

การผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน

Multi-focus Image Fusion



โดย
นางสาวนันทรัตน์ อภัยกาวิ
นายบรรจง แต่ตรงจิตต์

รฟบ.
๒๕๕๑๓๗
๒๖๕๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**83154**
วัน,เดือน,ปี.....๖.๘.๒๕๕๑

b.....11๑61831
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Multi-focus Image Fusion



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

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน

ชื่อนักศึกษา นางสาวนันทรัตน์ อภัยกาวิ รหัสประจำตัว 47010380

นายบรรจง แต่ตรงจิตต์ รหัสประจำตัว 47010401

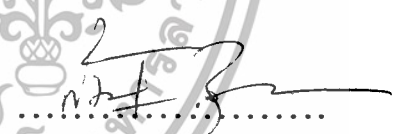
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมธรรษากุล

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2550

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว


.....
(ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมธรรษากุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนันทรรัตน์ อภัยภาวี	รหัสประจำตัว 47010380
	นายบรรจง แต่ตรงจิตต์	รหัสประจำตัว 47010401
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมहरรรษากุล	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2550	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงวิธีการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสในตำแหน่งต่าง ๆ กัน (Multi-focus image fusion) โดยใช้กรรมวิธีในการผสมภาพต่างๆ ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยจากภาพต้นฉบับ, Spatial frequency, Variance, Energy of image gradient, Energy of laplacian, Visibility ซึ่งกรรมวิธีในการผสมภาพต่างๆ ก็ให้คุณภาพของภาพที่ได้จากการผสมที่แตกต่างกัน โดยที่เราจะวิเคราะห์ถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อภาพที่ได้จากการผสม ส่วนในการวัดคุณภาพนั้นสามารถทำได้โดยการหาค่าของ Root mean square error (RMSE), Peak signal-to-noise ration (PSNR), ความแตกต่างระหว่างภาพที่ไม่มีคามผิดพลาด (Perfect image) กับภาพที่ได้จากการผสม (Fusion image) ซึ่งในที่นี้ได้พิจารณาภาพสองชนิดคือ ภาพขาวดำ (Gray Scale) และภาพสี (Color image) และนำไปประยุกต์ใช้กับแอปพลิเคชัน User Interface (GUI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Multi-focus Image Fusion	
Student	Miss Nantarat Apaikawee	ID. 47010380
	Mr. Bunchong Taetrongjit	ID. 47010401
Advisor	Asst. Prof.Dr. Somkait Udomhunsakul	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2008	

ABSTRACT

This thesis presents a method of the multi-focus image fusion using various fusion methods for comparison, i.e. Spatial frequency (SF), Variance, Energy of image gradient (EOG), Energy of laplacian of the image (EOL) and Visibility (VI). Each fusion method will give different result, so we consider the coefficients that effect to the result. To measure the fused image quality, we find the root man square error (RMSE), Peak signal to noise ratio (PSNR) and the difference value between perfect image or reference image and fused image. Gray scale and color images are used in our experiments. In addition, we apply to use with GUI user interface application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ
ผศ.ดร. สมเกียรติ อุดมธรรมากุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความช่วยเหลือรวมทั้งช่วยแก้ไข
ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเนื้อหาในโครงการ
รวมทั้ง ยังช่วยชี้แนะแนวทางในการศึกษา การแก้ปัญหา และให้กำลังใจผู้เขียนให้มีความสามารถ
ในการทำงานนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ ตลอดจนตรวจทานต้นฉบับของปริญญาโทฉบับนี้จนเสร็จ
สมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆและรุ่นพี่ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีสำคัญที่
เกี่ยวข้องกับงาน ซึ่งล้วนแต่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อปริญญาโทฉบับนี้

คณะผู้จัดทำ

นางสาวนันทรัตน์ อภัยภาวี

นายบรรจง

แต่ตรงจิตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.1 วัตถุประสงค์ในการทำโครงการ.....	2
1.2 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.3 ขั้นตอนดำเนินการ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน.....	4
2.1 บทนำ	4
2.1.1 การผสมข้อมูลภาพ (Image Fusion)	4
2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นของภาพสี	5
2.2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของสี	5
2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของสี.....	5
2.2.3 ลักษณะการมองเห็นของสี.....	6
2.2.4 การผสมกันของสี.....	6
2.3 แบบจำลองสี (Color Model).....	8
2.3.1 แบบจำลองสี RGB	8
2.3.2 แบบจำลองสี YUV.....	9
2.3.3 แบบจำลองสี YIQ.....	10
2.3.4 แบบจำลองสี YCBCr	11
2.3.5 แบบจำลองสี HSV	12
2.3.6 แบบจำลองสี HIS.....	15
2.4 กระบวนการผสมภาพ (Processing of image fusion).....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5	วิธีการผสมภาพ (Fusion Method)	17
2.5.1	การผสมภาพโดยใช้วิธีการผสมภาพโดยการหาค่าเฉลี่ยของภาพอินพุท	20
2.5.2	Spatial Frequency (SF)	20
2.5.3	Variance	21
2.5.4	Energy of Image Gradient (EOG)	21
2.5.5	Energy of Laplacian of the Image (EOL)	22
2.5.6	Visibility (VI)	22
2.6	ความผิดเพี้ยนที่เกิดจากการผสมภาพ	23
2.6.1	ความผิดเพี้ยนแบบบล็อก (Blocking artifact)	23
2.6.2	การลดทอนความคมชัดของภาพ หรือ การเบลอ (Blurring)	23
2.7	การวัดประสิทธิภาพการผสมภาพ	24
2.7.1	การวัดเชิงปริมาณหรือวัดโดยความหมายของภาพ	24
2.7.2	การวัดเชิงปริมาณ	24
2.7.3	Difference	26
2.7.4	การวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพภาพสี	26
บทที่ 3	การผสมภาพที่จุดโฟกัสต่างกัน	27
3.1	บทนำ	27
3.2	กระบวนการผสมภาพ	27
3.2.1	ขั้นตอนการผสมภาพ	28
3.3	การประมวลผลภาพสี (Color Image Processing)	30
3.3.1	ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ RGB	30
3.3.2	ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ของความเข้ม	32
บทที่ 4	ผลการทดลอง	33
4.1	บทนำ	33
4.2	การทดลองการผสมภาพโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับ	33
4.3	การทดลองโดยใช้กรรมวิธีการผสมภาพ	34
4.3.1	การผสมภาพโดยใช้ Spatial Frequency	37
4.3.2	การผสมภาพโดยใช้ Variance	38
4.3.3	การผสมภาพโดยใช้ Energy of image gradient (EOG)	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.4 การผสมภาพโดยใช้ Energy of Laplacian of the image (EOL)	40
4.3.5 การผสมภาพโดยใช้ Visibility	41
4.4 รูปผลลัพธ์ของการผสมภาพในแบบต่างๆ.....	42
4.4.1 ผลการผสมภาพขนาด 512 x 512.....	42
4.4.2 ผลการผสมภาพขนาด 256 x 256.....	45
4.5 ผลการทดลองการผสมภาพสี.....	48
4.5.1 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ RGB.....	48
4.5.2 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ YIQ.....	51
4.5.3 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ YCbCr.....	54
4.5.4 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ HSI	57
4.6 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพสี.....	61
4.6.1 ผลการผสมภาพในแบนด์ RGB	61
4.6.2 ผลการผสมภาพในแบนด์ YIQ.....	65
4.6.3 ผลการผสมภาพในแบนด์ YCbCr.....	68
4.6.4 ผลการผสมภาพในแบนด์ HIS	71
บทที่ 5 การประยุกต์การผสมภาพกับแอปพลิเคชัน GUI.....	74
5.1 บทนำ	74
5.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (GUI User Interface).....	74
5.2.1 หลักการของ GUI	74
5.2.2 ประโยชน์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนของ GUI.....	74
5.2.3 การทำงานของ GUI User Interface.....	75
5.3 ตัวอย่างของภาพที่มีการทำ Pre Processing	82
บทที่ 6 สรุปผลและแนวทางการพัฒนา.....	84
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	84
6.2 แนวทางในการพัฒนา.....	85
ภาคผนวก ก.....	86
ภาคผนวก ข.....	87
ภาคผนวก ค.....	88
ภาคผนวก ง.....	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ง.....	91
ภาคผนวก ง.....	95
ภาคผนวก ง.....	97
บรรณานุกรม.....	99



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงค่าช่วงความยาวคลื่นของสีต่างๆ.....	5
รูปที่ 2.2 แสดงระดับของการผสมสี.....	7
รูปที่ 2.3 แสดง Saturation ของสีในวงล้อสี.....	7
รูปที่ 2.4 แสดง โคอะแกรมของสี.....	8
รูปที่ 2.5 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี RGB.....	9
รูปที่ 2.6 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YUV.....	10
รูปที่ 2.7 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YIQ.....	11
รูปที่ 2.8 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YCbCr.....	12
รูปที่ 2.9 แสดงแบบจำลองสี HSV.....	13
รูปที่ 2.10 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี HSV.....	14
รูปที่ 2.11 แสดงแผนผังกระบวนการผสมภาพ โดยอาศัยพื้นฐานของการแปลงเวฟเลข (DWT)...17	17
รูปที่ 2.12 แสดงแผนผังของวิธีการผสมภาพ โดยใช้ Neural Network.....	19
รูปที่ 2.13 แสดงแผนผังการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน โดยใช้การเลือกบล็อกรูปภาพ.....	20
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการผสมภาพ.....	27
รูปที่ 3.2 การแบ่งภาพต้นฉบับออกเป็น Block $M \times N$ ย่อยๆ.....	28
รูปที่ 3.3 การใน Block $M \times N$ ย่อยๆ ในตำแหน่งเดียวกันมาเปรียบเทียบกับ.....	29
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ RGB.....	31
รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนในการผสมภาพในแบนด์ของความเข้ม.....	32
รูปที่ 4.1 แสดง รูปโฟกัสด้านซ้าย (ก) รูปโฟกัสด้านขวา (ข) รูปต้นฉบับ(Reference Image) (ค)..... และรูปผลลัพธ์จากการผสมภาพ (ง).....	34
รูปที่ 4.2 แสดง ภาพต้นแบบ (Reference image), ภาพโฟกัสซ้าย (ก) และภาพ โฟกัสขวา (ข)..... ของภาพที่มีขนาด 512 x 512.....	35
รูปที่ 4.3 แสดง ภาพต้นแบบ (Reference image) , ภาพโฟกัสซ้าย (ก) และภาพโฟกัสขวา (ข)..... ของภาพที่มีขนาด 256 x 256	36
รูปที่ 4.4 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับ โฟกัสขวา (ค)..... Grayscale ขนาด 512 ×512.....	42
รูปที่ 4.5 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ Grayscale ขนาด 512 ×512.....	44
รูปที่ 4.6 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับ โฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับ โฟกัสขวา (ค)..... ขนาด 256×256.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.7 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ Grayscale ขนาด 256 × 256.....	47
รูปที่ 4.8 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	61
รูปที่ 4.9 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ RGB ขนาด 256 × 256.....	62
รูปที่ 4.10 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	63
รูปที่ 4.11 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ RGB ขนาด 512 × 512.....	63
รูปที่ 4.12 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ RGB ขนาดอื่นๆ.....	65
รูปที่ 4.13 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	65
รูปที่ 4.14 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ YIQ ขนาด 256 × 256.....	66
รูปที่ 4.15 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	67
รูปที่ 4.16 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ YIQ ขนาด 512 × 512.....	67
รูปที่ 4.17 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	68
รูปที่ 4.18 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ YCbCr ขนาด 256 × 256.....	69
รูปที่ 4.19 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	70
รูปที่ 4.20 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ YCbCr ขนาด 512 × 512.....	70
รูปที่ 4.21 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	71
รูปที่ 4.22 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ HSI ขนาด 256 × 256.....	72
รูปที่ 4.23 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโพกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโพกัสขวา (ค).....	73
รูปที่ 4.24 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ ในแบนด์ HSI ขนาด 512 × 512.....	73
รูปที่ 5.1 แสดงหน้าแรกของ GUI User Interface.....	75
รูปที่ 5.2 แสดงการนำรูปเข้ามาทำงานใน GUI.....	76
รูป 5.3 แสดงหน้าต่างของรูปภาพที่ต้องการเลือกเข้ามา.....	76
รูปที่ 5.4 แสดงภาพที่ถูกเลือกเข้ามาทั้ง A และ B.....	77
รูปที่ 5.5 แสดงภาพอินพุตที่มีการปรับความสว่างของภาพให้เพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่ง.....	77
รูปที่ 5.6 แสดงกราฟ Histogram ของรูป A และ B.....	78
รูปที่ 5.7 แสดงภาพที่ผ่านการทำ Histogram Equalization และ กราฟ Histogram.....	78
รูปที่ 5.8 แสดงการผสมภาพระหว่างภาพ A และ B.....	79
รูปที่ 5.9 แสดงการผสมภาพโดยที่ทำการ Histogram Equalization.....	79
รูปที่ 5.10 แสดงการผสมภาพโดยที่ทำการปรับความสว่างของภาพก่อน.....	80
รูปที่ 5.11 แสดงวิธีการแก้ไขภาพเดิมที่ไม่ต้องการ.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 5.12 แสดงการแก้ไขภาพต้นแบบ.....	81
รูปที่ 5.13 แสดงรูปภาพขึ้นต้น.....	82
รูปที่ 15.14 แสดงการทำกระบวนการปรับปรุงรูปภาพก่อนทำการผสมภาพ..... โดยใช้ตัววัดแบบSF.....	82
รูปที่ 15.5 แสดงการทำกระบวนการปรับปรุงรูปภาพก่อนทำการผสมภาพ..... โดยใช้ตัววัดแบบEOL.....	83



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	37
ตารางที่ 4.2 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ Variance...	38
ตารางที่ 4.3 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOG.....	39
ตารางที่ 4.4 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	40
ตารางที่ 4.5 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ VI.....	41
ตารางที่ 4.6 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ RGB ขนาด 256×256.....	48
ตารางที่ 4.7 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ RGB ขนาด 256×256.....	49
ตารางที่ 4.8 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ RGB ขนาด 512×512.....	50
ตารางที่ 4.9 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ RGB ขนาด 512×512.....	51
ตารางที่ 4.10 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YIQ ขนาด 256×256.....	52
ตารางที่ 4.11 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YIQ ขนาด 256×256.....	52
ตารางที่ 4.12 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YIQ ขนาด 512×512.....	53
ตารางที่ 4.13 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YIQ ขนาด 512×512.....	54
ตารางที่ 4.14 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YCbCr ขนาด 256×256.....	55
ตารางที่ 4.15 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YCbCr ขนาด 256×256.....	55
ตารางที่ 4.16 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YCbCr ขนาด 512×512.....	56
ตารางที่ 4.17 (ก) - (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ YCbCr ขนาด 512×512.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.18 (ก) – (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ HSI ขนาด 256×256.....	58
ตารางที่ 4.19 (ก) – (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ HSI ขนาด 256×256.....	58
ตารางที่ 4.20 (ก) – (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ SF.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ HSI ขนาด 512×512.....	59
ตารางที่ 4.21 (ก) – (ข) แสดงค่าจากการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพแบบ EOL.....	
โดยใช้วิธีการวัดในแบนด์ HSI ขนาด 512×512.....	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตนั้นการถ่ายภาพจากกล้องถ่ายรูปที่มีการปรับระยะโฟกัสของกล้องได้ไม่ได้นั้น เมื่อทำการถ่ายภาพออกมาจากกล้องแบบนี้แล้วทำให้ได้ภาพถ่ายที่ไม่โฟกัสในทุกจุด ซึ่งเป็นเหตุมาจากไม่ว่าจะเป็นความผิดพลาดจากการถ่ายภาพหรือความบกพร่องของกล้องถ่ายรูปและเนื่องด้วยเทคโนโลยีต่างๆ ในอดีตนั้นยังไม่สามารถที่จะประดิษฐ์คิดค้นหรือผลิตกล้องถ่ายรูปที่มีคุณภาพสูงมากเท่าที่จะสามารถถ่ายภาพต่างๆ โดยที่สามารถโฟกัสตำแหน่งของภาพได้ทุกตำแหน่ง จึงทำให้การถ่ายภาพจากกล้องถ่ายรูปนั้นไม่สามารถโฟกัสได้ในทุกๆ จุด ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิธีการที่จะทำให้ได้ภาพที่มีความสมบูรณ์ในทุกจุดโฟกัสได้

กล้องถ่ายรูปหรือออปติคอลเลนส์(Optical Lens) รูปภาพที่ถ่ายออกมาจากกล้องหรือเลนส์ชนิดนี้โดยเฉพาะกล้องถ่ายรูปที่มีความยาวโฟกัสมากๆ นั้น หรือ ผ่านรูปวัตถุตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปโดยผ่านกล้องถ่ายรูปที่มีระยะทางจากกล้องถ่ายรูปต่างกันซึ่งจากสถานการณ์แบบนี้จะทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับข้อจำกัดในความละเอียดของภาพ และมักจะเกิดขึ้นโดยมากกับรูปภาพที่ถ่ายจากกล้องราคาถูกระยะโฟกัสไม่ดีในการถ่ายรูป ซึ่งรูปที่ได้ออกมานั้นไม่สามารถที่จะโฟกัสได้ในทุกๆ จุด หรือ อาจจะกล่าวได้ว่าถ้าหากถ่ายภาพ โดยที่โฟกัสที่จุดใดจุดหนึ่งแล้วจุดอื่นๆ หรือวัตถุอื่นๆ โดยรอบก็จะไม่อยู่ในโฟกัสซึ่งภาพที่ไม่อยู่ในโฟกัสนั้นก็จะเป็นเบลอ (Blur) ซึ่งในกระบวนการผสมภาพ (Image Fusion) นั้นสามารถช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถ่ายภาพในลักษณะนี้ได้ ซึ่งการผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion) เป็นการผสมภาพโดยที่มีภาพต้นฉบับ (Source Image) 2 ภาพขึ้นไป ที่มีจุดโฟกัสของภาพต่างมารวมกันจนได้ภาพเดียว 1 ภาพซึ่งภาพที่ได้ออกมาจากการผสมแล้วนั้นจะเป็นภาพที่มีการประกอบกันของส่วนประกอบของวัตถุทั้งหมดให้อยู่ในโฟกัสทุกๆ จุด นั่นก็หมายความว่าเมื่อทำการผสมภาพออกมาแล้วก็จะได้ภาพที่มีคุณภาพดีออกมาภาพหนึ่ง

เหตุผลที่สำคัญของการผสมภาพ (Image Fusion) ก็เพื่อทำการรวมองค์ประกอบ และข้อมูลส่วนเกินจากรูปภาพหลายๆรูปเพื่อทำการสร้างภาพใหม่ขึ้นมาให้มีคุณภาพของภาพที่ดีกว่า และมีรายละเอียดที่ดีกว่าภาพต้นฉบับ (Source Image) ซึ่งการผสมภาพ (Image Fusion) มีบทบาทสำคัญในหลายๆด้าน อย่างเช่น Remote Sensing, ภาพถ่ายทางการแพทย์ชีวภาพ (Biomedical Imaging), คอมพิวเตอร์วิชัน (Computer Vision) และ ระบบป้องกัน (Defense System) ซึ่ง การผสม

ภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion) ก็เป็นการศึกษาในอีกรูปแบบหนึ่งของการผสมภาพ (Image Fusion) ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงการ

จุดประสงค์ในการทำโครงการนี้คือ เพื่อศึกษาถึงเทคนิคและวิธีการผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multifocus Image Fusion) โดยเทคนิคต่างๆที่มีการนำมาใช้และนำเสนอขึ้นนั้น มีจุดประสงค์เพื่อที่เมื่อทำการผสมภาพแล้วจะได้ภาพผสม (Fused Image) ที่ยังคงรักษารายละเอียดของภาพอินพุต (Input) ทั้ง 2 ภาพ และมีรายละเอียดของภาพทั้งสองภาพรวมกัน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าได้ภาพที่โฟกัสในทุกๆตำแหน่ง โดยที่ความคมชัดของภาพไม่ได้ถูกลบเลือนออกไป และได้ภาพที่มนุษย์สามารถมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจน และสามารถนำภาพที่ผสมแล้วไปใช้งานอื่นๆได้ต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการนี้ คือ การนำเสนอวิธีการผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion) ที่สามารถพิจารณาคูณภาพของภาพที่ผสมแล้ว (Fused Image) จากการใช้ตัววัดคุณภาพ PSNR, RMSE เป็นตัวกำหนดคุณภาพ ซึ่งโครงการนี้สามารถแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาออกเป็น 5 บท ซึ่งแต่ละบทมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาตลอดจนวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงการ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีหรือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน วิธีการที่ใช้ในการผสมภาพแบบต่างๆที่ใช้ในโครงการ ความผิดเพี้ยนจากการผสมภาพ ทฤษฎีของภาพสี และการวัดประสิทธิภาพของภาพที่ผสมแล้ว (Fused Image)

บทที่ 3 กล่าวถึงการทดลองการผสมภาพด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งจะแบ่งตาม window size, ค่า threshold, วัดประสิทธิภาพของภาพที่ผสมแล้ว และวิเคราะห์คุณภาพของภาพที่ได้จากการผสมแต่ละวิธีเพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสมและดีที่สุดในการผสมภาพ

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดลองของโครงการซึ่งจะประกอบด้วย การแสดงตารางการวัดประสิทธิภาพ และแสดงภาพที่ผสมแล้วเทียบกับภาพต้นฉบับของการผสมในแต่ละวิธี

บทที่ 5 กล่าวถึงการนำเอาเทคนิคของการผสมภาพไปประยุกต์ใช้กับแอปพลิเคชัน User Interface (GUI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 เป็นการสรุปผลของการพัฒนาโครงการนี้ ปัญหาที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติโครงการ และแนวทางในการพัฒนาโครงการต่อไปในอนาคต

1.4 ขั้นตอนดำเนินการ

1. ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการผสมภาพเบื้องต้น
2. ศึกษาวิธีการผสมภาพที่นำมาใช้ในโครงการ
3. เขียน โปรแกรมเพื่อทำการผสมภาพและวัดประสิทธิภาพของภาพ
4. ประมวลผลโปรแกรมที่เขียน
5. รวบรวมผลการทดลองทั้งหมด
6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของภาพที่ผสมแล้ว
7. สรุปผลโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 บทนำ

ขอบเขตของการผสมข้อมูลโดยทั่วไปจะเป็นงานวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ การผสมข้อมูลเป็นการรวมหรือหลอมข้อมูลหลายๆ ข้อมูลที่เกิดจากแหล่งความรู้หลายแหล่งเข้าด้วยกันจนก่อให้เกิดข้อมูลใหม่ที่มีรายละเอียดของข้อมูลเพิ่มขึ้น เช่น การผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน การผสมภาพทางการแพทย์ การผสมภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น

2.1.1 การผสมข้อมูลภาพ (Image Fusion)

การผสมภาพคือการนำข้อมูลอินพุต (Input) จำนวน 2 ภาพ ที่มีแหล่งกำเนิด (Resource) ต่างกันรวมกัน หรือหลอมหลอมกันจนเป็นภาพใหม่ขึ้นมาหนึ่งภาพยังรักษาส่วนประกอบ หรือลักษณะเด่น (Feature) ของภาพอินพุตทั้ง 2 ภาพได้ ซึ่งการผสมภาพในระดับจุดภาพ (Pixel Level Fusion) เพื่อเน้นในเรื่องการมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจนของมนุษย์ (Human Perception) หรือ หุ่นยนต์ (Machine Perception) และสามารถนำไปปรับปรุงได้ง่ายขึ้น จะรวมถึง ภาพถ่ายทางการแพทย์ (Medical Image) เช่น ภาพถ่ายจากเครื่อง CT สแกนเนอร์ ผสมกับภาพถ่ายจากเครื่อง MRI หรือการผสมภาพของภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion) เช่น การผสมภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องถ่ายภาพซึ่งมีโฟกัสต่างกัน หรือ ภาพที่มีจุดที่เบลอต่างกัน เป็นต้น ในปัจจุบันนี้การผสมภาพเป็นหัวข้อที่สำคัญของการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) และ คอมพิวเตอร์วิชัน (Computer Vision)

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นของภาพสี

2.2.1 ทฤษฎีเบื้องต้นของสี

สี คือการรับรู้ความถี่ (หรือความยาวคลื่น) ของแสง ในทำนองเดียวกันกับที่ระดับเสียง (หรือโน้ตดนตรี) คือการรับรู้ความถี่หรือความยาวคลื่นของเสียง มนุษย์สามารถรับรู้สีได้เนื่องจากโครงสร้างอันละเอียดอ่อนของดวงตา ซึ่งมีความสามารถในการรับรู้แสงในช่วงความถี่ที่ต่างกัน การรับรู้สีนั้นขึ้นกับปัจจัยทางชีวภาพ (คนบางคนตาบอดสี ซึ่งหมายถึงคนคนนั้นเห็นสีต่างจากคนอื่น หรือไม่สามารถเห็นสีได้เลยมาแต่กำเนิด), ความทรงจำระยะยาวของบุคคลผู้นั้น, และผลกระทบระยะสั้น เช่น สีที่อยู่ข้างเคียง บางครั้งเราเรียกแขนงของวิชาที่ศึกษาเรื่องของสีว่า วิทยาศาสตร์ วิชานี้จะครอบคลุมเรื่องของการรับรู้ของสีโดยดวงตาของมนุษย์, แหล่งที่มาของสีในวัตถุ, ทฤษฎีสีในวิชาศิลปะ, และฟิสิกส์ของสีในสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า

2.2.2 ลักษณะทางกายภาพของสี

แสงที่เรามองเห็นนี้เป็นส่วนหนึ่งของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic spectrum) โดยที่ค่าของความยาวคลื่น (Wavelength) ของสีน้ำเงิน สีแดง และสีเขียว ถูกกำหนดขึ้นในปี ค.ศ. 1931 โดย CIE (Commission International d'Éclairage) และองค์กรที่รับผิดชอบเกี่ยวกับมาตรฐานของสีโดยเฉพะ

สี	ช่วงความยาวคลื่น	ช่วงความถี่
แดง	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
ส้ม	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
เหลือง	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
เขียว	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
น้ำเงิน	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
คราม	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
ม่วง	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

รูปที่ 2.1 แสดงค่าช่วงความยาวคลื่นของสีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ลักษณะการมองเห็นของสี

เป็นปรากฏการณ์การรับรู้เกี่ยวกับการมองเห็นอย่างหนึ่งของมนุษย์ เช่น การมองเห็นดอกกุหลาบว่าเป็นสีแดง ใบไม้เป็นสีเขียว เป็นต้น ซึ่งโดยปกติแล้วมนุษย์จะมองเห็นสีต่างๆที่เกิดจากการผสมของสีแดง สีน้ำเงิน และ สีเขียวเป็นหลัก นั่นคือการมองเห็นสีของมนุษย์ที่ไวต่อแม่สีทั้งสามสี และจากคำนิยามว่าสีเป็นการรับรู้ ดังนั้น จึงไม่มีตัวตนอยู่เป็นสารในทางฟิสิกส์ คือไม่เป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ จะเกิดขึ้นได้ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อยสองอย่างคือ แสง และผู้สังเกต ลองนึกคิดว่าถ้าเราเดินเข้าไปในห้องที่ไม่มีแสงใดๆ เราก็จะไม่สามารถมองเห็นวัตถุและสีใดๆได้ หากเราเดินเข้าไปในห้องที่สว่างไสวแต่ปิดตาเสีย เราก็จะไม่สามารถมองเห็นสีใดๆ ได้เช่นกัน การรับรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีแสงเดินทางเข้าไปสู่ตา โดยที่ตาของมนุษย์จะทำหน้าที่เป็นส่วนรับแสงและส่งสัญญาณไปยังสมองเพื่อแปลสัญญาณดังกล่าวเป็นการรับรู้สีต่างๆ ซึ่งภายในตาจะมีส่วนที่เรียกว่า เรตินา ใ้รับแสง และเปลี่ยนแสงเป็นกระแสประสาท โดยมีเซลล์รับแสงสองประเภทคือ เซลล์รับแสงรูปแท่ง และเซลล์รับแสงรูปกรวย เซลล์รับแสงรูปแท่งจะทำงานเมื่อมีแสงน้อย ส่วนเซลล์รับแสงรูปกรวยจะทำงานเมื่อแสงมากและเป็นเซลล์ที่ทำให้เกิดการรับรู้สี

โดยที่เราเรียกสีเหล่านี้ว่า แม่สีหลัก (Primary Color) และเราเรียกสีที่เกิดจากการผสมกันว่า แม่สีรอง (Secondary Color) ซึ่งได้แก่สี น้ำเงินเขียว (Cyan) สีม่วงแดง (magenta) สีเหลือง (Yellow) และ อื่นๆ

2.2.4 การผสมกันของสี

แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแสงสีขาวนั้น ประกอบไปด้วยคลื่นแสง ที่มีขนาดความยาวคลื่นต่างๆ มากมาย คลื่นแสงที่มนุษย์มองเห็นได้ มีลักษณะของสเปกตรัมสีได้ ตั้งแต่สีแดง จนถึงสีม่วง แบบของสีว่าเป็นสีแดง เหลือง หรือ ม่วง เราเรียกว่า hue ซึ่งเราอาจกำหนดให้สีทั้งหมด เกิดจากการผสมของแม่สีคือ แดง เหลือง และ น้ำเงิน ซึ่งตัวแม่สีนี้เราเรียก primary hues แม่สีนี้จะให้กำเนิด secondary hues ซึ่งมี 3 สี การผสมระหว่าง primary hues กับ secondary hues ก็จะได้ tertiary hues ออกมาซึ่งมี 6 สี มี การผสมสี 2 ระดับคือ

1. primary hues ผสมกับ primary hues ที่อยู่ติดกัน ในวงล้อสี ได้ secondary hues 3 สี
2. secondary hues ผสมกับ primary hues ที่อยู่ติดกัน ในวงล้อสี ได้ tertiary hues ทั้งหมด 6 สี

ซึ่งจะทำให้ได้วงล้อสีขึ้นมา 12 สี



รูปที่ 2.2 แสดงระดับของการผสมสี

สีแต่ละสี หรือ hue นี้จะมีระดับของความเข้มที่เรียกว่า saturation ต่างกัน ซึ่ง hue นี้เมื่อเติมสีดำลงไปผสม ก็จะทำให้ได้สีที่เข้มขึ้น ซึ่งเราเรียกว่า shades ถ้าเติมสีขาวลงไป จะได้สีที่เลือนางลงไป ซึ่งเราเรียกว่า tints เช่น สีชมพูเป็น tints ของสีแดง ภาพข้างล่างนี้ แสดง saturation ของสี ของวงล้อสี 12 สี ที่แสดงก่อนหน้า

รูปที่ 2.3 แสดง Saturation ของสีในวงล้อสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แบบจำลองสี (Color Model)

แบบจำลองสีเป็นวิธีที่กำหนดสีต่างๆ ให้เป็นแบบมาตรฐาน ซึ่งแบบจำลองสีในแต่ละแบบก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป จึงเหมาะสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันในแบบจำลองของสีนั้นๆ จะใช้สีหลักๆ ที่เรียกว่า แม่สีมาผสมผสานกัน เพื่อใช้ในการแสดงค่าสีอื่นๆ โดยแม่สีหลักนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามแบบจำลองแต่ละชนิด

2.3.1 แบบจำลองสี RGB

เป็นแบบจำลองสีที่เป็นแบบจำลองของแม่สีหลัก 3 สี (Primary Color) ซึ่งเป็นสีที่เกิดจากการรวมกันของแสง (Additive Color) ประกอบด้วยสีที่สำคัญ 3 สีด้วยกันได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) สีน้ำเงิน (Blue) ถูกนำมาใช้งานในด้านการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาพ ในระบบคอมพิวเตอร์ เมื่อทำการพิจารณาสีโดยเปรียบเทียบกับความยาวคลื่น โดยใช้ไดอะแกรมของสี



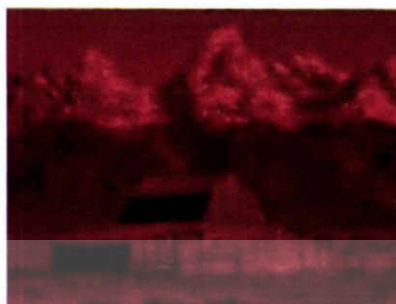
รูปที่ 2.4 แสดง ไดอะแกรมของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของการแสดงภาพในแต่ละแบนด์ RGB



Original image



Red component



Green component



Blue component

รูปที่ 2.5 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี RGB

2.3.2 แบบจำลองสี YUV

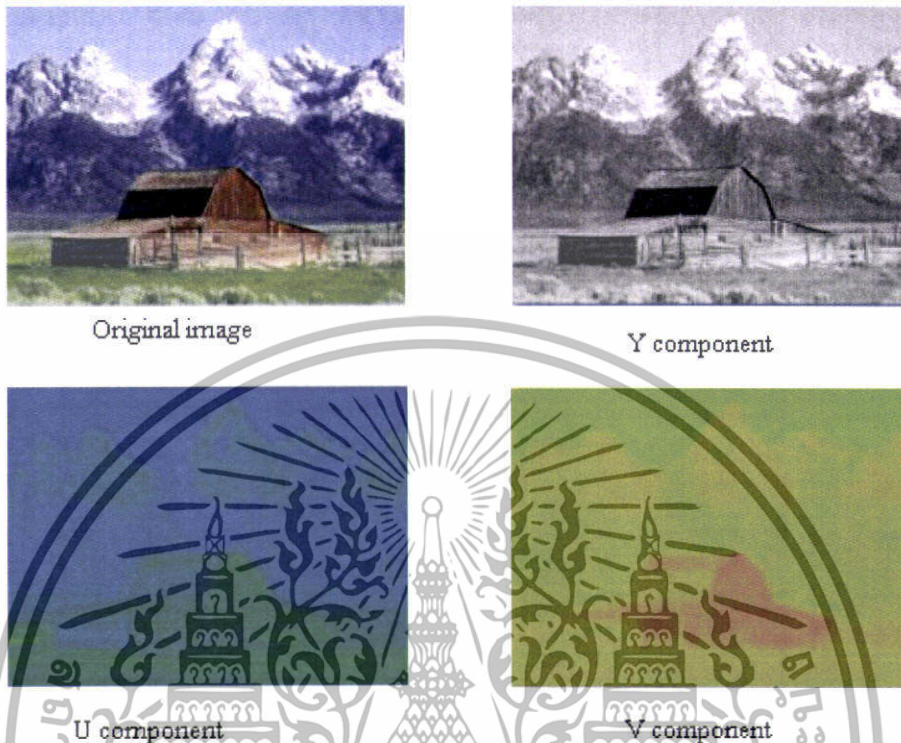
แบบจำลองสี YUV เป็นระบบสีที่ใช้ในสัญญาณวิดีโอแบบอนาล็อกในระบบ PAL และ SECAM โดยแบบจำลองสี YUV มีการใช้งานอยู่ในมาตรฐานของ CCIR 601 ซึ่งเป็นมาตรฐานของสัญญาณวิดีโอแบบดิจิทัล

โดย Y จะใช้เก็บข้อมูลของความเข้มแสง (Luminance) ส่วน U และ V จะใช้เก็บข้อมูลของแสงและสี เรียกว่า Chrominance โดยแบบจำลองนี้มีความสัมพันธ์กับแบบจำลองสี RGB ดัง สมการที่ 2.1

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.14713 & -0.28886 & 0.436 \\ 0.615 & -0.51499 & -0.10001 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของการแสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YUV



รูปที่ 2.6 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YUV

2.3.3 แบบจำลองสี YIQ

แบบจำลองสีนี้ถูกนำมาใช้กับโทรทัศน์และวิดีโอในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆที่ใช้ระบบ NTSC (The National Television Standard Commission) ในแบบจำลองนี้ Y ถูกกำหนดให้เป็นค่าความเข้มของแสง (Luminance) และ I, Q จะเป็นข้อมูลของสี สำหรับโทรทัศน์ ขาว-ดำ นั้นสามารถใช้ค่า Y ค่าเดียวก็สามารถได้ภาพที่สมบูรณ์ แบบจำลองนี้มีความสัมพันธ์กับแบบจำลองสี RGB สมการที่ 2.2

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.595716 & -0.274453 & -0.321263 \\ 0.211456 & -0.522591 & 0.311135 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

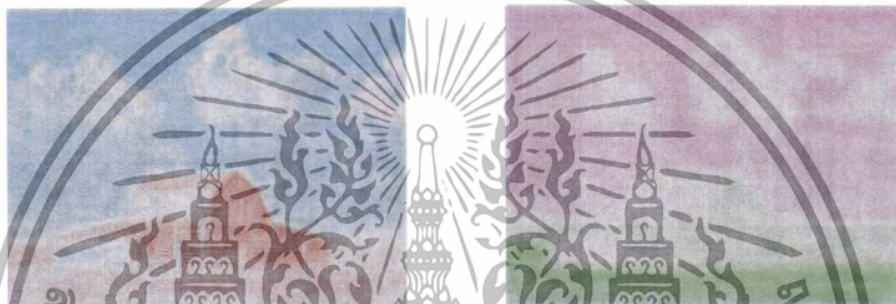
ตัวอย่างของการแสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YIQ



Original image



Y component



I component

Q component

รูปที่ 2.7 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YIQ

2.3.4 แบบจำลองสี YCbCr

แบบจำลองสี YCbCr เป็นมาตรฐานสากลของโทรทัศน์ถูกนำมาใช้ในมาตรฐานที่มีชื่อว่า ITU-R BT.601 (หรือที่รู้จักกันในชื่อ Rec.601) และแบบจำลองสี YCbCr ยังมีการประยุกต์ใช้งานในด้านการลดขนาดของข้อมูลของภาพชนิด JPEG และขนาดข้อมูลวีดีโอ MPEG และแบบจำลองสี YCbCr กำหนดให้ Y ใช้จัดเก็บข้อมูลของความเข้มแสง (Luminance) ส่วน Cb และ Cr จะใช้เก็บข้อมูลของแสงสี แบบจำลองสีนี้มีความสัมพันธ์กับแบบจำลองสี RGB ซึ่งเป็นสมการมาตรฐาน ITU-R BT.601 ดังสมการที่ 2.3

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ -0.168736 & -0.331264 & 0.5 \\ 0.5 & -0.418688 & -0.081312 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการแสดงผลภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YCbCr



Original image



Y component



Cb component

Cr component

รูปที่ 2.8 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี YCbCr

2.3.5 แบบจำลองสี HSV

แบบจำลองสีเป็นแบบจำลองสีที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้งานศิลปะในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่

H – ค่าสี (Hue) หมายถึง ค่าสีต่างๆ เช่น สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน สีส้ม เป็นต้น

S – ค่าความอิ่มตัว (Saturation) หมายถึงปริมาณของสีที่ถูกทำให้เจือจางด้วยสีขาว โดยยังมีปริมาณสีขาวมากขึ้นเท่าใด ความอิ่มตัวยังมีน้อยลง เช่น สีแดงจะมีความอิ่มตัวมากกว่า สีชมพู เป็นต้น

V – ค่าความสว่าง (Value) คือระดับความสว่างของสีนั้น เช่น สีชมพูจะมีค่าความสว่างมากกว่าสีแดง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองนี้มีความเป็นไปได้กับความจริงมากกว่าแบบอื่นๆ เพราะมีความเข้มข้นของสีนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อสีเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถเกี่ยวข้องกับเรื่องแสงสว่างอีกด้วย ดังนั้นแบบจำลองนี้จะสามารถเพิ่มหรือลดความสว่างของสีใดสีหนึ่งได้ และแบบจำลองนี้ค่อนข้างจะมีประโยชน์สำหรับการประมวลผลภาพเป็นอย่างมาก หลักการของแบบจำลองนี้จะเสมือนว่าเรามองลูกบาศก์ในแบบจำลองสี RGB ในทิศทางขนานกับแกนสีเทา จากตำแหน่งสีขาวเข้าไป เราสามารถที่จะมองภาพของแบบจำลองนี้เป็นรูปทรงกรวย ดังรูปที่ 2.8



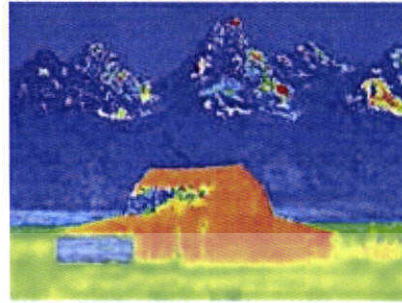
ซึ่งทุกๆ จุดบนผิวหน้าของรูปได้แสดงถึงค่าความอิ่มตัว (S) ดังนั้นส่วนในแกนรัศมีบอกถึงค่าความอิ่มตัวของสี (H) ส่วนแกนความสูงเป็นแกนที่บอกถึงค่าความสว่าง (V) และสุดท้ายของแกนรัศมีจะเป็นตัวบอกถึงค่าของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

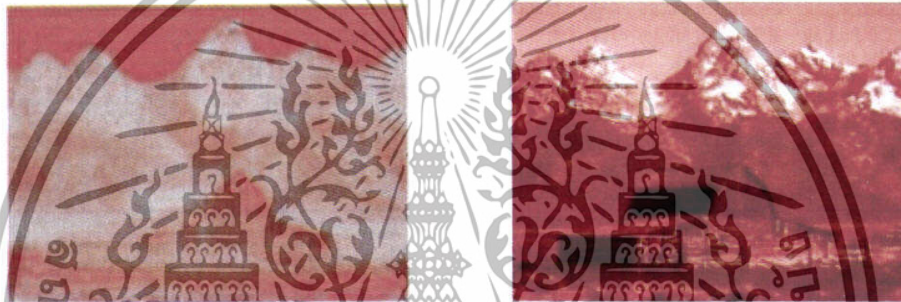
ตัวอย่างการแสดงผลในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี HSV



Original image



H component



S component

V component

รูปที่ 2.10 แสดงภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 แบบจำลองสี HSI

แบบจำลองสีนี้เป็นแบบจำลองสีที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการรับรู้ และการมองเห็นค่าสีต่างๆของมนุษย์ โดยที่

H (Hue) - ค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นสีจริงซึ่งเกิดมาจากการนำแม่สี สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน มาผสมกัน

S (Saturation) - คุณสมบัติที่ใช้วัดอัตราที่สีบริสุทธิ์ถูกทำให้เจือจางด้วยสีขาว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1

I (Intensity) - คุณสมบัติที่ใช้อธิบายความเข้ม หรือ ความสว่างของสี

โดยที่แบบจำลองสีนี้มีความสัมพันธ์กับแบบจำลองสี RGB ดังสมการ 2.4 - 2.7

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B > G \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{[(R-G)^2 + (R-B) + (G-B)]^2}} \right\} \quad (2.5)$$

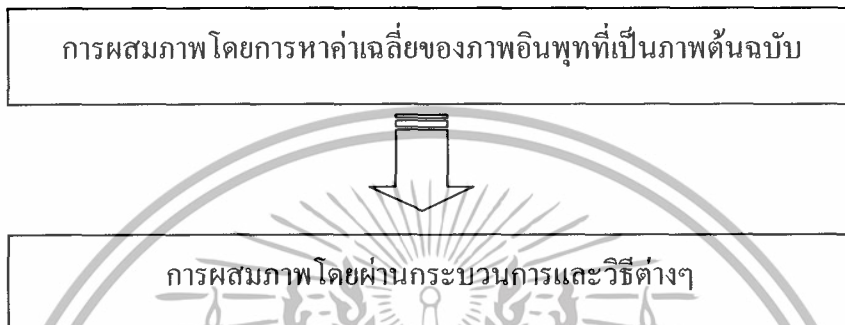
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (2.6)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กระบวนการผสมภาพ (Processing of image fusion)

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงการพัฒนาการของการผสมภาพ ซึ่งเริ่มต้นจากการผสมภาพระหว่างค่าของจุดภาพแต่ละภาพไปจนถึงการผสมภาพโดยการผ่านกระบวนการและวิธีต่างๆ



กระบวนการของการผสมภาพ โดยการหาค่าเฉลี่ยของภาพอินพุตที่เป็นภาพต้นฉบับนี้เป็นวิธีการผสมภาพแบบเบื้องต้นซึ่งกระบวนการนี้นั้นจะพิจารณาการผสมภาพต้นฉบับ (Resource) ทั้ง 2 ภาพที่มีจุดโฟกัสที่ต่างกัน แล้วก็ทำการผสมภาพทั้งสองนี้ ซึ่งจากการผสมภาพในกระบวนการนี้ก็ก่อให้เกิดปัญหาขึ้นกับความคมชัดของภาพเนื่องจากเมื่อทำการผสมภาพด้วยวิธีนี้ ก็จะทำให้ความคมชัด (Contrast) ของภาพลดลงไป และอาจทำให้จุดเด่นของภาพต้นฉบับทั้ง 2 นั้นหายไปด้วย เช่น การทำการผสมภาพโดย การนำเอาค่าในแต่ละพิกเซล (Pixel) มาบวกกันแล้วหารสอง เป็นต้น

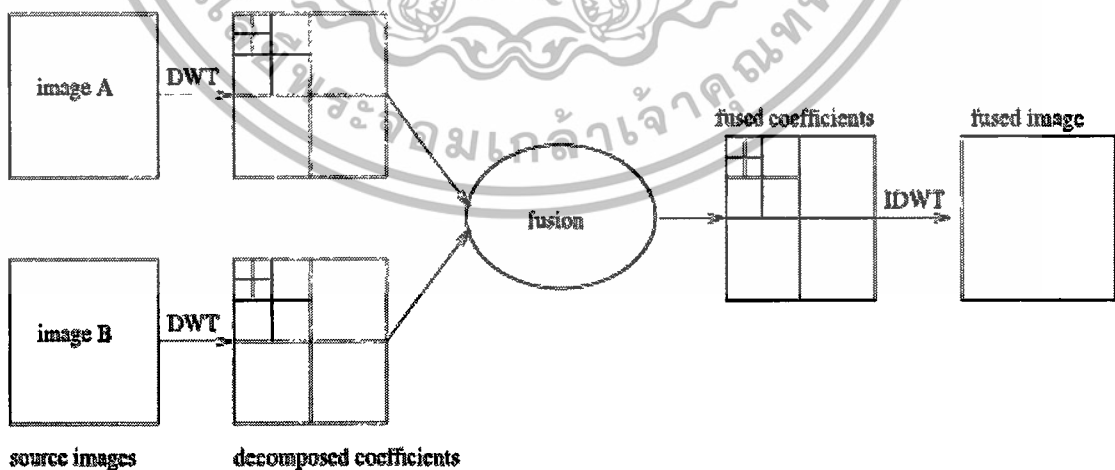
กระบวนการที่สองนี้จะเป็นการนำเอาวิธีการผสมภาพ (Fusion Method) ในลักษณะต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน ซึ่งการใช้วิธีการผสมภาพที่ได้มีการนำมาใช้นั้น จะไม่ก่อให้เกิดการลดทอนความคมชัดของรูปภาพที่ผสมแล้วเกิดขึ้น

ในการทำโครงงานนี้จะเน้นในเรื่องของการแสดงให้เห็นถึงวิธีการผสมภาพ(Fusion Method) ในแบบต่างๆ ซึ่งกระบวนการผสมภาพในแต่ละวิธีการนั้นจะอธิบายอยู่ในหัวข้อถัดไป

2.5 วิธีการผสมภาพ (Fusion Method)

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาได้มีทางเลือกและวิธีที่หลากหลายในการผสมภาพที่ใช้พื้นฐานของ Multi-scale Transform ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ซึ่งแนวคิดพื้นฐานของวิธีนี้ก็คือ เพื่อทำการแยกความละเอียดหลายระดับ (Multi-resolution) ของภาพต้นแบบ (Source Image) แต่ละภาพ จากนั้นก็ทำการรวมส่วนที่ได้ทำการแยกออกมาของแต่ละภาพเข้าด้วยกันเพื่อทำการสร้างส่วนประกอบของภาพใหม่ขึ้นมาแทน และในที่สุดแล้วก็จะได้ภาพที่ผสมแล้ว (Fused Image) ที่ถูกสร้างขึ้นมาจากการใช้การแปลงกลับของความละเอียดหลายระดับ (Inverse Multi-resolution) ตัวอย่างของการผสมภาพวิธีนี้ได้แก่ วิธีการทำ Laplacian pyramid, Gradient pyramid และ ratio-of-low-pass pyramid และ Morphological pyramid

หลังจากนั้นการแปลงเวฟเลท (Discrete Wavelet Transform: DWT) ก็ได้ถูกนำมาพิจารณาและใช้ในการผสมภาพด้วย ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว การแปลงเวฟเลท (DWT) นั้นมีข้อดีมากกว่าวิธีการแปลงโดยใช้ปริมาตรพื้นฐาน ซึ่งข้อดีที่เหนือกว่าการแปลงแบบ ปริมาตร อย่างแรกก็คือ การแทนที่ของเวฟเลทนั้นทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่าการแปลงแบบปริมาตรพื้นฐาน อย่างที่สองคือ ฟังก์ชันพื้นฐานของเวฟเลทนั้นสามารถที่จะเลือกใช้เป็นแบบ Orthogonal ได้ซึ่งการแปลงแบบปริมาตรนั้นไม่สามารถที่จะทำได้ นอกจากนี้วิธีการแปลงเวฟเลท (DWT) ก็ยังก่อให้เกิดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกันระหว่างรายละเอียดที่แตกต่างกันการผสมภาพในรูปแบบของสัมประสิทธิ์เวฟเลท (Wavelet Coefficient) นั้นจะใช้กฎในการเลือกค่าสูงสุด ซึ่งค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์เวฟเลท (Wavelet Coefficient) นั้นมักจะมีความสอดคล้องกับจุดเด่นของภาพ

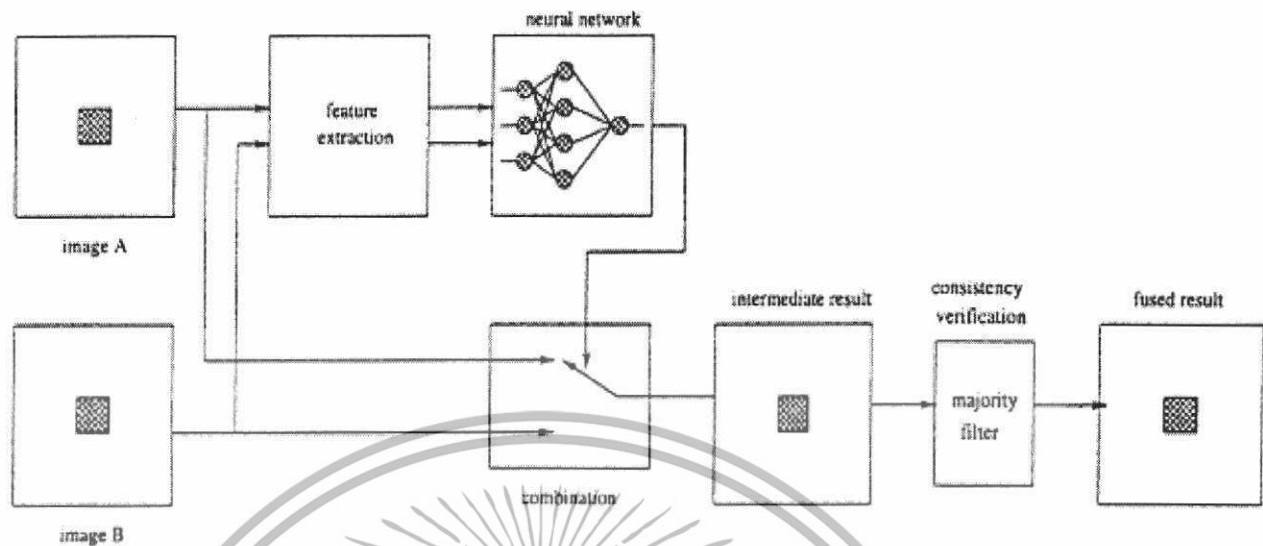


รูปที่ 2.11 แสดงถึงแผนผังกระบวนการผสมภาพ โดยอาศัยพื้นฐานของการแปลงเวฟเลท (DWT)

(ก) Neural Network ที่เป็นพื้นฐานของการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion)

ในที่นี้จะพิจารณากระบวนการของรูปภาพต้นฉบับ (Source Image) เพียงแค่ 2 ภาพเท่านั้น ซึ่งที่จริงแล้วอัลกอริทึม (Algorithm) นี้สามารถใช้ได้กับรูปภาพต้นแบบ ที่มีมากกว่า 2 ภาพขึ้นไปได้ และในกระบวนการนี้ภาพต้นฉบับ (Source Image) ก็จะถูกกำหนดตำแหน่งเอาไว้ด้วย อัลกอริทึมพื้นฐาน (Basic Algorithm) ของการผสมภาพนั้นจะถูกอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไปอัลกอริทึมพื้นฐาน (The Basic Algorithm)

ในขั้นตอนแรกของการผสมภาพนั้นจะทำการแบ่งภาพต้นฉบับ (Source Image) ออกเป็นบล็อก (Block) โดยให้บล็อกของรูปภาพต้นฉบับทั้งสองที่ได้ทำการแบ่งแต่ละอันนั้น มีขนาดของบล็อกเท่ากัน โดยที่ Neural Network จะเป็นตัวที่จะหาว่าบล็อกของรูปภาพต้นฉบับ (Source Image) รูปไหนที่มีความชัดมากกว่ากัน จากนั้นก็จะเข้าสู่กระบวนการผสมภาพ โดยที่ทำการเลือกบล็อกที่ของภาพต้นฉบับ (Source Image) มีความชัดมากกว่าเพื่อนำมาทำการสร้างรูปภาพผลลัพธ์ออกมา จากการพิจารณาในหัวข้อที่ผ่านมาจะพบว่าผลที่ได้จากการผสมภาพแบบการแปลงเวฟเลท (DWT) เป็นการผสมภาพโดยที่ไม่มีการเลื่อนตำแหน่งของภาพ (Shift-dependent) ในทางกลับกัน การใช้บล็อกของรูปภาพนั้นเป็นการหลีกเลี่ยงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผสมภาพโดยการใช้วิธีการแปลงเวฟเลท (DWT) ซึ่งในการแปลงโดยใช้ทฤษฎี Neural Network ถึงแม้ว่าวัตถุนั้นๆจะมีการเคลื่อนไป หรือว่าวัตถุนั้นๆไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ (Misregistration) จากภาพต้นฉบับ (Source Image) วัตถุแต่ละอันนั้นก็ยังคงจะอยู่ในตำแหน่งของโฟกัสที่ดีเหมือนกับรูปต้นฉบับ ดังนั้น ในภาพที่ผสมแล้วจากวิธีการ Neural Network การครอบคลุมของบล็อกกับวัตถุหนึ่งๆนั้นก็จะมีมาจากภาพต้นฉบับเดียวกัน จึงทำให้ความคมชัดของภาพไม่มีผลต่อภาพที่มีการเคลื่อนตำแหน่งไปจากตำแหน่งเดิม



รูปที่ 2.12 แสดงแผนผังของวิธีการผสมภาพ โดยใช้ Neural Network

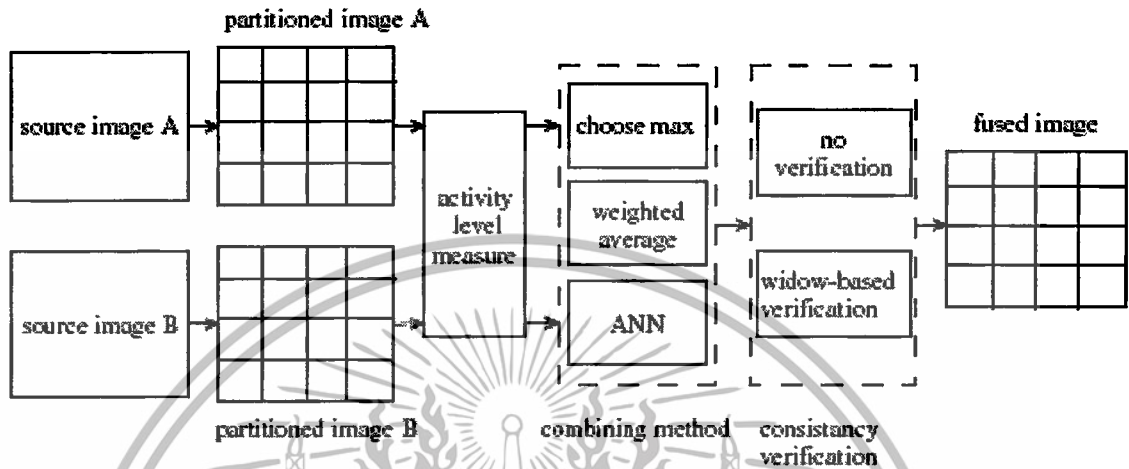
(ข) การวัดโฟกัส (Focus Measure)

การวัดโฟกัส ได้ถูกกำหนดได้ว่าเป็นค่าสูงสุดสำหรับภาพที่ผสมแล้วที่ดีที่สุด และค่าของมันจะลดลง เมื่อภาพ ไม่ได้อยู่ในโฟกัสมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นในเรื่องของการผสมภาพที่มีจุด โฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image Fusion) พื้นที่ โฟกัสของภาพต้นฉบับ (Source Image) จะต้องให้ค่าที่มากที่สุด (Maximum) ในการวัดโฟกัส (Focus Measure) และพื้นที่ของภาพต้นฉบับที่ไม่ได้อยู่ในโฟกัสจะต้องให้ค่าที่น้อยที่สุด (Minimum) ในการวัดโฟกัส เทคนิคการวัดโฟกัสหลายๆเทคนิคยังคงที่จะได้รับการศึกษาและทำการเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆอยู่ ซึ่งในการวัดโฟกัส โดยทั่วไปจะต้องตรงตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบของรูปเป็นอิสระต่อกัน (Independent of image content)
2. ภาพมีการเบลอ (blur) เป็นเนื้อเดียวกัน (Monotonic with respect to blur)
3. การวัดโฟกัส (Focus Measure) จะต้องมีแค่จุดเดียว ซึ่งนั่นก็หมายความว่าค่าสูงสุดในการวัด (Maximum) จะต้องมีแค่ค่าเดียวเท่านั้น
4. ค่าที่ได้จากการวัดโฟกัส (Focus Measure) จะมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับของการเบลอ(blur)
5. มีความซับซ้อนในการคำนวณน้อยที่สุด (Minimal computation complexity)
6. ไม่มีความไวต่อสัญญาณรบกวน (Robust to noise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขทั้งหมดนี้เป็นประโยชน์ในกระบวนการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน (Multi-focus Image fusion) ในหัวข้อที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นทฤษฎีของการผสมภาพที่นำมาใช้และที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้



รูปที่ 2.13 แสดงแผนผังโดยทั่วไปของการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกันโดยใช้การเลือกบล็อกรูปภาพจากภาพต้นฉบับ (Source Image)

2.5.1 การผสมภาพโดยใช้วิธีการผสมภาพโดยการหาค่าเฉลี่ยของภาพอินพุต

วิธีที่ง่ายที่สุดในการผสมภาพ คือ การพิจารณาค่าเฉลี่ยของความเข้มเทาของภาพ (Gray Scale) โดยกระทำแบบจุดต่อจุด (Pixel-by-Pixel) กับภาพต้นฉบับ (Source Image) แต่วิธีนี้ก็ไม่ค่อยที่จะเป็นที่นิยมมากเนื่องจากทำให้เกิดผลข้างเคียงกับภาพที่ผสมแล้วอย่างมาก เพราะทำให้ภาพที่ผสมแล้วมีความเข้ม (Contrast) ของภาพลดลง ซึ่งสามารถหาได้ตามสมการนี้

$$F(i, j) = \frac{f(i, j) + g(i, j)}{2} \quad (2.5)$$

2.5.2 Spatial Frequency (SF)

SF เป็นการวัด Activity level ทั้งหมดของภาพ โดยที่ภาพ f ที่มีขนาดบล็อก (Block size) $M \times N$ มีค่าความเข้มเทา (Grey value) $f(m, n)$ ที่ตำแหน่ง (m, n) โดยที่ Spatial Frequency สามารถหาได้ตามสูตร

$$SF = \sqrt{RF^2 + CF^2} \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ RF และ CF เป็น Row frequency และ Column frequency ตามลำดับ

$$RF = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=2}^N (f(m,n) - f(m,n-1))^2} \quad (2.7)$$

$$CF = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{n=1}^N \sum_{m=2}^M (f(m,n) - f(m-1,n))^2} \quad (2.8)$$

2.5.3 Variance

Variance วิธีการวัดโฟกัสที่ง่ายที่สุด คือการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มเทา (Grey value) ของรูปภาพ ซึ่งในการวัดนี้ สามารถอธิบายได้ ดังนี้สำหรับภาพ $f(x, y)$ ที่มีขนาด $M \times N$

$$Variance = \frac{1}{M \times N} \sum_x \sum_y (f(x,y) - \mu)^2 \quad (2.9)$$

โดยที่

$$\mu = \frac{1}{M \times N} \sum_x \sum_y f(x,y) \quad (2.10)$$

2.5.4 Energy of Image Gradient (EOG)

การวัดโฟกัสแบบ EOG นี้สามารถคำนวณได้ตามสูตร

$$EOG = \sum_x \sum_y (f_x^2 + f_y^2) \quad (2.11)$$

โดยที่

$$f_x = f(x+1, y) - f(x, y) \quad (2.12)$$

$$\text{และ } f_y = f(x, y+1) - f(x, y) \quad (2.13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 Energy of Laplacian of the Image (EOL)

EOL เป็นวิธีการวัดโฟกัสอีกอันหนึ่ง ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ High Spatial frequency

$$EOL = \sum_x \sum_y (f_{xx} + f_{yy})^2 \quad (2.14)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} f_{xx} + f_{yy} = & -f(x-1, y-1) - 4f(x-1, y) - f(x-1, y+1) - 4f(x, y-1) + 20f(x, y) \\ & - 4f(x, y+1) - f(x+1, y-1) - 4f(x+1, y) - f(x+1, y+1) \end{aligned} \quad (2.15)$$

2.5.6 Visibility (VI)

VI เป็นวิธีที่ได้รับอิทธิพลมาจาก ระบบการมองเห็นของมนุษย์ และ VI สามารถที่จะคำนวณได้ดังนี้

$$Visibility (VI) = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |f(m, n) - \mu|}{\mu^{\alpha+1}} \quad (2.16)$$

โดยที่

$$\mu = \frac{1}{M \times N} \sum_x \sum_y f(x, y) \quad (2.17)$$

และ $\alpha = \text{Visual Constant}$ มีค่าอยู่ในช่วง 0.6 – 0.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ความผิดเพี้ยนที่เกิดจากการผสมภาพ

คุณภาพในการมองเห็นของภาพที่ได้จากการผสมภาพ (Image Fusion) ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ เช่น ประเภทของข้อมูล ที่ได้จากตัวตรวจจับชนิดต่างๆ และขั้นตอนการผสมภาพซึ่งประเภทข้อมูลที่นิยมใช้ในการผสมภาพ เช่น ข้อมูลที่ซ้ำซ้อนกัน และ ข้อมูลที่ประกอบกัน สำหรับขั้นตอนการผสมภาพ พบว่าข้อมูลภาพในพื้นที่ที่มีรายละเอียดมากจะมีความผิดเพี้ยนของภาพมากกว่าพื้นที่ที่มีรายละเอียดน้อย และในขบวนการผสมภาพควรมีการสูญเสียข้อมูลให้น้อยที่สุด เพื่อไม่ให้ภาพที่มีความผสมมีความผิดเพี้ยนไป ดังนั้นการผสมภาพ ควรทำการผสมในแบบหลายระดับความละเอียด เพื่อรักษารายละเอียดของภาพให้มีการสูญเสียน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.6.1 ความผิดเพี้ยนแบบบล็อก (Blocking artifact)

การเกิดบล็อกหรือรอยหยักภายในภาพผสมเป็นผลเนื่องจาก ลักษณะความชัน (Slope) แบบไม่ต่อเนื่องที่บริเวณของค่าจุดภาพที่อยู่ติดกัน หรือค่าระดับความเข้ม (Intensity) ของจุดภาพไม่ต่อเนื่องที่บริเวณจุดภาพติดกัน โดยจะปรากฏให้เห็นเป็นขอบภาพในแนวนอน และแนวตั้งตลอดเกือบทั้งภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ของภาพที่มีความราบเรียบ (Smooth Region) เป็นผลเนื่องมาจากการ ไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อยู่ติดกัน

2.6.2 การลดทอนความคมชัดของภาพ หรือ การเบลอ (Blurring)

การเบลอของภาพเป็นผลเนื่องมาจากการสูญเสียองค์ประกอบความถี่สูงไป และเกิดขึ้นได้ในเทคนิคของการผสมภาพที่มีการสูญเสียข้อมูลจากเดิมไปมาก อย่างไรก็ตามระดับการเบลอของภาพจะไม่รบกวนในการมองเห็นของผู้สังเกตการณ์ ถ้าระยะของการมองเห็นที่มีค่ามากผลของความเบลอในภาพจะลดลง ลักษณะของการเบลอภาพ ปรากฏให้เห็นในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณขอบภาพที่มีความราบเรียบการเบลอในเนื้อหาของภาพและการเบลอแบบเป็นช่วงๆในการเคลื่อนไหวของวัตถุเนื่องจากการประมาณทิศทางการเคลื่อนไหวที่ไม่ดีพอ (Motion Compensation) เป็นต้น

2.7 การวัดประสิทธิภาพการผสมภาพ

ในการผสมภาพบางส่วนของภาพที่ผสมอาจจะสูญเสียไปบ้าง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่ เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.7.1 การวัดเชิงปริมาณหรือวัดโดยความหมายของภาพ

เป็นวิธีพื้นฐานโดยใช้สายตาของผู้ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องทำการตัดสินคุณภาพของภาพ ในฐานะที่เป็นผู้ใช้ธรรมดา และยังใช้สายตาของผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการสังเกตความบกพร่องเล็กน้อยที่ผู้ใช้ทั่วไปอาจจะมองข้ามการตัดสินใจอาจใช้กฎเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

- (1) การตัดสินใจจากภาพทดสอบแล้วให้ระดับคะแนนเมื่อผู้ทดสอบได้มองภาพแล้วระบุระดับคุณภาพตามที่ระบุไว้ โดยอาจมีชุดมาตรฐานที่มีระดับคะแนนระบุไว้อ้างอิงด้วย ระดับคุณภาพสามารถแสดงได้ทั้งระดับความถูกต้องและระดับความผิดพลาด
- (2) การตัดสินใจจากชุดภาพทดสอบแล้วเรียงลำดับคุณภาพของภาพซึ่งผู้ที่จะเรียงลำดับภาพทดสอบตามคุณภาพของภาพที่เห็นโดยผู้ทดสอบจะตัดสินใจในลักษณะเปรียบเทียบว่าดีกว่าหรือแย่กว่า

ดังนั้น การวัดคุณภาพของภาพ โดยอาศัยการประเมินจากผู้สังเกต จะให้ผลถูกต้อง และน่าเชื่อถือมาก

2.7.2 การวัดเชิงปริมาณ

ค่าของปริมาณข้อมูลที่สูญเสียหรือผิดพลาดไป จะสามารถอธิบายได้ในรูปของฟังก์ชันของภาพที่สมบูรณ์ กับภาพที่ได้หลังจากกระบวนการผสมแล้ว ซึ่งการวัดค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการผสมภาพสามารถกระทำได้หลายวิธีเช่นรากที่สองของค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) เป็นการหาค่าความผิดพลาดระหว่างภาพสมบูรณ์กับภาพผลลัพธ์ที่ได้ ถ้ามีค่า RMSE น้อยแสดงว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความผิดเพี้ยนจากภาพสมบูรณ์น้อย แต่ถ้าค่า RMSE มากแสดงว่าภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความผิดเพี้ยนจากภาพสมบูรณ์มาก ดังนั้นเราสามารถหาค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของข้อมูลภาพ ขนาด $M \times N$ ดังนี้

$$RMSE = \left[\frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - f'(x, y)]^2 \right]^{1/2} \quad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ M คือ จำนวนพิกเซลตามแกนแนวนอนของภาพ

N คือ จำนวนพิกเซลตามแนวแกนตั้งของภาพ

$F(x, y)$ คือ ค่าของพิกเซลที่ตำแหน่ง (x, y) ของภาพสมบูรณ

$F'(x, y)$ คือ ค่าของพิกเซลที่ตำแหน่ง (x, y) ของภาพผลลัพธ์

อัตราส่วนของสัญญาณรบกวนสูงสุด (Peak signal-to-noise ratio: PSNR)

ในงานบางประเภทนิยมใช้ค่า PSNR หาได้จาก

$$PSNR = 10 \log \frac{Peak^2}{MSE} \quad (2.19)$$

โดยที่ peak คือค่าสูงสุดของขอบเขตข้อมูล สำหรับภาพที่มีพิกเซลแทนด้วยข้อมูล n บิต จะมีจำนวนระดับเทา (Gray Scale) เท่ากับ 2^n จะได้ว่า

$$PSNR = 10 \log \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \quad (2.20)$$

ดังนั้น ภาพขนาด 8 บิต หรือมีค่าระดับความเข้มเทา (Gray Scale) เท่ากับ 256 ระดับ จะได้

$$PSNR = 10 \log \frac{255^2}{MSE} \quad (2.21)$$

โดยที่ MSE คือค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error)

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N [f(x, y) - f'(x, y)]^2 \quad (2.22)$$

หรือหา Peak Signal-to-noise ratios ได้ตามสมการ

$$PSNR = 20 \log_{10} \left(\frac{255}{RMSE} \right) \quad (2.23)$$

ถ้าค่า PSNR มีค่ามากแสดงว่า อัตราส่วนของสัญญาณ (Signal) มีค่าสูงกว่าสัญญาณรบกวน (Noise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 Difference

การวัดคุณภาพของภาพโดยวิธี difference ใช้แนวคิดที่ว่า ภาพที่ได้จากการผสมภาพ มีความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับต้องมีค่าของ ระดับความเข้มเทา (Grey Scale) ใกล้เคียง หรือเท่ากับภาพต้นฉบับ เพราะฉะนั้นถ้าค่าความแตกต่างของระดับความเข้มเทามีค่าน้อย แสดงว่าภาพที่ได้จากการผสมเหมือนกับภาพต้นฉบับสูง โดยค่า Difference สามารถหาได้จากสูตร

$$\sum_x \sum_y |f(x,y) - g(x,y)| \quad (2.24)$$

โดยที่ $f(x,y)$ คือ ภาพต้นฉบับ

$g(x,y)$ คือ ภาพที่ได้จากการผสม

2.7.4 การวัดประสิทธิภาพของการผสมภาพภาพสี

ในการวัดคุณภาพของภาพที่ได้จากการผสมภาพสีนั้น แบ่ง การหาประสิทธิภาพ ออกเป็นสองส่วนนั่นก็คือ ในส่วนของการผสมภาพสีโดยใช้การประมวลผลภาพใน แบนด์ RGB และอีกส่วนคือ การผสมภาพสีที่ใช้การประมวลผลภาพเพียงแคในแบนด์ของ ความเข้ม

(ก) การหาประสิทธิภาพของภาพผสมในแบนด์ RGB

เนื่องจากการผสมภาพในแบนด์ RGB ได้ทำการผสมภาพทั้งหมด 3 แบนด์ (R,G,B) ดังนั้นในการหาประสิทธิภาพของภาพจึงต้องทำการหาประสิทธิภาพของภาพแยก ทีละแบนด์ จากนั้นทำการรวมค่าประสิทธิภาพของภาพทั้ง 3 แบนด์รวมกัน แล้วหารด้วย 3 จะได้ค่าประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมภาพในกระบวนการนี้ ซึ่งตัววัด คุณภาพที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพ ในกระบวนการนี้ ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.7.2

(ข) การหาประสิทธิภาพของภาพที่ผสมในแบนด์ของความเข้ม

ในการหาประสิทธิภาพของภาพที่ทำการผสมด้วยวิธีการนี้กระบวนการและวิธีนั้น เหมือนกับการหาประสิทธิภาพของของภาพ Gray Scale เพราะว่า เราจะหาค่าประสิทธิภาพ ของภาพผสมในแบนด์ของความเข้มขั้นที่นำมาผสมเท่านั้น ส่วนแบนด์อื่นๆที่ไม่ได้ทำมา ทำการผสมจะไม่นำมาคิดหาค่าประสิทธิภาพของภาพด้วย และตัววัดคุณภาพที่ใช้ในการ วัดค่าประสิทธิภาพ ในกระบวนการนี้ ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.7.2

บทที่ 3

การผสมภาพที่จุดโฟกัสต่างกัน

3.1 บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการผสมภาพ และกรรมวิธีในการผสมภาพแบบต่างๆ ซึ่งกรรมวิธีต่างๆจะมีผลต่อภาพที่ได้จากการผสมแตกต่างกัน และยังมีปัจจัยอื่นอีกที่มีผลต่อกรรมวิธีและภาพที่ได้จากการผสม ดังจะกล่าวต่อไปในบทนี้

3.2 กระบวนการผสมภาพ

กระบวนการผสมภาพในปริภูมิพิกเซลนั้น คือการนำภาพต้นฉบับที่มีการโฟกัสในตำแหน่งที่ต่าง ๆ กันมาผสมกันเพื่อให้ได้ภาพใหม่ที่มีความชัดเจนในทุกๆจุด เนื่องจากภาพที่มีการโฟกัสในตำแหน่งหนึ่งๆ อีกจุดหนึ่งจะหลุดจากการโฟกัส (Out of focus) ทำให้ภาพจุดนั้นเบลอ โดยวิธีการผสมภาพมีขั้นตอนต่างๆดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการผสมภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนการผสมภาพ

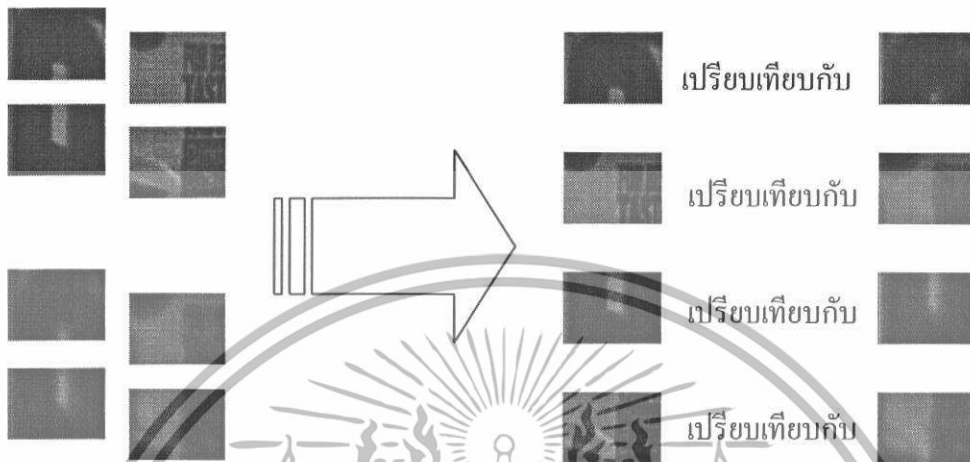
1. นำภาพต้นฉบับ A และ ภาพต้นฉบับ B มาแบ่งออกเป็น Block $M \times N$ ช้อยๆ ตลอดทั้งภาพ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การแบ่งภาพต้นฉบับออกเป็น Block $M \times N$ ช้อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำ Block $M \times N$ ย่อยๆ จากภาพต้นฉบับ A และภาพต้นฉบับ B ที่ตำแหน่ง Block เดียวกันมาเปรียบเทียบกัน เพื่อทำการผสมภาพดังรูปที่ 3.3



- รูปที่ 3.3 การ นำ Block $M \times N$ ย่อยๆ ในตำแหน่งเดียวกันมาเปรียบเทียบกัน โดยมีวิธีการเปรียบเทียบดังรูปที่ 3.1 มีขั้นตอนดังนี้
1. นำภาพต้นฉบับที่ถูกแบ่งออกเป็น Block ขนาด $M \times N$ ย่อยๆ มาทำการหาค่าจากกรรมวิธีแบบต่างๆ
 2. นำค่าที่คำนวณได้จาก block ย่อยๆ ภาพต้นฉบับ A และ B มาทำการเปรียบเทียบ โดยมีเกณฑ์การเปรียบเทียบดังนี้
 - 2.1 ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ Block A มีค่ามากกว่าค่าที่คำนวณได้ของ Block B บวกกับ Threshold แล้วภาพผลลัพธ์จะใช้ค่าจาก Block A
 - 2.2 ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ Block A มีค่าน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ของ Block B ลบกับ Threshold แล้วภาพผลลัพธ์จะใช้ค่าจาก Block B
 - 2.3 ถ้าค่าที่คำนวณได้ของ Block A มีค่าเท่ากับค่าที่คำนวณได้ของ Block B แล้วภาพผลลัพธ์จะใช้ค่าเฉลี่ยของ Block A และ Block B $\left(\frac{A+B}{2}\right)$
 3. นำ Block $M \times N$ ที่ถูกเลือกใช้มารวมกัน โดยนำ Block นั้นไปวางในตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งที่ Block นั้นๆ ถูกเลือกมา เมื่อกระทำจนครบทั้งหมดแล้วก็จะได้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมภาพในตำแหน่งพิกัดต่างๆ กัน (Fusion image)
- ซึ่งกรรมวิธีที่ใช้ในเอกสารชุดนี้ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การผสมภาพ โดยการใช้ค่าเฉลี่ยของภาพอินพุตเป็นภาพต้นฉบับ
 2. การผสมภาพ โดยการใช้ค่า spatial frequency (SF)
 3. การผสมภาพ โดยการใช้ค่า Variance
 4. การผสมภาพ โดยการใช้ค่า Energy of Image Gradient (EOG)
- ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2

3.3 การประมวลผลภาพสี (Color Image Processing)

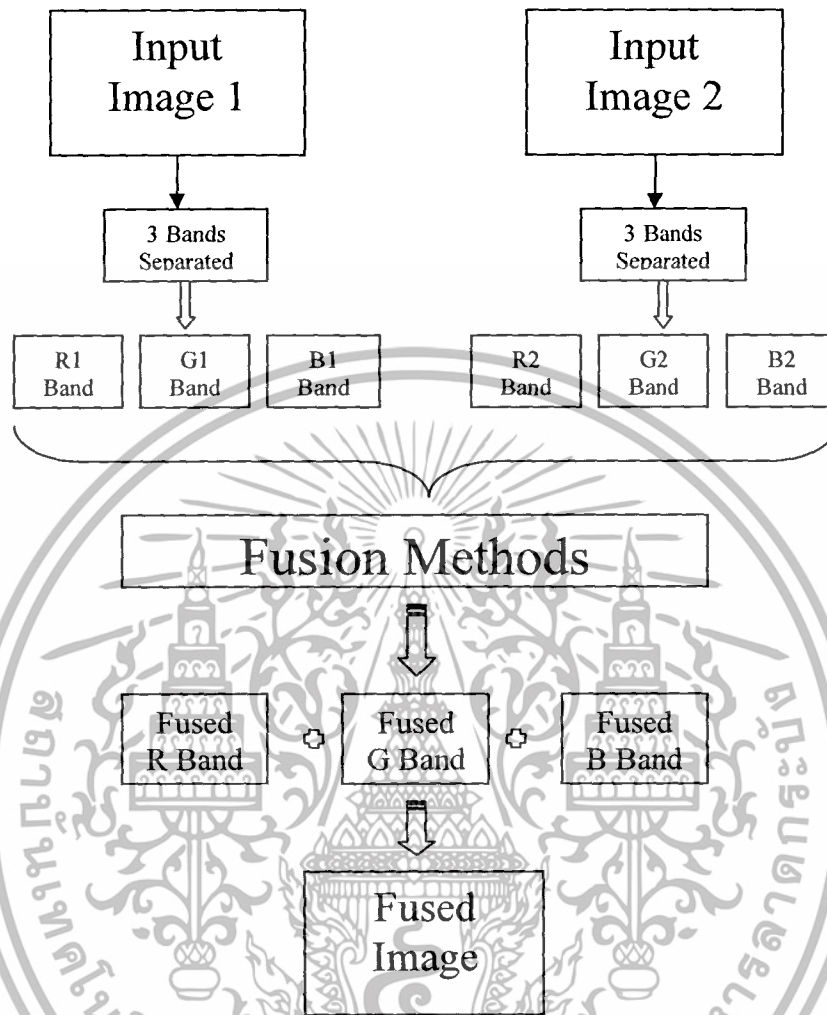
การประมวลผลภาพสีสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1. ทำการประมวลผลภาพในแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี RGB
2. ทำการเปลี่ยนแบบจำลองสี RGB เป็นแบบจำลองสีแบบอื่นๆ แล้วทำการประมวลผลภาพ โดยเฉพาะแบนด์ของความเข้ม (Intensity Band) เท่านั้น

3.3.1 ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ RGB

1. นำภาพสีต้นฉบับ (Original Image) ที่มีจุดพิกัดต่างกัน 2 ภาพ มาทำการแยกให้เป็นแต่ละแบนด์ของแบบจำลองสี RGB
2. นำแต่ละแบนด์ (R,G,B) ของภาพต้นฉบับทั้งสองภาพ ที่ทำการแยกแบนด์ มาทำการผสมภาพด้วยวิธีการผสมภาพ (Fusion Method) แบบต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2
3. นำเอาภาพที่ได้จากการผสมภาพในแต่ละแบนด์จากขั้นตอนที่ 2 มารวมกัน จะทำให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมภาพออกมา

แผนภาพการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ RGB



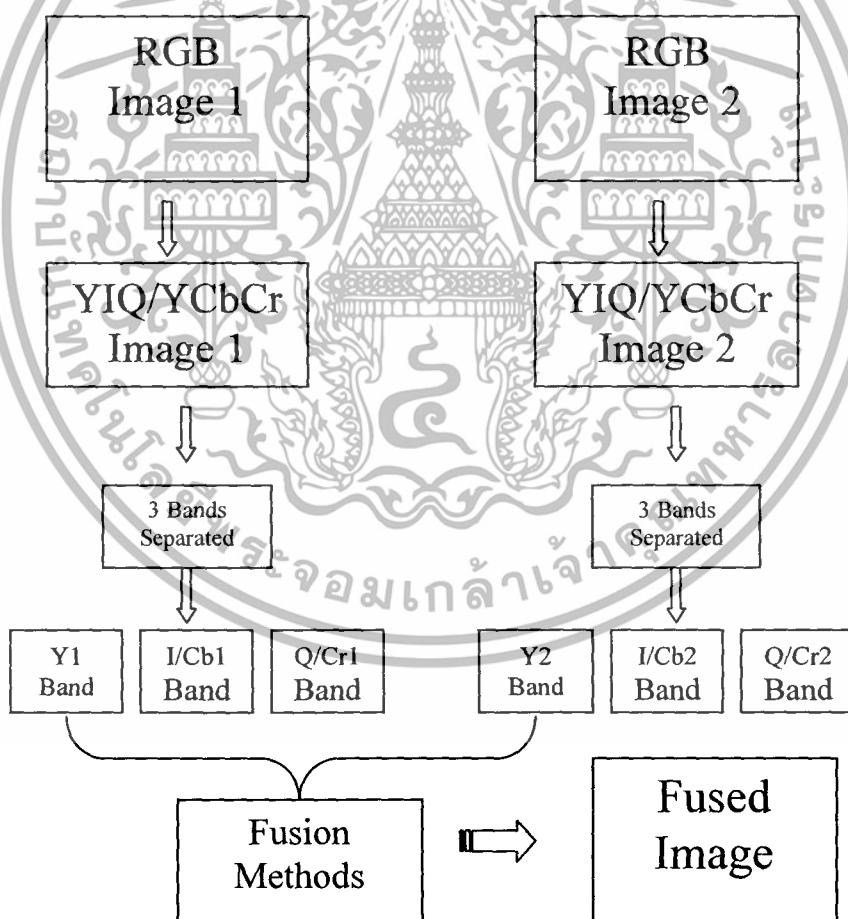
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ของความเข้ม

1. นำภาพต้นฉบับ (Original) สองภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกันมาทำการแปลงจากแบบจำลองสี RGB ให้เป็นแบบจำลองสี YIQ และ YCbCr ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้เราพิจารณาแค่ 2 แบบจำลองสีนี้เท่านั้น ในการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ของความเข้ม
2. ทำการแยกแบนด์ของแบบจำลองสีที่แปลงมาจาก RGB ให้เป็น 3 แบนด์
3. เมื่อแยกแต่ละแบนด์ออกมาแล้ว นำเอาแบนด์ของความเข้มของทั้ง 2 รูปมาทำการผสมด้วยวิธีการผสมภาพแบบต่างๆ ซึ่งกล่าวมาแล้วในบทที่ 2
4. เมื่อทำการผสมแล้วก็จะได้ภาพที่ผสมในแบนด์ของความเข้มออกมา

แผนภาพการผสมภาพที่กระทำในแบนด์ของความเข้ม



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนในการผสมภาพในแบนด์ของความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการทดลองของการผสมภาพแบบต่างๆ และ การวัดประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ โดยจะเปรียบเทียบ ให้เห็นได้ชัดระหว่างภาพที่มีขนาด 512 x 512 และขนาด 256 x 256 รวมถึงแสดงรูปผลลัพธ์ที่ได้จากการผสม และแสดงตารางการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมด้วยวิธีต่างๆ โดยในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้ทำการทดลองโดยใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน R2006a

4.2 การทดลองการผสมภาพโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยของแต่ละพิกเซลของภาพต้นฉบับ

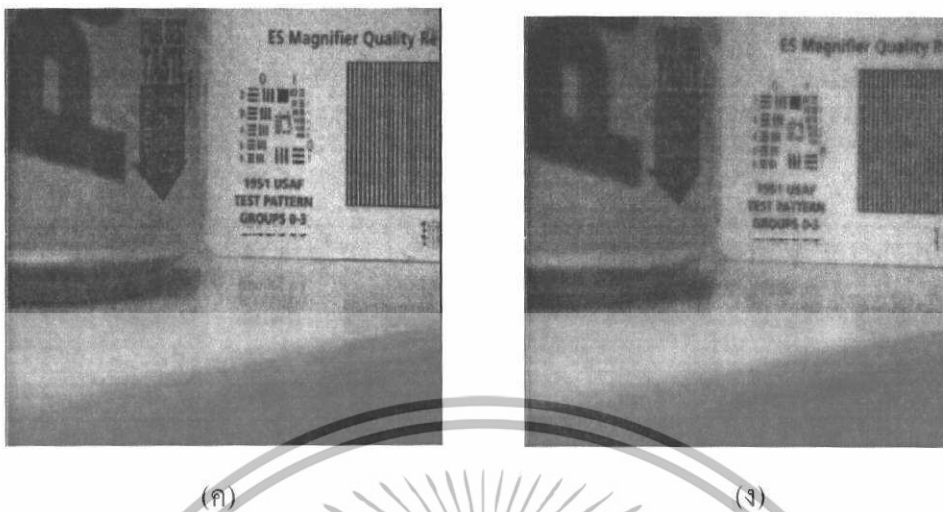
หัวข้อนี้จะเป็นการทดลองการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน โดยที่ทำการนำค่าความเข้มเทาของแต่ละพิกเซล ของภาพต้นฉบับ มารวมกันแล้วทำการหาค่าเฉลี่ย ณ จุดๆนั้น ซึ่งในที่นี้เราจะพิจารณาภาพต้นฉบับเพียงแค่ 2 ภาพ เท่านั้น ซึ่งในการทดลองนี้เราใช้ ภาพ ขนาด 512 x 512 พิกเซล แล้วนำภาพนั้นซึ่งภาพมีจุดโฟกัสต่างกัน ผลจากการผสมภาพ ได้แสดงดังรูป



(ก)

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

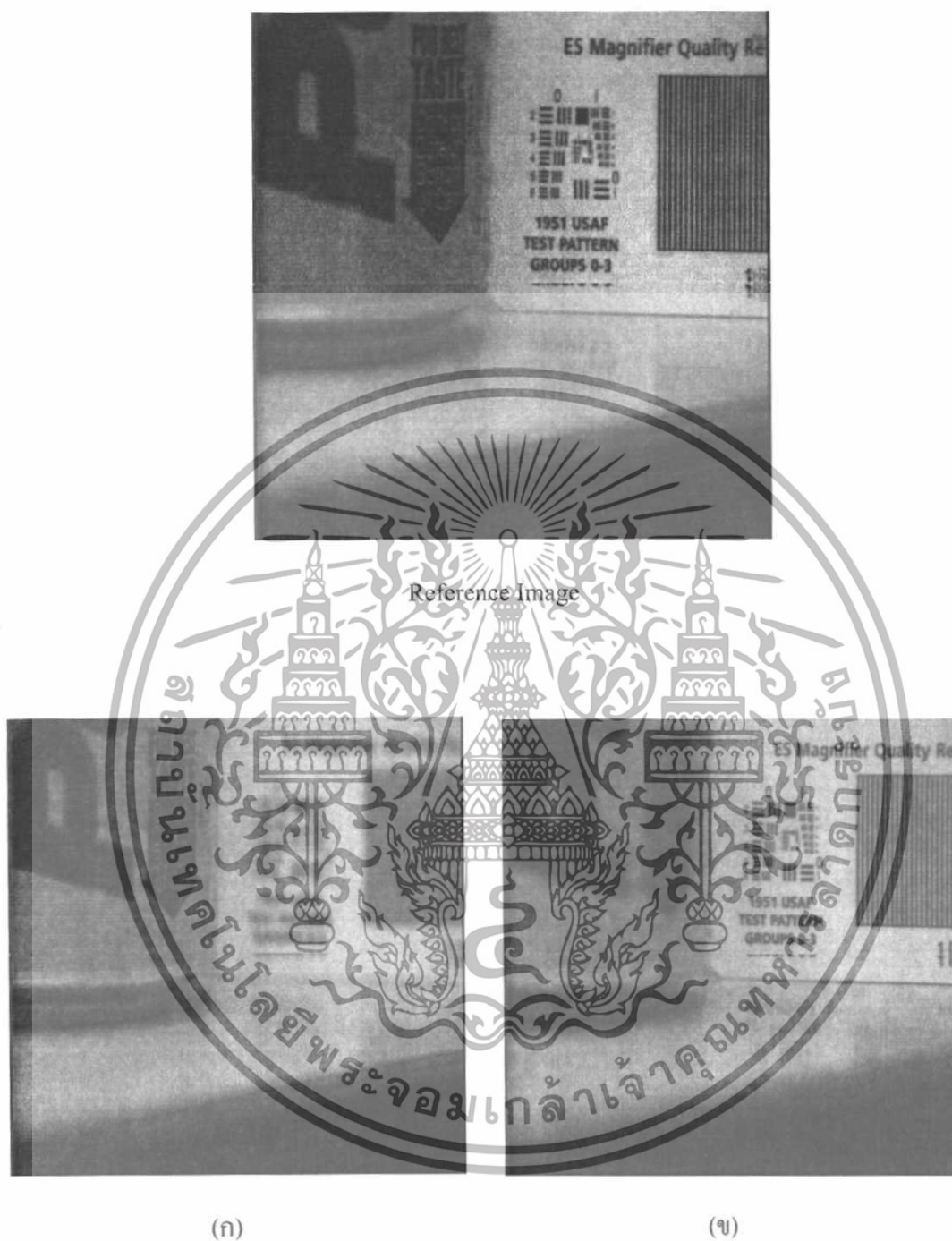


รูปที่ 4.1 แสดง รูปโฟกัสด้านซ้าย (ก) รูปโฟกัสด้านขวา (ข) รูปต้นฉบับ(Reference Image) (ค)และรูปผลลัพธ์จากการผสมภาพ (ง)

4.3 การทดลองโดยใช้กรรมวิธีการผสมภาพ

ในหัวข้อเป็นการนำเอาอัลกอริธึมต่างๆมาใช้ในการผสมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกัน โดยจะเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์ในแต่ละอัลกอริธึม เพื่อดูว่าอัลกอริธึมไหนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการผสมภาพมากที่สุด ซึ่ง อัลกอริธึมที่มีการใช้นั้น มีดังนี้ การผสมภาพโดยใช้ Spatial Frequency (SF) การผสมภาพโดยใช้ Variance การผสมภาพโดยใช้ Energy of image gradient (EOG) การผสมภาพโดยใช้ Energy of Laplacian of the image (EOL) การผสมภาพโดยใช้ Visibility ซึ่งจะใช้การวัดประสิทธิภาพของภาพผลลัพธ์เป็นตัวชี้วัด

ภาพต้นแบบที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูป



รูปที่ 4.2 แสดง ภาพต้นแบบ (Reference image), ภาพโฟกัสซ้าย (ก) และภาพโฟกัสขวา (ข) ของภาพที่มีขนาด 512 x 512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดง ภาพต้นแบบ (Reference image), ภาพโฟกัสซ้าย (ก) และภาพโฟกัสขวา (ข) ของภาพที่มีขนาด 256 x 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การผสมภาพโดยใช้ Spatial Frequency

ตารางแสดงผลการทดลอง

ขนาดภาพ 256 x 256

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	4.8369	34.4394
8×8	2.6991	39.5062
16×16	2.0494	41.8982
32×32	2.3023	40.8873
64×64	3.2031	38.0192

ขนาดภาพ 512 x 512

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	4.4219	35.2185
8×8	3.6051	36.9924
16×16	3.19	38.055
32×32	3.1024	38.2969
64×64	3.4491	37.3767

ตารางที่ 4.1 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ของภาพขนาด 256 x 256 และภาพที่มีขนาด 512 x 512 ตามลำดับ แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การผสมภาพโดยใช้ Variance

ตารางแสดงผลการทดลอง

ขนาดภาพ 256 x 256

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	5.4112	33.4648
8×8	3.9407	36.2191
16×16	4.3989	35.2637
32×32	3.3374	37.6624
64×64	3.2031	38.0192

(ก)

ขนาดภาพ 512 x 512

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	4.5972	34.8809
8×8	3.8185	36.4928
16×16	3.5747	37.0659
32×32	3.9966	36.0969
64×64	2.9242	38.8104

(ข)

ตารางที่ 4.2 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ ของภาพขนาด 256 x 256 และภาพที่มีขนาด 512 x 512 ตามลำดับ แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การผสมภาพโดยใช้ Energy of image gradient (EOG)

ตารางแสดงผลการทดลอง

ขนาดภาพ 256 x 256

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	4.9427	34.2515
8×8	2.7404	39.3744
16×16	2.1261	41.5790
32×32	2.3386	40.7514
64×64	3.2031	38.0192

ขนาดภาพ 512 x 512

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	4.4565	35.1508
8×8	3.6353	36.9199
16×16	3.1832	38.0733
32×32	3.0963	38.3138
64×64	3.4491	37.3766

ตารางที่ 4.3 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ ของภาพขนาด 256 x 256 และภาพที่มีขนาด 512 x 512 ตามลำดับ แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 การผสมภาพโดยใช้ Energy of Laplacian of the image (EOL)

ตารางแสดงผลการทดลอง

ขนาดภาพ 256 x 256

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	7.9438	30.1302
8×8	6.4538	31.9343
16×16	2.6497	39.6665
32×32	2.6256	39.7460
64×64	3.1552	38.1501

ขนาดภาพ 512 x 512

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	7.8660	30.2156
8×8	7.3889	30.7591
16×16	5.5026	33.3193
32×32	3.7460	36.6592
64×64	3.5211	37.1970

ตารางที่ 4.4 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ ของภาพขนาด 256 x 256 และภาพที่มีขนาด 512 x 512 ตามลำดับ แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การผสมภาพโดยใช้ Visibility

ตารางแสดงผลการทดลอง

$\alpha = 0.7$

ขนาดภาพ 256 x 256

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	5.7601	32.9221
8×8	5.3561	33.5537
16×16	4.9260	34.2808
32×32	5.2829	33.6732
64×64	4.2673	35.5276

(ข)

ขนาดภาพ 512 x 512

Block Size	RMSE	PSNR
4×4	6.1416	32.3651
8×8	6.1312	32.3798
16×16	3.8880	36.3361
32×32	3.9788	36.1356
64×64	3.0159	38.5422

(ก)

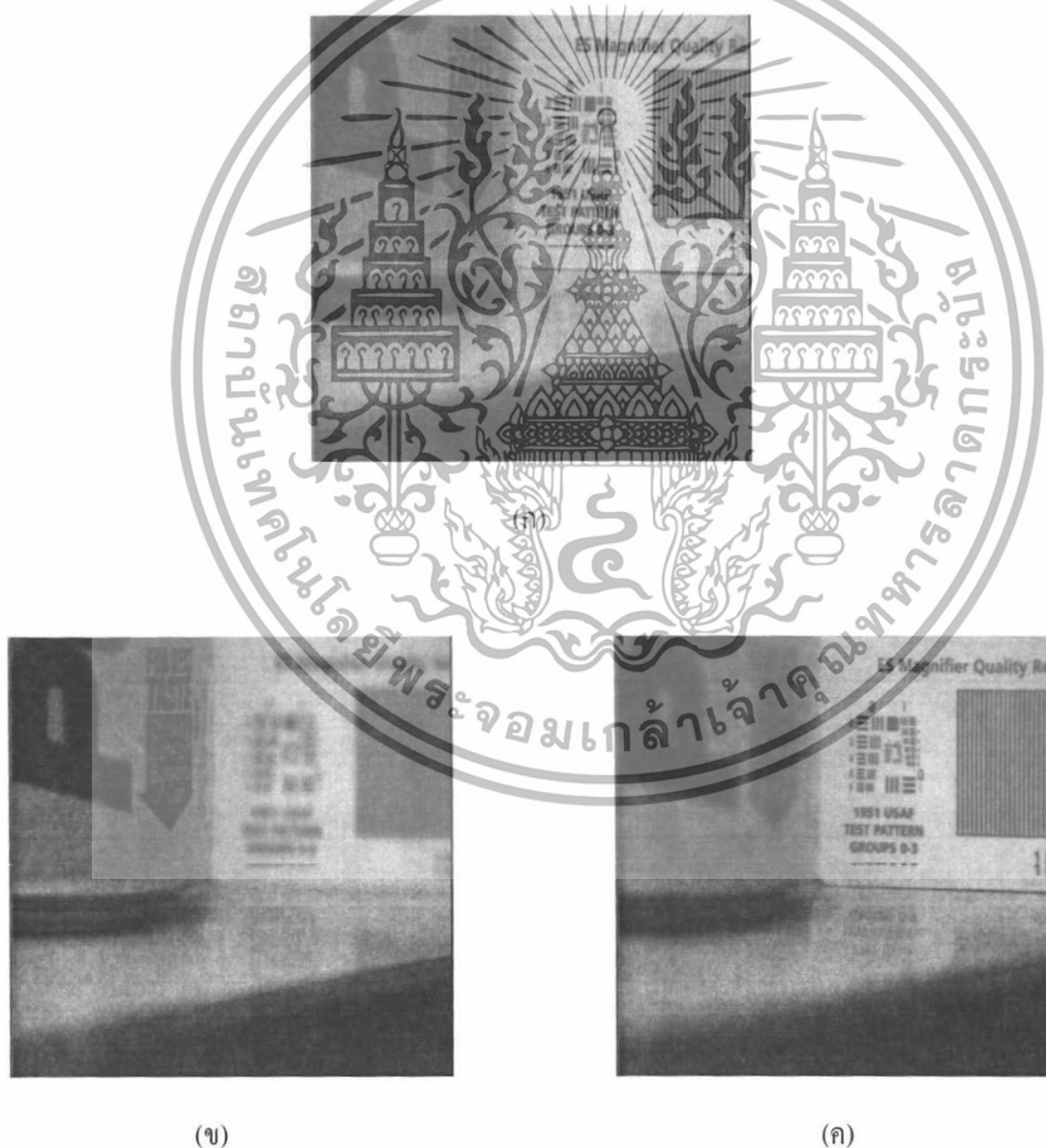
ตารางที่ 4.5 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพ ของภาพที่มีขนาด 512 x 512 และภาพขนาด 256 x 256 โดยใช้ค่า $\alpha = 0.7$ แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 รูปผลลัพธ์ของการผสมภาพในแบบต่างๆ

จากตารางบันทึกผลการทดลองในหัวข้อที่ผ่านมาจะเห็นว่าในแต่ละอัลกอริทึมที่ได้นำมาใช้ในการผสมภาพนั้น จะให้ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้แตกต่างกันไปตามขนาดของบล็อก หรือ ตามค่า Threshold ซึ่งในหัวข้อนี้จะเป็นการนำเสนอภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการผสมภาพ โดยที่จะแสดงให้เห็นถึง ภาพของผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจากการวัดประสิทธิภาพ ดังจะแสดงดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลการผสมภาพขนาด 512 x 512



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยราชภัฏบรพาฯ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

- (ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency
- (ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Visibility
- (ค) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Variance
- (ง) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOG
- (จ) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

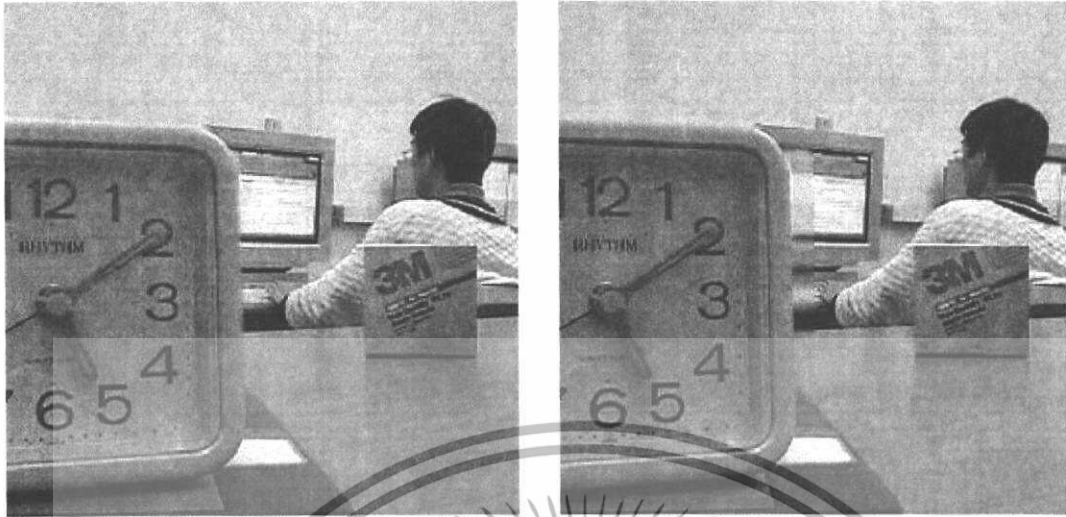
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการผสมภาพขนาด 256 x 256



รูปที่ 4.6 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)

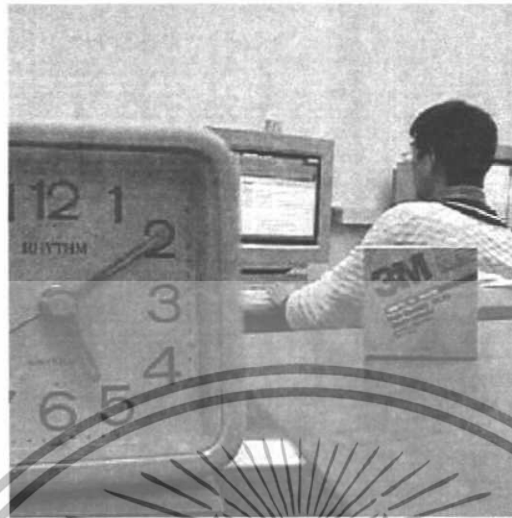
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

- (ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency
- (ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Visibility
- (ค) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Variance
- (ง) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOG
- (จ) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลองการผสมภาพสี

เนื่องจากการทดลองการประมวลผลภาพสีนั้น มีตารางผลการทดลองมากเกินไปดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและบันทึกตารางเพียงแค่ค่าที่ดีที่สุดและวิธีที่ดีที่สุดในการประมวลผลภาพสีเท่านั้น

4.5.1 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ RGB

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพขนาด 256×256

SF dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	2.0531	41.8827
16×16	1.8969	42.5698
32×32	1.8620	42.7313
64×64	1.8510	42.7829

(ก)

SF letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	2.3844	40.5834
16×16	1.6814	43.6171
32×32	1.6717	43.6677
64×64	1.3808	45.3284

(ข)

ตารางที่ 4.6 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากกรวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EOL dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	4.2740	35.5215
16×16	2.6906	39.5337
32×32	2.5800	39.8984
64×64	2.5031	40.1612

(ก)

EOL letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	5.0248	34.1085
16×16	3.1518	38.1596
32×32	2.3936	40.5496
64×64	2.2666	41.0233

(ข)

ตารางที่ 4.7 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE, Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพขนาด 512 × 512

SF tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	2.5028	40.1622
16×16	2.4396	40.3845
32×32	2.3939	40.5487
64×64	2.0125	42.0562

(ก)

SF cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	3.8668	36.3837
16×16	3.2607	37.8645
32×32	3.0818	38.3548
64×64	2.9794	38.6482

(ข)

ตารางที่ 4.8 (ก)–(ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany. jpg และ cd. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	4.6474	34.7866
16×16	3.8017	36.5313
32×32	3.5830	37.0460
64×64	3.2366	37.9290

(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EOL cd.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	7.2442	30.9310
16×16	5.3730	335.265
32×32	4.3942	35.2732
64x64	4.0692	35.9407

(ข)

ตารางที่ 4.9 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 512 x 512 แฉวแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany.jpg และ cd.jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

4.5.2 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ YIQ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพขนาด 256×256

SF dog.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	3.4403	37.3989
16×16	3.1711	38.1067
32×32	3.1590	38.1399
64x64	3.1590	38.1399

(ก)

SF letter.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	8.5934	29.4475
16×16	8.0530	30.0116
32×32	8.0463	30.0189
64x64	7.9866	30.0835

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	4.7269	34.6392
16×16	3.4184	37.4543
32×32	3.2453	37.9056
64×64	3.1590	38.1399

(ก)

EOL letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	9.3157	28.7465
16×16	8.3627	29.6839
32×32	8.0463	30.0189
64×64	1.9866	30.0835

(ข)

ตารางที่ 4.11 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพขนาด 512 × 512

SF tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	2.2630	41.0372
16×16	2.0663	41.8270
32×32	2.0469	41.9090
64x64	2.0469	41.9090

(ก)

SF cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	6.8658	31.3996
16×16	5.8772	32.7474
32×32	5.4474	33.4071
64x64	5.3570	33.5524

(ข)

ตารางที่ 4.12 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อกของภาพ tiffany. jpg และ cd. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error ; RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	4.7787	34.5447
16×16	3.691	36.7758
32×32	3.3071	37.7419
64x64	2.8915	38.9083

(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EOL cd.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	8.2379	29.8147
16×16	6.6015	31.7380
32×32	5.6131	33.1467
64x64	5.3570	33.5524

(ข)

ตารางที่ 4.13 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 512 × 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany.jpg และ cd.jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

4.5.3 การทดสอบผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ YCbCr

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพขนาด 256×256

SF dog.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	3.6518	36.8807
16×16	3.2277	37.9530
32×32	3.1910	38.0521
64x64	3.1910	38.0521

(ก)

SF letter.jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	8.5813	29.4598
16×16	8.0275	30.0393
32×32	8.0222	30.0450
64x64	7.9684	30.1034

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	5.3125	33.6249
16×16	3.5008	37.2475
32×32	3.2757	37.8246
64×64	3.1910	38.0521

(ก)

EOL letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	9.5672	28.5151
16×16	8.4044	29.6406
32×32	8.0222	30.0450
64×64	7.9684	30.1034

(ข)

ตารางที่ 4.15 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพขนาด 512 × 512

SF tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	2.3571	40.6834
16×16	2.2340	41.1491
32×32	2.1581	41.4481
64×64	2.0651	41.8319

(ก)

SF cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	6.9914	32.2399
16×16	5.8781	32.7461
32×32	5.5636	33.2237
64×64	5.3509	33.5622

(ข)

ตารางที่ 4.16 (ก) - (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany. jpg และ cd. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	4.9165	34.2976
16×16	3.8119	36.5080
32×32	3.4769	37.3070
64×64	2.8946	38.8990

(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EOL cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	8.6068	29.4340
16×16	7.0831	31.1263
32×32	5.6531	33.0851
64x64	5.3509	33.5622

(ข)

ตารางที่ 4.17 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วยังแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany. jpg และ cd. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

4.5.4 การทดลองผสมภาพโดยกระทำในแบนด์ HSI

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพขนาด 256×256

SF dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	3.7638	36.6182
16×16	3.4860	37.2843
32×32	3.4765	37.3080
64x64	3.4765	37.3080

(ก)

SF letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	7.0911	31.1165
16×16	6.5056	31.8651
32×32	6.4981	31.8751
64x64	6.4289	31.9681

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL dog. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	5.0868	34.0020
16×16	3.7448	36.7087
32×32	3.5559	37.1119
64×64	3.4765	37.3080

(ก)

EOL letter. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	8.3650	29.6818
16×16	7.1174	31.0843
32×32	6.4981	31.8751
64×64	6.4289	31.9681

(ข)

ตารางที่ 4.19 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 256 x 256 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ dog. jpg และ letter. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพขนาด 512 × 512

SF tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	3.0306	38.5003
16×16	2.9030	38.8738
32×32	2.8942	38.9003
64×64	2.8942	38.9003

(ก)

SF cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	9.7381	28.3613
16×16	9.0151	29.0314
32×32	8.8045	29.2367
64×64	8.7505	29.2902

(ข)

ตารางที่ 4.20 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ SF ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อกของภาพ tiffany. jpg และ cd. jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้

EOL tiffany. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	5.2492	33.7290
16×16	4.3080	35.4453
32×32	3.9826	36.1275
64×64	3.5389	37.1534

(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EOL cd. jpg

Block Size	RMSE	PSNR
8×8	10.7953	27.5145
16×16	9.5887	28.4956
32×32	8.8906	29.1522
64×64	8.7505	29.2902

(ข)

ตารางที่ 4.21 (ก) – (ข) แสดงการเปรียบเทียบค่าจากการวัดประสิทธิภาพที่ โดยใช้วิธีการผสมภาพแบบ EOL ของภาพขนาด 512 x 512 แล้วแบ่งตามขนาดบล็อก ของภาพ tiffany.jpg และ cd.jpg ตามลำดับ โดยการหาค่า Root Mean Square Error : RMSE , Peak Signal to Noise Ratio : PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่วัดได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพสี

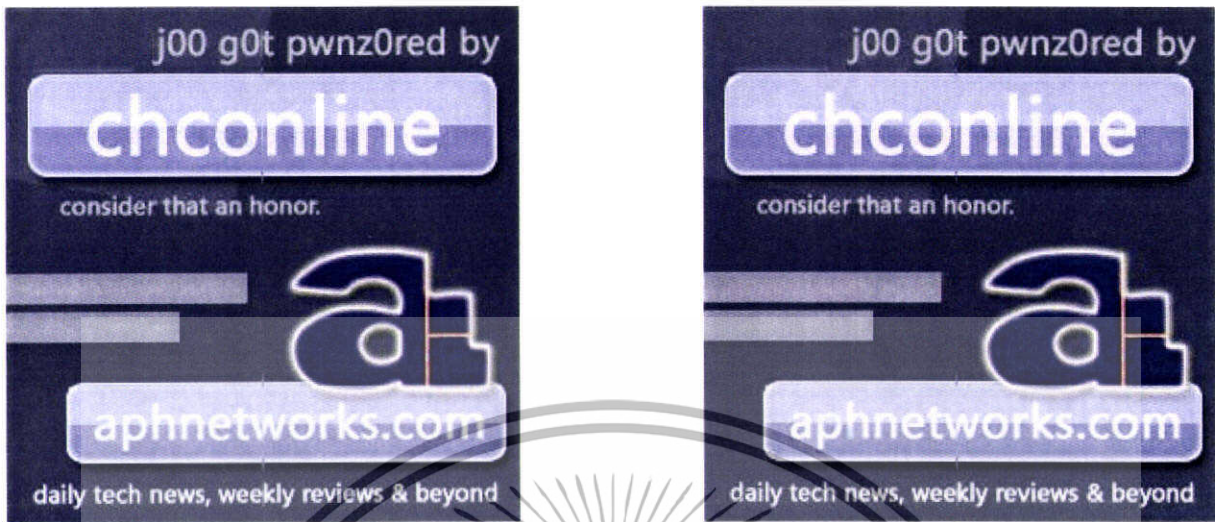
4.6.1 ผลการผสมภาพในแบนด์ RGB

ภาพขนาด 256 × 256



รูปที่ 4.8 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.9 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

ภาพขนาด 512 × 512



(ก)

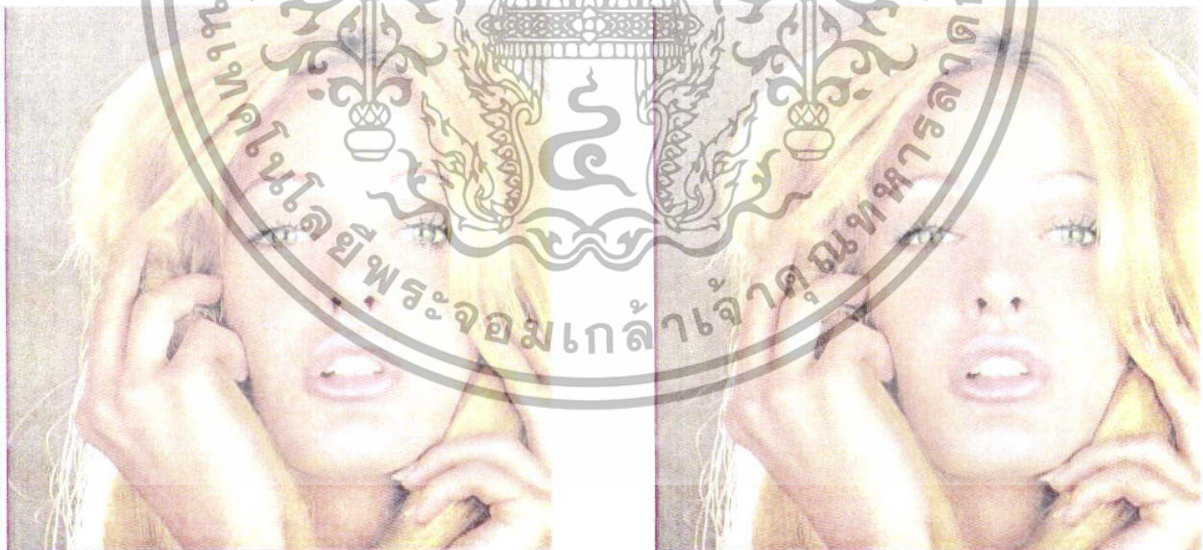
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.10 ภาพต้นแบบ (ก), ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข), ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)



(ก)

(ข)

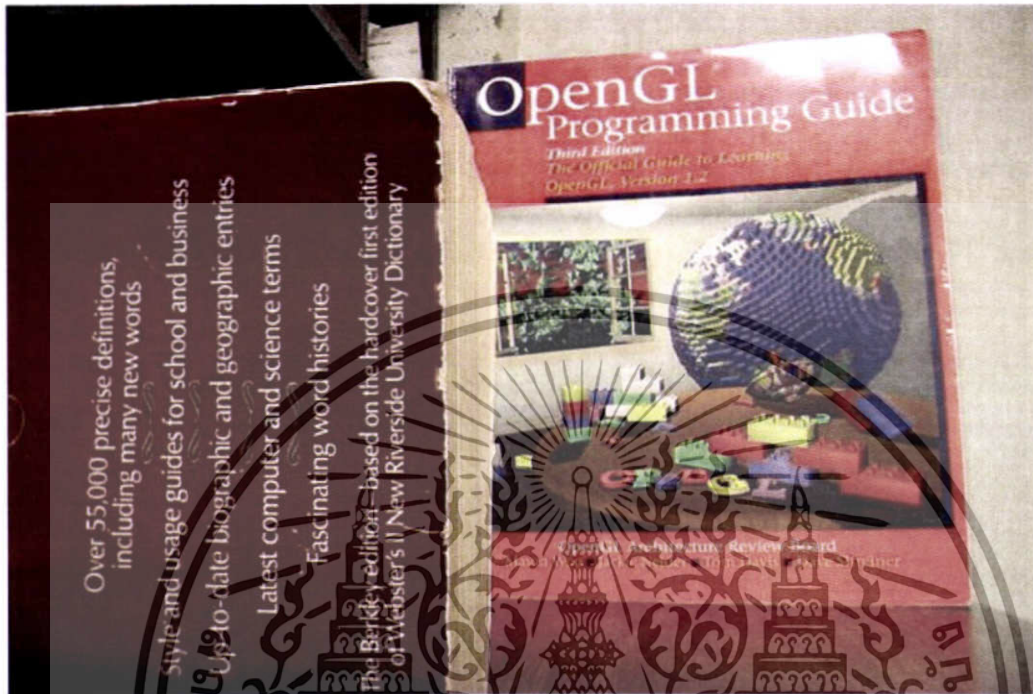
รูปที่ 4.11 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพขนาดอื่นๆ



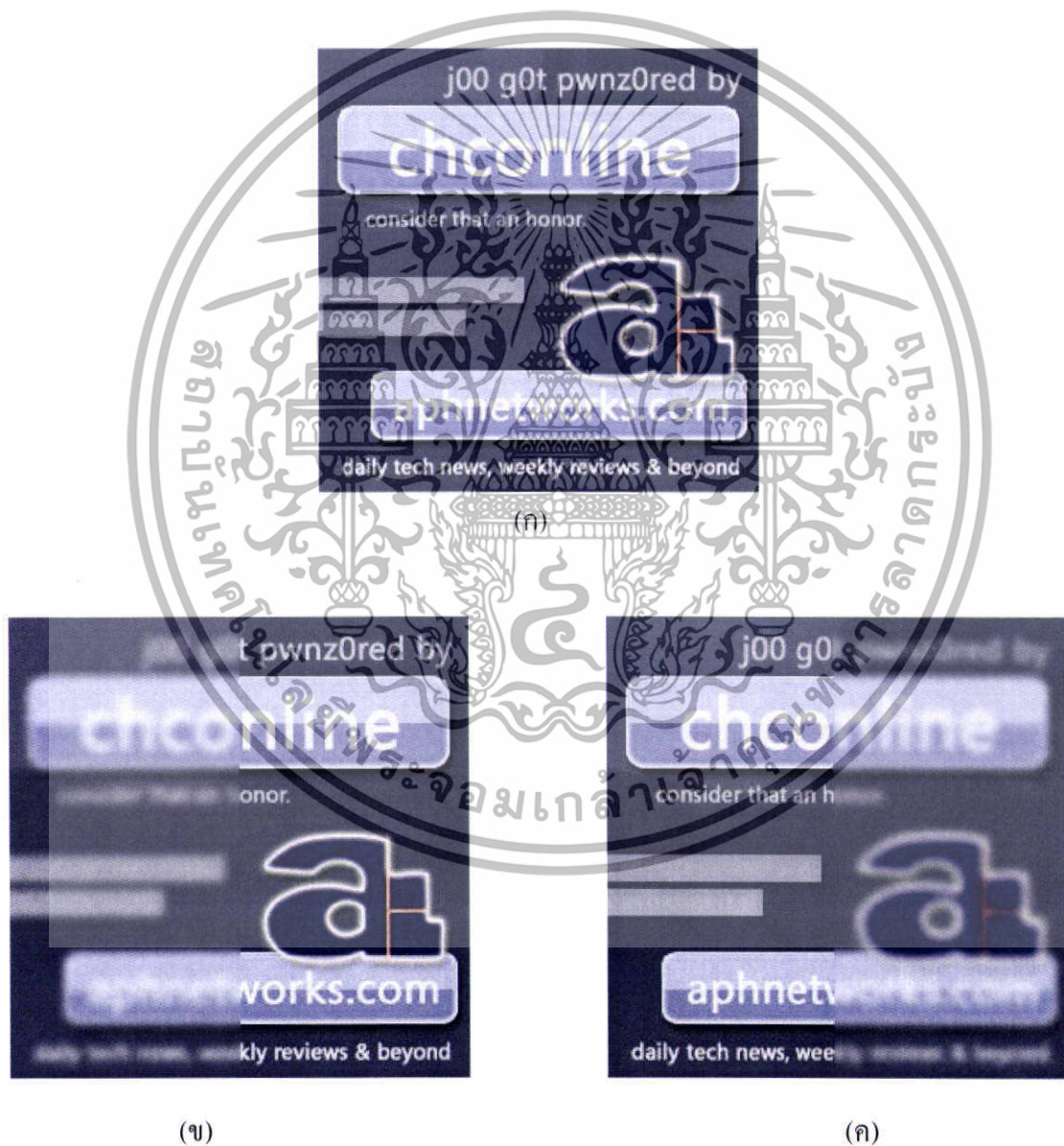
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น (๑)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

- (ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency
- (ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

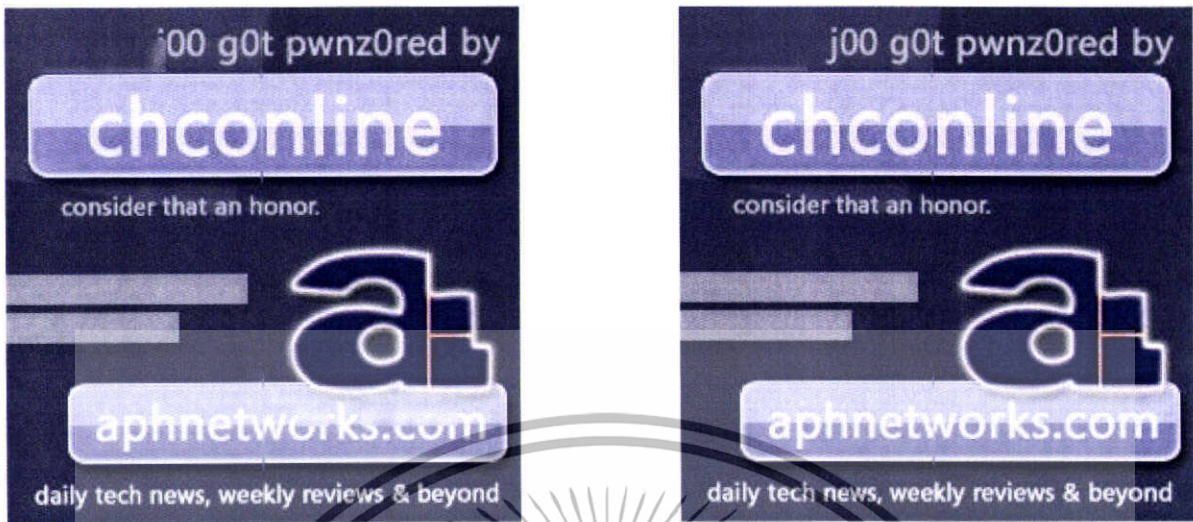
4.6.2 ผลการผสมภาพในแบนด์ YIQ

ภาพขนาด 256 × 256



รูปที่ 4.13 ภาพต้นแบบ (ก), ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.14 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

ภาพขนาด 512 × 512



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.15 ภาพต้นแบบ (ก), ภาพต้นฉบับไฟล์สขาว (ข), ภาพต้นฉบับไฟล์สี (ค)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.16 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 ผลการผสมภาพในแบนด์ YCbCr

ภาพขนาด 256 × 256



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.17 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

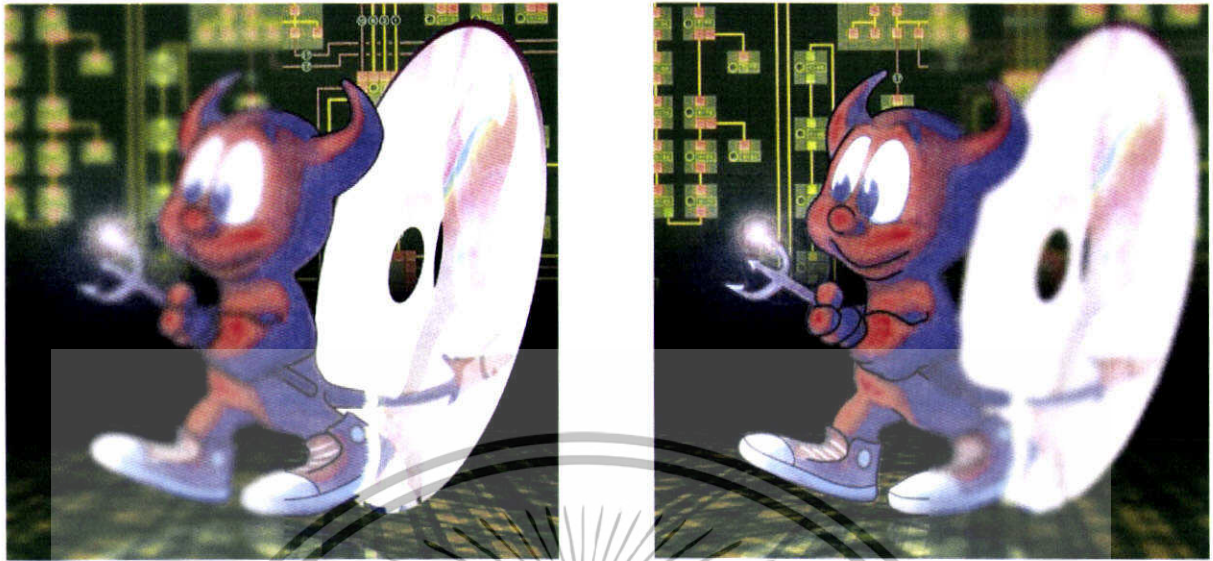
- (ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency
 (ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

ภาพขนาด 512 × 512



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.19 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟลัสซาย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟลัสซวา (ค)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.20 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

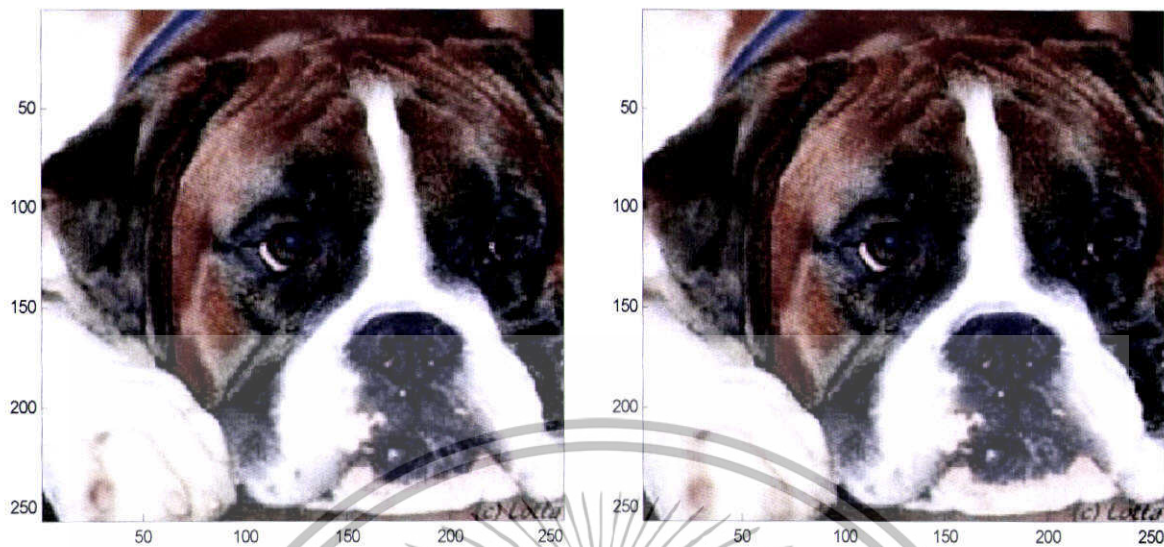
4.6.4 ผลการผสมภาพในแบนด์ HSI

ภาพขนาด 256 × 256



รูปที่ 4.21 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับโฟกัสซ้าย (ข) , ภาพต้นฉบับโฟกัสขวา (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.22 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

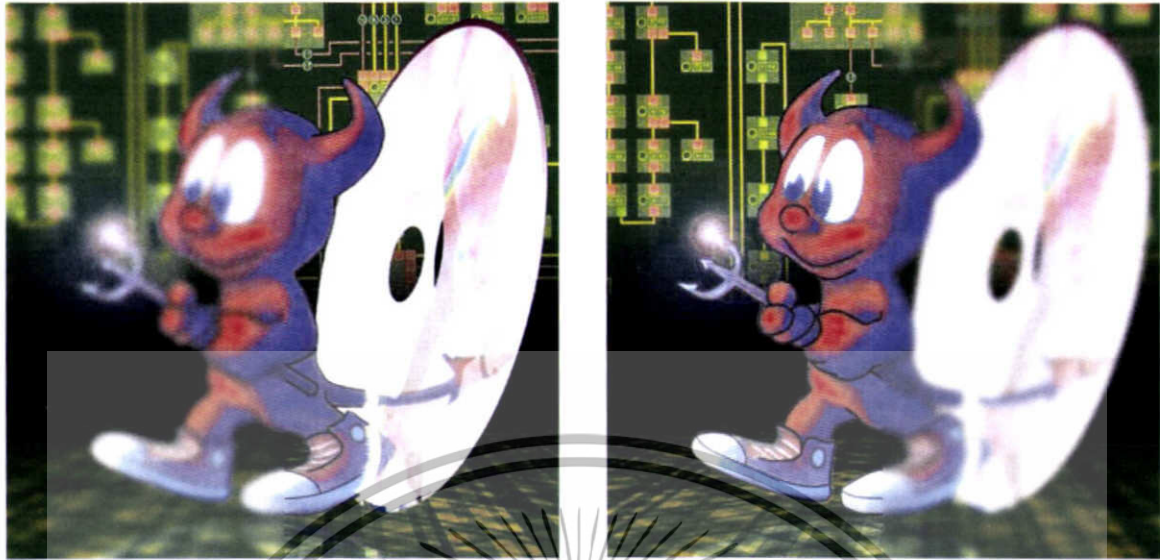
(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

ภาพขนาด 512 × 512



(ก)

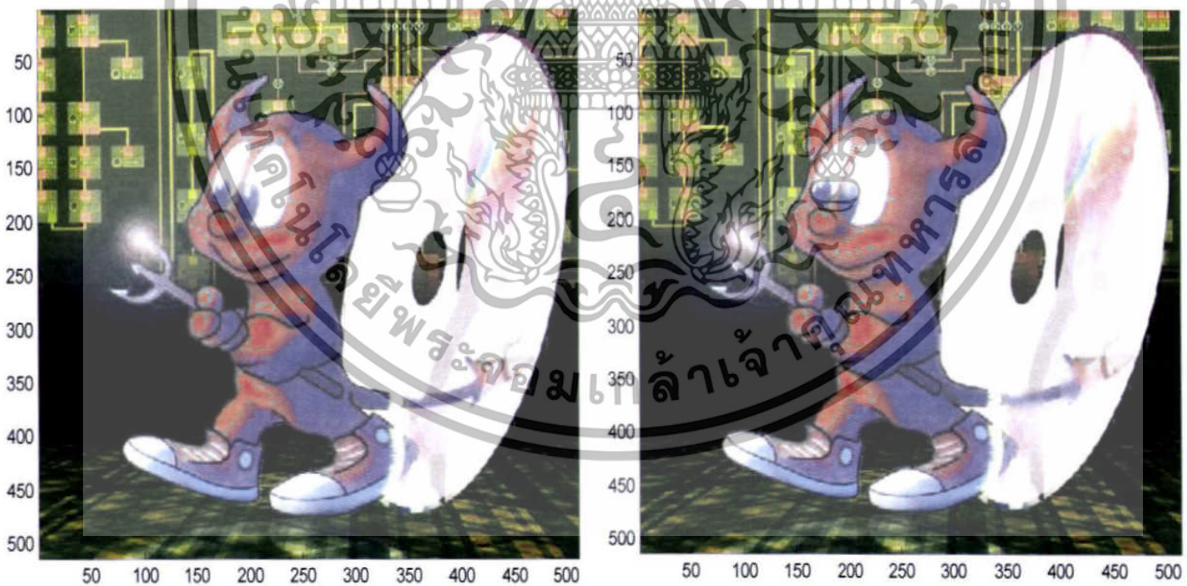
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.23 ภาพต้นแบบ (ก) , ภาพต้นฉบับ ไฟล์ช่วย (ข) , ภาพต้นฉบับ ไฟล์สวา (ค)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.24 ภาพผลลัพธ์จากการผสมภาพ

(ก) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ Spatial Frequency

(ข) ภาพผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการผสมภาพแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การประยุกต์การผสมภาพกับแอปพลิเคชัน GUI

5.1 บทนำ

ในหัวข้อนี้เป็นหัวข้อที่อธิบายถึงการประยุกต์วิธีการผสมภาพให้มีความหลากหลายในการใช้งาน ซึ่งได้มีการพัฒนาโดยการเขียน User Interface ในโปรแกรม MATLAB โดยที่รายละเอียดของการทำงานในส่วนนี้จะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

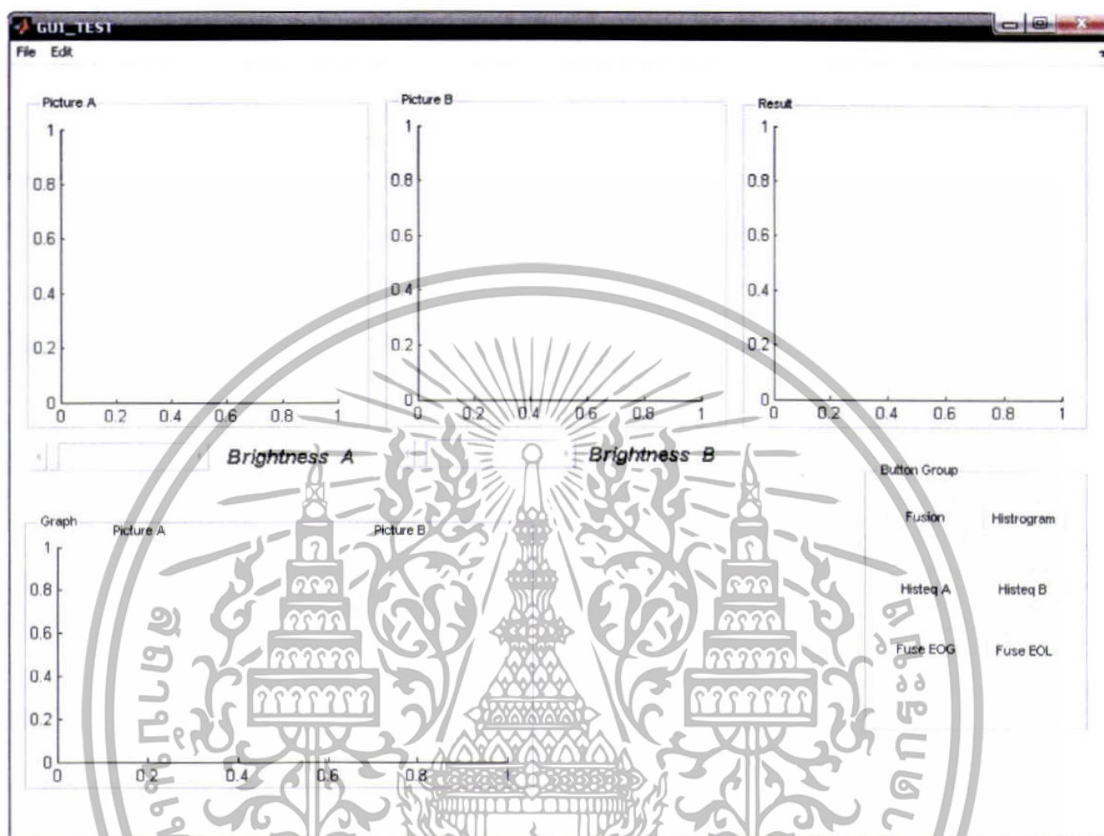
5.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphical User Interface)

5.2.1 หลักการของ GUI

GUI ย่อมาจาก Graphical User Interface (ซึ่งในรายงานฉบับนี้ขอแปลว่า โปรแกรมโต้ตอบกับผู้ใช้แบบกราฟ) คือ โปรแกรมโต้ตอบกับผู้ใช้ซึ่งถูกสร้างจากวัตถุแบบกราฟ (องค์ประกอบต่างๆ ของโปรแกรมโต้ตอบกับผู้ใช้แบบกราฟ) ได้แก่ ปุ่มกด (push buttons) ตัวเลือกแบบเมนู (pop-up menu) กราฟ (axes) ฯ หากโปรแกรมโต้ตอบกับผู้ใช้ได้รับการออกแบบที่ดีจะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงการทำงานหรือใช้งาน ได้อย่างไม่ต้องทราบขั้นตอนการทำงานมาก่อนเลย

5.2.2 ประโยชน์ที่เห็นได้อย่างชัดเจนของ GUI คือการที่ผู้ใช้สามารถทำงานกับโปรแกรมได้โดยไม่ต้องผ่านทางกรเขียนคำสั่งที่ละบรรทัดดังเช่นการเขียน โปรแกรมตามปกติ กล่าวคือผู้ใช้เพียงแต่ปฏิบัติตามคำสั่งสำเร็จรูปที่ทางผู้ออกแบบได้จัดหามาให้และทำการใช้งานได้ทันที ดังนั้นจึงเป็นการง่ายกว่าสำหรับผู้ใช้งานทั้งในด้านการเรียนรู้และการใช้งาน โปรแกรม

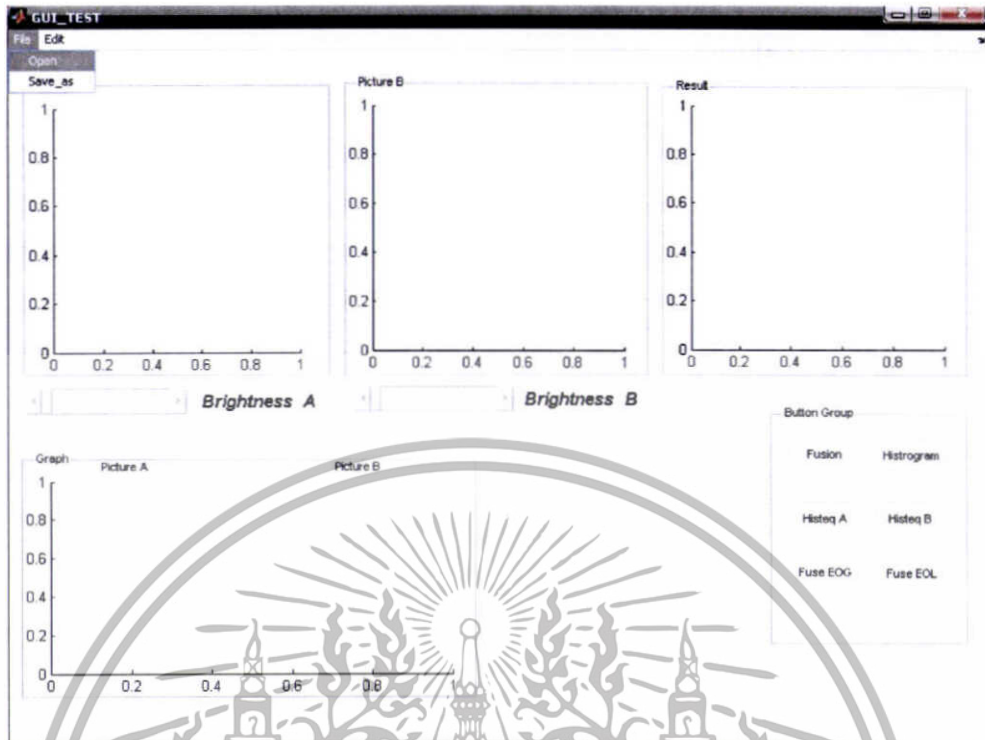
5.2.3 การทำงานของ GUI User Interface



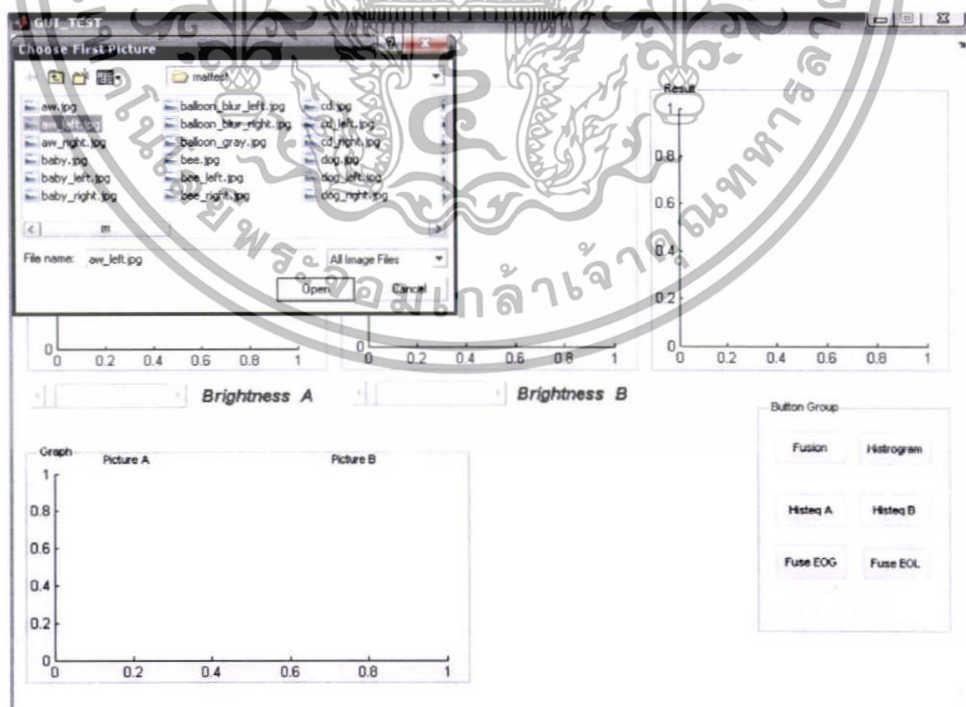
รูปที่ 5.1 แสดงหน้าแรกของ GUI User Interface

จากรูปที่ 5.1 เป็นภาพที่แสดงหน้าการใช้งานของ GUI ซึ่งจะประกอบด้วยส่วน อินพุตภาพ สองภาพที่มีจุดไฟที่ต่างกัน A และ B และส่วนของผลลัพธ์หลังจากการผสม slide bar ในการปรับ ความสว่างของรูปภาพ (Brightness) นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นการแสดงกราฟ ของรูปภาพซึ่งจะ แสดง กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) สุดท้ายเป็นส่วนของปุ่มที่ใช้เลือก Option ว่าต้องการจะให้ GUI แสดงผลอย่างไร ซึ่งได้แก่ ปุ่ม Fusion ที่มีให้เลือกวิธี Fusion ซึ่งจะประกอบด้วยวิธี SF, EOG, และ EOL ปุ่ม Histogram ซึ่ง จะแสดง Histogram ของภาพ A และ B ปุ่ม Histeq A และ Histeq B เป็นปุ่มที่ใช้แสดง กราฟของการทำ Histogram Equalization ของภาพ A และ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

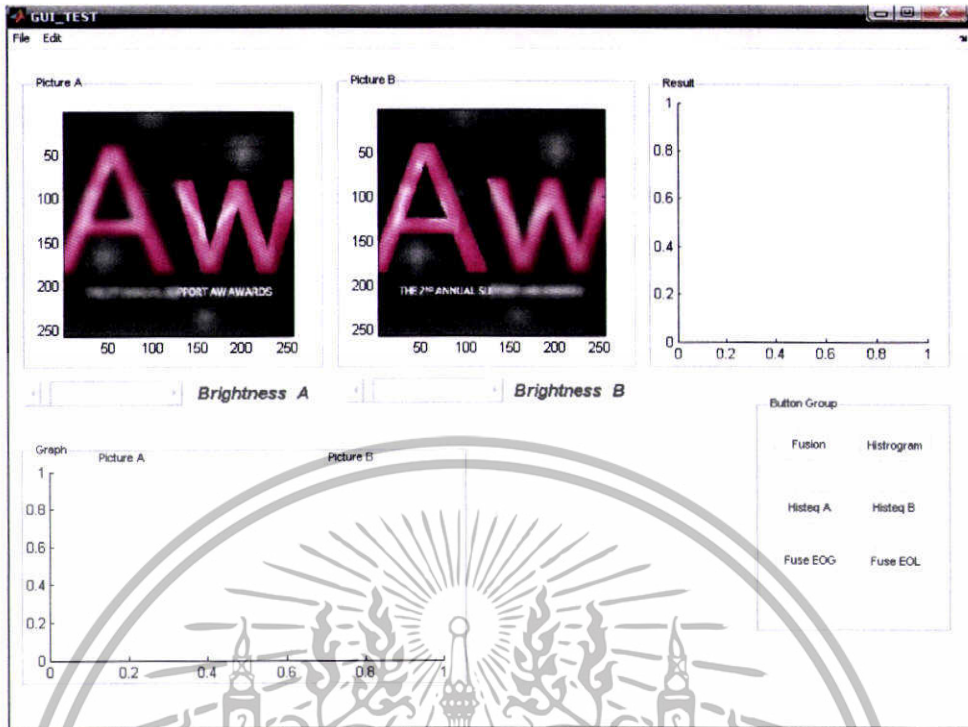


รูปที่ 5.2 แสดงการนำรูปเข้ามาทำงานใน GUI

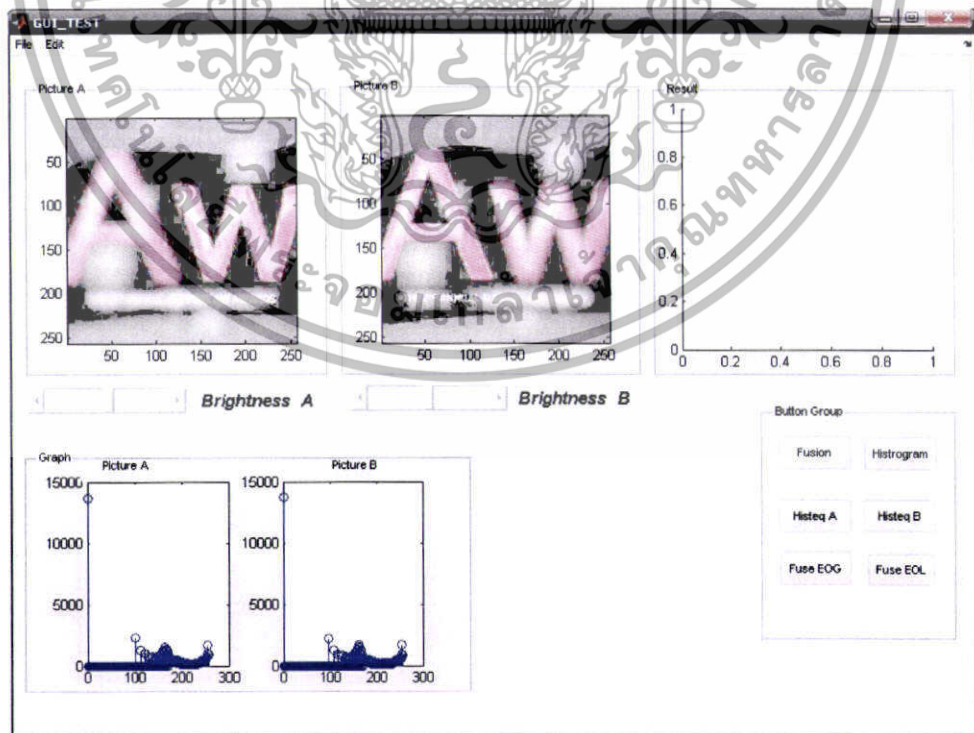


รูป 5.3 แสดงหน้าต่างของรูปภาพที่ต้องการเลือกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

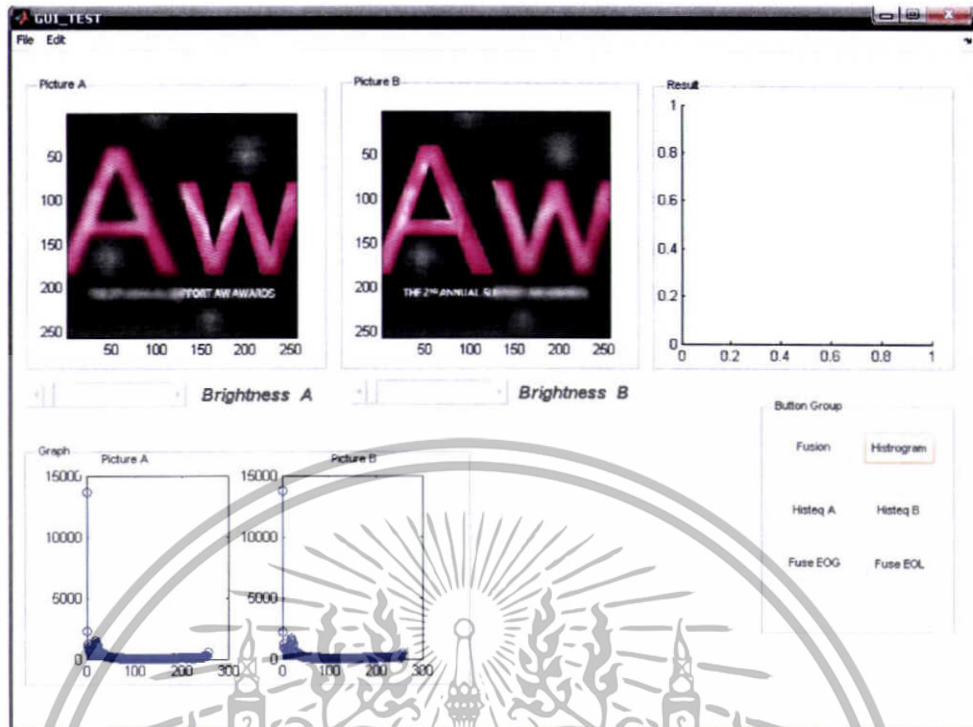


รูปที่ 5.4 แสดงภาพที่ถูกเลือกเข้ามาทั้ง A และ B

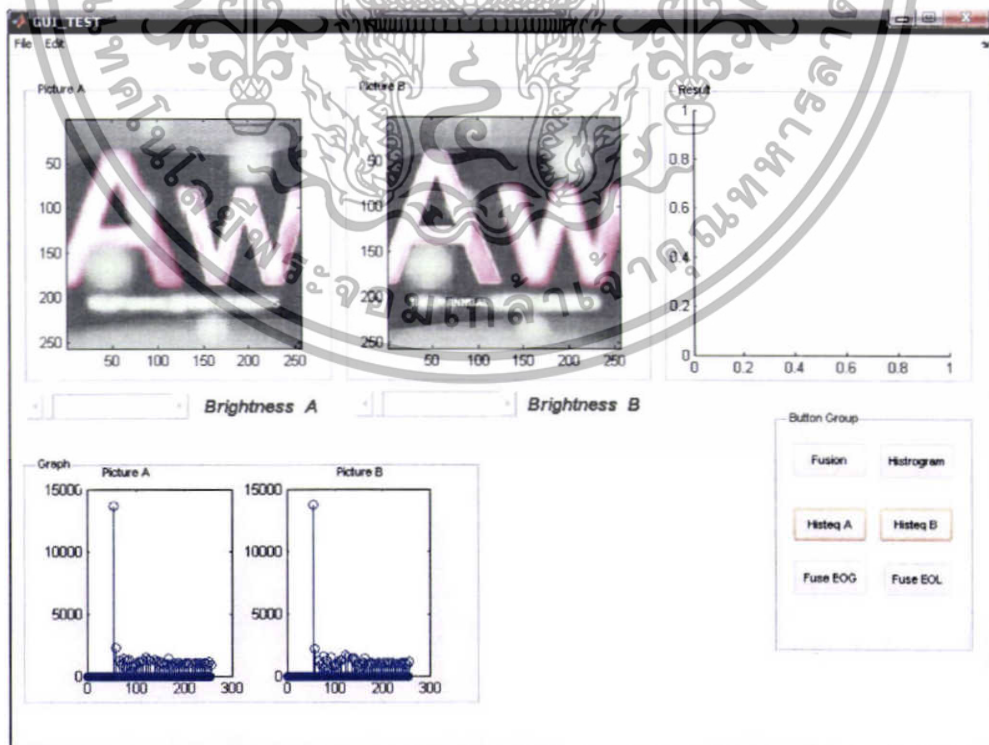


รูปที่ 5.5 แสดงภาพอินพุตที่มีการปรับความสว่างของภาพให้เพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นเว็บไซต์ประจำศูนย์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

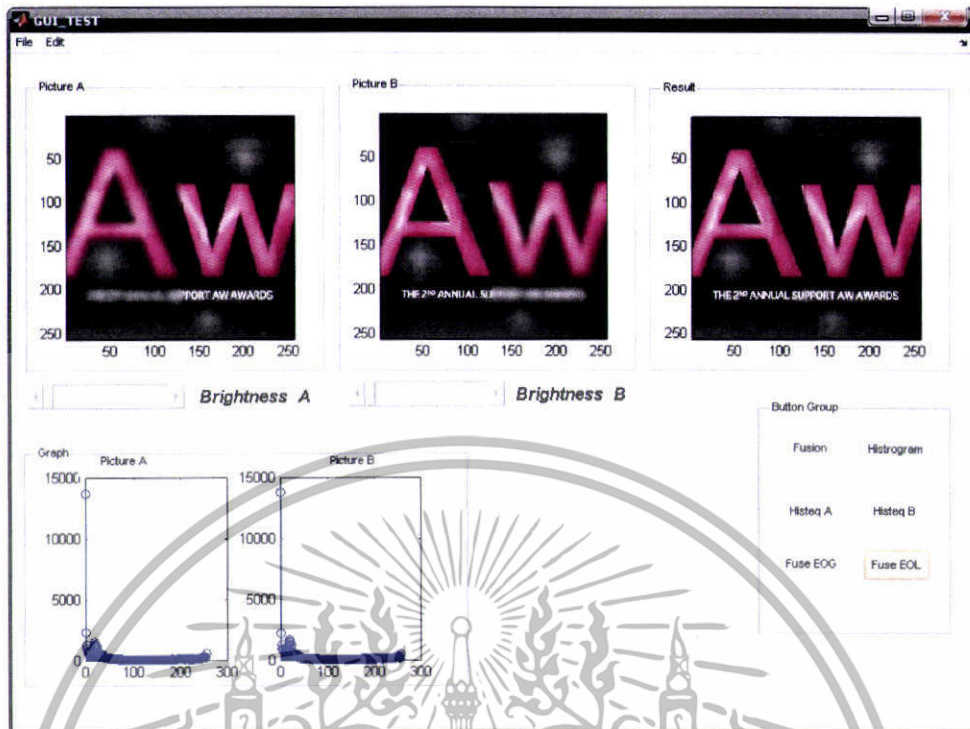


รูปที่ 5.6 แสดงกราฟ Histogram ของรูป A และ B

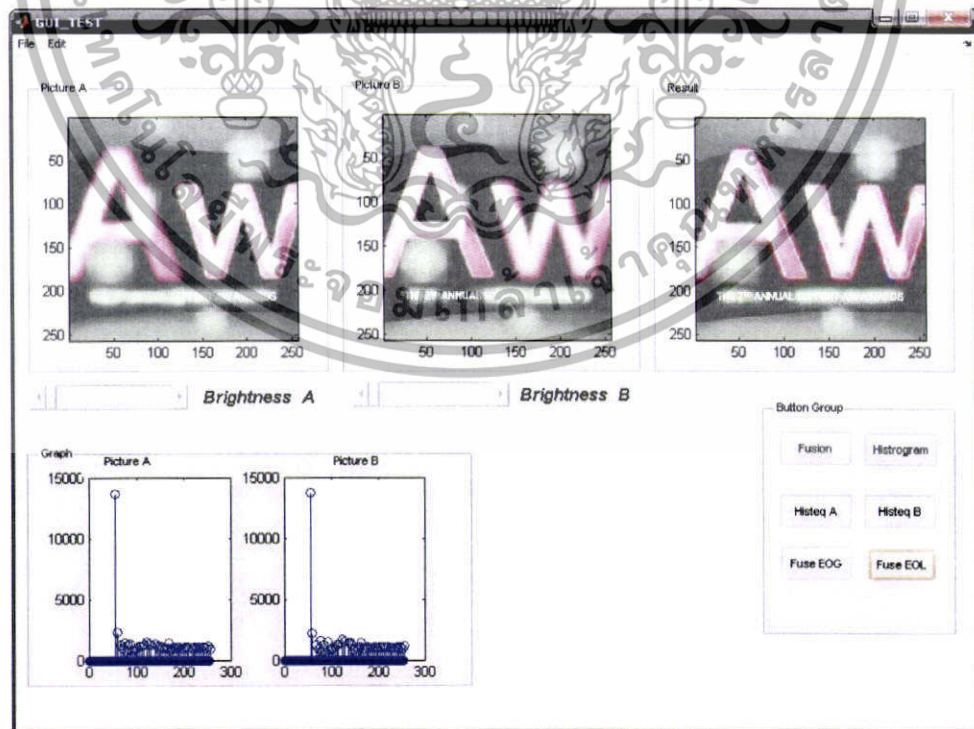


รูปที่ 5.7 แสดงภาพที่ผ่านการทำ Histogram Equalization และกราฟ Histogram ด้านการค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

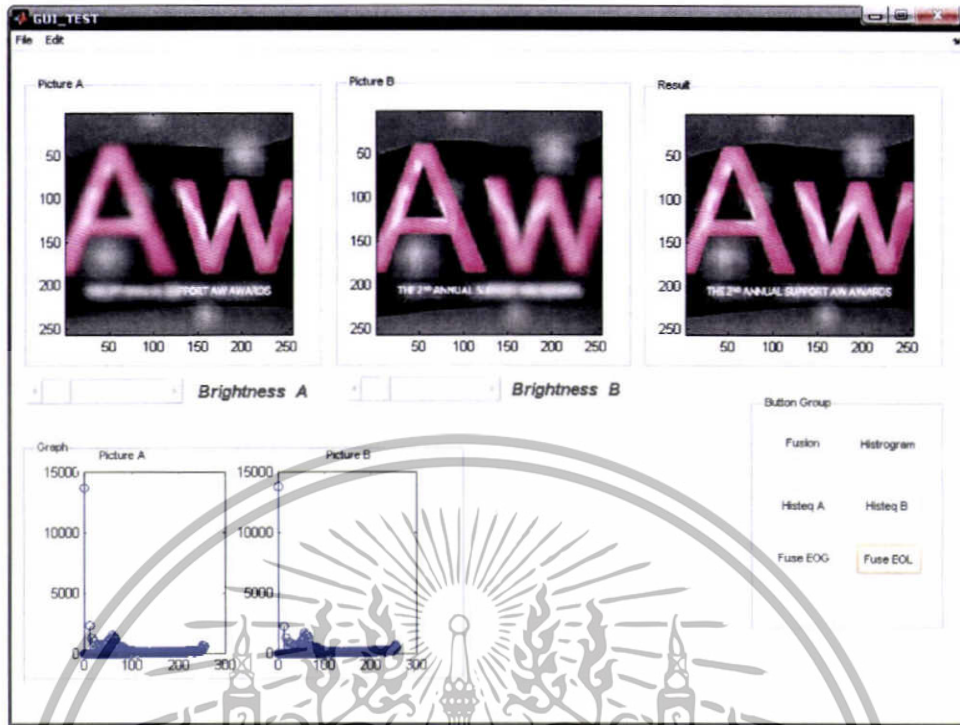


รูปที่ 5.8 แสดงการผสมภาพระหว่างภาพ A และ B

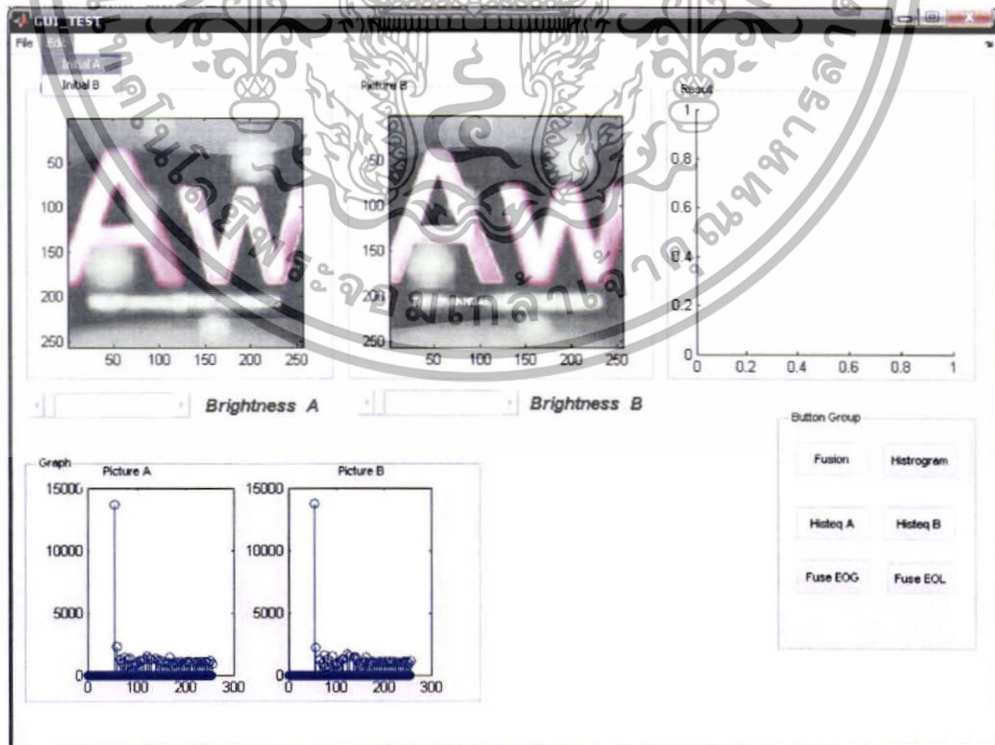


รูปที่ 5.9 แสดงการผสมภาพโดยที่ทำการ Histogram Equalization

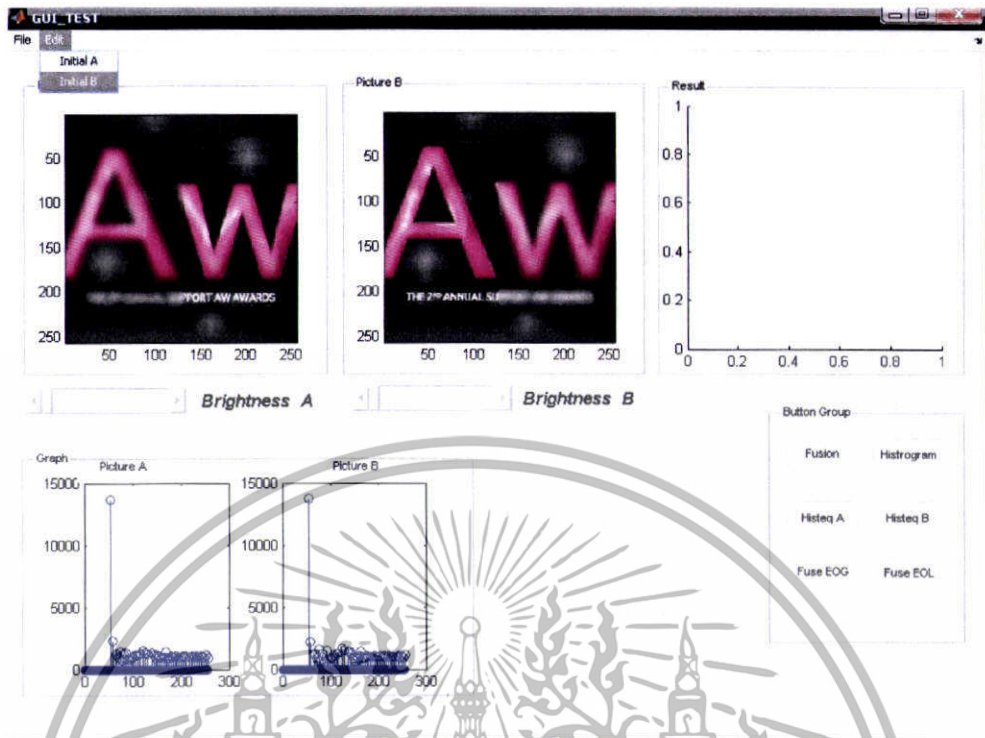
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงการผสมภาพโดยที่ทำการปรับความสว่างของภาพก่อน



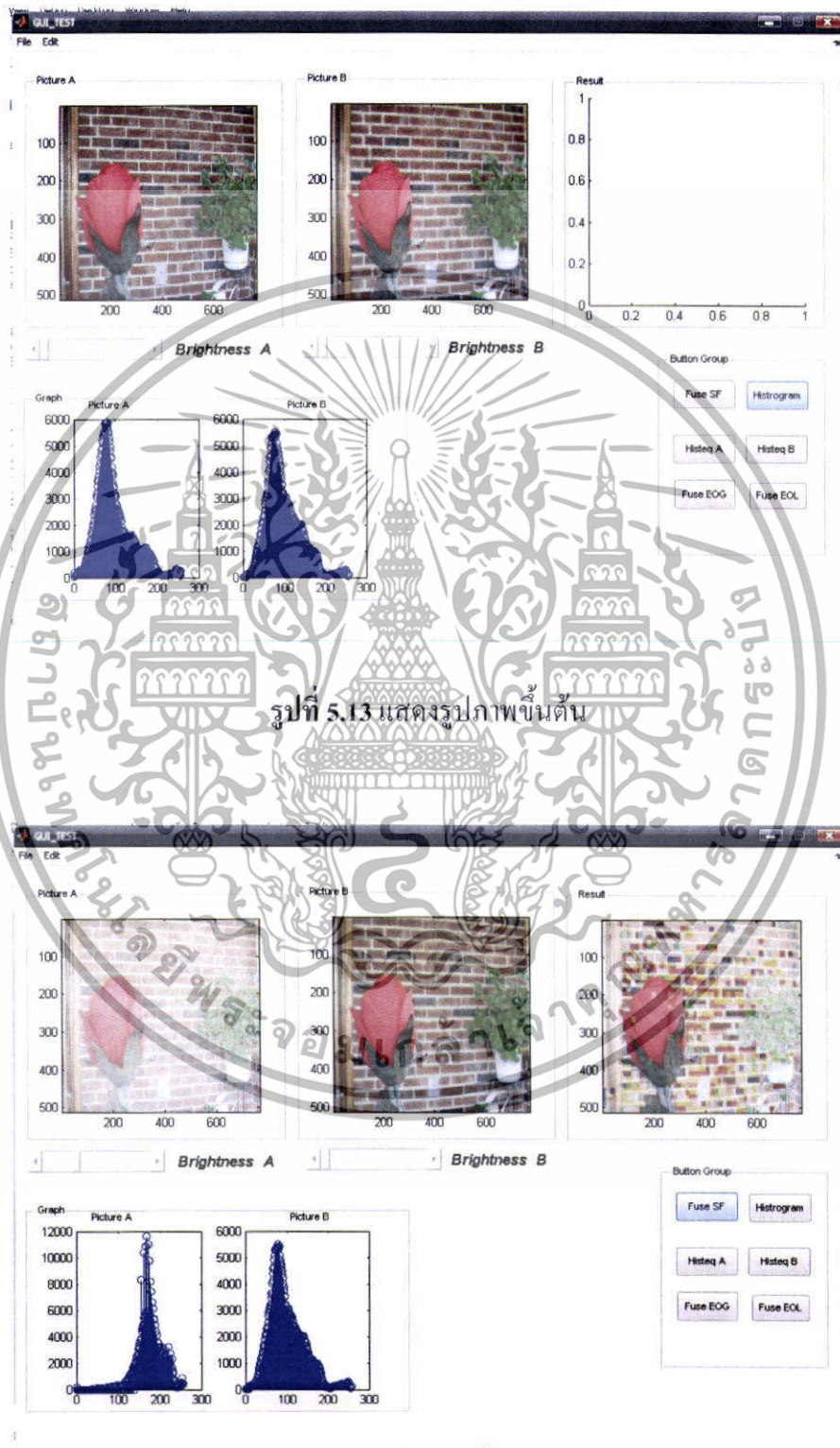
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้แสดงวิธีการแก้ไขภาพที่เดินที่ไม่ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 แสดงการแก้ไขภาพต้นแบบ

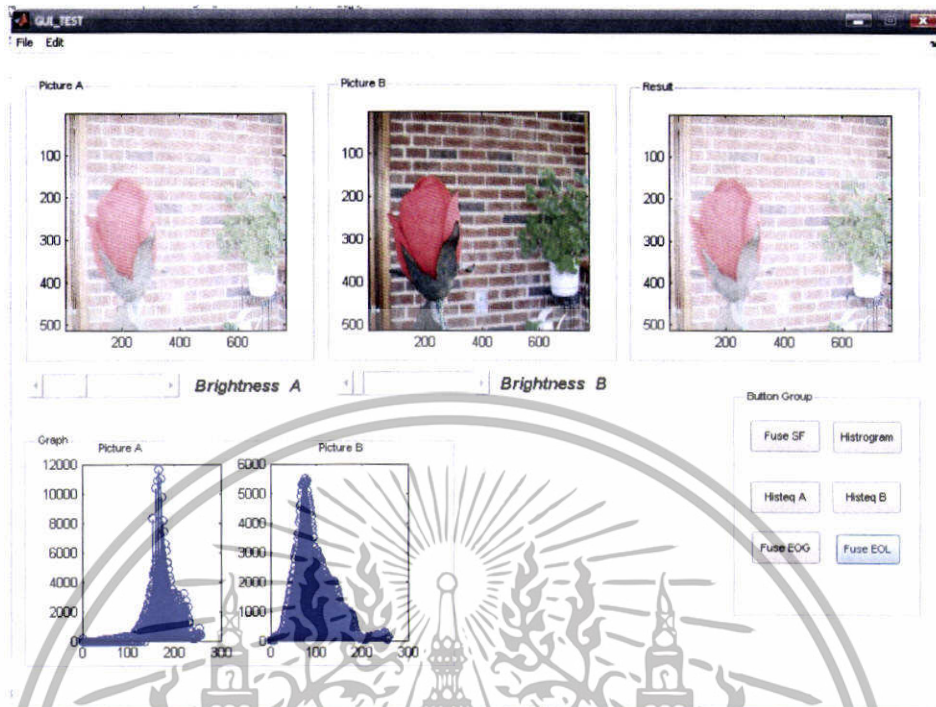
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ตัวอย่างของภาพที่มีการทำ Pre Processing



รูปที่ 5.13 แสดงรูปภาพขั้นต้น

รูปที่ 15.14 แสดงการทำกระบวนการปรับปรุงรูปภาพก่อนทำการผสมภาพ โดยใช้ตัววัดแบบ SF เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15.5 แสดงการทำกระบวนการปรับปรุงรูปภาพก่อนทำการผสมภาพ โดยใช้ตัววัดแบบ EOL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง แนวทางการพัฒนาต่อ

6.1 สรุปผลการทดลอง

ในปฏิญานิทรรศการนี้มีจุดประสงค์ที่จะแสดงถึงวิธีการรวมภาพที่มีจุดโฟกัสแตกต่างกัน และได้มีการทำ Graphical User Interface (GUI) ไว้เพื่อให้ศึกษาและสามารถนำไปใช้งานได้ โดยง่าย ซึ่งได้เปรียบเทียบ และแสดงผลของการรวมภาพที่มีจุดโฟกัสต่างกันไว้เป็นจำนวนมาก โดยที่ตัววัดโฟกัสแต่ละตัวมีความสามารถที่แตกต่างกันในการคัดกรองส่วนที่มีความคมชัดต่ำออกไป เพื่อให้เหลือแต่ภาพที่มีความคมชัดในทุกๆจุด

ซึ่งจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ภาพขาวดำ (Grayscale) นั้นตัววัดโฟกัสชนิด Spatial Frequency หรือ SF มีประสิทธิภาพดีที่สุด ส่วนภาพสีนั้นการรวมภาพในแบนด์ RGB มีคุณภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับแบนด์อื่นๆ โดยที่การเลือกใช้ตัวโฟกัสจะมีสองกรณีคือ ถ้าภาพไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพมาก่อน ซึ่งในปฏิญานิทรรศการเล่มนี้ก็คือ การปรับค่าความสว่าง (Brightness) และ การทำ Histogram Equalization ควรเลือกใช้ตัววัดโฟกัสชนิด SF แต่ถ้าภาพได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพมาแล้วควร ใช้ตัววัดโฟกัสชนิด EOL (Energy of Laplacian) จะให้ผลออกมาดีที่สุด

ส่วนขนาดของหน้าต่างที่ใช้ในการวัดค่าจากตัวโฟกัสชนิดต่างๆนั้นควรมีขนาดไม่เล็กจนเกินไป โดยที่ขนาดหน้าต่างที่ใหญ่ขึ้นจะทำให้ตัววัดโฟกัสเห็นรายละเอียดได้มากขึ้น แต่ไม่ควรใหญ่จนเกินไป ซึ่งเฉลี่ยแล้วขนาดของหน้าต่างจะอยู่ที่ 32×32 ถึง 64×64 โดยที่ปฏิญานิทรรศการเล่มนี้จะใช้ที่ 32×32 ในการสร้าง GUI

ส่วนปัจจัยอื่นที่มีผลต่อตัววัดโฟกัสชนิดต่างๆเช่น Threshold นั้นมีผลน้อยกว่าปัจจัยอื่นๆข้างต้นซึ่งจะเห็นจากผลการทดลอง ได้ว่าการเพิ่มลดค่า Threshold เพียงเล็กน้อยจะไม่ส่งผลต่อตัววัดโฟกัสเลย โดยที่ Threshold ที่ส่งผลดีต่อตัววัดโฟกัสนั้นควรมีค่าอยู่ที่ประมาณ 0 ถึง 1 โดยที่ปฏิญานิทรรศการเล่มนี้จะใช้อยู่ที่ 0 ตลอดทุกการทดลองและการสร้าง GUI

6.2 แนวทางในการพัฒนาต่อ

แนวทางในการพัฒนาต่อจากนี้ คือการใช้ตัววัดไฟฟ้าชนิดอื่นที่มีประสิทธิภาพในการวัดที่ดีขึ้น โดยภาพที่นำมาประมวลผลนั้นเป็นภาพสีในแบนด์ต่างๆและทำการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของ GUI เพื่อให้ผู้ใช้มีอุปกรณ์ในการตกแต่งและอำนวยความสะดวกมากยิ่งขึ้น หรืออาจจะทำการเพิ่มเติมฟังก์ชันอื่นลงไป เช่นการปรับขนาดของภาพต้นฉบับหรือการตรวจสอบสิ่งของในรูปภาพ เป็นต้น และอาจจะหาตัววัดคุณภาพของภาพที่สามารถบ่งชี้คุณภาพของภาพที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่นสามารถบอกคุณภาพของภาพ โดยที่ไม่ต้องใช้ภาพต้นฉบับซึ่งเป็นภาพสมบูรณ์เป็นตัวเปรียบเทียบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ฟังก์ชันในการหา Spatial frequency

ฟังก์ชันในการหาค่า Spatial frequency โดยใช้โปรแกรม Matlab

```
function y = sf(a)
```

```
% Input image define in a
```

```
% Find CF
```

```
row=size(a,1);
```

```
col=size(a,2);
```

```
cr=0;
```

```
for i=1:row
```

```
    for j=2:col
```

```
        ca=a(j,i);
```

```
        cb=a(j-1,i);
```

```
        cs=(ca-cb)^2;
```

```
        cr=cr+cs;
```

```
    end
```

```
end
```

```
cf=sqrt(cr/(row*col));
```

```
% Find RF
```

```
rr=0;
```

```
for i=1:row
```

```
    for j=2:col
```

```
        ra=a(i,j);
```

```
        rb=a(i,j-1);
```

```
        rs=(ra-rb)^2;
```

```
        rr=rr+rs;
```

```
    end
```

```
end
```

```
rf=sqrt(rr/(row*col));
```

```
% Find sf
```

```
y=sqrt((rf^2)+(cf^2))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ฟังก์ชันในการหา Visibility

ฟังก์ชันในการหาค่า Visibility โดยใช้โปรแกรม Matlab

```
% a defined as an image
% alpha should be in range(0.6-0.7)
function vi = visi(a,alp)
row=size(a,1);
col=size(a,2);
mew=0;
vi=0;
for i=1:row
    for j=1:col
        mew=(mew+a(i,j));
    end
end
mew=mew/(row*col);
for i=1:row
    for j=1:col
        vi=vi+(abs(a(i,j)-mew))/(mew^(alp+1));
    end
end
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ฟังก์ชันในการหา Energy of image gradient

ฟังก์ชันในการหาค่า Energy of image gradient โดยใช้โปรแกรม Matlab

```
% a defined as an image
function eg=eog(a)
L=length(a);
eg=0;
for i=1:L-1
    for j=1:L-1
        Fx=a(i+1,j)-a(i,j);
        Fy=a(i,j+1)-a(i,j);
        eg=eg+((Fx^2)+(Fy^2));
    end
end
end
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

ฟังก์ชันในการผสมภาพโดยใช้ Energy of laplacian

ตัวอย่างฟังก์ชันในการผสมภาพโดยใช้ Energy of laplacian โดยใช้โปรแกรม Matlab

```
% must open image source and defind in a,b
row=size(a,1);
col=size(a,2);
fuseim=zeros(row,col);
% define laplacian mask
mask=[-1 -4 -1;-4 20 -4;-1 -1 -1];
% choose block size in middle i=row j=col
for i=1:64:512
    for j=1:64:512
        im1=a(i:i+63,j:j+63);
        im2=b(i:i+63,j:j+63);
        eola=sum(sum(convn(im1,mask,'same').^2));
        eolb=sum(sum(convn(im2,mask,'same').^2));
% check which block should use
        if eola>(eolb+0)
            fuseim(i:i+63,j:j+63)=im1(:,:);
        elseif eola<(eolb+0)
            fuseim(i:i+63,j:j+63)=im2(:,:);
        else
            imf=(im1+im2)/2;
            fuseim(i:i+63,j:j+63)=imf(:,:);
        end
    end
end
end
```

```
%Find DIFFERENCE MSE RMSE PSNR
```

```
clear diff;
```

```
diff=refim-fuseim;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

diff=sum(sum(abs(diff)));
row=size(refim,1);
col=size(refim,2);
mse=0;
for i=1:row
    for j=1:col
        mse=mse+((refim(i,j)-fuseim(i,j))^2);
    end
end
mse=mse/(row*col);
mse=sqrt(mse);
psnr=10*log10(255^2/mse);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ฟังก์ชันในการผสมภาพสีในแบบต์ RGB

```
% must open image source and definid in a.b
```

```
clear all;
```

```
a=imread('mini_right.jpg');
```

```
a=double(a);
```

```
ar=a(:,,1);
```

```
ag=a(:,,2);
```

```
ab=a(:,,3);
```

```
b=imread('mini_left.jpg');
```

```
b=double(b);
```

```
br=b(:,,1);
```

```
bg=b(:,,2);
```

```
bb=b(:,,3);
```

```
refim=imread('mini.jpg');
```

```
refim=double(refim);
```

```
refimr=refim(:,,1);
```

```
refimg=refim(:,,2);
```

```
refimb=refim(:,,3);
```

```
row=size(a,1);
```

```
col=size(a,2);
```

```
fuseim=zeros(row,col);
```

```
for i=1:8:row
```

```
    for j=1:8:col
```

```
        im1r=ar(i:i+7,j:j+7);
```

```
        im2r=br(i:i+7,j:j+7);
```

```
        egar=sf(im1r);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

egbr=sf(im2r);

% check which block should use
if egar>egbr+0
    fuseimr(i:i+7,j:j+7)=im1r(:,:);
elseif egar<egbr-0
    fuseimr(i:i+7,j:j+7)=im2r(:,:);
else
    ims=(im1r+im2r)./2;
    fuseimr(i:i+7,j:j+7)=ims(:,:);
end
end
end
for i=1:8:row
    for j=1:8:col
        im1g=ag(i:i+7,j:j+7);
        im2g=bg(i:i+7,j:j+7);
        egag=sf(im1g);
        egbg=sf(im2g);

% check which block should use
if egag>egbg+0
    fuseimg(i:i+7,j:j+7)=im1g(:,:);
elseif egag<egbg-0
    fuseimg(i:i+7,j:j+7)=im2g(:,:);
else
    ims=(im1g+im2g)./2;
    fuseimg(i:i+7,j:j+7)=ims(:,:);
end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
end

for i=1:8:row
    for j=1:8:col
        im1b=ab(i:i+7,j:j+7);
        im2b=bb(i:i+7,j:j+7);
        egab=sf(im1b);
        egbb=sf(im2b);

% check which block should use
        if egab>egbb+0
            fuseimb(i:i+7,j:j+7)=im1b(:,:);
        elseif egab<egbb-0
            fuseimb(i:i+7,j:j+7)=im2b(:,:);
        else
            ims=(im1b+im2b)/2;
            fuseimb(i:i+7,j:j+7)=ims(:,:);
        end
    end
end

clear diff;
diff_r=refimr-fuseimr;
diff_g=refimg-fuseimg;
diff_b=refimb-fuseimb;
diff_sr=sum(sum(abs(diff_r)));
diff_sg=sum(sum(abs(diff_g)));
diff_sb=sum(sum(abs(diff_b)));
diff=(diff_sr+diff_sg+diff_sb)/3;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

row=size(refim,1);
col=size(refim,2);
mse_r=0;
for i=1:row
    for j=1:col
        mse_r=mse_r+((refimr(i,j)-fuseimr(i,j))^2);
    end
end
mse_r=mse_r/(row*col);
mse_g=0;
for i=1:row
    for j=1:col
        mse_g=mse_g+((refimg(i,j)-fuseimg(i,j))^2);
    end
end
mse_g=mse_g/(row*col);
mse_b=0;
for i=1:row
    for j=1:col
        mse_b=mse_b+((refimb(i,j)-fuseimb(i,j))^2);
    end
end
mse_r=mse_r/(row*col);
mse_s=(mse_r+mse_g+mse_b)/3;
rmse=sqrt(mse_s);
psnr=10*log10(255^2/mse_s);
rmse,psnr
fuseim=cat(3,fuseimr,fuseimg,fuseimb);
figure;imshow(uint8(fuseim));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ฟังก์ชันในการผสมภาพสีในแบนด์ YIQ

```

clear all;
a=imread('dog_left.jpg');
b=imread('dog_right.jpg');
an=rgb2ntsc(a);
bn=rgb2ntsc(b);
an=double(an);
bn=double(bn);
any=an(:,:,1);
ani=an(:,:,2);
anq=an(:,:,3);
bny=bn(:,:,1);
bni=bn(:,:,2);
bnq=bn(:,:,3);
row=size(any,1);
col=size(any,2);
fuseim=zeros(row,col);
for i=1:8:row
    for j=1:8:col
        im1=any(i:i+7,j:j+7);
        im2=bny(i:i+7,j:j+7);
        ega=eog(im1);
        egb=eog(im2);

        % check which block should use

        if ega>egb+0
            fuseim(i:i+7,j:j+7)=im1(:,:);
        elseif ega<egb-0
            fuseim(i:i+7,j:j+7)=im2(:,:);
        else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ims=(im1+im2)/2;
fuseim(i:i+7,j:j+7)=ims(:,:);
end

end

end

fuseimrst=cat(3,fuseim,((ani+bni)/2),((anq+bnq)/2));
fuseimrst=ntsc2rgb(fuseimrst);
imshow(fuseimrst);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ฟังก์ชันในการผสมภาพสีในแบนด์ YCbCr

```

clear all;
a=imread('letter_left.jpg');
b=imread('letter_right.jpg');
an=rgb2ycbcr(a);
bn=rgb2ycbcr(b);
an=double(an);
bn=double(bn);
any=an(:,1);
ancb=an(:,2);
ancr=an(:,3);
bny=bn(:,1);
bncb=bn(:,2);
bn-cr=bn(:,3);

row=size(any,1);
col=size(any,2);
fuseim=zeros(row,col);

for i=1:8:row
    for j=1:8:col

        im1=any(i:i+7,j:j+7);
        im2=bny(i:i+7,j:j+7);
        ega=eog(im1);
        egb=eog(im2);

        % check which block should use
        if ega>egb+0

```

```

            fuseim(i:i+7,j:j+7)=im1(:,:);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

elseif ega<egb-0
    fuseim(i:i+7,j:j+7)=im2(:,:);
else
    ims=(im1+im2)/2;
    fuseim(i:i+7,j:j+7)=ims(:,:);
end

end

end

fuseim=uint8(fuseim);
fusecb=((ancb+bncb)/2);
fusecb=uint8(fusecb);
fusecr=((ancr+bncr)/2);
fusecr=uint8(fusecr);
fuseimrst=cat(3,fuseim,fusecb,fusecr);
fuseimrst=ybcr2rgb(fuseimrst);
imshow(fuseimrst);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] ชรรมรงค์ อมรรักษา และ บัณฑิต ทิพากร “การทำภาพพิมพ์ลายน้ำดิจิทัลเบื้องต้น”
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- [2] ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมพระรักษา การประมวลผลภาพเบื้องต้น Fundamental of Digital
Image Processing
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Wood and Steven L. Eddins, Digital Image
Processing using MATLAB, Prentice Hall, 2004
- [4] Mark Austin and David Chancogne, Engineering Programming C, JAVA, MATLAB
John Wiley & Sons, Inc. 1999
- [5] The color wheel [Online] Available: [http://nanotech.sc.mahidol.ac.th/comlab/
image/wheel.htm](http://nanotech.sc.mahidol.ac.th/comlab/image/wheel.htm)
- [6] ระบบสี (Color Model) [Online] Available: [http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/
mediacenter-uploads/libs/html/1121/mode.htm](http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/libs/html/1121/mode.htm)
- [7] RGB Color Model [Online] Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/
RGB_color_model](http://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model)