

วิชาการผสมผสานภาพถ่าย IKONOS ด้วยการแปลงความเข้ม-มุม-การตีความตัว  
ผ่านทฤษฎีการคิดเชิงประกอบหลัก

A FAST INTENSITY-HUE SATURATION FUSION APPROACH VIA  
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR IKONOS IMAGERY



วิทยานิพนธ์ที่นำเสนอผ่านเวทีของการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KNITL-2009-EN-M 000-158

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิธีการผสมข้อมูลภาพ IKONOS ด้วยการแปลงความเข้ม-มุม-ความอิ่มตัว  
ผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

A FAST INTENSITY-HUE-SATURATION FUSION APPROACH VIA  
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR IKONOS IMAGERY



T105528



ศิริชัย มินฮายินูด

SIRICHAJ MINHAYENUD

ดท.  
ด 2527  
2552

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน...105528  
วัน,เดือน,ปี... 2 6 พ.ย. 2552

121213X  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
วิศวกรรมการวัดคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2552

KMITL-2009-EN-M-060-158

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A FAST INTENSITY-HUE-SATURATION FUSION APPROACH VIA  
PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR IKONOS IMAGERY**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2009**

**KMITL-2009-EN-M-060-158**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2009**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ วิธีการผสมข้อมูลภาพ IKONOS ด้วยการแปลงความเข้ม-มุม-ความอึมตัวผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

Thesis Title A Fast Intensity-Hue-Saturation Fusion Approach Via Principal Component Analysis for IKONOS Imagery

นักศึกษา นายศิริชัย มินฮายีนุค

รหัสประจำตัว 47060655

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.สักริยา ชิตวงศ์

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2009-EN-M-060-158

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วิทยา	ทิพย์สุวรรณพร	
รศ.ดร.ทวีพล	ชื้อสตัย	
รศ.ดร.สุรพันธ์	ยิ้มมัน	
รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวิวิทย์	
รศ.สักริยา	ชิตวงศ์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2552 เวลา 09.30-11.30 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 3 ห้องประชุม 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2552

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจศ.  
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ถึงบัณฑิตวิทยาลัย  
วันที่ 26 เดือน ๙ พ.ศ. ๕๕  
ลงชื่อ.....

เอกสารนี้เป็นของบัณฑิตวิทยาลัย การนำเอกสารไปใช้ในการศึกษาอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	วิธีการผสมข้อมูลภาพ IKONOS ด้วยการแปลงความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัวผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก
นักศึกษา	นายศิริชัย มินฮาญินุด
รหัสนักศึกษา	47060655
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ศักรียา ชิตวงศ์

### บทคัดย่อ

ภาพถ่ายดาวเทียมของ IKONOS ประกอบด้วยข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งมีหลายสเปกตรัม แต่ให้ความละเอียดต่ำ และข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว มีความละเอียดสูง แต่จะมีเพียงสเปกตรัมเดียว ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการนำไปแปลความหมายข้อมูลภาพลดลง ดังนั้น การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ จึงมักจะนำข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ มารวมกับข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลภาพที่มีความละเอียดสูง และมีหลายสเปกตรัม ซึ่งจะทำให้การประยุกต์ใช้งานสำหรับการแปลความหมายของข้อมูลภาพได้ดีขึ้นต่อไป

วิธีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัว เป็นวิธีทั่วไปที่นิยมใช้กันในการรวมข้อมูลภาพ โดยจะนำข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำในระบบสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน แปลงให้อยู่ในรูปแบบของระบบความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัว จากนั้นก็จะนำข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง มาแทนลงในองค์ประกอบความเข้ม และทำการแปลงกลับให้อยู่ในระบบสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงิน ซึ่งข้อมูลภาพที่ได้จะมีความละเอียดที่ดีขึ้น แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือ ข้อมูลภาพสีที่ได้จากการรวมข้อมูลภาพจะเกิดการบิดเบือนของสี หรือสเปกตรัม ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่นเดิม เนื่องจากองค์ประกอบความอ้อมตัวของข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำกับข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง มีความแตกต่างกัน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเสนอวิธีแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อทำการรวบรวมข่าวสารต่างๆจากระบบสีแดง-สีเขียว-สีน้ำเงินของข้อมูลภาพแบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำมารวมไว้ในองค์ประกอบอันดับที่หนึ่ง ซึ่งข้อมูลภาพดังกล่าวจะถูกนำมาใช้อ้างอิงเพื่อปรับความสว่าง กับข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง จากนั้นนำข้อมูลภาพแบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ที่ได้ทำการปรับความสว่างแล้วแทนที่องค์ประกอบความเข้ม จากนั้นก็ทำการแปลงความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัวกลับไปเป็นระบบสีแดง-สี

เขียว-สีน้ำเงิน ซึ่งจะ ได้ข้อมูลภาพสีใหม่ที่มีความละเอียดสูงขึ้น และมีความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพ  
แบบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ขณะเดียวกันลดการบิดเบือนของสีหรือสเปกตรัม



## II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	A Fast Intensity-Hue-Saturation Fusion Approach Via Principal Component Analysis for IKONOS Imagery
<b>Student</b>	Sirichai Minhayenud
<b>Student ID.</b>	47060655
<b>Degree</b>	Master of Engineering
<b>Program</b>	Instrumentation Engineering
<b>Year</b>	2009
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

### ABSTRACT

The IKONOS satellite image is consisted of low resolution multi-spectral (RGB) image and the high resolution panchromatic (PAN) image at which efficiency of interpretation is decreased. In order to get high resolution multi-spectral image, enhancement of image quality by fusing low resolution multi-spectral image and the high resolution panchromatic image is performed. Interpretation of image applied is better in the future.

In general, Intensity-Hue-Saturation (HIS) transformation is used for fusing low resolution multi-spectral (RGB) image and the high resolution panchromatic (PAN) image. By transforming low resolution multi-spectral (RGB) image into HIS the intensity image is then replaced by the high resolution panchromatic image as I'. The HI'S is back transformed into new RGB image at which resolution is better. Disadvantage of this method is that spectral or color of new RGB image is distorted and different from original RGB image. Since the saturation component of low resolution multi-spectral and high resolution panchromatic image is different.

To solve the mentioned problem, in this thesis, Principal Component Analysis (PCA) is applied by concentrating information from low resolution multi-spectral (RGB) image into first component. The first component image is used for adjusting brightness matching with high resolution panchromatic (PAN) image. The intensity image is then replaced by the brightness adjusted high resolution panchromatic image as I'. Finally, the HI'S is back transformed into new RGB image as high resolution multi-spectral (new RGB) image which contained both high resolution and high correlation to the original high resolution panchromatic image. Also, spectral or color distortion is decreased.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.ศักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา การวิเคราะห์ปัญหา และชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และ รศ. ดร. พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตรวจสอบ และชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมถึงเจ้าหน้าที่ธุรการทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณบริษัท แซทอิมเมจ เซอร์วิส เอเชีย จำกัด และพนักงานทุกท่าน ที่กรุณาให้บริการข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS สำหรับทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบริษัท ตลาครด คอท คอม จำกัด ที่ให้โอกาสในการเรียน และพนักงานทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลืองานต่าง ๆ ของข้าพเจ้าในช่วงเวลาทำงาน สำหรับการเรียนและทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ รุ่นพี่ และ รุ่นน้อง ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิริชัย มินฮาซีนุด

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS.....	4
2.1 ข้อมูลทั่วไป.....	4
2.1.1 วิวัฒนาการของดาวเทียมความละเอียดสูง.....	4
2.1.2 การ โคจรของดาวเทียม (Orbit).....	5
2.1.3 ระบบกวาดภาพ (Scanners).....	6
2.1.4 ความเทียม IKONOS.....	8
2.1.5 ประเภทของภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS.....	9
2.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ.....	10
2.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง.....	11
บทที่ 3 การแปลงองค์ประกอบหลัก.....	13
3.1 ทฤษฎีการแปลงองค์ประกอบหลัก.....	13
3.1.1 การแปลงองค์ประกอบหลัก.....	13
3.1.2 การแปลงข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น.....	17

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การประยุกต์ใช้การแปลงองค์ประกอบหลัก.....	20
3.2.1 นิยามของตัวแปร.....	20
3.2.2 วิธีการจำแนกประเภทและการแปลงความหมายของข้อมูลภาพ.....	20
3.2.3 วิธีการแปลงข้อมูลภาพ.....	20
3.2.4 วิธีการคำนวณหาเมตริกซ์ Covariance.....	21
3.2.5 วิธีการคำนวณหา Eigenvalue และ Eigenvector Covariance.....	23
3.2.6 วิธีการโปรเจกชัน.....	26
3.2.7 การสเกลลิ่ง.....	26
3.3 ผลการทดลอง.....	27
บทที่ 4 วิธีการแปลงความเข้ม-นูน-ความอึมตัว.....	29
4.1 ทฤษฎีการแปลงความเข้ม-นูน-ความอึมตัว.....	29
4.1.1 การจำลองรูปแบบสี RGB.....	30
4.1.2 การแปลงข้อมูลแบบ RGB เป็นแบบ HIS.....	31
4.1.3 การแปลง RGB-HIS-RGB.....	35
4.2 การประยุกต์ใช้การแปลงความเข้ม-นูน-ความอึมตัว.....	37
4.3 ผลการทดลอง.....	37
บทที่ 5 วิธีการผสมข้อมูลภาพด้วยค่าเวกเตอร์ IKONOS.....	38
5.1 หลักการทั่วไป.....	38
5.2 วิธีการช้ตัวอย่าง.....	38
5.2.1 การช้ตัวอย่างข้อมูลภาพจากพิกัดใกล้เคียง (Nearest neighbor).....	40
5.2.2 การแทรกค่า (Interpolation).....	41
5.2.3 การแทรกค่าแบบคิวบิก (Cubic Interpolation).....	42
5.2.4 ผลการทดลองการแทรกค่า.....	44
5.3 การปรับค่าความสว่าง (Brightness Matching).....	46
5.3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean and Standard Deviation).....	46
5.4 วิธีการผสมข้อมูล.....	47



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของดาวเทียม IKONOS.....	8
2.2 ระบบตรวจจับของดาวเทียม IKONOS.....	9
3.1 แสดงค่า Eigen values ของการแปลงองค์ประกอบหลัก .....	27
6.1 ผลการเปรียบเทียบ CC และ SD ของการวิเคระห์ กับวิธีที่นำเสนอ.....	50



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพการโคจรของดาวเทียมแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์และแบบสัมพันธ์กับพื้นดิน.....	6
2.2 ภาพการโคจรของดาวเทียมระบบการกวาดภาพแบบแกว่ง.....	7
2.3 ภาพการโคจรของดาวเทียม (แบบแถบ).....	7
2.4 ภาพแสดงดาวเทียม IKONOS.....	8
2.5 ภาพ IKONOS แบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ ขนาด 128x128 Pixel (a) แสงสีน้ำเงิน (b) แสงสีเขียว (c) สีแดง (d) คลื่นอินฟราเรดใกล้.....	11
2.6 ภาพ IKONOS แบบแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง ขนาด 512x512 Pixel.....	12
3.1 แสดงเวกเตอร์ และเวกเตอร์เฉลี่ยของแต่ละจุดภาพ.....	14
3.2 (a) องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ต่ำ .....	15
3.2 (b) องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์สูง .....	15
3.3 แสดงเวกเตอร์ของจุดภาพใหม่ที่องค์ประกอบไม่มีความสัมพันธ์กัน .....	15
3.4 การหมุนของแกนใน 2 มิติ.....	18
3.5 เวกเตอร์เจาะจง และค่าเจาะจงใน 2 มิติ.....	18
3.6 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์สูง .....	19
3.7 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ .....	19
3.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบ .....	20
3.9 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลภาพ .....	21
3.10 โพลีซาร์ทการคำนวณหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector .....	24
3.11 โพลีซาร์ทการสเกลลิง .....	27
3.12 แสดงภาพ RGB Original (a) Red (b) Green (c) Blue (d) RGB .....	28
3.13 แสดงภาพ PCA ของ RGB Original (a) อันดับ 1 (b) อันดับ 2 (c) อันดับ 3 .....	28
4.1 ภาพแสดงการจำลองปริมาตรสีของระบบ RGB.....	31
4.2 ภาพแสดงการจำลองปริมาตรสีของระบบ HIS.....	32
4.3 แสดงรูปจำลองปริมาตรสีสำหรับการแปลงภาพแบบ RGB เป็น HIS.....	33
5.1 ภาพของการเปรียบเทียบเมตริกซ์ทั้งก่อน และหลังที่มีการปรับแก้ความเพี้ยนของเรขาคณิต.....	39
5.2 ลักษณะการแทรกค่าภายหลังจากการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต.....	40
5.3 การชักตัวอย่างข้อมูลภาพจากพิกัดที่ใกล้เคียง (Nearest neighbor).....	41
5.4 ตัวอย่างการแทรกค่าแบบโพลีโนเมียล.....	42

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.5 ภาพ IKONOS (RGB) ที่ผ่านการทดลองแทรกค่าแบบคิวบิก.....	45
5.6 ภาพแสดงวิธีการรวมภาพด้วยการแปลง HIS ผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก.....	48
6.1 แสดงภาพ (a) PAN Original (b) ภาพ HIS แบบเดิม.....	51
6.2 แสดงภาพ (a) PAN Original (b) ภาพ HIS แบบที่นำเสนอ .....	51



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรวมข้อมูลภาพดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ และข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง (High Resolution Panchromatic) ด้วยวิธีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอิ่มตัว (Intensity-Hue-Saturation : IHS) โดยการแทนที่ข้อมูลความเข้ม (Intensity Image) ด้วยข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง จะทำให้แถบความยาวคลื่นของข้อมูลภาพที่ผ่านการรวมข้อมูลภาพบิดเบือน ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการแปลความหมายข้อมูลภาพลดลง ดังนั้นการลดความบิดเบือนแถบความยาวคลื่น การเพิ่มค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพสีที่ผ่านการผสม (R'-G'-B' Image) และ ข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง และการลดค่าเบี่ยงเบนระหว่างข้อมูลภาพสีเดิม (R-G-B Image) และข้อมูลภาพสีที่ผ่านการรวมข้อมูลภาพ

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นจะให้ความละเอียดต่ำ (Low Resolution Multi-Spectral) ในขณะที่ข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยวให้ความละเอียดสูง ในการแปลความหมายข้อมูลภาพ โดยใช้ข้อมูลภาพสี (R-G-B Image) จำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาพสามแบนด์ แต่เนื่องจากข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่นมีความละเอียดต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพการแปลความหมายข้อมูลภาพลดลง เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการแปลความหมายข้อมูลภาพ วิธีหนึ่งที่นิยมใช้ก็คือ การรวมข้อมูลภาพดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นจะให้ความละเอียดต่ำและข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยวให้ความละเอียดสูง โดยใช้วิธีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอิ่มตัว ข้อเสียของวิธีการดังกล่าวก็คือ แถบความยาวคลื่นของข้อมูลภาพที่ผ่านการรวมข้อมูลภาพบิดเบือน ซึ่งจะทำให้การแปลความหมายข้อมูลภาพผิดพลาด จากข้อเสียดังกล่าว ปัญหาหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ การค้นหาวิธีการรวมข้อมูลภาพเพื่อลดความบิดเบือนของแถบความยาวคลื่นต่อไป

### 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ใช้การแปลงองค์ประกอบหลักเพื่อรวบรวมข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น โดยที่รายละเอียดของข้อมูลเดิมจะถูกบรรจุอยู่ในข้อมูลองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่งมากกว่า 95% ทำการปรับค่าความสว่าง (Brightness Adjusting) ของข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูงให้สอดคล้องกับค่าความสว่างของข้อมูลองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง จากนั้นแทนที่ข้อมูลความเข้มด้วยข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง ที่ผ่านการปรับค่าความสว่าง

สุดท้ายทำการแปลงข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ที่ผ่านการแปลงค่าความสว่าง-นุ้ม-ความอิ่มตัว ไปเป็นข้อมูลภาพสี

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ในเบื้องต้น หลักการที่นำเสนอจะถูกประเมินเปรียบเทียบกับวิธีการเดิม ซึ่งก็คือ วิธีการแปลงข้อมูลความเข้ม-นุ้ม-ความอิ่มตัว แทนที่ข้อมูลความเข้มด้วยข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง และทำการแปลงข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ผ่านการแปลงข้อมูลความเข้ม-นุ้ม-ความอิ่มตัว ไปเป็นข้อมูลภาพสี

### 1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ทฤษฎีที่ใช้ประกอบการวิจัยในงานวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วย การศึกษาถึงคุณสมบัติพื้นฐานของภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS, วิธีการแปลงความเข้ม-นุ้ม-ความอิ่มตัว (Intensity-Hue-Saturation: IHS), การแปลงองค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis Transformation), การปรับค่าความสว่างของภาพ, การซักรูปอย่าง, การแทรกค่า และการวิธีการรวมข้อมูลภาพ

### 1.5 ขอบเขตการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ด้วยการแปลงความเข้ม-นุ้ม-ความอิ่มตัว และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยขั้นตอนการรวมข้อมูลภาพจะมีการปรับความสว่างขององค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง เทียบกับข้อมูลภาพถ่ายความละเอียดสูง (Pan) โดยจะมีการขยายขนาดจำนวนตัวอย่างของภาพความละเอียดต่ำหลายความยาวคลื่น ให้มีจำนวนตัวอย่างข้อมูลภาพให้เท่ากัน ซึ่งในการทดลองได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แบบหลายความยาวคลื่น ความถี่ต่ำ ขนาด 128x128 จุดภาพ กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แบบความยาวคลื่นเดียว ความถี่สูง ขนาด 512x512 จุดภาพ

### 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

บทที่ 1 บทนำ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา, ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา, สมมติฐานของการศึกษา, ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย, ขอบเขตการวิจัย และขั้นตอนของการศึกษา

**บทที่ 2** คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ข้อมูลทั่วไป, ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเดี่ยว ความละเอียดสูง

**บทที่ 3** การแปลงองค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis Transformation) ทฤษฎีการแปลงองค์ประกอบหลัก และการประยุกต์ใช้การแปลงองค์ประกอบหลัก

**บทที่ 4** วิธีการแปลงความเข้ม -มุม-ความอ้อมตัว ทฤษฎีการแปลงความเข้ม -มุม-ความอ้อมตัว และการประยุกต์ใช้การแปลงความเข้ม -มุม-ความอ้อมตัว

**บทที่ 5** วิธีการผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS หลักการทั่วไป, วิธีการชักตัวอย่าง, การปรับค่าความสว่าง และวิธีการผสมข้อมูล

**บทที่ 6** การทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อกำหนดการประเมินผล, ผลทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบเดิม, ผลทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่น่าเสนอ

**บทที่ 7** สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ  
ภาคผนวก จะเป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยความหมายของคำที่น่าสนใจ เพื่อช่วยต่อการทำความเข้าใจมากขึ้นในการอ่านวิทยานิพนธ์ฉบับนี้



## บทที่ 2

# คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS

### 2.1 ข้อมูลทั่วไป [12]

นับตั้งแต่ได้มีการส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศตั้งแต่ปี ค.ศ.1957 (พ.ศ. 2500) โดยดาวเทียมดังกล่าวมีชื่อว่า สปุทนิคส์ (Sputnik) ซึ่งรัสเซียเป็นผู้ส่งขึ้นไปโคจรเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบการแผ่รังสีของชั้นบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟีย ต่อมาในปี ค.ศ. 1958 สหรัฐได้ส่งดาวเทียมขึ้นไปโคจรบ้าง มีชื่อว่า เอ็กซ์โพลเลอร์ (Explorer) ทำให้รัสเซียและสหรัฐเป็น 2 ประเทศผู้นำทางด้านการศึกษาอวกาศ (GISTDA, 2001) เป็นต้นมาและได้พัฒนาดาวเทียมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น จนถึงปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากเคิมที่ใช้ภาพถ่ายจากฟิล์มก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นภาพถ่ายเชิงเลข (Digital image) ที่ได้จากการบันทึกของเครื่องตรวจจับ (Sensor) ซึ่งถูกเรียกว่าการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) (Nicholas, 2004) โดยใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมในการสำรวจบริเวณพื้นที่กว้าง ๆ การสำรวจระยะไกลได้พัฒนาจากการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศในการทำงานสำรวจเพื่อทำแผนที่เป็นภาพถ่ายจากดาวเทียมที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ของภาพ (Spatial resolution) แต่ละจุดภาพ (Pixel) ในการบ่งบอกความคมชัดของภาพสูงขึ้นตามลำดับ ในปัจจุบัน ได้เกิดทางเลือกใหม่ในการนำภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดของจุดภาพ 1 เมตรหรือต่ำกว่า มาใช้ในการทำแผนที่ภูมิประเทศและครอบคลุมพื้นที่ได้เป็นบริเวณกว้าง แทนที่การสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศที่มีมาแต่เดิม

#### 2.1.1 วิวัฒนาการของดาวเทียมความละเอียดสูง

จากเคิมดาวเทียมที่ใช้ในงานสำรวจระยะไกลจะเป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อในการสำรวจภูมิประเทศซึ่งมีความละเอียดที่มากกว่า 10 เมตร ในแต่ละจุดภาพ ดังเช่นดาวเทียม Landsat-7 ที่มีความละเอียดของจุดภาพจากการบันทึกภาพในระบบอุปกรณ์บันทึกภาพขาวดำ (Panchromatic sensors) เท่ากับ 15 เมตรและระบบอุปกรณ์บันทึกภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral sensors) เท่ากับ 30 เมตรหรือดาวเทียม Spot-5 การบันทึกภาพในระบบอุปกรณ์บันทึกภาพขาวดำเท่ากับ 10 เมตรและระบบอุปกรณ์บันทึกภาพสีหลายช่วงคลื่น เท่ากับ 20 เมตร เป็นต้น จากการที่ได้ส่งดาวเทียม Landsat-1 ขึ้นไปโคจรบนอวกาศตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 และดาวเทียม Spot-1 ในปี ค.ศ.1986 จากนั้นได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของดาวเทียมออกมาเรื่อย ๆ แต่ได้จำกัดในเฉพาะกิจการทางทหารเท่านั้น จนเมื่อมีการเปิดให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาเทคโนโลยี

ในการถ่ายภาพของดาวเทียม ในปี ค.ศ.1994 เป็นต้นมา รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้อนุญาตให้เอกชนสามารถดำเนินการบันทึกภาพถ่าย

ดาวเทียมที่มีความละเอียดของจุดภาพประมาณ 1 เมตรหรือต่ำกว่า เพื่อการพาณิชย์ได้จึงทำให้เอกชนหลายรายเริ่มดำเนินการพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมทางด้านการตลาดไปพร้อม ๆ กัน จนกระทั่งเมื่อถึงปี ค.ศ. 1999 เป็นปีที่เริ่มต้นของการพัฒนาดาวเทียมเพื่อจะใช้ทางด้านการค้าเชิงพาณิชย์อย่างแท้จริง โดยที่บริษัท Space Imageing Inc. ประสบความสำเร็จในการส่งดาวเทียมรายละเอียดสูงขึ้นสู่วงโคจรได้เป็นสำเร็จและยังสามารถบันทึกภาพนอกโลกป้อนกลับมายังโลกเพื่อจัดจำหน่ายได้อีกด้วย นับเป็นการปลุกกระแสของการให้บริการภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงอย่างมาก โดยนำไปใช้ในการทำแผนที่มาตราส่วนเล็กไปจนถึงมาตราส่วนใหญ่ได้และจัดสร้างฐานข้อมูลในการทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อีกทั้งการแข่งขันและกระตุ้นให้บริษัทเอกชนรายอื่น ๆ สามารถสร้างเทคโนโลยีทางการสื่อสารด้วยดาวเทียม ทำให้เกิดการเร่งดำเนินการพัฒนาดาวเทียมรายละเอียดสูงให้ดียิ่งขึ้น

### 2.1.2 การโคจรของดาวเทียม (Orbit)

การโคจรของดาวเทียมที่ลอยอยู่เหนือพื้นดินนอกโลกนั้น อาจจะมีโคจรแบบรอบเส้นศูนย์สูตรของโลก (Equator line) หรือขึ้นลงในแนวเหนือใต้ของขั้วโลกก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ของดาวเทียมนั้น ดังนั้นจึงสามารถแบ่งลักษณะการโคจรออกได้เป็น 2 แบบ (Paul M. Mather, 1989) คือ

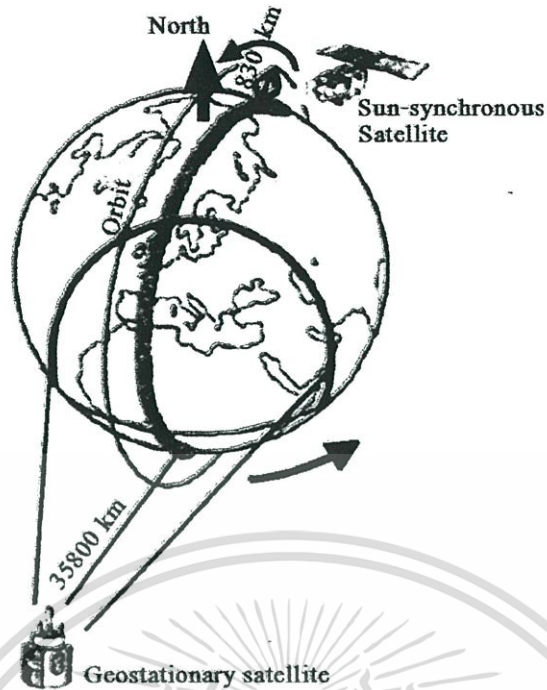
#### 1. แบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous Orbit)

การโคจรแบบนี้ดาวเทียมจะโคจรในแนวเหนือและใต้ของขั้วโลกโดยอยู่สูงจากพื้นโลก ประมาณ 830 กิโลเมตร ส่วนใหญ่เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ

#### 2. แบบสัมพันธ์กับพื้นดิน (Geostationary Orbit)

ส่วนการโคจรนี้ดาวเทียมจะโคจรรอบเส้นศูนย์สูตรและหมุนรอบโลกเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง ดังนั้นดาวเทียมจึงดูเหมือนดาวเทียมอยู่คงที่ โดยอยู่สูงจากพื้นโลกประมาณ 35,800 กิโลเมตร

โดยทั่วไปจะเป็นดาวเทียมสื่อสารหรือดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา โดยปกติแล้วการโคจรรอบโลกของดาวเทียมรายละเอียดสูงในปัจจุบันจะเป็นแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ (Sun Synchronous Orbit) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นการทำงานของดาวเทียมทุกดวงที่อยู่เหนือพื้นโลก



รูปที่ 2.1 ภาพการ โคจรของดาวเทียมแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์และแบบสัมพันธ์กับพื้นดิน

### 2.1.3 ระบบกวาดภาพ (Scanners)

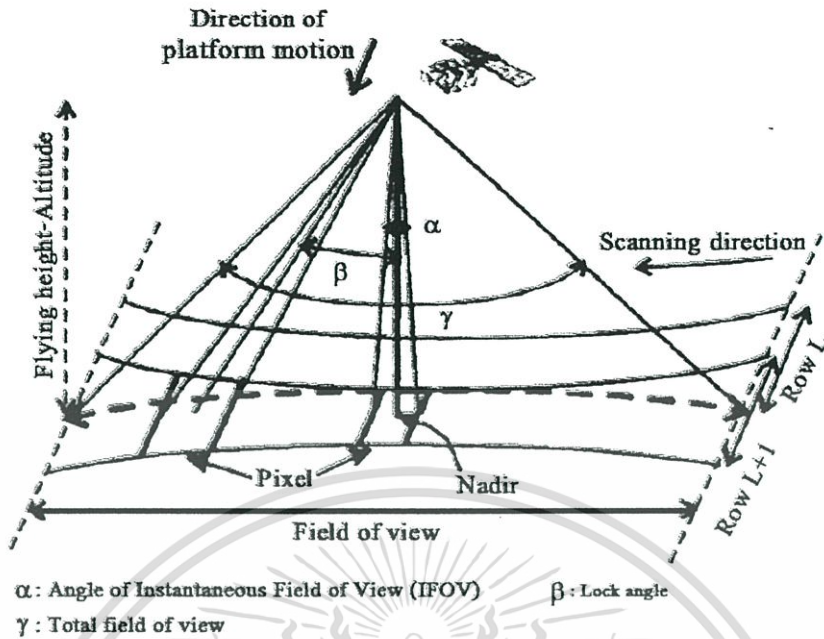
ระบบกวาดภาพ (Scanners) ที่ใช้บนดาวเทียมเป็นการตรวจจับสัญญาณของพลังงานที่ได้รับ การสะท้อนกลับมาเพื่อนำไปวิเคราะห์สัญญาณแล้วแปลออกมาเป็นภาพพื้นผิวของภูมิภาคตามที่ต้องการ (Michel-Claude GIRARD et al., 2003) ซึ่งระบบนี้จะทำงานพร้อม ๆ กับระบบตรวจจับ (Sensors) ไปด้วยพร้อมกัน โดยระบบกวาดภาพที่ใช้บนดาวเทียมมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ

#### 1. ระบบการกวาดภาพแบบแกว่ง (Whiskbroom scanners)

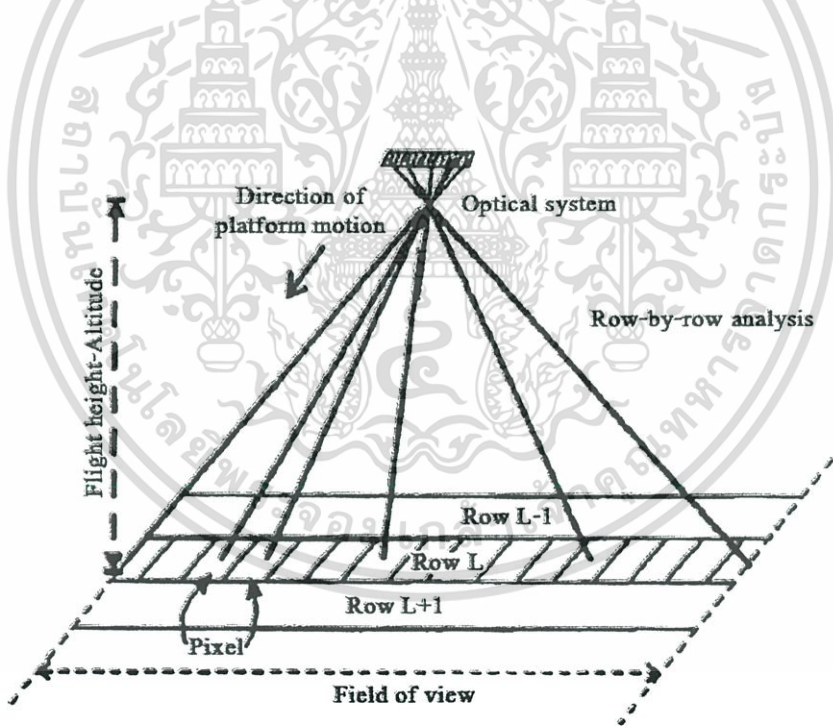
ระบบการกวาดภาพจะเอียง 45 องศา จากแนวตั้งฉากแล้วทำการกวาดภาพไปมาจากซ้ายไปขวาโดยที่ดาวเทียมก็โคจรไปเรื่อย ๆ

#### 2. ระบบการกวาดภาพแบบแถบ (Pushbroom scanners)

ระบบการกวาดภาพที่สแกนภาพตามแนวทิศทางที่ดาวเทียม โคจรไม่มีการกวาดจากซ้ายไปขวาแต่อย่างใดในดาวเทียมรายละเอียดสูงระบบกวาดภาพจะเป็นแบบระบบการกวาดภาพแบบแกว่ง (Whiskbroom scanners) ซึ่งจะมีการกำหนดมุมเอียงที่ใช้กวาดภาพไปตามแต่ละชนิดของดาวเทียม ที่บริษัททำการออกแบบ



รูปที่ 2.2 ภาพการ โคจรของดาวเทียมระบบการกวาดภาพแบบกว้าง



รูปที่ 2.2 ภาพการ โคจรของดาวเทียมระบบการกวาดภาพแบบแถบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.4 ดาวเทียม IKONOS

เป็นดาวเทียมดวงแรกเพื่อการค้าด้านพาณิชย์ของโลกภายใต้การดำเนินการของบริษัท Space Imaging Inc. ที่ให้บริการภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงซึ่งได้ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 24 กันยายน ปี ค.ศ.1999 ซึ่งเป็นดาวเทียม IKONOS-1 แต่ได้ขาดการติดต่อเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม ค.ศ. 2001 ต่อมาได้ส่งดาวเทียม IKONOS-2 ขึ้นสู่วงโคจร แทน IKONOS-1 โดยระบบการทำงานของดาวเทียม IKONOS จะแสดงให้เห็นตามตารางที่ 1 ซึ่งพื้นที่ที่ดาวเทียมโคจรผ่านจะสามารถบันทึกข้อมูลได้มากกว่า 2,000 ตารางกิโลเมตรต่อนาที (Space Imaging Inc., 2004)



รูปที่ 2.4 ภาพแสดงดาวเทียม IKONOS

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของดาวเทียม IKONOS

คุณลักษณะ	รายละเอียด
อายุการใช้งาน	ไม่เกิน 8.5 ปี
การโคจร	สัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก
ความเร็วในการโคจร	7.5 กม./วินาที
ความเร็วเหนือพื้นโลก	6.8 กม./วินาที
จำนวนรอบการโคจรรอบโลก	14.7 รอบต่อ 24 ชม.
ความสูงของการโคจร	681 กิโลเมตร
เวลาโคจรรอบโลก 1 รอบ	98 นาที
เวลาที่ผ่านเส้นศูนย์สูตร	10:30 a.m. solar time
ความกว้างระยะกวาดภาพ	11.3 กิโลเมตร เหนือพื้นดิน และ 13.8 กิโลเมตร เมื่อเอียงท่ามุม 26 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ระบบตรวจจับของดาวเทียม IKONOS

ระบบ system	ช่วงคลื่น class	ความยาวคลื่น wavelength ( $\mu\text{m.}$ )	ความละเอียด resolution (m.)
MSS	สีน้ำเงิน	0.45 - 0.52 (blue)	4
	สีเขียว	0.51 - 0.60 (green)	4
	สีแดง	0.63 - 0.70 (red)	4
	อินฟราเรดใกล้	0.76 - 0.85 (Near Infrared)	4
PAN	อินฟราเรดคลื่นสั้น	1.58 - 1.75 (Mid Infrared)	1

### 2.1.5 ประเภทของภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS

เมื่อดาวเทียม IKONOS ได้ถูกส่งขึ้นไปโคจรรอบโลกได้เป็นผลสำเร็จในปี ค.ศ. 1999 ประวัติศาสตร์ต้องจารึกว่า นับเป็นเหตุการณ์ครั้งแรกของโลกที่ได้มีการส่งดาวเทียมเชิงพาณิชย์ซึ่งบันทึกข้อมูลความละเอียดสูงระดับ 0.8 - 1 เมตร ดาวเทียม IKONOS โคจรด้วยความเร็วประมาณ 7 กิโลเมตรต่อวินาทีเหนือพื้นโลก สามารถเก็บข้อมูลได้ในอัตราเฉลี่ย 2,000 ตารางกิโลเมตรต่อนาที โดยไม่เพียงสามารถเก็บข้อมูลได้ลักษณะหลายช่วงคลื่น (Multispectral) ด้วยความละเอียดของจุดภาพ 4 เมตร เท่านั้น แต่ยังสามารถบันทึกข้อมูลวัตถุที่มีขนาดเล็กถึง 0.8 - 1 เมตร ในลักษณะภาพขาวดำ (Panchromatic) ในเวลาเดียวกันอีกด้วย ด้วยการผสมผสานระหว่าง 2 คุณสมบัติดังกล่าวนี้ ภาพดาวเทียม IKONOS จึงสามารถนำไปใช้ผลิตภาพถ่ายดาวเทียมสีธรรมชาติ (Natural Color) ที่มี ความละเอียดของจุดภาพได้ถึง 0.8 - 1 เมตร

ภาพถ่ายที่ได้จากดาวเทียม IKONOS สามารถจัดแบ่งได้ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับความละเอียดของจุดภาพ (Resolution) และความถูกต้องในเชิงตำแหน่ง (Positional Accuracy) ซึ่งความถูกต้องในเชิงตำแหน่งนี้ถูกกำหนดตามระดับความแม่นยำที่ตำแหน่งของวัตถุหนึ่งๆ บนภาพจะต้อง อยู่ภายในตำแหน่งจริงของวัตถุนั้น ๆ บนภูมิประเทศ

ภาพถ่ายกลุ่มหลัก ๆ ของภาพดาวเทียม IKONOS ได้แก่ ภาพดาวเทียมที่ผ่านการตรึงค่าพิกัดและเส้นโครงแผนที่แล้ว (Georectified), ภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้การเลื่อนที่ของจุดภาพอันเนื่องมาจากความสูงแล้ว (Orthorectified), และ ภาพดาวเทียมที่แสดงทรวงดทรงของภูมิประเทศ (Stereo Image)

#### 1. ภาพดาวเทียมที่ผ่านการตรึงค่าพิกัดและเส้นโครงแผนที่แล้ว (Georectified)

ภาพถ่ายนี้เหมาะสำหรับงานสำรวจ เช่น ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน (Basic Intelligence) และงานตีความด้วยสายตา ภาพ Georectified ผ่านกระบวนการปรับแก้ความบิดเบือนของภาพ รวมทั้งมีการคำนวณระยะทางตัวอย่าง (Ground Sample Distance - GSD) และสร้างเส้น โครงแผนที่

ที่กำหนดไว้ขึ้นใหม่ อย่างไรก็ตามภาพ Georectified ยังมีได้ผ่านกระบวนการปรับแก้การเคลื่อนที่จุดภาพอันเนื่องมาจากความสูงของภูมิประเทศ (Orthorectified Imagery) ดังนั้นความถูกต้องของภาพ Georectified จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับตัวของลักษณะภูมิประเทศแบบต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการเลื่อนตำแหน่งของจุดภาพ (Terrain Displacement)

## 2. ภาพดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้การเคลื่อนที่ของจุดภาพอันเนื่องมาจากความสูงแล้ว (Orthorectified)

ภาพถ่ายนี้เหมาะสำหรับบุคลากรในระบบ GIS ที่ต้องการภาพดาวเทียมที่ถูกต้องสม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ พร้อมทั้งจะนำเข้าสู่ระบบ GIS เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำแผนที่เฉพาะท้องถิ่น (Regional Mapping) การวางผังเมือง การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image Classification) และงานวิเคราะห์ต่าง ๆ ผลผลิตภาพ Orthorectified ยังสามารถจำแนกย่อยลงไปได้อีกหลายประเภท ขึ้นอยู่กับระดับความถูกต้อง และระดับความละเอียดของจุดภาพ ดังนั้นลูกค้าสามารถเลือกภาพในระดับต่างๆ ได้ตามความเหมาะสมกับลักษณะของงาน

## 3. ภาพดาวเทียมที่แสดงทรวดทรงของภูมิประเทศ (Stereo imagery)

ผู้ใช้สามารถใช้วิธีการทางโฟโตแกรมเมตรี (Photogrammetry) เพื่อทราบค่าพิกัดแบบสามมิติของวัตถุต่าง ๆ บนภูมิประเทศ สร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEMs) และผลิตภาพ Orthorectified ได้ ภาพ Stereo ที่มีอยู่ปัจจุบันนี้ มีความละเอียดของจุดภาพ 1 เมตร โดยมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งอยู่ที่ระดับ Reference (CE90 25 m./LE90 22 m.) และ Precision (CE90 4 m./LE90 5 m.)

## 2.2 ข้อมูลภาพดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ

เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่และเวลาเดียวกันที่ถูกบันทึกในหลายช่วงคลื่น ซึ่งในแต่ละช่วงความยาวคลื่น (Band) ที่แตกต่างกันจะให้ค่าการสะท้อนพลังงานของวัตถุหรือพื้นผิวโลก ซึ่งดาวเทียม IKONOS สามารถให้ภาพความละเอียดของจุดภาพ 4 เมตร ในลักษณะของภาพสีแบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral) โดยให้ข้อมูลภาพจำนวน 4 แบนด์ มีรายละเอียดดังนี้

แบนด์ 1 แสงสีน้ำเงิน (B) ความยาวช่วงคลื่น 0.45-0.52 ไมครอน

แบนด์ 2 แสงสีเขียว (G) ความยาวช่วงคลื่น 0.52-0.60 ไมครอน

แบนด์ 3 แสงสีแดง (R) ความยาวช่วงคลื่น 0.63-0.69 ไมครอน

แบนด์ 4 คลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) ความยาวช่วงคลื่น 0.76-0.90 ไมครอน



(a)



(b)



(c)



(d)

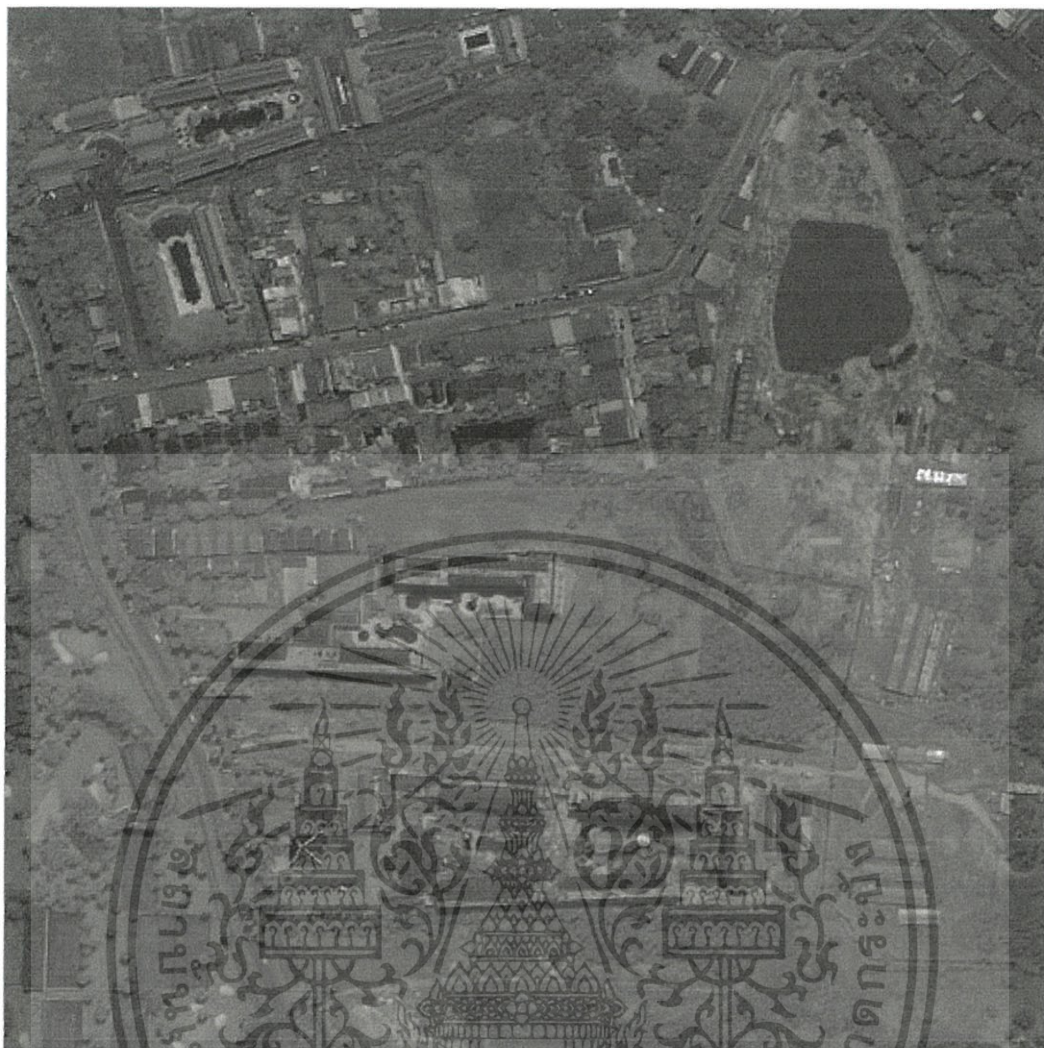
รูปที่ 2.5 ภาพ IKONOS แบบหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ ขนาด 128x128 Pixel

(a) แสงสีน้ำเงิน (b) แสงสีเขียว (c) สีแดง (d) คลื่นอินฟราเรดใกล้

### 2.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง

เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่และเวลาที่ถูกระบุขึ้นใน 1 ช่วงคลื่นความยาวคลื่น (Band) ซึ่งดาวเทียม IKONOS สามารถให้ภาพความละเอียดของจุดภาพ 1 เมตรในลักษณะของภาพสีแบบช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) โดยให้ข้อมูลภาพจำนวน 1 แบนด์ มีรายละเอียด ดังนี้

แบนด์ 1 ช่วงคลื่นขาวดำ (Pan) 0.45-0.90 ไมครอน



รูปที่ 2.6 ภาพ IKONOS แบบแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ขนาด 512x512 Pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## การแปลงองค์ประกอบหลัก

### (Principal Component Analysis Transformation)

#### 3.1 ทฤษฎีการแปลงองค์ประกอบหลัก [1], [2], [3], [6], [7], [11], [12]

ในปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักได้ถูกนำมาใช้ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติจากระยะไกล (Remote sensing) โดยนำมาใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบนี้จะเป็นการแปลงกลุ่มข้อมูลเดิมให้ไปอยู่ในแนวกลุ่มข้อมูลใหม่ที่ยังคงรักษาค่าความแปรปรวนของข้อมูลภาพเดิมทุกๆ ภาพไว้ได้ทั้งหมด กลุ่มภาพใหม่นี้เรียกว่า ภาพองค์ประกอบหลัก ซึ่งภาพองค์ประกอบหลักแรกๆ จะให้ค่าความแปรปรวนสูงและจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อลำดับของภาพองค์ประกอบหลักที่เพิ่มขึ้น นั้น แสดงว่าค่าความแปรปรวนซึ่งเป็นตัวชี้ถึงรายละเอียดของภาพในข้อมูลภาพเดิมทุกๆ ภาพจะถูกรวบรวมมาไว้ในภาพองค์ประกอบหลักแรก ๆ เมื่อนำภาพองค์ประกอบหลักแรก ๆ มาทำการวิเคราะห์ ก็จะทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลภาพมากกว่าใช้ข้อมูลภาพเดิมที่มีจำนวนแถบความยาวคลื่นภาพที่เท่ากันมาทำการวิเคราะห์

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก สามารถนำมาใช้ในการประยุกต์ต่อไปนี้

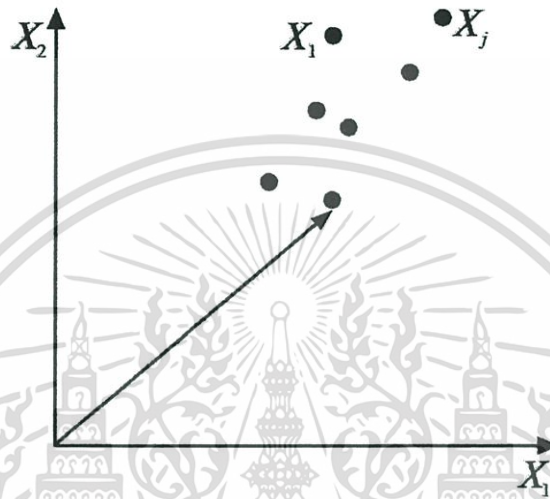
1. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การแสดงสีหรือการแปลด้วยสายตา ด้วยข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น
3. การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงด้วยข้อมูลหลายช่วงเวลา เหล่านี้เป็นการประยุกต์ใช้กับการสำรวจทรัพยากรทางธรรมชาติ

#### 3.1.1 การแปลงองค์ประกอบหลัก

ภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นหรือภาพหลายมิติของข้อมูลสำรวจทรัพยากรธรรมชาติระยะไกล สามารถปรับปรุงโดยใช้โครงสร้างระยะทางเวกเตอร์กับแกนใดๆ หรือใช้ความสัมพันธ์องค์ประกอบหลักของแถบสัญญาณคลื่นของจุดภาพ ภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นหรือภาพหลายมิติ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แลนด์แซท ระบบ MSS จะมีภาพถ่ายทั้งหมด 4 แถบความยาวคลื่น ระบบ TM จะมีภาพถ่ายทั้งหมด 7 แถบความยาวคลื่น และสกายแล็บ (Skylab) EREP มีทั้งหมด 13 แถบความยาวคลื่น ซึ่งจุดภาพแต่ละจุดที่แสดงออกมาต้อง

อาศัยความสว่างของจุดภาพนั้น เราสามารถใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงถึงรายละเอียดของจุดภาพนี้ได้

1) ตำแหน่งของจุดภาพในบริเวณของจุดภาพหลายแถบความยาวคลื่น แสดงรายละเอียด โดยการใช้เวกเตอร์ได้ องค์ประกอบหลักแต่ละองค์ประกอบจะเป็นตัวชี้ถึงเวกเตอร์ของแต่ละแถบความยาวคลื่น จากรูปที่ 3.1 เวกเตอร์  $X$  จะเขียนจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดภาพแต่ละจุดตำแหน่งค่าเฉลี่ยของจุดภาพ จะแทนด้วยเวกเตอร์  $m$  ซึ่งหาได้จากค่าเวกเตอร์เฉลี่ย ซึ่งเป็น



รูปที่ 3.1 แสดงเวกเตอร์ และเวกเตอร์เฉลี่ยของแต่ละจุดภาพ

$$m = \delta \{x\} = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K X_j$$

(3.1)

เมื่อ  $m$  คือ ค่าเวกเตอร์เฉลี่ย

$X_j$  คือ จุดภาพ

$K$  คือ จำนวนเวกเตอร์ทั้งหมด

$\delta$  คือ ฟังก์ชันในการดำเนินการ

ตัวชี้หรือตัวกำหนดค่าเฉลี่ย หรือตำแหน่งคาดหวังจุดภาพต่างๆในบริเวณของเวกเตอร์หลายแถบความยาวคลื่น ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของการแตกกระจายของจุดภาพ สามารถหาค่าเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมได้ดังนี้

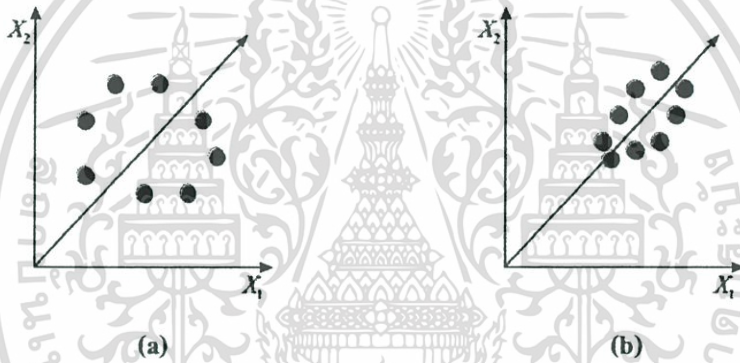
$$\Sigma X = \delta [(X - m)(X - m)'] \quad (3.2)$$

หรือ

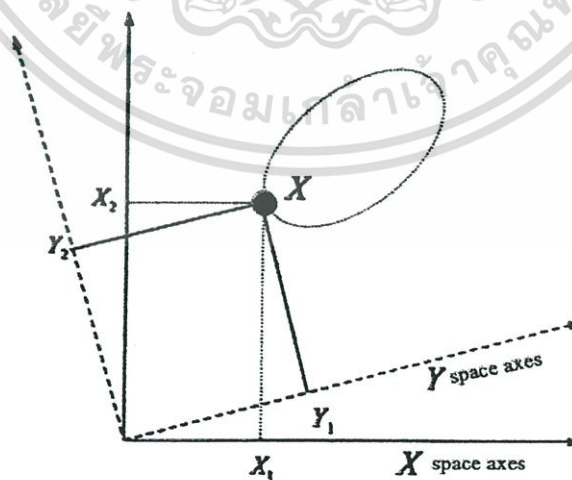
$$\Sigma X = \frac{1}{K} [(X - m)(X - m)'] \quad (3.3)$$

โดยที่  $\Sigma X$  เป็นเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วม

เมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมนี้เป็นแนวความคิดหนึ่งทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กันมากในการวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจทางไกลแบบหลายแถบความยาวคลื่น ถ้ามีข้อมูลความสัมพันธ์กันต่ำสมาชิกที่อยู่นอกเส้นทแยงของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมจะอยู่กันอย่างกระจัดกระจาย จากรูปที่ 3.2 (a) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่ำ ส่วนในรูปที่ 3.2b แสดงให้เห็นองค์ประกอบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสูง จะเห็นว่ามีลักษณะการกระจายของข้อมูลเกาะกลุ่มเรียวยาว



รูปที่ 3.2 (a) องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์ต่ำ (b) องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์สูง



รูปที่ 3.3 แสดงเวกเตอร์ของจุดภาพใหม่ที่องค์ประกอบไม่มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรวมข้อมูลรายละเอียดของภาพจากภาพหลายแถบความยาวคลื่นให้อยู่ในภาพเพียงบางภาพ สามารถทำได้โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ซึ่งภาพประกอบหลักภาพหนึ่งๆ จะให้ข้อมูลภาพมีความสัมพันธ์กันต่อ หรือมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง โดยจะมีการสร้างแถบแกนขึ้นมาใหม่ คือ แกน  $Y_1$  กับ การเกาะกลุ่มของจุดข้อมูลภาพจะขนานกับแกน  $Y$  นั้นหมายความว่า จุดภาพที่อยู่บนระนาบ  $Y$  จะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันเลย ให้เวกเตอร์ของจุดภาพในพิกัดใหม่ แทนด้วย  $Y$  สามารถหาได้จาก

$$Y = GX \quad (3.4)$$

หาค่าของเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมได้โดย

$$\Sigma y = \delta \{ (y - m_y)(y - m_y)' \} \quad (3.5)$$

เมื่อ  $m_y$  คือ ค่าเวกเตอร์เฉลี่ยของตัวแปร  $Y$

$\Sigma y$  คือ เมตริกซ์ความแปรปรวนของตัวแปร  $Y$

$(y - m_y)'$  คือ การทำทรานสโพส (transpose)

จะได้

$$m_y = \delta \{ y \} = \{ Gx \} = G \delta \{ x \} = Gm_x \quad (3.6)$$

เมื่อ  $m_x$  คือค่าเวกเตอร์เฉลี่ยของตัวแปร  $X$  ดังนั้นจะได้

$$\Sigma y = \delta \{ (Gx - Gm_x)(Gx - Gm_x)' \}$$

หรือ

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

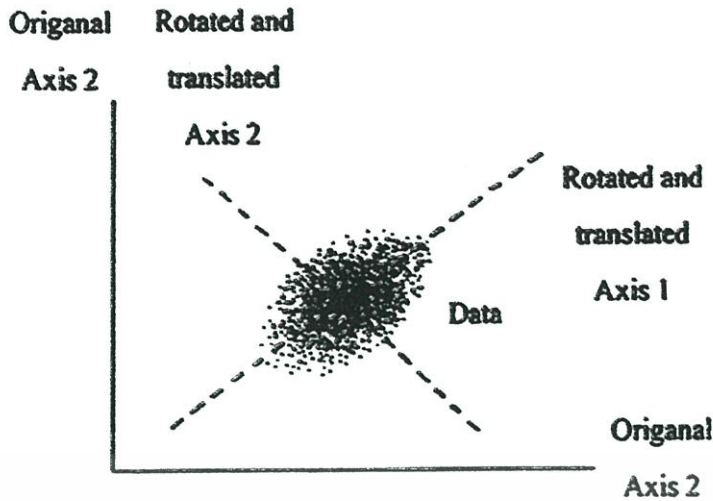
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\sum y$  เป็นเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมของตัวแปร  $Y$  ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่แยงที่  $\lambda_{11}, \lambda_{22}, \lambda_{33}, \dots, \lambda_{qq}$  เป็นเทอมที่อยู่ในแนวทแยง ทำให้ค่าของความแปรปรวนร่วมที่นอกเส้นทแยงมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งหมายความว่าค่าของ  $Y$  ต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน  $\lambda_{11}$  เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร  $Y$  หรือองค์ประกอบหลักแรกของตัวแปร  $Y$  ส่วน  $\lambda_{22}$  เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร  $Y$  หรือองค์ประกอบหลักที่สองของตัวแปร  $Y$  เรื่อยไปจนถึง  $\lambda_{qq}$  ก็เป็นค่าความแปรปรวนของตัวแปร  $Y$  หรือองค์ประกอบหลักที่  $q$  ของตัวแปร  $Y$  เช่นกัน จะเห็นว่า  $\sum y$  คือเมตริกซ์ความแปรปรวนร่วมสำหรับ  $\sum x$  และ  $G$  เป็นเมตริกซ์ของเวกเตอร์เจาะจงที่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงต้องทำการคำนวณหาค่าเจาะจงต่าง ๆ (Eigen value) โดยจะพบว่าที่  $\lambda_{11}, \lambda_{22}, \lambda_{33}, \dots, \lambda_{qq}$  ค่าเหล่านี้ใช้แสดงแทนจำนวนค่าความแปรปรวนทั้งหมดที่อยู่บนแกนของตัวแปร  $Y$  เงื่อนไขของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักคือ ค่าความแปรปรวนทั้งหมดของกลุ่มข้อมูลเดิม ซึ่งเป็นค่าของผลบวกของสมาชิกในแนวทแยงของ  $\sum x$  เท่ากับค่าความแปรปรวนทั้งหมดของข้อมูลหลังจากผ่านการแปลงข้อมูล หรือค่าของผลบวกของสมาชิกในแนวทแยงของ  $\sum y$

### 3.1.2 การแปลงข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น

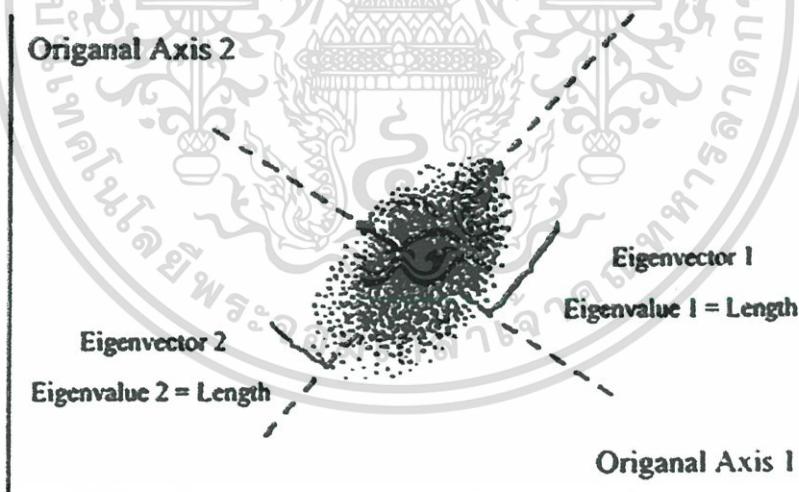
ในการแปลงข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่นเพื่อจะทำการวิเคราะห์นั้น จะให้ข้อมูลภาพเดิมแทนด้วยตัวแปร  $X$  ซึ่งมีหลายแถบความยาวคลื่น คือ แถบความยาวคลื่นที่ 1 แถบความยาวคลื่นที่ 2 แถบความยาวคลื่นที่ 3 แถบความยาวคลื่นที่  $n$  ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการบันทึกข้อมูลภาพของดาวเทียมนั้น ๆ จะให้ตัวแปร  $X_1$  แทนแถบความยาวคลื่นที่ 1 ตัวแปร  $X_2$  แทนแถบความยาวคลื่นที่ 2 ตัวแปร  $X_3$  แทนแถบความยาวคลื่นที่ 3 ตามลำดับ หลังจากการแปลงแล้ว ข้อมูลใหม่ให้แทนด้วยตัวแปร  $Y$  ซึ่งก็จะได้ตัวแปร  $y_1, y_2, \dots, y_n$  จะให้  $y_1$  แทนข้อมูลองค์ประกอบที่ 1 ซึ่งมีค่าความแปรปรวนมากที่สุด  $y_2$  แทนข้อมูลองค์ประกอบที่ 2 ซึ่งมีค่าความแปรปรวนเป็นอันดับ 2 และจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึง  $y_n$  แทนข้อมูลองค์ประกอบที่  $n$  ซึ่งมีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่นำมาใช้กับข้อมูลสำรวจระยะไกล สามารถอธิบายได้โดยการใช้เรขาคณิต กระบวนการของการแปลงเชิงเส้น เมื่อตัวแปรเดิมมีการเลื่อน และการหมุน ตำแหน่งของแกนต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลแล้วถูกเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 3.4 ตำแหน่งของกลุ่มข้อมูลที่สัมพันธ์กับกลุ่มข้อมูลอื่นจะไม่เปลี่ยนไป



รูปที่ 3.4 การหมุนของแกนใน 2 มิติ

ค่าเฉลี่ย และเวกเตอร์เฉลี่ย มีความสัมพันธ์ดังรูปการแตกกระจายของข้อมูลในรูปที่ 3.5 เวกเตอร์เฉลี่ยนั้นจะอยู่บนแกนที่แปลงไปแล้ว และความยาวของเวกเตอร์เฉลี่ยต่าง ๆ คือค่าเฉลี่ย ดังนั้นเวกเตอร์เฉลี่ยที่ยาวที่สุด ถูกเลือกเป็นองค์ประกอบหลักลำดับที่ 1 ส่วนความยาวเป็นอันดับที่ 2 ก็ถูกเลือกเป็นองค์ประกอบหลักลำดับที่ 2 และสำหรับความยาวลดลงก็จะถูกเลือกตามลำดับถัดไปเรื่อย ๆ

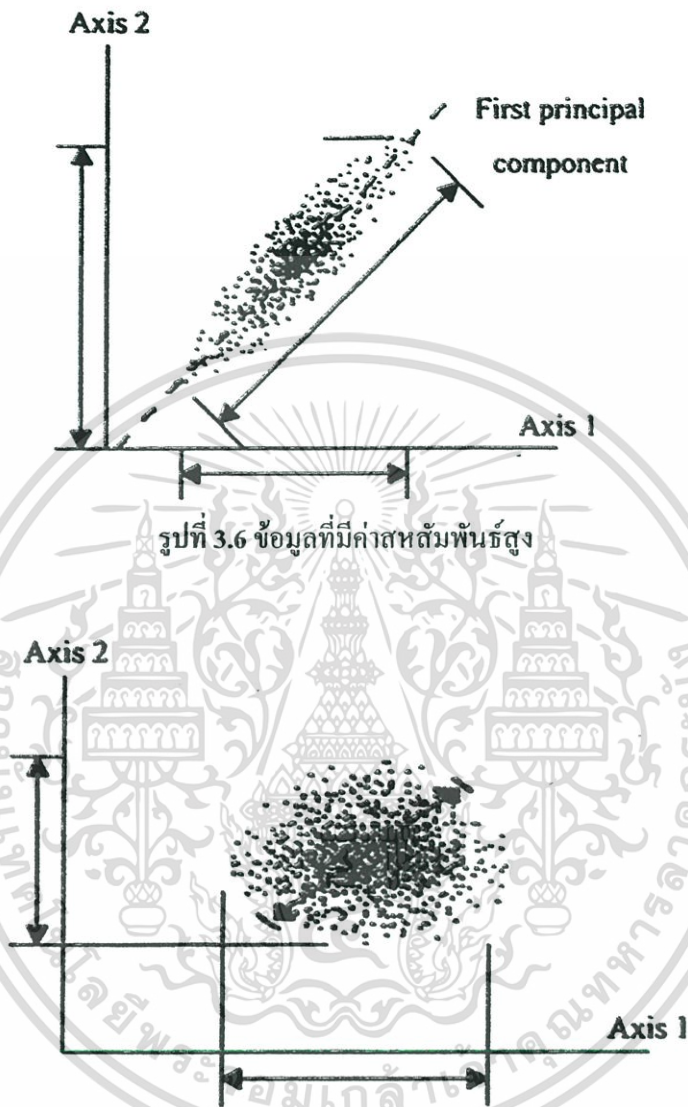


รูปที่ 3.5 เวกเตอร์เฉลี่ย และค่าเฉลี่ยใน 2 มิติ

ลักษณะการแตกกระจายของกลุ่มข้อมูล แสดงให้เห็นถึงค่าองศาของสหสัมพันธ์ที่ปรากฏในข้อมูล ถ้าการแตกกระจายของกลุ่มข้อมูลมีลักษณะที่เรียวยาวและแคบ โดยไม่ขนานกับแกนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าข้อมูลมีค่าสหสัมพันธ์สูง ดังรูปที่ 3.6 ทำให้ได้ค่าขององค์ประกอบหลักแรกมีค่ามากด้วยเช่นกัน



รูปที่ 3.6 ข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์สูง

การแตกกระจายของกลุ่มข้อมูลที่มีลักษณะเป็นวงกลมดังรูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ องค์ประกอบหลักต่าง ๆ ของข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กันนี้ จะไม่มีแกนใดที่ลากผ่านวงกลมได้ข้อมูลมากกว่าการโปรเจกชันข้อมูลลงบนแกนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การประยุกต์ใช้การแปลงองค์ประกอบหลัก

### 3.2.1 นิยามของตัวแปร

จากทฤษฎีของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในหัวข้อที่ 3.1 เมื่อ  $X$  เป็นข้อมูลเดิม นำมาแปลงเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ คือ  $Y$  สามารถเขียนบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.8 ในทางรีโมทเซนซิง ข้อมูลเดิม  $X$  ที่จะทำการวิเคราะห์คือ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ประกอบด้วยแบนด์ที่ 1, แบนด์ที่ 2 และ แบนด์ที่ 3 (สมมติว่าดาวเทียมดวงนั้นมีข้อมูล 3 แบนด์) นั้นหมายความว่าข้อมูล  $X$  ประกอบด้วยตัวแปร 3 ตัว คือ  $x_1$ ,  $x_2$  และ  $x_3$  โดยกำหนดให้เป็นข้อมูล ตามลำดับ เมื่อ  $X$  ผ่านการแปลงแล้ว จะได้ข้อมูลใหม่คือ  $Y$  ซึ่งประกอบด้วย  $y_1$ ,  $y_2$  และ  $y_3$  เช่นกัน จากทฤษฎีจะได้ว่า  $y_1$  คือ องค์ประกอบหลักที่ 1 ให้ค่าความแปรปรวนสูงสุด  $y_2$  คือองค์ประกอบหลักที่ 2 ให้ค่าความแปรปรวนต่ำลงมา และเรื่อยไปจนถึง  $y_3$  คือองค์ประกอบหลักที่ 3 ให้ค่าความแปรปรวนต่ำสุด



รูปที่ 3.8 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

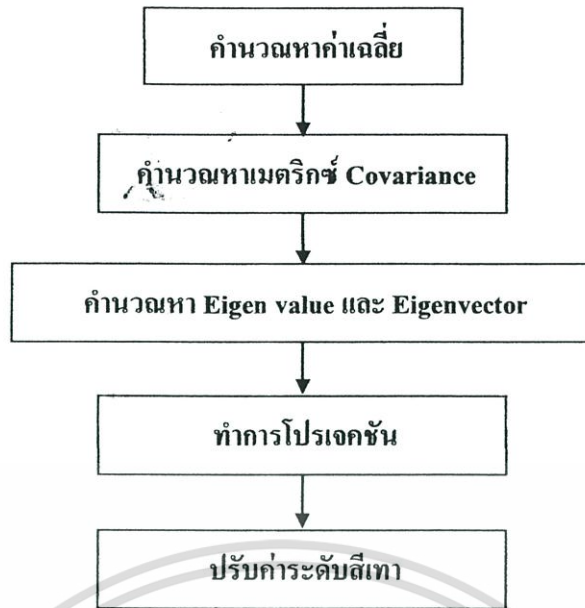
### 3.2.2 วิธีการจำแนกประเภทและการแปลงความหมายของข้อมูลภาพ

ในการที่จะจำแนกและการแปลงความหมายของข้อมูลภาพบนพื้นดิน โดยอาศัยภาพถ่ายดาวเทียมด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่นำมาใช้ในที่นี้ ได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม 1 ดวง รวมมีข้อมูลภาพจำนวน 6 ภาพ โดยมีเงื่อนไขว่า เป็นข้อมูลที่ได้จากพื้นที่เดียวกัน สำหรับการจำแนกประเภทและการแปลงความหมายของข้อมูลภาพ โดย 6 แบนด์ 6 ภาพ ในการแปลงจะได้ข้อมูลใหม่ 6 ภาพ หรือ 6 องค์ประกอบหลักนั่นเอง จะเห็นได้ว่า จำนวนแบนด์ของข้อมูลภาพเป็นปัจจัยกำหนดจำนวนองค์ประกอบทั้งหมดที่จะได้หลังผ่านการแปลงแล้ว

### 3.2.3 วิธีการแปลงข้อมูลภาพ

ในการแปลงด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละแบนด์
- ขั้นที่ 2 กำหนดหาเมตริกซ์ Covariance
- ขั้นที่ 3 กำหนดหา Eigenvalue และ Eigenvector
- ขั้นที่ 4 การทำโปรเจกชัน
- ขั้นที่ 5 ทำการปรับระดับข้อมูลใหม่ให้อยู่ในช่วง 0-255 ระดับ



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลภาพ

### 3.2.4 วิธีการคำนวณหามatricซ์ Covariance

สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\Sigma = (X - \bar{X})(X - \bar{X})' \quad (3.7)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเดิม  
 $(X - \bar{X})'$  คือ ทรานสโพสของ  $(X - \bar{X})$

ให้  $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \bar{x}_4, \bar{x}_5$  และ  $\bar{x}_6$  เป็นค่าเฉลี่ยของภาพทั้ง 6 แถบความยาวคลื่นตามลำดับ โดยเขียนเป็นเวกเตอร์  $\bar{X}$  เมื่อ

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \\ \bar{x}_4 \\ \bar{x}_5 \\ \bar{x}_6 \end{bmatrix}$$

จะได้ว่า

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

โดยที่

$$(x_i - \bar{x}_i) = \begin{bmatrix} x_{i,1} - \bar{x}_1 \\ x_{i,2} - \bar{x}_2 \\ x_{i,3} - \bar{x}_3 \\ \vdots \\ x_{i,j} - \bar{x}_j \end{bmatrix}$$

เมื่อ  $x_{i,j}$  คือ ข้อมูลภาพตำแหน่งที่  $j$  ของภาพแบนด์ที่  $i$

โดยข้อมูลภาพทั้ง 3 ภาพ ทุกแบนด์ควรมีขนาดเท่ากัน ในที่นี่ได้กำหนดให้ใช้ขนาดของข้อมูลภาพเพื่อความสะดวกในการใช้งานกับภาพขนาดต่าง ๆ ได้ ในที่นี้ สมมติข้อมูลภาพมีขนาด 256 x 256 จุดภาพ มีลำดับตำแหน่งของข้อมูลภาพดังนี้

$$X_i = \begin{bmatrix} X_{i,1} & X_{i,2} & X_{i,3} & \cdots & X_{i,256} \\ X_{i,257} & X_{i,258} & X_{i,259} & \cdots & X_{i,512} \\ X_{i,513} & X_{i,514} & X_{i,515} & \cdots & X_{i,768} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i,65281} & X_{i,65282} & X_{i,65283} & \cdots & X_{i,65336} \end{bmatrix}$$

จากสมการที่ (3.7) สามารถเขียนเทอม  $(X - \bar{X})'$  และ  $(X - \bar{X})$  ได้เป็น

$$\begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{1,2} & X_{1,3} & \cdots & X_{1,65536} \\ X_{2,1} & X_{2,2} & X_{2,3} & \cdots & X_{2,65536} \\ X_{3,1} & X_{3,2} & X_{3,3} & \cdots & X_{3,65536} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{6,1} & X_{6,2} & X_{6,3} & \cdots & X_{6,65536} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1,1} & X_{2,1} & X_{3,1} & \cdots & X_{6,1} \\ X_{1,2} & X_{2,2} & X_{3,2} & \cdots & X_{6,2} \\ X_{1,3} & X_{2,3} & X_{3,3} & \cdots & X_{6,3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1,65536} & X_{2,65536} & X_{3,65536} & \cdots & X_{6,65536} \end{bmatrix}$$

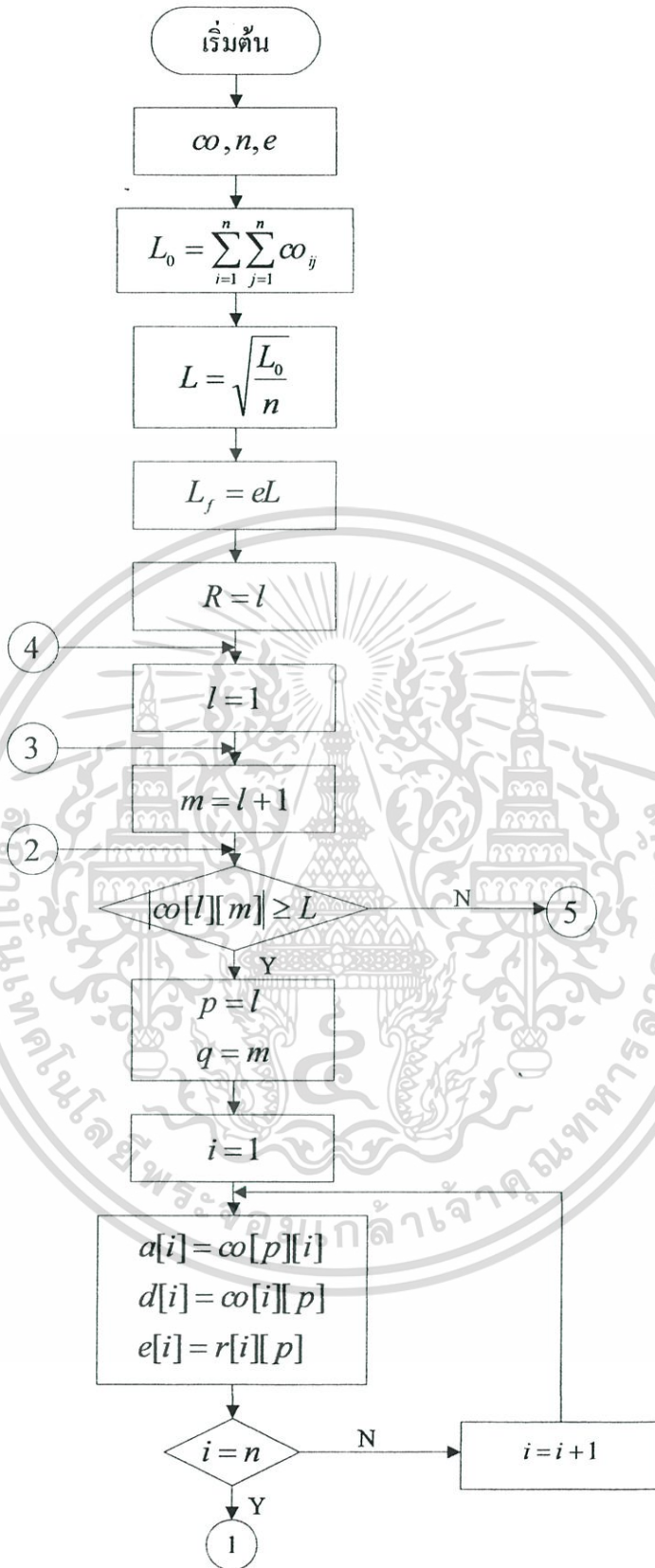
$$= \begin{bmatrix} \Sigma_{1,1} & \Sigma_{1,2} & \Sigma_{1,3} & \cdots & \Sigma_{1,6} \\ \Sigma_{2,1} & \Sigma_{2,2} & \Sigma_{2,3} & \cdots & \Sigma_{2,6} \\ \Sigma_{3,1} & \Sigma_{3,2} & \Sigma_{3,3} & \cdots & \Sigma_{3,6} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Sigma_{6,1} & \Sigma_{6,2} & \Sigma_{6,3} & \cdots & \Sigma_{6,6} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.5 วิธีการคำนวณหา Eigen value และ Eigen vector

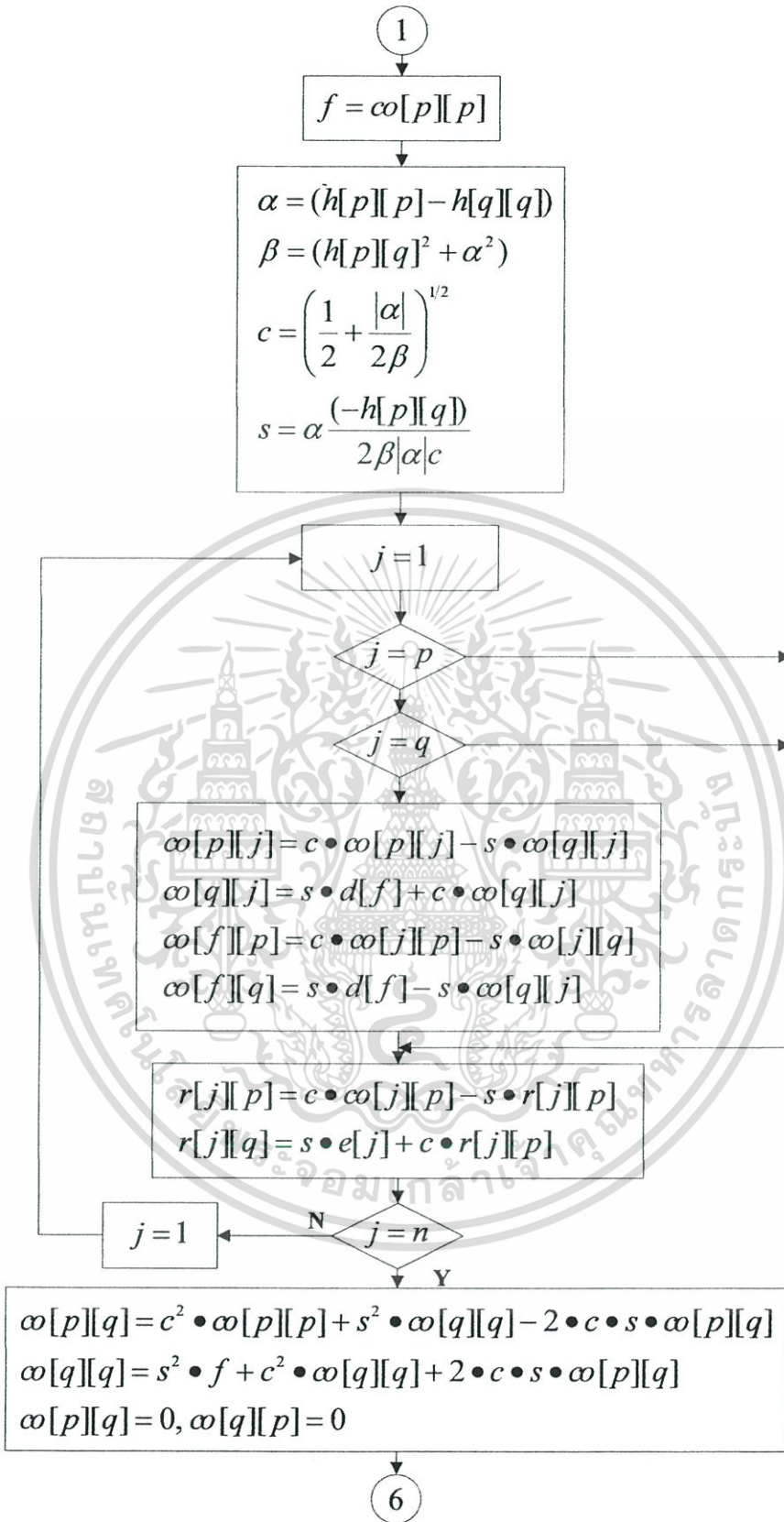
ค่า Eigen value และ Eigen vector ขององค์ประกอบหลักต่างๆ คำนวณหาได้จากเมตริกซ์ Covariance ที่ได้จากข้อมูลเดิม โดยวิธีการของ Jacobi ดังแสดงในไฟล์ชาร์ท รูปที่ 3.10 ภายหลังจากการหาค่าผลรวมของเมตริกซ์ Covariance และนำค่าสัมบูรณ์ของเมตริกซ์ Covariance มาเปรียบเทียบกับค่า  $L$  ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงจึงทำการกำหนดเวกเตอร์เมตริกซ์จาก Covariance จนครบทุกข้อมูล แล้วทำขั้นตอนที่ 1 ต่อไปในรูปที่ 3.10 แต่ถ้าเงื่อนไขไม่เป็นจริงให้ทำในขั้นตอนที่ 4 ทางขวามือ ภายหลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนที่ 1 แล้ว ให้ไปตรวจสอบเงื่อนไขที่ขั้นตอนที่ 5 ต่อ และถ้าเงื่อนไขเป็นจริงทั้งหมด จึงเสร็จขั้นตอนการคำนวณหาค่า Eigen value และ Eigenvector จากหลักการของ Jacobi





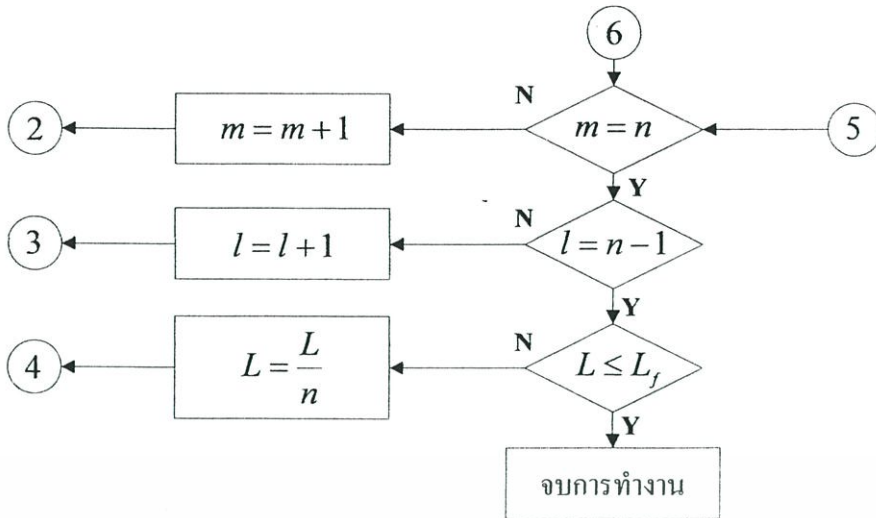
รูปที่ 3.10 โพลีชาร์ทการคำนวณหาค่า Eigenvalue และ Eigenvector (ส่วนที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โพลีชาร์ทการคำนวณหาค่า Eigen value และ Eigen vector (ส่วนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โพลีชาร์ทการคำนวณหาค่า Eigen value และ Eigen vector (ส่วนที่ 3)

### 3.2.6 วิธีการโปรเจกชัน

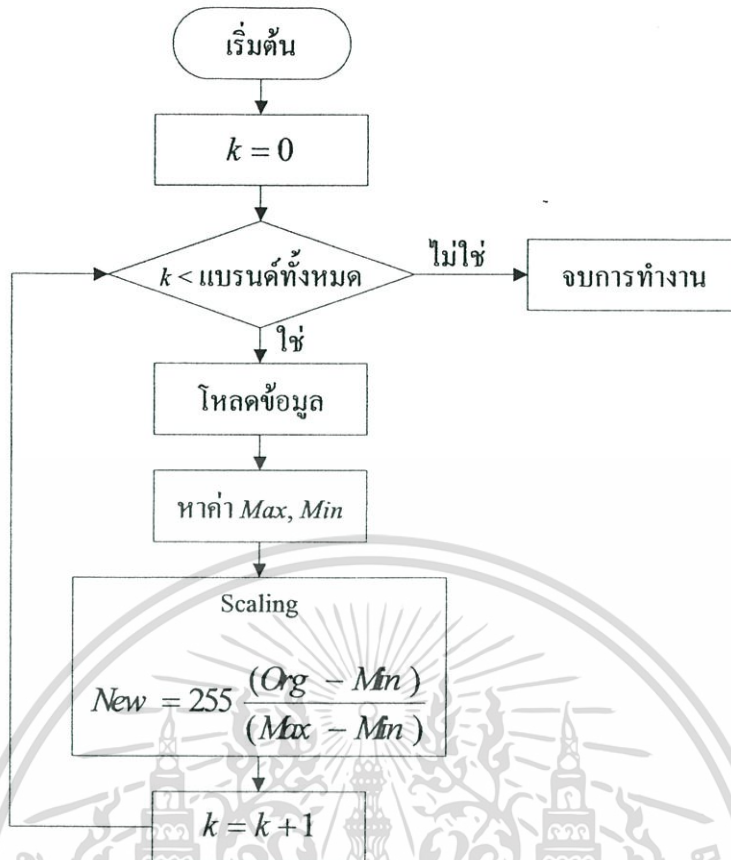
โดยทั่วไปการใช้ค่า Eigen vector ของแต่ละองค์ประกอบหลักมาคูณกับข้อมูลเดิม ( $X$ ) จะได้ข้อมูลใหม่ ( $Y$ ) สมการที่ใช้ในการคำนวณข้อมูลใหม่ ( $Y$ ) คือ

$$Y_i = \begin{bmatrix} A_i \\ B_i \\ C_i \end{bmatrix} * X \quad (3.9)$$

เมื่อ  $\begin{bmatrix} A_i \\ B_i \\ C_i \end{bmatrix}$  คือ เมตริกซ์ Eigen vector ขององค์ประกอบใหม่ที่ได้จากการคำนวณ โดยหลักของ Jacobi

### 3.2.7 การสเกลลิง

ข้อมูลที่ได้จากการทำโปรเจกชันจะมีระดับสีเทาที่ไม่ได้อยู่ในช่วง 0-255 ระดับ ซึ่งจะทำให้การใช้ข้อมูลไม่มีความหมาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการปรับค่าระดับสีเทา แต่ละองค์ประกอบใหม่ทั้งหมด ให้อยู่ในช่วง 0-255 ระดับ มีวิธีการแสดงดัง โพลีชาร์ท รูปที่ 3.7



รูปที่ 3.11 โพลีซาร์ทำการสเกลลิง

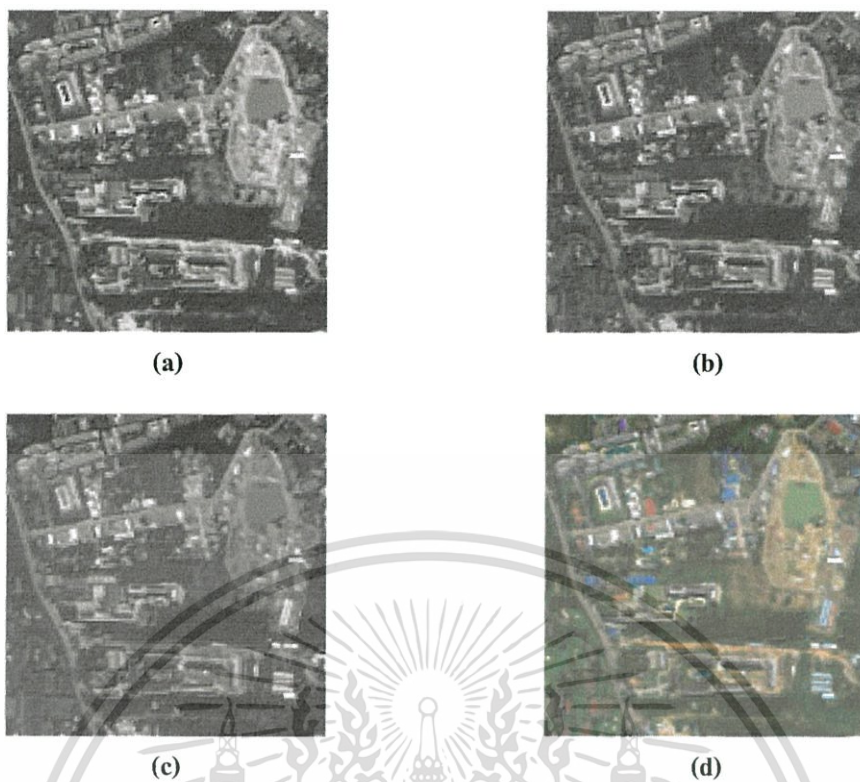
### 3.3 ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS แบบหลายความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ (RGB) มาทำการแยกองค์ประกอบหลัก

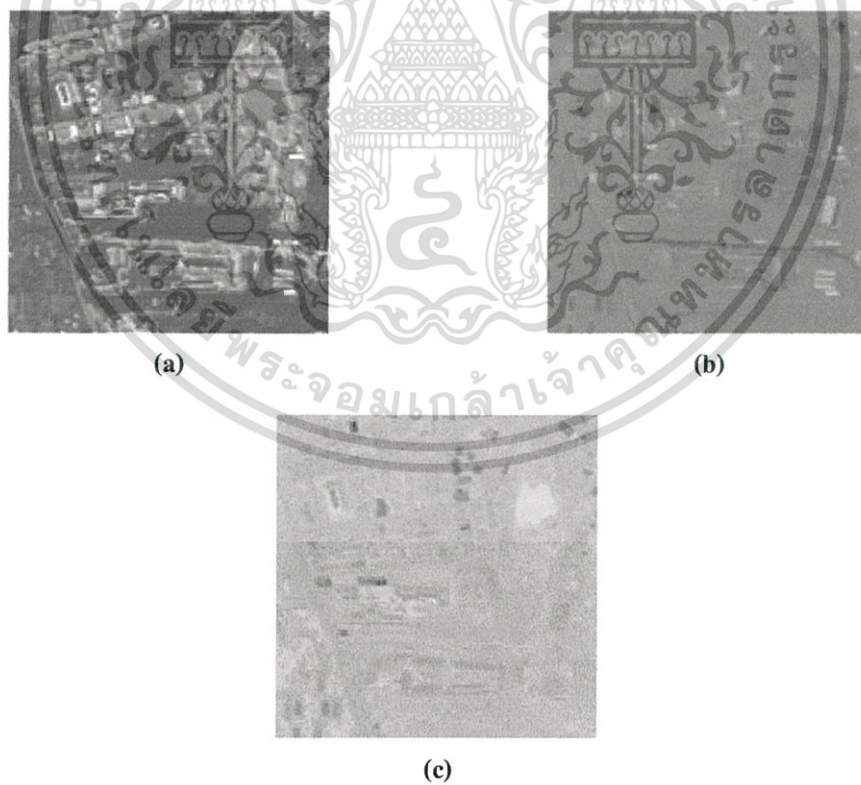
ตารางที่ 3.1 แสดงค่า Eigen values ของการแปลงองค์ประกอบหลัก

Index	PC1	PC2	PC3
Eigenvalues	$3.9012 \times 10^8$	$0.1471 \times 10^8$	$0.00224 \times 10^8$
% of RGB	95.8361	3.6136	0.5503

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงภาพ RGB Original (a) Red (b) Green (c) Blue (d) RGB



รูปที่ 3.13 แสดงภาพ PCA ของ RGB Original (a) อันดับ 1 (b) อันดับ 2 (c) อันดับ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# วิธีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอิมพั

### 4.1 ทฤษฎีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอิมพั [1], [3], [4], [5], [12]

การปรับปรุงข้อมูลภาพจากหลายแถบความยาวคลื่นได้นำเสนอหลักการของฮิว (HUE) เป็นการผสมสีโดยจะใช้ภาพจาก 3 ภาพองค์ประกอบหลักแรกให้เป็นภาพสี เสมือนหนึ่งว่าได้นำข้อมูลจากแถบความยาวคลื่นทั้งหมดมารวมกันเป็นภาพสี วิธีการแปลงข้อมูลภาพแบบ RGB ไปเป็นแบบ HIS มีข้อดีคือสามารถใช้ในการกำจัดเงาพร้อมทั้งเน้นรายละเอียดภาพของหิน ดิน และพืชพรรณต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะค่าของจุดภาพในภาพฮิวจะไม่ขึ้นอยู่กับการสะท้อนแสง แต่จะมีความสัมพันธ์กับรูปร่างของแถบสัญญาณของ 3 แถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการแปลงข้อมูลภาพเท่านั้น ภาพฮิวทั้งสามเมื่อทำการผสมสีภาพกัน เงามาจะหายไป

การผสมสีแบบอัตราส่วนเป็นอีกแบบหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนและคุณลักษณะนั้นเข้าใจยากและใช้ได้ไม่ดีสำหรับการกำจัดเงาภาพ ผลมาจากสองเหตุผลคือ ประการแรก ผิวของภูมิประเทศไม่ราบเรียบ ทำให้การสะท้อนแสงของผิวน้ำของวัตถุขึ้นอยู่กับ โครงสร้างผิวทั้งสองด้านและมุมระหว่างการสะท้อนแสงดวงอาทิตย์ของผิวนั้น ประการที่สองการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ อัตราส่วนภาพคือมุมสัมผัสภาพในรูป 2 มิติ จากรูปเชิงมุมไปเป็นแบบเชิงขั้ว คือ

$$RATIO = \frac{X}{Y} \quad (4.1)$$

และ

$$M = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (4.2)$$

เมื่อ  $X$  และ  $Y$  คือ ข้อมูลภาพสองแถบความยาวคลื่นที่ใช้ในการหาอัตราส่วน

$RATIO$  คือ อัตราส่วนภาพ

และ  $M$  คือ ความสว่างของภาพ

ภาพสี สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบแม่สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน โดยการกำหนดสีลงไปแถบความยาวคลื่น สามารถใช้แสดง 3 ภาพของภาพหลายแถบความยาวคลื่น ปริมาณของ

สีถูกกำหนดในรูปแบบของ 3 ตัวแปรคือ สี (Hue), ความเข้ม (Saturation) และความสว่าง (Intensity) ซึ่งเป็นตัวชี้ถึงความสว่าง ช่วงแถบคลื่น และความบริสุทธิ์ของสี หรือถ้าจะมองง่าย ๆ ก็คือ ใช้การจำลองจุดสีให้อยู่ในรูปปริมาตรสีการแปลง RGB-HIS โดยใช้ฟังก์ชันการแปลงแบบ RGB-HIS ลักษณะของภาพ 3 ภาพสี ได้มาจากสัญญาณภาพ 3 แถบความยาวคลื่น ภาพจะแสดงการผสมสีในรูปของ สีแดง เขียว และน้ำเงิน ภาพใหม่จะอยู่ในรูปของการผสมสีแบบสี RGB (HRGB) ใช้ในการกำจัดเงา และสามารถรวบรวมข้อมูลความสำคัญจากภาพหลายแถบความยาวคลื่นให้มารวมอยู่ในภาพเดียวกันได้

การจำลองจุดสีด้วยลูกบาศก์สี เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแทนสี และแสดงความสัมพันธ์ของสีต่าง ๆ ซึ่งระบบการจำลองและการประมวลผลที่แตกต่างกัน จะให้ผลออกมาแตกต่างกันด้วย อุตสาหกรรมการพิมพ์ภาพสีจะใช้การผสมสีแบบ CMY (Cyan, Magenta, Yellow) ถ้าเป็นจอสี CRT หรือจอภาพคอมพิวเตอร์ก็จะใช้การผสมสีแบบ RGB ระบบนี้มีการทำงานในลักษณะของการปรับหรือการรวมกัน 3 ค่า หรือสามตัวแปรเช่นกันคือ สี (Hue), ความเข้ม (Saturation) และความสว่าง (Intensity) หรือระบบ IHS การมองเห็นสีของมนุษย์เราสามารถจำลองการตอบสนองของรูปทรงกรวยได้

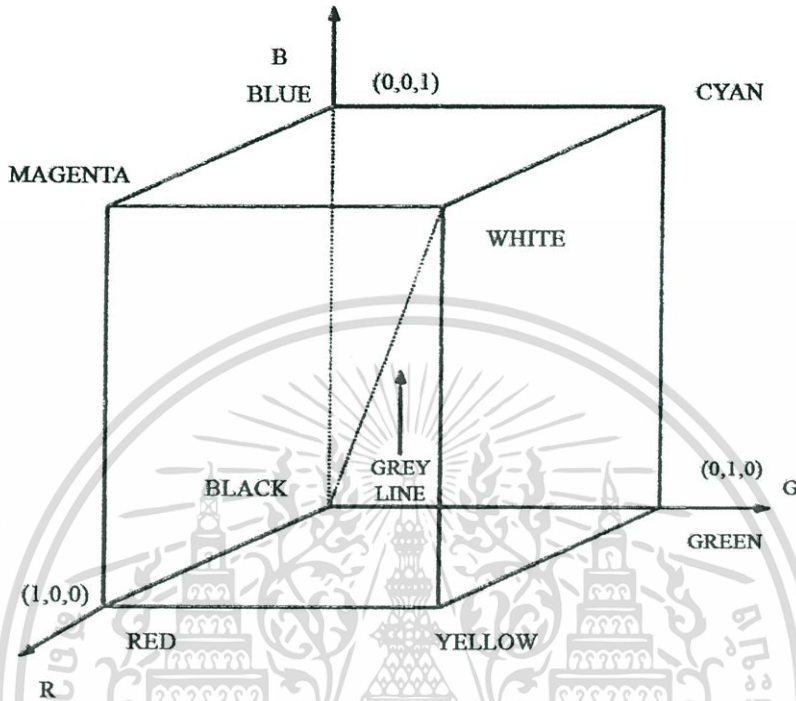
#### 4.1.1 การจำลองรูปแบบสี RGB

การจำลองรูปแบบหรือการผสมสีนี้ เกิดจากการรวมกันขององค์ประกอบสัญญาณแม่สี 3 สี คือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน องค์ประกอบสัญญาณสีเหล่านี้จะรวมตัวกันเพื่อให้เกิดสีใหม่ สำหรับการจำลองสีแบบ RGB จะแทนด้วยรูปปริมาตรสี 3 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วย สีแดง เขียว และน้ำเงิน อยู่ที่มุมของแต่ละแกน สีดำอยู่ที่จุดเริ่มต้น และมีสีขาว ในจอภาพระบบสี 24 บิต โดยใช้การเข้ารหัสแบบ 8 บิต ต่อสี ถ้าจอภาพแสดงจุดสีเป็นสีแดงนั้นก็จะได้ค่าเท่ากับ (255, 0, 0) แต่ถ้าอยู่บนรูปจำลองตรงนี้ จะมีค่าเท่ากับ (1, 0, 0) ในการจำลองรูปแบบสีแบบ RGB นั้น ง่ายต่อการออกแบบระบบสีของจอคอมพิวเตอร์ ต่อมาสามารถใช้ได้กับการประยุกต์ทุกอย่าง เนื่องจากความสัมพันธ์ของ สีแดง เขียว และน้ำเงินมีค่าสูงมาก จึงทำให้ยากต่อการใช้กับบางหลักการของการประมวลผลข้อมูลภาพ ซึ่งมีอยู่หลายเทคนิคด้วยกัน เช่นการปรับแต่งฮิสโตแกรม ซึ่งเป็นการกระทำต่อค่าความสว่างของข้อมูลภาพเท่านั้น การประมวลแบบนี้จะง่ายกว่า ถ้าใช้การจำลองจุดสีแบบ HIS หรือการพิมพ์ภาพสีลงบนกระดาษ โดยใช้เครื่องพิมพ์ก็เป็นการประมวลอีกแบบหนึ่งที่มีการเปลี่ยนข้อมูลภาพ RGB ไปเป็นภาพระดับสีเทา ในการกระทำดังกล่าวเราสามารถแปลงค่าของภาพสีไปเป็นภาพระดับสีเทาได้โดยการมาตรฐานของระบบ NTSC ดังนี้คือ

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

หรือการแปลงโดยการใช้ค่าเฉลี่ยก็ได้

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

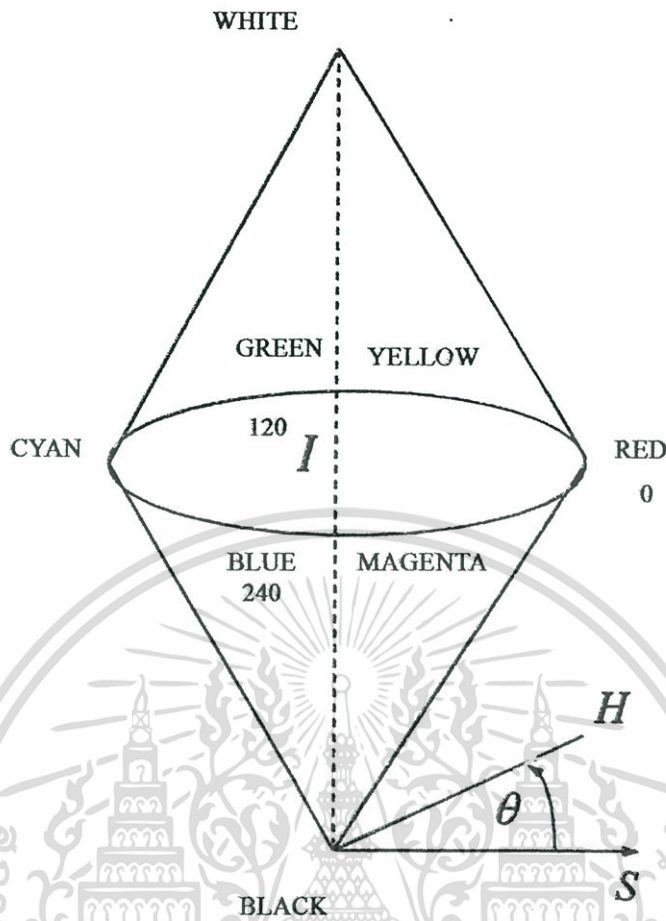


รูปที่ 4.1 ภาพแสดงการจำลองปริมาตรสีของระบบ RGB

จากสมการที่ 4.3 จะเห็นว่าสีเขียวเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของระดับสีเทา ซึ่งในบางทีในภาพสีเทาเราก็สามารถใช้สีเขียวเป็นองค์ประกอบเดียวก็ได้ หรือเราสามารถลดลงไปสู่ระดับสี ขาว-ดำ โดยการลดค่าของสีเขียวให้ต่ำกว่า 0.5 ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายแต่คุณภาพไม่ดี

#### 4.1.2 การแปลงข้อมูลแบบ RGB เป็นแบบ HIS

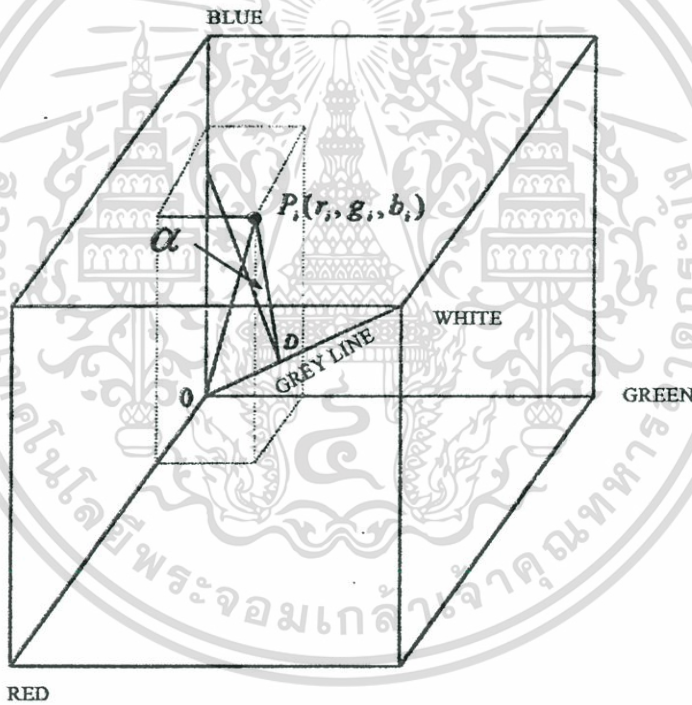
เมื่อ Hue, Saturation และ Intensity เป็นสามคุณสมบัติสีที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของสี เมื่อใช้ระบบสี HIS แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่ต้องรู้เปอร์เซ็นต์ของสีที่ใช้ในการผสมสีกันเพื่อทำให้เกิดสีใหม่ในการเปลี่ยนความเข้มของสี เช่นปรับจากสีแดงไปเป็นสีชมพูก็สามารถทำได้จากการปรับ H เท่านั้นก็จะทำให้เกิดสีใหม่ ในการเปลี่ยนความเข้มของสี เช่นปรับจากสีแดงไปเป็นสีชมพูก็สามารถทำได้จากการปรับค่า S การปรับจากมืดไปเป็นสว่างก็ปรับได้ที่ค่า I การประยุกต์งานหลายอย่างที่ใช้ในการจำลองแบบ HIS เช่น งาน Machine Vision ใช้



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงการจำลองปริมาตรสีของระบบ HIS

การจำลองแบบนี้ในการกำหนดสีความแตกต่างของวัตถุ ในงานการประมวลผลภาพเช่น การใช้การกระทำต่อฮิสโตแกรม โดยการปรับแต่งความสว่างของข้อมูลภาพ ซึ่งการกระทำทั้งหมดนี้ สามารถนำมากระทำบนการจำลองแบบ IHS ซึ่งจะแสดงอยู่บนพิกัดรูปทรงกรวยสองอันคว่ำหน้าเข้าหากัน ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ค่าของ H นั้นแทนด้วยมุม  $\theta$  ซึ่งจะเปลี่ยนจาก 0 ถึง 360 องศา ค่าของ S แทนด้วยรัศมีเปลี่ยนจาก 0 ถึง 1 ส่วน I จะมีค่าเปลี่ยนตามความยาวแกน Z โดยถ้ามีค่าเป็น 0 ก็แสดงผลเป็นสีดำ หรือถ้ามีค่าเป็น 1 ก็แสดงผลเป็นสีขาว เมื่อ  $S = 0$  สีจะเป็นสีเทาของความสว่าง I เมื่อ  $S = 1$  สีจะอยู่ที่ปลายสุดของรูปกรวยล่าง ถ้าค่า S มีค่าเปลี่ยนแปลงมากขึ้น สีก็จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงจากสีขาว สีเทา และสีดำ (ขึ้นอยู่กับค่าความสว่าง) ในการปรับค่าของ H จะทำให้สีเปลี่ยนจากสีแดงที่มุม 0 องศา ผ่านไปที่สีเขียวที่มุมเท่ากับ 120 องศา และสีน้ำเงินอยู่ที่ 240 องศา และเป็นสีแดงอีกครั้งที่มุมเท่ากับ 360 องศา สำหรับค่าของ I นั้น เมื่อมีค่าเท่ากับ 0 สีก็จะเป็นสีดำ เมื่อทำการปรับค่าของ I ความสว่างของสีก็จะเปลี่ยนจากมืดเป็นสว่างขึ้นเรื่อย ๆ

ในการแปลงภาพถ่ายควาเทียมไปเป็นภาพสี เราสามารถแปลงข้อมูลจากภาพถ่ายทั้งสามแถบความยาวคลื่นไปเป็นภาพสี 1 ภาพ จากรูปที่ 4.3 เป็นรูปจำลองปริมาตรจุดสี เราจะแทนสีในการผสมสีภาพสามแถบความยาวคลื่นของภาพถ่ายควาเทียมใด ๆ ด้วยเวกเตอร์  $OP_i = r_i g_i b_i$  ซึ่งอยู่ในรูปปริมาตรสีที่มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับ 255 ส่วนเส้นทแยงที่ต่อจากจุดเริ่มต้น และจุดที่ไกลออกไป เรียกว่า เวกเตอร์ของเส้นสีเทา (Gray line) จุดต่างๆบนเวกเตอร์นี้ มีส่วนผสมของสีทั้งสามคือ สีแดง เขียว และน้ำเงิน เท่ากันตลอดทั้งเส้น ความเข้มของสีแทนด้วยเวกเตอร์  $OP_i$  นั้นขึ้นอยู่กับความยาวเวกเตอร์โปรเจกชัน (Projection) ลงบนเส้นสีเทา ณ.จุด OD การอิมิตัวหรือความเข้มของสีจะขึ้นอยู่กับระยะระหว่างเวกเตอร์  $OP_i$  กับเส้นสีเทา หรือระยะ  $OP_i = r_i g_i b_i$  สีขึ้นอยู่กับมุมหรือองศาของ  $\alpha$  ที่เกิดขึ้นรอบ ๆ เส้นสีเทา ส่วนความสว่างของสีขึ้นอยู่กับอัตราความแตกต่างของค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของ  $r_i g_i b_i$  ที่ผ่านมา RGB ในการแปลงภาพถ่ายควาเทียมไปเป็นภาพถ่ายสีสามารถแปลงได้จากสมการดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.3 แสดงรูปจำลองปริมาตรสีสำหรับการแปลงภาพแบบ RGB เป็น HIS

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ช่วงความยาวสีของภาพสี จากสมการที่ (4.6) คือ 0 ถึง 360 เพราะฉะนั้นก่อนการแสดงผลภาพควรจัดให้อยู่ในค่า (0 - 255) สมมติว่าการสะท้อนของภูมิประเทศทางด้านหน้าที่รับแสงอาทิตย์คือ  $E_i$  เป็นจำนวน  $n$  ครั้ง และการสะท้อนของภูมิประเทศทางด้านหลังที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์คือ  $E_b$  ดังนั้นจะได้  $E_i = nE_b$ ,  $R_i = nR_b$ ,  $G_i = nG_b$  และ  $B_i = nB_b$  เมื่อ RGB แทนการสะท้อนแสงของภาพที่ใช้ผสมสีจากสมการ 3.6 ก็จะได้

$$H(R_i, G_i, B_i) = H(R_b, G_b, B_b) \quad (4.8)$$

ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned} V_i &= \sqrt{(R_i^2 + G_i^2 + B_i^2) - (R_i G_i + R_i B_i + G_i B_i)} \\ &= \sqrt{((nR_b)^2 + (nG_b)^2 + (nB_b)^2 - (n^2 R_b G_b + n^2 R_b B_b + n^2 G_b B_b))} \\ &= nV_b \end{aligned}$$

แทนค่าลงในสมการ (4.6) ได้

$$\begin{aligned} H(R_i, G_i, B_i) &= \cos^{-1} \frac{2B_i - G_i - R_i}{2V_i} \\ &= \cos^{-1} \frac{2nB_b - nG_b - nR_b}{2nV_b} \\ &= \cos^{-1} \frac{2B_b - G_b - R_b}{2V_b} \\ &= H(R_b, G_b, B_b) \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นฮิวจะไม่ขึ้นอยู่กับการส่องสว่างหรือการสะท้อนแสงเลย ค่าของความชันภูมิประเทศจะไม่แตกต่างระหว่างการสะท้อนโดยตรงและการสะท้อนเงา ดังนั้นภาพฮิวจะไม่มีผลกับเงาเลย ซึ่งก็จะทำให้ได้ค่าฮิวใหม่เป็น

$$H(r, g, b) = H(r, g, b) \quad (4.9)$$

ถ้า

$$E_j = nE_i + a$$

เมื่อ  $a$  เป็นค่าคงที่

#### 4.1.3 การแปลง RGB-HIS-RGB

การแปลงภาพ RGB เป็น HIS และจาก HIS เป็นภาพ RGB ในบทความนี้จะใช้รูปแบบของ Double cone ภาพ H จะแสดงเป็นมุมตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา ภาพ S จะสัมพันธ์กับความยาวรัศมีตั้งแต่ 0 ถึง 1 ภาพ I จะเปลี่ยนแปลงตามแกน Z เมื่อ 0 เป็นสีดำ และ 1 เป็นสีขาว สมการที่ใช้แปลง RGB เป็น HIS คือ

$$I = \frac{R+G+B}{3} \quad (4.10)$$

$$H = \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) - (R+B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \quad (4.11)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B} [\max(R, G, B)] \quad (4.12)$$

ถ้า  $B$  มีค่ามากกว่า  $G$  ดังนั้น  $H = 360^\circ - H$

สำหรับ HIS แปลงเป็น RGB เนื่องจากการใช้รูปแบบ Double cone วิธีการแปลง HIS เป็น RGB จะขึ้นอยู่กับมุมของภาพ H กรณี  $0^\circ \leq H \leq 120^\circ$

$$b = \frac{(1-S)}{3}$$

$$r = \frac{1}{3} \left[ 1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

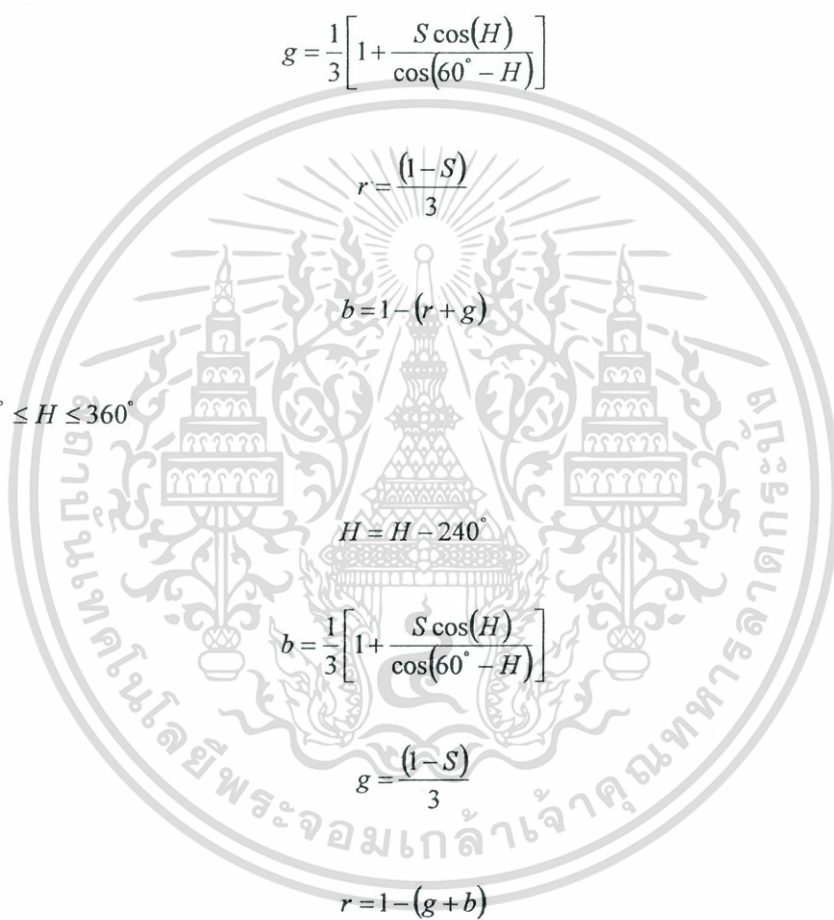
$$g = 1 - (r + b)$$

กรณี  $120^\circ \leq H \leq 240^\circ$

$$H = H - 120^\circ$$

$$g = \frac{1}{3} \left[ 1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

กรณี  $240^\circ \leq H \leq 360^\circ$



ค่าของ  $r$ ,  $g$  และ  $b$  จะเป็นค่า  $R$ ,  $G$  และ  $B$  ที่ผ่านการสเกล จะได้ว่า

$$R = 3Ir$$

$$G = 3Ig$$

$$B = 3Ib$$

(4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

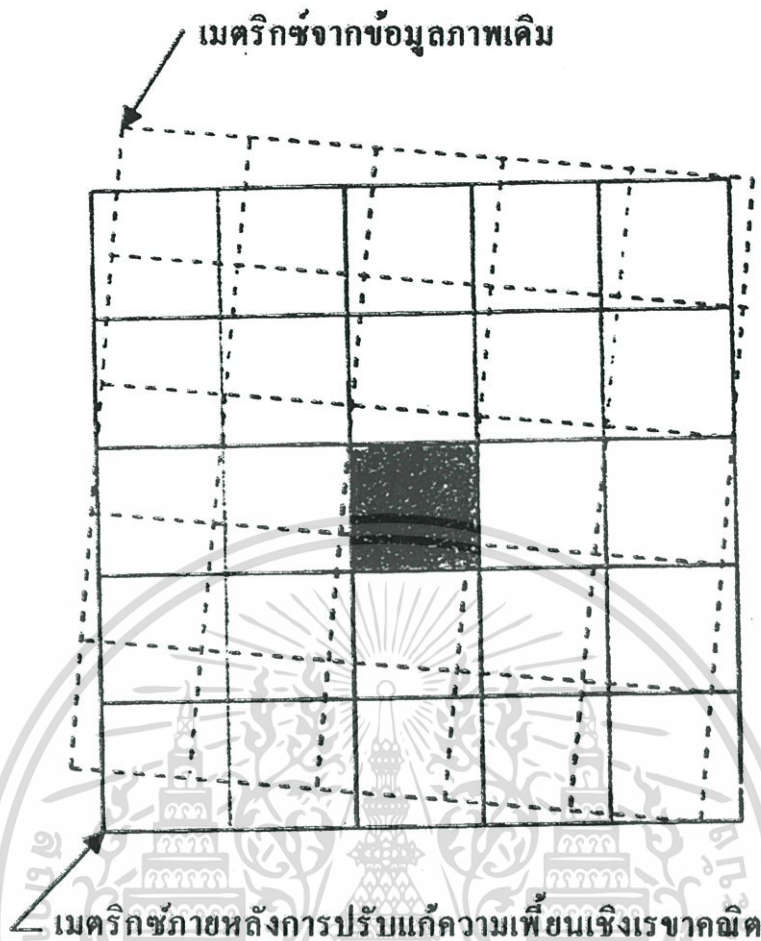
# วิธีการผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS

### 5.1 หลักการทั่วไป

การผสมข้อมูลภาพที่นิยมใช้กัน คือ การผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น จะให้ความละเอียดต่ำและข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียวให้ความละเอียดสูง โดยใช้วิธีการแปลงความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัว ข้อเสียของวิธีการดังกล่าวก็คือ แถบความยาวคลื่นของข้อมูลภาพที่ผ่านการผสมบิดเบือน ซึ่งจะทำให้การแปลความหมายข้อมูลภาพผิดพลาด โดยมีหลักการ คือ นำเอาข้อมูลภาพที่เป็นหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำมา 3 ค่า คือ R, G และ B จะทำการแปลงความเข้ม-มุม-ความอ้อมตัว ของ RGB ไปเป็น HIS แล้วจากนั้นก็จะนำข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียวให้ความละเอียดสูง PAN มาแทนที่ของ I แล้วแปลงกลับไปเป็น RGB อีกครั้ง ด้วยวิธี RGB-HIS-RGB ซึ่งสุดท้ายจะได้ภาพ RGB ที่ผ่านการผสมข้อมูลภาพ

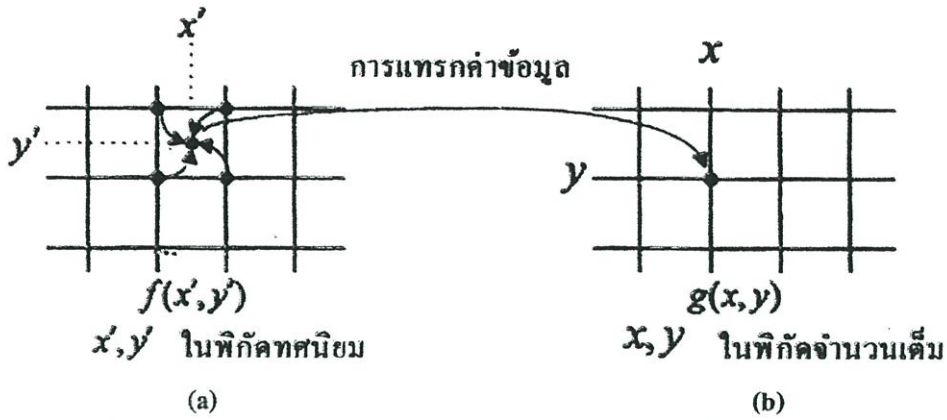
### 5.2 วิธีการชักตัวอย่าง [6], [8], [10]

เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพที่สามารถแสดงผลทางจอภาพและเพิ่มเติมข้อมูลภาพบางส่วนที่ขาดหายไป หลังหลังการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพ เพื่อให้ได้ลักษณะของข้อมูลภาพเหมือนกับภาพต้นฉบับมากที่สุด ซึ่งในการชักตัวอย่างข้อมูลภาพ สามารถที่จะกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การชักตัวอย่างข้อมูลภาพโดยพิจารณาจากพิกัดภาพที่ใกล้เคียง (Nearest neighbor) และการแทรกค่าข้อมูล (Interpolation) ให้กับข้อมูลที่มีค่าแน่นอนสองค่า ดังที่แสดงในรูปที่ 5.1 แสดงการชักตัวอย่างข้อมูล (Resampling) ภาพ สังเกตจากเมตริกซ์เส้นทึบซึ่งเกิดจากการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตโพลีโนเมียลอันดับที่ 2 ที่ได้วางซ้อนทับอยู่บนเมตริกซ์เส้นประซึ่งเป็นเมตริกซ์เดิม ก่อนที่จะมีการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต จะสังเกตเห็นว่าตำแหน่งของพิกัดภาพที่แสดง ในภาพทั้งสองนั้น ไม่ได้ทับกันพอดีแต่จะเป็นลักษณะเหลื่อมกัน และพิกัดภาพในส่วนที่ได้แรเงานั้นจะซ้อนทับอยู่บนพิกัดภาพเดิมที่เป็นเส้นประทั้ง 4 จุดภาพ เป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ในกรณีที่ต้องการนำภาพดังกล่าวไปพิจารณาต่อในอนาคต หรือเพื่อการแสดงผลออกทางจอภาพ



รูปที่ 5.1 ภาพของการเปรียบเทียบเมตริกซ์ทั้งก่อน และหลังที่มีการปรับแก้ความเพี้ยนของเรขาคณิต

รูปที่ 5.2 เพื่อที่จะสามารถเข้าใจถึงประโยชน์ของการแทรกค่าคงที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงได้แสดงรูปเปรียบเทียบลักษณะตำแหน่งข้อมูลภาพที่ได้จากการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต จะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งพิกัดของข้อมูลภาพที่เปลี่ยนไป และอยู่ระหว่างพิกัดจำนวนเต็มทั้ง 4 พิกัด ดังในรูปที่ 5.2 (a) จากนั้นจึงได้แก้ไขพิกัดในรูปที่ 5.2 (a) เพื่อให้ได้พิกัดและข้อมูลภาพใหม่ที่มีพิกัดเป็นจำนวนเต็ม โดยการพิจารณาพิกัดโดยรอบทั้ง 4 มาคำนวณหาพิกัดและข้อมูลภาพที่สอดคล้องกับข้อมูลภาพอ้างอิง ดังรูปที่ 5.2 (b)



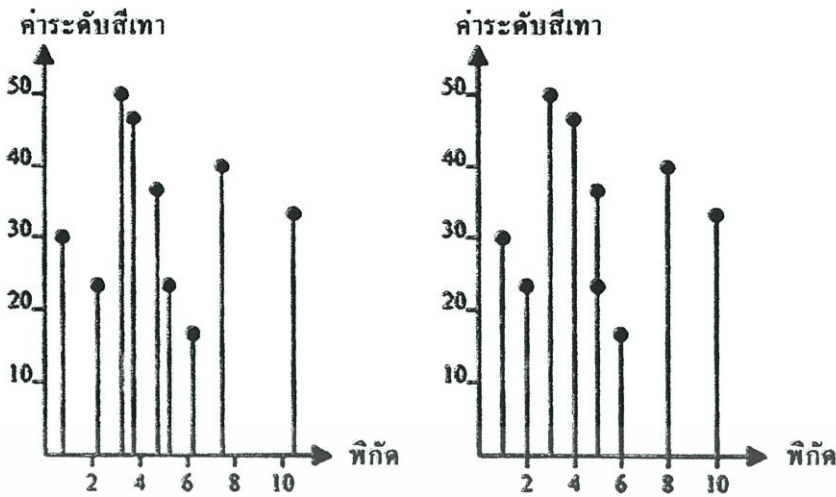
รูปที่ 5.2 ลักษณะการแทรกค่าภายหลังจากการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิต

แต่เนื่องจากการแทรกค่าที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในลักษณะการนำไปใช้งาน ดังในบทนี้จะได้นำเสนอการแทรกค่าโดยวิธี โพลีโนเมียล การแทรกค่าของนิวตัน(Newton's Interpolation Polynomials) ประกอบไปด้วยการแทรกแบบเชิงเส้น (Linear Interpolation) แบบควอดราติก (Quadratic Interpolation) และแบบคิวบิกสไปน์ (Cubic Spline Interpolation) ทั้งนี้เพื่อที่จะแสดงผลเปรียบเทียบค่าในแต่ละวิธี

### 5.2.1 การชักตัวอย่างข้อมูลภาพจากพิกัดใกล้เคียง (Nearest neighbor)

การชักตัวอย่างข้อมูลภาพจากพิกัดใกล้เคียงถือได้ว่าเป็นวิธีการชักตัวอย่างข้อมูลแบบง่ายที่สุดในบรรดากการชักตัวอย่างข้อมูลภาพที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากกระทำได้ง่าย กล่าวคือ ภายหลังจากที่ได้มีการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตในข้อมูลภาพเรียบร้อยแล้ว ผลของพิกัดใหม่ที่ได้จะอยู่ในรูปของทศนิยม ซึ่งไม่สามารถนำมาแสดงผลบนจอภาพได้ แต่การชักตัวอย่างข้อมูลภาพนั้นจะเป็นการสุ่มเอาพิกัดของภาพที่อยู่ใกล้ที่สุดมาแทนที่พิกัดที่เป็นจำนวนทศนิยมหรือพิกัดที่ขาดหายไป เหนือนี้ก็จะถือได้ว่าเป็นการชักข้อมูลภาพใหม่ได้ ทั้งยังสามารถนำภาพมาแสดงผลบนจอภาพได้ จากรูปที่ 5.3 แสดงตัวอย่างค่าพิกัดที่ได้จากการปรับแก้ความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตที่อยู่ในรูปของทศนิยม นำมาทำการปรับค่าให้อยู่ในรูปจำนวนเต็ม

แต่ด้วยวิธีดังกล่าว มีข้อด้อยที่ควรพิจารณาคือ ระหว่างที่ทำการชักตัวอย่างข้อมูลในพิกัดนั้นๆ อาจจะทำให้พิกัดที่ได้จะเป็นพิกัดเดียวกันแต่ข้อมูลภาพเป็นคนละข้อมูลกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความสับสนว่าควรจะเลือกนำข้อมูลใดมาพิจารณา เพื่อแสดงผลออกทางจอภาพและทำให้ยังคงมีพิกัดภาพที่ไม่มีข้อมูลภาพแสดงในภาพ โดยพิกัดดังกล่าวเพียงแต่เปลี่ยนตำแหน่งไปเท่านั้น



รูปที่ 5.3 การชักตัวอย่างข้อมูลภาพจากพิกัดที่ใกล้เคียง (Nearest neighbor)

### 5.2.2 การแทรกค่า (Interpolation)

บ่อยครั้งที่เราจะพบว่าการคำนวณหรือประมวลผลทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการประมาณค่าในช่วงกลางระหว่างข้อมูลที่มีค่าแน่นอนสองค่า เนื่องจากข้อมูลทั้งสองค่าที่มีอยู่นั้นไม่ใช่ข้อมูลที่ต้องการจะนำมาพิจารณา ซึ่งการคำนวณหาข้อมูลที่อยู่ระหว่างข้อมูลทั้งสองได้นำไปใช้ทั้งด้านวิศวกรรมวิทยาศาสตร์ และอื่น ๆ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายที่สุดคือ การคำนวณหาค่ากลาง (Mean) ระหว่างข้อมูลทั้งสอง ดังตัวอย่างข้างล่าง

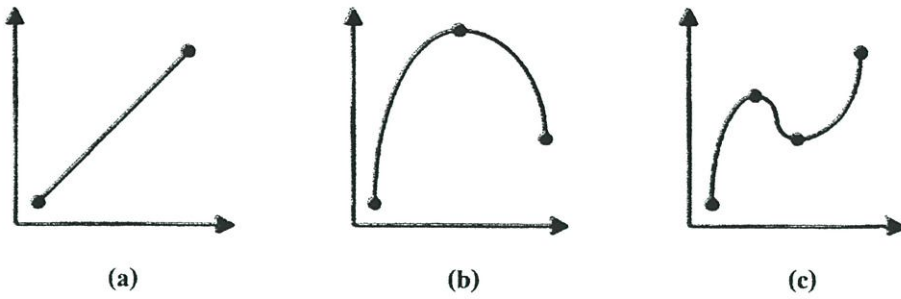
$$f(x) = \frac{5+10}{2} = 7.5$$

จากตัวอย่างการคำนวณดังกล่าว จะเห็นว่าค่ากลางระหว่าง 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ก็คือ 7.5

ในการแทรกค่าที่จะแสดงต่อไปนี้เป็น สมการ โพลีโนเมียลการแทรกค่า (Interpolation Polynomials) ย้อนกลับไปดูรูปแบบของสูตร โดยทั่วไปซึ่งเป็นโพลีโนเมียลอันดับที่  $n$  ดังนี้

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (5.1)$$

สำหรับข้อมูลจุด จำนวน  $n+1$  จะมีเพียงสมการโพลีโนเมียลเดียว อันดับที่  $n$  เท่านั้นที่จะสามารถผ่านพิกัดข้อมูลทุก ๆ ข้อมูลได้ เช่น มีเส้นตรงเพียง 1 เส้นเท่านั้น (โพลีโนเมียลอันดับที่ 1) ที่จะลากผ่านระหว่างจุดสองจุด (รูปที่ 5.4 (a)) ในขณะเดียวกันมีเพียงพลาโบล่าเดียวเท่านั้นที่จะลากผ่านระหว่างจุดสามจุด (รูปที่ 5.4 (b)) และถ้าต้องการเส้นพลาโบล่าที่ต่อเนื่องกันของจุดทั้ง 4 จุด (รูปที่ 5.4(c))



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการแทรกค่าแบบโพลิโนเมียล

- (a) การต่อพิกัดสองพิกัดด้วยสมการอันดับที่ 1 (เชิงเส้น)
- (b) การต่อพิกัดสามพิกัดด้วยสมการอันดับที่ 2 (ควอดราติก หรือพาราโบลา)
- (c) การต่อพิกัดสี่พิกัดด้วยสมการอันดับที่ 3 (คิวบิก)

คงจะเห็นได้จากรูป 5.4 การที่จะนำวิธีการแทรกค่าไปใช้กับลักษณะข้อมูลแต่ละประเภทนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสม และความสามารถของการนำไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูง เพื่อให้ได้ผลที่ใกล้เคียงกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว และเพื่อประโยชน์ของการประมวลผลในโอกาสต่อไป ซึ่งรายละเอียดของวิธีที่ใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมเพื่อที่จะแทรกเข้าไประหว่างค่าที่อยู่ในความสัมพันธ์เป็นแบบโพลิโนเมียล โดยวิธีโพลิโนเมียลการแทรกค่าของนิวตัน (Newton's Interpolation Polynomials) เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับคามนิยมใช้กันมาก และเป็นวิธีที่มีประโยชน์ ซึ่งหลักการจะใช้โพลิโนเมียลอันดับที่ 1 และ อันดับ 2 เพราะเป็นวิธีการแทรกค่าในแบบง่าย ๆ โดยจะมีทั้งหมด 3 แบบ คือ การแทรกค่าแบบเชิงเส้น (Linear Interpolation), การแทรกค่าแบบควอดราติก (Quadratic Interpolation) และการแทรกค่าแบบคิวบิก (Cubic Interpolation)

### 5.2.3 การแทรกค่าแบบคิวบิก (Cubic Interpolation)

ในการแทรกค่าด้วยวิธีคิวบิก หรือ โพลิโนเมียลอันดับที่ 3 มีลักษณะที่คล้ายกับการแทรกค่าด้วยวิธีควอดราติก แต่จะแตกต่างกันตรงที่การแทรกค่าด้วยวิธีควอดราติกจะใช้จำนวนข้อมูล 3 ข้อมูล คือ  $[x_0, f(x_0)]$ ,  $[x_1, f(x_1)]$  และ  $[x_2, f(x_2)]$  ในขณะที่การแทรกค่าด้วยวิธีคิวบิกนั้นต้องใช้ข้อมูลทั้ง 4 ข้อมูล คือ  $[x_0, f(x_0)]$ ,  $[x_1, f(x_1)]$ ,  $[x_2, f(x_2)]$  และ  $[x_3, f(x_3)]$  เพื่อที่จะให้ได้ผลที่ต้องการ ทำให้การคำนวณครอบคลุมข้อมูลมากขึ้น เนื่องจากการแทรกค่าด้วยวิธีคิวบิกนั้นมีความสัมพันธ์กับการแทรกค่าแบบเชิงเส้น และควอดราติก จึงเห็นควรที่จะต้องกล่าวย้อนกลับไปถึงลักษณะรูปแบบโพลิโนเมียลการแทรกค่าแบบทั่วไป (General Interpolation Polynomials)

กระบวนการวิเคราะห์โดยทั่วไป สามารถที่จะสร้างความสัมพันธ์ของสมการโพลิโนเมียลอันดับที่  $n$  เพื่อที่จะสามารถให้ส่วนของเส้นนั้นลากผ่านข้อมูลได้จำนวน  $n+1$  ข้อมูล ซึ่งสมการโพลิโนเมียลอันดับที่  $n$  สามารถแสดงได้ดังนี้

$$f_n(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + b_n(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_{n-1}) \quad (5.2)$$

ในหัวข้อก่อนหน้านี้นี้เป็นการแทรกค่าแบบเชิงเส้น และควอดราติก ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้สามารถจะนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์  $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$  ได้เพื่อนำมาใช้กับโพลิโนเมียลอันดับที่  $n$  ของข้อมูล จำนวน  $n-1$  ที่ต้องการความสัมพันธ์แบบ  $[x_0, f(x_0)]$ ,  $[x_1, f(x_1)]$ ,  $[x_2, f(x_2)]$  ถึง  $[x_n, f(x_n)]$  โดยที่จะใช้ข้อมูลและสมการในการหาค่าสัมประสิทธิ์ดังนี้

$$\begin{aligned} b_0 &= f[x_0] \\ b_1 &= f[x_1, x_0] \\ b_2 &= f[x_2, x_1, x_0] \\ &\vdots \\ b_n &= f[x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1, x_0] \end{aligned} \quad (5.3)$$

ในขณะที่

$$f[x_i, x_{i-1}] = \frac{f(x_i) - f(x_{i-1})}{x_i - x_{i-1}} \quad (5.4)$$

ในลักษณะเดียวกัน สามารถหาการประมาณค่าอนุพันธ์ลำดับที่ 2 ได้จากผลต่างของการประมาณค่าอนุพันธ์อันดับที่ 1 ดังนี้

$$f[x_i, x_{i-1}, x_{i-2}] = \frac{f[x_i, x_{i-1}] - f[x_{i-1}, x_{i-2}]}{x_i - x_{i-2}} \quad (5.5)$$

และเช่นกัน สามารถหาการประมาณค่าอนุพันธ์อันดับที่  $n$  ได้ด้วย

$$f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0] = \frac{f[x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1] - f[x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_0]}{x_n - x_0} \quad (5.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลของสมการ (5.4) ถึง (5.6) เป็นการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ในสมการ (5.3) ซึ่งผลที่ได้ นำไปแทนในสมการที่ (5.2) เป็นสมการ โพลีโนเมียลการแทรกค่าดังนี้

$$f_n(x) = f(x_0) + (x-x_0)f[x_1, x_0] + (x-x_0)(x-x_1)f[x_2, x_1, x_0] + \dots + (x-x_0)(x-x_1)(x-x_2)\dots(x-x_{n-1})f[x_n, x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1, x_0] \quad (5.7)$$

ซึ่งเรียกสมการ (5.7) ว่า Newton's divided difference interpolation polynomials และ ความสัมพันธ์ระหว่างสมการที่ (5.2) ถึง (5.7) สามารถที่จะนำมาคำนวณหาข้อมูลแทรกค่าด้วยวิธี คิวบิกได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$f_3(x_1) = b_0 + b_1(x-x_0) + b_2(x-x_0)(x-x_1) + b_3(x-x_0)(x-x_1)(x-x_2) \quad (5.8)$$

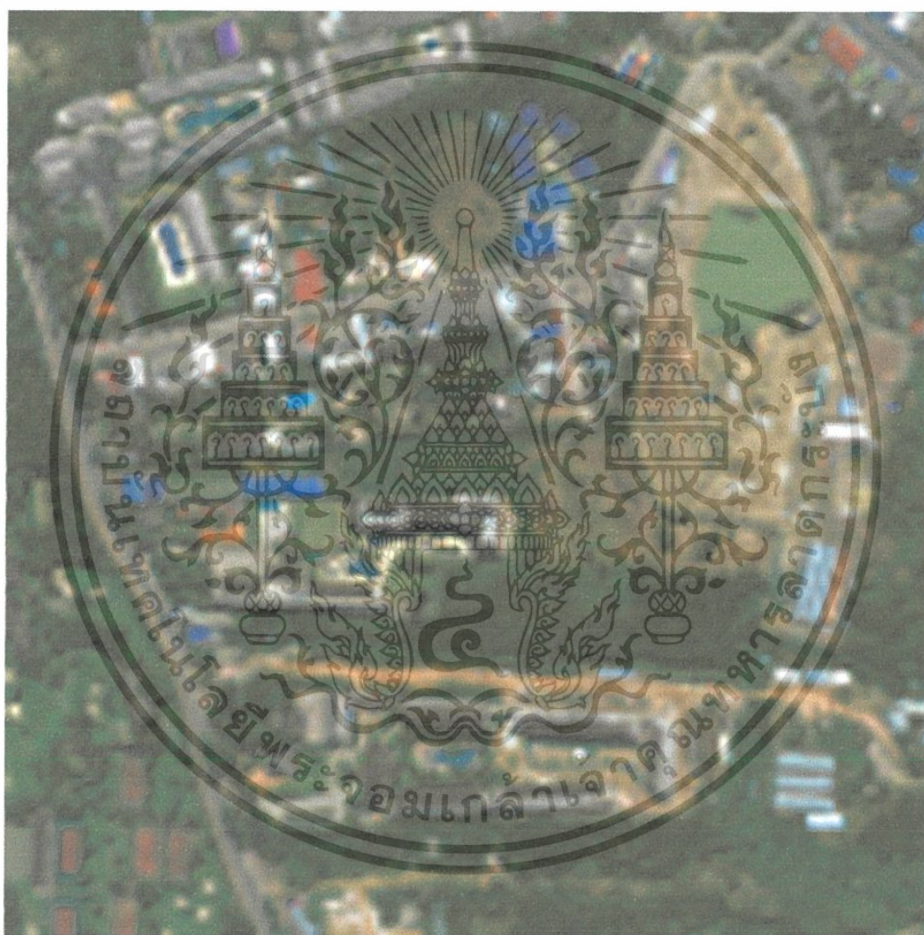
จะสังเกตเห็นว่า จากวิธีการของ Newton's divided difference interpolation polynomials จะให้ผลของการแทรกค่าของแต่ละวิธีที่แตกต่างกัน แต่วิธีการแทรกค่าแบบคิวบิก เป็นวิธีการที่ง่าย และให้ผลการแทรกค่าที่ทำให้ข้อมูลที่ได้มาใกล้เคียงกับข้อมูลเดิม

#### 5.2.4 ผลการทดลองการแทรกค่า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้หลักการของ การแทรกค่าแบบคิวบิก (Cubic Interpolation) ใน ขั้นตอนของการอัปแซมปลิง (Upsampling) โดยได้ผลการทดลองดังนี้



(a)



(b)

รูปที่ 5.5 ภาพ IKONOS (RGB) ที่ผ่านการทดลองแทรกค่าแบบควิบิค

(a) ภาพ RGB ขนาด 128x128 Pixel      (b) ภาพ RGB ขนาด 512x512 Pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 การปรับค่าความสว่าง (Brightness Matching) [2], [6], [9]

การปรับค่าความสว่างของข้อมูลภาพถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผสมภาพ เพราะโดยปกติภาพถ่ายดาวเทียมที่จะนำมาผสมเข้าด้วยกันนั้นจะต้องมีการปรับค่าความสว่างให้สอดคล้องกัน แต่เนื่องจากการผสมข้อมูลภาพที่ผ่านมาก่อนหน้านี้เป็นการผสมข้อมูลภาพโดยตรงซึ่งไม่คำนึงถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้นกับค่าความสว่างที่สัมพันธ์ของข้อมูลภาพ เช่น ข้อมูลภาพที่ได้จากเวลาการบินที่ต่างกันจะให้ค่าความสว่างของข้อมูลภาพที่ต่างกัน และฤดูกาลที่เปลี่ยนไป ทำให้คุณลักษณะของข้อมูลภาพเปลี่ยนไป เช่น ลักษณะต้นไม้ที่เปลี่ยนไป จึงเป็นสาเหตุให้ข้อมูลภาพที่ได้ภายหลังจากผสมมีลักษณะที่ไม่มีมีความต่อเนื่องกลมกลืนกันจนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ดังนั้นในหัวข้อนี้ จะได้นำเสนอขั้นตอนการปรับค่าความสว่างของข้อมูลภาพให้สอดคล้องกัน เพื่อที่จะลดความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลภาพได้ ก่อนที่จะนำข้อมูลภาพมาผสมกันเป็นภาพต่อไป

#### 5.3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean and Standard Deviation)

ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สามารถที่จะคำนวณหาได้จากค่าของข้อมูลใด ๆ ที่รวบรวมได้ หรือแม้แต่นำมาใช้กับข้อมูลภาพก็ยังคงใช้วิธีการเดียวกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยก็คือค่าความสว่างของข้อมูลภาพในระดับสีเทา (Gray scale) ทุกข้อมูลที่สามารถอ่านได้

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I(i) \quad (5.9)$$

เมื่อ  $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพ

$I$  คือ ค่าความสว่างของข้อมูลภาพในพิกัดภาพใหม่

$n$  คือ จำนวนของข้อมูลภาพทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพคือ จำนวนซึ่งเป็นค่าที่แสดงคุณลักษณะเฉพาะของจุดภาพ ซึ่งลักษณะเฉพาะของจุดภาพที่จะเปลี่ยนแปลงต่างไปจากค่าเฉลี่ย สำหรับในภาพระดับสีเทาที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงแล้ว ความคมชัดของภาพก็จะสูงตาม แต่ก็ยังมีส่วนทำให้ภาพมีข้อมูลที่เป็นสัญญาณรบกวนมากขึ้นด้วย ซึ่งสมการของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงได้ในสมการ (5.11)

$$\sigma = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I^2(i) \right) - \mu^2} \quad (5.10)$$

เมื่อ  $\sigma$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพ

$$B_n = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} B_0 + \mu_1 - \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \mu_2 \quad (5.11)$$

$$\mu_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I_1(i)$$

$$\mu_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I_2(i)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I_1^2(i) \right) - \mu_1^2}$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} I_2^2(i) \right) - \mu_2^2}$$

เมื่อ  $B_n$  คือ ระดับค่าสีเทาของข้อมูลภาพใหม่

$B_0$  คือ ระดับค่าสีเทาของข้อมูลภาพเดิม

$\sigma_1$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพอ้างอิง

$\sigma_2$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับค่าความสว่าง

$\mu_1$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพอ้างอิง

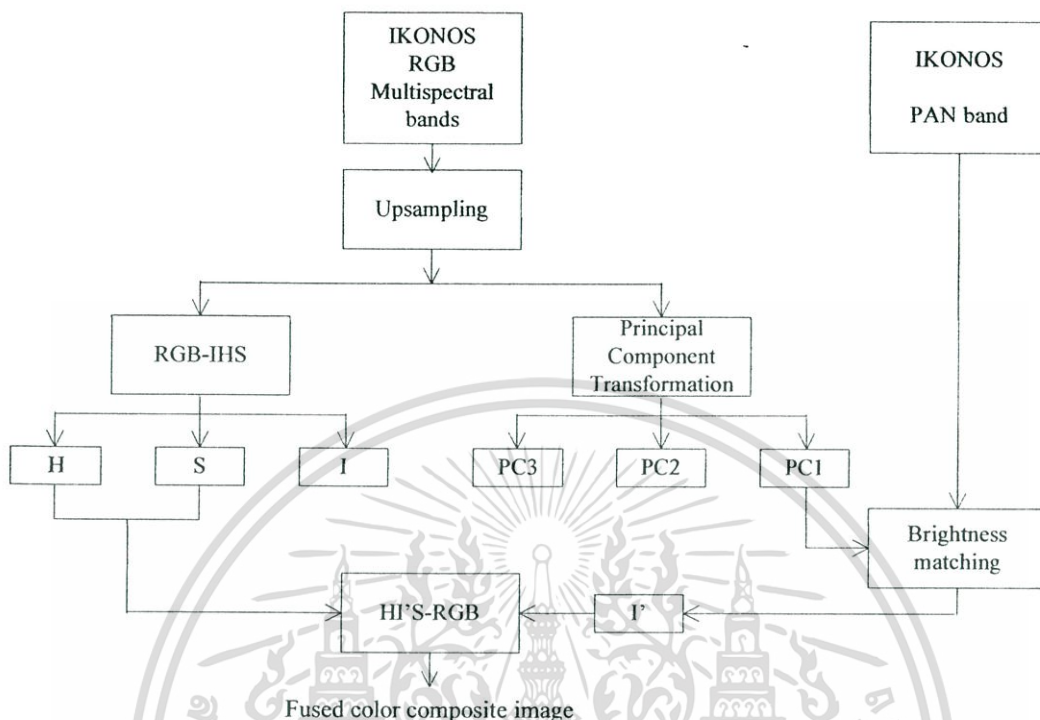
$\mu_2$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพที่ต้องการปรับค่าความสว่าง

การปรับค่าความสว่างจะถูกนำไปใช้ในฟังก์ชัน ดังแสดงในรูปที่ 5.6 โดยภาพถ่ายดาวเทียมความละเอียดสูงจะถูกปรับความสว่างให้ใกล้เคียงกับภาพองค์ประกอบหลัก PCI จากองค์ประกอบหลัก ก่อนที่จะนำไปรวมกับภาพ H และ S ของภาพรายละเอียดต่ำ หลายความยาวคลื่น RGB

## 5.4 วิธีการผสมข้อมูล

ประยุกต์ใช้การแปลงองค์ประกอบหลักเพื่อรวบรวมข้อมูลหลายแถบความยาวคลื่น โดยที่รายละเอียดของข้อมูลเดิมจะถูกบรรจุอยู่ในข้อมูลองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่งมากกว่า 95% ทำการปรับค่าความสว่าง (Brightness Adjusting) ของข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูงให้สอดคล้องกับค่าความสว่างของข้อมูลองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง จากนั้นแทนที่ข้อมูลความเข้ม หรือองค์ประกอบภาพ I ด้วยข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว หรือภาพ PAN ความ

ละเอียดสูง ซึ่งผ่านการปรับค่าความสว่าง สุดท้ายทำการแปลงข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง ที่ผ่านการค่าความเข้ม (I) – มุม (H) – ความอิ่มตัว (S) ไปเป็นข้อมูลภาพสี



รูปที่ 5.6 ภาพแสดงวิธีการรวมภาพด้วยการแปลง HIS ผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

จากรูป 5.6 จะสามารถอธิบายถึงขั้นตอนการผสมข้อมูลภาพได้ โดยเริ่มจากการเตรียมข้อมูลภาพ IKONOS ที่เป็นข้อมูลภาพดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ (RGB) ขนาด 128x128 จุดภาพ และข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง (PAN) ขนาด 512x512 จุดภาพ

ทำการเพิ่มข้อมูลจุดภาพ RGB ให้มีจำนวนข้อมูลจุดภาพเท่ากับ PAN ด้วยการชักตัวอย่างข้อมูลใหม่ (Up-Sampling) หรือทำ Interpolation จะได้ภาพ RGB ที่มีขนาด 512x512 จุดภาพ

ต่อไปให้ทำการแปลงค่าของ RGB ให้อยู่ในรูปของ HIS ด้วยวิธี RGB-HIS ในขณะเดียวกันก็ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักให้กับภาพ RGB ซึ่งจากขั้นตอนนี้ จะได้ค่าของข้อมูลจุดภาพเป็น S, H, I, PC1, PC2 และ PC3

จากนั้นก็ทำการปรับค่าความสว่างของ PAN โดยเปรียบเทียบกับ PC1 ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่รวมความแปรปรวนของภาพเดิมไว้ประมาณ 95% ในภาพองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง จะทำให้ได้ข้อมูลจุดภาพที่ผ่านการปรับเทียบความสว่างระหว่างข้อมูลภาพหลายแถบความยาวคลื่น

ความละเอียดต่ำ (RGB) กับข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดียว ความละเอียดสูง (PAN) มีความสอดคล้องกัน ผลของค่าความสว่างที่ถูกปรับเทียบแล้วจะเป็นภาพ  $I'$

ขั้นตอนสุดท้าย ก็จะเป็นการผสมข้อมูลภาพ โดยการนำข้อมูลภาพที่ได้ทำการเตรียมไว้ คือ S, H, และ  $I'$  สำหรับการพิวชันได้ข้อมูลเป็น  $HI'S$  จากนั้นทำการแปลงให้เป็น RGB อีกครั้ง สามารถสรุปขั้นตอนการพิวชันภาพ ได้เป็นดังนี้

1. เพิ่มจำนวนข้อมูล โดยการชักตัวอย่างใหม่ เพื่อให้ข้อมูลจุดภาพจาก RGB มีความละเอียดเท่ากับภาพ PAN
2. แปลงค่า RGB ให้อยู่ในรูป RGB-HIS แล้วทำการแยกองค์ประกอบหลักเป็น  $PC1$ ,  $PC2$  และ  $PC3$
3. แทนค่าตัวประกอบ  $I$  ด้วยภาพ PAN ความละเอียดสูงที่ถูกปรับความสว่างแล้ว โดยเปรียบเทียบความสว่างกับ  $PC1$  ซึ่งจะได้เป็น  $I'$
4. แปลงค่า  $HI'S$ -RGB ไปเป็นภาพ  $R'G'B'$



## บทที่ 6

### การทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

#### 6.1 ข้อกำหนดการประเมินผล [4], [9]

การทดลองนี้หลังจากมีการผสมข้อมูลภาพแล้วจะช่วยลดความผิดเพี้ยนของสีภาพ RGB ความละเอียดสูง เราจะใช้สัมประสิทธิ์ความเกี่ยวข้อง (Correlation Coefficient หรือ CC) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation หรือ SD) ซึ่งค่า CC ระหว่างการรวมภาพ RGB และภาพ PAN จะมีค่าเข้าใกล้ 1 ในขณะที่ค่า SD ของภาพที่แตกต่างกันระหว่างภาพ RGB ดั้งเดิม และภาพ RGB ที่ผ่านการผสมสีแล้วจะมีค่าเข้าใกล้ 0

อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของค่า SD และค่า CC ที่นำมาใช้เป็นข้อกำหนดในการประเมินผล ในการทดลองนี้ ค่า SD ที่ต่างกันของภาพที่มีความสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยของตัวชี้วัดระดับความผิดพลาด (Distortion) ของแต่ละพิกเซล (Pixel) ของภาพต้นแบบ ถ้าค่า SD มีค่าน้อย หรือเข้าใกล้ 0 ก็จะทำให้ภาพฟิวชัน (Fusion) ที่เกิดขึ้นมีคุณภาพ ของสเปกตรัม (Spectral) ที่ดีกว่า และส่วนค่า CC จะแสดงถึงความเหมือนกันของโครงสร้างขนาดเล็กของภาพระหว่างภาพต้นแบบ และภาพฟิวชัน (Fusion) ถ้าค่า CC มีค่ามาก หรือมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ภาพทั้งสองภาพมีโครงสร้างขนาดเล็กที่เหมือนกัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

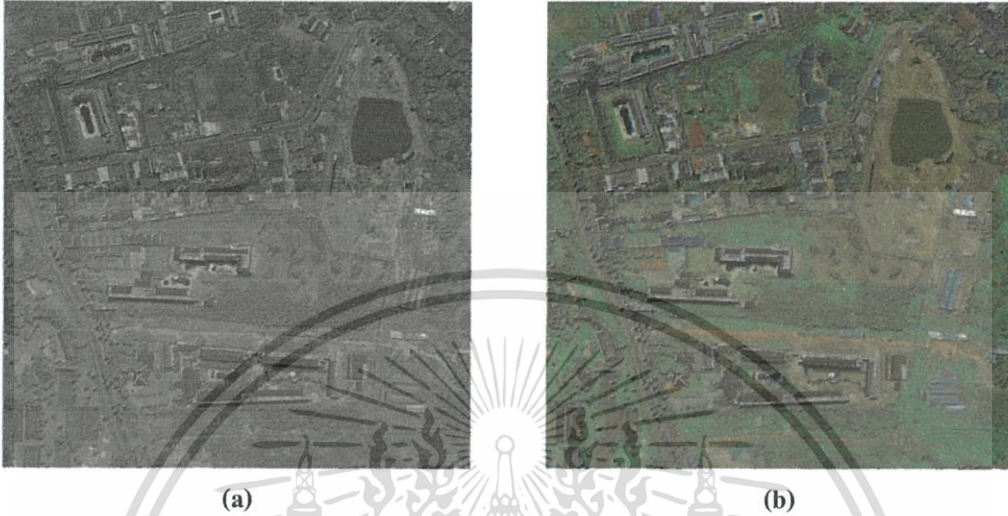
จากการทดลองค่า CC ของการผสมข้อมูลภาพที่โดยวิธีที่น่าเสนอจะต้องมีค่า CC มากกว่า ภาพที่เกิดจากการผสมภาพแบบเดิม และค่า SD ของการผสมข้อมูลภาพที่โดยวิธีที่น่าเสนอจะต้องมีค่า SD น้อยกว่าภาพที่เกิดจากการผสมภาพแบบเดิม

ตารางที่ 6.1 ผลการเปรียบเทียบค่า CC และ SD ของการวิธีเดิม กับวิธีที่น่าเสนอ

Index	Image	IHS	Our IHS
CC	R'-Pan	0.9370	0.9500
	G'-Pan	0.9405	0.9532
	B'-Pan	0.8483	0.8821
SD	R-R'	7.0483	5.4742
	G-G'	6.6567	5.5152
	B-B'	6.5240	5.0489

## 6.2 ผลทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบเดิม

การทดลองแบบเดิมใช้หลักการของ HIS โดยการแทนค่า I ด้วยภาพ PAN โดยตรงไม่มีการปรับค่าความสว่างให้กับภาพ PAN



รูปที่ 6.1 แสดงภาพ (a) PAN Original (b) ภาพ HIS แบบเดิม

## 6.3 ผลทดลองผสมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำเสนอ

การทดลองแบบที่นำเสนอใช้หลักการของ HIS โดยการแทนค่า I ด้วยภาพ PAN ที่ผ่านการปรับความสว่าง โดยเทียบกับภาพองค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง (PC1)



รูปที่ 6.2 แสดงภาพ (a) PAN Original (b) ภาพ HIS แบบที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 7.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอวิธีการรวมข้อมูลภาพด้วยเทคนิคอย่างง่าย โดยการรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ (RGB) และข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง (PAN) ซึ่งความสว่างของภาพจะถูกปรับด้วยตัวประกอบหลักอันดับที่หนึ่งที่ได้จากข้อมูล RGB ต้นแบบ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลมากกว่า 95% ตัวประกอบจากการแปลงค่า RGB-ISH จะถูกแทนที่ด้วยข้อมูลภาพ PAN ที่ถูกปรับค่าความสว่างแล้ว ภาพ RGB ที่ใช้วิธีที่นำเสนอโดยงานวิจัยฉบับนี้ แสดงให้เห็นว่า ความบิดเบือนของสีจะถูกลดลงได้ โดยแสดงให้เห็นจากค่า SD ซึ่งมีค่าลดลง และค่า CC มีค่ามากขึ้น เมื่อเทียบกับวิธี HIS-RGB เดิม ดังนั้นภาพ RGB ที่เกิดจากการผสมข้อมูลภาพด้วยวิธีที่นำเสนอนี้ จะสามารถนำไปใช้ในการจำแนก และแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม ได้เป็นอย่างดี

### 7.2 ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้ศึกษาถึงข้อมูลภาพถ่าย IKONOS แล้วในด้านของการแปลความหมายข้อมูลภาพนั้น ยังต้องอาศัยการรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลายแถบความยาวคลื่น ความละเอียดต่ำ (RGB) และข้อมูลภาพแถบความยาวคลื่นเดี่ยว ความละเอียดสูง (PAN) ซึ่งยังมีอีกหลายวิธีที่น่าจะลองนำมาประยุกต์ใช้ เช่น การแปลง WAVELET เป็นต้น แต่ปัญหาอื่น ๆ ที่น่าสนใจก็ยังมีอีก อย่างเช่น ปัญหาการต่อภาพ การกำจัดเมฆ เป็นต้น จึงขอเสนอให้ใช้วิธีอื่น ๆ กับภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ในด้านต่าง ๆ แล้วเปรียบเทียบผลการทดลองดู เนื่องจากบางวิธีอาจจะเหมาะสมกับภาพถ่ายดาวเทียมอื่น ๆ แต่ไม่เหมาะสมกับภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ก็เป็นไปได้

### 7.3 บทสรุป

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการรวมข้อมูลภาพแบบใหม่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพสี โดยจะช่วยเพิ่มรายละเอียดให้กับภาพสี หลักการที่นำเสนอคือ การนำภาพหลายแถบความยาวคลื่นจากระบบภาพหลายแถบความยาวคลื่นที่มีรายละเอียดต่ำ ของ IKONOS (รีโซลูชัน 4 เมตร x 4 เมตร ต่อจุดภาพ) มาทำการอัปแซมปลิง (Upsampling) เพื่อให้เป็นภาพที่มีความละเอียดสูง (รีโซลูชัน 1 เมตร x 1 เมตร ต่อจุดภาพ) นำมาผสมกันเป็นภาพสีระบบ RGB จากนั้นนำภาพ RGB มาแปลงเป็นระบบ HIS โดยภาพองค์ประกอบ I ที่ได้จะถูกแทนที่ด้วยภาพ PAN ซึ่งมีรายละเอียดสูง (รีโซลูชัน 1 เมตร x 1 เมตร ต่อจุดภาพ) โดยที่ภาพ PAN ที่ถูกปรับค่าความสว่างให้ใกล้เคียงกับภาพหลายแถบความยาวคลื่นเดิม โดยผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักอันดับที่หนึ่ง จากการใช้ PCA ในการแปลงให้กับภาพ RGB ส่วนองค์ประกอบ H และ S ยังคงเอามาจากภาพหลายแถบความยาวคลื่น จากนั้นจะนำเอา IHS กลุ่มดังกล่าวนี้มาทำการแปลงกลับเป็น RGB ซึ่งภาพสีที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ จะได้ภาพที่มีรายละเอียดสูงขึ้น โดยภาพนี้จะมีคุณภาพของสเปกตรัม (Spectral) ที่ดีกว่า ซึ่งอธิบายได้จากค่า SD ที่มีค่าน้อยลง เมื่อเทียบกับวิธีการรวมข้อมูลภาพ (Fusion) แบบเดิม และความเหมือนกันของโครงสร้างขนาดเล็กของภาพที่มากขึ้น ซึ่งอธิบายได้จากค่า CC ที่มีค่ามากขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการรวมข้อมูลภาพ (Fusion) แบบเดิม ภาพที่ได้จากการรวมข้อมูลภาพ (Fusion) แบบใหม่นี้ จึงเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการงานการจำแนกข้อมูล และการตีความหมายจากภาพถ่ายดาวเทียมสีที่ได้

## บรรณานุกรม

- [1] จั๊กกฤษณ์ หอมทอง “การผสมภาพจากข้อมูลและการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักกับภาพ Pan ด้วยวิธี HIS และ WAVELET TRANSFORM” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545
- [2] สักริยา ชิตวงค์ “การกำจัดรอยตะเข็บออกจากการต่อภาพสีของภาพถ่ายดาวเทียม MOS-I MESSR” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2536
- [3] Audicana, M. G., Saleta, J. L., Catalan, R. G., and Garcia, R. (2004). Fusion of multispectral and panchromatic images using improved IHS and PCA mergers based on wavelet decomposition. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing.*, 42(6):1291-1299.
- [4] Choi, M. (2006). A New intensity-hue-saturation fusion approach to image fusion with a tradeoff parameter. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing.*, 44(6):1672-1682.
- [5] Tu, T.-M., Huang, P. S., Hung, C.-L., and Chang, C.-P. (2004). A fast intensity-hue-saturation fusion technique with spectral adjustment for IKONOS imagery. *IEEE Letters Geoscience and Remote Sensing*, 1(4):309-312.
- [6] นฤพร หินสมุทร "การต่อภาพและการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีค่าความละเอียดต่างกัน" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2543
- [7] วีระพล คงนุ่น "การแบ่งส่วนพื้นที่ของภาพที่ผ่านการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยทฤษฎีกราฟ" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545
- [8] ประยงค์ ลิขิตการ ไพบุลย์ "อิมเมจรีจิสเตรชันที่ความละเอียดหลายระดับ" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2547

- [9] ทนง ธนพันธุ์พาณิชย์ "การกำจัดเมฆและเงาเมฆโดยพร้อมๆ กัน ในภาพถ่ายดาวเทียมสองภาพด้วยฮีสโตแกรมสามมิติ" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2536
- [10] สุกฤตிக์ มัชคาม "การตรวจหาขอบวัตถุในภาพ SAR โดยใช้การแยกองค์ประกอบเวฟเล็ต" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2547
- [11] ธงชัย นามมัน "การปรับปรุงภาพสีที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยการทำฮีสโตแกรมแบบปรับเรียบภายในพื้นที่ย่อย" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545
- [12] สารท คำมูล "การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพสีจากหลายแถบความยาวคลื่นโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2541





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# Conference Program

~93~

**Data Standards II — Development of Image Sensor Model Standards**  
 Moderator: Richard A. Pearsall, *National Geospatial-Intelligence Agency*  
**Room A 103**

The DOD Geospatial Intelligence Standards Working Group Community  
 Sensor Model Focus Group  
 Cecil Sunderland, *Seicorp*

Development of an ISO Common Sensor Model  
 TBD

~94~

**Data Fusion**  
 Moderator: Andrea Laliberte, *U.S. Department of Agriculture-ARS,*  
*Jornada Experimental Range*  
**Room B116**

Bringing a Vector/Image Conflation Tool to the Commercial Market  
 Lou Martucci, *Battelle PNWD; BKF Systems*  
 Boris Kovalerchuk, Gamal Seedahmed, and Peter Doucette

Procedure for Orthorectification of Sub-decimeter Resolution Imagery  
 Obtained with an Unmanned Aerial Vehicle (UAV)  
 Andrea Laliberte, *U.S. Department of Agriculture-ARS, Jornada*  
*Experimental Range*

Traig Winters and Al Rango

Fast Intensity-hue-saturation Fusion Approach via Principal Component  
 Analysis for IKONOS Imagery  
 Prichai Minhayenud, *King Mongkut's Institute of Technology*  
*Ladkrabang, Thailand*  
 Prakya Chitwong and Fusak Cheevasuvit

~95~

**Close-Range Photogrammetry**  
 Moderator: Ming-Chih Hung, *Northwest Missouri State University*  
**Room B114**

Mapping Cemeteries with Balloon Aerial Photography  
 Ming-Chih Hung, *Northwest Missouri State University*  
 Eric Wolf

UAV-based Photogrammetric Mapping System for Road Condition  
 Assessment  
 Junsun Zhang, *South Dakota State University*

Collect Spatial Information from a Single Photo with the 3D Perspective  
 Grid Plate  
 Shuo Huang, *Department of Construction Engineering, CYUT, Taiwan*  
 Yi-Wei Wu

~96~

**Agricultural Applications II**  
 Moderator: Rick Mueller, *U.S. Department of Agriculture-NASS*  
**Room B115**

Hyperspectral Analysis of Short Rotation Woody Crops Grown with a  
 Range of Nutrient and Water Availability  
 Jungho Im, *State University of New York College of Environmental*  
*Science and Forestry*

John Jensen, Mark Coleman, and Eric Nelson

Assessment of Landsat 7 ETM+, AWiFS, and UK-DMC Satellite Imagery in  
 Agriculture Extraction and Illicit Poppy Cultivation Estimates  
 Wendy Wilson, *MDA Federal Inc.*

Clay Baros and Jacqueline Luders

Research to Operational: A Paradigm Shift for Remote Sensing Based  
 Acreage Estimates  
 Rick Mueller, *U.S. Department of Agriculture-NASS*

~97~

**3D Feature Extraction**  
 Moderator: Paul Pope, *Los Alamos National Laboratory*  
**Room A104**

Synthetic Image Chip Creation through Photogrammetric and Computer  
 Graphics Techniques  
 Paul Pope, *Los Alamos National Laboratory*

~98~

**Improving Disaster Management and Emergency Response**  
 Moderator: Bruce A. Davis, *NASA/DHS*  
**Room A106**

Adding Historical Image Collections and Future Plans to the Remote  
 Sensing Hazard Guidance System  
 Michael E. Hodgson, *University of South Carolina*  
 Bruce A. Davis, Clio Andris, Bandana Kar

An Approach to the Optimal Selection and Processing of Remote Sensing  
 Data for Hurricane Disaster Response  
 Greg Easson, *University of Mississippi*  
 Bruce A. Davis and Robert E. Ryan

Real-time Airborne Data Management System  
 Charles Mondello, *EVP Corporate Development, Pictometry*  
*International*

## A FAST INTENSITY-HUE-SATURATION FUSION APPROACH VIA PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR IKONOS IMAGERY

**S. Minhayenud, S. Chitwong and F. Cheevasuvit**

Department of Instrumentation Engineering, Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok, 10520 THAILAND

[kcsakrey@kmitl.ac.th](mailto:kcsakrey@kmitl.ac.th), [kcfusak@kmitl.ac.th](mailto:kcfusak@kmitl.ac.th)

### ABSTRACT

To enhance spatial information of low resolution multi-spectral (RGB) image, the intensity-hue-saturation (IHS) approach is perfectly used to fuse the low resolution RGB image and the high resolution panchromatic (Pan) image by replacing intensity component with the high-resolution Pan image. Disadvantage of the mentioned approach is that color of a fused image is changed because the saturation component is changed or spectral of the low resolution RGB image and the high resolution Pan image is different, that is, spectral information of the fused RGB image is distorted. This problem is important for applying the fused image for classification. To solve this problem, in this paper, we employ the principal component analysis (PCA) transformation to extract information from the low resolution RGB image. In procedure of fusion method, the first principal component is used to adjust brightness of the high resolution Pan image. The intensity component from IHS transformation is replaced by the adjusted brightness high-resolution Pan image. The experimental results by using IKONOS imagery show that the proposed approach is better performance than the original IHS methods by improving spectral distortion and still correlating to the Pan image.

### INTRODUCTION

Recently, multi-sensor image fusion has been proposed by many researchers based on IHS approach. One of the main disadvantage of one is that the spectral of the fused image is distorted. The mentioned problem decrease capability of GIS application to use the fused RGB image for classification and interpretation. The last researching report (Choi, M.,2006) proposed the method to reduce the spectral distortion by using parameter to adjust the intensity of intensity component from RGB-IHS transformation and the Pan image but the parameter not have the closed form. Then, in this paper, as mentioned concept to reduce spectral distortion based on the IHS approach by which the intensity component and the Pan image must have the corresponding intensity. Since intensity component in IHS space come from the RGB image, the information used to match brightness of the Pan image to correspond with intensity of the all RGB image must then have the information of the RGB image more and more possible. One of method to concentrate the all information of the RGB image to single image is principal component analysis and also the first principal component which contains the most information is used to match brightness of them. As mentioned method, it is simple and low computational processing and also can solve the main problem of the conventional IHS approach.

This paper is organized as follows. In Section 2 and 3, principal component transformation and fast intensity-hue-saturation are briefly described; in Section 4 fusion method and experimental results are described, respectively. The conclusion is given in Section 5.

### PRINCIPAL COMPONENT TRANSFORMATION

To concentrate the multi-band data to single band, the principal component transformation can be accomplished by the following steps:

1. Calculate the covariance matrix  $C_X$  by

$$C_X = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (\mathbf{X}_i - M)(\mathbf{X}_i - M)^T, \quad (1)$$

where  $\mathbf{X}$  is a given N-dimensional variable,  $M$  is the mean vector and  $k$  is the number of pixels. The principal component  $Y_i$  can be denoted by

**ASPRS 2008 Annual Conference  
Portland, Oregon ♦ April 28 - May 2, 2008**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mathbf{Y}_i = a_{1i}\mathbf{X}_1 + a_{2i}\mathbf{X}_2 + \dots + a_{Ni}\mathbf{X}_N, \quad (2)$$

or

$$\mathbf{Y}_i = \mathbf{a}_i^T \mathbf{X}. \quad (3)$$

All transformed component can be written by

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

where  $\mathbf{A}$  is the eigenvector matrix. The covariance matrix of new  $\mathbf{Y}$  covariance is obtained by

$$\mathbf{C}_Y = \mathbf{A} \mathbf{C}_X \mathbf{A}^T, \quad (5)$$

where  $\mathbf{C}_X$  is a diagonal matrix, consisting of eigenvalue of  $\mathbf{C}_X$ , that is

$$\mathbf{C}_X = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_N \end{bmatrix}, \quad (6)$$

where  $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_N$ .

2. Project the original image onto the eigenvector. The principal component images of each eigenvalue can be obtained by the projection of the original images onto the corresponding eigenvector.

By applying the PCA process to the IKONOS multispectral images as RGB images which are shown in Figure. 2, the three principal component images are shown in the Figure. 3. Table 1 indicates the eigenvalues and percentage of the information of the original RGB images in each of principal component. We see that the first principal component contains information of original RGB image more than 95%.

**Table 1 Information of original RGB images in PCs**

Index	PC1	PC2	PC3
Eigenvalues	$3.9012 \times 10^8$	$0.1471 \times 10^8$	$0.00224 \times 10^8$
% of RGB	95.8361	3.6136	0.5503

### INTENSITY-HUE-SATURATION TRANSFORMATION

The well-known fusion technique is Intensity-Hue-Saturation transformation (IHS). The intensity component is replaced by the high resolution Pan image. The procedure of transformation is as following .

Step 1. Upsample (resize) the low spatial resolution RGB image to the size of the high spatial resolution Pan image.

Step 2. Transform RGB into HIS as equation (6),

$$\begin{bmatrix} I \\ v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ -\frac{\sqrt{2}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{6} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

Step 3. The intensity component  $I$  is replaced by the high resolution Pan image.

Step 4. Back transform IHS into R'G'B' as equation (7),

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Pan} \\ v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

where  $R$ ,  $G$ ,  $B$ ,  $I$ ,  $v_1$ , and  $v_2$  represent corresponding values in the original RGB image.  $R'$ ,  $G'$ , and  $B'$  are corresponding values in the fused image. By rewriting (7), a computationally efficient method can be expressed as

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I + (\text{Pan} - I) \\ v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I + \delta \\ v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R + \delta \\ G + \delta \\ B + \delta \end{bmatrix} \quad (8)$$

where

$$\delta = \text{Pan} - I \quad (9)$$

Equation (8) states that the fused image  $[R', G', B']^T$  can be easily obtained from the original image  $[R, G, B]^T$  simply by using addition operation only. That is, the IHS fusion can be implemented efficiently by this procedure.

## FUSION METHOD EXPERIMENTAL RESULTS

To overcome the disadvantage of fusion method using IHS approach, that is, the spectral of the fused image is destroyed. In this paper, we propose the fusion method based on the IHS approach as many previous research (Audicana, M. G., Saleta, J. L., Catalan, R. G., and Garcia, R., 2004; Choi, M., 2006; Tu, T.-M., Huang, P. S., Hung, C.-L., and Chang, C.-P., 2004), but the simple technique is represented by adjusting brightness of the high resolution Pan image shown in Figure 4(a) to correspond with that of the first principal component from the original RGB image. Figure 1 show the fusing scheme consisting of up-sampling process which is resize of low resolution image into high resolution image, RGB to IHS to RGB transformation, principal component transformation, and brightness matching. The intensity component from RGB-IHS transformation is then replaced by the adjusted brightness high resolution Pan image shown in Figure. 4(b) and back transform to R'G'B' image as fused RGB image shown in Figure. 5(b), while Figure. 5(a) shows the fused RGB image from directly replacing the intensity component with the high resolution Pan image. In our experiment, we use the IKONOS image of 128-by-128 sizes for low resolution RGB image and 512-by-512 sizes for high resolution Pan image. The principal components can be derived from the original low resolution RGB image using principal component transformation as described in previous section. We selected the first principal component PC1, which had approximately 95% of information in the original RGB image. The brightness of Pan image is adjusted to correspond with that of intensity component which is the PC1 image, namely  $I'$ . Intensity component  $I$  from the RGB-IHS transformation is replaced by  $I'$  image. Finally, fused RGB image can be derived from I'HS to R'G'B' transformation shown in Figure 5(b). To confirm the performance of our fusion method

corresponding with reducing spectral distortion and high resolution RGB image, we basically use correlation coefficient CC and standard deviation SD, that is, CC value between each of the fused RGB images and the Pan image reach to 1 while SD values of difference image between the original RGB images and the fused RGB images reach to 0. Both CC and SD in Table 2 indicate that the CC values of our fusion method are more than that of IHS fusion method and SD values are less than.

**Table 2 The numerical performance index**

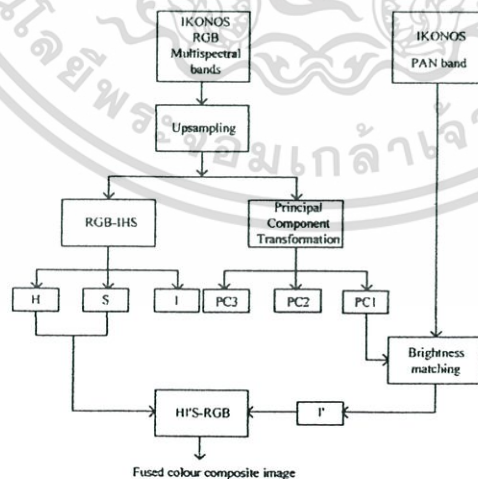
Index	Image	IHS	Our IHS
CC	R'-Pan	0.9370	0.9500
	G'-Pan	0.9405	0.9532
	B'-Pan	0.8483	0.8821
SD	R-R'	7.0483	5.4742
	G-G'	6.6567	5.5152
	B-B'	6.5240	5.0489

## CONCLUSIONS

In this paper, we present the fusion method as simple technique by fusing image from RGB image and the Pan image at which its brightness is adjusted to correspond to the first principal component derived from the original RGB image and also containing information more than 95%. The intensity component from RGB-IHS transformation is replaced by the adjusted brightness Pan image. The fused RGB image from our fusion method show that spectral distortion can reduce by indicating SD values and it is the high resolution multi-spectral image by indicating CC values. Therefore, the fused RGB image of IHS-RGB will be useful for terrain feature classification and interpretation.

## REFERENCES

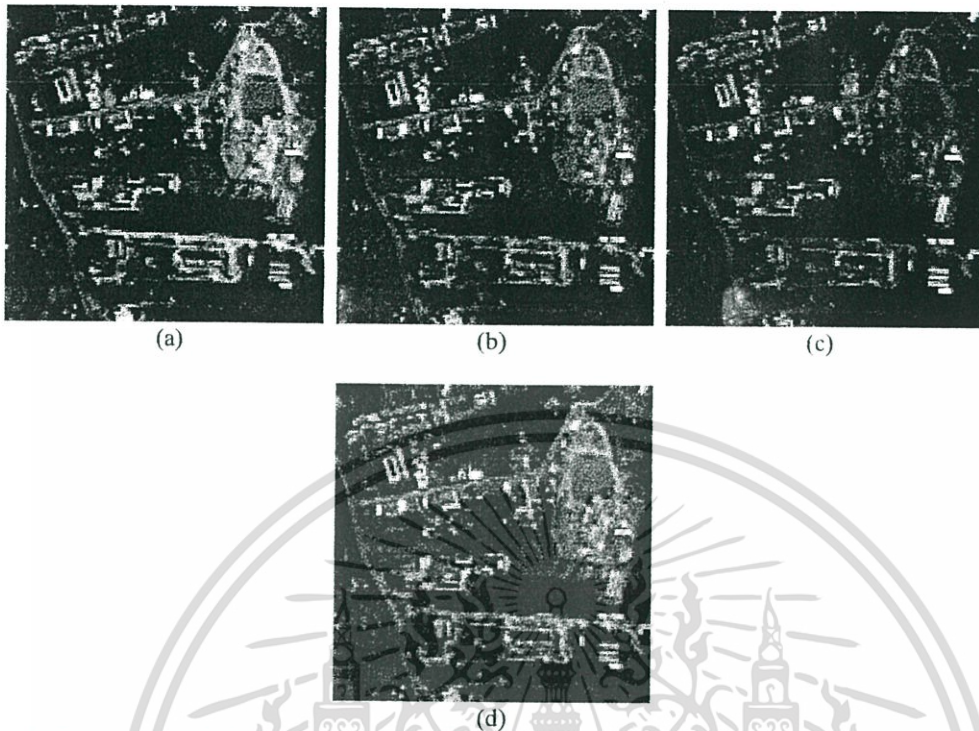
- Audicana, M. G., Saleta, J. L., Catalan, R. G., and Garcia, R. (2004). Fusion of multispectral and panchromatic images using improved IHS and PCA mergers based on wavelet decomposition. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, 42(6):1291-1299.
- Choi, M. (2006). A New intensity-hue-saturation fusion approach to image fusion with a tradeoff parameter. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, 44(6):1672-1682.
- Tu, T.-M., Huang, P. S., Hung, C.-L., and Chang, C.-P. (2004). A fast intensity-hue-saturation fusion technique with spectral adjustment for IKONOS imagery. *IEEE Letters Geoscience and Remote Sensing*, 1(4):309-312.



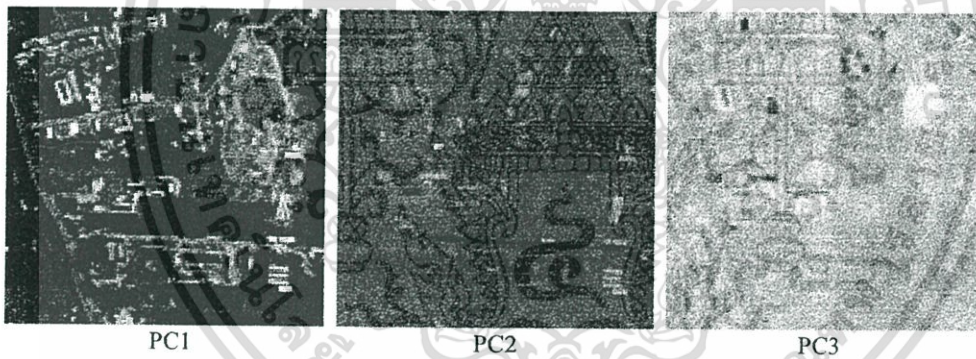
**Figure 1. The fusing scheme.**

ASPRS 2008 Annual Conference  
Portland, Oregon ♦ April 28 - May 2, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



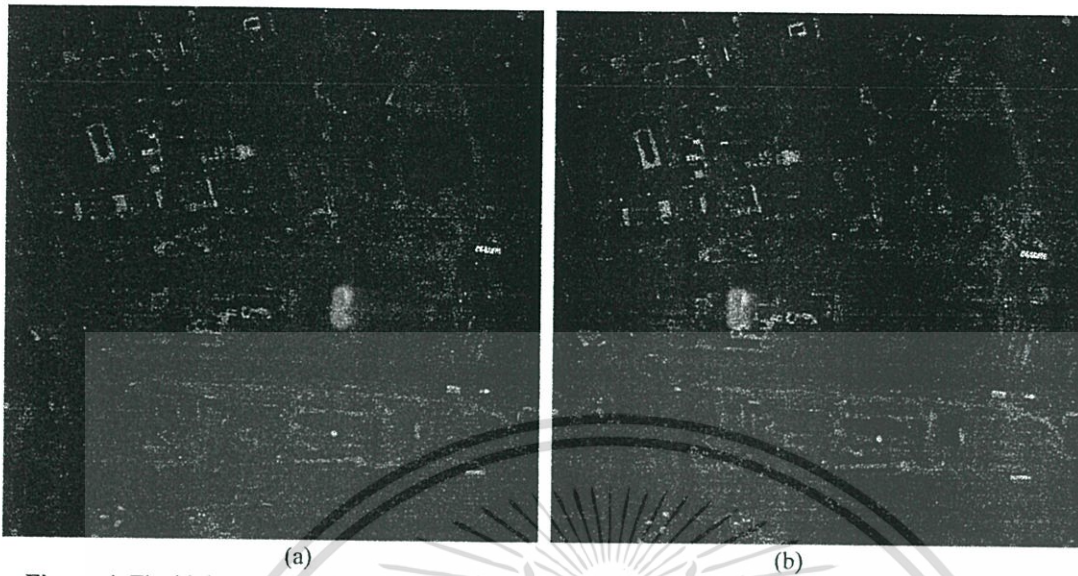
**Figure 2.** The original RGB IKONOS image (a) Red image (b) Green image (c) Blue image (d) RGB image.



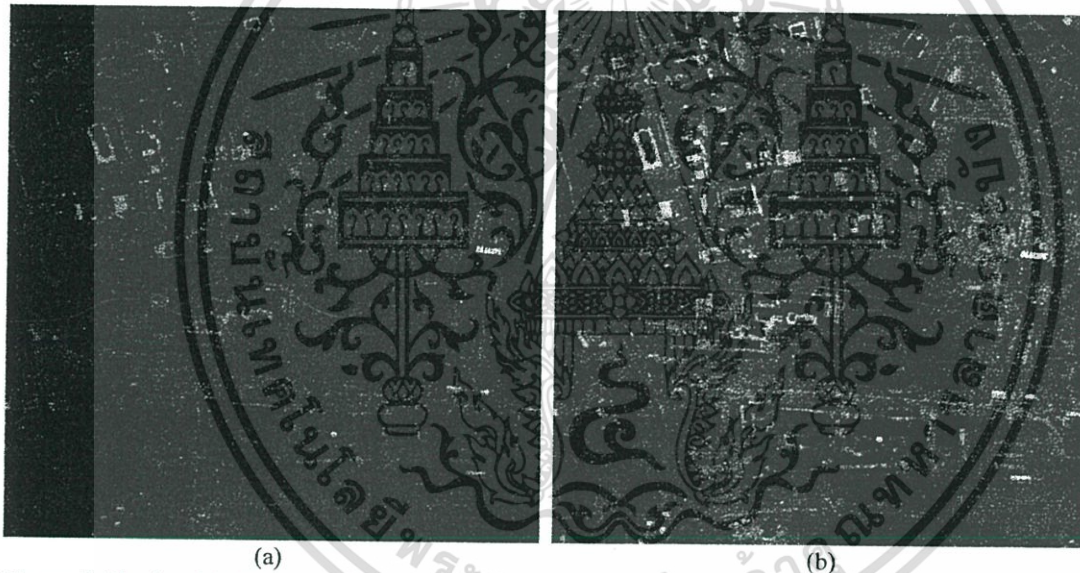
**Figure 3.** The three principal component image.

ASPRS 2008 Annual Conference  
Portland, Oregon ♦ April 28 - May 2, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Figure 4.** The high resolution Pan image (a) Original Pan image (b) the Adjusted brightness Pan image.



**Figure 5.** The fused RGB image (a) intensity component replaced by Pan Image (b) replaced by the adjusted brightness Pan image.

ASPRS 2008 Annual Conference  
Portland, Oregon • April 28 - May 2, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* PROGRAM : HADJBR.CPP
+++++*/
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <malloc.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <math.h>

#define PI 3.1415926
#define LIMIT 4096
#define THDLOW 50

#define uc unsigned char
static char ImageName[3][50];
unsigned char **data1,**data2,**data3;
int xsize1,ysize1,xsize2,ysize2;

void merror(char *txt)
{
    printf("\n%s\n",txt);
    exit(1);
}

void OpenFileErr(char strbuf[])
{
    printf("\nFile %s not found",strbuf); exit(1);
}

void ReadFileErr(char strbuf[])
{
    printf("\nFile %s can not read",strbuf); exit(1);
}

float mean(unsigned char **data, int xsize, int ysize)
{
    int x,y;
    float sum;
    sum=0;
    for(y=0;y<ysize;y++)
        for(x=0;x<xsize;x++)
            sum=sum+data[y][x];
    sum=sum/(xsize*ysize);
    return(sum);
}

float stddeviation(unsigned char **data, int xsize, int ysize, float mn)
{
    int x,y;
    float cat,sum;
    sum=0;
    for(y=0;y<ysize;y++)
        for(x=0;x<xsize;x++)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        cat=data[y][x]-mn;
        if(cat<0)
            cat=0;
        sum=sum+pow(cat,2);
    }
sum=sum/(xsize*ysize);//std
sum=sqrt(sum);
return(sum);
}

////////////////////////////////////
void main(short int argc,char *argv[])
{
FILE *fh;
float pmean,smean,pstd,sstd;
int x,y,cat;
float a;

if(argc<7)
{
    printf("\nhadjbr iname1.img xsize1 ysize1 iname2.img oname.img xsize2 ysize2\n");
    exit(1);
}
sprintf(ImageName[0],"%s",argv[1]);
xsize1=(long)atol(argv[2]);
ysize1=(long)atol(argv[3]);
sprintf(ImageName[1],"%s",argv[4]);
sprintf(ImageName[2],"%s",argv[5]);
xsize2=(long)atol(argv[6]);
ysize2=(long)atol(argv[7]);

printf("\nAdjust Brightness from %s and %s to %s",argv[1],argv[4],argv[4]);

if((data1=(unsigned char **)malloc(sizeof(char *)*ysize1))==NULL)
    merror("allocate unsigned char ** data1");
for(y=0;y<ysize1;y++)
    if((data1[y] = (unsigned char*)calloc(xsize1,sizeof(char)))==NULL)
        merror("allocate unsigned char * data1");
if((data2=(unsigned char **)malloc(sizeof(char *)*ysize2))==NULL)
    merror("allocate unsigned char ** data2");
for(y=0;y<ysize2;y++)
    if((data2[y] = (unsigned char*)calloc(xsize2,sizeof(char)))==NULL)
        merror("allocate unsigned char * data2");
if((data3=(unsigned char **)malloc(sizeof(char *)*ysize2))==NULL)
    merror("allocate unsigned char ** data3");
for(y=0;y<ysize2;y++)
    if((data3[y] = (unsigned char*)calloc(xsize2,sizeof(char)))==NULL)
        merror("allocate unsigned char * data3");

printf("\nopen and read file...");
if((fh=fopen(ImageName[0],"rb"))==NULL)
    OpenFileErr(ImageName[0]);
for(y=0;y<ysize1;y++)
    fread(data1[y],xsize1,sizeof(char),fh);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

fclose(fh);

if((fh=fopen(ImageName[1],"rb"))==NULL)
    OpenFileErr(ImageName[1]);
for(y=0;y<ysize2;y++)
    fread(data2[y],xsize2,sizeof(char),fh);
fclose(fh);
printf("ok..");

/////image processing
pmean=mean(data1,xsize1,ysize1);
pstd=stddeviation(data1,xsize1,ysize1,pmean);

smean=mean(data2,xsize2,ysize2);
sstd=stddeviation(data2,xsize2,ysize2,smean);
printf("\n[A std==%f] [B std==%f]",pstd,sstd);
printf("\n[A mean==%f] [B mean==%f]",pmean,smean);

a=pstd/sstd;
for(y=0;y<ysize2;y++)
{
    for(x=0;x<xsize2;x++)
    {
        cat=data2[y][x];
        cat=a*cat+pmean-a*smean;

        if(cat>255)
            cat=255;
        else if(cat<0)
            cat=0;

        data3[y][x]=cat;
    }//end x
} //end y
if((fh=fopen(ImageName[2],"wb"))==NULL)
    OpenFileErr(ImageName[2]);
for(y=0;y<ysize2;y++)
    fwrite(data3[y],xsize2,sizeof(char),fh);
fclose(fh);
}

%+++++
++
function [X,map,out3]=bmpread(filename);
%BMPREAD Read a BMP (Microsoft Windows Bitmap) file from disk.
%
% Note: This function is obsolete and may be removed in future
% versions. Use IMREAD instead.
%
% [X,MAP]=BMPREAD('filename') reads the file 'filename' and
% returns the indexed image X and associated colormap
% MAP. If no extension is given for the filename, the
% extension '.bmp' is assumed.
%
% [R,G,B]=BMPREAD('filename') reads the 24-bit BMP file

```

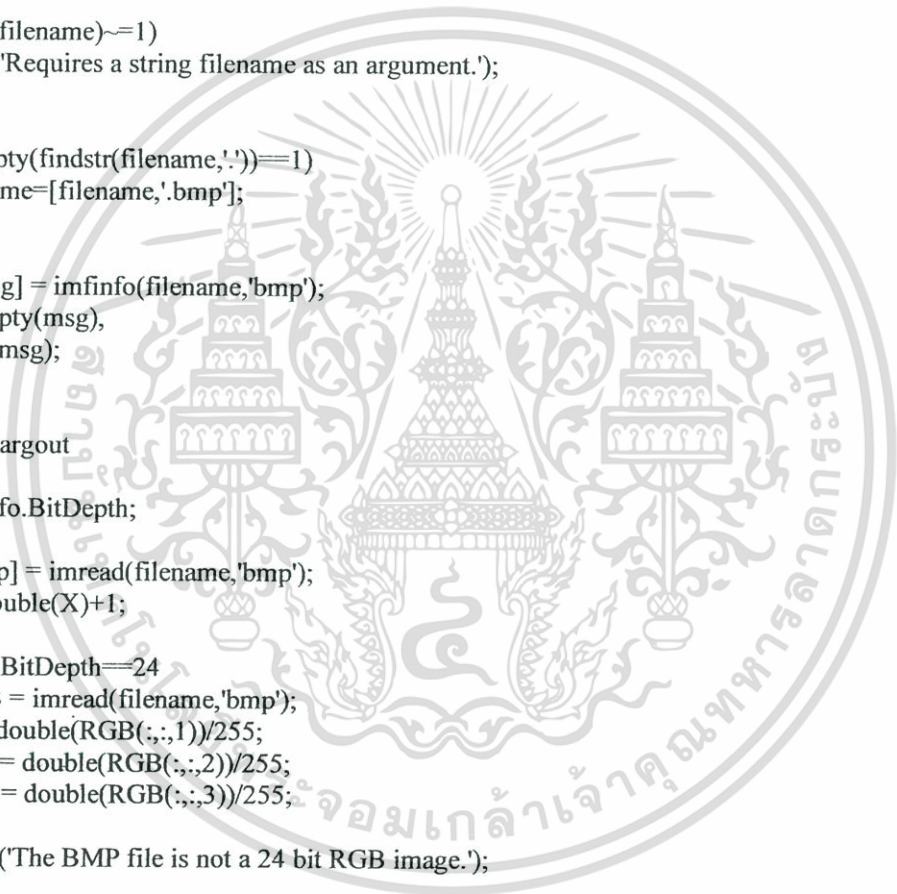
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

% from the file 'filename'.
%
% BPP=BMPREAD('filename') returns the number of bits per
% pixel in the BMP file.
%
% See also IMREAD, IMFINFO.

% Copyright 1993-2002 The MathWorks, Inc.
% $Revision: 5.14 $ $Date: 2002/03/15 15:26:27 $
warning(['This function is obsolete and may be removed ',...
'in future versions. Use IMREAD instead.']);

if (nargin~=1)
    error('Requires a filename as an argument.');
```



```

end;

if (isstr(filename)~=1)
    error('Requires a string filename as an argument.');
```

```

end;

if (isempty(findstr(filename,'.'))==1)
    filename=[filename,'.bmp'];
end;

[info,msg] = imfinfo(filename,'bmp');
if ~isempty(msg),
    error(msg);
end

switch nargout
case 1,
    X = info.BitDepth;
case 2,
    [X,map] = imread(filename,'bmp');
    X = double(X)+1;
case 3,
    if info.BitDepth==24
        RGB = imread(filename,'bmp');
        X = double(RGB(:, :, 1))/255;
        map = double(RGB(:, :, 2))/255;
        out3 = double(RGB(:, :, 3))/255;
    else
        error('The BMP file is not a 24 bit RGB image.');
```

```

    end
otherwise,
    error('Invalid input arguments.');
```

```

end
% rdimg
+++++
clc;
close all;
clear all;

[image_2D_1 map] = bmpread('ms-band1-bicubic');
[image_2D_2 map] = bmpread('ms-band2-bicubic');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[image_2D_3 map] = bmpread('ms-band3-bicubic');
[image_2D_4 map] = bmpread('ms-band4-bicubic');
[image_2D_5 map] = bmpread('ms-band5-bicubic');
[image_2D_7 map] = bmpread('ms-band7-bicubic');

size_image_2D_1 = size(image_2D_1);
size_image_1D = size_image_2D_1(1)*size_image_2D_1(2);
image_1D = zeros(1,size_image_1D);
%pixel_n = 1;

%for i = 1:size_image_2D(1)
%   for j = 1:size_image_2D(2)
%       image_1D(pixel_n) = image_2D(i,j);
%       pixel_n = pixel_n + 1;
%   end
%end

%image_2D2 = reshape(image_1D,size_image_2D(1),size_image_2D(2));
%figure(2);
%colormap(gray(256));
%image(image_2D2);

R = (image_2D_5 + image_2D_7)/2;
G = (image_2D_3 + image_2D_4)/2;
B = (image_2D_1 + image_2D_2)/2;

a1 = [1/3 1/3 1/3;
      -sqrt(2)/6 -sqrt(2)/6 -2*sqrt(2)/6;
      1/sqrt(2) -1/sqrt(2) 0];

bmpwrite(R,map,'R');
bmpwrite(G,map,'G');
bmpwrite(B,map,'B');

figure(1);
colormap(gray(256));
image(image_2D_1);

% addline
+++++

clc;
clear;
close;

xsize=153;
ysize=613;

[b1,map]=imread('p-bi.bmp');
b1_ = zeros(154,613);
for i=1:153
    for j=1:613
        b1_(i,j) = b1(i,j);
    end
end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

imwrite(b1_map,'p-bi_.bmp');

% CC_P
+++++
% Calculate the correlation coefficient
clear all
close all

[p,map] = imread('p.bmp');
p = double(p);
imsz = size(p);
xsz = imsz(1);
ysz = imsz(2);
p_ = reshape(p,[ysz xsz]);

[rp,map12] = imread('Rbi2HSVp2R.bmp');
[gp,map22] = imread('Gbi2HSVp2G.bmp');
[bp,map32] = imread('Bbi2HSVp2B.bmp');
rp = double(rp);
gp = double(gp);
bp = double(bp);

rp_ = reshape(rp,[ysz xsz]);
gp_ = reshape(gp,[ysz xsz]);
bp_ = reshape(bp,[ysz xsz]);

[rpb,map13] = imread('Rbi2HSVpBri2R.bmp');
[gpb,map23] = imread('Gbi2HSVpBri2G.bmp');
[bpb,map33] = imread('Bbi2HSVpBri2B.bmp');
rpb = double(rpb);
gpb = double(gpb);
bpb = double(bpb);

rpb_ = reshape(rpb,[ysz xsz]);
gpb_ = reshape(gpb,[ysz xsz]);
bpb_ = reshape(bpb,[ysz xsz]);

CC_P_RP = corrcoef(p_,rp_)
CC_P_GP = corrcoef(p_,gp_)
CC_P_BP = corrcoef(p_,bp_)

CC_P_RPB = corrcoef(p_,rpb_)
CC_P_GPB = corrcoef(p_,gpb_)
CC_P_BPB = corrcoef(p_,bpb_)

% SD
+++++
% Calculate the correlation coefficient
clear all
close all

[r,map11] = imread('r-bi_.bmp');
[g,map21] = imread('g-bi_.bmp');
[b,map31] = imread('b-bi_.bmp');
r = double(r);

```

```

g = double(g);
b = double(b);

std_r = std(std(r))
std_g = std(std(g))
std_b = std(std(b))

imshow = size(r);
xsize = imshow(1);
ysize = imshow(2);
r_ = reshape(r,[ysize xsize]);
g_ = reshape(g,[ysize xsize]);
b_ = reshape(b,[ysize xsize]);

[rp,map12] = imread('Rbi2HSVp2R.bmp');
[gp,map22] = imread('Gbi2HSVp2G.bmp');
[bp,map32] = imread('Bbi2HSVp2B.bmp');
rp = double(rp);
gp = double(gp);
bp = double(bp);
std_rp = std(std(rp))
std_gp = std(std(gp))
std_bp = std(std(bp))

rp_ = reshape(rp,[ysize xsize]);
gp_ = reshape(gp,[ysize xsize]);
bp_ = reshape(bp,[ysize xsize]);

[rpb,map13] = imread('Rbi2HSVpBri2R.bmp');
[gpb,map23] = imread('Gbi2HSVpBri2G.bmp');
[bpb,map33] = imread('Bbi2HSVpBri2B.bmp');
rpb = double(rpb);
gpb = double(gpb);
bpb = double(bpb);

std_rpb = std(std(rpb))
std_gpb = std(std(gpb))
std_bpb = std(std(bpb))

rpb_ = reshape(rpb,[ysize xsize]);
gpb_ = reshape(gpb,[ysize xsize]);
bpb_ = reshape(bpb,[ysize xsize]);

dif_std_r_rp = abs(std_r - std_rp)
dif_std_g_gp = abs(std_g - std_gp)
dif_std_b_bp = abs(std_b - std_bp)

dif_std_r_rpb = abs(std_r - std_rpb)
dif_std_g_gpb = abs(std_g - std_gpb)
dif_std_b_bpb = abs(std_b - std_bpb)

% rgbADDi
+++++

clc;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clear;
close;

[b1,map1]=imread('r.bmp');
[b2,map2]=imread('g.bmp');
[b3,map3]=imread('b.bmp');
[b4,map4]=imread('i.bmp');
ri = (b1+b4/3)/2;
gi = (b2+b4/3)/2;
bi = (b3+b4/3)/2;

imwrite(ri,map1,'ri.bmp');
imwrite(gi,map2,'gi.bmp');
imwrite(bi,map3,'bi.bmp');

% pca3_rgb
+++++

clc;
clear;
close;

xsize=613;
ysize=154;
num=3;%number of band input imagery
imgsize=xsize*ysize;

A=zeros(num,imgsize);
B=zeros(num,imgsize);

[b1,map]=imread('r.bmp');
b1c=reshape(b1,[1 imgsize]);
A(1, 1:imgsize)=b1c;

[b2,map]=imread('g.bmp');
b2c=reshape(b2,[1 imgsize]);
A(2, 1:imgsize)=b2c;

[b3,map]=imread('b.bmp');
b3c=reshape(b3,[1 imgsize]);
A(3, 1:imgsize)=b3c;

b1_=mean(b1c);
b2_=mean(b2c);
b3_=mean(b3c);

B(1,1:imgsize)=A(1,1:imgsize)-b1_;
B(2,1:imgsize)=A(2,1:imgsize)-b2_;
B(3,1:imgsize)=A(3,1:imgsize)-b3_;

% C variable is covariance matrix
covariance=B*B'
[eigenvectors eigenvalues]=eig(covariance)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%%armote edit for compute the percent
sum_eigen=trace(eigenvalues)
%max3eigen=eigenvalues(num,num)+eigenvalues(num-1,num-1)+eigenvalues(num-2,num-
2)
max1eigen=eigenvalues(num,num);
%percent=max3eigen/sum_eigen
percent=max1eigen/sum_eigen
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% project eigenvectors
C=B'*eigenvectors;

b1c=C(1:imgsize,1);
b2c=C(1:imgsize,2);
b3c=C(1:imgsize,3);

% find max/min values from data passed projection
max1=max(b1c);
max2=max(b2c);
max3=max(b3c);

min1=min(b1c);
min2=min(b2c);
min3=min(b3c);
% scale data from projection result
b1c=(b1c-min1)/(max1-min1);
b2c=(b2c-min2)/(max2-min2);
b3c=(b3c-min3)/(max3-min3);

b1c=b1c*255.0;
b2c=b2c*255.0;
b3c=b3c*255.0;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% read for using map as standard
[xx,map]=imread('lena512.bmp');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

b1=reshape(b1c,[ysize xsize]);
b1=b1+1;
imwrite(b1,map,'pc31.bmp');

b2=reshape(b2c,[ysize xsize]);
b2=b2+1;
imwrite(b2,map,'pc32.bmp');

b3=reshape(b3c,[ysize xsize]);
b3=b3+1;
imwrite(b3,map,'pc33.bmp');

% Up-Sampling
+++++
upsampletimes = 4;

[A,map1] = imread('rgb-128.bmp');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%IMAGE RESIZE is developed by OUR-SELF
maxAi = size(A,1);
maxAj = size(A,2);

B = zeros(maxAi*upsamplentimes, maxAj*upsamplentimes);

ia = 1;
for ib=1:size(B,1)
    ja = 1;
    for jb=1:size(B,2)
        if ib>upsamplentimes*ia
            ia = ia + 1;
        end
        if jb>upsamplentimes*ja
            ja = ja + 1;
        end
        B(ib,jb) = A(ia,ja);
    end
end

imwrite(B,map1,'rgb-512-Self.bmp','bmp');

%Useing the MATLAB function IMRESIZE
[C newmap1] = imresize(A,map1, ...
    [maxAi*upsamplentimes, maxAj*upsamplentimes], ...
    'bicubic');

imwrite(C,newmap1,'rgb-512.bmp','bmp');

% fusion
+++++
clear all
close all

%read 3 image source file
[r,map1] = imread('r.bmp');
[g,map2] = imread('g.bmp');
[b,map3] = imread('b.bmp');

rgb_data = cat(3,r,g,b);
%create HSV data
hsv_data = rgb2hsv(rgb_data);
v = hsv_data(:,:,3);

%read PCA image
[pca_index,map4] = imread('p-bi_.bmp');
pca_index = double(pca_index);
pca_data = (pca_index - 1.0)/max(max(pca_index));

% fusion HSV data with PCA data
hsv_data_new = hsv_data;
hsv_data_new(:,:,3) = pca_data;
%hsv_data_new(:,:,3) = r;
%HSV 2 RGB image

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data_new);
%rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data);
imwrite(v,'v.bmp');
imwrite(rgb_data,'rgb.bmp');
imwrite(rgb_data_new,'rgb_pc.bmp');

% FusionRGBbi
+++++
% RGB to HSV
% P -> V
% HSV' to RGB'
clear all
close all

%read 3 image source file
[r,map1]= imread('r-bi_.bmp');
[g,map2]= imread('g-bi_.bmp');
[b,map3]= imread('b-bi_.bmp');

rgb_data = cat(3,r,g,b);

%create HSV data
hsv_data = rgb2hsv(rgb_data);
v = hsv_data(:,:3);
s = hsv_data(:,:2);
h = hsv_data(:,:1);

%read PCA image
[pca_index,map4]= imread('pcs_bi.bmp');
pca_index = double(pca_index);
pca_data = (pca_index - 1.0)/max(max(pca_index));

% fusion HSV data with PCA data
hsv_data_new = hsv_data;
hsv_data_new(:,:3)=pca_data;
%HSV 2 RGB image
rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data_new);
%rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data);
imwrite(v,'v_bi.bmp');
imwrite(h,'h_bi.bmp');
imwrite(s,'s_bi.bmp');
imwrite(rgb_data,'RGB_bi.bmp');
imwrite(rgb_data_new,'RGBbi2HSVpc2RGB.bmp');

% FusionRGBbiP
+++++
% RGB to HSV
% P -> V
% HSV' to RGB'
clear all
close all

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%read 3 image source file
[r,map1] = imread('r-bi_.bmp');
[g,map2] = imread('g-bi_.bmp');
[b,map3] = imread('b-bi_.bmp');

rgb_data = cat(3,r,g,b);
%create HSV data
hsv_data = rgb2hsv(rgb_data);
v = hsv_data(:,:,3);

%read PCA image
[pca_index,map4] = imread('p.bmp');
pca_index = double(pca_index);
pca_data = (pca_index - 1.0)/max(max(pca_index));

% fusion HSV data with PCA data
hsv_data_new = hsv_data;
hsv_data_new(:,:,3) = pca_data;
%HSV 2 RGB image
rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data_new);
%rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data);
imwrite(v,'v_bi.bmp');
imwrite(rgb_data,'RGB_bi.bmp');
imwrite(rgb_data_new,'RGBbi2HSVp2RGB.bmp');

% FusionRGBbiPbri
+++++
% RGB to HSV
% P' -> V (P' is P is adjusted briness)
% HSV' to RGB'
clear all
close all

%read 3 image source file
[r,map1] = imread('r-bi_.bmp');
[g,map2] = imread('g-bi_.bmp');
[b,map3] = imread('b-bi_.bmp');

rgb_data = cat(3,r,g,b);

%create HSV data
hsv_data = rgb2hsv(rgb_data);
v = hsv_data(:,:,3);

%read PCA image
[pca_index,map4] = imread('p_bri.bmp');
pca_index = double(pca_index);
pca_data = (pca_index - 1.0)/max(max(pca_index));

% fusion HSV data with PCA data
hsv_data_new = hsv_data;
hsv_data_new(:,:,3) = pca_data;
%HSV 2 RGB image
rgb_data_new = hsv2rgb(hsv_data_new);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
imwrite(v,'v_bi.bmp');  
imwrite(rgb_data,'RGB_bi.bmp');  
imwrite(rgb_data_new,'RGBbi2HSVpBri2RGB.bmp');
```



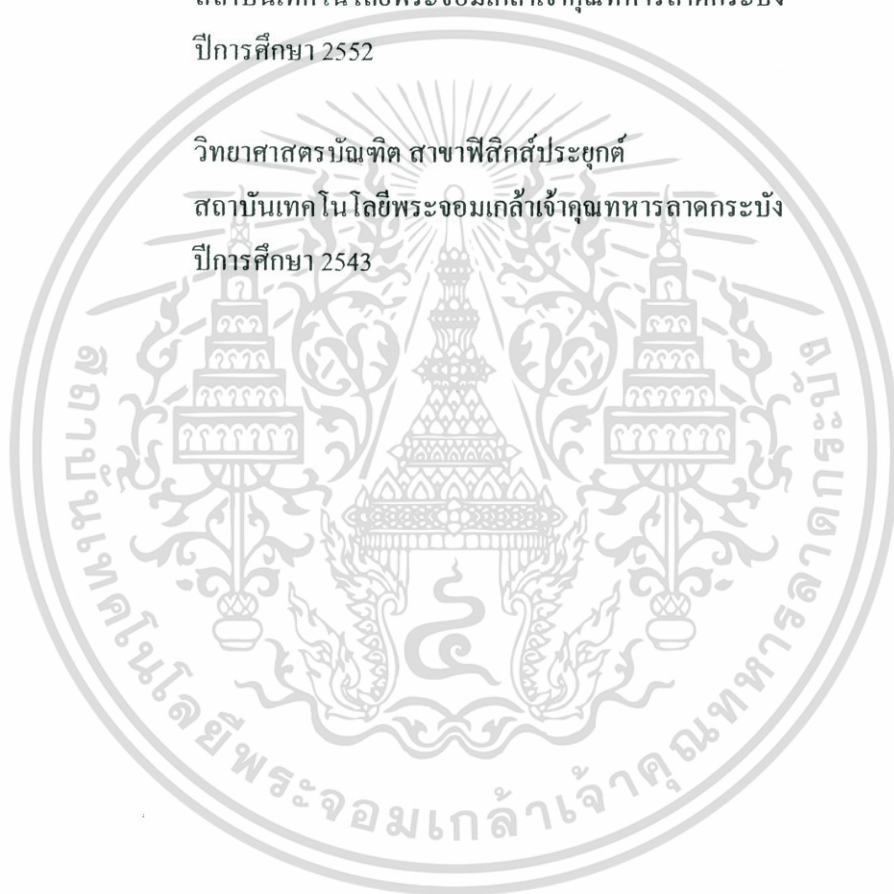
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล : นายศิริชัย มินฮาฮีนุด  
 วัน เดือน ปี เกิด : 6 มีนาคม 2522  
 ที่อยู่ : 224/17 หมู่บ้านสราญสิริรามอินทรา ถนนปัญญาอินทรา  
 แขวงบางชัน เขตคลองสามวา กทม. 10510

ประวัติการศึกษา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ปีการศึกษา 2552

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ประยุกต์  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ปีการศึกษา 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้