การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต

High Resolution Sharpening in Wavelet Base Image Fusion on PCA Transform Technique

พัชยา คีรินทร์

Patchaya Keerin

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

พ.ศ. 2560

การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต

High Resolution Sharpening in Wavelet Base Image Fusion on PCA Transform Technique

พัชยา คีรินทร์

Patchaya Keerin

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต
Thesis Title	High Resolution Sharpening in Wavelet Base Image Fusion on PCA Transform Technique
ชื่อ นามสกุล	นางสาวพัชยา คีรินทร์
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ยิ้มมั่น)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ)

..... กรรมการและเลขานุการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง)
วันที่ 12 เดือน ต.ค. พ.ศ. 2560

ชื่อวิทยานิพนธ์ การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต
ชื่อ สกุล นางสาวพัชยา คีรินทร์
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการหาขอบภาพถือได้ว่ามีความสำคัญในกระบวนการประมวลผลภาพทางดิจิตอล เพราะเนื่องจากในงานด้านการประมวลผลภาพในบางสาขาจำเป็นต้องอาศัยลายเส้นหรือขอบภาพที่มีความสมบูรณ์ของรายละเอียดของภายในภาพถ่ายนั้นๆ อีกทั้งยังจำเป็นต่องานด้านวิศวกรรม โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำไปใช้ในการคำนวนที่แตกต่างกันออกไป เช่น คำนวณเพื่อหาพื้นที่ระหว่างจุดจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง มาประยุกต์ใช้เพื่อเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่จะใช้ในการผสมเป็นขอบภาพใหม่ที่มีความชัดเจนของขอบภาพที่มากขึ้น และในงานวิจัยนี้จะนำขอบภาพที่ได้จากการผสมขอบภาพใหม่นำไปเปรียบเทียบคุณภาพของขอบภาพที่ได้จากทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการผสมขอบภาพใหม่นั้นสามารถให้ความคมชัดของขอบภาพที่ดีกว่า

ผลการประเมินภาพพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถเพิ่มความคมชัดของภาพ และยังคงรักษาข้อมูลต่างๆ ภายในผลลัพธ์ได้อย่างครบถ้วน

คำสำคัญ: พีซีเอ, การแปลงเวฟเล็ต, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, สหสัมพันธ์, อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด

Thesis title High Resolution Sharpening in Wavelet Base Image Fusion on PCA Transform Technique
Author MISS PATCHAYA KEERIN
Degree Master of Electrical Engineering
Major program Electrical Engineering, Faculty of Engineering
Academic Year 2017

ABSTRACT

Currently, the edge image is regarded as important in the process of digital image processing. Because in the field of image processing in certain fields require lines or the edge of a complete description of the image in the photo itself. It is also essential to engineering. Most commonly used to calculate the difference, like testicle to calculate the area between the point-to-point. Applied to select the coefficients to be used in combination with a new edge image clarity of the picture more. In this research will be trimming the edge blending image to compare the quality of the image obtained by the theoretical conversion web Paulette (Wavelet Transform) to demonstrate how to mix the new image it can provide the sharpness of the image, the better.

The assessment found that the proposed method can increase the contrast of the image. And maintaining data within the output video in its entirety

Keywords: Principal components analysis, Discrete wavelet transform, Standard deviation, Correlation, PSNR

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด รวมทั้งได้กรุณาตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหาวิทยานิพนธ์ รวมถึงการช่วยตรวจสอบการเขียนบทความวิชาการจนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์ ยิ้มมั่น และรองศาสตราจารย์ ดร.นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ ซึ่งให้เกียรติเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์กับงานวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ชี้แนะแนวทาง จนงานวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณยายสำราญ ขาวสำอาง, คุณแม่พจนา คีรินทร์ และสมาชิกในครอบครัว สำหรับความรักความห่วงใย ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนอย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อนๆ ทุกคน ที่ให้การช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยสมบูรณ์

พัชยา คีรินทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	1
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 วิธีการวิจัย	2
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 บทนำ	3
2.1.1 HIS Transformation Method	5
2.1.2 Brovey Transform	7
2.1.3 Principle Component Analysis Method	8
2.1.4 Wavelet Transform	10
2.2 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง	11
2.2.1 กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA)	11
2.2.2 กระบวนการแปลงเวฟเล็ต	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	13
3.1 บทนำ	13
3.2 ขั้นตอนและการดำเนินการวิจัย	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ศึกษาการรับภาพเข้าโปรแกรม	13
3.4 ภาพขั้นตอนการวิเคราะห์ PCA อัลกอริทึม	16
3.5 การแปลงเวฟเล็ต (DWT : Discrete Wavelet Transform)	16
3.6 ผลลัพธ์	17
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
4.1 บทนำ	18
4.2 รูปภาพที่นำมาทดสอบ	18
4.3 การแปลงเวฟเล็ต (DWT : Discrete Wavelet Transform)	19
4.4 ผลลัพธ์	20
4.5 สรุปผลการทดลอง	20
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	21
5.1 บทนำ	21
5.2 สรุปผลการวิจัย	21
5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย	21
5.4 ข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก ก โค้ดโปรแกรม Matlab ที่ใช้ในงานวิจัย	24
ภาคผนวก ข บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	29
ภาคผนวก ค เนื้อหาบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	31
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	36

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เทคนิคการปรับภาพให้มีความคมชัดสูง	4
2.2 ตารางเปรียบเทียบผลที่ได้ของแต่ละวิธี	16
3.1 แผนภาพขั้นตอนการหลอมภาพด้วยวิธี PCA ร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต	
4.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน,สหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์และอัตราส่วนของสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR)	20

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
2.1	HIS Transformation Method	5
2.2	Principle Component Analysis Method	8
2.3	Wavelet Transform	10
3.1	แผนภาพขั้นตอนการหลอมภาพด้วยวิธี PCA ร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต	14
3.2	ภาพต้นฉบับ Panchromatic ขนาด 2449 x 613 พิกเซล	14
3.3	ภาพต้นฉบับ R ขนาด 613 x 154 พิกเซล	15
3.4	ภาพต้นฉบับ G ขนาด 613 x 154 พิกเซล	15
3.5	ภาพต้นฉบับ B ขนาด 613 x 154 พิกเซล	15
3.6	การแปลงเวฟเล็ต (DWT : Discrete Wavelet Transform)	16
3.7	เปรียบเทียบภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์	17
4.1	ภาพต้นฉบับ Panchromatic ขนาด 2449 x 613 พิกเซล	18
4.2	ภาพต้นฉบับ R ขนาด 613 x 154 พิกเซล	18
4.3	ภาพต้นฉบับ G ขนาด 613 x 154 พิกเซล	19
4.4	ภาพต้นฉบับ B ขนาด 613 x 154 พิกเซล	19
4.5	ภาพการแปลงเวฟเล็ต	19
4.6	ภาพเปรียบเทียบภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์	20

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการหาขอบภาพถือได้ว่ามีความสำคัญในกระบวนการประมวลผลภาพทางดิจิตอล เพราะเนื่องจากในงานด้านการประมวลผลภาพในบางสาขาจำเป็นต้องอาศัยลายเส้นหรือขอบภาพที่มีความสมบูรณ์ของรายละเอียดของภาพในภาพถ่ายนั้นๆ เนื่องจากการวินิจฉัยโรคบางโรคต้องอาศัยความถูกต้องแม่นยำจากภาพ อีกทั้งยังจำเป็นต่องานด้านวิศวกรรม โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำไปใช้ในการคำนวณที่แตกต่างกันออกไป เช่น คำนวณเพื่อหาพื้นที่ระหว่างจุดจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง อาทิเช่น วิเคราะห์ความยาวของถนนจากแผนที่ การคำนวนโครงสร้างตึกอาคารจากภาพถ่าย การวางตำแหน่งอุปกรณ์ภายในสถานีไฟฟ้า เป็นต้น

ในระยะเวลาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน วิธีการหาขอบภาพได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวิธีการหาขอบภาพนั้นมีกระบวนการหาด้วยกันหลายวิธี โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ Gradient method & Laplacian method ซึ่งสำหรับ Gradiant method จะเป็นการหาขอบภาพโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุด ในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ เช่น Sobel, Roberts, Prewit, Canny เป็นต้น ส่วน Laplacian method จะทำการหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง เช่น Laplacian of Gussisn และ Marrs-Hildreth เป็นต้น อีกทั้งยังได้มีการนำเอากระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการค้นหารายละเอียดของขอบภาพได้คือ การนำทฤษฎีแปลงเวฟเล็ต (Wavelet transform) โดยคุณสมบัติที่เด่นชัดของทฤษฎีนี้คือสามารถแบ่งความถี่ในย่านความถี่ต่างๆ ในหลายระดับความละเอียด

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอการค้นหาขอบภาพที่วิธีใหม่โดยจะนำวิธีค้นหาขอบภาพแบบพื้นฐานคือ Sobel Operator และยังได้นำการวัดค่าปริภูมิเชิงความถี่ (Spatial Frequency Measuremenr) หรือ เอสเอฟเอ็ม มาประยุกต์ใช้เพื่อเลือกสัมประสิทธิ์ที่จะใช้ในการผสมเป็นขอบภาพใหม่ที่มีความชัดเจนของขอบภาพที่เพิ่มมากขึ้น และจะนำขอบภาพที่ได้จากการผสมขอบภาพใหม่นำไปเปรียบเทียบคุณภาพและขอบภาพที่ได้จากทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ต (Wave Transform) เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการผสมขอบภาพใหม่นั้นสามารถให้ความคมชัดของขอบภาพ

1.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

[1] Fusak Cheevasuvit,Simplified method of high-resolution in fused image based on HIS transform,King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang,Bangkok,Thailand,2010

[2] C.Y,Wen and J.K.Chen,Multi-resolution image fusion technique and its application to forensic science,Central Police University,Taiwan,2003

[3] Purich Amapan and Somkiet Udomhansasuk,Edge Gradient Fusion using Spatial Frequency Measurement, Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,Bangkok,Thailand,2009

[4] P.Bagheri Zadeh,A.Sheikh Akbari,Image Resolution Enhancement using Multiwavelet and Cycle-Spinning,Facalty of Computing,Staford,UK,2012

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อต้องการหลอมภาพที่มีสเปกตรัมแตกต่างกันกับภาพที่มีความละเอียดสูง ให้มีรายละเอียดในข้อมูลภาพมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานของภาพดิจิตอลได้

1.3.2 เพื่อปรับปรุงภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงภาพด้วยการแปลงเวฟเล็ตในหลักการของพีซีเอ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ใช้ภาพถ่ายดิจิตอลที่เกิดจากการใช้กล้องเทอร์โมสแกนซึ่งในการถ่ายภาพความร้อนของกล้องจะสามารถถ่ายภาพออกมาเป็นจำนวน 2 ภาพ คือภาพที่เป็นความร้อนของอุปกรณ์ไฟฟ้า และภาพที่เป็นดิจิตอล

1.4.2 ปรับปรุงภาพโดยผ่านขบวนการแปลงเวฟเล็ตแยกสัญญาณข้อมูลภาพถ่าย Multispectral ออกเป็นภาพย่อย 4 ภาพ คือ LL HL LH & HH และนำข้อมูลภาพที่ปรับปรุงแล้วจากภาพ Panchromatic มาแทนใน LL เดิม แล้วแปลงเวฟเล็ตกลับ

1.4.3 ตรวจสอบคุณภาพของภาพผลลัพธ์ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสหสัมพันธ์

1.5 วิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษารูปแบบและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการปรับเท่าฮีสโตแกรมจาก วิธีการต่างเปรียบเทียบกับวิธีที่นำเสนอ

1.5.2 เขียนโปรแกรมจากงานวิจัยต่างเปรียบเทียบกับวิธีที่นำเสนอ

1.5.3 ปรับปรุงและทดสอบของโปรแกรมจากวิธีที่นำเสนอ

1.5.4 วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 เพื่อต้องการหลอมภาพที่มีสเปกตรัมแตกต่างกันกับภาพที่มีความละเอียดสูง ให้มีรายละเอียดในข้อมูลภาพขึ้นเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์และประยุกต์ใช้งานของภาพถ่ายดิจิตอลได้

1.6.2 เพื่อปรับปรุงภาพถ่ายดิจิตอลโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงภาพด้วยการแปลงเวฟเล็ตในหลักการของพีซีเอ

1.6.3 เพื่อปรับปรุงภาพถ่ายให้ดีขึ้นโดยการแปลงเวฟเล็ต

บทที่ 2
ทฤษฎี หลักการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาตินั้นมีศักยภาพในการบันทึกข้อมูลที่มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป โดยสามารถบันทึกภาพสีหลายช่วงคลื่น (Multispectral) และภาพขาวดำ (panchromatic) ซึ่งภาพข้อมูลที่ได้มาจากดาวเทียมแต่ละดวงนั้นจะมีคุณลักษณะทางด้านรายละเอียดเชิงพื้นที่ รายละเอียดเชิงคลื่น รายละเอียดด้านเวลา และคุณลักษณะเชิงรังสีหรือขนาดความกว้างของช่วงคลื่นที่แตกต่างกันออกไป ในขณะเดียวกันก็พบว่าความต้องการภาพเพียงภาพเดียวที่มีความสมบูรณ์ของข้อมูลทั้งข้อมูลทางรายละเอียดเชิงคลื่น และรายละเอียดเชิงพื้นที่นั้นเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะภาพสีหลายช่วงคลื่น ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงนั้น จะสามารถช่วยปรับปรุงให้ข้อมูลมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูล และยังช่วยในการตรวจสอบ ติดตามการเปลี่ยนแปลง แต่ในการออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณนั้นต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดเชิงพื้นที่ รายละเอียดเชิงคลื่น และอัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน[1] (SNR) ที่ต้องมีความสมดุลกัน ส่งผลให้การออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณที่มีทั้งรายละเอียดเชิงคลื่น และรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงนั้นถูกจำกัดลง

ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพข้อมูลดาวเทียมในการนำเอาภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นที่มีรายละเอียดเชิงคลื่นสูง มาผสมรวมกับภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบขาวดำที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง เพื่อผลิตภาพข้อมูลดาวเทียมสังเคราะห์ที่มีรายละเอียดเชิงคลื่น และรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงมารวมไว้ในภาพเพียงภาพเดียว โดยเทคนิคในการการประมวลผลภาพข้อมูลดาวเทียมสังเคราะห์นี้รู้จักกันดีว่า Pansharpening หรือการทำ Resolution merge โดยวิธีการนี้พยายามที่จะรักษาข้อมูลรายละเอียดเชิงคลื่นของภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น ในขณะเดียวกันก็พยายามที่จะเพิ่มรายละเอียดเชิงพื้นที่ให้กับภาพข้อมูลดาวเทียมด้วย ซึ่งก่อนการทำ Pansharpening นั้นมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึง คือ การเลือกใช้ภาพดาวเทียมที่จะนำมาใช้ในการทำ Pansharpening เพื่อให้มีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งาน การทำการซ้อนภาพ (co-registration) เพื่อปรับตำแหน่งเชิงเรขาคณิตระหว่างภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น และในระบบขาวดำให้ตรงกัน การปรับแก้เชิงเรขาคณิตมุมของภาพ เพราะหากภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น และในระบบขาวดำนั้นถูกบันทึกในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน อาจส่งผลทำให้ viewing angle และเงาของภาพแตกต่างกันออกไป ส่งผลต่อการตรึงค่าพิกัดและการทำ Pansharpening นั้นได้ผลลัพธ์ไม่ตรงตามที่ต้องการ

วิธีการทำ Resampling เพราะการทำ Resampling นั้นถูกนำไปใช้ในการทำ geometric projection การปรับแก้เชิงเรขาคณิต และการซ้อนภาพ

เมื่อพิจารณาภาพดิจิตอลทั่วไป ภาพยังไม่ชัดเจนซึ่งมีผลต่อการอธิบายและการตีความของภาพได้ เช่น ภาพถ่ายทางดาวเทียม ความคมชัดเพื่อจำแนกรายละเอียดของภาพจึงมีความสำคัญอย่างมาก

ในการทำ Pansharpening สามารถทำได้หลากหลายวิธีตามอัลกอริธึมที่ใช้ โดยสามารถจำแนกได้ 4 วิธี ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เทคนิคการปรับภาพให้มีความคมชัดสูง

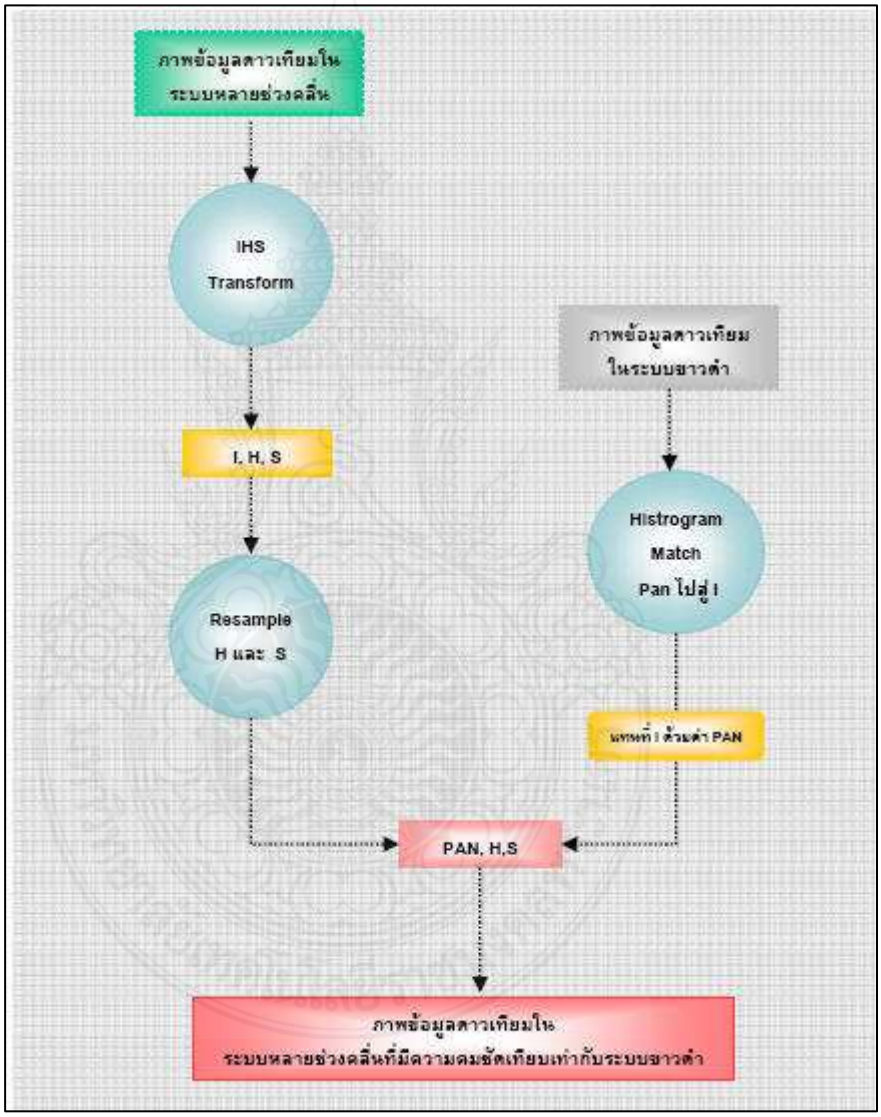
เทคนิคปรับภาพให้มีความคมชัดสูง	**อธิบาย**
IHS Transformation	ความเข้มขององค์ประกอบจะถูกแทนที่ด้วยภาพที่มีรายละเอียดสูง
Brovey Transform	ใช้ระดับความแตกต่างของความคมชัดมาช่วยทำให้ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นนั้นมีความคมชัด
Principal Component Analysis	การวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานความแปรปรวน
Wavelet-based Method	การวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานความถี่ เพิ่มความถี่สูงจาก PAN ไปสู่ความถี่ต่ำโดยปราศจากการเปลี่ยนสี

จากตารางที่ 2.1 เทคนิคการปรับปรุงภาพโดยผ่านขบวนการทางเวฟเล็ตแยกสัญญาณและการปรับปรุงจากภาพ Pansharpening เป็นอีกเทคนิคหนึ่ง โดยภาพผลลัพธ์ที่ได้จะส่งผลให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้นกว่าภาพต้นฉบับ ดังนั้นเทคนิคในการเพิ่มความคมชัดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่น่าศึกษา อย่างไรก็ตามภาพผลลัพธ์ที่ได้ยังต้องรักษาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์ให้ใกล้เคียงด้วยเช่นกัน

เทคนิคปรับภาพให้มีความคมชัดสูง มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 IHS Transformation Method

IHS Transformation Method นั้นได้ทำการแปลงภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบสี RGB ไปสู่ระบบ IHS (Intensity Hue Saturation) โดยที่ I (รายละเอียดเชิงพื้นที่) H, S (รายละเอียดเชิงคลื่น) โดยมีวิธีการในการแปลงภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบสี RGB ไปสู่ระบบ IHS ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น

จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นได้ถูกแปลงค่าระบบสีจาก RGB ไปสู่ระบบ IHS จากนั้น ค่า I ที่ได้จากการแปลงจะถูกแทนที่โดยค่าความเข้มของภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบขาวดำโดยการทำ Histrogram Match และค่า H และ S จะถูกทำการ Resampling ให้มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับภาพข้อมูลในระบบขาวดำ จากนั้นทำการแปลงค่าระบบสีจาก IHS มาสู่ระบบ RGB ซึ่งทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ออกมามีความคมชัด และมีรายละเอียดเชิงคลื่นและรายละเอียดเชิงคลื่นสูง ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{bmatrix} I \\ v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ -\frac{1}{\sqrt{6}} & -\frac{1}{\sqrt{6}} & -\frac{2}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

หรือ

$$I = \frac{R+G+B}{\sqrt{3}} \quad (2.2)$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{v_1}{v_2}\right) \quad (2.3)$$

$$S = \sqrt{(v_1)^2 + (v_2)^2} \quad (2.4)$$

I คือ รายละเอียดเชิงพื้นที่
H คือ รายละเอียดเชิงสถิติ
S คือ รายละเอียดเชิงคลื่น

2.1.2 Brovey Transform

ภาพข้อมูลดาวเทียมที่มีระดับความแตกต่างของความคมชัดสูงนั้น มีประโยชน์ต่อการตรวจสอบ ติดตามการเปลี่ยนแปลง เทคนิคนี้อาศัยหลักการของระดับความแตกต่างของความคมชัดมาช่วยทำให้ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นนั้นมีความคมชัด หรือมีรายละเอียดเชิงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยในวิธีการนี้ภาพข้อมูลในระบบหลายช่วงคลื่นได้ถูกนอร์แมลไลซ์และค่าดิจิตอลนัมเบอร์ในแต่ละช่วงคลื่นในระบบหลายช่วงคลื่นที่ได้จากการผสานข้อมูลนั้น ได้มาจากการคูณดิจิตอลนัมเบอร์ของช่วงคลื่นที่ถูกนอร์แมลไลซ์ด้วยค่าดิจิตอลนัมเบอร์ของภาพข้อมูลในระบบขาวดำ แม้ว่าเทคนิคนี้จะช่วยให้ภาพมีความคมชัด สามารถมองเห็นขอบเขตของวัตถุต่างๆ ได้ชัดเจน จนสามารถแยกแยะได้ แต่กลับมีผลกระทบต่อคุณลักษณะเชิงคลื่นของภาพข้อมูลดาวเทียมอย่างมาก ดังนั้นการทำความคมชัดของภาพด้วยวิธีนี้นั้น จึงไม่เหมาะในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ เนื่องจากค่าของข้อมูลในแต่ละพิกเซลจะถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ดังสมการต่อไปนี้

$$DN_{fusedMS_i} \equiv \frac{DN_{b_i}}{DN_{b_1} + DN_{b_2} + \ldots + DN_{b_n} +} DN_{PAN} \qquad (2.5)$$

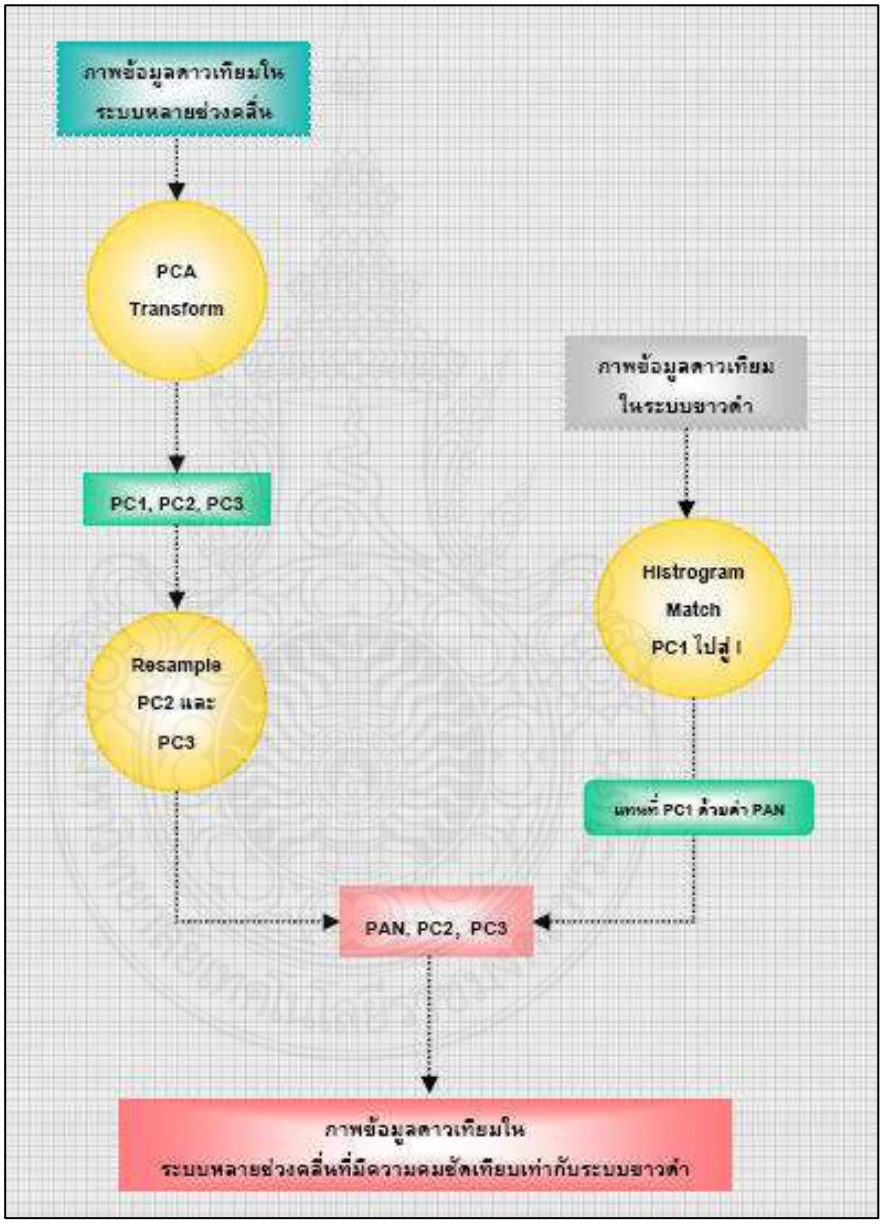
โดยที่ DN หมายถึง ค่าดิจิตอลนัมเบอร์ของแต่ละช่วงคลื่น

b_i หมายถึง แบนด์แต่ละแบนด์ในภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น

แม้ว่า Brovey Transform นั้นจะช่วยให้ภาพมีความคมชัด สามารถมองเห็นขอบเขตของวัตถุต่างๆ ได้ชัดเจน จนสามารถแยกแยะได้ แต่กลับมีผลกระทบต่อคุณลักษณะเชิงคลื่นของภาพข้อมูลดาวเทียมอย่างมาก ดังนั้นการทำ Pansharpening โดยวิธี Brovey Transform นั้น จึงไม่เหมาะในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบ pixel-based classification ทั้งนี้เนื่องจากค่าของข้อมูลในแต่ละพิกเซลจะถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก

2.1.3 Principle Component Analysis Method

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นมีประโยชน์ในการลดจำนวนข้อมูล การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล การลดมิติของตัวแปร และการผสมรวมภาพข้อมูล โดยการทำ Pansharpening โดยอาศัยวิธี Principal Component Analysis นั้น Principal Component Analysis จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น โดยที่ค่าขององค์ประกอบหลักที่ 1 นั้นจะถูกแทนที่ด้วยภาพในระบบขาวดำ โดยมีวิธีการ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่น

การทำ Pansharpening โดยวิธี Principal Component Analysis นั้นค่อนข้างมีความอ่อนไหวและไวต่อพื้นที่ที่ต้องการทำให้มีความคมชัดเพิ่มมากขึ้น ค่าความแปรปรวนของพิกเซล และค่าสหสัมพันธ์ของแต่ละแบนด์ที่แตกต่างกันออกไปตามประเภทของสิ่งปกคลุมดิน เนื่องจาก Principal Component Analysis ต้องใช้การคำนวณค่าความแปรปรวนร่วม ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นจะขึ้นอยู่กับภาพข้อมูลดาวเทียมซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นในระบบหลายช่วงคลื่นของแต่ละคู่ที่แตกต่างกันออกไป ดังสมการต่อไปนี้

$$\mathbf{Y}_i = a_i^T \mathbf{X} \tag{2.6}$$

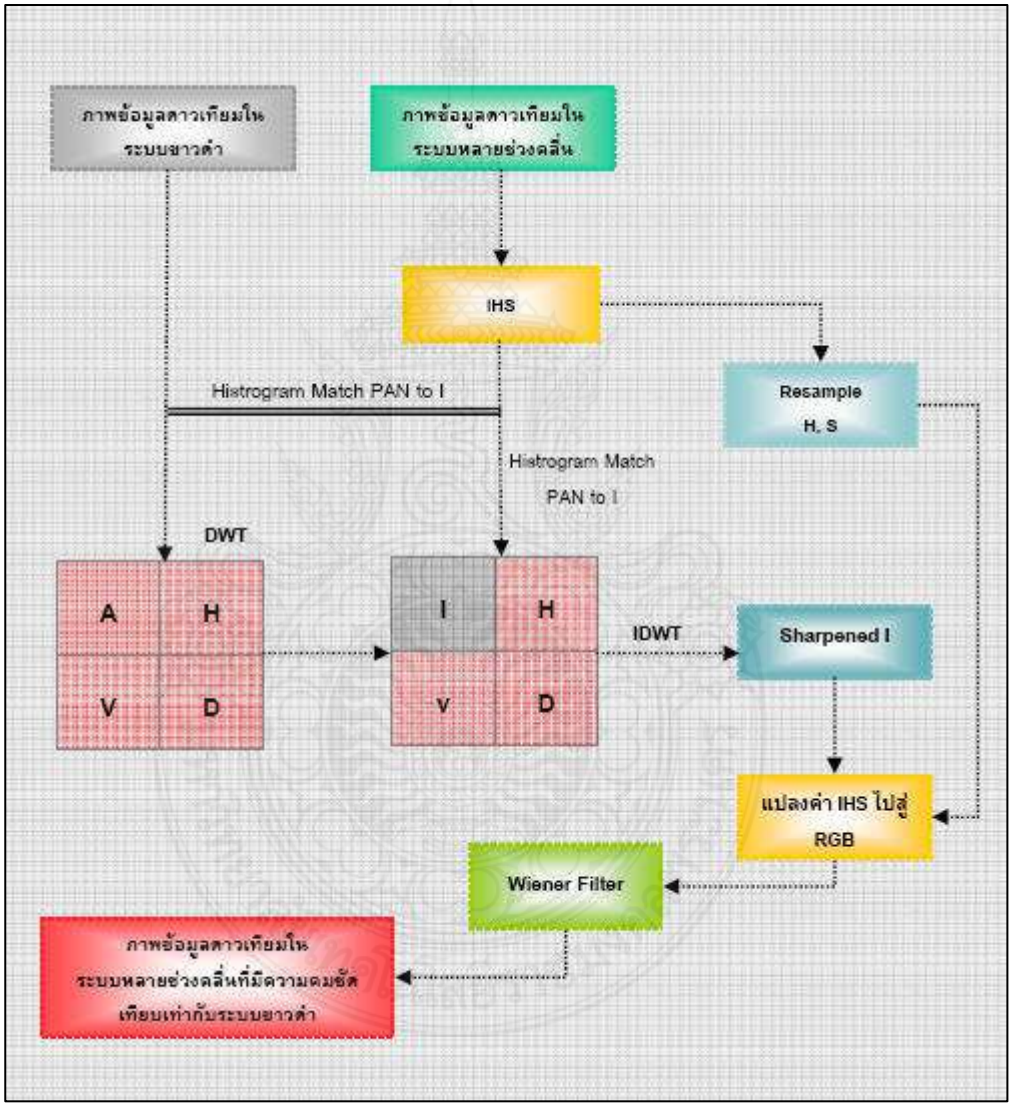
$$\mathbf{Y} = \mathbf{A}^T \mathbf{X} \tag{2.7}$$

$$\mathbf{C}_Y = \mathbf{A}\mathbf{C}_X\mathbf{A}^T \tag{2.8}$$

$$\mathbf{C}_X = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_N \end{bmatrix} \tag{2.9}$$

2.1.4 Wavelet Transform

Wavelet transform นั้นเป็นวิธีการวิเคราะห์สัญญาณที่พัฒนาขึ้น เพื่อวิเคราะห์สัญญาณที่มีลักษณะไม่คงที่ และเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างแกนเวลา และการสเกล ซึ่ง Wavelet transform นั้นสามารถปรับขนาดหน้าต่าง (Windows) ได้แบบอัตโนมัติโดยจะใช้หน้าต่างที่สั้นกับความถี่สูง และหน้าต่างที่กว้างกับความถี่ต่ำ ทำให้สามารถเลือกคุณลักษณะทางเวลาและความถี่ได้ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ผังแสดงกระบวนการแปลงภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นที่มีความคมชัดเทียบเท่ากับระบบขาวดำ

แนวคิดพื้นฐานของการทำ wavelet transform คือ การแยกความถี่ของภาพข้อมูลดาวเทียม ทั้งนี้เพราะภาพข้อมูลดาวเทียมนั้นสามารถแบ่งออกเป็นความถี่สูงและความถี่ต่ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ตัวกรองผ่านความถี่สูงหรือหรือต่ำ ซึ่งจะส่งผลให้ภาพข้อมูลดาวเทียมที่เลือกใช้ตัวกรองผ่านความถี่นั้นๆ ด้วย ซึ่งภาพข้อมูลดาวเทียมที่มีความถี่ต่ำนั้นก็จะมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ต่ำไปด้วย ในขณะเดียวกันภาพข้อมูลดาวเทียมที่มีความถี่สูงก็จะมีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูง จากแนวคิดในการทำ wavelet based sharpening จึงอาศัยวิธีการ IHS transformation ร่วมกับ biorthogonal wavelet decomposition

จากรูปในข้างต้น ซึ่งแสดงถึงขั้นตอนในการทำ Pansharpening ด้วยวิธี wavelet based sharpening จะเห็นได้ว่าภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นในระบบสี RGB จะถูกแปลงไปสู่ระบบ IHS ในขณะที่ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบขาวดำจะถูกทำ histogram matched กับค่า I โดยในการทำ histogram matched ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบขาวดำนั้นได้ใช้ biorthogonal 9/7 ซึ่งเป็นเวฟเล็ตแม่ซึ่งเป็นฟังก์ชันพื้นฐานเพื่อให้เหมาะกับการวิเคราะห์สัญญาณที่มีลักษณะไม่คงที่

ค่า I นั้นถูกนำไปแทนที่ค่าการประมาณของข้อมูลที่มีรายละเอียดต่ำของภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบขาวดำ ใน wavelet domain จากนั้นทำการอินเวอร์ส DWT เพื่อที่จะผสมรวมข้อมูล I ในบริเวณที่มีความถี่สูง จากนั้นค่า H และ S ได้ถูก Resampling ให้มีขนาดเท่ากับขนาดของค่า I ที่มีความคมชัดที่มีความคมชัด จากนั้นทำการอินเวอร์สค่าสีในระบบ IHS ไปสู่ระบบสี RGB จากนั้นใช้ตัวกรองผ่านความถี่แบบ wiener filter เพื่อขจัดข้อมูลที่คลาดเคลื่อนที่เกิดจากสัญญาณรบกวนออกจากข้อมูลในแต่ละแบนด์ เพื่อให้ได้ภาพข้อมูลดาวเทียมที่มีความคมชัด และมีคุณลักษณะเชิงคลื่น และคุณลักษณะเชิงพื้นที่สูง

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA : Principal Component Analysis)

กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นหนึ่งในเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรโดยไม่มีการแบ่งกลุ่มตัวแปรว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ สนใจเพียงต้องการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เหล่านั้น โดยจะสร้างตัวแปรใหม่ขึ้นด้วยความแปรผันหรือความแปรปรวนของตัวแปรเดิม จึงนิยมใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ เพื่อลดขนาดเมตริกซ์ของตัวแปรให้เล็กลง หรือใช้หาความสัมพันธ์ของข้อมูล องค์ประกอบหลักข้อแรกคือที่นำไปเป็นทิศทางที่มีค่าความแปรปรวนสูงสุด องค์ประกอบหลักที่สองเป็นข้อจำกัดที่จะอยู่ในสเปซตั้งฉากแรก ส่วนนี้ชี้ทิศทางของความแปรปรวนสูงสุดภายในสเปซนี้ องค์ประกอบหลักข้อที่สามถูกนำตัวไปในทิศทางที่มีความแปรปรวนสูงสุดในสเปซตั้งฉากกับสองคนแรก PCA ไม่ได้มีชุดเวกเตอร์พื้นฐานแน่นอน อาทิเช่น FFT, DCT และเวฟเล็ต เป็นต้น เวกเตอร์พื้นฐานขึ้นอยู่กับชุดของข้อมูล PCA ยังเป็นการแปลงเชิงเส้นซึ่งง่ายต่อการนำไปใช้งานในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมาก PCA ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการบีบอัดข้อมูลและการจับคู่รูปแบบโดยการแสดงข้อมูลที่จะเน้นความเหมือนและความแตกต่าง โดยไม่สูญเสียข้อมูลมาก

2.2.2 กระบวนการแปลงเวฟเล็ต

เปรียบเสมือนการแตกสัญญาณ โดยข้อมูลที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตจะถูกแบ่งออกเป็น 4 สับแบนด์ย่อยๆ ดังต่อไปนี้

LL : คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่ต่ำจำนวน 2 ครั้ง รายละเอียดของข้อมูลภาพส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณนี้

LH : คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่ต่ำในแนวตั้งแล้วนำผลที่ได้ไปผ่านตัวกรองความถี่สูงในแนวนอน ส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูลในแนวตั้ง เรียกว่าส่วนของขอบภาพแนวตั้ง

HL : คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่สูงในแนวตั้งแล้วนำผลไปผ่านตัวกรองความถี่ต่ำในแนวนอน ส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูลในแนวนอนแนวตั้ง เรียกว่าส่วนของขอบภาพแนวนอน

HH : คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่สูงสองครั้ง ในส่วนนี้จะเก็บข้อมูลในแนวทแยงมุม และส่วนนี้จะมีความสำคัญน้อยที่สุด เรียกว่า ส่วนของสัญญาณรบกวน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการนำขอบภาพที่ได้จากการผสมขอบภาพใหม่นำไปเปรียบเทียบคุณภาพของขอบภาพที่ได้จากทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform) เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการผสมขอบภาพใหม่นั้นสามารถให้ความคมชัดของขอบภาพที่ดีกว่า

3.2 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1. หาข้อมูลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องแล้วทำการศึกษาโดยทำการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ จากฐานข้อมูลจากห้องสมุดในมหาวิทยาลัยของรัฐและฐานข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นหาข้อมูลการวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องโดยผ่านทางเวปไซต์ โดยงานวิจัยที่ต้องทำการศึกษาหาข้อมูล ได้แก่ รูปแบบการทำ PCA อัลกอริทึม

3.1.2. ศึกษาวิธีการแปลงเวฟเล็ต

3.1.3. ศึกษาการวิเคราะห์ภาพผลลัพธ์ที่ผ่านการทำ Smooth Edge

3.1.4. เขียนโปรแกรม Matlab โดยมี Flow chart ดังรูปที่ 3.1 โดยมีลำดับกระบวนการ ดังนี้

(1) รับค่าภาพอินพุท เข้ามา ซึ่งในโปรแกรมนี้จะใช้ภาพถ่ายดาวเทียมชื่อ PAN.tiff ที่มีความละเอียดสูง และมีข้อมูลอยู่ในภาพมาก

(2) วิเคราะห์ PCA อัลกอริทึม

(3) การนำภาพ Panchromatic ต้นฉบับที่มีความละเอียดสูง มาผ่านขบวนการ Smooth Edge แล้วหาขอบภาพ

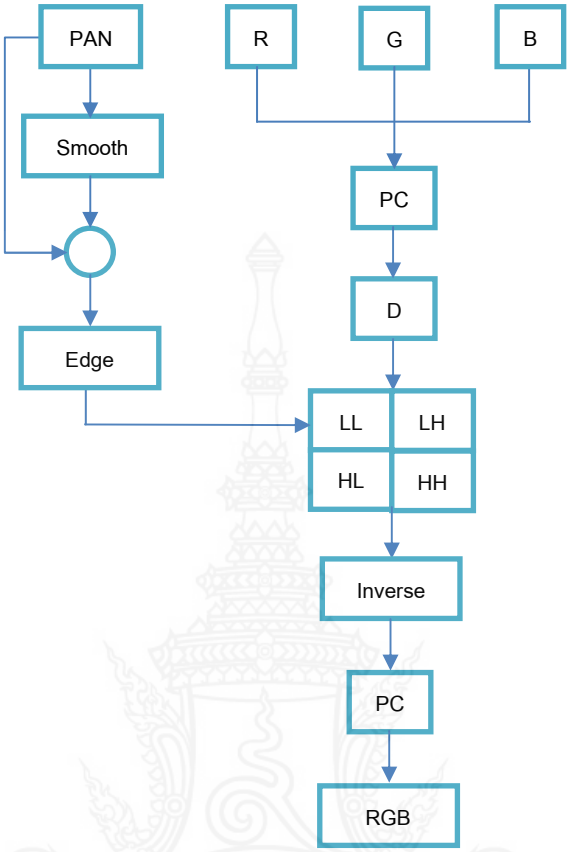
(4) การแปลงเวฟเล็ต

(5) นำภาพผลลัพธ์ที่ได้ ไปคำนวณหาเบี่ยงเบนมาตรฐาน, สหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์และอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR)

(6) วิเคราะห์ผลที่ได้

(7) สรุปผลที่ได้ทั้งหมด

(8) การจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์



รูปที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการหลอมภาพด้วยวิธี PCA ร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต

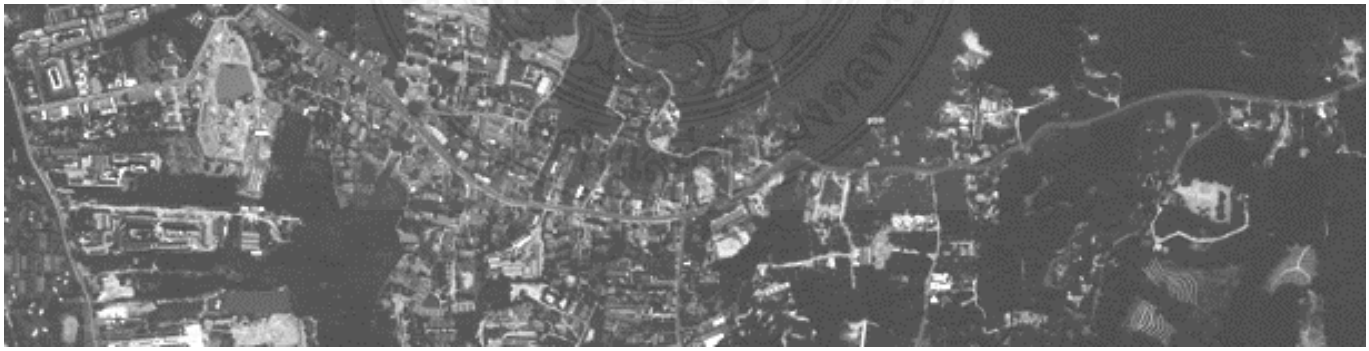
3.3 ศึกษาการรับภาพเข้าโปรแกรม

ภาพที่ใช้ในการศึกษากับงานวิจัยนี้เป็นภาพถ่ายดาวเทียมชื่อ PAN.tiff ที่มีความละเอียดสูง และมีข้อมูลที่อยู่ในภาพมาก โดยภาพนี้มีขนาด 2449 x 613 พิกเซล

รูปที่ 3.2 ภาพต้นฉบับ Panchromatic ขนาด 2449 x 613 พิกเซล

รูปที่ 3.3 ภาพต้นฉบับ R ขนาด 613 x 154 พิกเซล

รูปที่ 3.4 ภาพต้นฉบับ G ขนาด 613 x 154 พิกเซล



รูปที่ 3.5 ภาพต้นฉบับ B ขนาด 613 x 154 พิกเซล

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ PCA อัลกอริทึม

จากข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นเมทริกซ์มีขนาด M x N ขั้นตอนในการทำ PCA ดังนี้

3.4.1 จัดข้อมูลลงในคอลัมน์ เมทริกซ์กำหนดใหม่เป็น เมทริกซ์ Z ซึ่งมีขนาดเมทริกซ์ 2 x n

3.4.2 คำนวณ ค่าเฉลี่ยของแต่ละคอลัมน์ กำหนดให้เป็น M

3.4.3 ลบค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ M กับแต่ละคอลัมน์เป็นเมทริกซ์ Z ผลลัพธ์กำหนดให้เป็นเมทริกซ์ X ซึ่งมีขนาด 2 x n เป็นต้น

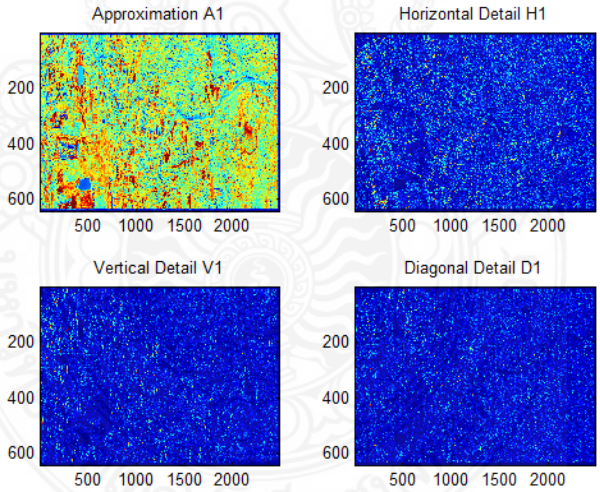
3.4.4 หาค่าความแปรปรวนเมตริกซ์ C

3.4.5 คำนวณหาค่า Eigenvectors V และ Eigenvalue D ของ C แล้วจัดเรียงข้อมูล Eigenvalue น้อยสุดของ V และ D ซึ่งเป็นเมทริกซ์ขนาด 2 x 2

3.4.6 พิจารณา คอลัมน์แรกของ V ซึ่งสอดคล้องกับค่า Eigenvalue ขนาดใหญ่สุด เพื่อการคำนวณเป็น P1 และ P2 ดังนี้

$$P_1 = \frac{V(1)}{\sum V} \quad \text{และ} \quad P_2 = \frac{V(2)}{\sum V} \qquad 3.1$$

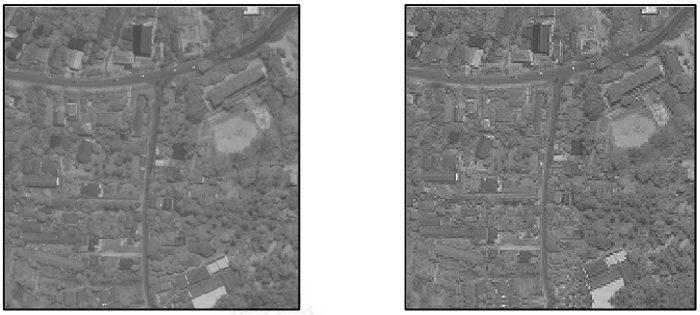
3.5 การแปลงเวฟเล็ต (DWT : Discrete Wavelet Transform)



รูปที่ 3.6 ภาพการแปลงเวฟเล็ต

3.6 ผลลัพธ์

นำ PAN ที่ผ่านการทำ Smooth Edge แล้ว แทนที่ในแบนด์ LL ของผลการแปลงเวฟเล็ตใน ข้อ 3.2 แล้วนั้น จะทำการแปลงเวฟเล็ตผกผันแล้วแปลงกลับเป็น RGB ดังภาพต่อไปนี้



ภาพต้นฉบับ **ภาพผลลัพธ์**

รูปที่ 3.7 เปรียบเทียบภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองที่ได้จากการหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงด้วยวิธีพีซีเอร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต ด้วยการนำเอาภาพ Panchromatic ต้นฉบับที่มีความละเอียดสูง มาผ่านขบวนการ Smooth Edge แล้วหาขอบภาพ ในขณะเดียวกันนำภาพ Multispectral ที่มีรายละเอียดของภาพและความยาวช่วงคลื่นสูงมาเข้าขบวนการ PCA และนำอัลกอริทึมแปลงเวฟเล็ต แล้วนำขอบภาพที่ได้จากการทำ Smooth Edge ดึงเข้ามาแทนในข้อมูลเฉพาะในสับแบนด์ LL และแปลงเวฟเล็ตกลับจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีรายละเอียดและความคมชัดที่สูงขึ้น

4.2 รูปภาพที่นำมาทดสอบ

ภาพที่ใช้ในการศึกษากับงานวิจัยนี้เป็นภาพถ่ายดาวเทียมชื่อ PAN.tiff ที่มีความละเอียดสูงและมีข้อมูลที่อยู่ในภาพมาก โดยภาพนี้มีขนาด 2449 x 613 พิกเซล

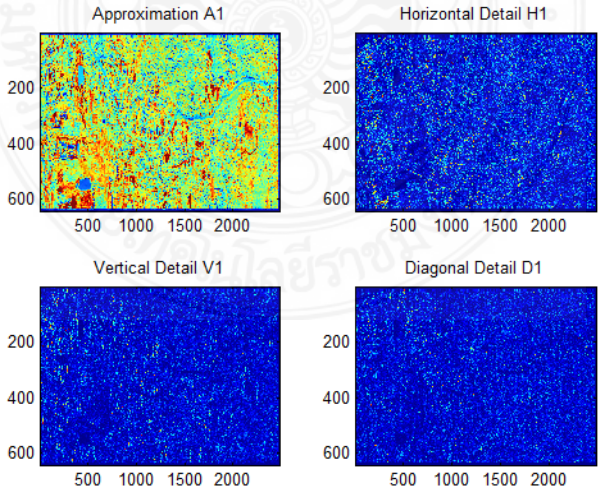
รูปที่ 4.1 ภาพต้นฉบับ Panchromatic ขนาด 2449 x 613 พิกเซล

รูปที่ 4.2 ภาพต้นฉบับ R ขนาด 613 x 154 พิกเซล

รูปที่ 4.3 ภาพต้นฉบับ G ขนาด 613 x 154 พิกเซล

รูปที่ 4.4 ภาพต้นฉบับ B ขนาด 613 x 154 พิกเซล

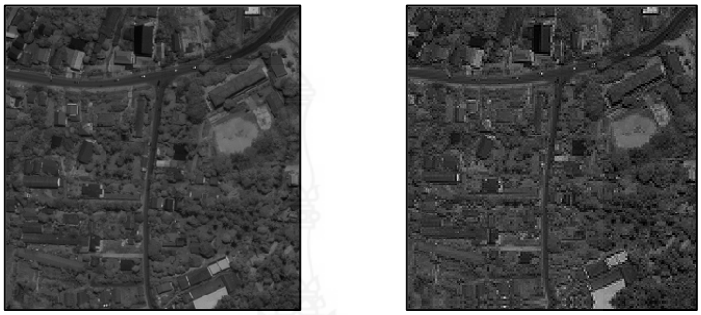
4.3 การแปลงเวฟเล็ต (DWT : Discrete Wavelet Transform)



รูปที่ 4.5 ภาพการแปลงเวฟเล็ต

4.4 ผลลัพธ์

นำ PAN ที่ผ่านการทำ Smooth Edge แล้ว แทนที่ในแบนด์ LL ของผลการแปลงเวฟเล็ตแล้วทำการแปลงเวฟเล็ตผกผันแล้วแปลงกลับเป็น RGB ดังรูป



ภาพต้นฉบับ **ภาพผลลัพธ์**

รูปที่ 4.6 ภาพเปรียบเทียบภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์

ตารางที่ 4.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, สหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์และอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		PSNR	Correlation ระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์
ภาพต้นฉบับ	ภาพผลลัพธ์		
0.0761	0.0780	67.7815	0.9495

4.8 สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงคุณภาพความคมชัดของภาพโดยด้วยวิธีการแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต โดยมีการนำภาพ PAN มาแทนที่แบนด์ LL ในเวฟเล็ต ผลลัพธ์ภาพที่ได้พบว่าภาพมีความคมชัดสูงซึ่งหลังจากที่ได้คำนวณเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของภาพ ต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์ พบว่าค่าใกล้เคียงกันมากและค่าอัตราส่วนของสัญญาต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR) ระหว่างภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์พบว่า ค่าความคมชัดของภาพดีกว่าภาพต้นฉบับ โดยยังคงรักษารายละเอียดของภาพได้ดีมาก

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

ผลลัพธ์ที่ได้จากผลการศึกษาของงานวิจัย พบว่า การปรับปรุงคุณภาพความคมชัดของภาพโดยวิธีการแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต โดยที่มีการนำภาพ PAN มาแทนที่แบนด์ LL ในเวฟเล็ตนั้น ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ภาพมีความคมชัดสูง

5.2 สรุปผลการวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากผลการศึกษาของงานวิจัย พบว่า การปรับปรุงคุณภาพความคมชัดของภาพโดยวิธีการแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต โดยที่มีการนำภาพ PAN มาแทนที่แบนด์ LL ในเวฟเล็ตนั้น ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ภาพมีความคมชัดสูง ซึ่งหลังจากที่ได้คำนวณเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์ พบว่า ค่าใกล้เคียงกันมากและค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR) ระหว่างภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์ พบว่าค่าความคมชัดของภาพดีกว่าภาพต้นฉบับ โดยยังคงรักษารายละเอียดของภาพได้ดีมาก

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย

การการแสดงผลเปรียบเทียบวิธีที่นำเสนอในงานวิจัย ต้องมีการเปรียบเทียบวิธีอื่นด้วยเช่นกัน ทำให้ต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ได้ผลการประเมินคุณภาพของภาพที่แท้จริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการปรับปรุงคุณภาพความคมชัดของภาพด้วยวิธีการแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตนั้น มีผลกับความคมชัดของภาพ ซึ่งขึ้นกับการเลือก ซึ่งอาจจะมีความเป็นไปได้ที่อาจพบช่วงความเหมาะสมอื่น ซึ่งจุดที่ต้องระวังภาพผลลัพธ์ที่ได้ต้องพิจารณาถึงเรื่องการรักษาอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (PSNR) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

1. Veeraraghavan Vijayaraj, “Quality Analysis of Pansharpened Images”, Submitted to the Faculty of Mississippi State University in partial Fulfillments for the degree fo mater of Electrical & Computer Engeering.
2. Russ. J. c.(1994).the imagc proccssing handbook. 2nd Edition,IEEE press.
3. Conzalz, R.C. and WinTW,P.(1987).Digital image processing. 2nd Edition, Addison-Wesley Pub.,Massachusetts.
4. Sid-Ahmed,M.A.(1995).Image processing : Theory, algorithm & architectures. McGraw-ill,New York.
5. Wongsritong, K., Cheevasuvit, F., DEjhan, K., and Somboonkaeaw, A. (1998).Contrast enhancement using multipeak histogram equalization with bringhtness preserving. *IEEE Asia-Pacific Conf. Circuit and System,* :455-458.
6. Kim, Y-T. (1997). Contrast Enhance Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization. *IEEE Trans. Consumer Electronics., 43(1)* :1-8
7. Chen, S-D, Ramli, A. R. (2003). Minimum Mean Brightness Error Bi-Histogram Equalization in Contrast Enhancement. *IEEE Trans. Consumer Electronics., 49(4)* :1310-1318.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
โค้ดโปรแกรม MATLAB ที่ใช้ทำงานวิจัย

ภาคผนวก ก
โค้ดโปรแกรม MATLAB ที่ใช้ทำงานวิจัย

```
%% Part1 PCA
function PCA_Part(RGB)
Data=RGB;
% Start of PCA code,
Data_gray = rgb2gray(Data);
Data_grayD =
im2double(Data_gray);
Data_mean = mean(Data_grayD);
[a b] = size(Data_gray);
Data_meanNew =
repmat(Data_mean,a,1);
DataAdjust = Data_grayD -
Data_meanNew;
cov_data = cov(DataAdjust);
[V, D] = eig(cov_data);
V_trans = transpose(V);
DataAdjust_trans =
transpose(DataAdjust);
FinalData = V_trans *
DataAdjust_trans;
% End of PCA code
% Start of Inverse PCA code,
OriginalData_trans =
inv(V_trans) * FinalData;
OriginalData =
transpose(OriginalData_trans) +
Data_meanNew;
```

```
% Image compression
PCs=input('Enter number of PC
colomuns needed?  ');
PCs = b - PCs;
Reduced_V = V;
for i = 1:PCs,
Reduced_V(:,1) =[];
end
Y=Reduced_V'* DataAdjust_trans;
Compressed_Data=Reduced_V*Y;
Compressed_Data =
Compressed_Data' +
Data_meanNew;
figure(1),
set(gcf,'numbertitle','off','na
me','Compressed Image'),
imshow(Compressed_Data)
,title('Compressed Image after
PCA');
% End of image compression
IMAGE=Compressed_Data;

assignin('base','IMAGE',IMAGE);
```

```
clc,close all
Part=menu('Select part run ','Part 1. PCA (take time Please
wait)','Part 2.IPAN Smooth and DWT');
switch Part
case 1
RGB=imread('pan.tif');
PCA_Part(RGB)
Part_B=menu('Continure run Part2 for IPAN Smooth and
DWT','Yes','No');
switch Part_B
case 1
Image = imread('pan.tif');
    Part3(Image)
    clc
mymessage = sprintf('%s%s','PSNR of result image: ',num2str(PSNR));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','SD of input image: ',num2str(SD_In));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','SD of Out image: ',num2str(SD_Out));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','Correlation value:
',num2str(maxCorrValue));
disp(mymessage);
case 2
close all
end
case 2
A= exist('IMAGE','var');
if A==0
warndlg( sprintf('Plese run Part.1 first'))
elseif A==1
Image = imread('pan.tif');
Part3(Image)
clc
mymessage = sprintf('%s%s','PSNR of result image: ',num2str(PSNR));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','SD of input image: ',num2str(SD_In));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','SD of Out image: ',num2str(SD_Out));
disp(mymessage);
mymessage = sprintf('%s%s','Correlation value:
',num2str(maxCorrValue));
disp(mymessage);
end
end
```

```
function Part3(Image)
I = Image;
G = fspecial('gaussian',[1 1],3);%[5 5]
%# Filter it
Ig = imfilter(I,G,'same');
%# Display
O2=Ig(:,:,1);
gO2=Ig(:,:,2);
bO2=Ig(:,:,3);
figure(2)
set(gcf,'numbertitle','off','name','Smooth image'),
imshow(Ig),title('Smooth image');
%%  Part3
Irec=evalin('base','IMAGE');
Input_Image=Irec;
Red_Input_Image=Input_Image(:,:,1);

[LLr,LHr,HLr,HHr]=dwt2(Red_Input_Image,'haar');
First_Level_Decomposition(:,:,1)=[LLr,LHr;HLr,HHr];
First_Level_Decomposition=uint8(First_Level_Decomposition);

[cA1,cH1,cV1,cD1] = dwt2(Irec,'bior3.7');
A1 = upcoef2('a',cA1,'bior3.7',1);
H1 = upcoef2('h',cH1,'bior3.7',1);
V1 = upcoef2('v',cV1,'bior3.7',1);
D1 = upcoef2('d',cD1,'bior3.7',1);
map = gray(256);
colormap(map);
figure(4)
set(gcf,'numbertitle','off','name','Decomposite'),
subplot(2,2,1); image(wcodemat(A1,192));
title('Approximation A1')
subplot(2,2,2); image(wcodemat(H1,192));
title('Horizontal Detail H1')
subplot(2,2,3); image(wcodemat(V1,192));
title('Vertical Detail V1')
subplot(2,2,4); image(wcodemat(D1,192));
title('Diagonal Detail D1')
%%
LLr=A1;
LHr=H1;
HLr=V1;
HHr=D1;
Input_Image2=O2;

[cA1,cH1,cV1,cD1] = dwt2(Input_Image2,'bior3.7');
LLr2 = upcoef2('a',cA1,'bior3.7',1);
LHr2 = upcoef2('h',cH1,'bior3.7',1);
HLr2 = upcoef2('v',cV1,'bior3.7',1);
HHr2 = upcoef2('d',cD1,'bior3.7',1);
map = gray(256);
colormap(map);
assignin('base','LLr2',LLr2);
NewImage = idwt2(LLr2,LHr,HLr,HHr2,'db1');
```

```
HLr2=im2uint8(HLr);
Output_Image(:,:,1)=NewImage;

figure(5)
set(gcf,'numbertitle','off','name','Output Image'),
imshow(uint8(Output_Image)),title('Output Image')

%%

in1=imread('pan.tif');
NewImage1=Output_Image;
IM=in1;IM2=uint8(NewImage1);
result_in = mean(IM);
result_out = mean(IM2);
im1=in1;im2=uint8(NewImage1);
N = size(im1);
x=im2double(im1);
y=im2double(im2);
assignin('base','x',x);
assignin('base','y',y);
acc = 0;
for k1=1:N(1)
for k2=1:N(2)
acc = acc+ ( x(k1,k2) - y(k1,k2) )^2;
end
end
mse = acc/(N(1)*N(2));
PSNR = 10*log10((255^2)/mse);
assignin('base','PSNR',PSNR);

%% SD
SD_In=std(x(:));
SD_Out=std(y(:));

assignin('base','SD_In',SD_In);
assignin('base','SD_Out',SD_Out);
%% correration
y1=y(:,:,1);x1=x(:,:,1);
maxCorrValue = corr2(x1, y1(1:613,1 :2449));
assignin('base','maxCorrValue',maxCorrValue);
evalin('base','clear RGB')
evalin('base','clear Image')
```

ภาคผนวก ข
บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

1. พัชยา คีรินทร์, ณัฐพงศ์ พันธุนะ. **“การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต”** *การประชุมวิชาการ งานวิจัย และพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8 หรือ ECTI-CARD 2016*: 239-242.

ภาคผนวก ค
เนื้อหาบทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 8

8th ECTI-CARD 2016, Hua Hin, Thailand

การหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต

High Resolution Sharpening in Wavelet Base Image Fusion on PCA Transform Technique

พัชยา คีรินทร์[1] และ ณัฐพงศ์ พันธุนะ[2]

[1,2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถ.ประชาราษฎร์ สาย1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ โทรศัพท์02-836-3000 ต่อ 4150

E-mail: pk_patchaya@hotmail.co.th , nattapong.p@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการหาขอบภาพถือได้ว่ามีความสำคัญในกระบวนการประมวลผลภาพทางดิจิตอล เพราะเนื่องจากในงานด้านการประมวลผลภาพในบางสาขาจำเป็นต้องอาศัยลายเส้นหรือขอบภาพที่มีความสมบูรณ์ของรายละเอียดของภาพในภาพถ่ายนั้นๆ เนื่องจากการวินิจฉัยโรคบางโรคต้องอาศัยความถูกต้องแม่นยำจากภาพ อีกทั้งยังจำเป็นต่องานด้านวิศวกรรม โดยส่วนใหญ่จะนิยมนำไปใช้ในการคำนวณที่แตกต่างกันออกไป เช่น คำนวณเพื่อหาพื้นที่ระหว่างจุดจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งมาประยุกต์ใช้เพื่อเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่จะใช้ในการผสมเป็นขอบภาพใหม่ที่มีความชัดเจนของขอบภาพที่มากขึ้นและในงานวิจัยนี้จะนำขอบภาพที่ได้จากการผสมขอบภาพใหม่นำไปเปรียบเทียบคุณภาพของขอบภาพที่ได้จากทฤษฎีการแปลงเว็บเลต (Wavelet Transform) เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการผสมขอบภาพใหม่นั้นสามารถให้ความคมชัดของขอบภาพที่ดีกว่า

ผลการประเมินภาพพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถเพิ่มความคมชัดของภาพ และยังคงรักษาข้อมูลต่าง ๆ ภายในภาพผลลัพธ์ได้อย่างครบถ้วน

คำสำคัญ: พีซีเอ,การแปลงเวฟเล็ต, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, สหสัมพันธ์, อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด

Abstract

Currently, the edge image is regarded as important in the process of digital image processing. Because in the field of image processing in certain fields require lines or the edges of a complete description of the image in the photo itself. The statements diagnose certain diseases requires accurate picture. It is also essential to engineering. Most commonly used to calculate the difference, like testicle to calculate the area between the point-to -point.Applied to select the coefficients to be used in combination with a new edge image clarity of the picture more. In this research will be trimming the edge blending images to compare the quality of the image obtained by the theoretical conversion web Paulette (Wavelet Transform) to demonstrate how to mix the new image it can provide the sharpness of the image , the better.

The assessment found that the proposed method can increase the contrast of the image. And maintaining data within the output video in its entirety.

Keywords: Principal components analysis, discrete wavelet transform, Standard deviation, Correlation, PSNR

1. บทนำ

เมื่อพิจารณาภาพดิจิตอลทั่วไป ภาพยังไม่ชัดเจนซึ่งมีผลต่อการอธิบายและการตีความของภาพได้ เช่นภาพถ่ายทางดาวเทียม ความคมชัดเพื่อจำแนกรายละเอียดของภาพจึงมีความสำคัญอย่างมาก เทคนิคในการปรับความคมชัดของภาพนั้นมีหลายวิธีที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์สำหรับภาพถ่ายเพิ่มความคมชัดให้ภาพถ่ายทางดาวเทียมได้แก่เทคนิคดังต่อไปนี้[1]

1.1 **IHS Transform**ความเข้มขององค์ประกอบจะถูกแทนที่ด้วยภาพที่มีรายละเอียดสูง ซึ่งสีที่ได้ของภาพผลลัพธ์อาจจะเพี้ยนและไม่เป็นที่พอใจมากนัก สมการที่ใช้แปลง ดังนี้

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

$$I = \frac{R+G+B}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{v_1}{v_2}\right) \quad (3)$$

$$S = \sqrt{(v_1)^2 + (v_2)^2} \quad (4)$$

1.2 **Bovey Transform** ภาพข้อมูลดาวเทียมที่มีระดับความแตกต่างของความคมชัดสูงนั้น มีประโยชน์ต่อการตรวจสอบ ติดตามการเปลี่ยนแปลงเทคนิคนี้อาศัยหลักการของระดับความแตกต่างของความคมชัดมาช่วยทำให้ภาพข้อมูลดาวเทียมในระบบหลายช่วงคลื่นนั้นมีความคมชัด หรือมีรายละเอียดเชิงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยในวิธีการนี้ภาพข้อมูลในระบบหลายช่วงคลื่นได้ถูกนอร์แมลไลซ์ และค่าดิจิตอลนัมเบอร์ในแต่ละช่วงคลื่นในระบบหลายช่วงคลื่นที่ได้จากการผสานข้อมูลนั้น ได้มาจากการคูณค่าดิจิตอลนัมเบอร์ของช่วงคลื่นที่ถูกนอร์แมลไลซ์ด้วยค่าดิจิตอลนัมเบอร์ของภาพข้อมูลในระบบขาวดำแม้ว่าเทคนิคนี้จะช่วยให้ภาพมีความคมชัด สามารถมองเห็นขอบเขตของวัตถุต่างๆ ได้ชัดเจน จนสามารถแยกแยะได้ แต่กลับมีผลกระทบต่อคุณลักษณะเชิงคลื่นของภาพข้อมูลดาวเทียมอย่างมาก ดังนั้นการทำความคมชัดของภาพด้วยวิธีนี้นั้นจึงไม่เหมาะในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบเนื่องจากค่าของข้อมูลในแต่ละพิกเซลจะถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก

1.3**พีซีเอ** (PCA: Principal Components Analysis)การวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐานความแปรปรวน โดยองค์ประกอบแรกจะมีรายละเอียดมากที่สุด โดยทั่วไปแล้วผลของ PCA จะให้ผลลัพธ์ดีกว่าผลจาก HIS

1.4 **การแปลงเวฟเล็ต** (Wavelet Transform) อยู่บนพื้นฐานเรื่องของความถี่ เพิ่มความถี่สูงจาก PAN ไปสู่ความถี่ต่ำโดยปราศจากการเปลี่ยนสี

การปรับปรุงภาพโดยผ่านขบวนการทางเวฟเล็ตแยกสัญญาณและการปรับปรุงจากภาพ Panchromaticเป็นอีกเทคนิคหนึ่ง โดยภาพผลลัพธ์ที่ได้จะส่งผลให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้นกว่าภาพต้นฉบับ ดังนั้นเทคนิคในการเพิ่มความคมชัดจึงเป็นหัวข้อสำคัญที่น่าศึกษา อย่างไรก็ตามภาพผลลัพธ์ที่ได้ต้องยังรักษาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์ให้ใกล้เคียงด้วยเช่นกัน

2. ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

2.1กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA:Principal Component Analysis)

กระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นหนึ่งในเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรโดยไม่มีการแบ่งกลุ่มตัวแปรว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ สนใจเพียงต้องการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆเหล่านั้นโดยจะสร้างตัวแปรใหม่ขึ้นด้วยความแปรผันหรือความแปรปรวนของตัวแปรเดิมจึงนิยมใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้เพื่อลดขนาดเมตริกซ์ของตัวแปรให้เล็กลงหรือใช้หาความสัมพันธ์ของข้อมูล องค์ประกอบหลักข้อแรกคือที่ นำไปเป็นทิศทางที่มีค่าความแปรปรวนแปรปรวนสูงสุด องค์ประกอบหลักที่สองเป็นข้อจำกัด ที่จะอยู่ในสเปซตั้งฉากแรก ส่วนนี้ชี้ทิศทางของความแปรปรวนสูงสุดภายในสเปซนี้ องค์ประกอบหลักข้อที่สามถูกนำตัวไปในทิศทางที่มีความแปรปรวนสูงสุดในสเปซตั้งฉากกับสองคนแรก PCA ไม่ได้มีชุดเวกเตอร์พื้นฐานแน่นอน อาธิเช่น FFT, DCT และเวฟเทท เป็นต้น เวกเตอร์พื้นฐานขึ้นอยู่ชุดของข้อมูล PCA ยังเป็นการแปลงเชิงเส้นซึ่งง่ายในการนำไปใช้งานในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมาก PCA ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการบีบอัดข้อมูลและการจับคู่รูปแบบโดยการแสดงข้อมูลที่จะเน้นความเหมือนและความแตกต่าง โดยมไม่สูญเสียข้อมูลมาก

2.2กระบวนการแปลงเวฟเล็ต

เปรียบเหมือนการแตกสัญญาณโดยข้อมูลที่ได้จากการแปลงเวฟเล็ตจะถูกแบ่งออกเป็น 4 สับแบนด์ย่อยๆ

LL:คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่ต่ำ 2ครั้ง รายละเอียดของข้อมูลภาพส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณนี้

LH: คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่ต่ำในแนวตั้งแล้วนำผลที่ได้ไปผ่านตัวกรองความถี่สูงในแนวนอนส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูลในแนวตั้ง เรียกว่าส่วนของขอบภาพแนวตั้ง

HL: คือ ได้จากการผ่านตัวกรองความถี่สูงในแนวตั้งแล้วนำผลไปผ่านตัวกรองความถี่ต่ำในแนวนอส่วนนี้จะทำการเก็บข้อมูลในแนวนอนแนวตั้ง เรียกว่าส่วนของขอบภาพแนวนอน

HH: คือได้จากการผ่านตัวกรองความถี่สูงสองครั้งในส่วนนี้จะเก็บข้อมูลในแนวทแยงมุม และส่วนนี้จะมีความสำคัญน้อยสุด เรียกว่าส่วนของสัญญาณรบกวน

3. เครื่องมือและวิธีการวิจัย

3.1ภาพต้นฉบับ Panchromatic

ภาพที่ใช้ในการศึกษากับงานวิจัยนี้เป็นภาพถ่ายดาวเทียมชื่อ PAN.tiff ที่มีความละเอียดสูง และมีข้อมูลที่อยู่ในภาพมาก โดยภาพนี้มีขนาด 2449 x 613 พิกเซล

รูปที่ 1 ภาพต้นฉบับ Panchromatic ขนาด 2449x613 พิกเซล

รูปที่ 2 ภาพต้นฉบับ R ขนาด 613x154 พิกเซล

รูปที่ 3 ภาพต้นฉบับ G ขนาด 613x154 พิกเซล

รูปที่ 4 ภาพต้นฉบับ B ขนาด 613x154 พิกเซล

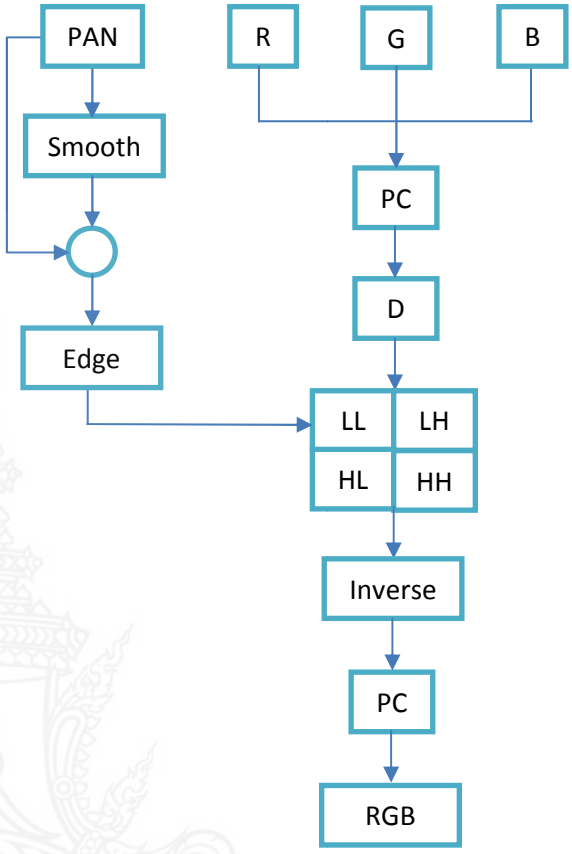
3.2ขั้นตอนการวิเคราะห์ PCAอัลกอริทึม

จากข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นเมตริกซ์มีขนาด M x N ขั้นตอนในการทำ PCA ดังนี้

1. จัดข้อมูลลงใน คอลัมน์ เมทริกซ์ กำหนดใหม่เป็น เมทริกซ์Z ซึ่งมีขนาดเมตริกซ์ 2 x n
2. คำนวณ ค่าเฉลี่ยของแต่ละคอลัมน์กำหนดให้เป็น M
3. ลบค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ M กับแต่ละคอลัมน์เป็น เมทริกซ์Z ผลลัพธ์กำหนดให้เป็นเมทริกซ์X ซึ่งมีขนาด 2 x n เป็นต้น
4. หาค่าความแปรปรวนเมตริกซ์ C
5. คำนวณหาค่า Eigenvectors V และ Eigenvalue D ของ C แล้วจัดเรียงข้อมูล Eigenvalue น้อยสุดของ V และ D ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 2 x 2
6. พิจารณา คอลัมน์แรกของ V ซึ่งสอดคล้องกับ ค่า Eigenvalue ขนาดใหญ่สุด เพื่อการคำนวณเป็น P1 และ P2 ดังนี้

$$P_1 = \frac{V(1)}{\sum V} \quad \text{และ} \quad P_2 = \frac{V(2)}{\sum V} \quad (5)$$

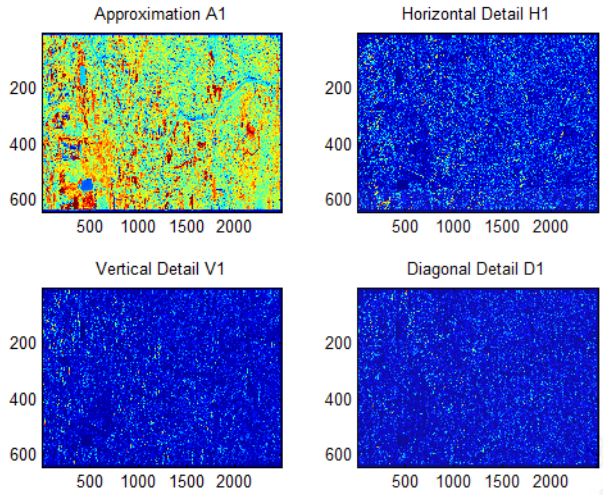
3.3 เทคนิคการหลอมภาพด้วยวิธีที่นำเสนอ



รูปที่ 5 ขั้นตอนการหลอมภาพด้วยวิธี PCA ร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต

จากแผนภูมิรูปที่ 5 เป็นการนำเสนอวิธีการหลอมภาพให้มีความคมชัดสูงด้วยวิธีพีซีเอร่วมกับการแปลงเวฟเล็ต ด้วยการนำเอาภาพ Panchromatic ต้นฉบับที่มีความละเอียดสูง มาผ่านขบวนการสมูทแล้วหาขอบภาพ ในขณะเดียวกันนำภาพ Multispectral ที่มีรายละเอียดของภาพและความยาวช่วงคลื่นสูงมาเข้าขบวนการ PCA และนำอัลกอริทึมแปลงเวฟเล็ต แล้วนำขอบภาพที่ได้จากการทำสมูทดึงเข้ามาแทนในข้อมูลเฉพาะในสับแบนด์LL และแปลงเวฟเล็ตกลับจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีรายละเอียดและความคมชัดที่สูงขึ้น

3.4การแปลงเวฟเล็ต(DWT: Discrete Wavelet Transform)



รูปที่ 6ภาพการแปลงเวฟเล็ต

3.5ผลลัพธ์

นำ PAN ที่ผ่านการทำ Smooth Edge แล้ว แทนที่ในแบนด์LL ของผลการแปลงเวฟเล็ตในข้อ 3.3 แล้ว ทำการแปลงเวฟเลตผกผัน แล้ว แปลงกลับเป็น RGB

ภาพต้นฉบับ ภาพผลลัพธ์

รูปที่ 7เปรียบเทียบภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์

ตารางที่ 1ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ,สหสัมพันธ์ของภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์และอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด(PSNR)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		**PSNR**	**Correlation ระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์**
ภาพต้นฉบับ	ภาพผลลัพธ์		
0.0761	0.0780	67.7815	0.9495

4.ผลลัพธ์และการวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบว่าการปรับปรุงคุณภาพความคมชัดของภาพโดยด้วยวิธีการแบบพีซีเอด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ต โดยที่มีนำภาพ PAN มาแทนที่แบนด์LLในเวฟเล็ตผลลัพธ์ภาพที่ได้พบว่าภาพมีความคมชัดสูงซึ่งหลังจากที่ได้คำนวณเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของภาพ ต้นฉบับกับภาพผลลัพธ์ พบว่าค่าใกล้เคียงกันมาก และค่าอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด(PSNR)ระหว่างภาพต้นฉบับและภาพผลลัพธ์พบว่าค่าความคมชัดของภาพดีกว่าภาพต้นฉบับ โดยยังคงรักษารายละเอียดของภาพได้ดีมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] VeeraraghavanVijayaraj, “Quality Analysis of Pansharpened Images”, Submitted to the Faculty of Mississippi State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Electrical Engineering in the Department of Electrical & Computer Engineering

[2] Russ, J. C. (1994). The image processing handbook. 2nd Edition, *IEEE Press*.

[3] Conzalez, R. C. and WinTZ, P. (1987). Digital image processing. 2nd Edition, Addison-Wesley Pub., Massachusetts.

[4] Sid-Ahmed, M. A. (1995). Image processing : Theory, algorithm & architectures. McGraw-Hill, New York.

[5] Wongsritong, K., Kittayaruasiriwat, K., Cheevasuvit, F., Dejhan, K., and Somboonkaeaw, A. (1998).Contrast enhancement using multipeak histogram equalization with brightness preserving. *IEEE Asia-Pacific Conf. Circuit and System,* :455-458.

[6] Kim, Y-T. (1997). Contrast Enhance Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization. *IEEE Trans. Consumer Electronics., 43(1)*:1-8.

[7] Chen, S.-D, Ramli, A. R. (2003). Minimum Mean Brightness Error Bi-Histogram Equalization in Contrast Enhancement. *IEEE Trans. Consumer Electronics., 49(4)*:1310-1318.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาวพัชยา คีรินทร์

วัน เดือน ปีเกิด 11 กรกฎาคม 2528

ภูมิลำเนา 126 หมู่ 8 ต.สามพราน อ.สามพราน นครปฐม 73110

ที่อยู่ปัจจุบัน ยูนิโอจรัญ 3 อาคาร B 901/324 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ซอยจรัญสนิทวงศ์ 3 แขวงวัดท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร 10600

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2554

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

- ปัจจุบัน ทำงานในตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า 6 แผนกระบบไฟฟ้า 5 กองธุรกิจบริการระบบไฟฟ้า 2 ฝ่ายธุรกิจบริการและคุณภาพไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง