปรวนนี้จะเป็นตัวให้รายละเอียดในภาพนั้นเอง ถ้าภาพใดมีความแปรปรวนสูงก็จะให้รายละเอียดในภาพได้สูงตามไปด้วย จากตัวอย่างของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในเอกสารอ้างอิง [6] พบว่าในการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบภาพ MSS ที่มีภาพจำนวน 4 แบนด์ภาพสีหลังการประมวลผลจะให้ความแปรปรวนในภาพองค์ประกอบหลักที่ 1 ถึง 3 เป็น 76.62, 21.62 และ 0.95 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ซึ่งภาพทั้ง 3 องค์ประกอบหลักจะให้ความแปรปรวนรวมเป็น 99.21 เปอร์เซนต์ของความแปรปรวนรวมใน 4 ภาพเดิม

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยพื้นฐานของค่า variance (ความแปรปรวน) และ covariance ของเซ็ทของข้อมูล

---

* นักศึกษาปริญญาโท ** รองศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าความแปรปรวนจะวัดการแตกกระจาย (scatter) ของตัวแปรหนึ่งในเซ็ทของข้อมูล ดังนั้น covariance จะวัดค่าการแตกกระจายในระหว่างสองตัวแปร

เทคนิคในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก [3] ได้กล่าวไว้ดังนี้

จากตัวแปร X ที่มีขนาด N มิติ (ในที่นี้ N คือ จำนวนแถบความยาวคลื่นของแต่ละระบบภาพของดาวเทียม) และ M เป็นเวกเตอร์ของค่าเฉลี่ย (mean vector) จะได้เมตริก variance-covariance เป็น

$$C_x = \frac{1}{k-1}\sum_{i=1}^{N}(X_i - M)(X_i - M)^T \quad .... \quad (1)$$

โดย k เป็นจำนวนจุดภาพของแต่ละแบนด์ แต่ละองค์ประกอบหลัก y_i ได้จาก

$$y_j = a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \ldots + a_{Nj}x_N \quad .... \quad (2)$$

$$y_j = a_j^T X \quad .... \quad (3)$$

เมื่อ a_j^T เป็น transpose ของ normalized eigenvector ที่ได้จาก C_x ดังนั้นจากการแปลงข้อมูลทั้งหมดนี้เขียนได้เป็น

$$Y = A^T X \quad .... \quad (4)$$

โดย A เป็นเมตริกของ eigenvector ดังนั้นจะพบว่าเมตริก covariance C_y ของ Y จะเขียนได้

$$C_y = A C_x A^T \quad .... \quad (5)$$

ซึ่ง C_y จะเป็น diagonal matrix element ในแนวทะแยงเป็น eigenvalue λ_i ของ C_x นั่นเอง กล่าวคือ

$$C_y = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \ldots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & \lambda_N \end{bmatrix} \quad .... \quad (6)$$

โดย $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 > \ldots > \lambda_N$

ภาพใหม่ที่ได้เรียกว่าภาพองค์ประกอบหลัก y_j ซึ่งเกิดจากการนำเอาข้อมูลภาพเดิมทุกแถบความยาวคลื่นมารวมกัน โดยแต่ละภาพจะถูกสเกลด้วยค่า a_{1j} ถึง a_{Nj} ดังสมการที่ (2)ค่า a_{ij} ดังกล่าวจะเป็น element ของ eigenvector ที่สอดคล้องกับ eigenvalue อันดับที่ j นั่นเอง จากภาพองค์ประกอบหลักที่อันดับต้น ๆ พบว่ามีค่า eigenvalue สูง นั่นคือจะให้ค่าความแปรปรวนสูงนั่นเอง ค่าความแปรปรวนดังกล่าวได้จากการรวมเอาค่าความแปรปรวนจากทุกภาพเดิมนั่นเอง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วภาพองค์ประกอบหลักจาก 3 อันดับแรกจะให้ความแปรปรวนมากกว่า 90 % ของความแปรปรวนรวมในภาพเดิมทั้งหมด

3. ผลการทดลอง

จากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซทระบบภาพ TM จำนวน 7 ภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1 หลังจากผ่านกระบวนการประมวลผลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักจะให้ภาพองค์ประกอบหลักต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วน eigenvalue และ eigenvector แสดงอยู่ในตารางที่ 1

ภาพองค์ประกอบหลักที่ 1 ถึง 3 จะให้ค่าความแปรปรวนรวมเท่ากับ 96.92 เปอร์เซนต์ของความแปรปรวนทั้งหมด จากการกำหนดสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินให้กับองค์ประกอบหลักทั้ง 3 ตามลำดับ หลังการผสมภาพสีจะได้ภาพข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 3 (ก) ในขณะที่รูปที่ 3 (ข) เกิดจากการผสมสีของภาพของข้อมูลเดิม โดยใช้แถบความยาวคลื่นที่ 4 เป็นสีแดง ที่ 3 เป็นสีเขียวและที่ 2 เป็นสีน้ำเงิน

4. สรุป

จากการเปรียบเทียบภาพในรูปที่ 3 (ก) และที่ 3(ข) จะพบว่ามีความแตกต่างกันในรายละเอียดอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เพราะภาพสีในรูปที่ 3 (ก) นั้นได้พยายามนำเอาข้อมูลภาพเดิมทั้ง 7 แถบความยาวคลื่นมารวมกัน แต่ในขณะที่ภาพรูปที่ 3 (ข) จะมีข้อมูลภาพจาก 3 แถบความยาวคลื่นเท่านั้น รายละเอียดของภาพสีที่ได้จึงด้อยกว่าภาพรูปที่ 3 (ก) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณเขื่อนกั้นน้ำ ซึ่งจะเห็นตะกอนแขวนลอยปรากฏในรูปที่ 3 (ก) อย่างชัดเจนแต่จะไม่ปรากฏให้เห็นในภาพของรูปที่ 3 (ข) ดังนั้นในการแปลความหมายหรือการจำแนกภาพสีที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมรายละเอียดโดยรวมเอาข้อมูลทุกแถบความยาวคลื่นมา ใช้ในรูปที่ 3 (ก) นั้นจะให้ความถูกต้องแม่นยำสูงกว่าจากการใช้รูปที่ 3 (ข)

5. เอกสารอ้างอิง

1. Jensen, S.K., and Waltz, F.A., "Principal component analysis and Canonical analysis in remote sensing, " Proc. Am. Soc. of Photogrammetry, Falls Church, VA: Am. Soc of Photogrammetry, P. 337-348, 1979.
2. F. Cheevasuvit, K. Dejhan and S. Chitwong, "Monitoring Land-Cover Change by Principal Component Analysis of Multitemporal MOS-I MESSR Data," Proceeding of The South East Asian Regional Conference Education and Research in Remote Sensing, June 1993.
3. T. Fung, "An Assessment of TM Imagery For Land-Cover Change Detection," IEEE Trans. Geoscience and remote Sensing, Vol.28, pp.681-684, July 1990.
4. T. Fung, E. LeDrew, "Application of Principal Components Analysis to Change Detection," Photogrammetry. Eng. Remote Sensing, Vol.53, No.12, pp.1649-1658,1978
5. G.F. Byrne, P.F. Crapper and K.K. Mayo, " Monitoring Land-Cover Change by Principal Components Analysis of Multitemporal Landsat data, " Remote Sensing Environ., Vol.10, pp.175-188, 1980.
6. ศักดิ์ เสกขุนทด, สุชาติ ฉิมประดิษฐ์ และ ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์, " การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หลายตัวแปร," การประชุมทางวิชาการสถิติประยุกต์ ครั้งที่ 8, หน้า 460-474, 2533.

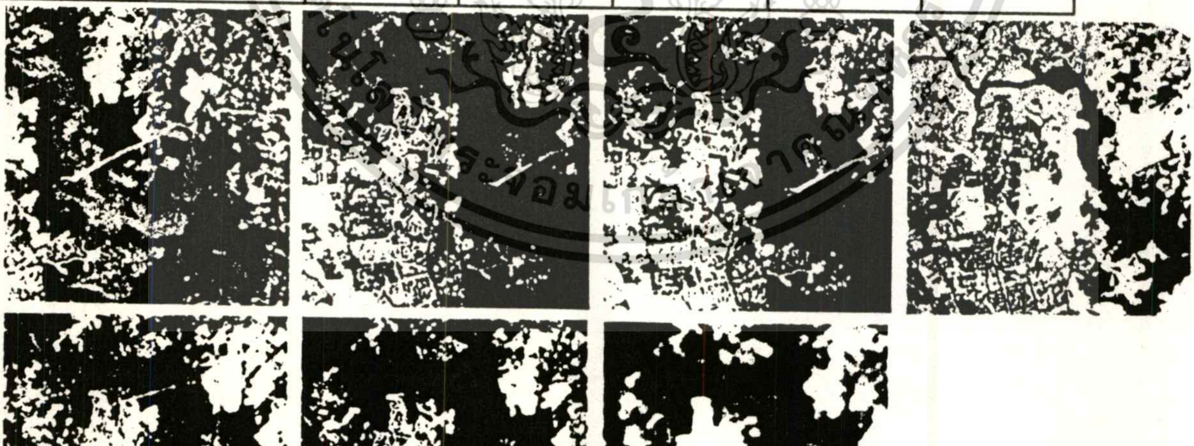
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

Channel	1	2	3	4	5	6	7
Mean	102.35	42.98	42.05	108.81	81.29	28.31	140.35
S.D	104.67	43.95	44.89	112.73	87.72	32.79	140.57

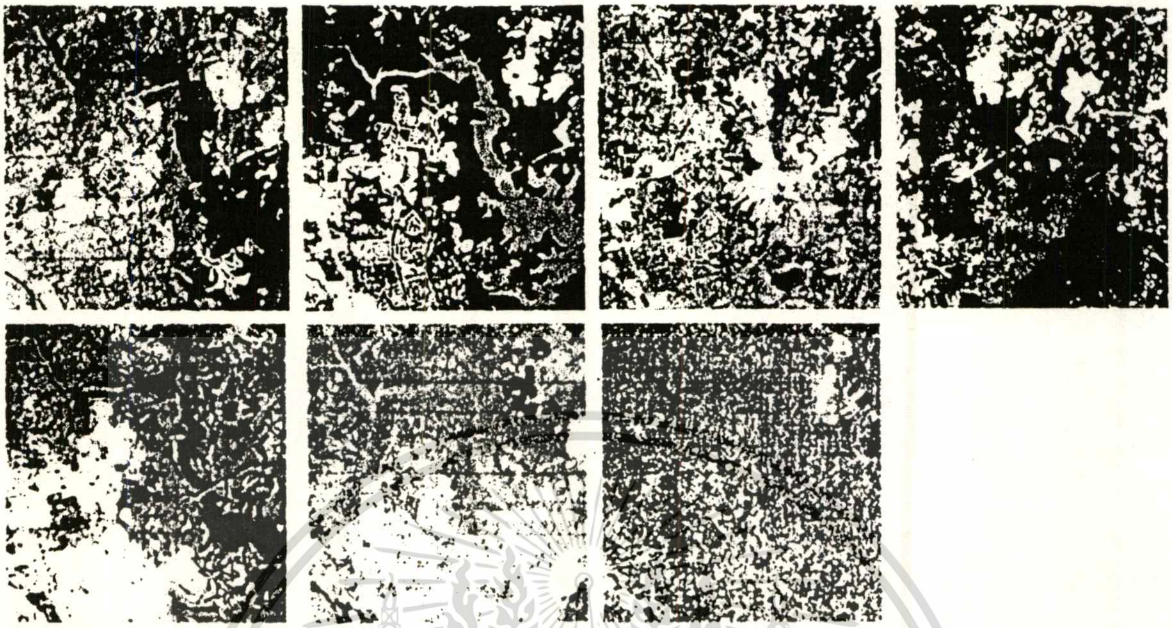
Component	1	2	3	4	5	6	7
Eigenvalue	136,488,480	51,028,812	4,094,443	3,788,155	1,451,912	509,020	327,652
% Variance	69.04	25.81	2.07	1.92	0.73	0.26	0.17

Eigenvector						
Component 1	Component 2	Component 3	Component 4	Component 5	Component 6	Component 7
+0.021	-0.002	+0.902	-0.430	-0.023	-0.001	+0.011
+0.085	+0.241	+0.199	+0.433	-0.102	+0.761	+0.345
+0.153	+0.446	+0.265	+0.550	-0.048	-0.291	-0.564
+0.663	-0.671	+0.124	+0.296	+0.004	-0.078	+0.036
+0.672	+0.364	-0.245	-0.484	-0.093	+0.242	-0.233
+0.257	+0.79	+0.010	+0.057	-0.111	-0.521	+0.709
+0.107	+0.127	+0.033	+0.021	+0.983	+0.029	+0.066



รูปที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์เซทระบบ TM ทั้ง 7 แบนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ภาพองค์ประกอบหลักที่ได้

(ก) (ข)

รูปที่ 3 ภาพการผสมสีจากข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น

(ก) ภาพที่ได้จากการผสมสีของภาพองค์ประกอบหลัก 3 อันดับแรก

(ข) ภาพที่ได้จากการผสมสีของภาพเดิมจากแบนด์ที่ 4, 3 และ 2 ของระบบ TM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/****************************************************************/
/*        Program : Histogram   equalization                    */
/*        year     :1998                                        */
/****************************************************************/
#include<stdio.h>
#include<conio.h>
#include<io.h>
#include<stdlib.h>
#include<math.h>
#include<alloc.h>
#include<ctype.h>
#define  max  16384
void main()
   {
   int image_Length,image_width,I,j,ch,true_length;
   unsigned  long   int histo[256,s[256];
   char  file_name[14];
   unsigned  char buff[max];
   int k,n,ind;
   double  nsq;
   float  range;
   FILE  *fptr,*fptr2;

   clrscr();
   printf("Enter  file  name  of  image     :   ");
   scanf("%s",file_name);
   fptr = fopen(file_name,"rb");
   if(fptr==NULL)
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    printf("%s Does  not  exist.  ",file_name);
    exit(1);
    }
printf("Enter file name for storing  mapped  image   : );
scanf("%s",&file_name);
gotoxy(1,3);
printf("                                                                  ");
ind=access(file_name,0);
while(!ind)
    {
    gotoxy(1,3);
    printf("File  exists  Wish  to  overwrite ?  (y  or  n)    :   ");
    while(((ch=tolower(getch())) !='y')&&(ch!='n'));
    putch(ch);
    switch(ch)
        {
        case 'y':
                ind=1;
                dreak ;
        case 'n' :
                gotoxy(1,3);
printf("                                                                  ");
                gotoxy(1,2);
printf("                                                                  ");
                gotoxy(1,2);
                printf("Enter  file  name     :   ");
                scanf("%s",file_name);
                ind=access(file_name,0);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
 fptr2 = fopen(file_name,"wb");
 nsq = (double) filelength(filno(fptr));
 printf("\n Is this  square  image  ? (y  or  n);
    while(((ch=tolower(getch())) !='y')&&(ch!='n'));
    putch(ch);
    switch(ch)
       {
       case 'y':
                image_length = image width=sqrt(nsq);
                break;
       case  'n' :
                printf (" Enter  image     width   : );
                scanf("%d",&image_width);
                image_length = (int)(nsq/image_width);
       }
printf("\n image size = %d x %d", image_length, image_width);
true_length=0.95*image_length;
/* Generate Histogram .*/
for(i=0; i < 256 ;  I++)
   histo[i]=0;
   for(i=0;I<true_length;i++)
    for (j=0;j<image_width;j++)
        histo[getc(ftpr)]++
/* Generate  CDF.  */
s[0]=histo[0];
  for(i=1; I<256; i++ )
    s[i]=s[i-1]+histo[i];
/*     Scaling      */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
range = (float)(s[255]-s[0];
  for(i=1; I<256; i++ )
  s[i]=(int)((float)(s[i]-s[0]))*255.0/range;
/*Mapping  into a uniform histogram.  */
 rewind(ftpr);
   k=0;
   for (i=0; i<image_length; i++)
     for  (j=0; j<image_width; j++);
        {
          ch=s[getc(fptr)];
          buff[k] =(unsigned  char)ch;
          k=k++;
          if ((K==MAX||(ch==EDF))
            {
              for(n=0;n<k;n++);
                putc((int)buff[n],fptr2;
                k = 0;
            }
        }
   fclose(fptr);
   fclose(fptr2);
   printf("\n\Ndone.");
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
/*****************************************************************/
/*      Program : Principal Component Analysis        */
/*      by      : Mr. Sart  Kummool                   */
/*      year    :       1998                          */
/*****************************************************************/
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include<string.h>
#include<conio.h>
#include<math.h>
#include<alloc.h>
#include<time.h>
#define NPRINT
#define PSIZE 32768L

void  memalloc();
void  ReadData();
float Mean();
void  MulMatrix();
void  MemErr();
void  FopenErr();
void  ScaleMatrix();
int   JacobiTransform(float **co_var,float **v,int n,float err,int *iter);
void  Projection();
void  Scaling();
void  App();
void  Ics();
int   xsize,ysize,tb;
long  tsize;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char  **fname;
float *mean_val,*std_val,**co_var,**v;
char fn[5],ofn[5],drive[3];
unsigned char far *buff;
int far *ibuff,**ibuff1;
long far *lbuff;

main()
{
  int i,j,k,n,*iter,converge,max,addi,percent;
  float err,temp,peigenvalue;
  long teigenvalue;
  char *mes,cdrive[3];
  FILE **FP,**fp;
  mes = "Function main";
  clrscr();
  printf("Enter total band : ");
  scanf("%d",&tb);
  memalloc();
  FP = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
  fp = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
  if(FP == NULL && fp == NULL)
    MemErr(mes);
  for(i=0;i<tb;i++)
   {
     FP[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
     fp[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
     if(FP[i] == NULL && fp[i] == NULL)
          MemErr(mes);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }
if((fname = (char **)malloc(sizeof(char *)*tb)) == NULL)
  MemErr(mes);
for(i=0;i<tb;i++)
 if((fname[i] = (char *)malloc(sizeof(char *)*25)) == NULL)
    MemErr(mes);
for(i=0;i<tb;i++)
 {
  printf("         band %d : ",i+1);
  scanf("%s",fname[i]);
  if((fp[i] = fopen(fname[i],"rb")) == NULL)
       FopenErr(mes);
 }

printf("Size of datas    :\n");
printf("     X-size    : ");
scanf("%d",&xsize);
printf("     Y-size    : ");
scanf("%d",&ysize);
tsize = (long)ysize*xsize;
printf("Total size       : %ld",tsize);
printf("\nSave result at drive <c:/d:> -> ");
scanf("%s",cdrive);
strcpy(drive,cdrive);
for(i=0;i<tb;i++)
 {
   printf("\nmeaning band %d...",i+1);
   mean_val[i] = Mean(fp[i]);
   printf("%+.3f",mean_val[i]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  #ifdef PRINT
        fprintf(stdprn,"\n");
        fprintf(stdprn,"mean  ");
        fprintf(stdprn,"%+.3f\t",mean_val[i]);
  #endif
  fclose(fp[i]);
 }
for(i=0;i<tb;i++)
 {
  App(drive,fn,i);
  FP[i] = fopen(fn,"wb");
  if(FP[i] == NULL)
        FopenErr(mes);
  if((fp[i] = fopen(fname[i],"rb")) == NULL)
        FopenErr(mes);
  printf("\nscaling matric band %d...",i+1);
  ScaleMatrix(fp[i],FP[i],i);
  fclose(fp[i]);
  fclose(FP[i]);
 }

printf("\ncalculating covariance matric...");
MulMatrix(co_var);
printf("\ndisplay covariance matric...");
for(j=0;j<tb;j++)
 {
 printf("\n");
 for(i=0;i<tb;i++)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    printf("%+.3f\t",co_var[j][i]);
    #ifdef PRINT
         fprintf(stdprn,"%+.3f\t",co_var[j][i]);
    #endif
   }
  }
n = tb;
*iter = 0;
err  = 0.0000000001;
printf("\ncalculating eigenvectors...");
JacobiTransform(co_var,v,n,err,iter);
printf("\nBefore sort\n");
printf("\ndisplay eigenvalues...\n");
for(i=0;i<n;i++)
  printf("%+.3f\t",fabs(co_var[i][i]));
printf("\ndisplay eigenvectors ");
for(j=0;j<n;j++)
  {
  printf("\n");
  for(i=0;i<n;i++)
    printf("%+.3f\t",v[j][i]);
  }
for(j=0;j<n;j++)
  {
   temp = co_var[j][j];
   max  = j;
   for(i=j;i<n-1;i++)
     {
        if(temp < co_var[i+1][i+1])
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          {
           temp = co_var[i+1][i+1];
           max  = i+1;
          }
      }
    temp = co_var[j][j];
    co_var[j][j] = co_var[max][max];
    co_var[max][max] = temp;
    for(i=0;i<n;i++)
      {
         temp = v[i][j];
         v[i][j] = v[i][max];
         v[i][max] = temp;
      }
   }
 teigenvalue = 0L;
 peigenvalue = 0.0;
 for(i=0;i<n;i++)
    teigenvalue += (long)co_var[i][i];
 printf("\nAfter sort\n");
 printf("\ndisplay eigenvalues\n");
 for(i=0;i<n;i++)
   {
    peigenvalue = (100.0*co_var[i][i])/teigenvalue;
    printf("%+.3f[%.3f]\t",fabs(co_var[i][i]),fabs(peigenvalue));
    #ifdef PRINT
     fprintf(stdprn,"%+.3f[%.3f]\t",fabs(co_var[i][i]),fabs(peigenvalue));
    #endif
   }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 printf("\ndisplay eigenvectors ");
 for(j=0;j<n;j++)
  {
  printf("\n");
  #ifdef PRINT
   fprintf(stdprn,"\n");
  #endif
  for(i=0;i<n;i++)
   {
    printf("%+.3f\t",v[j][i]);
    #ifdef PRINT
         fprintf(stdprn,"%+.3f\t",v[j][i]);
    #endif
   }
  }
 Projection();
 Scaling();
 printf("\n\nprocessing complete...");
 getch();
}

/* ******************************/
/*   Allocation memory      */
/******************************/
void memalloc()
{
 int i;
 long psize;
 char *mes;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 mes = "function memalloc";
 psize = PSIZE;
 if((co_var = (float **) malloc(sizeof(float *)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
 for(i=0;i<tb;i++)
   if((co_var[i] = (float *) malloc(sizeof(float)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
 if((v = (float **) malloc(sizeof(float *)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
 for(i=0;i<tb;i++)
   if((v[i] = (float *) malloc(sizeof(float)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
 if((mean_val = (float *) malloc(sizeof(float)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
 if((std_val = (float *) malloc(sizeof(float)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
if((buff = (unsigned char far *) farmalloc(32768L)) == NULL)
  MemErr(mes);
if((ibuff = (int far *)  farmalloc(65536L)) == NULL)
    MemErr(mes);
if((ibuff1 = (int far **) farmalloc(sizeof(int far *)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
for(i=0;i<tb;i++)
  if((ibuff1[i] = (int far *) farmalloc(65536L)) == NULL)
    MemErr(mes);
if((lbuff = (long far *) farmalloc(sizeof(long)*tb)) == NULL)
   MemErr(mes);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/***********************************************/
/*        Calculation mean value               */
/***********************************************/
float Mean(FILE *fp)
{
 float sum,mean,count;
 unsigned int i,j;
 long size1,size2,psize;
 char *mes;
 mes = "function mean";
 psize = PSIZE;
 size1 = ((long)xsize)*((long)ysize);
 size2 = size1;
 count = 0.0;
 sum   = 0.0;
 do
  {
   fread(buff,sizeof(unsigned char),psize,fp);
   for(i=0;i<psize && size1 > 0L;i++,size1--,count++)
     sum += (float)buff[i];
   size2 -= (long)psize;
   if(size2 < (long)psize)
     psize = (int)size2;
  }while(size1 > 0L);
 mean = sum/count;
 return(mean);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/************************************/
/*        Scaling matric            */
/************************************/
void ScaleMatrix(FILE *f,FILE *F,int p)
{
 long i,j;
 long count,size1,size2;
 double stsize;
 long psize;
 char *mes;
 extern float *mean_val;
 mes = "function scaling matric";
 psize = PSIZE;
 count = 0L;
 stsize = tsize;
 stsize = sqrt(stsize);
 size1 = ((long)xsize)*((long)ysize);
 size2 = size1;
 do
  {

   fread(buff,sizeof(unsigned char),psize,f);
   for(i=0;i<psize && size1 > 0L;i++,size1--,count++)
     ibuff1[0][i] = (int)((int)buff[i] - mean_val[p]);
   fwrite(ibuff1[0],sizeof(int),psize,F);
   size2 -= (long)psize;
   if(size2 < (long)psize)
     psize = (int)size2;
  }while(size1 > 0L);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
/* **************************************************/
/*        Calculation covariance matric        */
/*        or calculation eigenvalue            */
/**************************************************/
void MulMatrix(float **a)
{
 unsigned int i,j,k;
 long psize;
 long size1,size2,size3,count;
 float sum;
 char *mes;
 FILE **fp1,**fp2;
 mes = "function multifier matric";
 size1 = ((long)xsize)*((long)ysize);
 psize = PSIZE;
 fp1 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
 fp2 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
 if(fp1 == NULL && fp2 == NULL)
   MemErr(mes);
 for(i=0;i<tb;i++)
   {
   fp1[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
   fp2[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
   if(fp1[i] == NULL && fp2[i] == NULL)
     MemErr(mes);
   }
  for(k=0;k<tb;k++)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
App(drive,fn,k);
fp1[k] = fopen(fn,"rb");
if(fp1[k] == NULL)
      FopenErr(mes);
for(j=0;j<tb;j++)
 {
 printf("\nmultifier matric row %d col %d...",j,k);
 count = 0L;
 size2 = size1;
 size3 = size1;
 psize = 32768;
 sum = 0.0;
 App(drive,fn,j);
 fp2[j] = fopen(fn,"rb");
 if(fp2[j] == NULL)
       FopenErr(mes);
 do
      {
       fread(ibuff1[0],sizeof(int),(int)psize,fp1[k]);
       fread(ibuff1[1],sizeof(int),(int)psize,fp2[j]);
       for(i=0;i<psize && size2 > 0L;i++,size2--,count++)
         sum += (float)(ibuff1[0][i]*ibuff1[1][i]);
       size3 -= psize;
       if(size3 < psize)
          psize = size3;
      }while(size2 > 0L);
  a[j][k] = sum;   /*/(tsize-1.0);*/
  printf("%+.3f\t[%ld]",a[j][k],count);
  rewind(fp1[k]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    fclose(fp2[j]);
   }
  fclose(fp1[k]);
 }
}

/*********************************************************************/
/*        Calculation eigenvectors by Jacobi mathod            */
/*********************************************************************/
int JacobiTransform(float **h,float **v,int n,float err,int *iter)
{
 int i,j,m,l,p,q,converge,it;
 float vo,U,Uf,*a,*d,*e;
 float c,s,f,alpha,beta;
 a = (float *) malloc(sizeof(float)*n);
 d = (float *) malloc(sizeof(float)*n);
 e = (float *) malloc(sizeof(float)*n);
 if(a == NULL && d == NULL && e == NULL)
  return(NULL);
 vo = 0.0;
 for(i=0;i<n;i++)
  for(j=0;j<n;j++)
   if(i!=j)
      vo += (h[i][j]*h[i][j]);
 for(i=0;i<n;i++)
  for(j=0;j<n;j++)
   if(i==j)
    v[i][j] = 1.0;
   else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    v[i][j] = 0.0;
U  = sqrt(vo)/n;
Uf = U*err;
converge = 0;
it = 0;
do
 {
  for(l=0;l<n+1;l++)
   {
   for(m=l+1;m<n;m++)
       {
        if(fabs(h[l][m]) >= U)
         {
          p = l;
          q = m;
          for(i=0;i<n;i++)
           {
            a[i] = h[p][i];
            d[i]  = h[i][p];
            e[i]  = v[i][p];
           }
          f    = h[p][p];
          alpha = (h[p][p] - h[q][q])/2.0;
          beta  = sqrt(h[p][q]*h[p][q] + alpha*alpha);
          c  = sqrt(0.5 + fabs(alpha)/(2*beta));
          s  = (alpha*(-h[p][q]))/(2.0*beta*(fabs(alpha))*c);
          for(j=0;j<n;j++)
           {
            if(j!=p && j!=q)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {
                 h[p][j] = c*h[p][j] - s*h[q][j];
                 h[q][j] = s*a[j]    + c*h[q][j];
                 h[j][p] = c*h[j][p] - s*h[j][q];
                 h[j][q] = s*d[j]    + c*h[j][q];
                }
          v[j][p] = c*v[j][p] - s*v[j][q];
          v[j][q] = s*e[j]    + c*v[j][q];
         }
        h[p][p] = (c*c)*h[p][p] + (s*s)*h[q][q] - 2.0*c*s*h[p][q];
        h[q][q] = (s*s)*f + (c*c)*h[q][q] + 2.0*c*s*h[p][q];
        h[p][q] = 0.0;
        h[q][p] = 0.0;
       }
     }
   }
   if(U <= Uf)
       converge = 1;
   else
       {
        it++;
        *iter = it;
        U = U/n;
       }
 }while(!((converge) || it > 200));
 free(a);
 free(d);
 free(e);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/**********************************************/
/*        Projection image [X]*[Ai]           */
/**********************************************/
void Projection()
{
 unsigned int i,j,k,addi;
 long psize;
 long l,size1,size2,size3,count;
 float sum;
 FILE **fp1,**fp2;
 char *mes;
 mes = "function projection";
 fp1 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
 fp2 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
 if(fp1 == NULL && fp2 == NULL)
   MemErr(mes);
 for(i=0L;i<tb;i++)
   {
   fp1[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
   fp2[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
   if(fp1[i] == NULL && fp2[i] == NULL)
     MemErr(mes);
   }
 psize = 1024L;
 size1 = ((long)xsize)*((long)ysize);
 for(k=0;k<tb;k++)
   {
   addi = k+tb;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
App(drive,fn,addi);
fp2[k] = fopen(fn,"wb");
if(fp2[k] == NULL)
  FopenErr(mes);
for(i=0;i<tb;i++)
 lbuff[i] = 0L;
printf("\nprojection band %d...",k+1);
count = 0L;
size2 = size1;
size3 = size1;
psize = 1024L;
do
 {
  j = 0;
  do
      {
       App(drive,fn,j);
       fp1[j] = fopen(fn,"rb");
       if(fp1[j] == NULL)
         FopenErr(mes);
       rewind(fp1[j]);
       fseek(fp1[j],lbuff[j],SEEK_SET);
       fread(ibuff1[j],sizeof(int),(int)psize,fp1[j]);
       lbuff[j] += (float)(psize*2L);
       fclose(fp1[j]);
       j++;
      }while(j < tb);
  for(i=0;i<(int)psize && size2 > 0L;i++,size2--,count++)
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        sum = 0.0;
        for(j=0;j<tb;j++)
          sum += (float)(ibuff1[j][i]*v[j][k]);
        ibuff[i] = (int)sum;
        }
    fwrite(ibuff,sizeof(int),(int)psize,fp2[k]);
    size3 -= (long)psize;
    if(size3 < (long)psize)
        psize = (int)size3;
   }while(size2 > 0L);
  fclose(fp2[k]);
 }
}

/* *******************************************/
/*       Scaling image 256 level       */
/*******************************************/
void Scaling()
{
 unsigned int i,addi,k;
 long psize;
 long l,count,size1,size2,size3;
 float temp,max,min;
 int ch[1];
 FILE **fp1,**fp2;
 char *mes;
 mes = "function scaling";
 fp1 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
 fp2 = (FILE **) malloc(sizeof(FILE *)*tb);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(fp1 == NULL && fp2 == NULL)
 MemErr(mes);
for(i=0;i<tb;i++)
 {

 fp1[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
 fp2[i] = (FILE *) malloc(sizeof(FILE)*tb);
 if(fp1[i] == NULL && fp2[i] == NULL)
 MemErr(mes);
 }
psize = PSIZE;
size1 = ((long)xsize)*((long)ysize);
for(k=0;k<tb;k++)
 {
  printf("\nscaling gray scale band %d...",k+1);
  printf("search max. & min...");
  addi = k+tb;
  App(drive,fn,addi);
  fp2[k] = fopen(fn,"rb");
  if(fp2[k] == NULL)
   FopenErr(mes);
  size2 = size1;
  size3 = size1;
  psize = 32768;
  fread(ch,sizeof(int),1,fp2[k]);
  max = (float)ch[0];
  min = (float)ch[0];
  rewind(fp2[k]);
  count = 0L;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
do
 {
     fread(ibuff,sizeof(int),psize,fp2[k]);
     for(i=0;i<psize && size2 > 0L;i++,size2--,count++)
      {
       temp = (float)ibuff[i];
       if(temp > max)  max = temp;
       if(temp < min)  min = temp;
      }
 size3 -= (long)psize;
 if(size3 < (long)psize)

     psize = (int)size3;
 }while(size2 > 0L);
rewind(fp2[k]);
App(drive,fn,k);
remove(fn);
fp1[k] = fopen(fn,"wb");
if(fp1[k] == NULL)
     FopenErr(mes);
printf("scaling...");
size2 = size1;
size3 = size1;
psize = 32768;
count = 0L;
do
 {
     fread(ibuff,sizeof(int),psize,fp2[k]);
     for(i=0;i<psize && size2 > 0L;i++,size2--,count++)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
             temp = (float)ibuff[i];
             buff[i] = (int)(255.0*(temp-min)/(max-min));
            }
          fwrite(buff,sizeof(char),psize,fp1[k]);
          size3 -= (long)psize;
          if(size3 < (long)psize)
            psize = (int)size3;
      }while(size2 > 0L);
    fclose(fp1[k]);
    fclose(fp2[k]);
  }
}

void App(a,b,c)
char *a,*b;
int c;
{

  int i,j;
  char p1[5],p2[5];
  strcpy(p1,a);
  i = 0;
  do
    {
     i++;
    }while(p1[i] != NULL);
  if(p1[i] == NULL)
     itoa(c+1,p2,10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for(j=0;p2[j] != NULL;j++)
   p1[i+j] = p2[j];
 p1[i+j] = NULL;
 strcpy(b,p1);
}

void MemErr(char *m)
{
 clrscr();
 printf("memory allocation error in %s",m);
 getch();
 exit(1);
}

void FopenErr(char *m)
{
 clrscr();
 printf("file open error in %s",m);
 getch();
 exit(1);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสาท คำมูล เกิดเมื่อ วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2534 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอีเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2531 จาก วิทยาลัยเทคนิกขอนแก่น เข้ารับราชการในตำแหน่งนายช่างอีเล็กทรอนิกส์ 2 ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่ปี 2533 และปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 5 สังกัด ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้