การปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด

CCTV Images Enhancement

นายรุจิภาส ไก่ป๊อก รหัสนิสิต 50362146

นายสุทธิพงศ์ วิเชียรสรรค์ รหัสนิสิต 50362696

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 15746735
เลขเรียกหนังสือ ว/ร.
ร6590
2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน การปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด

ผู้ดำเนินโครงงาน นายรุจิภาส ไก่ป๊อก รหัสนิสิต 50362146

นายสุทธิพงศ์ วิเชียรสรรค์ รหัสนิสิต 50362696

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(นายเศรษฐา ตั้งค้าวานิช)

หัวข้อโครงงาน	การปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายรุจิภาส	ไก่ป๊อก	รหัสนิสิต 50362146
	นายสุทธิพงศ์	วิเชียรสรรค์	รหัสนิสิต 50362696
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2553		

.....

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิดก็เพื่อ การนำภาพที่มีสัญญาณรบกวนจากกล้องวงจรปิดมาปรับปรุงให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งในโครงงานนี้ทำการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิดโดยใช้ตัวกรองสามตัว คือ ตัวกรองแบบเวียเนอร์, ตัวกรองแบบเรกูลาริตี้ และตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน จากการทดลองพบว่าตัวกรองแบบเวียเนอร์ ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดในภาพรวม นอกจากนี้ยังสามารถเลือกที่จะขยายภาพ โดยใช้ การประมาณค่าแบบไบคิวบิค และทำให้ภาพคมชัดขึ้นด้วยตัวกรองอันชาฟ โดยใช้โปรแกรมแมทแลบ เป็นตัวช่วยในการเขียนโปรแกรม ซึ่งได้ออกแบบเป็นกราฟฟิคที่ติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม

Project Title	CCTV Images Enhancement		
Name	Mr.Ruchiphat	Kaipok	ID. 50362146
	Mr.Suttipong	Wicheansan	ID. 50362696
Project Advisor	Assistant professor Dr. Panomkhawn Riyamongkol		
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2010		

ABSTRACT

The purpose of CCTV images enhancement is improving image quality from CCTV . In this project, we compare 3 methods which are wiener filter, regularity filter, and lucy-richardson filter. From the experiment, Wiener filter is the best de-blurred algorithm. Moreover, image can be extended by using bicubic and then sharpen by unsharp filter. Matlab is used in this project for write program with GUI.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด ได้สำเร็จขึ้นเนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของโครงงานนี้ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนวทางต่างๆ ตลอดจนได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และคณะกรรมการอีก 2 ท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและยังคอยช่วยแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้เงินสนับสนุนการทำโครงงานนี้

ในโอกาสนี้ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำโครงงานนี้ซึ่งได้แก่ ผู้ร่วมทดสอบโปรแกรมทุกท่าน ที่ได้สละเวลาในการทดสอบโปรแกรมและบันทึกผล ตลอดจนให้คำเสนอแนะ จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายรุจิภาส ไก่ป๊อก

นายสุทธิพงศ์ วิเชียรสรรค์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ซ
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ขอบข่ายการทำโครงงาน.....1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2
1.5 แผนการดำเนินงาน.....2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.7 งบประมาณของโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 ทฤษฎีด้านการประมวลผลภาพ.....4
2.1.1 Raster Graphic.....4
2.1.2 Pixel.....4
2.2 ทฤษฎีและระบบสี.....5
2.2.1 สีของวัตถุ.....6
2.2.1 การผสมกันของสี.....6
2.2.3 การบรรยายคุณลักษณะของสี.....6
2.3 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ (Image Enhancement).....9
2.3.1 การเน้นภาพเชิงรังสี (Radiometric enhancement).....10
2.3.1.1 Contrast Enhancement.....10

2.3.1.2 Density Slice.....14
2.3.2 การเน้นภาพเชิงพื้นที่ (Spatial and Directional Filtering).....15
2.3.2.1 Low Pass Filtering (LPF) 15
2.3.2.2 High Pass Filtering (HPF) หรือ Edge Enhancement.....16
2.4 ทฤษฎีการขยายภาพ.....17
2.4.1 Cubic Convolution Interpolation.....17
2.5 ทฤษฎีการปรับปรุงภาพ..... 19
2.2.1 Wiener.....19
2.5.2 Regularized.....20
2.5.3 Lucy-Richardson..... 22
2.6 วิธีการประเมินคุณภาพของภาพ.....23

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน..... 25
3.1 โครงสร้างของโปรแกรม..... 25
3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน ..... .26
3.2.1 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม.....26
3.2.2 วิธีการดำเนินงาน.....27
3.2.2.1 GUI ของโปรแกรมในส่วนรับภาพ.....28
3.2.2.2 GUI ของโปรแกรมในส่วนของการปรับปรุงภาพ.....29
3.2.2.3 GUI ของโปรแกรมในส่วนของการย่อ หรือขยายภาพ.....30

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....32
4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์.....32
4.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์.....32
4.3 การปรับปรุงภาพ..... 32
4.3.1 วิธีการทดสอบ.....32
4.3.2 ผลการทดสอบ.....37
4.3.3 สรุปผลการทดสอบ.....40
4.4 การขยายภาพ..... 41
4.4.1 วิธีการทดสอบ.....41
4.4.2 ผลการทดสอบ.....42
4.4.3 สรุปผลการทดสอบ.....42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุป..... 43

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....43

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา.....43

5.3 ข้อเสนอแนะ.....43

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อในอนาคต.....44

เอกสารอ้างอิง.....45

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 46

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.5	แผนการดำเนินงาน	2
4.1	แสดงผลการทดสอบของรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 18	37
4.2	แสดงผลการทดสอบของรูปที่ 19 ถึง รูปที่ 36	38
4.3	แสดงผลการทดสอบของ รูปที่ 1 ถึง รูปที่ 18	39
4.4	แสดงผลการทดสอบของ รูปที่ 19 ถึง รูปที่ 36	40

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ความไวแสงของเซลล์รับแสงรูปกรวยทั้งสามชนิด	5
2.2	การผสมกันของสีตามการทดลองของ Maxwell	6
2.3	การผสมสีแบบบวก	7
2.4	การผสมสีแบบลบ	7
2.5	ภาพสามมิติของสี แสดง Hue (สีสัน), Saturation (ความอิ่มตัวสี) และ Intensity (ความสว่างของสี) (Harrison and Jupp, 1990)	8
2.6	แสดงกราฟปรับเทียบ (Lookup table) ระหว่างค่าของข้อมูลเดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้จากการยืดข้อมูลภาพด้วยเทคนิคทั้ง 3 วิธี (ERDAS, 1999)	12
2.7	กราฟแท่งแสดงความถี่ (histogram) และกราฟปรับเทียบ (look up table) สำหรับการปรับเน้นภาพ โดยการยืดข้อมูลภาพด้วยเทคนิคแบบต่างๆ สำหรับ (A) คือ ข้อมูลที่ยังไม่ได้มีการยืดค่า, (B) Minimum-Maximum contrast stretch, (C) Linear clip, (D) Piecewise stretch, (E) Histogram equalization stretch, (F) Logarithmic, (G) Exponential และ (H) Threshold	12
2.8	เปรียบเทียบภาพที่ยังไม่มีการปรับเน้นภาพ กับภาพที่ผ่านเทคนิคการเน้นภาพแบบต่างๆ สำหรับ (A) คือ ข้อมูลดั้งเดิม (Original data or Raw data) ที่ยังไม่ได้มีการยืดค่า, (B) Minimum-Maximum contrast stretch, (C) Linear clip, (D) Piecewise stretch, (E) Histogram equalization stretch, (F) Logarithmic, (G) Exponential และ (H) Threshold	13
2.9	แสดงกราฟแท่งแสดงความถี่ (Histogram) และ กราฟปรับเทียบ (Look up table) ของภาพที่ไม่มีการปรับเน้น (Unenhanced image) กับภาพที่ปรับเน้นด้วยเทคนิค Density Slice	14
2.10	แสดงตัวอย่างหน้าต่างกรองข้อมูลขนาด (A) 3 x 3 แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก และ (B) 5 x 5 ถ่วงน้ำหนักที่ศูนย์กลาง	15
2.11	เปรียบเทียบภาพที่ผ่านการเน้นภาพเชิงพื้นที่ โดยใช้เทคนิค Low pass filtering และ High pass filtering	16
2.12	แสดงจำนวนพิกเซลที่ต้องการใน (a) หนึ่งมิติ และ (b) สองมิติ	17
2.13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติของเคอร์เนล กับ s	18

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม	25
3.2	หน้าหลักของโปรแกรม	27
3.3	รับภาพอินพุต	28
3.4	แสดงภาพที่รับเข้ามา	28
3.5	ส่วนการปรับปรุงภาพ	29
3.6	แสดงตัวอย่างภาพที่แสดงออกมาหลังจากกดปุ่มแต่ละตัวกรอง	29
3.7	ส่วนการย่อ หรือขยายภาพ	30
3.8	แสดงการขยายขนาดภาพ 4 เท่า จากภาพอินพุต	30
3.9	แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Bicubic Interpolation กับ Nearest Neighbor Interpolation และ Bilinear Interpolation	31
3.10	แสดงความแตกต่างของวิธีทั้ง 3 เมื่อซูมภาพเข้าไป	31
4.1	แสดงรูปภาพจากกล้องวงจรปิด ที่ใช้ในการทดสอบการปรับปรุงภาพ	33
4.2	รูปจากกล้องวงจรปิดทั้งหมดที่ใส่สัญญาณรบกวน	34
4.3	แสดงรูปภาพจากเว็บไซต์ ที่ใช้ในการทดสอบการปรับปรุงภาพ	35
4.4	แสดงรูปจากเว็บไซต์ที่ใส่สัญญาณรบกวนแล้ว	36
4.5	แสดงรูปภาพจากเว็ป และกล้องวงจรปิดที่ใช้ในการทดสอบการย่อขยายภาพ	41

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันตามบ้านเรือน หอพัก ร้านค้า ห้างสรรพสินค้า โรงงาน และอีกมากมาย ได้มีการนำกล้องวงจรปิดเข้ามาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยเพื่อที่จะบันทึกกิจกรรมต่างๆ ตรวจสอบความผิดปกติ และด้วยการที่กล้องวงจรปิดนั้นต้องบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหว และอาจจะด้วยแสงที่ไม่เพียงพอ หรือคุณภาพของกล้องนั้นไม่สูงนัก ทำให้คุณภาพของภาพนั้นค่อนข้างที่จะต่ำ ไม่ชัดเจน และมีสัญญาณรบกวนต่างๆ ซึ่งอาจจะเห็นได้จากข่าวต่างๆทางโทรทัศน์ ที่ได้มีการนำภาพคนร้ายจากกล้องวงจรปิดมาให้ดู โดยที่ภาพเหล่านั้นจะมีสัญญาณรบกวนค่อนข้างมาก ทำให้เห็นรูปร่าง ลักษณะท่าทางต่างๆ ไม่ชัดเจน ทำให้ยากต่อการที่จะวิเคราะห์

ด้วยสาเหตุนี้ เราจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการที่จะปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิดเหล่านั้นให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงได้คิดโครงงานนี้ขึ้นมา เพื่อที่จะนำภาพหลังการปรับปรุงมาใช้ในกระบวนการสืบสวนต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาอัลกอลิทึมที่ใช้ในการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด

1.2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาซอฟแวร์เพื่อการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด

1.2.3 เพื่อให้สามารถขยายภาพจากกล้องวงจรปิดได้

1.3 ขอบข่ายการทำโครงงาน

1.3.1 สามารถพัฒนาซอฟแวร์เพื่อลดสิ่งรบกวนในภาพจากกล้องวงจรปิด ภายใต้ข้อมูลนำเข้าแบบภาพนิ่ง

1.3.2 สามารถขยายภาพได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงภาพ

1.4.2 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของซอฟแวร์ที่ใช้

1.4.3 สร้างซอฟแวร์

1.4.4 ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาด

1.4.5 จัดทำคู่มือโครงงาน

1.5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2553						ปี 2554		
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←	→							
2. ออกแบบขั้นตอนการทำงาน		←	→						
3. สร้างซอฟแวร์				←	→				
4. ตรวจสอบและแก้ไข						←	→		
5. จัดทำคู่มือ							←	→	

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้รับความรู้ด้านการประมวลผลภาพ

1.6.2 ได้ซอฟแวร์ที่ใช้ในการปรับปรุงภาพภายใต้ข้อมูลนำเข้าแบบภาพนิ่ง

1.6.3 เพื่อนำภาพที่ได้ไปทำให้เกิดประโยชน์ เป็นแนวทางในกระบวนการสืบสวนทางกฎหมายต่อไป

1.6.4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโครงงานการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิดได้ในภายภาคหน้า

1.7 งบประมาณของโครงงาน

1.7.1 ค่าพิมพ์และถ่ายเอกสารโครงงาน	800	บาท
1.7.2 ค่าเข้าเล่มโครงงาน	800	บาท
1.7.3 ค่าหนังสือที่เกี่ยวกับโปรแกรมที่ใช้ทำตัวซอฟแวร์	400	บาท
รวมเป็นเงิน	2,000	บาท

(หมายเหตุ ขออนุมัติถัวเฉลี่ยทุกรายการ)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประมวลผลภาพเป็นศาสตร์อย่างหนึ่งของการจัดการเกี่ยวกับรูปภาพซึ่งมีขอบเขตของเทคนิคและการประยุกต์ใช้อย่างมากมาย ได้แก่ การปรับปรุงภาพ เป็นต้น

การปรับปรุงคุณภาพของภาพแบ่งออกตามประเภทของการประมวลผลได้ 4 ลักษณะ ได้ดังนี้

1. Pixel-based เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยกระทำทีละจุด ๆ บนภาพจนกระทั่งครบทุกจุด เช่น การกระทำทางพีชคณิต การกระทำเชิงตรรกะ หรือเรขาคณิต เป็นต้น
2. Histogram-based เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยกระทำบนฮิสโตแกรมของภาพที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพนั้น
3. Spatial-filtering-based เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้วิธีการทำ Spatial Convolution ที่จุดภาพโดยตรง
4. Frequency-based เป็นการปรับปรุงคุณภาพโดยกระทำในระดับความถี่ หรือ Frequency Domain โดยใช้การแปลงแบบฟูเรียร์ (Fourier) เข้ามาช่วย

2.1 ทฤษฎีทางด้านการประมวลผลภาพ

2.1.1 Raster Graphic [9]

โปรแกรมปรับแต่งภาพส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในท้องตลาดทุกวันนี้ มักจะทำงานกับภาพแบบบิตแมป หรือที่เรียกกันว่าแบบราสเตอร์ (raster) ภาพแบบบิตแมปนี้จะใช้ กริดของตารางเล็ก ๆ ที่รู้จักกันดีในชื่อ "พิกเซล" (pixel) สำหรับแสดงภาพ แต่ละพิกเซลก็จะมีค่าของตำแหน่งและค่าสีของตัวเอง ด้วยเหตุที่พิกเซลมีขนาดเล็กเราจึงเห็นว่าภาพ มีความละเอียดสวยงามไม่มีลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยมให้เห็น แต่ถ้าขยายขนาดของภาพ ก็จะเห็นกรอบเล็ก ๆ หรือพิกเซลที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นภาพ ดังนั้นเมื่อต้องการทำงานกับภาพแบบมิตแมป จึงเป็นทำงานกับพิกเซลเล็ก ๆ ที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นภาพ ไม่ใช่วัตถุหรือรูปทรงที่เห็น ภาพแบบบิตแมปเป็นภาพที่ขึ้นอยู่กับความละเอียด (resolution)นั่นคือ มีจำนวนพิกเซลที่แน่นอนในการแสดงภาพ

2.1.2 Pixel [9]

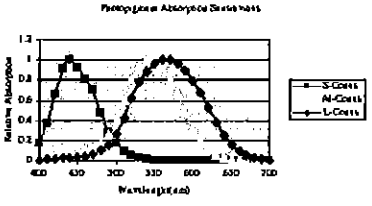
พิกเซล (Pixel) เป็นการผสมผสานของคำว่า "Picture" และ "element" คือหน่วย พื้นฐานของภาพ ภาพบิตแมปทุก ๆ ภาพประกอบขึ้นด้วยพิกเซล แต่ละพิกเซลจะมีลักษณะ เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เก็บข้อมูลของสีโดยถูกกำหนดตำแหน่งไว้บนเส้นกริดของแนวแกน x และ y ในลักษณะคล้ายแผน

ที่ (map) นั่นจึงเป็นที่มาของคำว่าบิตแมป (bitmap) เช่น พิกเซลของ ภาพ 8 บิต จะเก็บข้อมูลของสี 8 บิต ที่จอภาพจะใช้ในการแสดงผล ดังนั้นภาพภาพหนึ่งจึงประกอบด้วยพิกเซลเล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งคุณสามารถมองเห็นได้เมื่อ ขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จำนวนของพิกเซล ที่แสดงต่อหน่วยของความยาวในภาพจะถูกเรียกว่าความละเอียด ของภาพ โดยปกติจะวัดเป็นพิกเซลต่อนิ้ว (ppi : pixel per inch) ภาพที่มีความละเอียดสูงจะประกอบไปด้วยพิกเซลจำนวนมากที่มีขนาดเล็กกว่าภาพเดียวกันที่มีความละเอียดน้อยกว่า ตัวอย่าง เช่น ภาพขนาด 1 x 1 นิ้ว ที่ความละเอียด 72 ppi จะประกอบด้วยพิกเซล 5,184 พิกเซล (ความกว้าง 72 พิกเซล x ความยาว 72 พิกเซล = 5,184) และภาพเดียวกันที่ความละเอียด 300 ppi จะประกอบด้วยพิกเซล 90,000 พิกเซลที่มีขนาดของพิกเซลเล็กกว่า (300 x 300 = 90,000) แน่นอน ว่าภาพที่มีความละเอียดมากกว่าก็จะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากกว่า

2.2 ทฤษฎีและระบบสี [7]

สีเป็นปรากฏการณ์ของการรับรู้เกี่ยวกับการมองเห็นอย่างหนึ่งของมนุษย์ เช่นการรับรู้ว่าดอกกุหลาบเป็นสีแดง ใบไม้เป็นสีเขียว เป็นต้น และจากคำนิยามว่าสีเป็นการรับรู้ ดังนั้นจึงไม่มีตัวตนอยู่เป็นสสารในทางฟิสิกส์ คือไม่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สีจะเกิดขึ้นได้ต้องมีองค์ประกอบอย่างน้อย 2 ประการคือ แสง และผู้สังเกต ลองนึกดูว่า ถ้าต้องการเดินเข้าไปในห้องที่ไม่มีแสงใดๆ เลย ก็ไม่สามารถมองเห็นวัตถุและสีใดๆ ได้ และหากเดินเข้าไปในห้องที่สว่างไสวแต่ปิดตาเสีย ก็จะไม่เห็นสีใดๆ ได้เช่นกัน การรับรู้สีเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีแสงเดินทางเข้าไปสู่ตา โดยตาของมนุษย์จะทำหน้าที่เป็นส่วนรับแสงและส่งสัญญานไปยังสมองเพื่อแปลสัญญาณดังกล่าวเป็นการรับรู้สีต่าง ๆ

ภายในตาจะมีส่วนที่เรียกว่าเรตินามีหน้าที่รับแสง และเปลี่ยนแสงเป็นกระแสประสาท โดยมีเซลล์รับแสงอยู่สองประเภทคือเซลล์รับแสงรูปแท่งและเซลล์รับแสงรูปกรวย เซลล์รับแสงรูปแท่งจะทำงานเมื่อแสงน้อย ส่วนเซลล์รับแสงรูปกรวยจะทำงานเมื่อมีแสงมากและเป็นเซลล์ที่ทำให้เกิดการรับรู้สี โดยแสงเซลล์รับแสงรูปกรวยมี 3 ชนิด คือเซลล์ที่ไวต่อแสงสีแดง (เรียกว่า L) สีเขียว (เรียกว่า M) และสีน้ำเงิน (เรียกว่า S) เมื่อได้รับแสง เซลล์รับแสงทั้งสามจะถูกกระตุ้นในอัตราส่วนที่ต่างกันขึ้นกับสีและความเข้มของแสงที่ตกกระทบ และสมองก็จะแปลสัญญาณที่แตกต่างกันนั้นเป็นสีต่างๆ อีกที



รูปที่ 2.1 ความไวแสงของเซลล์รับแสงรูปกรวยทั้งสามชนิด

2.2.1 สีของวัตถุ

แสงขาวที่เห็นในธรรมชาติเมื่อตกกระทบลงบนวัตถุใด ๆ จะเกิดปรากฏการณ์ได้หลายอย่างกล่าวคือสามารถ สะท้อน ดูดกลืนและส่องผ่าน ถ้าหากวัตถุสามารถสะท้อนแสงได้หมดทุกความยาวคลื่น ในปริมาณที่เท่า ๆ กัน จะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีขาว ถ้าหากวัตถุดูดกลืนแสงไว้หมดจะเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำ เพราะไม่มีแสงจากวัตถุนั้นเข้าตาของเลย เพื่อให้สะดวกในการพิจารณาสี จึงแบ่งแสงที่มองเห็นออกเป็น 3 ช่วงคือ

2.2.1.1 ช่วงแสงน้ำเงินโดยมีความยาวคลื่นประมาณ 400 - 500 นาโนเมตร

2.2.1.2. ช่วงแสงเขียวโดยมีความยาวคลื่นประมาณ 500 - 600 นาโนเมตร

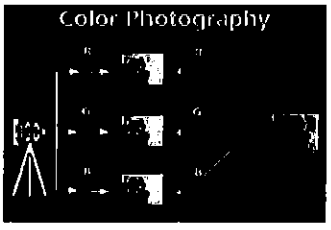
2.2.1.3. ช่วงแสงแดงโดยมีความยาวคลื่นประมาณ 600 - 700 นาโนเมตร

ถ้าวัตถุใดก็ตามดูดกลืนแสงสีได้ไม่เท่ากันในแต่ละช่วงความยาวคลื่น เมื่อมีแสงขาวมาตกกระทบวัตถุนั้นจะปรากฏให้เห็นเป็นสี ตัวอย่างเช่นแอปเปิ้ลจะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีเขียวไว้และสะท้อนแสงสีแดงออกมา จึงเห็นเป็นสีแดง เป็นต้น

2.2.2 การผสมกันของสี

สีต่างๆ ที่คนเราเห็นสามารถเกิดจากการผสมกันของแม่สีเพียง 3 สีเท่านั้น โดยการผสมกันของสีนี้มีได้ 2 แบบคือ การผสมสีแบบบวก (additive color mixing) และการผสมสีแบบลบ (subtractive color mixing)

James Clark Maxwell เป็นคนเสนอทฤษฎีการผสมสีแบบบวกโดยได้ฉายภาพจากฟิล์มพอสิทิฟขาวดำ 3 แผ่น ที่ได้จากการถ่ายภาพโดยใช้แผ่นกรองแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน บังหน้ากล้องถ่ายภาพ การถ่ายภาพดังกล่าวทำให้ฟิล์มแต่ละแผ่นบันทึกเฉพาะแม่สีของแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุเป็นน้ำหนักสี ต่างๆ บนฟิล์มตามความเข้มแสงที่สะท้อนจากวัตถุ จากนั้นนำฟิล์มแต่ละแผ่นไปฉายด้วยเครื่องฉายที่มีแผ่นกรองแสง สีแดง เขียว และน้ำเงิน บังอยู่ เมื่อแสงสามสีนี้ไปรวมกันบนจอภาพจะเกิดเป็นสีต่างๆ ขึ้นมาใหม่อีกมากมาย จากการผสมสีของแสงทั้งสามในความเข้มต่างๆ กัน



รูปที่ 2.2 การผสมกันของสีตามการทดลองของ Maxwell

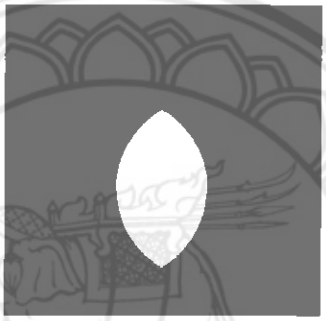
การผสมสีแบบบวกนี้เป็นการผสมกันของสีของแสง ซึ่งมีแม่สีหลัก (primary color) คือ แสงสีแดง เขียวและน้ำเงิน ซึ่งจะพบเห็นการผสมสีแบบบวกได้จากจอโทรทัศน์ หรือจอคอมพิวเตอร์ และจะเรียกสีที่เกิดจากการผสมกันของแม่สีบวกว่า แม่สีรอง (secondary color) ซึ่งได้แก่สีน้ำเงินเขียว (cyan) สีม่วงแดง (magenta) และสีเหลือง (yellow) จากรูปที่ 2.3 เราจะเห็นว่า

สีน้ำเงิน รวมกับ สีเขียว ได้ สีน้ำเงินเขียว

สีน้ำเงิน รวมกับสี แดง ได้ สีม่วงแดง

สีแดง รวมกับ สีเขียว ได้ สีเหลือง

สีน้ำเงิน รวมกับ สีเขียว รวมกับ สีแดง ได้ สีขาว



รูปที่ 2.3 การผสมสีแบบบวก

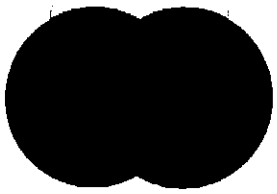
สำหรับการผสมสีแบบลบเป็นการผสมกันของแม่สี สีน้ำเงินเขียว ม่วงแดงและเหลือง จะพบเห็นการผสมสีแบบลบได้จากสิ่งพิมพ์ต่างๆ สีทาบ้าน เป็นต้น จากรูปที่ 2.4 จะเห็นว่า

สีน้ำเงินเขียว รวมกับ สีม่วงแดง ได้ สีน้ำเงิน

สีน้ำเงินเขียว รวมกับ สีเหลือง ได้ สีเขียว

สีม่วงแดง รวมกับ สีเหลือง ได้ สีแดง

สีน้ำเงินเขียว รวมกับ สีม่วงแดง รวมกับ สีเหลือง ได้ สีดำ



รูปที่ 2.4 การผสมสีแบบลบ

เมื่อพิจารณาวงลมการผสมสีทั้งแบบบวกและแบบลบ จะสังเกตเห็นว่าการผสมกันของแม่สีบวกคู่หนึ่ง จะให้แม่สีลบ และการผสมของแม่สีลบคู่หนึ่งจะให้แม่สีบวก ซึ่งแม่สีบวกสีแดง อยู่ตรงข้ามกับสีน้ำเงินเขียว สีเขียวอยู่ตรงข้ามกับสีม่วงแดง และสีน้ำเงินอยู่ตรงข้ามกับสีเหลือง เรียกคู่สีที่อยู่ตรงข้ามกันนี้ว่า สีเติมเต็ม (complementary color) กล่าวคือการผสมกันของสีที่เติมเต็มกันของแม่สีบวก จะทำให้ได้สีขาว แต่สำหรับการผสมสีแบบลบจะให้สีดำ หรือพูดอีกนัยหนึ่งว่าการผสมกันของสีเติมเต็มคู่ใดคู่หนึ่ง เปรียบเสมือนการผสมสีของแม่สีทั้งสาม นั่นเอง

2.2.3 การบรรยายคุณลักษณะของสี

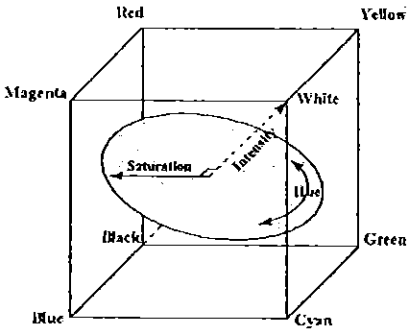
สำหรับในการบรรยายคุณลักษณะของสีแต่ละสี มีความจำเป็นต้องใช้ศัพท์เทคนิคตามหลักสากลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน โดยทางสมาคมทางแสงของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดให้ใช้ระบบ IHS คือ Hue แทนสีสัน, Saturation แทนความอิ่มตัวสี และ Intensity แทนความสว่างของสี หรือค่าของสี คำเหล่านี้เป็นคำที่ใช้อธิบายคุณลักษณะของสีดังต่อไปนี้

Hue (H) หมายถึง ชื่อสี เช่น สีแดง สีเหลือง สีเขียว และสีน้ำเงิน เป็นต้น สีสันของวัตถุมิได้ขึ้นอยู่กับผงสีในวัตถุนั้นเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของแสงที่ส่องไปยังวัตถุนั้นด้วย

Saturation (S) or Chroma หมายถึง ค่าการวัดความบริสุทธิ์ของสี สีที่มีความอิ่มตัวมากจะมีความเข้มของสีมาก สีจะสดใส เช่น สีปรากฏในสเปกตรัมจะมีความอิ่มตัวสีสูงสุด สีที่มีความอิ่มตัวน้อยจะมีความเข้มของสีน้อยหรือจาง

Intensity (I) or Lightness or Value หมายถึงค่าการวัดความสว่างหรือความมืดของสี สีที่มีความอิ่มตัวมากจะมีความสว่างน้อยกว่าสีที่มีความอิ่มตัวน้อย

หลักการในการบรรยายคุณลักษณะของสี คือ ได้จัดสีสัน (Hue) ต่างๆ ไว้โดยรอบแกนกลางซึ่งแสดงถึงค่าระดับสีเทาแทนความสว่างและความมืดของสี (Intensity) ส่วนสีใดยิ่งอยู่ห่างจากแกนกลางมากเท่าใดยิ่งมีความอิ่มตัวของสี (Saturation) มากขึ้นเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ภาพสามมิติของสี แสดง Hue (สีสัน), Saturation (ความอิ่มตัวสี) และ Intensity (ความสว่างของสี) (Harrison and Jupp, 1990)

2.3 การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ (Image Enhancement) [9]

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ หรือ การเน้นภาพ (Image enhancement) เป็นกระบวนการปรับปรุงค่าระดับสีเทาหรือเน้นคุณภาพของข้อมูลให้เด่นชัดขึ้น ทำให้ได้ภาพที่มีรูปลักษณ์ใหม่และยังสามารถเพิ่มรายละเอียดรูปลักษณ์ของข้อมูลเดิม ทำให้สามารถดูภาพเหล่านั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยทั่วไปเทคนิคหรือวิธีการเน้นภาพจะใช้เพื่อแปลตีความข้อมูลบางประเภทแทนการใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล และการเลือกใช้เทคนิคการเน้นภาพจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

โดยปกติแล้วการเน้นภาพ (Image enhancement) จะเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการแปลตีความด้วยสายตา เนื่องจากการเน้นภาพทำให้ข้อมูลตัวเลขเดิมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก ข้อมูลภาพที่เกิดจากการเน้นภาพจึงนิยมไปใช้ในการแปลตีความด้วยสายตา มักไม่นิยมนำเอาข้อมูลตัวเลขใหม่ที่ได้จากการเน้นภาพไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลข

ในขั้นตอนนี้ สามารถที่จะเลือกใช้เทคนิคเพื่อเน้นข้อมูลภาพได้หลายวิธี ดังนั้นจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสม และมักจะทำทีละแบนด์แยกออกจากกัน สำหรับการปรับปรุงคุณภาพของภาพมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การปรับปรุงค่าความเข้มเพื่อให้แสดงความแตกต่างกันมากขึ้น หรือการยืดภาพให้คมชัด (Contrast stretch), การแบ่งระดับค่าความเข้ม หรือการเฉือนค่าความเข้ม (Density slicing), การเน้นขอบ โดยการเปรียบเทียบกับจุดภาพข้างเคียง (Edge enhancement) และ การแปลงค่าความเข้มใหม่ด้วยเทคนิคที่เรียกว่า Filtering

ซึ่งการเน้นภาพสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ การเน้นภาพเชิงรังสี (Radiometric enhancement) และการเน้นภาพเชิงพื้นที่ (Spatial enhancement) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงกระบวนการที่สำคัญ คือ

2.3.1 การเน้นภาพเชิงรังสี (Radiometric enhancement)

การเน้นภาพเชิงรังสีเป็นเทคนิคในการจัดการค่าระดับสีเทาแบบเฉพาะจุด (Point operation) ที่เกี่ยวข้องกับค่าระดับสีเทาของแต่ละจุดภาพ โดยเพิ่มค่าระดับความสว่าง (Brightness value or DN value) ของจุดภาพใดจุดภาพหนึ่งหรือหลายจุดภาพ การเน้นภาพเชิงรังสีจะแตกต่างกับการเน้นภาพเชิงพื้นที่ที่จะนำเอาค่าระดับสีเทาของจุดภาพข้างเคียง (Surrounding pixels) มาใช้ในการประมวลผลด้วย สำหรับวัตถุประสงค์ของการเน้นภาพภาพเชิงรังสีคือ การสร้างรูปลักษณ์ใหม่ของข้อมูลบางประเภทให้เด่นชัดมากขึ้น เพื่อจะง่ายต่อการแปลตีความด้วยสายตา การเน้นภาพเชิงรังสีจะสัมพันธ์กับรูปลักษณ์ที่จะเน้นและช่วงคลื่นที่จะนำมาใช้งาน ทั้งนี้เพราะการเน้นภาพที่ใช้ได้ดีกับช่วงคลื่นหนึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับอีกช่วงคลื่นหนึ่งก็ได้ ดังนั้นการเน้นภาพเชิงรังสีเป็นลักษณะของการเน้นภาพที่ข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่นจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างแต่ละช่วงคลื่น

การเน้นภาพประเภทนี้จึงสามารถแยกเน้นภาพในแต่ละช่วงคลื่น (Band) ก่อนได้ แล้วจึงนำมารวมเป็นภาพสีผสม (Color composite)

การเน้นภาพเชิงรังสีไม่สามารถทำให้รูปลักษณ์ของข้อมูลที่จะปรากฏบนภาพชัดเจนทุกประเภท ความเปรียบต่าง (Contrast) อาจพบมากในบางส่วนของภาพ และขณะเดียวกันความเปรียบต่างอาจสูญหายไปในบางส่วนของภาพ สำหรับการเน้นภาพเชิงรังสีมีเทคนิคที่สำคัญดังนี้

2.3.1.1 Contrast Enhancement

เป็นการปรับแต่งทางด้านความเข้มของข้อมูลภาพ โดยยืดข้อมูลภาพเชิงตัวเลขเดิมที่เกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วงความเข้มแคบๆ ให้กระจายออกกว้างขึ้น เป็นผลให้ได้ภาพที่มีความเข้มดีขึ้น ในทางปฏิบัติแล้วคอมพิวเตอร์จะสร้างตารางเทียบค่าหรือกราฟปรับเทียบ (Lookup table: LUT) เพื่อแสดงภาพที่ผ่านการเน้นแล้วด้วยค่าใหม่ สำหรับเทคนิคการยืดค่าเชิงคณิตศาสตร์นี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก. Linear Contrast Stretch

เป็นการขยายพิสัย (Range) ของค่าความเข้มข้อมูลเดิมให้มีค่ามากยิ่งขึ้นจนเต็มช่วง 0-255 โดยใช้กราฟปรับเทียบ (Lookup table) ที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง เช่น เทคนิค Minimum-Maximum contrast stretch เป็นการขยายค่าความเข้มของข้อมูลเดิมให้เต็มพิสัย (0-255) โดยเริ่มจากค่าที่น้อยที่สุดให้เป็น 0 และให้ค่าที่มากที่สุดเป็น 255 หรือ เทคนิค Linear clip โดยขยายค่าความเข้มของข้อมูลเดิมให้เต็มพิสัยเช่นกัน แต่สามารถที่จะเลือกยืดข้อมูลช่วงใดช่วงหนึ่งของภาพได้ แต่การยืดลักษณะนี้จะสูญเสียข้อมูลบางส่วน เช่น ข้อมูลที่มีค่าต่ำหรือสูงของกราฟแท่งแสดงการกระจายข้อมูล (Histogram) ที่ถูกกำหนดให้ค่าของข้อมูลเป็น 0 หรือ 255

ข. Non-Linear Contrast Stretch

เป็นการยืดข้อมูลภาพให้คมชัดอีกลักษณะหนึ่ง โดยใช้ความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่ลักษณะเชิงเส้นตรง จุดประสงค์ในการใช้วิธีนี้คือ พยายามเปลี่ยนการกระจายข้อมูลที่ไม่ปกติให้เป็นแบบปกติและปรับจำนวนจุดภาพในแต่ละค่าความเข้มให้มีจำนวนใกล้เคียงกัน ซึ่งเทคนิคแบบนี้เรียกว่า Histogram equalization Stretch

การยืดข้อมูลภาพแบบ Non-Linear contrast stretch ยังมีเทคนิคแบบอื่นๆ อีก เช่น

ข1. Logarithmic ซึ่งจะใช้ปรับเน้นภาพที่มีค่าของข้อมูลต่ำเป็นจำนวนมาก ที่มีการกระจายอยู่ชิดกันได้ดี แต่อาจจะทำให้สูญเสียข้อมูลที่มีค่าสูงบางส่วนได้

ข2. Exponential อาจจะปรับเน้นภาพที่มีค่าของข้อมูลสูงเป็นจำนวนมาก

ข3. Gaussian Stretch เป็นการยืดค่าของข้อมูลให้มีการกระจายเป็นแบบปกติ (Normal distribution) โดยใช้ปัจจัยที่สำคัญ 2 ตัวเพื่อกำหนดลักษณะการยืดค่าของข้อมูลภาพ ตัวแรกคือ mean ซึ่งจะเป็นตัวปรับความสว่าง (Brightness) หรือความมืด (Darkness) ของภาพ โดยทำการเลื่อนจุดศูนย์กลางการกระจายแบบปกติของค่าข้อมูลใน Histogram ตัวที่สองคือ standard deviation โดยจะเป็นตัวปรับการยืดพิสัยของค่าข้อมูลใหม่

ค. **Piecewise Stretch**

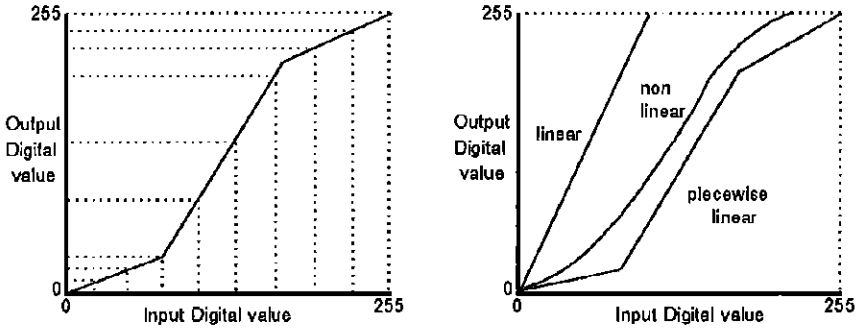
เป็นการเลือกยืดข้อมูลภาพเป็นบางส่วน หรือ เป็นช่วงๆ โดยแต่ละช่วงอาจจะกำหนดพิสัยของการยืดแตกต่างกันไป หลักการคือ พิสัยของค่าความเข้มข้อมูลเดิมที่ต้องการขยายนั้น จะถูกแบ่งออกเป็นหลายๆ ช่วงและในแต่ละช่วงจะขยายให้เป็นค่าใดๆ ก็ได้ตามต้องการ แต่ต้องต่อเนื่องกันไปจนตลอดช่วง 0-255 เช่น แบ่งการขยายค่าความเข้มเดิมจาก 10-120 ให้เป็น 0-255 ดังนี้

10 – 60 เป็น 0 – 100

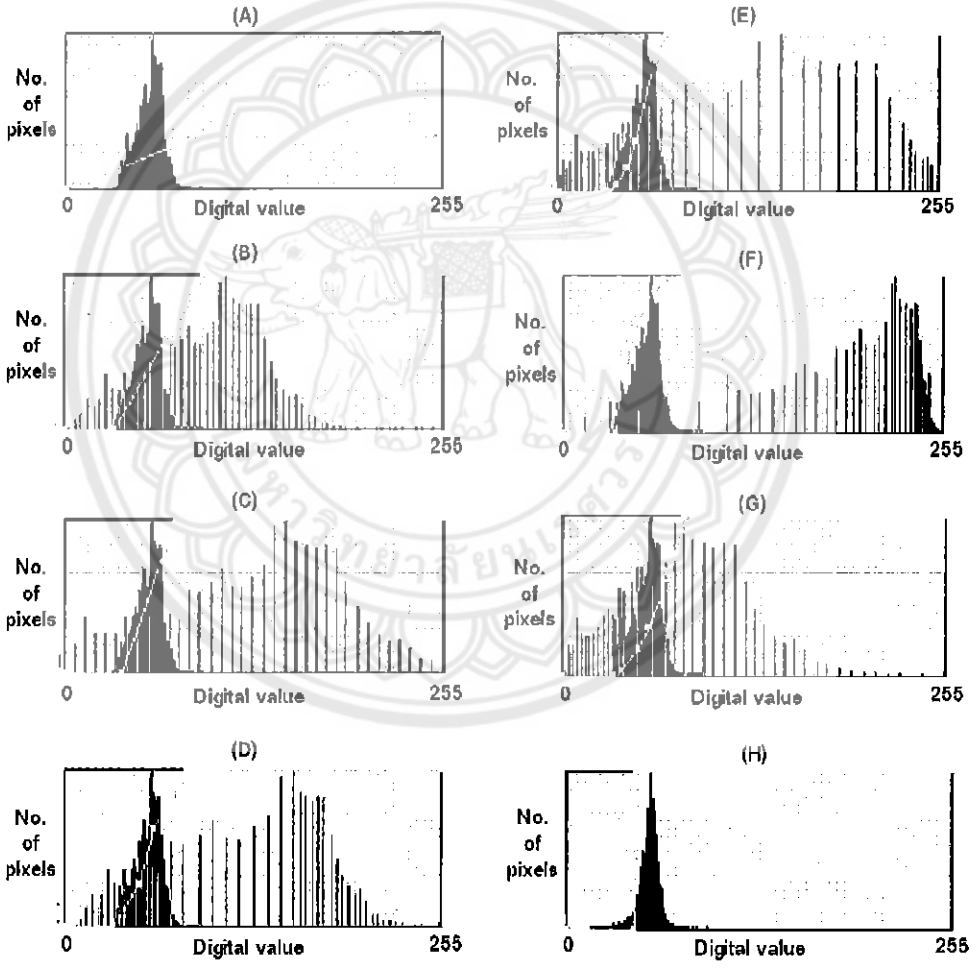
61 – 100 เป็น 101 – 220

101 – 120 เป็น 221 - 255

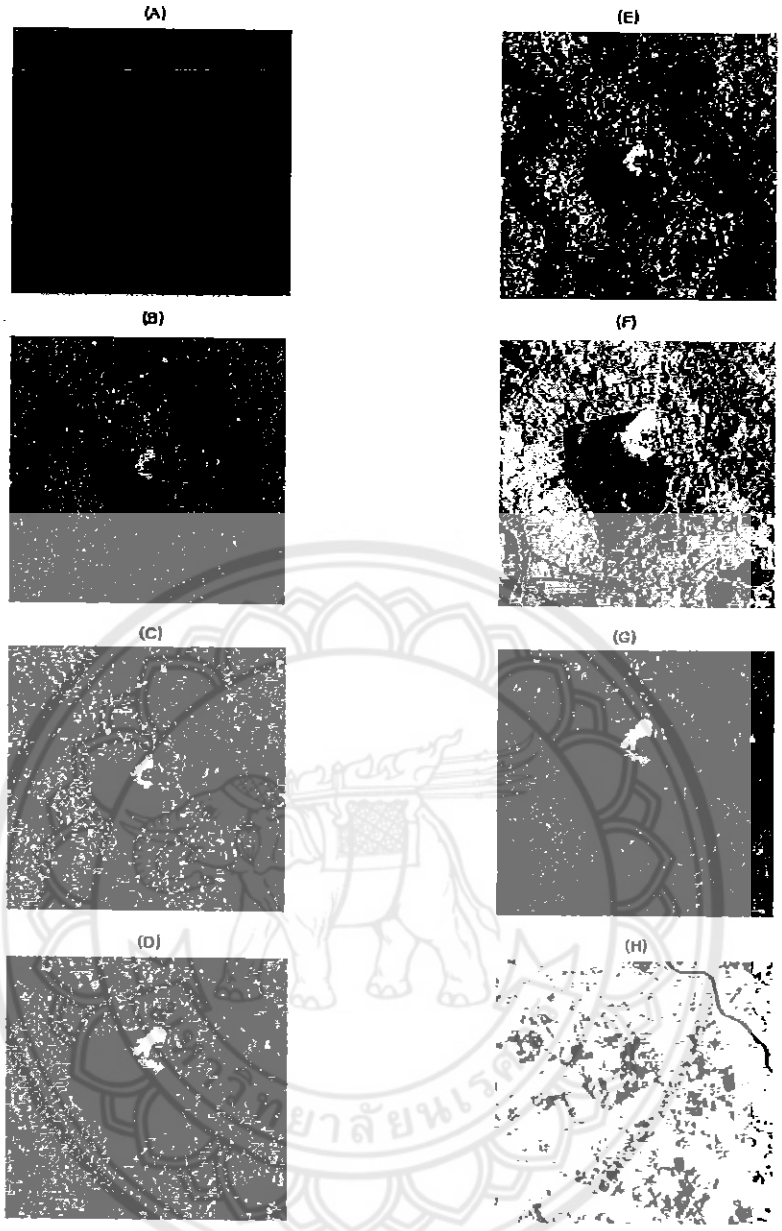
สำหรับเทคนิคการปรับเน้นภาพโดยวิธีการยืดข้อมูลภาพ อาจจะมีนอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น เช่น Threshold, Gamma หรือ Brightness and Contrast เป็นต้น ซึ่งการปรับเน้นภาพโดยเทคนิคการยืดข้อมูลภาพนี้ ผู้ใช้สามารถที่จะทำการกำหนดหรือสร้างกราฟปรับเทียบ (Lookup table) เองได้โดยให้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ



รูปที่ 2.6 แสดงกราฟปรับเทียบ (Lookup table) ระหว่างค่าของข้อมูลเดิมและข้อมูลใหม่ที่ได้จากการยืดข้อมูลภาพด้วยเทคนิคทั้ง 3 วิธี (ERDAS, 1999)



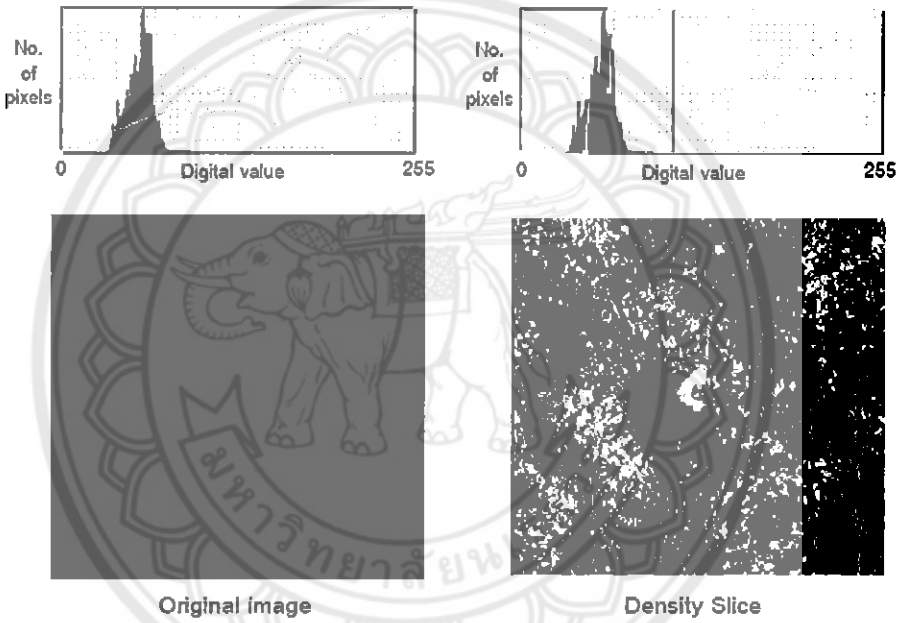
รูปที่ 2.7 กราฟแท่งแสดงความถี่ (histogram) และกราฟปรับเทียบ (look up table) สำหรับการปรับเน้นภาพ โดยการยืดข้อมูลภาพด้วยเทคนิคแบบต่างๆ สำหรับ (A) คือ ข้อมูลที่ยังไม่ได้มีการยืดค่า, (B) Minimum-Maximum contrast stretch, (C) Linear clip, (D) Piecewise stretch, (E) Histogram equalization stretch, (F) Logarithmic, (G) Exponential และ (H) Threshold



รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบภาพที่ยังไม่มีการปรับเน้นภาพ กับภาพที่ผ่านเทคนิคการเน้นภาพแบบต่างๆ สำหรับ (A) คือ ข้อมูลดั้งเดิม (Original data or Raw data) ที่ยังไม่ได้มีการยืดค่า, (B) Minimum-Maximum contrast stretch, (C) Linear clip, (D) Piecewise stretch, (E) Histogram equalization stretch, (F) Logarithmic, (G) Exponential และ (H) Threshold

2.3.1.2 Density Slice

เป็นกระบวนการที่แปลงค่าความเข้มของข้อมูลภาพที่เกิดในลักษณะต่อเนื่องเข้าเป็นกลุ่มๆ เพื่อช่วยให้เห็นรูปแบบต่างๆ ในภาพชัดเจนกว่าที่อยู่ในลักษณะของภาพขาวดำ ซึ่งสามารถเลือกแบ่ง (เฉือน) ค่าที่ต่อเนื่องจาก 0 ถึง 255 ออกเป็นช่วงๆ แยกกัน แล้วให้สีแต่ละช่วงตามความต้องการ หรืออาจแทนด้วยค่าตัวเลขตัวหนึ่ง หรืออักษรตัวหนึ่ง แล้วแต่ชนิดของอุปกรณ์และความประสงค์ของผู้ใช้ อาจจะถือได้ว่าเทคนิคแบบนี้เป็นการจำแนกหรือแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบหยาบกว่าข้อมูลเดิมก็ได้ แต่ทำให้สะดวกแก่การวิเคราะห์เพราะจะเหลือจำนวนของประเภทข้อมูลน้อยลง (รูปที่ 2.9)



รูปที่ 2.9 แสดงกราฟแท่งแสดงความถี่ (Histogram) และ กราฟปรับเทียบ (Look up table) ของภาพที่ไม่มีการปรับเน้น (Unenhanced image) กับภาพที่ปรับเน้นด้วยเทคนิค Density Slice

2.3.2 การเน้นภาพเชิงพื้นที่ (Spatial and Directional Filtering) [7]

การเน้นภาพเชิงพื้นที่ จะปรับเปลี่ยนค่าของจุดภาพนั้นๆ ตามค่าของจุดภาพที่อยู่โดยรอบ ซึ่งการเน้นภาพเชิงพื้นที่จะมีความสัมพันธ์กับความถี่เชิงพื้นที่โดยมีความแตกต่างระหว่างค่าที่สูงที่สุดและค่าต่ำสุดของจุดภาพที่ต่อเนื่องกัน

สำหรับการปรับเน้นคุณภาพของข้อมูลภาพวิธีนี้ เป็นเทคนิคที่จะกรองข้อมูลโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Filtering ซึ่งจะใช้หน้าต่างกรอง (Kernel or Window) ในลักษณะ 2 มิติ โดยเลื่อนหน้าต่างให้ตารางที่อยู่ศูนย์กลางวิ่งผ่านทีละจุดภาพ (Pixel) แล้วแทนค่าจุดภาพนั้นๆ ด้วยค่าเฉลี่ยหรือกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ของบรรดาจุดภาพข้างเคียงภายในหน้าต่างกรอง ซึ่งมีด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีพื้นฐาน คือ

2.3.2.1 Low Pass Filtering (LPF)

Low Pass Filtering เป็นการเน้นภาพเชิงพื้นที่ ด้วยการลดระดับความถี่เชิงพื้นที่ของข้อมูลภาพ (Spatial frequency) ทำให้ภาพที่ได้ใหม่มีลักษณะเรียบ (Smooth) หรือพร่ามัว (Blur) มากขึ้น หลักการของเทคนิคการเน้นภาพแบบนี้ จะทำการคำนวณระดับค่าสีเทาของแต่ละจุดภาพด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Average) ของระดับค่าสีเทาเดิมรอบจุดภาพนั้น ด้วยจำนวน n x m จุดภาพ ค่า n และ m จะต้องเป็นเลขคี่เสมอ เช่น 3 x 3, 5 x 5, หรือ 7 x 7 เป็นต้น ขนาด n x m เรียกว่า Kernel หรือ BOXCAR ในกรณีที่หน้าต่างกรองมีขนาดเล็กไม่สามารถทำให้ภาพเรียบ อาจเลือกใช้หน้าต่างกรองที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมา แต่จะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการสูญเสียรายละเอียดของข้อมูลจริงในภาพขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามกรณีนี้อาจแก้ไขโดยการใช้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักโดยจะเน้นให้ค่าที่อยู่ใกล้ศูนย์กลางมีอิทธิพล และน้ำหนักมากกว่าค่าที่อยู่บริเวณริมนอก ดังแสดงในรูปที่ 2.10

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

(A)

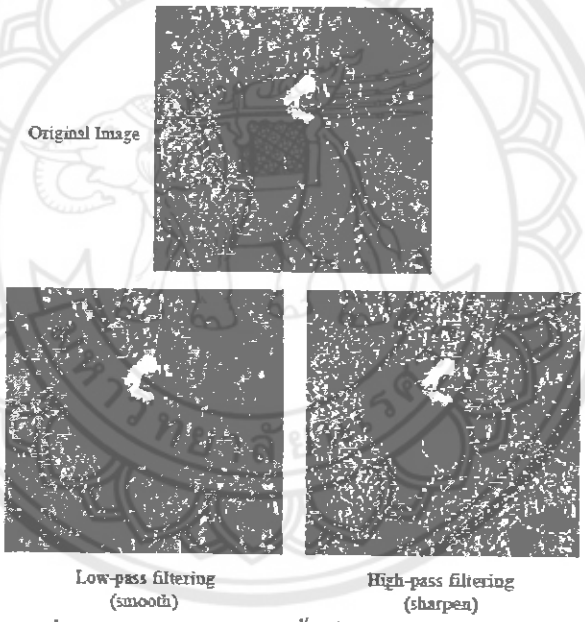
1/32	1/32	1/32	1/32	1/32
1/32	1/20	1/20	1/20	1/32
1/32	1/20	1/10	1/20	1/32
1/32	1/20	1/20	1/20	1/32
1/32	1/32	1/32	1/32	1/32

(B)

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างหน้าต่างกรองข้อมูลขนาด (A) 3 x 3 แบบไม่ถ่วงน้ำหนัก และ (B) 5 x 5 ถ่วงน้ำหนักที่ศูนย์กลาง

2.3.2.2 High Pass Filtering (HPF) หรือ Edge Enhancement

เป็นเทคนิคที่ใช้เน้นค่าความเข้มที่แตกต่างกันให้ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งของการกรองข้อมูล แต่จะใช้หน้าต่างที่มีการให้น้ำหนักต่างๆ กัน หรือมีการปฏิบัติเชิงคณิตศาสตร์ ในรูปแบบต่างๆ เพื่อเน้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น เส้นขอบอ่างเก็บน้ำ หรือชายฝั่งทะเล เป็นต้น หลักการของเทคนิคนี้เป็นการสร้างภาพใหม่ จากการเอาค่าความเข้มที่ได้ในแต่ละจุดภาพของ LPF ไปลบออกจากค่าความเข้มของข้อมูลภาพเดิม (Original pixel values) โดยวิธีปฏิบัติคือ จะทำการปรับภาพให้เรียบก่อนโดยใช้หน้าต่างแบบหาค่าเฉลี่ย หรือวิธี Low pass filtering (LPF) แล้วนำค่าความเข้มที่ได้ในแต่ละจุดภาพของ LPF ไปลบออกจากค่าความเข้มของข้อมูลภาพเดิม (original data) จะได้ภาพใหม่อีกภาพหนึ่งที่แสดงผลต่าง ซึ่งจะใช้ภาพที่แสดงผลต่างที่ได้นี้เป็นส่วนของการเน้นภาพ โดยบวกกลับเข้าไปในภาพเดิม จะได้ภาพที่มีการเน้นขอบ (Edge enhancement) (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.11 เปรียบเทียบภาพที่ผ่านการเน้นภาพเชิงพื้นที่ โดยใช้เทคนิค Low pass filtering และ High pass filtering

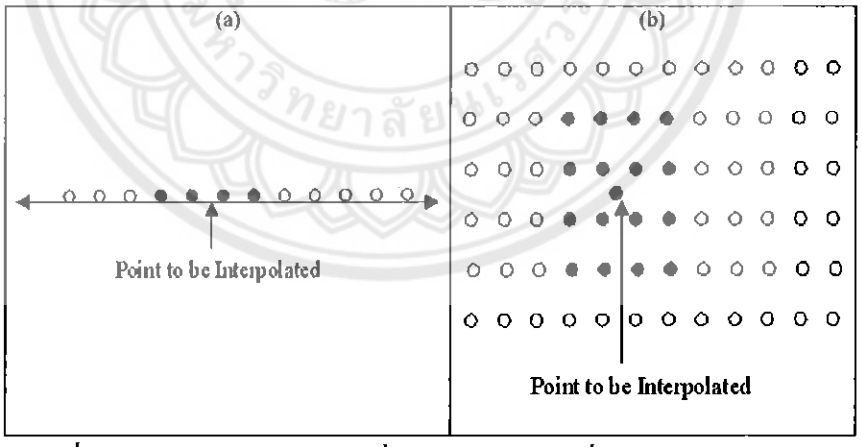
2.4 ทฤษฎีการขยายภาพ [2]

2.4.1 Cubic Convolution Interpolation

Cubic Convolution Interpolation จะเป็นวิธีการที่กำหนดค่าระดับเทาจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของทั้ง 16 พิกเซลที่ใกล้เคียงกับพิกเซลเริ่มต้น แล้วส่งค่าออกมา โดยวิธีนี้จะได้ภาพที่ชัดเจนกว่าวิธี Bilinear Interpolation และคุณลักษณะของภาพจะไม่ดูเป็นพิกเซลเหมือนวิธี Nearest Neighbor Interpolation

อันดับแรก ทั้งสี่พิกเซลจาก Cubic Convolutions หนึ่งมิติ จะดำเนินการในทิศทางเดียว (ตามแนวนอนรายงานฉบับนี้) และก็ Cubic Convolutions อีกหนึ่งมิติจะดำเนินการในทิศทางที่ตั้งฉาก (แนวตั้งในรายงานฉบับนี้) ซึ่งหมายความว่า ในการดำเนินการ Cubic Convolutions สองมิติ Cubic Convolutions หนึ่งมิติจะเป็นสิ่งที่จำเป็น สำหรับ Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติ, จำนวนพิกเซลที่จำเป็นในการประเมินฟังก์ชันการสอดแทรก คือ 4 โดย 2 พิกเซลบนแต่ละด้านของจุดที่อยู่ในระหว่างการพิจารณา

Bicubic Interpolation (Cubic Convolution Interpolation แบบสองมิติ) จำนวนพิกเซลที่จำเป็นในการประเมินฟังก์ชันการสอดแทรกคือ 16, โดย 2 พิกเซลบนแต่ละด้านของจุดที่อยู่ในระหว่างการพิจารณา สำหรับทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยพิกเซลที่จำเป็นใน Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติ และสองมิติ จะแสดงในรูปที่ 2.12

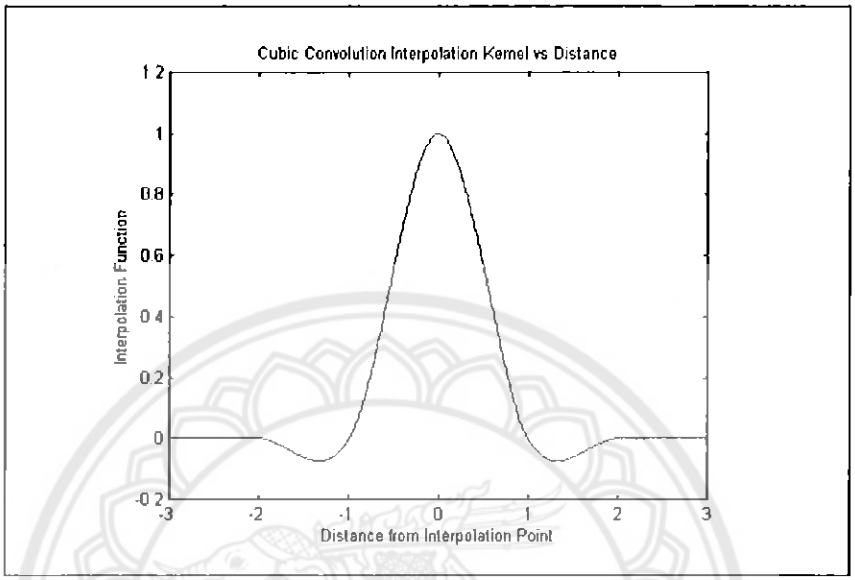


รูปที่ 2.12 แสดงจำนวนพิกเซลที่ต้องการใน (a) หนึ่งมิติ และ (b) สองมิติ

สมการของ Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติของเคอร์เนล คือ

$$u(s) = \begin{cases} 3/2|s|^3 - 5/2|s|^2 + 1 & 0 \le |s| < 1 \\ -1/2|s|^3 + 5/2|s|^2 - 4|s| + 2 & 1 \le |s| < 2 \\ 0 & 2 \le |s| \end{cases} \qquad (2.1)$$

ซึ่ง s ก็คือระยะห่างระหว่างจุดที่จะสอดแทรก กับพิกัดที่ได้รับการพิจารณา โดยกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติของเคอร์เนล กับ s จะแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Cubic Convolution Interpolation หนึ่งมิติของเคอร์เนล กับ s

สำหรับการสอดแทรกสองมิติ ฟังก์ชั่นการสอดแทรกหนึ่งมิติจะถูกนำไปใช้ในทั้งสองทิศทาง มันเป็นส่วนขยายของฟังก์ชันการสอดแทรกมิติเดียว ที่กำหนด จุด (x, y) สอดแทรกไปยังที่ $x_k < x < x_{k+1}$ และ $y_k < y < y_{k+1}$, ซึ่ง Cubic Convolution Interpolation สองมิติ คือ

$$g(x,y) = \sum_{l=-1}^{2}\sum_{m=-1}^{2} c_{j+l,k+m}\, u(dis\tan ce_x)\, u(dis\tan ce_y) \qquad (2.2)$$

ซึ่ง u( ) เป็นฟังก์ชันการสอดแทรกของสมการที่ 1, และระยะทาง x และระยะทาง y จะเป็นระยะทาง x และ y จากพิกัดทั้งสี่ในแต่ละทิศทาง สำหรับขอบเขตที่ไม่ใช่ค่าสัมประสิทธิ์ cjk's จะได้รับโดย cjk = f(xj, yk)

2.5 ทฤษฎีการปรับปรุงภาพ

ในการถ่ายภาพ หากจะสังเกตภาพที่ถูกบันทึก จะพบว่ามีความชัดเจนน้อยกว่าวัตถุจริง ทั้งนี้เพราะความบกพร่องของกระบวนการบันทึกภาพสามารถอธิบายการเกิดภาพเบลอด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้ จุดต่างๆ ในภาพอ้างอิงด้วยพิกัด (x, y) แสดงภาพได้ด้วยฟังก์ชันแสดงค่าความเข้มของแต่ละจุด เริ่มต้นกำหนดให้ f (x, y) แทนภาพจากการสังเกต วัตถุจริง g (x, y) แทนภาพที่ถูกทำให้เบลอและความสัมพันธ์ระหว่าง f (x,y) กับ g (x, y) สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$g(x, y) = f(x, y) ** h(x, y) + i(x, y) \quad (2.3)$$

เมื่อ h (x, y) คือ ฟิวเตอร์ที่ทำให้ภาพเบลอ และ i(x, y) คือสัญญาณรบกวนซึ่งเป็นอิสระจาก f(x, y) ตัวดำเนินการ ** คือการประสานแบบสองมิติ (2-D convolution) เมื่อเราได้การจำลองภาพเบลอขึ้นมาแล้ว เราก็จะทำการ Restoration

2.5.1 Wiener [1][3]

เทคนิคอินเวิร์สฟิวเตอริง คือ การคำนวณหาค่าใกล้เคียงของ f(x, y) จาก g(x, y) ให้

$$G(u, v) = DFT[g(x, y)] \quad (2.4)$$

$$H(u, v) = DFT[h(x, y)] \quad (2.5)$$

เมื่อ DFT คือการแปลงฟูเรีย กรณีที่((x, y) = 0 คือไม่มีสัญญาณรบกวน สามารถหา f (x,y) ได้ดังนี้

$$f(x, y) = IDFT[G(u, v)/H(u, v)] \quad (2.6)$$

เมื่อ IDFT คือการแปลงกลับฟูเรีย (Inverse Discreet Fourier Transform, IDFT)ในความเป็นจริงสมการที่ (2.4) ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เพราะในกระบวนการบันทึกภาพจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นเสมอ ตัวอย่างเช่น การบันทึกภาพเป็นบิตแมปไฟล์ (Bitmap File) ค่าระดับความเข้มของจุดต่างๆ บนภาพจะถูกปัดเลขทศนิยมให้กลายเป็นจำนวนเต็ม เลขทศนิยมที่ถูกปัดก็จัดว่าเป็นสัญญาณรบกวนแบบหนึ่งเป็นต้น กรณีที่มีสัญญาณรบกวนรวมอยู่ใน G(u, v) สัญญาณรบกวนจะถูกขยาย (Amplify) เมื่อ G(u,v) ถูกหารด้วย H(u,v) ดังนั้น IDFT [G(u, v) / H(u, v)] จึงไม่

อาจใช้เป็นค่าใกล้เคียงของ f(x, y) ได้ สมการที่ใช้ในการประมาณ f(x, y) ในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนจึงได้มีการปรับปรุงใหม่เป็น

$$f(x, y) = IDFT\ [\ G(u, v) \cdot H^*(u, v) / (\ |H(u, v)|2 + k\ )\ ] \qquad (2.7)$$

เมื่อ H*(u, v) คือคอนจูเกตเชิงซ้อน (Complex Conjugation) ของ H(u, v) และ |H(u, v)| คือ ขนาดของ H(u, v) และ k > 0 เทคนิคนี้เรียกว่าฟิลเตอร์กำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดหรือวินเนอร์ฟิลเตอร์(Least square filter or Wiener filter) ค่า k ที่เหมาะสมจะหาได้จากการทดลอง โดยทั่วไปจะเลือกค่า k ประมาณ 0.001 - 0.01 ในกรณีภาพสีสามารถประยุกต์ใช้สมการ (2.7) กับทุกแบน (Band)

2.5.2 Regularized [1][5]

เป็นอีกหนึ่งวิธีที่ดีเพื่อการฟื้นฟูเป็นข้อจำกัดเชิงเส้นกำลังสองที่น้อยที่สุด ซึ่งจะเรียกตัวกรองนี้ว่า Regularized Filtering นิยามของตัวกรองนี้ คือ

$$h(x, y) * f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) h(x - m, y - n) \qquad (2.8)$$

การใช้สมการนี้ เราสามารถแสดงแบบจำลองย่อยสลายเชิงเส้น

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + \eta(x, y) \qquad (2.9)$$

ในแมทริกซ์เวกเตอร์จาก

$$g = Hf + \eta \qquad (2.10)$$

ตัวอย่างเช่นสมมติว่า g (x, y) มีขนาด M × N แล้วเราจะได้จากองค์ประกอบ N แรกของเวกเตอร์ โดยใช้องค์ประกอบของภาพในแถวแรกของ g (x, y), องค์ประกอบ Nถัดไปจากแถวที่สองและอื่น ๆ เวกเตอร์ผลลัพธ์ก็จะมีขนาด MN × 1 และยังมีขนาดของ f และ □ เวกเตอร์เหล่านี้จะเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกัน เมทริกซ์ H นั้นมีขนาด MN × MN ซึ่งจะได้รับโดยองค์ประกอบของสมการ convolution ก่อนหน้านี้

มันจะมีเหตุผลที่มาถึงในการสรุปได้ว่า ปัญหาการบูรณะสามารถจะลดลงเหลือการจัดการเมทริกซ์ง่ายๆ แต่น่าเสียดายที่ไม่ใช่กรณีนี้ ตัวอย่างเช่น สมมติว่าเราจะทำงานภาพที่มีขนาดกลาง M = N = 512 แล้วเวกเตอร์ในสมการเมทริกซ์ก่อนหน้านี้จะมีขนาด 262,144 ×1 และเมทริกซ์ H จะมีขนาด 262,144 × 262,144 การจัดการกับเวคเตอร์ และเมทริกซ์ของขนาดเหล่านี้ไม่ได้เป็นงานเล็กน้อย โดยปัญหามีความซับซ้อนขึ้นด้วยความจริงที่ผกผันของ H ไม่ได้เป็นตัวเนื่องจากค่าศูนย์อยู่ในฟังก์ชั่นการโอน อย่างไรก็ตามการกำหนดปัญหาการบูรณะในเมทริกซ์จะอำนวยความสะดวกในการได้รับมาจากเทคนิคการบูรณะ

ถึงแม้ว่าเราจะไม่ได้มาซึ่งวิธีของข้อจำกัดกำลังสองที่น้อยที่สุดว่าเรากำลังจะนำเสนอ ศูนย์กลางของวิธีการนี้เป็นปัญหาของความไวของการผกผันของ H อีกทางหนึ่งที่จะจัดการกับปัญหานี้ คือ พื้นฐาน optimality ของการบูรณะในมาตรการของความเรียบ เช่น อนุพันธ์อันดับสองของภาพ (เช่น Laplacian) เพื่อให้ความหมาย การบูรณะจะต้องอยู่โดยพารามิเตอร์ของปัญหา ดังนั้นสิ่งที่ต้องการคือการหาเกณฑ์ขั้นต่ำของฟังก์ชั่น C ตามที่ระบุไว้

$$C = \sum_{x=0}^{M-1}\sum_{y=0}^{N-1}[\nabla^2 f(x,y)]^2 \qquad (2.11)$$

ภายใต้ข้อจำกัด

$$\left\|g - H\hat{f}\right\|^2 = \|\eta\|^2 \qquad (2.12)$$

เมื่อ $\|w\|^2 \triangleq w^T w$ คือ บรรทัดฐานเชิงเส้นแบบยูคลิดีน $\hat{f}$ คือค่าประมาณของภาพที่ไม่ทำให้เสื่อมเสีย และดำเนินการ Laplacian

การแก้ปัญหาโดเมนความถี่กับปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพนี้จะได้รับโดยนิพจน์

$$\hat{f}(u,v) = \left[\frac{H^*(u,v)}{|H(u,v)|^2 + \gamma|P(u,v)|^2}\right]G(u,v) \qquad (2.13)$$

เมื่อ γ เป็นพารามิเตอร์ที่จะต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ข้อจำกัดเป็นที่พอใจ (ถ้า γ เป็นศูนย์เรามีการแก้ปัญหาตัวกรองผกผัน) และ $P(u,v)$ คือ การแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชัน

$$p(x,y) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad (2.14)$$

เราตระหนักดีว่าฟังก์ชันนี้เป็นดำเนินการ Laplacian ในการกำหนดก่อนหน้านี้คือ γ และ $\|\eta\|^2$ แต่ก็สามารถแสดงให้เห็นว่า γ สามารถพบได้ซ้ำหาก $\|\eta\|^2$ ซึ่งเป็นสัดส่วนกับพลังงานเสียง (สเกลา) ซึ่งเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป

ตัวกรองเรกกูเลชันจะดำเนินการใน IPT โดยฟังก์ชัน deconvreg ซึ่งมีไวยากรณ์

$$fr = deconvreg(g, PSF, NOISEPOWER, RANGE) \qquad (2.15)$$

เมื่อ g เป็นภาพที่เสียหาย, fr เป็นภาพที่บูรณะ, NOISEPOWER เป็นสัดส่วนกับ $\|\eta\|^2$ และ RANGE คือช่วงของค่าขั้นตอนวิธีการมีข้อจำกัดที่จะมองหาการแก้ปัญหาสำหรับ γ ช่วงเริ่มต้น คือ $[10^{-9}, 10^{9}]$ ($[1e-10, 1e10]$ ในสัญลักษณ์ MATLAB) หากช่วงสองพารามิเตอร์สุดท้ายแยกออกจากอาร์กิวเมนต์ deconvreg จะผลิตการแก้ปัญหาตัวกรองผกผัน การประมาณการเริ่มต้นที่ดีสำหรับ NOISEPOWER คือ $N[\sigma_\eta^2 + m_\eta^2]$ ซึ่ง M และ N เป็นขนาดของภาพ และพารามิเตอร์ภายในวงเล็บ คือ การแปรปรวนสัญญาณรบกวน และสัญญาณรบกวนเฉลี่ยกำลังสอง การประมาณนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นและเป็นตัวอย่างที่แสดงต่อไป ค่าสุดท้ายที่ใช้จะแตกต่างกันมาก

2.5.3 Lucy-Richardson [1][4]

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมาเทคนิคการวนซ้ำแบบไม่เชิงเส้นได้รับการยอมรับเป็นเครื่องมือในการฟื้นฟูที่มักจะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการเชิงเส้น วิธีการแบบไม่เชิงเส้นของตัวเลือกในกล่องเครื่องมือเป็นเทคนิคที่พัฒนาโดยริชาร์ด และลูซี่ ที่ทำงาน โดยอิสระ ขั้นตอนวิธี L-R เกิดจากการกำหนดโอกาสสูงสุดในการที่ภาพจะถูกจำลองด้วยสถิติปัวส์ซอง การเพิ่มฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ของสมการแบบจำลองที่อัตราผลตอบแทนเป็นที่พอใจเมื่อการลู่ซ้ำดังต่อไปนี้:

$$f'_{k+1}(x,y) = f'_k(x,y)\left[h(-x,-y) * \frac{g(x,y)}{h(x,y) * f'_k(x,y)}\right] \qquad (2.16)$$

ธรรมชาติของสมการไม่เชิงเส้นเกิดจากการหาร โดย f ที่ด้านขวาของสมการ

เช่นเดียวกับวิธีการแบบไม่เชิงเส้นส่วนใหญ่ คำถามเมื่อหยุดขั้นตอนวิธี L-R เป็นเรื่องยากที่จะตอบโดยทั่วไป วิธีการปฏิบัติตามมักจะสังเกตจากเอาต์พุต และหยุดขั้นตอนวิธีการเมื่อผลลัพธ์ที่ยอมรับได้ในโปรแกรมประยุกต์ให้ถูกได้รับ ขั้นตอนวิธีการ L-R เป็นการดำเนินการใน IPT โดยฟังก์ชั่น deconvlucy ซึ่งมีไวยากรณ์ขั้นพื้นฐาน

$$Fr = deconvlucy(g, PSF, NUMIT, DAMPAR, WEIGHT) \qquad (2.17)$$

ซึ่ง fr คือภาพบูรณะ, g คือภาพเสื่อมโทรม, PSF คือฟังก์ชันแพร่กระจายจุด, NUMIT คือจำนวนของการทำซ้ำ (ค่าเริ่มต้นคือ 10) และ DAMPAR และ WEIGHT จะถูกกำหนดดังนี้

DAMPAR เป็นสเกลาที่ระบุค่าความเบี่ยงเบนของภาพที่เกิดจากภาพ g การทำซ้ำจะถูกยับยั้งสำหรับพิกเซลที่เบี่ยงเบนภายในค่า DAMPAR จากค่าเดิม การยับยั้งสัญญาณรบกวนนี้ในพิกเซลดังกล่าว จะเก็บรักษารายละเอียดภาพที่จำเป็นค่าเริ่มต้นคือ 0

WEIGHT เป็นอาร์เรย์ที่มีขนาดเดียวกับ g ที่กำหนดน้ำหนักให้กับแต่ละพิกเซลเพื่อแสดงถึงคุณภาพ ตัวอย่างเช่น พิกเซลไม่ดีที่เกิดจากอาเรย์ภาพถ่ายที่บกพร่องสามารถแยกออกจากวิธีการแก้ปัญหาโดยการกำหนดให้ค่าน้ำหนักเป็นศูนย์ อีกแอพพลิเคชันหนึ่งที่มีประโยชน์ของอาเรย์นี้ คือ การปล่อยให้ปรับน้ำหนักของพิกเซลตามจำนวนการแก้ไขเขตข้อมูลที่อาจจำเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานความรู้ของอาเรย์ภาพ เมื่อการจำลองทำให้มัวกับ PSF ที่กำหนด, WEIGHT สามารถนำมาใช้เพื่อลดการคำนวณจากพิกเซลที่อยู่บนเส้นขอบของภาพและเห็นไม่ชัด หาก PSF เป็นขนาดของ n x n ขนาดเส้นขอบของเลขศูนย์ที่ใช้ใน WEIGHT ก็จะเป็นความกว้างของ ceil (n / 2)

2.6 วิธีการประเมินผลคุณภาพของภาพ [1]

ในการประเมินผลคุณภาพของภาพ เพื่อวัดประสิทธิภาพของภาพนั้น กระทำโดยการหาอัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐาน ที่บ่งบอกถึงคุณภาพที่เปลี่ยนระหว่างรูปภาพสองภาพมาใช้ในการเปรียบเทียบที่สภาวะต่างๆกัน ซึ่ง กำหนดโดย

$$PSNR = 10\log10 (b/RMSE) \qquad (2.18)$$

เมื่อ b คือ ค่าสูงสุด ในการทดลองนี้เราใช้ภาพต้นฉบับเป็นภาพสีRGB ดังนี้ b จึงมีค่าเท่ากับ 256 ส่วนค่า RMSE คือค่า Root Mean Square Error ซึ่งกำหนดโดย

$$RMSE^2 = MSE \qquad (2.19)$$

โดยที่ $MSE = (1/MN)[\sum_m \sum_n | I(m,n) I_w(m,n) |^2]$ เมื่อ

MxN คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมดของภาพ

I(m,n) คือ ค่าพิกเซล (m,n) ของภาพต้นฉบับ

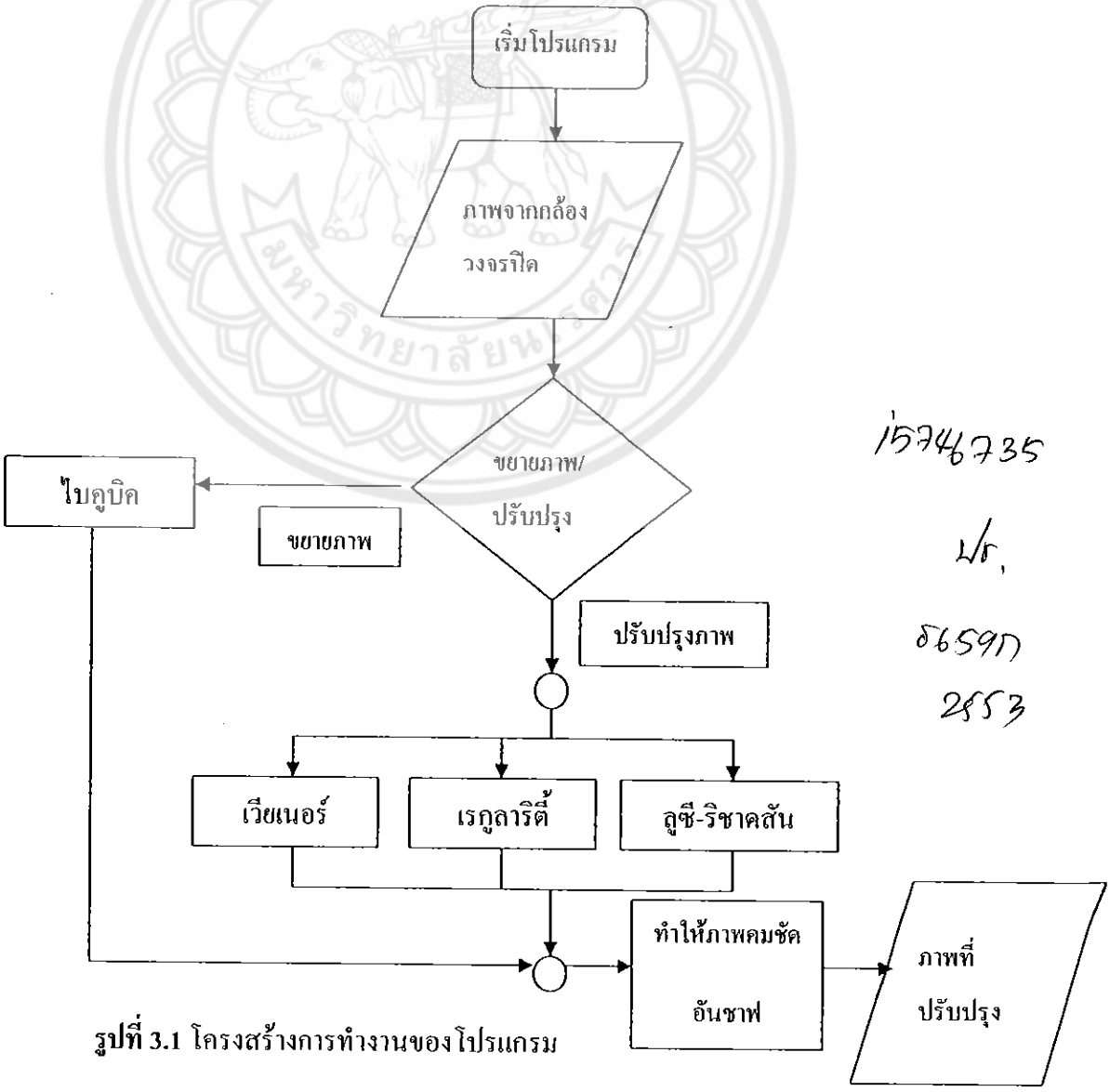
$I_w(m,n)$ คือ ค่าพิกเซล (m,n) ของภาพที่ปรับปรุงแล้ว

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและทฤษฎีข้างต้น ทำให้สามารถเข้าใจถึงหลักการและวิธีการในการดำเนินงาน ในบทนี้เราจะนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด โดยการใช้ตัวกรอง(Filter) ต่างๆของโปรแกรม MATLAB มาใช้ในการปรับปรุงภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1 โครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด ประกอบด้วย ภาพจากกล้องวงจรปิดที่มีใส่สัญญาณรบกวนและภาพนิ่งจากเว็บไซต์ที่ใส่สัญญาณรบกวนแบบต่างๆแล้ว กับส่วนของโปรแกรมเพื่อทำการปรับปรุงภาพให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิม



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

15746735
LR
86591
2553

3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.2.1 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม

3.2.1.1 รับภาพนิ่งที่ได้จากกล้องวงจรปิดที่มีสัญญาณรบกวนแบบต่างๆได้แก่ แบบโมชัน, แบบโฟกัสไม่เหมาะสม และแบบเก๊าเซียน

3.2.1.2 รับภาพนิ่งจากเว็บไซต์ แล้วนำมาใส่สัญญาณรบกวนแบบต่างๆได้แก่ แบบโมชัน, แบบโฟกัสไม่เหมาะสม และแบบเก๊าเซียน

3.2.1.3 นำภาพที่ได้จากข้อ 3.2.1.1 กับข้อ 3.2.1.2 มาเป็นภาพนำเข้าที่ใช้สำหรับโปรแกรม

3.2.1.4 เลือกการทำงานว่าจะทำการปรับปรุงภาพ หรือขยายภาพ

3.2.1.5 ถ้าเลือกปรับปรุงภาพ ก็จะใช้ตัวกรองทั้ง 3 ตัว คือ ตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener Filter), ตัวกรองแบบเรกูลาริตี้(Regularized Filter), และตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน(Lucy-Richardson Filter)

3.2.1.6 ปรับค่าแต่ละตัวกรองเพื่อให้ได้ภาพที่ดีที่สุด โดยตัวกรองแบบเวียเนอร์ ปรับได้ 2 ค่า คือ ค่า เลน(LEN) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 40 โดยเพิ่มขึ้นทีละ 5 และค่าเทต้า (THETA) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 6 ถึง 13 โดยเพิ่มขึ้นทีละ 1, ตัวกรองแบบเรกูลาริตี้ ปรับได้ 1 ค่า คือค่าวี (V) ซึ่งมีค่า 0.0006 ,0.0008 ,0.001 ,0.003 และ0.005 และตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน ปรับได้ 1 ค่า คือค่า นัมอิท (NUMIT) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 5 ถึง 10 โดยเพิ่มขึ้นทีละ 1

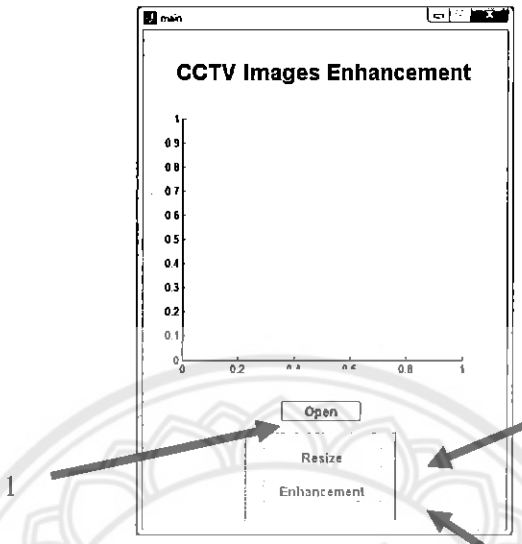
3.2.1.7 ถ้าเลือกขยายภาพ ก็จะใช้วิธี ไบคูบิค (Bicubic Interpolation)

3.2.1.8 แล้วนำภาพที่ได้มาทำให้คมชัดขึ้นโดยใช้ เอดชาฟเพนนิ่ง ด้วย ตัวกรองอันชาฟ

3.2.1.9 ทำทุกขั้นตอนเสร็จก็จะได้ ภาพที่ปรับปรุงแล้ว

3.2.2 วิธีการดำเนินงาน

GUI ของโปรแกรมหลัก

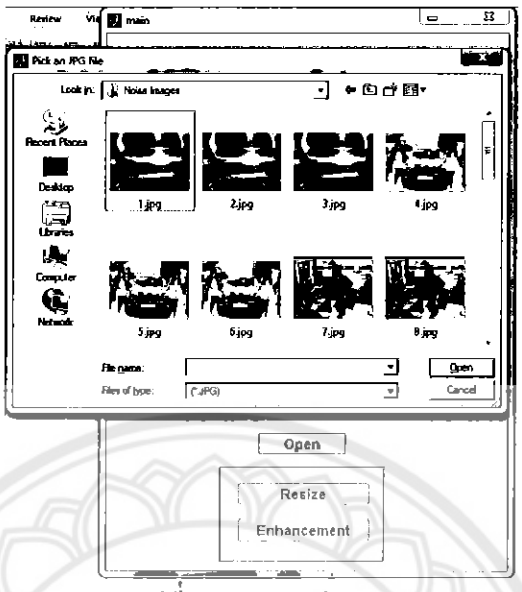


รูปที่ 3.2 หน้าหลักของโปรแกรม

จากรูปที่ 3.2 ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

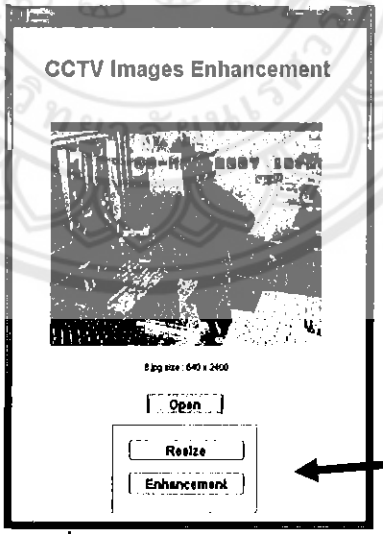
1. ส่วนรับภาพ (Open)
2. ส่วนย่อหรือขยายภาพ (Resize)
3. ส่วนปรับปรุงภาพ (Enhancement)

3.2.2.1 GUI ของโปรแกรมในส่วนรับภาพ



รูปที่ 3.3 รับภาพอินพุต

จากรูปที่ 3.3 เมื่อกดปุ่ม Open แล้วจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้เลือกรูปภาพนำเข้า

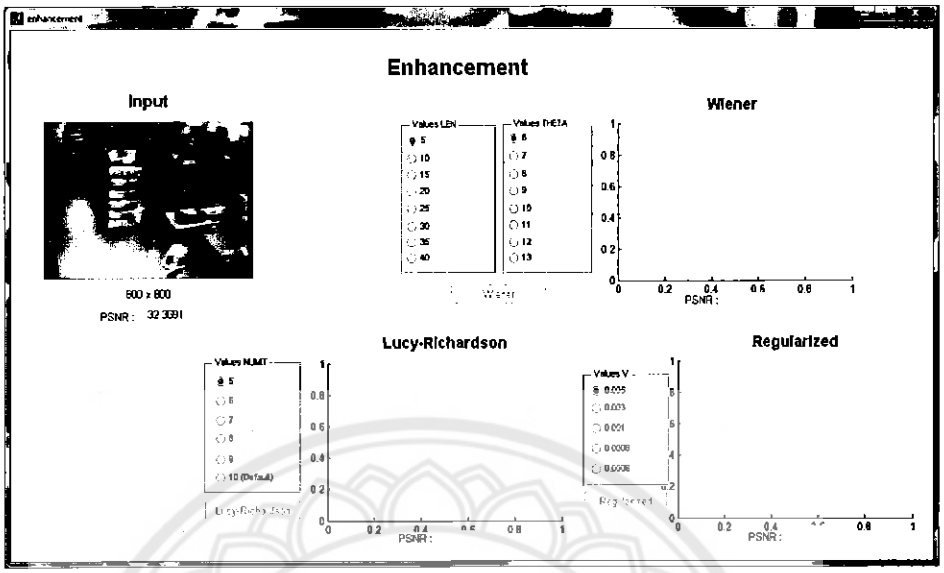


เลือกว่าจะย่อขยายภาพ
หรือปรับปรุงภาพ

รูปที่ 3.4 แสดงภาพที่รับเข้ามา

จากรูปที่ 3.4 เมื่อเลือกภาพแล้ว ก็จะแสดงทั้งภาพ ชื่อภาพและขนาดของภาพ

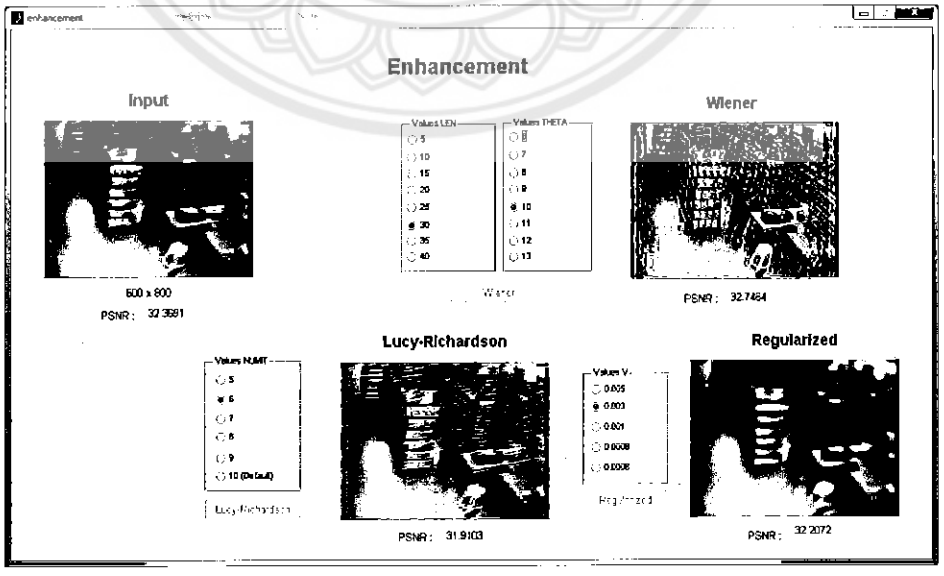
3.2.2.2 GUI ของโปรแกรมในส่วนของการปรับปรุงภาพ



รูปที่ 3.5 ส่วนการปรับปรุงภาพ

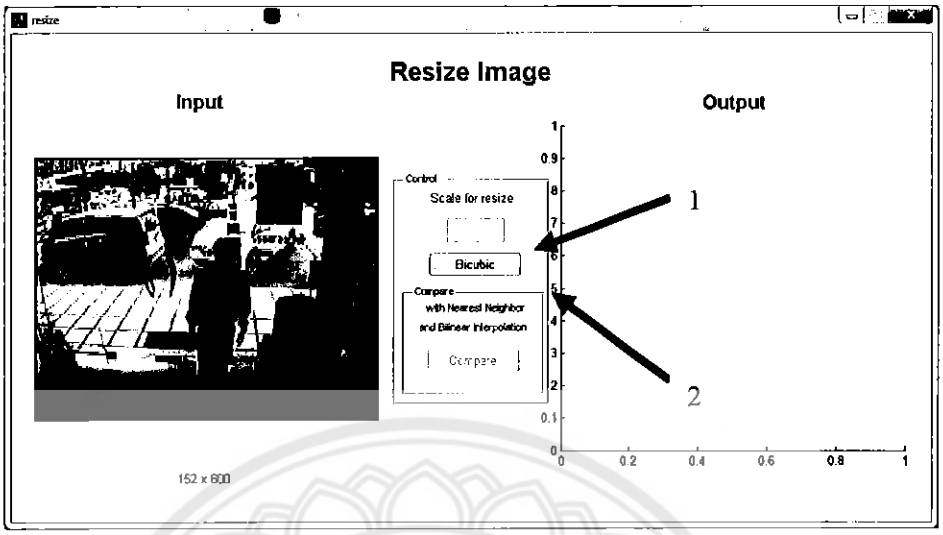
ในส่วนของการปรับปรุงภาพนั้น จะประกอบด้วยตัวกรอง 3 ตัว คือ ตัวกรองแบบเวียเนอร์, ตัวกรองแบบเรกูลาริตี้ และตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน

โดยจะทำการกดปุ่มปรับค่าต่างๆของแต่ละตัวกรองจนกว่าจะได้ภาพที่ดีที่สุดที่ต้องการ ในแต่ละตัวกรอง



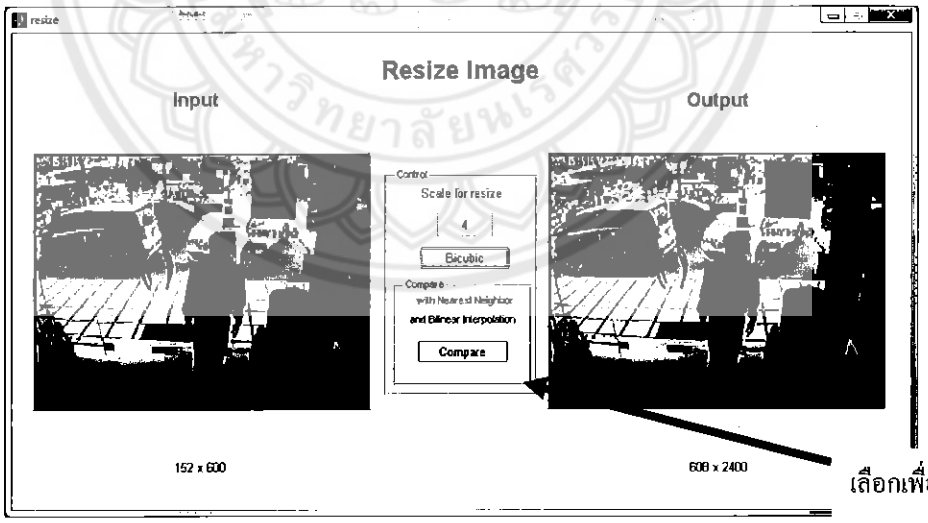
รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างภาพที่แสดงออกมาหลังจากกดปุ่มแต่ละตัวกรอง

3.2.2.3 GUI ของโปรแกรมในส่วนของการย่อ หรือขยายภาพ



รูปที่ 3.7 ส่วนการย่อ หรือขยายภาพ

จากรูปที่ 3.7 ประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนย่อ ขยายภาพ โดยสามารถใส่ค่าตัวเลขที่เป็นจำนวนเท่าในการย่อขยายรูปได้ (Bicubic)



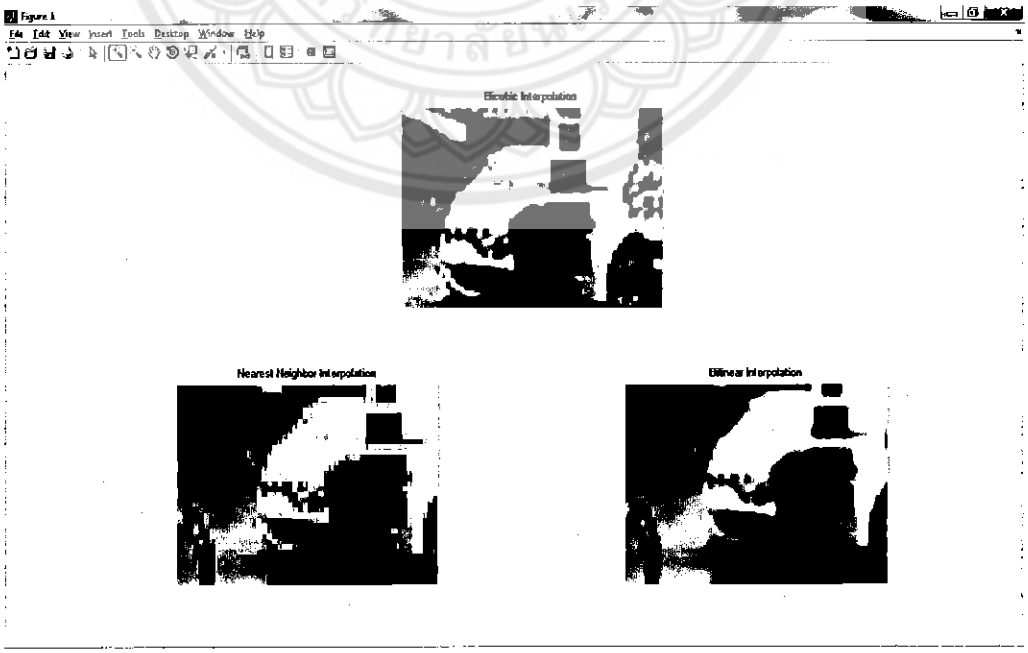
เลือกเพื่อเปรียบเทียบกับ Nearest Neighbor และ Bilinear

รูปที่ 3.8 แสดงการขยายขนาดภาพ 4 เท่า จากภาพอินพุต

ส่วนของการเปรียบเทียบของ ไบคูบิค (Bicubic) กับ เนียเรท เนเบอร์ (Nearest Neighbor) และไบลิเนีย (Bilinear)

รูปที่ 3.9 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ไบคูบิค (Bicubic Interpolation) กับ เนียเรท เนเบอร์ (Nearest Neighbor Interpolation) และไบลิเนีย (Bilinear Interpolation)

จากรูปที่ 3.9 เมื่อซูมเข้าไปในแต่ละภาพ จะเห็นความแตกต่างของทั้งสามรูป



รูปที่ 3.10 แสดงความแตกต่างของวิธีทั้ง 3 เมื่อซูมภาพเข้าไป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์สำหรับระบบการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ใน การทดสอบดังต่อไปนี้

4.1.1 ใช้ภาพที่บันทึกไฟล์สกุล JPEG โดยเป็นภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลจำนวน 36 ภาพ ภาพนิ่งจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด จำนวน18 ภาพ และภาพนิ่งจากเว็บไซต์ 18 ภาพ

4.1.2 การ์ดหน่วยความจำ ใช้สำหรับเป็นหน่วยความจำเพิ่มเติมในการเก็บภาพ

4.1.3 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และมอนิเตอร์ ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมวิเคราะห์การปรับปรุงภาพที่ได้

4.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์สำหรับระบบการปรับปรุงภาพจากกล้องวงจรปิด จะประกอบด้วย

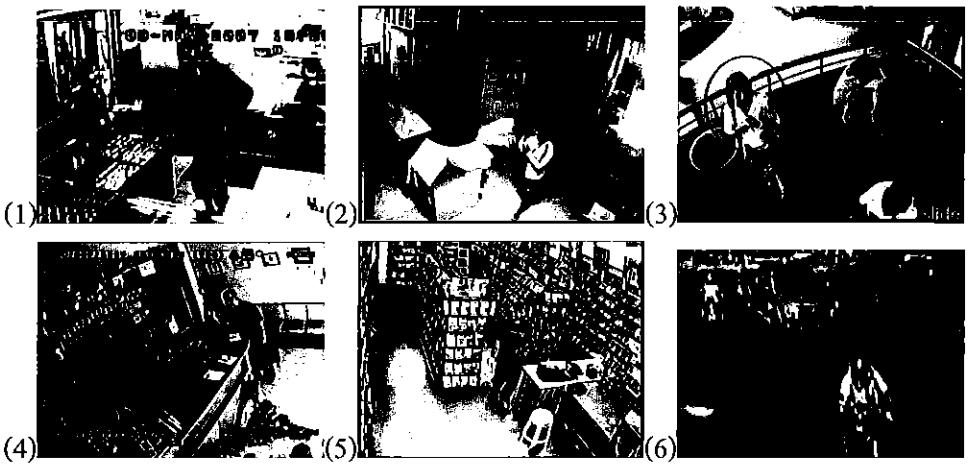
4.2.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional

4.2.2 โปรแกรม Matlab version 7.7.0 (R2008b)

4.3 การปรับปรุงภาพ

4.3.1 วิธีการทดสอบ

4.3.1.1 รับภาพนิ่งที่ได้จากกล้องวงจรปิดจากเว็บไซต์ จำนวน 6 รูป โดยแต่ละรูปมีขนาด 800x600 pixel



รูปที่ 4.1 แสดงรูปภาพจากกล้องวงจรปิด ที่ใช้ในการทดสอบการปรับปรุงภาพ

ที่มา รูปที่ 4.1 (1) และรูปที่ 4.1 (5) http://bkkcctv.wordpress.com

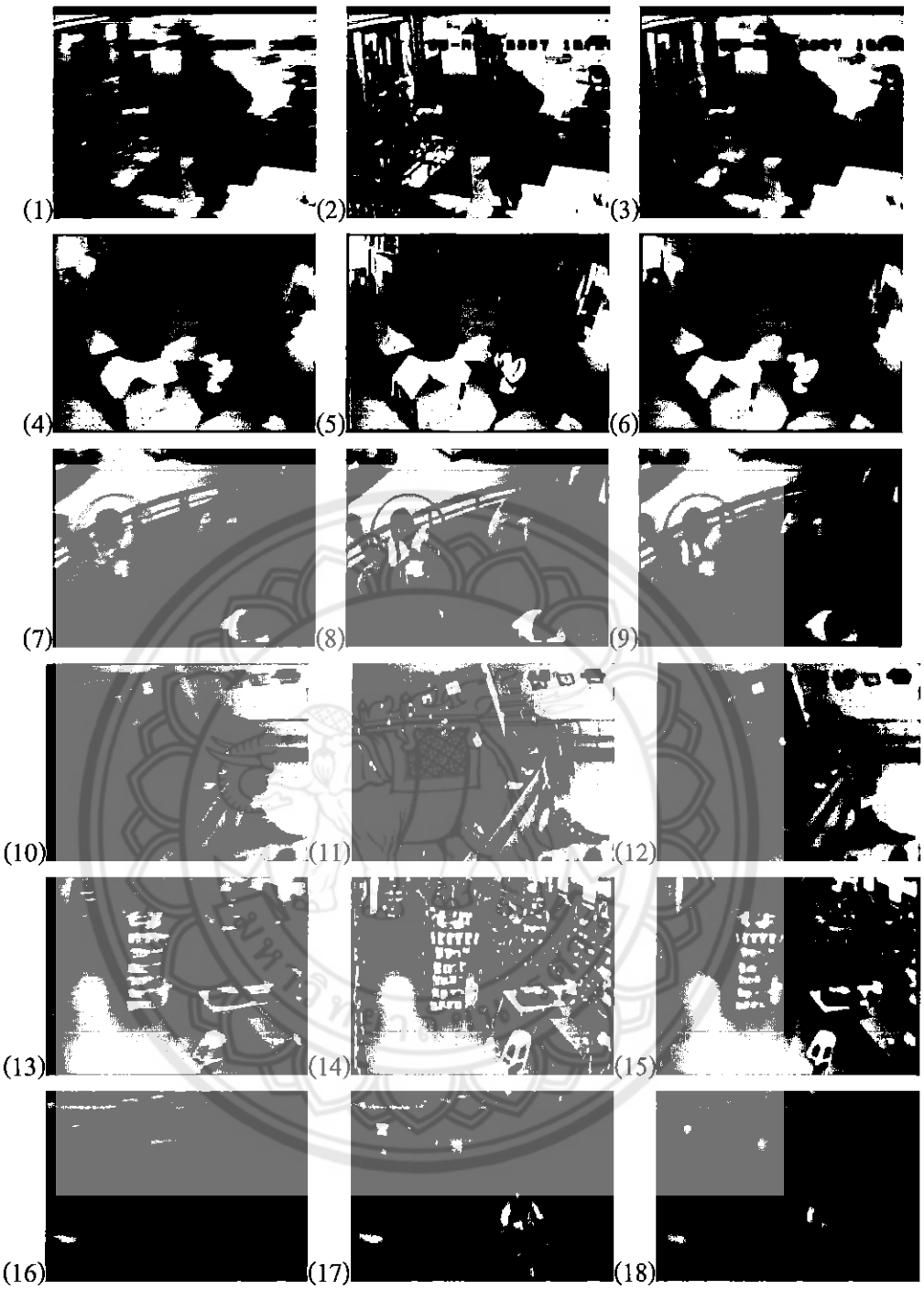
รูปที่ 4.1 (2) http://www.creditonhand.com

รูปที่ 4.1 (3) http://www.khonshop.com

รูปที่ 4.1 (4) http://www.212cafe.com

รูปที่ 4.1 (6) http://www.pinonlines.com

4.3.1.2 ใส่สัญญาณรบกวน 3 แบบ ให้แต่ละรูปจากข้อ 4.3.1.1 จะได้แบบที่ 1 โมชัน (Motion) ใส่ให้รูปที่ 1,4,7,10,13,16 แบบที่ 2 โฟกัสไม่เหมาะสม (Unfocus) ใส่ให้รูปที่ 2,5,8,11,14,17 แบบที่ 3 เก๊าเซียน(Gaussian) ใส่ให้รูปที่ 3,6,9,12,15,18 ซึ่งจะได้รูปทั้งหมดจำนวน 18 รูป



รูปที่ 4.2 รูปจากกล้องวงจรปิดทั้งหมดที่ใส่สัญญาณรบกวน

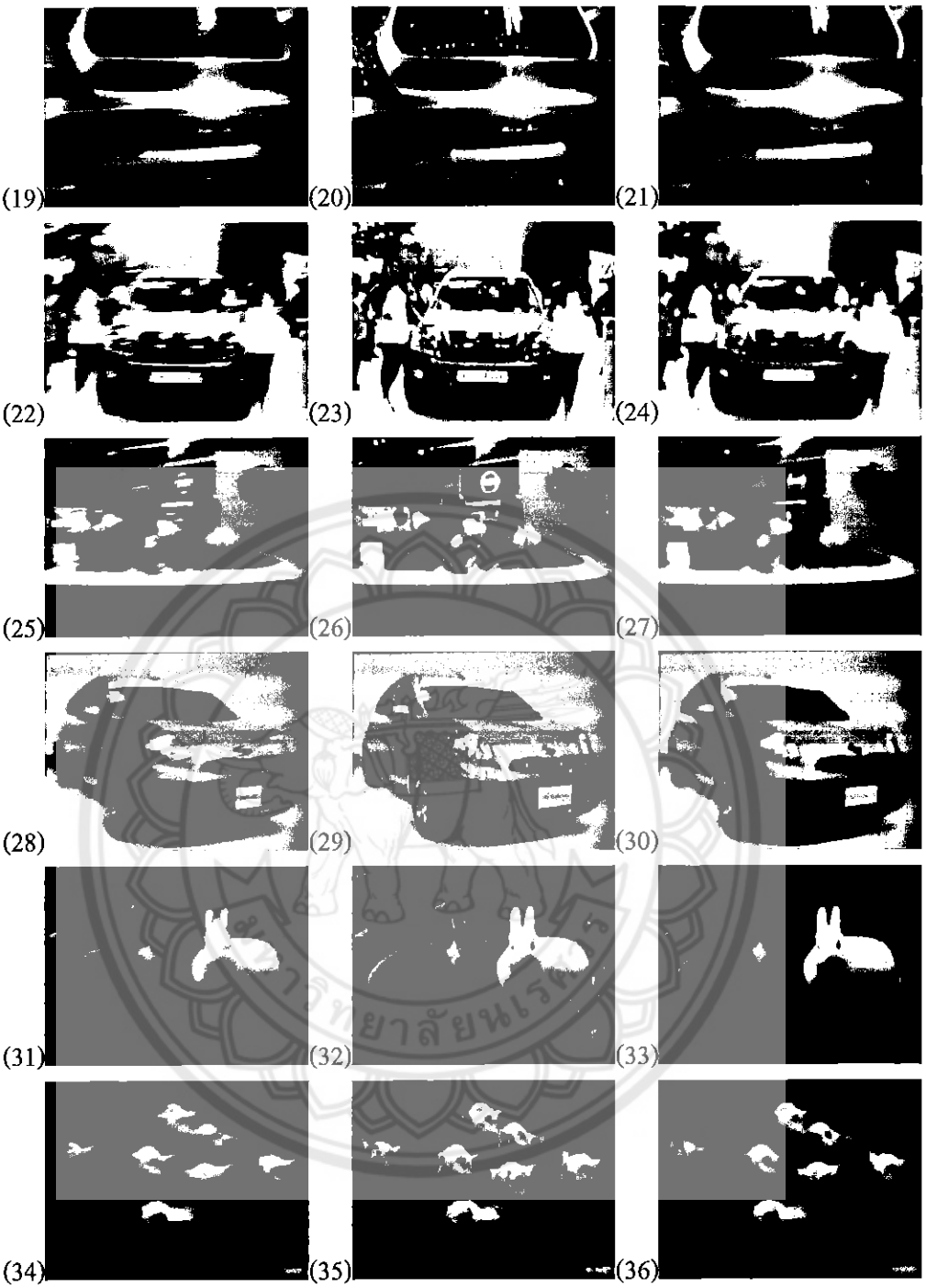
4.3.1.3 รับภาพนิ่งที่ได้จากเว็บไซต์จำนวน 6 รูป โดยแต่ละรูปมีขนาด 800x600 pixel

รูปที่ 4.3 แสดงรูปภาพจากเว็บไซต์ ที่ใช้ในการทดสอบการปรับปรุงภาพ

ที่มา รูปที่ 4.3 (1) ถึง รูปที่ 4.3 (4) http://motorshow.kapook.com

รูปที่ 4.3 (5) ถึง รูปที่ 4.3 (6) http://pet.kapook.com

4.3.1.4 ใส่สัญญาณรบกวน 3 แบบ ให้แต่ละรูปจากข้อ **4.3.1.3** จะได้แบบที่ 1 โมชัน (Motion) ใส่ให้รูปที่ 19,22,25,28,31,34 แบบที่ 2 โฟกัสไม่เหมาะสม(Unfocus) ใส่ให้รูปที่ 20,23,26,29,32,35แบบที่ 3 เก๊าเซียน(Gaussian) ใส่ให้รูปที่ 21,24,27,30,33,36 ซึ่งจะได้รูปทั้งหมด จำนวน 18 รูป



รูปที่ 4.4 แสดงรูปจากเว็บไซต์ที่ใส่สัญญาณรบกวนแล้ว

4.3.1.5 นำรูปทั้งหมดจากข้อ 4.3.1.2 และ 4.3.1.4 มาเข้าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แล้วเลือกปรับค่าต่างๆของแต่ละตัวกรอง และเลือกตัวกรองที่ปรับปรุงภาพได้ดีที่สุดที่ผู้จัดทำโครงงานมองเห็น แล้วบันทึกผล

4.3.2 ผลการทดสอบ

4.3.2.1 ผลการทดสอบด้วยการมองเห็น

ก. การปรับปรุงภาพนิ่งจากกล้องวงจรปิด โดยปรับค่าต่างๆของแต่ละตัวกรอง และเลือกตัวกรองที่ปรับปรุงภาพได้ดีที่สุดที่เรามองเห็น

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบของรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 18

รูปที่	Wiener		Regularity	Lucy	ตัวกรองที่เลือก
	LEN	THETA	V	NUMIT	
1	30	9	0.003	9	Wiener
2	10	13	0.001	10	Lucy
3	15	13	0.0008	9	Regularity
4	30	13	0.0008	10	Wiener
5	10	13	0.001	10	Lucy
6	15	6	0.0006	9	Regularity
7	30	13	0.0008	7	Wiener
8	10	13	0.0006	10	Lucy
9	15	13	0.0006	10	Lucy
10	30	13	0.003	5	Wiener
11	10	13	0.0008	10	Lucy
12	15	13	0.0006	10	Lucy
13	30	6	0.003	5	Wiener
14	10	13	0.001	10	Lucy
15	15	13	0.0006	10	Lucy
16	30	13	0.0008	5	Wiener
17	10	6	0.0008	5	Lucy
18	15	6	0.0006	5	Lucy

ข. การปรับปรุงภาพนิ่งจากเว็บไซต์ โดยปรับค่าต่างๆของแต่ละตัวกรอง และเลือกตัวกรองที่ปรับปรุงภาพได้ดีที่สุดที่เรามองเห็น

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบของรูปที่ 19 ถึง รูปที่ 36

รูปที่	Wiener		Regularity	Lucy	ตัวกรองที่เลือก
	LEN	THETA	V	NUMIT	
19	30	13	0.003	5	Wiener
20	10	13	0.0006	10	Lucy
21	15	6	0.0006	5	Lucy
22	30	9	0.001	10	Wiener
23	10	6	0.0008	10	Lucy
24	15	13	0.0006	10	Lucy
25	30	13	0.001	10	Wiener
26	10	13	0.0006	10	Lucy
27	15	13	0.0006	10	Lucy
28	30	9	0.0008	10	Wiener
29	10	13	0.0006	10	Lucy
30	15	13	0.0006	10	Lucy
31	30	13	0.0006	10	Wiener
32	10	13	0.0006	10	Lucy
33	15	9	0.0006	10	Lucy
34	30	13	0.0006	10	Wiener
35	10	6	0.0006	10	Lucy
36	15	6	0.0006	10	Lucy

4.3.2.2 ผลการทดสอบด้วย PSNR

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบของ รูปที่ 1 ถึง รูปที่ 18

รูปที่	Wiener	Regularized	Lucy
1	28.87	33.84	29.22
2	29.79	30.55	28.64
3	28.64	34.03	28.51
4	31.75	34.52	32.60
5	30.37	34.42	29.99
6	30.11	36.09	30.87
7	31.42	34.68	34.03
8	32.20	35.52	36.18
9	31.56	35.27	34.45
10	29.21	33.51	33.07
11	31.25	33.74	33.62
12	30.05	34.31	32.26
13	32.00	32.21	32.26
14	32.66	31.65	33.99
15	31.92	32.83	32.92
16	28.53	34.48	34.34
17	30.51	34.80	36.51
18	29.48	35.01	35.48

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบของ รูปที่ 19 ถึง รูปที่ 36

รูปที่	Wiener	Regularized	Lucy
19	31.09	35.22	35.46
20	31.41	35.20	33.56
21	32.18	36.09	36.32
22	31.44	33.93	32.85
23	34.36	34.79	34.44
24	31.20	35.38	33.66
25	31.89	35.00	33.29
26	32.33	35.56	34.92
27	31.73	35.88	34.37
28	31.33	35.74	33.17
29	32.36	36.42	34.96
30	31.85	36.18	34.85
31	34.05	35.09	34.95
32	33.14	37.13	37.97
33	33.87	36.08	36.80
34	32.43	35.68	33.30
35	34.13	37.00	34.52
36	33.03	36.09	34.21

4.3.3 สรุปผลการทดสอบ

4.3.3.1 จากผลการทดสอบด้วยการมองเห็นจะเห็นได้ว่า

รูปที่ถูกใส่สัญญาณรบกวนแบบโมชัน (Motion) ส่วนใหญ่เลือกตัวกรองแบบเวียเนอร์ (Wiener Filter) โดยค่า เลน (LEN) เท่ากับ 30 และค่า เทต้า (THETA) เท่ากับ 13

รูปที่ถูกใส่สัญญาณรบกวนแบบโฟกัสไม่เหมาะสม (Unfocus) และแบบเก๊าเซียน(Gaussian) ส่วนใหญ่เลือกตัวกรองแบบแบบลูซี-ริชาดสัน (Lucy- Richardson Filter) โดยค่า นัมอิท (NUMIT) ส่วนใหญ่ เท่ากับ 10 ซึ่งเป็นค่าปกติ (default)

ดังนั้น ตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener Filter) สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เฉพาะภาพที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของภาพ(Motion) และ ตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน

(Lucy- Richardson Filter) สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อทราบค่า PSF แต่ทราบเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนที่ถูกเพิ่ม ซึ่งเหมาะกับการใช้ในภาพที่หลุดจากโฟกัส (Unfocus)

4.3.3.2 จากผลการทดลองโดย PSNR

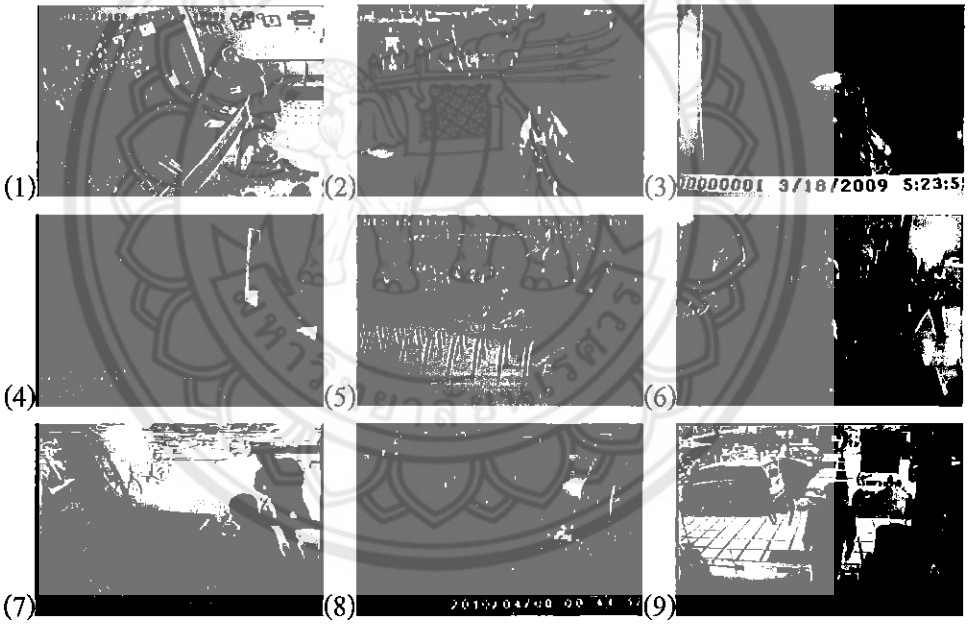
ส่วนใหญ่ตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener Filter) มีค่า PSNR น้อยที่สุด

ดังนั้น เมื่อทำการปรับปรุงภาพแล้วตัวกรองแบบเวียเนอร์(Wiener Filter) มีโอกาสทำให้คุณภาพของภาพเสียไปน้อยที่สุด

4.4 การขยายภาพ

4.4.1 วิธีการทดสอบ

4.4.1.1 รับภาพนิ่งที่ได้จากกล้องวงจรปิด หรือจากเว็บไซต์ จำนวน 9 รูป



รูปที่ 4.5 แสดงรูปภาพจากเว็ป และกล้องวงจรปิดที่ใช้ในการทดสอบการย่อขยายภาพ

ที่มา รูปที่ 4.5 (1) และรูปที่ 4.5 (7) http://bkkcctv.wordpress.com

รูปที่ 4.5 (2) และ รูปที่ 4.5 (4) http://www.pinonlines.com

รูปที่ 4.5 (3) http://www.rd1677.com

รูปที่ 4.5 (6) http://sport.teenee.com

รูปที่ 4.5 (5), รูปที่ 4.5 (8) และรูปที่ 4.5 (9) http://webboard.sanook.com

4.4.1.2 นำรูปที่ได้จากข้อ **4.4.1.1** มาเข้าโปรแกรมเพื่อทำการขยายขนาดภาพตามที่ต้องการ โดยวิธี ไบคูบิค (Bicubic) และนำมาเปรียบเทียบกับรูปที่ขยายผ่าน ไบลิเนีย (Bilinear) และเนียเรท เนเบอร์ (Nearest Neighbor)

4.4.1.3 ตรวจสอบว่ารูปที่ผ่านวิธีไหนดีกว่ากัน สำหรับรูปที่ขยายแล้ว

4.4.2 ผลการทดสอบ

จากการเปรียบเทียบระหว่าง ไบคูบิค (Bicubic) กับ ไบลิเนีย(Bilinear) และ เนียเรท เนเบอร์(Nearest Neighbor) ในการมองเห็นด้วยตา โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน และรูปภาพทั้งหมด 9 รูป พบว่า ทุกคนเห็นว่าภาพที่ได้จากการขยายด้วยวิธี ไบคูบิค(Bicubic) ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด รองลงมาคือ ไบลิเนีย(Bilinear)และสุดท้ายคือ เนียเรท เนเบอร์(Nearest Neighbor)

4.4.3 สรุปผลการทดสอบ

จากตารางผลการทดสอบ ผู้ทดสอบทุกคนเลือกวิธีการขยายภาพ ไบคูบิค(Bicubic) ซึ่งดีกว่าอีกสองวิธีที่เหลือ โดยภาพที่ได้จะคมชัด และนุ่มนวลกว่า

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้พัฒนาขึ้นเพื่อศึกษาอัลกอลิทึมและนำมาพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ตัวกรองทั้ง 3 ซึ่งได้แก่ ตัวกรองแบบเวียเนอร์, ตัวกรองแบบเรกูลาริตี้ และตัวกรองแบบลูซี-ริชาดสัน ในการปรับปรุงภาพ และ ใช้การประมาณค่าแบบไบคิวบิค ในการขยายภาพ ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำการปรับปรุงภาพที่มีสัญญาณรบกวนหลายๆ แบบ ทั้งที่นำมาจากกล้องวงจรปิด และเว็บไซต์ หรือจะขยายภาพที่มีขนาดเล็กให้ใหญ่ขึ้น ซึ่งโครงงานนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้ MATLAB พัฒนาขึ้นมา

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา

5.2.1 อัลกอริทึมที่ใช้ในการพัฒนายากต่อการนำมาพัฒนาโปรแกรม

5.2.2 ในการขยายภาพ ถ้าภาพมีขนาดใหญ่ หรือต้องการขยายภาพหลายๆ เท่า จะใช้เวลาในการทำงานนาน ตามขนาดของภาพ เนื่องจากต้องใช้ 16 จุด ในการคำนวณสำหรับแต่ละจุดในภาพใหม่

5.2.3 ถ้าจะทำให้ภาพที่ปรับปรุงมีคุณลักษณะของภาพที่ดี ต้องกำหนดค่าที่ใช้ในตัวกรองทั้ง 3 ใหม่ ทุกครั้งที่มีการนำภาพมาปรับปรุง

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโครงงานนี้ เป็นการเริ่มพัฒนาในขั้นแรก ทำให้อาจจะยังมีข้อผิดพลาดของระบบการทำงานอยู่บ้าง หากผู้ที่สนใจพัฒนาโครงงานในขั้นต่อๆ ไป อาจมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 การเพิ่มตัวกรอง และทฤษฎีอื่นๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงภาพ โดยอาจจะมีการให้ผู้ใช้กำหนดค่าในการปรับปรุงได้ตามความเหมาะสม

5.3.2 การเพิ่มสัญญาณรบกวนของภาพที่จะใช้ในการทดสอบ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น

5.3.3 พัฒนาอัลกอริทึมในการขยายภาพ ให้สามารถคำนวณได้เร็วขึ้นอย่างมีคุณภาพ เมื่อภาพมีขนาดใหญ่

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อในอนาคต

5.4.1 สามารถประยุกต์ใช้ในการสืบสวนสอบสวน เพื่อหาผู้กระทำผิดในทางกฎหมายได้

5.4.2 สามารถรับ Input เข้ามาเป็นวีดีโอได้ และแก้ไขอัลกอริทึมให้ปรับปรุงไฟล์ที่เป็นวีดีโอได้

5.4.3 สามารถปรับปรุงภาพที่มีสัญญาณรบกวนหลายๆ แบบได้

เอกสารอ้างอิง

[1] จิราภรณ์ มั่นศิลป์.(2553). **กระบวนการปรับปรุงภาพและการประยุกต์ใช้กับนิติวิทยาศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2553 , จาก http://www.ejournal.su.ac.th/upload/77.pdf

[2] Bax Smith . (n.d.). **ImageZooming.** Retrieved August 26, 2010, from http://www.engr.mun.ca/~baxter/Publications/ImageZooming.pdf.

[3] MathWorks . (n.d.). **Deconvwnr.** Retrieved August 20, 2010, from http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/deconvwnr.html.

[4] MathWorks . (n.d.). **Deconvlucy.** Retrieved August 20, 2010, from http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/deconvlucy.html.

[5] MathWorks . (n.d.). **Deconvreg.** Retrieved August 20, 2010, from http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/deconvreg.html.

[6] MathWorks . (n.d.). **Fspecial.** Retrieved August 20, 2010, from http://www.mathworks.com/help/toolbox/images/ref/fspecial.html#bqkft1z.

[7] ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ม.ป.ป.). **การแก้ไขภาพเชิงเรขาคณิต.**สืบค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2553, จาก http://natres.psu.ac.th/Department/EarthScience/remote1/chapter7.pdf

[8] Yu-Jin ZHANG. (2009). Image Engineering: Processing, Analysis and Understanding. Cengage Learning Asia Pte Ldt. Singapore.

[9] AL BOVIK. (2009). The Essential Guide to Image Processing. (2nd ED). Academic Press publication. USA.

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายรุจิภาส ไก่ป๊อก

ภูมิลำเนา 293/2 หมู่ 7 ต.ธานี อ.เมือง จ.สุโขทัย 64000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม จังหวัดสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **fire-fly-samurai@hotmail.com**

ชื่อ นายสุทธิพงศ์ วิเชียรสรรค์

ภูมิลำเนา 2/7 ถ.บุษบา ซ. บุษบา1 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิจิตร 66000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย เพชรบูรณ์ จังหวัด เพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **noodle_P_man@hotmail.com**