



การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ
โดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

IMAGE ENHANCEMENT WITH MEAN BRIGHTNESS PRESERVING
USING WEIGHTED HISTOGRAM EQUALIZATION BASED ON ITS AREA RATIO

ทวิศักดิ์ ตรงศิริกุล
สุนทร วิริยะ
นุชนาฏ ผ่องพุฒิ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ
โดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

ทวิศักดิ์ ตรงศิริกุล

สุนทร วิริยะ

นุชนาฏ ผ่องพุดิ



งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่าย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

IMAGE ENHANCEMENT WITH MEAN BRIGHTNESS PRESERVING
USING WEIGHTED HISTOGRAM EQUALIZATION BASED ON ITS AREA RATIO

THAWEESAK TRONGTIRAKUL
SUNTHRON VIRIYA
NUCHANART PONGPUT



This research was funded by the budget in fiscal year 2013 of
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

ชื่อเรื่อง	การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่
ผู้วิจัย	นาย ทวีศักดิ์ ตรงศิริกุล นาย สุนทร วิริยะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุชนาฏ ผ่องพุฒิ
ปีที่ทำการวิจัย	พ.ศ. 2556
แหล่งทุนวิจัย	งบประมาณเงินรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

การปรับความคมชัดของภาพเป็นกระบวนการสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาอัลกอริทึมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อการปรับปรุงคุณภาพของภาพผลลัพธ์ให้ง่ายต่อการวิเคราะห์โดยมนุษย์หรือระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์ภาคอุตสาหกรรม ในปฏิญานีพนธ์นี้ ได้นำเสนอการปรับความคมชัดของภาพดิจิทัล ด้วยวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมออกเป็นส่วนตัวโดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักแยกส่วน จากนั้นทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมต้นฉบับออกอย่างอิสระซึ่งกัน โดยภาพผลลัพธ์ที่ได้จะส่งผลให้มีความคมชัดมากกว่าภาพต้นฉบับ และรักษาค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์ของภาพผลลัพธ์ไว้ได้ดีกว่าวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ

Title Image Enhancement with Mean Brightness Preserving Using Weighted Histogram Equalization Based on Its Area Ratio

Researcher Mr. THAWEESAK TRONGTIRAKUL
Mr. SUNTHRON VIRIYA
Asst.Prof. Dr NUCHANART PONGPUT

Research Year 2013

Research Funding Budgeting in fiscal year 2013 of Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

ABSTRACT

Image enhancement is one of using in various digital signal processing areas. Advances in microcontrollers, DSP boards and computers have been developed traditional algorithms to improve the quality of the resulting image. This paper aims to present the contrast enhancement using weighted bi-histogram equalisation. In addition, this technique must use two weighted factors which is calculated by the histogram distribution ratio. Likewise, an original image will be equalised by the modification of the probability density function of the gray levels. As the experimental results, the contrasts of resulting images are improved for robot vision, implement, and human perception including absolute mean brightness error (AMBE) limitation.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์ และ ดร. ญัฐพงศ์ พันธนะ ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ที่ได้ให้การส่งมอบธรรมเพื่อนำความรู้ ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการสนับสนุนทุนการศึกษาตลอดงานวิจัยนี้

คุณงามความดีอันใดที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา และบุพการีทุก ๆ ท่าน ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนคุณอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ทวิศักดิ์ ตรงศิริกุล



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ทฤษฎีและแนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 การปรับเท่าฮีสโตแกรมภาพ.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 ลักษณะของข้อมูลภาพดิจิทัล.....	4
2.3 ฮีสโตแกรมของภาพดิจิทัล.....	5
2.4 การปรับปรุงภาพโดยใช้การปรับเท่าฮีสโตแกรม.....	7
2.5 การปรับปรุงภาพโดยใช้การปรับเท่าฮีสโตแกรมย่อย.....	9
2.6 การปรับเท่าฮีสโตแกรมในแต่ละพื้นที่ของฮีสโตแกรมย่อยแต่ละพื้นที่ย่อย ที่แบ่งออกมา.....	11
2.7 การตรวจสอบความผิดพลาดของค่าเฉลี่ยความสว่าง.....	13
2.8 สรุปผลการทดลอง.....	13
บทที่ 3 การปรับเท่าฮีสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรมกระจายตามพื้นที่.....	14
3.1 บทนำ.....	14
3.2 การปรับเท่าฮีสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรมกระจายตามพื้นที่.....	14
3.3 สรุปผลการทดลอง.....	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	27
4.1 บทนำ.....	27
4.2 รูปภาพที่นำมาทดสอบ.....	27
4.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบการทดลองภาพต้นฉบับกับวิธีการ WBHE.....	28
4.4 สรุปผลการทดลอง.....	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการทำวิจัย.....	40
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ.....	40
บรรณานุกรม.....	41
ภาคผนวก ก ต้นแบบโปรแกรมการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ.....	44
ภาคผนวก ข ต้นแบบโปรแกรมการปรับเท่าฮิสโตแกรมภาพแบบ GHE.....	46
ภาคผนวก ค ต้นแบบโปรแกรมการปรับเท่าฮิสโตแกรมภาพออกเป็นสองส่วนโดยใช้.....	48
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน	
ภาคผนวก ง ต้นแบบโปรแกรมปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ย.....	50
ความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่	
ประวัติผู้วิจัย.....	53



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับ รูปที่ 2.5(ก) และ..... ภาพผลลัพธ์รูปที่ 2.5(ข)	8
ตารางที่ 2.2 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับ รูปที่ 2.5(ก) และ..... ภาพผลลัพธ์รูปที่ 2.6(ค)	10
ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับรูป 2.5(ก) และ..... ภาพผลลัพธ์รูป 2.7(ก) – (ค)	13
ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของภาพที่นำมาทดสอบ.....	27
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างผิดพลาดสัมบูรณ์ของภาพผลลัพธ์วิธี HE วิธี BBHE..... และวิธี WBHE	39



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1	ข้อมูลดิจิทัลของภาพขาวดำ..... 4
รูปที่ 2.2	ข้อมูลดิจิทัลของภาพสี..... 5
รูปที่ 2.3	ข้อมูลภาพดิจิทัลและฮิสโตแกรม..... 6
รูปที่ 2.4	(ก) ภาพต้นฉบับสว่างและฮิสโตแกรมของภาพ..... 6 (ข) ภาพต้นฉบับมืดและฮิสโตแกรมของภาพ..... 6
รูปที่ 2.5	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ..... 8 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมของภาพ..... 8
รูปที่ 2.6	(ก) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมที่สอดคล้องของ..... 9 ภาพพื้นที่ย่อยที่ 1 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมที่สอดคล้องของ..... 10 ภาพพื้นที่ย่อยที่ 2 (ค) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์..... 10
รูปที่ 2.7	(ก) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนและ..... 12 ฮิสโตแกรมของภาพ (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนและ..... 12 ฮิสโตแกรมของภาพ (ค) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนและ..... 12 ฮิสโตแกรมของภาพ
รูปที่ 3.1	แบบจำลองแสดงการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 15 กระจายตามพื้นที่
รูปที่ 3.2	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Baboon..... 17 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 17 กระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Baboon
รูปที่ 3.3	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Airport..... 17 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 17 กระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Airport
รูปที่ 3.4	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Tiffany..... 18 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 18 กระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Tiffany
รูปที่ 3.5	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Stream and Bridge..... 18 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 18 กระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Stream and Bridge
รูปที่ 3.6	(ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Track and APCs..... 19 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม..... 19 กระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Track and APCs

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.18 (ก) ภาพต้นฉบับและฮีสโตแกรมของภาพ Elaine.....	25
(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮีสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรม.....	25
กระจายตามพื้นที่และฮีสโตแกรมของภาพ Elaine	
รูปที่ 3.19 (ก) ภาพต้นฉบับและฮีสโตแกรมของภาพ Clock.....	25
(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮีสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรม.....	25
กระจายตามพื้นที่และฮีสโตแกรมของภาพ Clock	
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Girl.....	28
(ก) ภาพต้นฉบับ และฮีสโตแกรมของภาพต้นฉบับ	
(ข) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม ทั้งภาพ	
(ค) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน	
(ง) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรมกระจายตามพื้นที่	
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Splash.....	29
(ก) ภาพต้นฉบับ และฮีสโตแกรมของภาพต้นฉบับ	
(ข) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม ทั้งภาพ	
(ค) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน	
(ง) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรมกระจายตามพื้นที่	
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Tiffany.....	30
(ก) ภาพต้นฉบับ และฮีสโตแกรมของภาพต้นฉบับ	
(ข) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม ทั้งภาพ	
(ค) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน	
(ง) ภาพผลลัพธ์ และฮีสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮีสโตแกรม โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮีสโตแกรมกระจายตามพื้นที่	

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการดำรงชีวิตประจำวัน และความเป็นอยู่แทบจะทุก ๆ ด้าน ดังนั้น การประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์จึงถูกนำไปใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น ด้านวิศวกรรม ด้านการแพทย์ และงานอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะงานทางด้านวิศวกรรมนั้น การประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาออกแบบ งานประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม ตลอดจนไปถึงงานเอกสารในสำนักงานที่มีการติดต่อเชื่อมโยงเครือข่ายของข้อมูลสู่ระบบเครือข่ายสากล และในปัจจุบันได้เข้าสู่ยุคของการแข่งขันทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ความสามารถของคอมพิวเตอร์ถูกวัดด้วยความเร็วในการประมวลผล การเก็บข้อมูลที่มากขึ้น ความละเอียดและความคมชัดของภาพและเสียง ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ที่สำคัญนั้นนอกจากจะอยู่ในรูปแบบของเสียง เอกสาร และสัญลักษณ์ต่าง ๆ แล้ว ข้อมูลอีกอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันก็คือภาพ โดยภาพนั้นอาจจะอยู่ในรูปของภาพถ่ายดาวเทียม ภาพจากเครื่องสแกนเนอร์ ภาพทางจอโทรทัศน์ ภาพจากกล้องดิจิทัล และข้อมูลภาพอื่น ๆ ที่แสดงออกมาทางจอภาพ ข้อมูลภาพเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เป็นต้นว่า ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมได้นำมาใช้ในการพัฒนาและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อมของโลก และการสำรวจหรือพยากรณ์สภาพอากาศ นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลภาพไปใช้ในระบบฐานข้อมูลที่เป็นแฟ้มประวัติบุคคล เพื่อสามารถตรวจสอบได้ทั้งประวัติและหน้าตาของผู้เป็นเจ้าของประวัตินั้น ๆ โดยภาพที่นำมาใช้ในงานต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น จะอยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล การที่จะทำให้ภาพแต่ละภาพมีรายละเอียดและความคมชัดเพียงพอต่อการใช้งานนั้น จึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการประมวลผลภาพมีการพัฒนาไปอย่างมาก เพื่อการจำแนกข้อมูลและทำการแปลความหมายภาพ แต่เนื่องจากภาพในแต่ละภาพมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน ภาพบางภาพรายละเอียดของภาพสูง ภาพบางภาพมีรายละเอียดของภาพต่ำ ส่งผลให้การปรับปรุงคุณภาพของ ภาพนั้น ๆ ทำได้ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ในอดีตที่ผ่านมา ได้มีการใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมของภาพ แต่ภาพที่ผ่านกระบวนการปรับเท่าฮิสโตแกรมนั้นจะทำให้ค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ที่ได้มีความผิดพลาดสูง เมื่อเทียบกับภาพต้นฉบับแล้ว ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงต้องทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมของภาพโดยแบ่งฮิสโตแกรมต้นฉบับออกเป็นสองส่วน จากนั้นทำการคำนวณตัวถ่วงน้ำหนักของฮิสโตแกรมย่อยทั้งสอง เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นโดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เนื่องจากการประมวลผลภาพโดยวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยปกติ ส่งผลทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความเป็นธรรมชาติแล้ว และยังคงทำให้มีค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ที่มีความผิดพลาดสูงชันด้วย ซึ่งจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็คือ

1.2.1 เพื่อต้องการรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ที่ได้ให้ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ

1.2.2 เพื่อต้องการให้ภาพผลลัพธ์มีความคมชัด จะทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

1.3 ทฤษฎีแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ จะเป็นการนำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ โดยวิธีการถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมนั้น ทำได้โดยคำนวณอัตรากระจายตัวของฮิสโตแกรมต้นฉบับ เพื่อทำการหาสัดส่วนการกระจายตัวของฮิสโตแกรมต้นฉบับกับพื้นที่ที่ฮิสโตแกรมสามารถกระจายตัวได้สูงสุด สำหรับการรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ให้ใกล้เคียงกับต้นฉบับนั้น ทำได้โดยการแบ่งฮิสโตแกรมของพื้นที่ย่อยออกเป็น 2 ช่วง ตามเงื่อนไขที่จะกำหนดผ่านค่าความน่าจะเป็นสะสม CDF (Commutative Distribution Function) ซึ่งแต่ละช่วงจะถูกทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมอย่างอิสระ ภาพผลลัพธ์สุดท้ายจะแสดงรายละเอียดในแต่ละพื้นที่ย่อยได้อย่างชัดเจน ในขณะที่เดียวกันค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพยังคงรักษาเอาไว้ใกล้เคียงกับของภาพต้นฉบับ

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการนำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ โดยแบ่งฮิสโตแกรมภาพต้นฉบับออกเป็น 2 ส่วน โดยจะกำหนดให้ผ่านค่าความน่าจะเป็นสะสม CDF (Commutative Distribution Function) ของข้อมูลภาพต้นฉบับ จากนั้น ทำการแบ่งฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับออกเป็น 2 ส่วน โดยเลือกค่าระดับสีเทาที่ใกล้เคียงกับค่าความน่าจะเป็นสะสมที่ 0.5 ก่อนการคำนวณหาค่าตัวถ่วงน้ำหนักของฮิสโตแกรมย่อย สำหรับการคำนวณหาค่าตัวถ่วงน้ำหนักของฮิสโตแกรมย่อยนั้น ทำได้โดยการเทียบสัดส่วนการกระจายตัวของฮิสโตแกรมย่อยจากฮิสโตแกรมภาพต้นฉบับแล้วนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมดที่ฮิสโตแกรมย่อยจะสามารถกระจายตัวได้เต็มที่ สำหรับการรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ให้ใกล้เคียงกับต้นฉบับนั้น ทำได้โดยการแบ่งฮิสโตแกรมของพื้นที่ย่อยออกเป็นช่วง ๆ ตามเงื่อนไขที่จะกำหนดผ่านค่าความน่าจะเป็นสะสม CDF (Commutative Distribution Function) ซึ่งแต่ละช่วงจะถูกทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมอย่างอิสระจากกัน หลังจากนั้นถึงจะนำภาพในพื้นที่ย่อยมาผสานเป็นภาพใหม่ ซึ่งภาพผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงรายละเอียดในพื้นที่ย่อยได้อย่างชัดเจน และสามารถรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพให้ใกล้เคียงกับต้นฉบับของภาพเอาไว้ด้วย

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ ได้นำเสนอการแบ่งส่วนพื้นที่ของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ โดยมีรายละเอียดทั้งหมดแบ่งออกเป็น 5 บท ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา แนวความคิดที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา วัตถุประสงค์และขอบเขตของการทำวิจัย

บทที่ 2 เป็นการกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นของการปรับเท่าฮิสโตแกรมของภาพ และการเปรียบเทียบค่าผิดพลาดความสว่างของภาพต้นฉบับกับภาพที่ได้ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมแล้ว

บทที่ 3 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีของการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

บทที่ 4 เป็นการกล่าวถึงผลการทดลองของการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

บทที่ 5 กล่าวถึงผลสรุปจากการนำเอาภาพดิจิทัลมาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ โดยที่ผลลัพธ์ของภาพยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างเอาไว้ให้ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับไว้ โดยใช้ภาพมาตรฐานนำมาทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ยความสว่าง พร้อมทั้งวิจารณ์ถึงข้อดี ข้อเสีย และแนวทางในการทำการวิจัยที่สามารถพัฒนาได้ต่อไป

และในส่วนสุดท้ายซึ่งจะเป็นภาพผนวก เป็นการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวารสารที่ได้รับ การตีพิมพ์

บทที่ 2

การปรับเท่าฮิสโตแกรมภาพ

2.1 บทนำ

ในกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) นับว่ามีประโยชน์อย่างมหาศาลต่อวงการอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพื่อให้มนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ดังนั้น กระบวนการปรับปรุงภาพ (Image Enhancement) จะอาศัยหลักการการปรับเท่าฮิสโตแกรมของภาพ (Histogram Equalization: HE) ทำให้ภาพที่ได้มีความคมชัดเพิ่มขึ้น ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ ต่อไป

2.2 ลักษณะของข้อมูลภาพดิจิทัล

โดยปกติภาพทั่วไป เช่น ภาพที่แสดงอยู่ในโทรทัศน์จะเป็นสัญญาณต่อเนื่อง (Analog Signal) แต่ภาพที่เรานำมาประมวลผลในทางคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal) เท่านั้น ซึ่งในปัจจุบันนี้ ภาพที่ไม่ใช่ภาพดิจิทัลสามารถแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลได้โดยใช้กล้องดิจิทัล การ์ดดิจิทัล และเครื่องสแกนเนอร์ เป็นต้น

ลักษณะของข้อมูลภาพดิจิทัลที่จะนำมาประมวลผลกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกแทนด้วยตัวเลขที่มีลักษณะเป็นตัวเลขจำนวนเต็มอยู่ในช่วงปิด $[0, 255]$ มีขนาด 8 บิต เท่านั้น สำหรับภาพขาวดำจะมีขนาดข้อมูลของภาพแค่ 1 ชุด มีขนาด 2 มิติ เท่านั้น และสำหรับภาพสี จะมีขนาดข้อมูลของภาพ 3 ชุด เรียงซ้อนกัน มีขนาดข้อมูล 3 มิติ ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ

Gray Layer

1	12	24	45	4	75
5	56	154	32	68	79
5	55	156	5	154	125
12	120	247	48	75	48
5	90	235	245	5	255
89	189	180	89	28	0

รูปที่ 2.1 ข้อมูลดิจิทัลของภาพขาวดำ

รูปที่ 2.2 ข้อมูลดิจิทัลของภาพสี

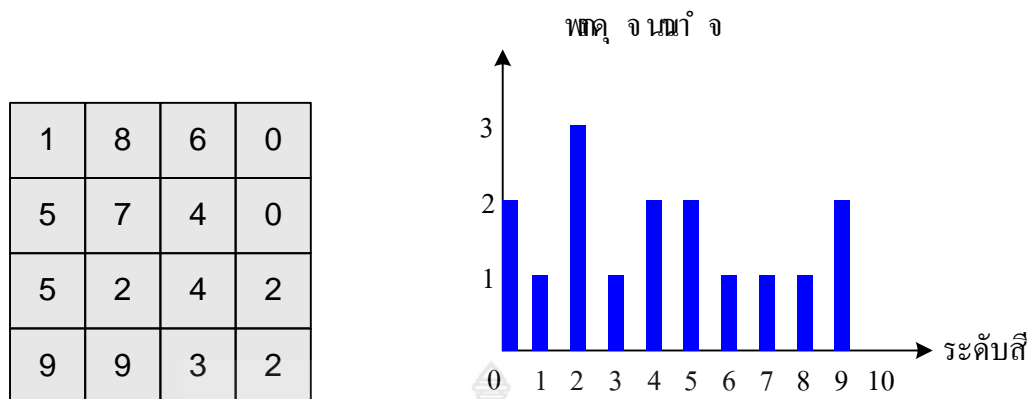
ถ้ากำหนดให้ภาพดิจิทัลที่มีขนาดของรูปภาพมีขนาด 256×256 กำหนดเป็นฟังก์ชัน $f(x, y)$ โดยมีจุดภาพแสดงด้วยเทตริกซ์ของภาพดังในสมการที่ (2.1)

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,256) \\ f(2,1) & f(2,2) & \dots & f(2,256) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(256,1) & f(256,2) & \dots & f(256,256) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

จากสมการที่ 3.1 สมาชิกของฟังก์ชัน $f(x, y)$ จะกำหนดให้เป็นค่าความเข้ม (Intensity) ของจุดภาพตำแหน่งที่ (x, y) นั้น ๆ จะมีค่าอยู่ในช่วงปิด $[0, 255]$ โดยแทนค่าระดับ 0 เป็นสีดำ และแทนค่าระดับ 255 เป็นสีขาว

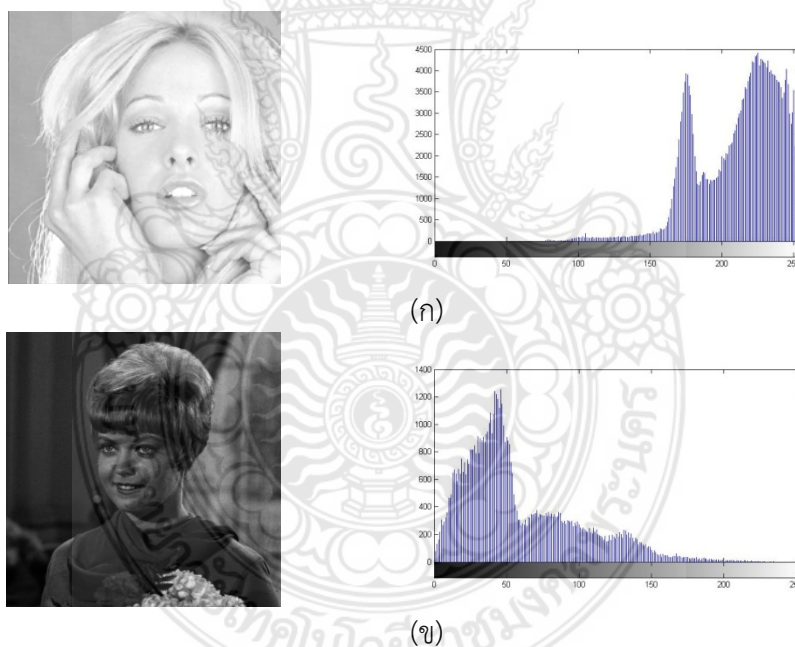
2.3 ฮีสโตแกรมของภาพดิจิทัล

ฮีสโตแกรมของภาพดิจิทัล คือ กราฟแท่งที่แสดงถึงจำนวนจุดภาพในแต่ละระดับของความเข้มสีในแต่ละระดับ ซึ่งอยู่ในช่วงปิด $[0, 255]$ โดยให้แกนนอนแสดงถึงระดับสีขาวย้ำ (Gray Level) และแกนตั้งแสดงถึงจำนวนจุดภาพ



รูปที่ 2.3 ข้อมูลภาพดิจิทัลและฮิสโตแกรม

การกระจายตัวของฮิสโตแกรมจะทำให้ทราบถึงคุณลักษณะของภาพคร่าว ๆ ได้ว่าเป็นภาพที่มีลักษณะเป็นภาพที่มีมืด หรือภาพสว่าง โดยอาศัยหลักการพิจารณาความหนาแน่นของจำนวนจุดภาพ ถ้าฮิสโตแกรมของภาพมีการกระจายตัวอยู่ทางด้านซ้ายมาก ภาพที่ออกมาจะมีความมืด และถ้าฮิสโตแกรมของภาพมีการกระจายตัวอยู่ทางด้านขวามาก ภาพที่ออกมาจะมีความสว่างมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 (ก) ภาพต้นฉบับสว่างและฮิสโตแกรมของภาพ
(ข) ภาพต้นฉบับมืดและฮิสโตแกรมของภาพ

ฮิสโตแกรมนับว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญในขบวนการปรับปรุงภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งในการปรับปรุงภาพที่จำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาฮิสโตแกรมมีอยู่หลายวิธี เช่น การปรับความสว่างของภาพ (Brightness) การปรับความต่างของภาพ (Contrast) การปรับเท่าฮิสโตแกรม (Histogram Equalization) และการแยกแยะวัตถุในภาพ (Image Segmentation) เป็นต้น

2.4 การปรับปรุงภาพโดยใช้การปรับเท่าฮิสโตแกรม (Global Histogram Equalization: GHE)

วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ปรับปรุงภาพที่มีการกระจายตัวของฮิสโตแกรมที่ไม่เหมาะสม อย่างเช่น ฮิสโตแกรมในรูปที่ 2.4 โดยวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมจะทำให้ภาพที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ มีลักษณะการกระจายตัวของฮิสโตแกรมเต็มช่วงของค่าระดับสีเทาและมีลักษณะแบบยูนิฟอร์ม (Uniform) แต่ฮิสโตแกรมใหม่นี้จะไม่มีลักษณะเหมือนกับฮิสโตแกรมเดิม ซึ่งอาจจะมีจำนวนของค่าระดับสีเทาที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับคุณลักษณะของภาพนั้น ๆ

การปรับเท่าฮิสโตแกรม [ref.7] คือ การอาศัยหลักการของทางสถิติโดยการใช้หลักการกระจายความน่าจะเป็นของค่าระดับสีเทา โดยกำหนดให้ $\mathbf{X} = \{x_{ij}\}$ เป็นภาพที่มีค่าระดับสีเทา L ระดับ และ x_{ij} เป็นค่าระดับสีเทาของจุดภาพที่ตำแหน่ง (i, j) โดยที่ $x(i, j) \in \{0, 1, \dots, 255\}$

ขั้นตอนการปรับเท่าฮิสโตแกรมมีดังนี้

1) ทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของค่าความเข้มของจุดภาพ ซึ่งแทนด้วยตัวแปร k ดังแสดงในสมการที่ (2.2)

$$p(k) = \frac{n_k}{N} \quad (2.2)$$

โดยที่ n_k เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพที่มีค่าระดับสีเทาเป็น k โดย $k = 0, 1, \dots, L-1$ และ N เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพที่จะทำการปรับเท่าฮิสโตแกรม

2) คำนวณหาฟังก์ชันความหนาแน่นสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ดังแสดงในสมการที่ (2.3)

$$c(k) = \sum_{i=0}^k p(k) \quad (2.3)$$

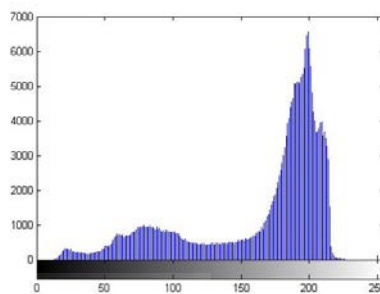
3) คำนวณหาค่าระดับสีเทาใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (2.4)

$$f(X_k) = X_0 + (X_{L-1} - X_0)c(k) \quad (2.4)$$

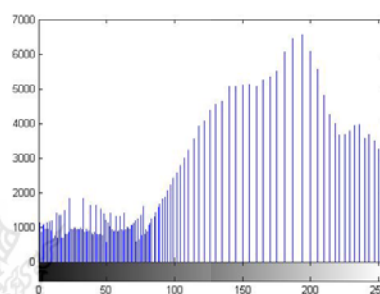
โดยที่ X_0 เป็นค่าระดับสีเทาดำสุด และ X_{L-1} เป็นค่าระดับสีเทาสูงสุด

4) ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งหมดจากภาพต้นฉบับ ผลลัพธ์ที่ได้เขียนสมการได้เป็นสมการที่ (2.5)

$$\mathbf{Y} = \{y(i, j)\} = f(\mathbf{X}) = \{f(x(i, j)) \mid \forall x(i, j) \in \mathbf{X}\} \quad (2.5)$$



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.5 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ
(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมของภาพ

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับ รูปที่ 2.5(ก) และภาพผลลัพธ์รูปที่ 2.5(ข)

ชื่อภาพ	ค่าเฉลี่ยความสว่าง		AMBE
	ภาพต้นฉบับ	ภาพปรับปรุง	
Jet	164.2718	129.0566	35.2152

2.5 การปรับปรุงภาพโดยใช้การปรับเท่าฮิสโตแกรมย่อย (Partitioned Histogram Equalization)

วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมในพื้นที่ย่อยเป็นการประยุกต์ใช้การปรับเท่าฮิสโตแกรมเช่นเดียวกัน แตกต่างกันพื้่นนำมาทำในพื้นที่ย่อยที่ถูกแบ่งไว้ โดยกำหนดค่าระดับสีเทาต่ำสุดจาก 0 เป็นค่าระดับสีเทาที่ต่ำที่สุดในพื้นที่ย่อย และค่าระดับสีเทาสูงสุดจาก 255 เป็นค่าระดับสีเทาสูงสุดในพื้นที่ย่อยนั้น ๆ โดยมีขั้นตอนในการปรับเท่าฮิสโตแกรมดังนี้

1) ทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของค่าความเข้มของจุดภาพ ซึ่งแทนด้วยตัวแปร k_r ดังแสดงในสมการที่ (2.6)

$$p(k_r) = \frac{n_{k_r}}{N_r} \quad (2.6)$$

โดยที่ n_r เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพย่อยที่มีค่าระดับสีเทาเป็น k_r โดย r เป็นจำนวนพื้นที่ย่อย อยู่ในช่วง $0, 1, \dots, n$ และ N_r เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพย่อยที่จะทำการปรับเท่าฮิสโตแกรม

2) คำนวณหาฟังก์ชันความหนาแน่นสะสม (Cumulative Distribution Function: CDF) ดังแสดงในสมการที่ (2.7)

$$c(k_r) = \sum_{i=0}^{k_r} p(k_r) \quad (2.7)$$

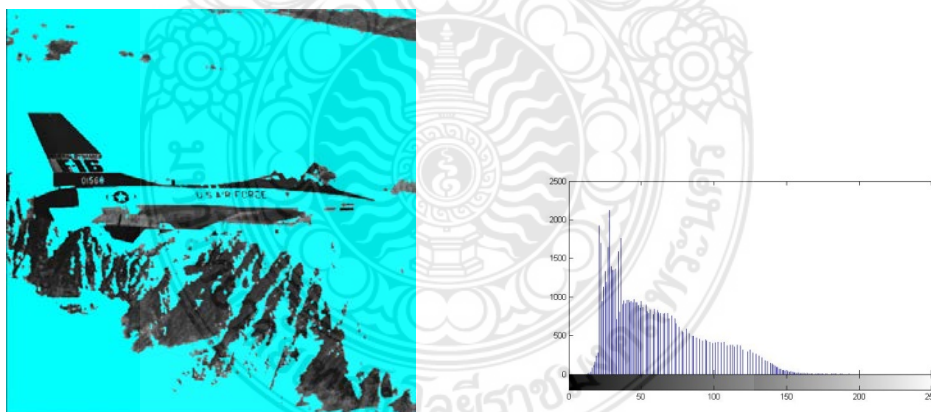
3) คำนวณหาค่าระดับสีเทาใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (2.8)

$$f(X_k) = X_0 + (X_{L-1} - X_0)c(k) \quad (2.8)$$

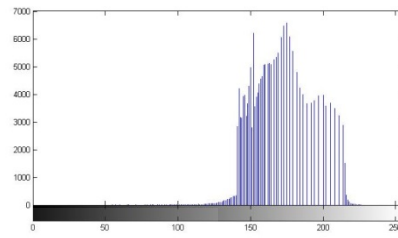
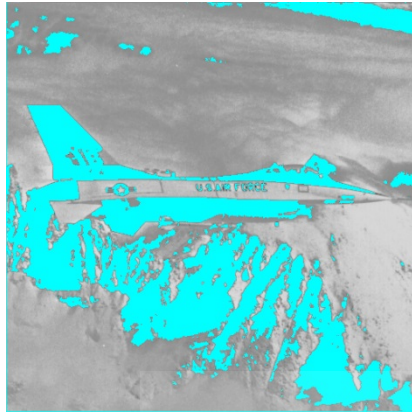
โดยที่ X_0 เป็นค่าระดับสีเทาท่ำสุด ในพื้นที่ย่อย และ X_{L-1} เป็นค่าระดับสีเทาสูงสุดในพื้นที่ย่อย

4) ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งหมดจากภาพต้นฉบับ ผลลัพธ์ที่ได้เขียนสมการได้เป็นสมการที่ (2.9)

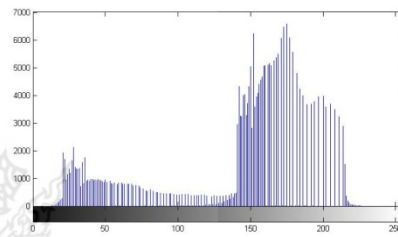
$$\mathbf{Y} = \{y(i, j)\} = f(\mathbf{X}) = \{f(x(i, j)) \mid \forall x(i, j) \in \mathbf{X}\} \quad (2.9)$$



(ก)



(ข)



(ค)

- รูปที่ 2.6 (ก) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมที่สอดคล้องของภาพพื้นที่ย่อยที่ 1
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมที่สอดคล้องของภาพพื้นที่ย่อยที่ 2
 (ค) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมและฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับ รูปที่ 2.5(ก) และภาพผลลัพธ์รูปที่ 2.6(ค)

ชื่อภาพ	ค่าเฉลี่ยความสว่าง		AMBE
	ภาพต้นฉบับ	ภาพปรับปรุง	
Jet	164.2718	141.0543	23.2175

2.6 การปรับเท่าฮิสโตแกรมในแต่ละพื้นที่ของฮิสโตแกรมย่อย แต่ละพื้นที่ย่อยที่แบ่งออกมา

ในการปรับเท่าฮิสโตแกรมเฉพาะท้องถิ่น ในภาพ \mathbf{X} ทำการแยกส่วนภาพ หรือการจัดกลุ่มข้อมูลภาพใหม่โดย $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_c\}$ โดยที่ c เป็นจำนวนกลุ่มข้อมูลภาพ และค่าระดับสีเทาที่ $\mathbf{x}_r = \{X_{r0}, X_{r1}, \dots, X_{rk_r}\} \equiv \mathbf{R}^r$ โดย $r = 1, 2, \dots, c$

$$\mathbf{X} = \mathbf{x}_1 \cup \mathbf{x}_2 \cup \dots \cup \mathbf{x}_c \quad (2.10)$$

$$\mathbf{x}_r = \{x(i, j) | x(i, j) \in \mathbf{R}^r, \forall x(i, j) \in \mathbf{X}\} \quad (2.11)$$

$$\mathbf{x}_{r-1} \cap \mathbf{x}_r = 0, \mathbf{R}^r \cap \mathbf{R}^{r-1} = 0 \quad (2.12)$$

ขั้นตอนการปรับเท่าฮีสโตแกรมมีดังนี้

1) คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของภาพย่อย $\{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_c\}$ ดังแสดงในสมการที่ (2.13)

$$p_r(k_r) = \frac{n_{rk}}{N_r} \quad (2.13)$$

2) คำนวณหาค่าความหนาแน่นสะสม ดังแสดงในสมการที่ (2.14)

$$c_r(k_r) = \sum_{i=0}^k p_r(k_r) \quad (2.14)$$

โดยที่ $0 \leq c_1(k_1), c_2(k_2), \dots, c_c(k_c) \leq 1$

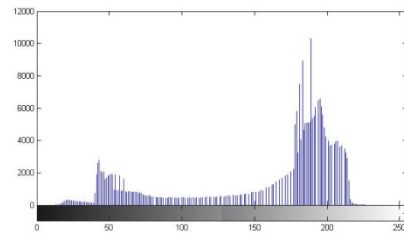
3) คำนวณหาค่าระดับสีเทาใหม่ ดังแสดงในสมการที่ (2.15)

$$f_r(X_{rk}) = X_{r0} + (X_{rk} - X_{r0})c_r(k_r) \quad (2.15)$$

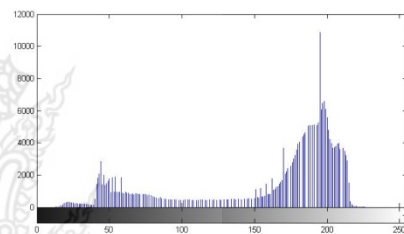
โดยที่ $f_r(x_{rk}) = f_r(x(i, j)) | x(i, j) \in \mathbf{R}^r, \forall x(i, j) \in \mathbf{X}$

4) ทำการปรับเท่าฮีสโตแกรมทั้งหมดจากภาพต้นฉบับ ผลลัพธ์ที่ได้เขียนสมการได้เป็นสมการที่ (2.16)

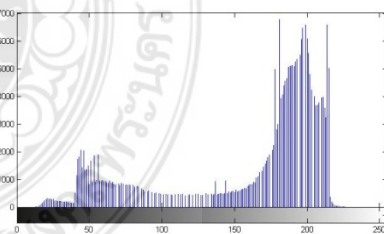
$$\mathbf{Y} = \{y(i, j)\} = f_1(X_{1k}) \cup f_2(X_{2k}) \cup \dots \cup f_c(X_{ck}) \quad (2.16)$$



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2.7 (ก) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนและฮิสโตแกรมของภาพ
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนและฮิสโตแกรมของภาพ
 (ค) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนและฮิสโตแกรมของภาพ

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับรูป 2.5(ก) และภาพผลลัพธ์รูป 2.7(ก) – (ค)

ชื่อภาพ	ค่าเฉลี่ยความสว่าง			
	ภาพต้นฉบับ	ภาพปรับปรุง		
Jet	จำนวนช่วงฮิสโตแกรม			
	1	2	3	4
	164.2718	154.9607	158.007	159.787
	AMBE	9.3111	6.2648	4.4848

2.7 การตรวจสอบความผิดพลาดของค่าเฉลี่ยความสว่าง

การตรวจสอบค่าผิดพลาดของค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากจุดภาพทั้งหมดได้ดังที่แสดงในสมการที่ (2.13)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M x_{nm}}{N \times M} \quad (2.13)$$

ถ้ากำหนดให้ $E(X)$ และ $E(Y)$ เป็นค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพต้นฉบับ และภาพผลลัพธ์ ในบทความที่ [ref.5] ได้กำหนดตัววัดคุณภาพของการรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยใช้ค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อนความสว่าง หรือ AMBE (Absolute Mean Brightness Error)

$$AMBE = |E(X) - E(Y)| \quad (2.14)$$

2.6 สรุปผลการทดลอง

กระบวนการปรับเท่าฮิสโตแกรมส่งผลให้ภาพที่ได้มีความคมชัดขึ้น แต่ภาพผลลัพธ์มีค่าเฉลี่ยความสว่างผิดพลาดที่สูงขึ้นด้วย ดังที่แสดงในตารางที่ 2.1 ดังนั้น การปรับเท่าฮิสโตแกรมจึงทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว แต่สามารถชดเชยได้โดยการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อย จากนั้นทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมในพื้นที่ย่อย จะพบว่า ค่าเฉลี่ยความสว่างผิดพลาดจะมีค่าลดลง ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2 เมื่อนำไปเทียบกับการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ ยิ่งไปกว่านั้น การลดค่าความสว่างผิดพลาดของภาพผลลัพธ์สามารถทำได้โดยการแบ่งฮิสโตแกรมออกเป็นฮิสโตแกรมย่อย ซึ่งจำนวนช่วงของการแบ่งส่งผลต่อค่าผิดพลาดที่น้อยลง ดังที่แสดงในตารางที่ 2.3 อีกทั้งภาพผลลัพธ์ยังคงรักษาความเป็นธรรมชาติของภาพเอาไว้ได้ดีอีกด้วย

บทที่ 3

การปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรม กระจายตามพื้นที่

3.1 บทนำ

การปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลให้มีความคมชัดสูงขึ้น โดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ให้ได้ใกล้เคียงกับต้นฉบับโดยคำนวณจากปัจจัยการกระจายตัวของจุดภาพในแต่ละฮิสโตแกรมของค่าระดับสีเทาของภาพต้นฉบับ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนความน่าจะเป็นของการกระจายตัวที่มากที่สุดของค่าระดับสีเทาของภาพต้นฉบับ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะถูกเพิ่มเติมเข้าไปในกระบวนการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ (Global Histogram Equalization)

3.2 การปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

กำหนดให้ $\mathbf{X} = \{X(i, j)\}$ เป็นภาพต้นฉบับโดยที่ L เป็นค่าระดับสีเทา เมื่อ $X(i, j)$ คือจุดภาพในลำดับที่ (i, j) ประกอบด้วยจำนวนสมาชิก $\{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\}$

ขั้นตอนที่ 1 : คำนวณค่าฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability Density Function: PDF)

$$p(a) = \frac{n_a}{N} ; 0 \leq a \leq L-1 \quad (3.1)$$

เมื่อ a เป็นลำดับของค่าสีเทา เริ่มต้นจาก 0 ถึง $L-1$ ของภาพต้นฉบับ \mathbf{X} และ n เป็นจำนวนจุดภาพในแต่ละค่าระดับสีเทาในลำดับที่ a และ N คือ จำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพต้นฉบับ \mathbf{X}

ขั้นตอนที่ 2 : คำนวณค่าฟังก์ชันความหนาแน่นสะสม (Cumulative Density Function: CDF)

$$c(a) = \sum_{a=1}^{L-1} p(a) \quad (3.2)$$

ขั้นตอนที่ 3 : คำนวณค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ของภาพต้นฉบับ \mathbf{X}

$$\tau = \lim_{c \rightarrow 0.5} f(\mathbf{X}) \quad (3.3)$$

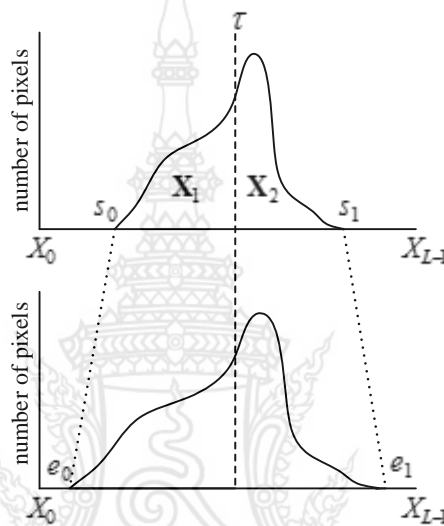
โดยที่ τ คือ ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสำหรับแบ่งฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ \mathbf{X} ออกเป็นสองส่วน

ขั้นตอนที่ 4 : คำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของฮิสโตแกรมภาพทั้งสองกลุ่ม

$$w_L = \frac{s_0}{2\tau} \quad (3.4)$$

$$w_U = \frac{s_1 - 0.5s_1}{L} + 0.5 \quad (3.5)$$

โดยที่ s_0 เป็นค่าระดับสีเทาเริ่มต้นของฮิสโตแกรมภาพต้นฉบับ และ s_1 เป็นค่าระดับสีเทาสุดท้ายของฮิสโตแกรมต้นฉบับ ดังที่แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองแสดงการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

จากรูปที่ 3.1 กำหนดให้ $\mathbf{X}_1 = \{X_1(i, j)\}$ เป็นพื้นที่ย่อยส่วนแรก โดยเริ่มต้นจากค่าระดับสีเทา L บนช่วงค่าระดับสีเทาต่อเนื่อง ตั้งแต่ s_0 ถึง τ และ $\mathbf{X}_2 = \{X_2(i, j)\}$ เป็นพื้นที่ย่อยส่วนสุดท้าย โดยเริ่มต้นจากค่าระดับสีเทา L บนช่วงค่าระดับสีเทาต่อเนื่อง ตั้งแต่ $\tau + 1$ ถึง s_1

ขั้นตอนที่ 5 : คำนวณค่าฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นในแต่ละพื้นที่ย่อย

$$p_L(a) = \frac{n_a}{N_L} \quad (3.6)$$

$$p_U(b) = \frac{n_b}{N_U} \quad (3.7)$$

โดยที่ n_a เป็นจำนวนจุดภาพบนค่าระดับสีเทาบนช่วง $[0, \tau]$ ในพื้นที่ย่อย \mathbf{X}_1 และ n_b เป็นจำนวนจุดภาพบนค่าระดับสีเทาบนช่วง $[\tau + 1, L - 1]$ ในพื้นที่ย่อย \mathbf{X}_2 เมื่อ N_L และ N_U เป็นจำนวนจุดภาพทั้งหมดในพื้นที่ย่อย \mathbf{X}_1 และ \mathbf{X}_2 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6 : คำนวณ CDF ในแต่ละพื้นที่ย่อย \mathbf{X}_1 และ \mathbf{X}_2

$$c_L(a) = \sum_{a=1}^{\tau} p_L(a) \quad (3.8)$$

$$c_U(b) = \sum_{a=\tau+1}^{L-1} p_U(b) \quad (3.9)$$

เมื่อ $0 \leq c_L(a) \leq 1$ และ $0 \leq c_U(a) \leq 1$

ขั้นตอนที่ 7 : คำนวณฟังก์ชันส่งผ่าน (Transformation Function) ในแต่ละพื้นที่ย่อย เพื่อหาค่าระดับสีเทาใหม่ของภาพผลลัพธ์

$$f(Y_1) = \tau[w_L + c_L(1 - w_L)] \quad (3.10)$$

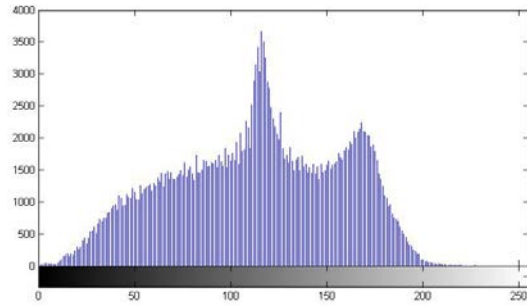
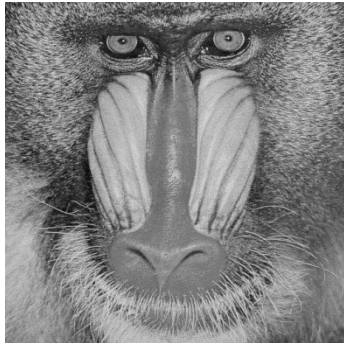
$$f(Y_2) = (\tau + 1) + [X_{L-1} \cdot w_U - (\tau + 1)] \cdot c_U \quad (3.11)$$

ภาพผลลัพธ์ใหม่ที่เกิดจากการคำนวณในสมการที่ (3.10) และ (3.11) สามารถเขียนได้ดังนี้

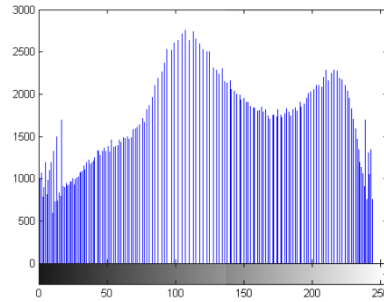
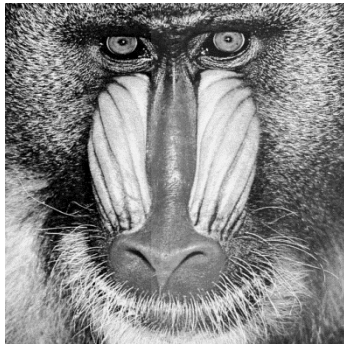
$$\mathbf{Y} = \mathbf{Y}_1 \cup \mathbf{Y}_2 \quad (3.12)$$

$$\mathbf{Y} = f(Y_1) \cup f(Y_2) \quad (3.13)$$

ภาพผลลัพธ์ \mathbf{Y} จะถูกปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยอิสระซึ่งกันและกันภาพที่เกิดเป็นขึ้นใหม่จากพื้นที่ย่อย \mathbf{X}_1 จะถูกแสดงด้วยพื้นที่ย่อยใหม่ \mathbf{Y}_1 และ \mathbf{X}_2 จะถูกแสดงด้วยพื้นที่ย่อยใหม่ \mathbf{Y}_2 จากนั้นนำพื้นที่ย่อย \mathbf{Y}_1 และ \mathbf{Y}_2 มารวมกันดังแสดงในสมการที่ (3.12) และ (3.13) ตามลำดับ

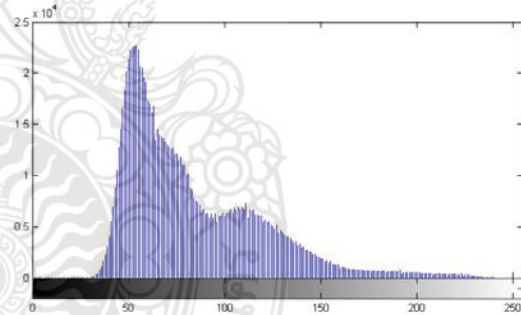
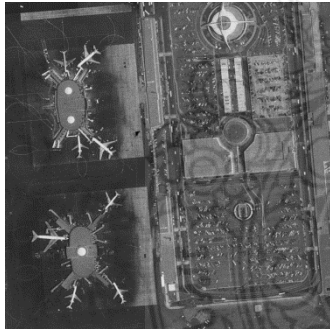


(ก)

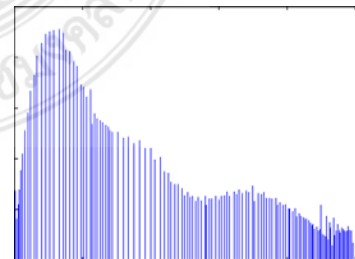
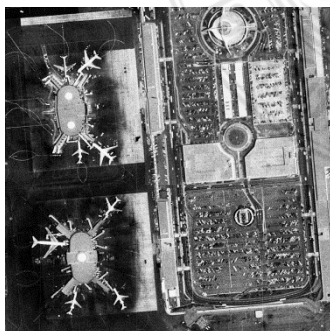


(ข)

รูปที่ 3.2 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Baboon
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Baboon

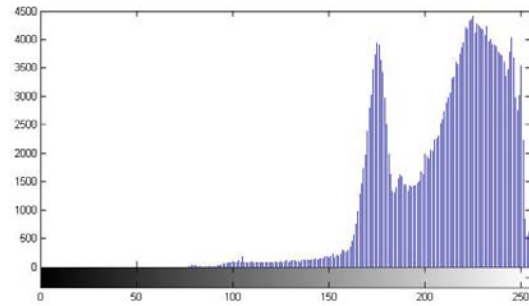


(ก)

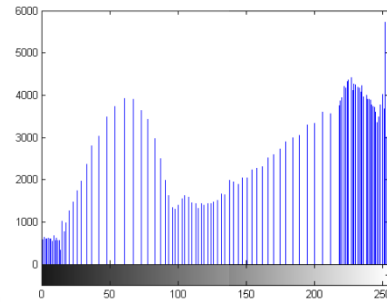


(ข)

รูปที่ 3.3 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Airport
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Airport

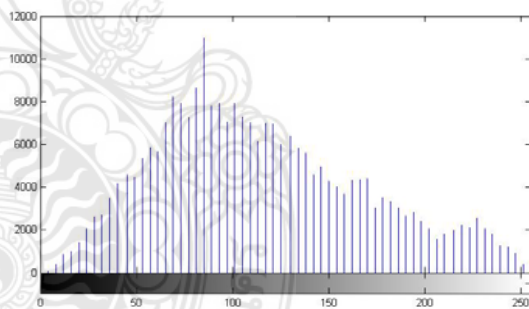
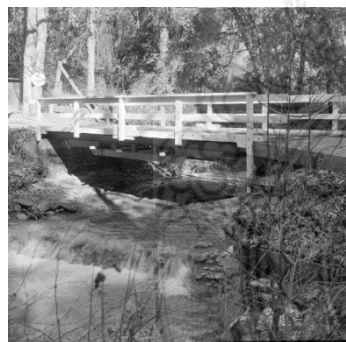


(ก)

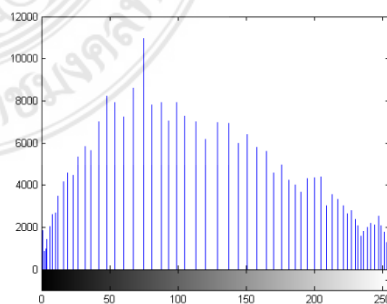
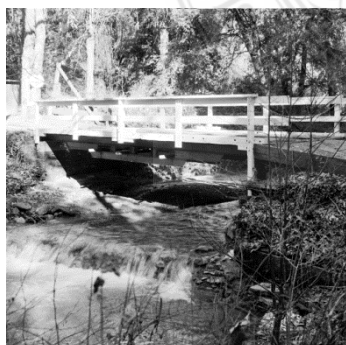


(ข)

รูปที่ 3.4 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Tiffany
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Tiffany

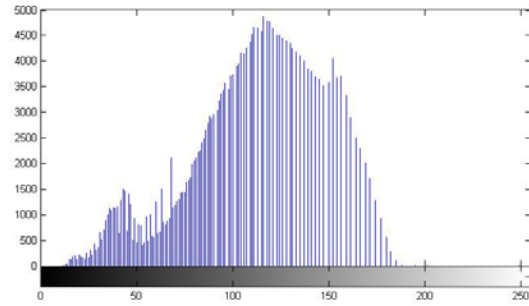


(ก)

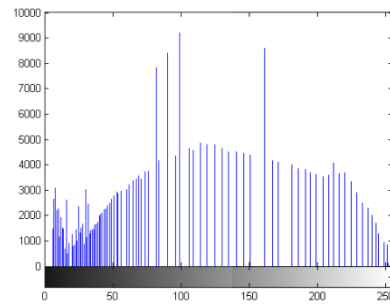


(ข)

รูปที่ 3.5 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Stream and Bridge
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Stream and Bridge

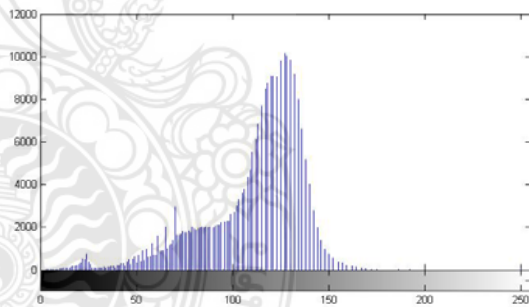


(ก)

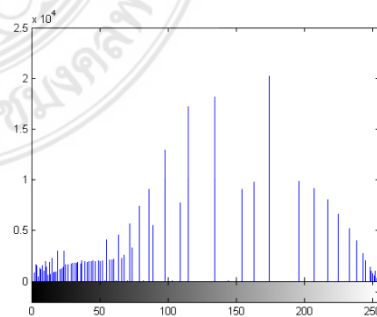


(ข)

รูปที่ 3.6 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Track and APCs
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Track and APCs

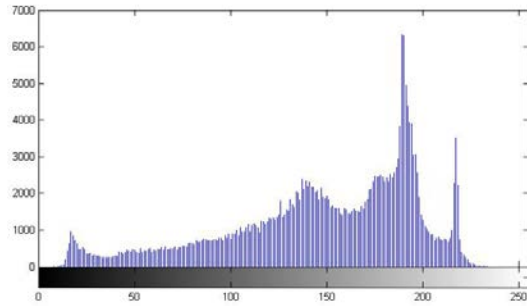
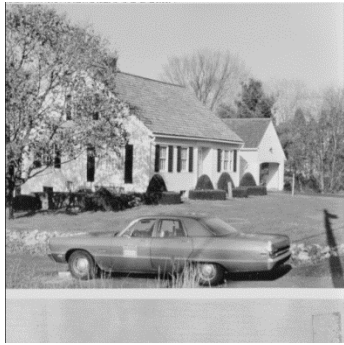


(ก)

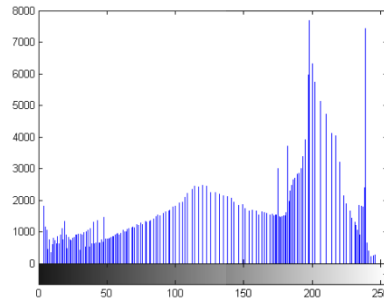
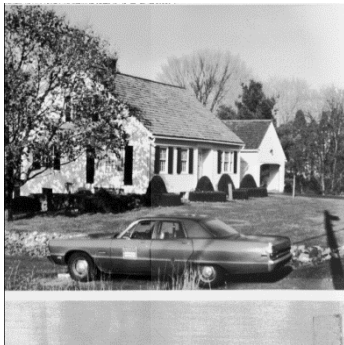


(ข)

รูปที่ 3.7 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Truck
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Truck

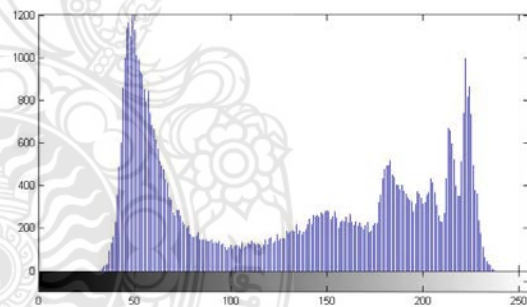


(ก)

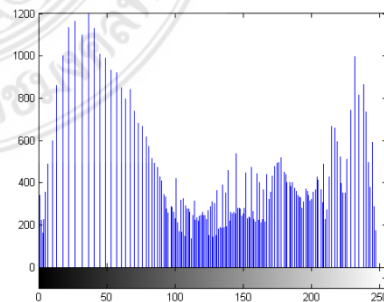


(ข)

รูปที่ 3.8 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Car
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Car

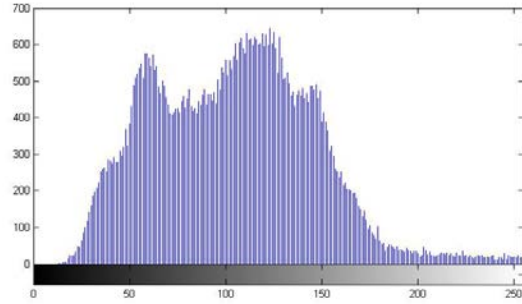


(ก)

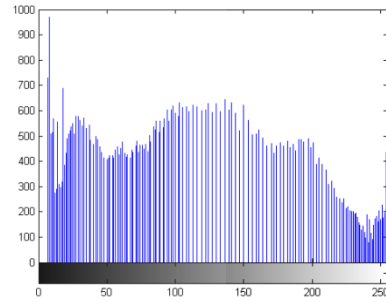
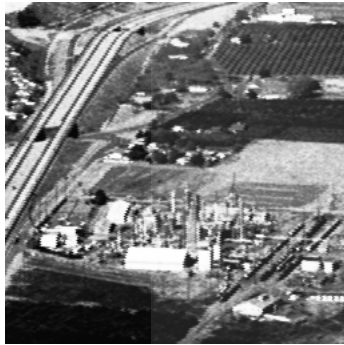


(ข)

รูปที่ 3.9 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Tree
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Tree

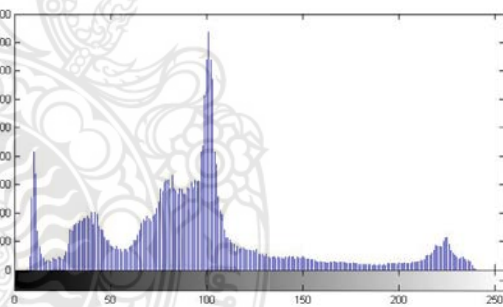


(ก)

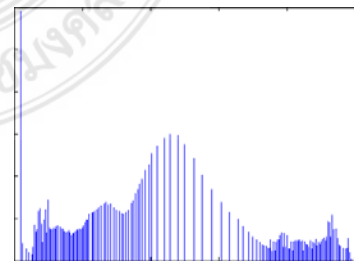
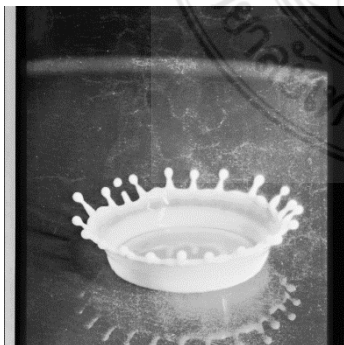


(ข)

รูปที่ 3.10 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Chemical Plant
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Chemical Plant

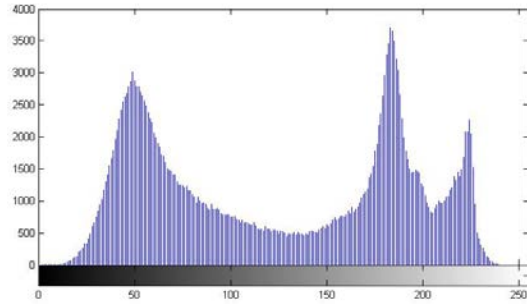


(ก)

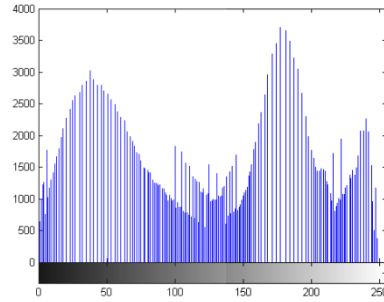
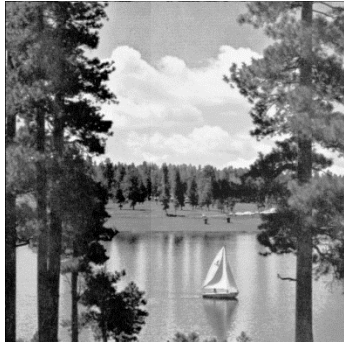


(ข)

รูปที่ 3.11 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Splash
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Splash

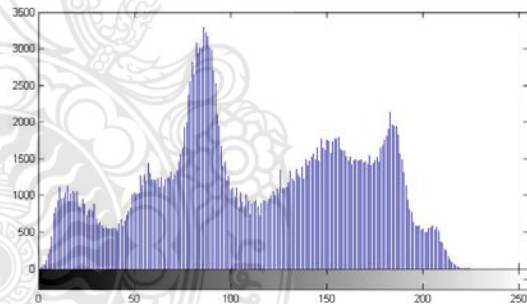
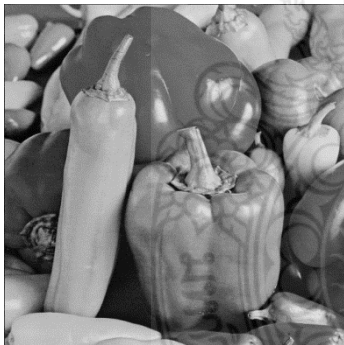


(ก)

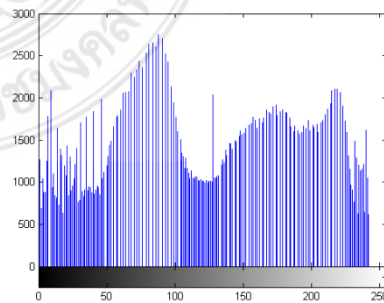
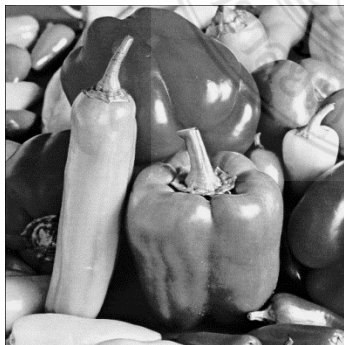


(ข)

รูปที่ 3.12 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Sailboat on lake
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Sailboat on lake

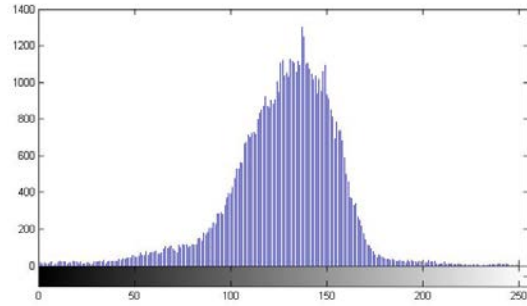
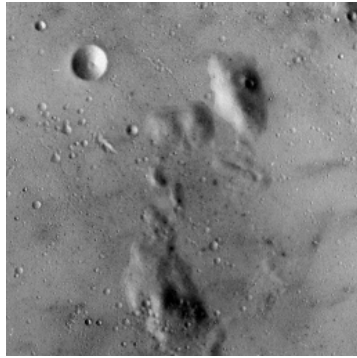


(ก)

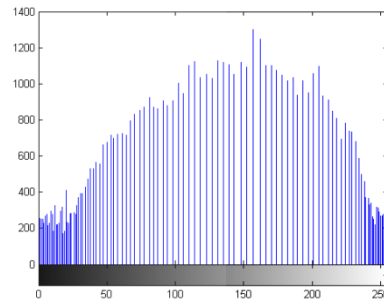


(ข)

รูปที่ 3.13 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Peppers
 (ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Peppers



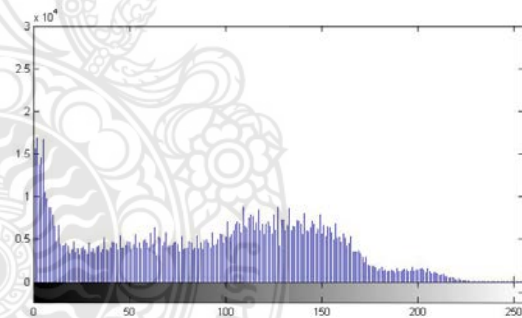
(ก)



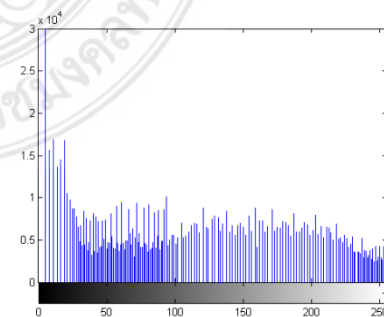
(ข)

รูปที่ 3.14 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Moon Surface

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Moon Surface



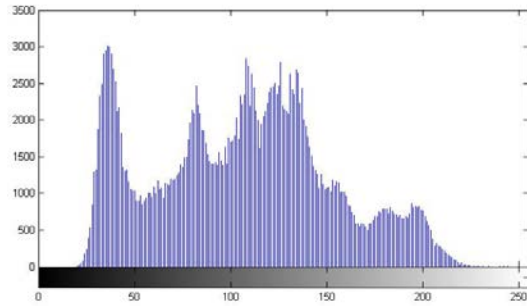
(ก)



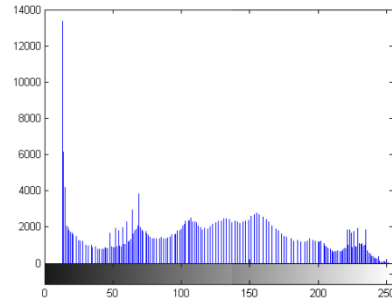
(ข)

รูปที่ 3.15 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Man

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Man



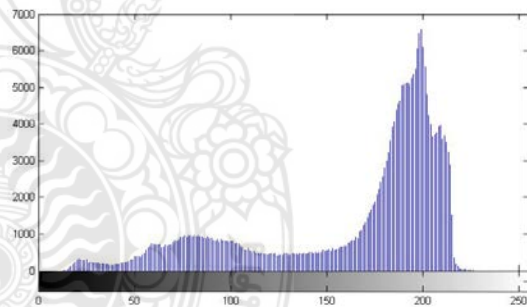
(ก)



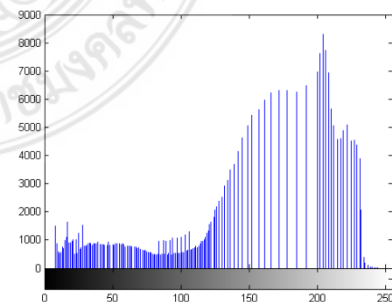
(ข)

รูปที่ 3.16 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Lena

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Lena



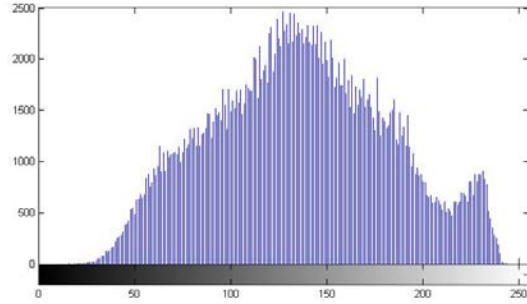
(ก)



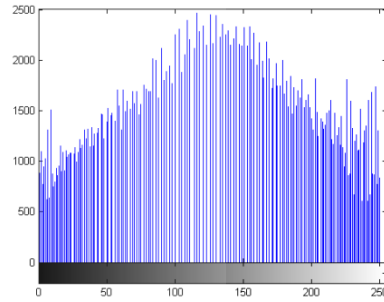
(ข)

รูปที่ 3.17 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ F16

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ F16



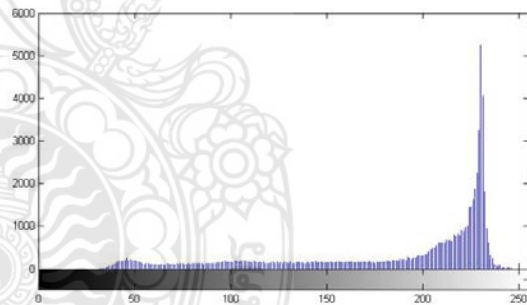
(ก)



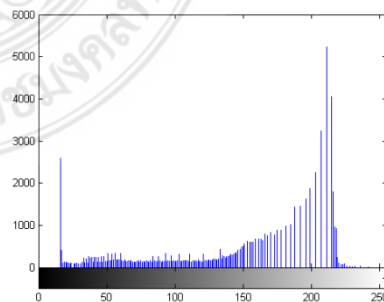
(ข)

รูปที่ 3.18 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Elaine

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Elaine



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.19 (ก) ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรมของภาพ Clock

(ข) ภาพที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่และฮิสโตแกรมของภาพ Clock

3.3 สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลให้มีความคมชัดสูงขึ้น โดยการคำนวณการกระจายตัวของฮิสโตแกรมจากภาพต้นฉบับเพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ว่างที่ฮิสโตแกรมนั้นจะสามารถกระจายตัวได้ แต่ยังคงรักษาค่าความสว่างของภาพและเน้นรายละเอียดของภาพให้ชัดเจนกว่าวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ เมื่อพิจารณาที่ฮิสโตแกรมของรูปที่ 3.17 พบว่าวิธีการดังกล่าวไม่เหมาะสม เนื่องจากฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์นั้น เกิดการกระจายตัวของฮิสโตแกรมได้ตั้งแต่ 0 ถึง $L-1$ เมื่อนำมาวิเคราะห์จากภาพต้นฉบับแล้ว ปรากฏว่า มีสัญญาณรบกวนชนิดสุ่มเกิดขึ้นที่ระดับค่าสีเทาที่ค่าระดับใกล้เคียง 0 จนถึง $L-1$

ดังนั้น ปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่นั้น เหมาะสมกับการปรับฮิสโตแกรมที่ผ่านกระบวนการลดสัญญาณรบกวนของภาพต้นฉบับแล้ว จะทำให้สัญญาณรบกวนในข้อมูลภาพดิจิทัลหายไป



บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

บทนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากกระบวนการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ (Global Histogram Equalization : GHE) การปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน (Brightness Preserving Bi-histogram Equalization : BBHE) และการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

4.2 รูปภาพที่นำมาทดสอบ

รูปภาพทั้งหมดที่ได้นำมาทดสอบนี้เป็นรูปภาพมาตรฐานที่ใช้อย่างแพร่หลายในวงการทำงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) ซึ่งภาพทั้งหมดนี้สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=11> ซึ่งรายละเอียดภาพของแต่ละภาพถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดของภาพที่นำมาทดสอบ

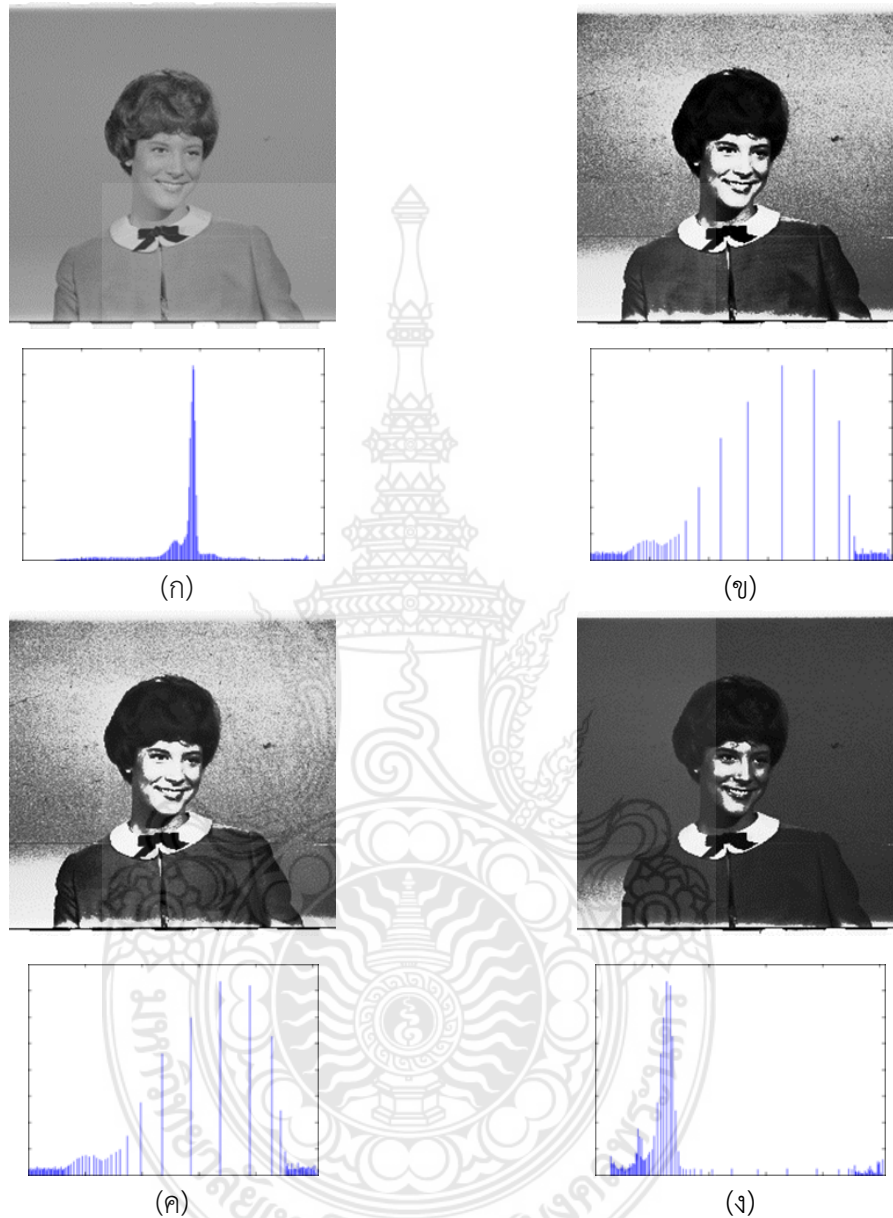
ลำดับ	ชื่อไฟล์	ชื่อที่ถูกเรียกในปริญญาานิพนธ์	ขนาด
1	4.1.03	Girl	256x256
2	4.2.01	Splash	512x512
3	4.2.02	Tiffany	512x512
4	5.1.09	Moon surface	256x256
5	5.1.14	Chemical plant	256x256
6	5.3.02	Airport	1024x1024
7	7.1.01	Truck	512x512
8	7.1.04	Car and APCs	512x512
9	7.1.05	Truck and APCs	512x512
10	7.1.07	Tank	512x512
11	7.2.01	Airplane (U-2)	1024x1024

ภาพต้นฉบับทั้งหมดที่เป็นภาพสีก่อนที่จะทำการทดสอบจะต้องถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของภาพ Gray Scale ก่อนนำไปประมวลผลภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม MATLAB2010a รุ่น 64 บิตในการประมวลผลภาพ

การปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลให้มีความคมชัดสูงขึ้น โดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพผลลัพธ์ให้ได้ใกล้เคียงกับต้นฉบับโดยคำนวณจากปัจจัยการกระจายตัวของจุดภาพในแต่ละฮิสโตแกรมของค่าระดับสีเทาของภาพต้นฉบับ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนความน่าจะเป็นของการกระจายตัวที่มากที่สุดของค่าระดับสีเทาของภาพต้นฉบับ

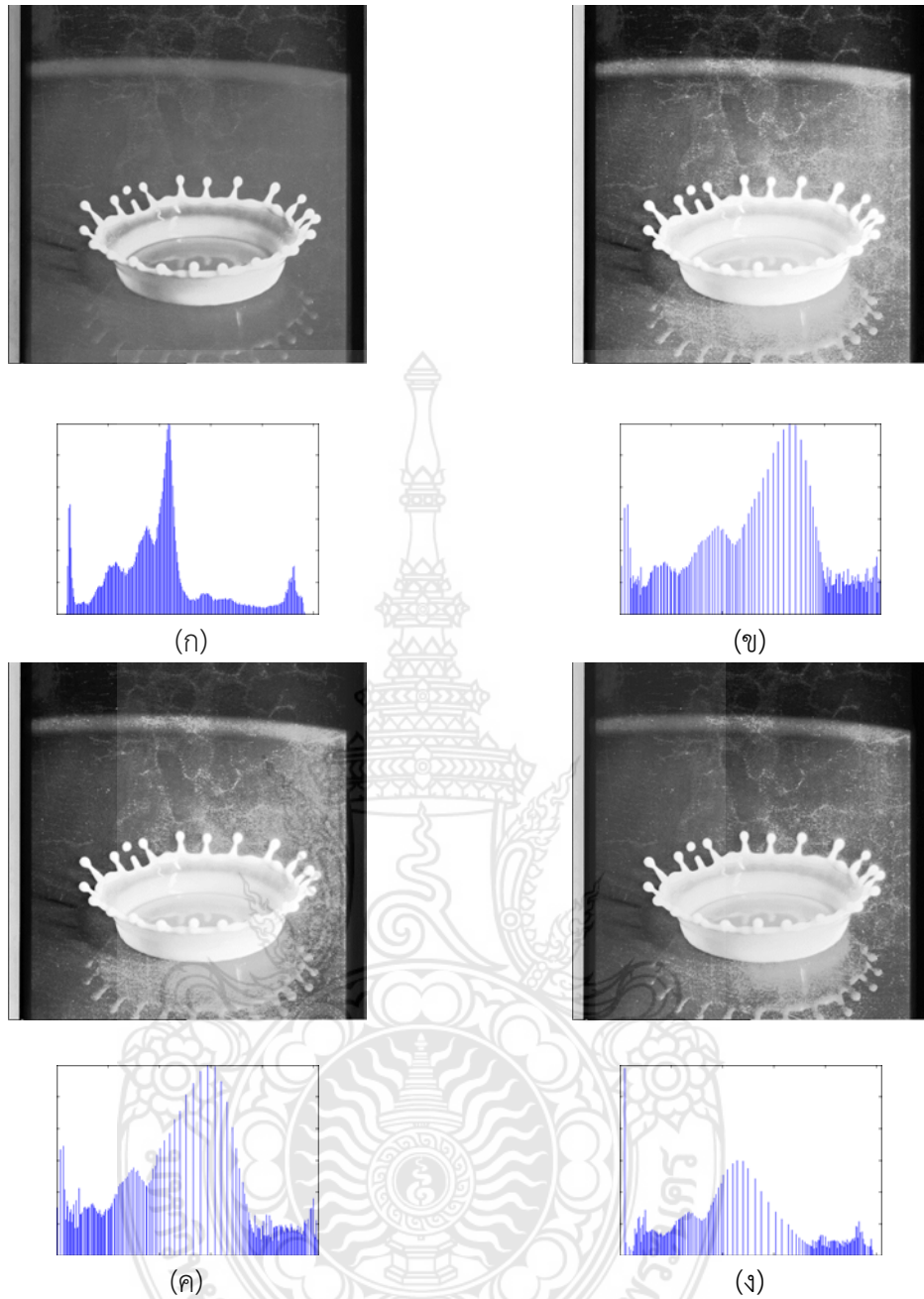
4.3 ผลการทดลองการเปรียบเทียบการทดลองภาพต้นฉบับกับวิธีการ WBHE

ในส่วนนี้คณะผู้จัดทำจะนำเสนอการแสดงผลของการหาค่าเฉลี่ยความสว่างผิดพลาดสัมบูรณ์ของวิธี HE วิธี BBHE และวิธีที่คณะผู้จัดทำได้นำเสนอเป็นวิธี WBHE และกราฟดังตารางที่ 4.2 - 4.12



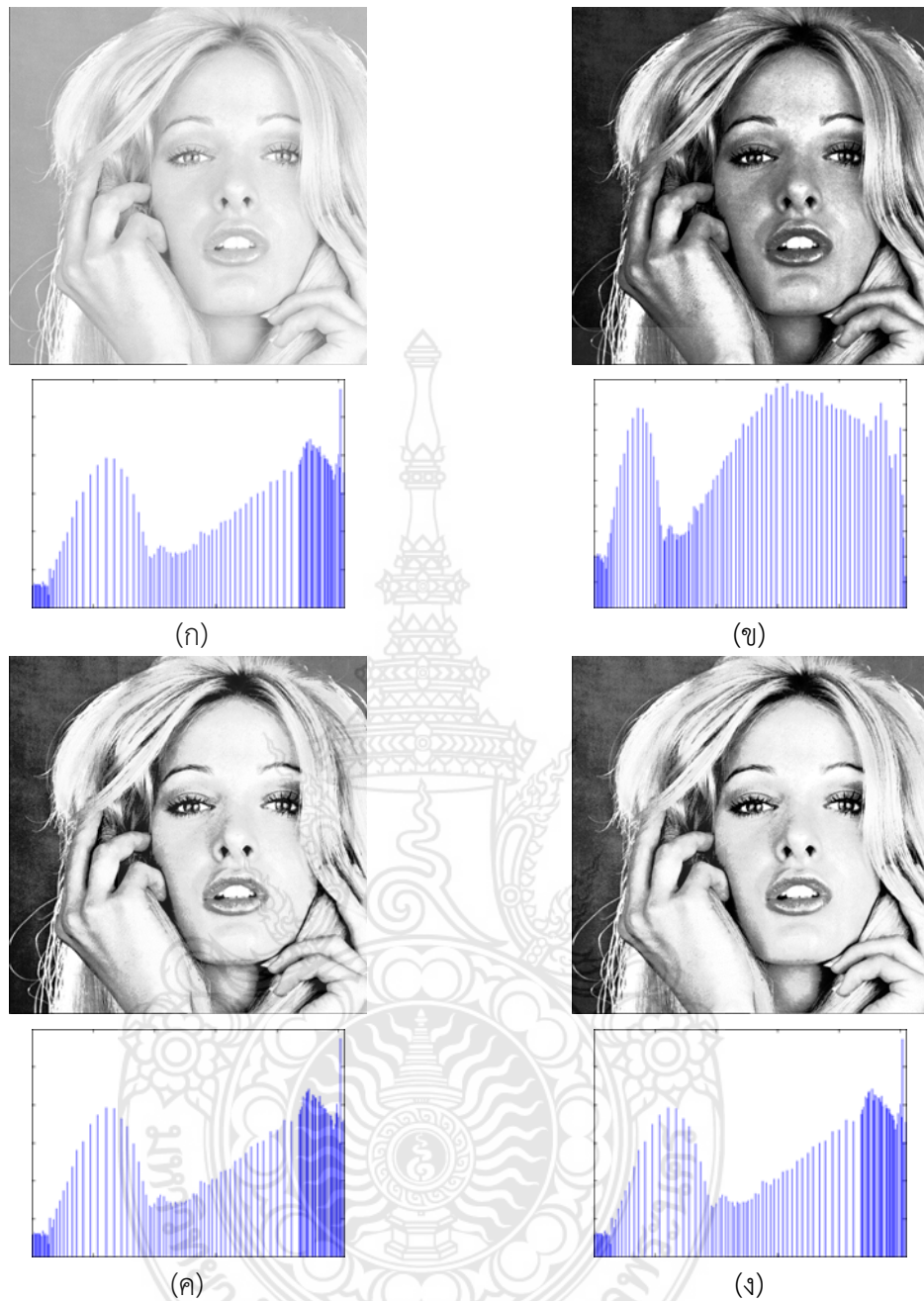
รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Girl

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



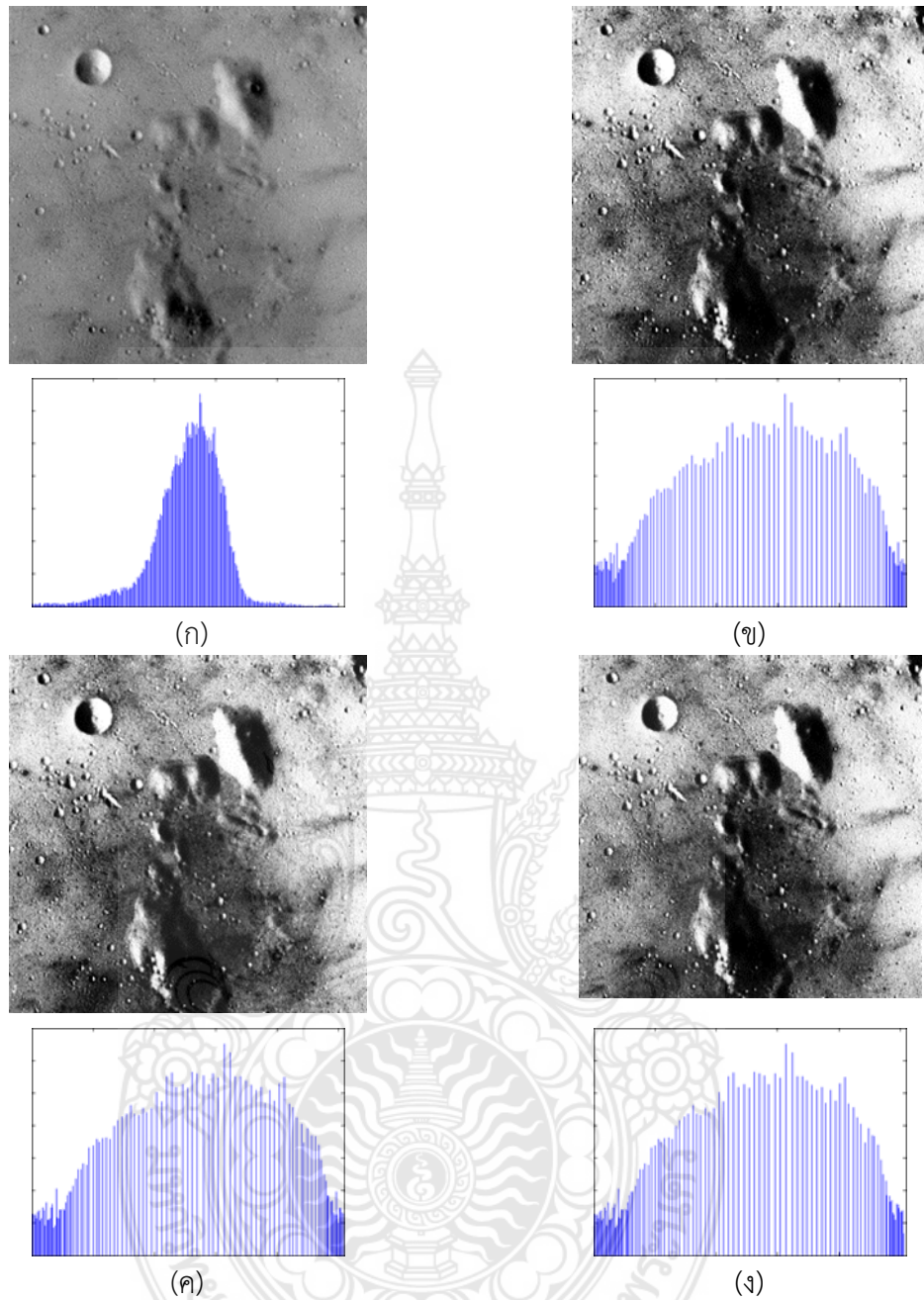
รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Splash

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



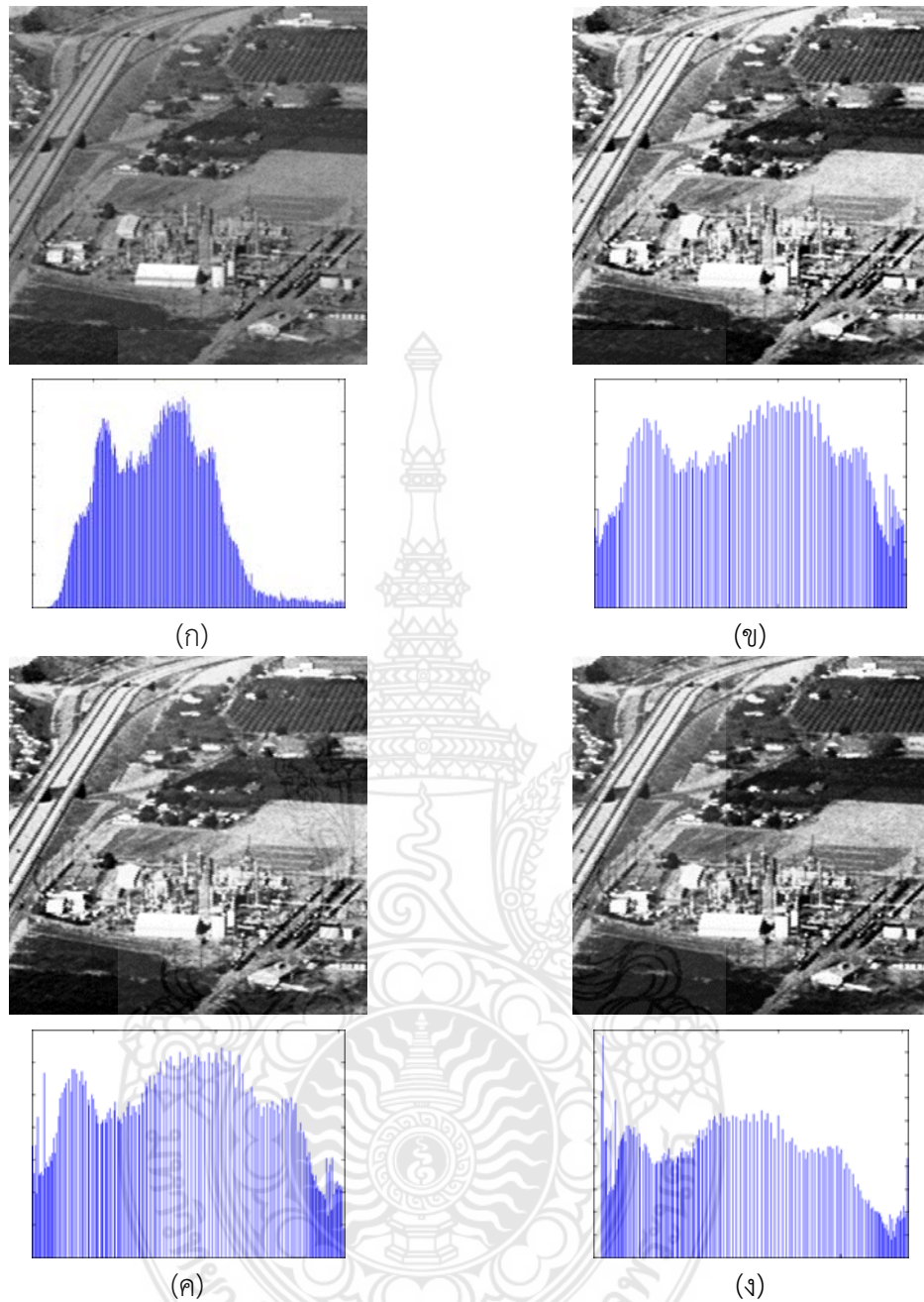
รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Tiffany

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



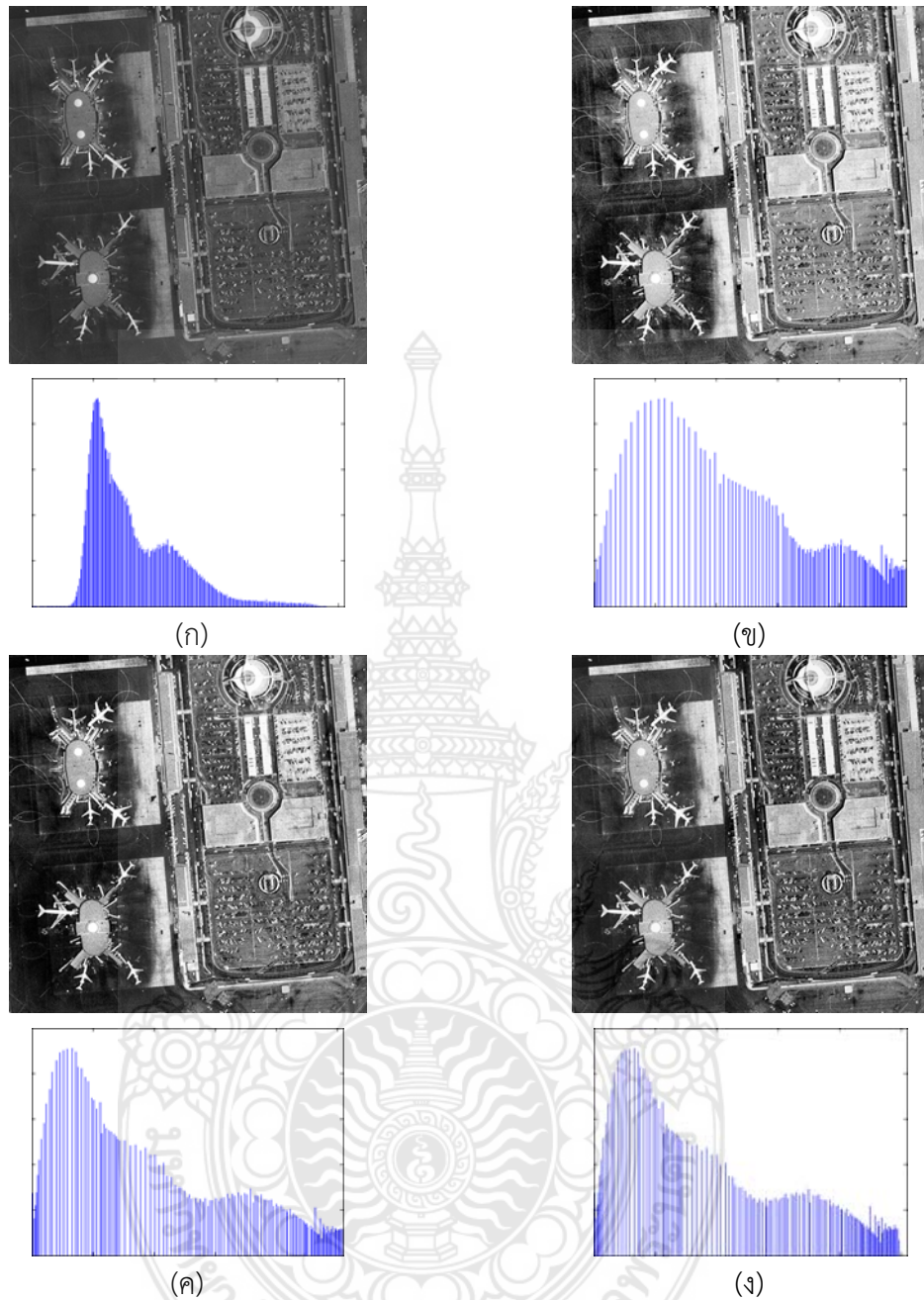
รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Moon surface

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้องค์ความรู้ของฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Chemical plant

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



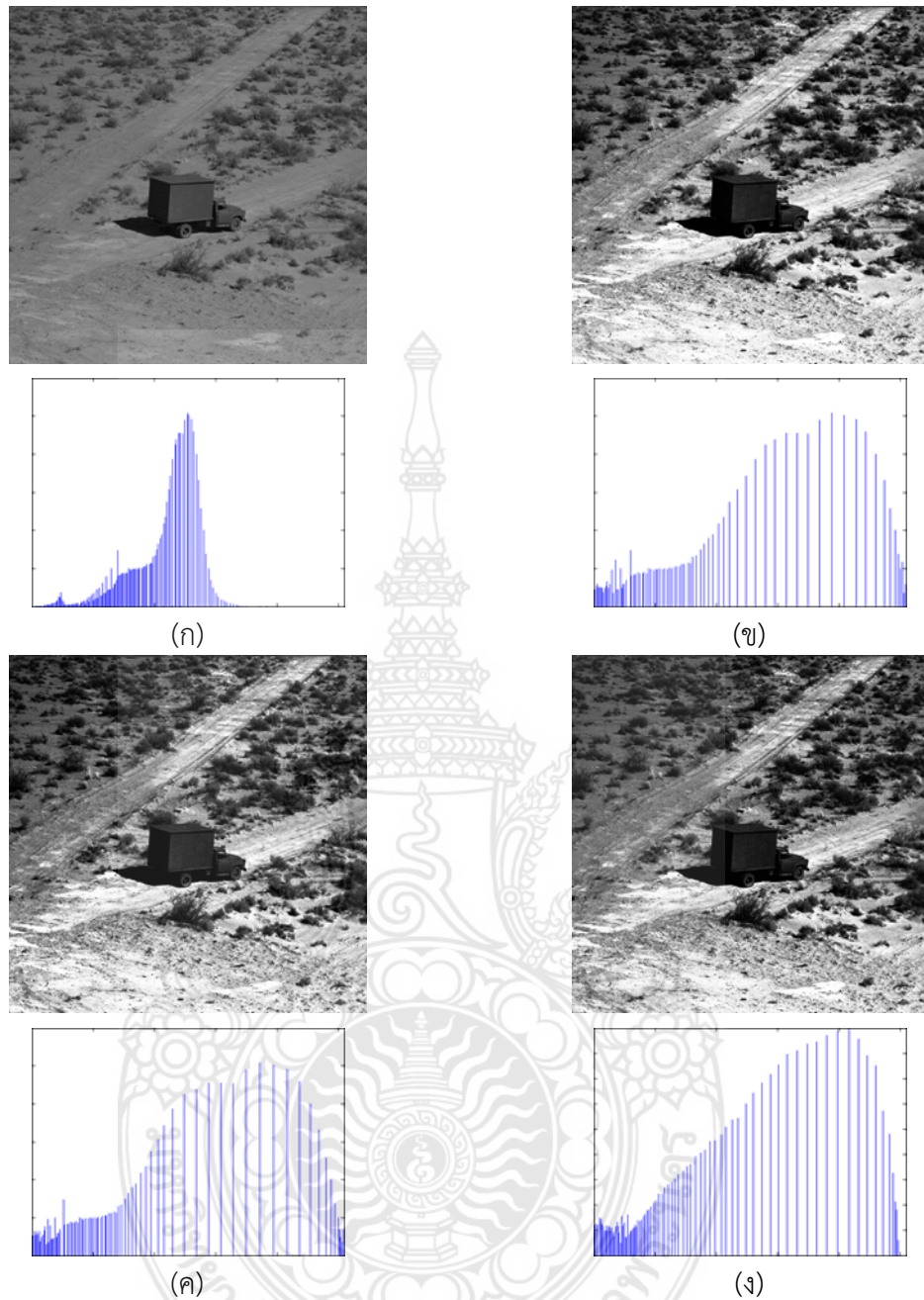
รูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Airport

(ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ

(ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน

(ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



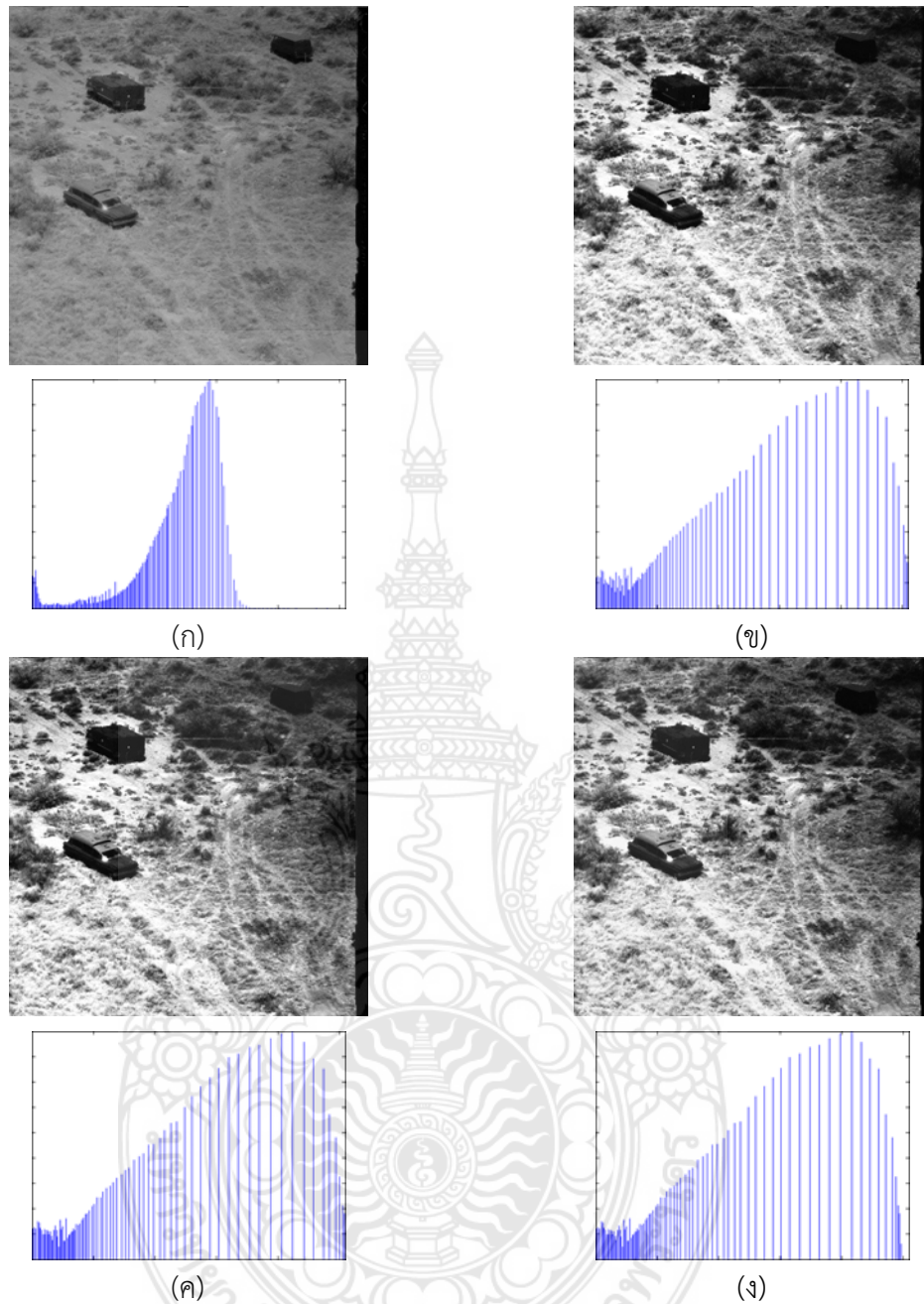
รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Truck

(ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ

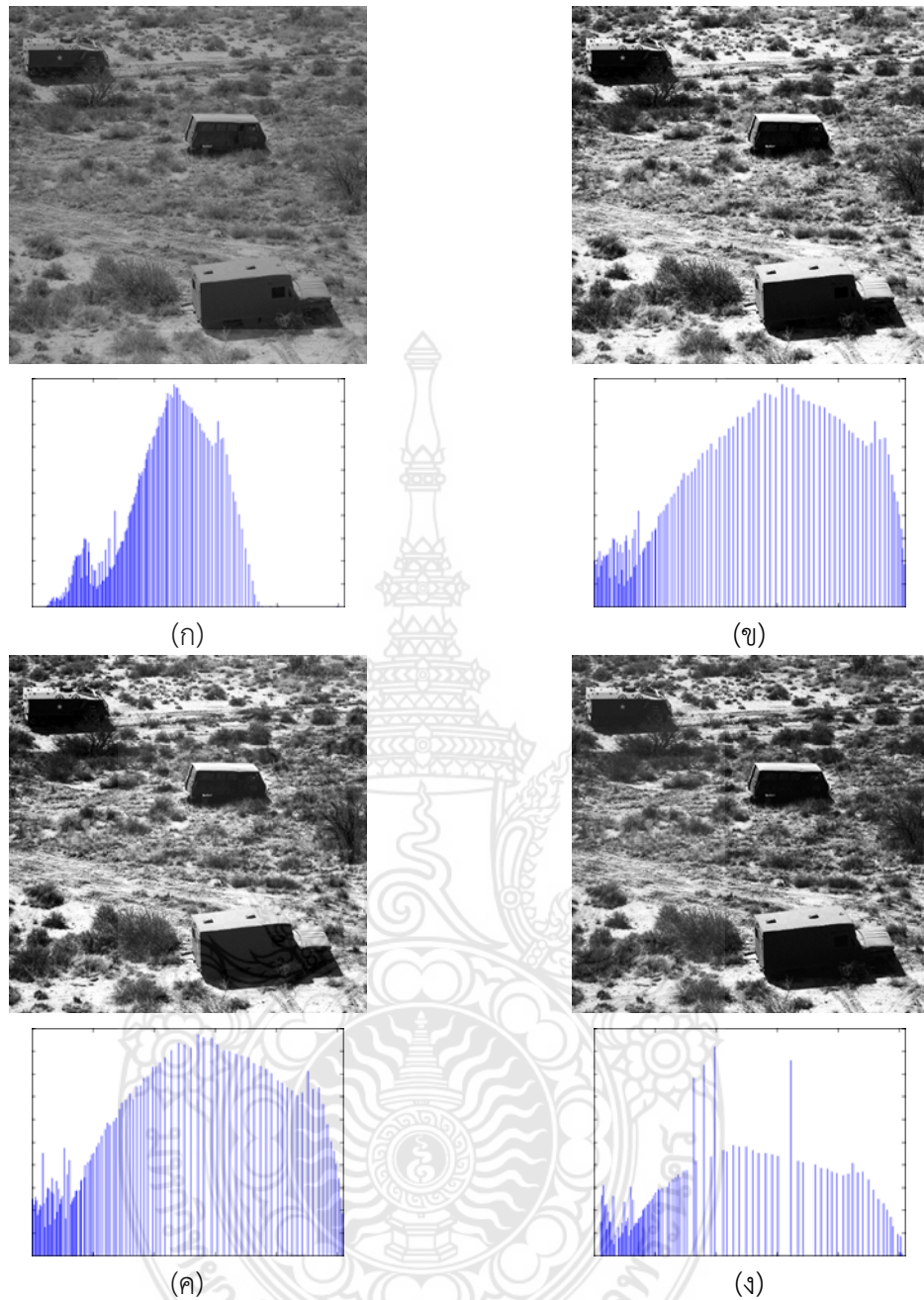
(ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน

(ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



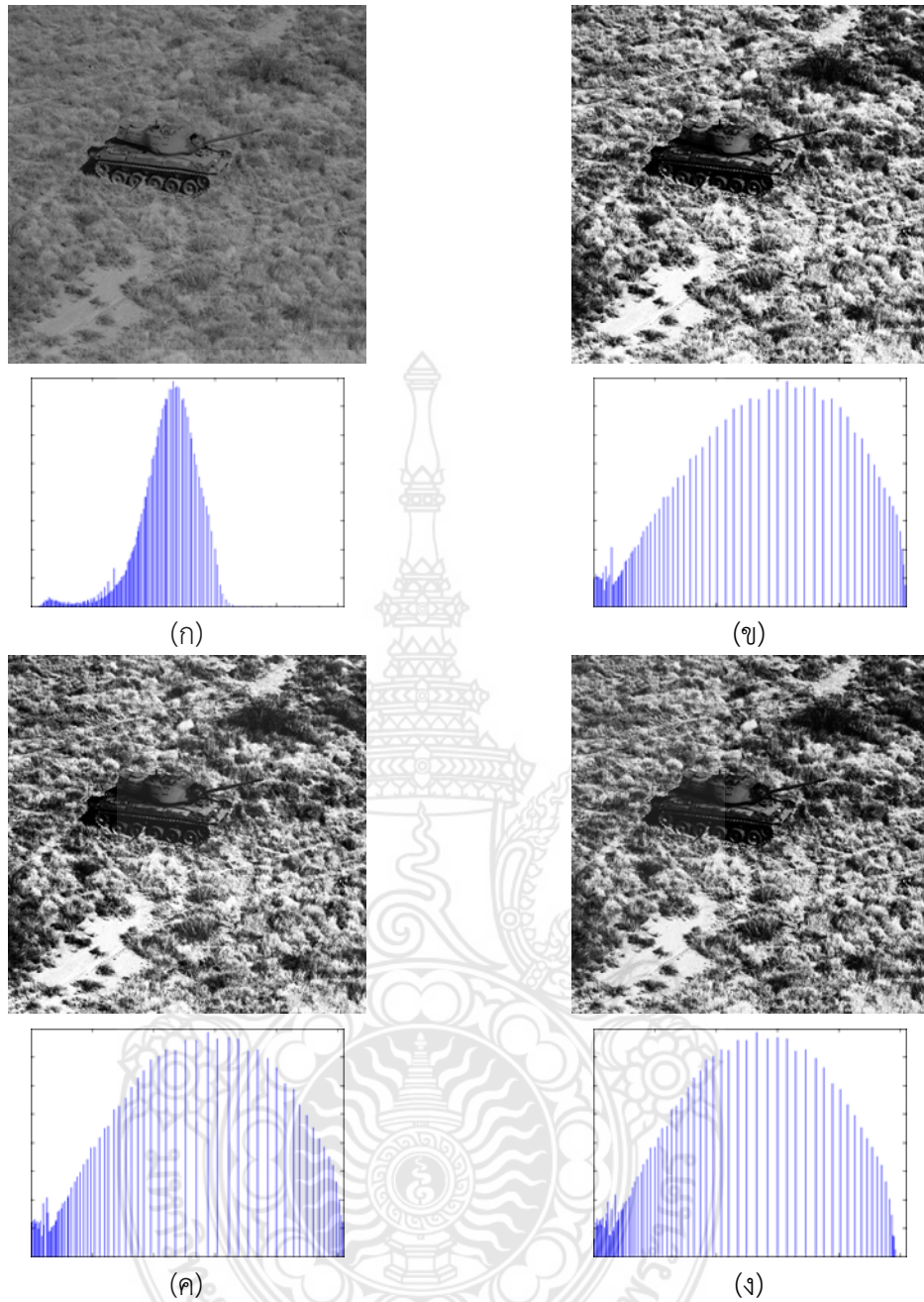
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Car and APCs

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



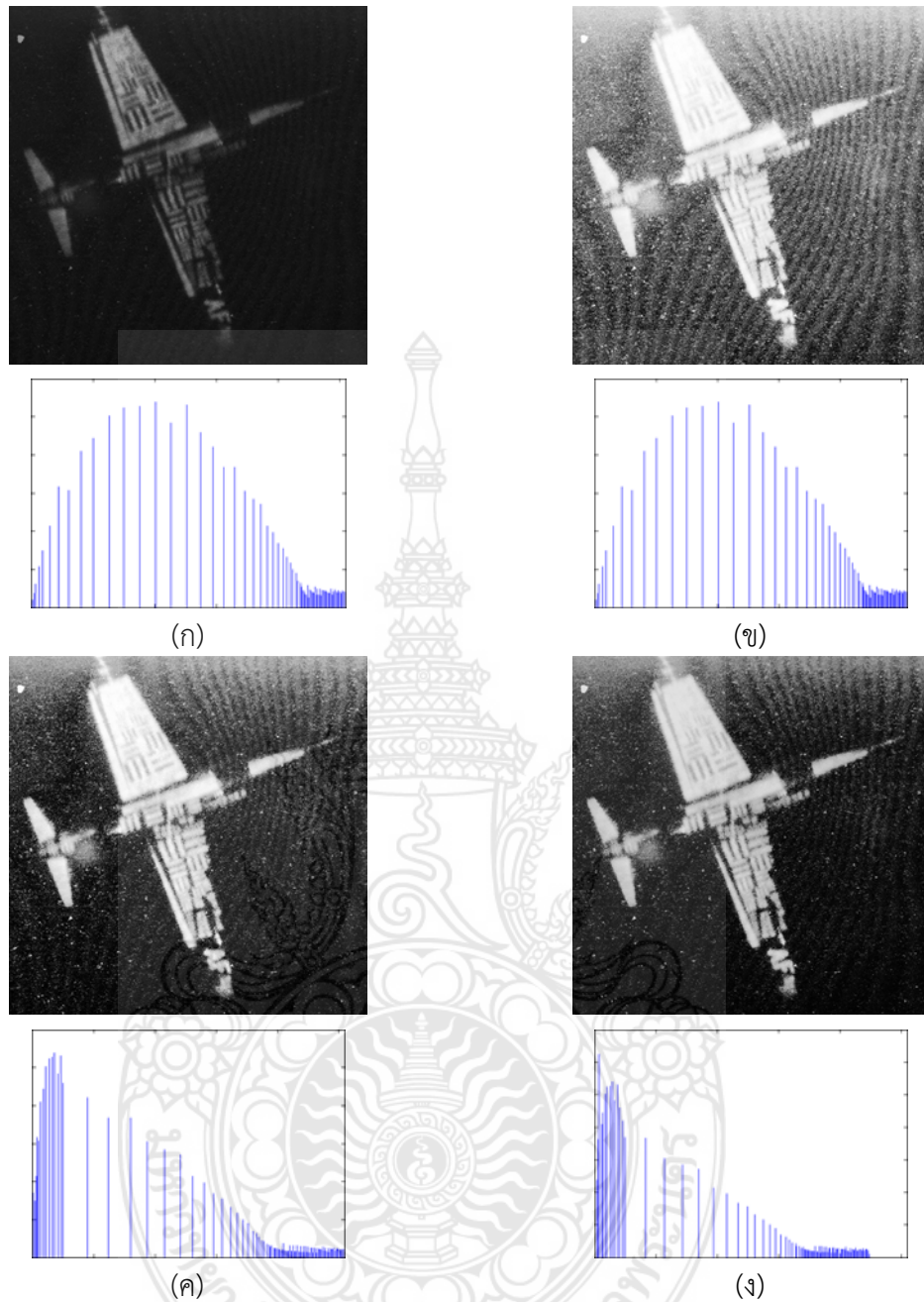
รูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Track and APCs

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Tank

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่



รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบการทดลองของภาพ Airplane (U-2)

- (ก) ภาพต้นฉบับ และฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับ
- (ข) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ
- (ค) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งออกเป็นสองส่วน
- (ง) ภาพผลลัพธ์ และฮิสโตแกรมของภาพผลลัพธ์โดยใช้วิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความสว่างผิดพลาดสัมบูรณ์ของภาพผลลัพธ์วิธี HE วิธี BBHE และวิธี WBHE

ชื่อภาพ	HE	BBHE	WBHE
Girl	17.37088	12.02086	0.06348
Splash	25.44266	11.56768	0.41983
Girl (Tiffany)	82.16163	38.03572	37.81729
Moon Surface	1.25349	1.81264	1.32314
Chemical Plant	23.90703	12.16783	2.30620
Airport	45.96031	17.21593	15.43191
Truck	23.03217	14.91651	7.54406
Car and APCs	13.93107	11.38658	9.63023
Track and APCs	22.63727	11.74712	0.22270
Tank	21.76308	12.75653	5.79171
Airplane (U-2)	98.81740	41.47091	25.85977

4.4 สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงคุณภาพภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่ เป็นการปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลให้มีความคมชัดสูงขึ้น โดยการคำนวณการกระจายตัวของฮิสโตแกรมจากภาพต้นฉบับเพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ว่างที่ฮิสโตแกรมนั้นจะสามารถกระจายตัวได้ แต่ยังคงรักษาค่าความสว่างของภาพและเน้นรายละเอียดของภาพให้ชัดเจนกว่าวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพและวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วน ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2

การปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่นั้น จะสามารถเน้นรายละเอียดที่ซ่อนอยู่ในภาพต้นฉบับให้มีความชัดเจนขึ้นได้ จากตัวอย่างรูปที่ 4.2(ง) และรูปที่ 4.11(ง) รวมถึงลดสัญญาณรบกวนที่อันเกิดขึ้นมาจากการกระจายตัวของฮิสโตแกรมข้างเคียงเมื่อเปรียบเทียบกับภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วน จากตัวอย่างรูปที่ 4.2(ค) และรูปที่ 4.11(ค)

บทที่ 5

สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลนั้นทำได้ยากและมีประสิทธิภาพต่ำ ถ้าหากภาพที่ได้ขาดความคมชัด ทำให้การจำแนกข้อมูลและทำการแปลความหมายภาพขาดประสิทธิภาพ จึงมีวิธีการที่ใช้ในการช่วยทำให้ภาพดิจิทัลมีความคมชัดขึ้น เพื่อง่ายต่อการแปลความหมายจากภาพ และนำไปใช้ประโยชน์ต่อ นั่นคือ การปรับเท่าฮิสโตแกรมของภาพ ซึ่งมีเทคนิคมากมายที่แตกต่างกันออกไป ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยการใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่โดยมีขั้นตอนของกระบวนการดังนี้

- ทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่นความน่าจะเป็นสะสมของจุดภาพทั้งหมด จากนั้นเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ใกล้เคียงกับค่า 0.5

- ทำการคำนวณหาค่าตัวถ่วงน้ำหนักในพื้นที่ย่อยที่ 1 และพื้นที่ย่อยที่ 2 โดยใช้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนเป็นค่าระดับที่แบ่งฮิสโตแกรมของภาพต้นฉบับออกเป็นสองส่วน

- นำภาพพื้นที่ย่อยที่ 1 และพื้นที่ย่อยที่ 2 มาทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมอย่างอิสระซึ่งกันและกันโดยคำนวณจากค่าตัวถ่วงน้ำหนักในแต่ละพื้นที่ย่อย

- นำภาพพื้นที่ย่อยที่ทำการปรับเท่าฮิสโตแกรมมารวมเป็นภาพผลลัพธ์ พร้อมทั้งคำนวณค่า AMBE ของภาพผลลัพธ์เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ

โดยเทคนิคที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ ทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้มีค่า AMBE ต่ำกว่าวิธีการที่ไม่ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วนโดยไม่ใช้ตัวถ่วงน้ำหนัก

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบในการทำวิจัยนี้ คือ ในส่วนของการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยใช้คำนวณค่าระดับสีเทาเริ่มต้นของฮิสโตแกรมภาพต้นฉบับและค่าระดับสีทาสีเทาสิ้นสุดของฮิสโตแกรมภาพต้นฉบับนั้น จะเกิดค่าความผิดพลาดได้ ในกรณีที่มีสัญญาณรบกวนแบบสุ่มเกิดขึ้นนอกกลุ่มของกลุ่มจุดภาพ ทำให้การคำนวณตัวถ่วงน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับการกระจายตัวของฮิสโตแกรมนั้นผิดเพี้ยนไปเล็กน้อย แต่ก็ยังคงรักษาค่าเฉลี่ยความสว่างของภาพได้ดีกว่าวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองส่วนหรือวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมทั้งภาพ

ปัญหาอีกส่วนหนึ่งที่พบกันบ่อยในงานวิจัยการประมวลผลภาพ ก็คือ การจองหน่วยความจำในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ เนื่องจากขนาดของภาพที่ใช้มีขนาดใหญ่ จึงทำให้ข้อมูลภาพมีขนาดหน่วยความจำที่มีขนาดสูงขึ้น สำหรับเก็บตำแหน่งข้อมูลในพื้นที่ย่อย และข้อมูลในตำแหน่งต่าง ๆ ของภาพ ทำให้การประมวลผลภาพนั้นเป็นไปได้ช้า แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว หากผู้ที่จะทำการวิจัยสามารถหาเครื่องมือที่รองรับความต้องการเหล่านี้ได้ การพัฒนาการวิจัยจะสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ข้อเสนอแนะที่จะนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนา คือ การทำการปรับเรียบภาพหรือลดสัญญาณรบกวนของภาพก่อนที่จะทำการคำนวณหาค่าตัวถ่วงน้ำหนัก โดยใช้หน้ากากของนากาโอ หรือใช้ตัวกรองความถี่สูงและต่ำ ซึ่งในแต่ละวิธีจะให้ข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการอื่นต่อไป



บรรณานุกรม

- J. S. Lim, Two-Dimensional single and Image Processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
- R. C. Gonzalez and P. Wintz, Digital Image Processing, 2nd Ed., Addison-Wesley Publishing Co., Reading, Massachusetts, 1987.
- J. Zimmerman, S. Pizer, E. Staab, E. Perry, W. McCartney, and B. Brenton, "Evaluation of the effectiveness of adaptive histogram equalization for contrast enhancement," IEEE Trans. on Medical Image, pp. 304 – 312, Dec. 1988.
- Y. Li, W. Wang, and D. Y. Yu, "Application of adaptive histogram equalization to x-ray chest image." Proc. of the SPIE, pp. 513 – 514, vol. 2321, 1994.
- Yeong – Taeg Kim, "Method and circuit for video enhancement based on the mean separate histogram equalization," filed in a Korean patent, March 9, 1996, Appl. No. 6219.
- Yeong – Taeg Kim, "Method and circuit for video enhancement based on the qualzaed mean separate histogram equalization," filed in a Korean patent, March 9, 1996, Appl. No. 6220.
- R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, Digital image processing, 3rd ed., Upper Saddle River, N. J., Prentice Hall, 2008.
- K. Yeong – Taeg, "contrast enhancement using brightness preserving bi-histogram equalization," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 43, no. 1, pp. 1 – 8, 1997.
- W. Yu, C. Qian, and Z. Beomin, "Image enhancement based on equal area dualistic sub-image histogram equalization method," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 45, no. 1, pp. 68 – 78, 1999.
- S. D. Chen, and A. R. Ramli, "Contrast enhancement using recursive mean-separate histogram equalization for scalable brightness preservation," IEEE Trans. Consumer Electronics, vol. 49, no. 4, pp. 1301 – 1309, Nov, 2003.

- S. M. Pizer, E. P. Amburn, J. D. Austin, R. Cromartie, A. Geselowitz et al., "Adaptive Histogram Equalization and Its Variations," *Computer Vision Graphics and Image Processing*, vol. 39, no. 3, pp. 355 – 368, Sep, 1987.
- S. Yang, J. H. Oh, and Y. Park, "Contrast enhancement using histogram equalization with bin underflow and bin overflow," *2003 International Conference on Image Processing*, vol 1, Proceedings, pp. 881 – 884, 2003.
- T. Kim, and J. Pail, "Adaptive Contrast Enhancement Using Gain Controllable Clipped Histogram Equalization," *IEEE Trans, Consumer Electronics*, vol. 54, no. 4, pp. 1803 – 1810, Nov, 2008.
- C. M. Tsai, and Z. M. Yeh, "Contrast enhancement by automatic and parameter-free piecewise linear transformation for color images," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 54, no. 2, pp. 213 – 219, May, 2008.
- S. A. Karunasekera, and N. G. Kingsbury, "A Distortion Measure for Blocking Artifacts in Images Based on Human Visual Sensitivity," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 4, no. 6, pp. 713 – 724, Jun, 1995.
- S. Chen and A. R. Ramli "Minimum mean brightness error bi-histogram equalization in contrast enhancement" *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 49, no. 4, pp. 1310-1319, 2003.
- S. Chen and A. R. Ram "Alization for scalable brightness preservation" *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 49, no. 4, pp. 1301-1309, 2003.
- K. S. Sim, C. P. Tso and Y, Y. Tan "Recursive sub-image histogram equalization applied to gray-scale images" *Pattern Recognition Letters*, vol. 28, pp. 1209-1221, 2007.
- Q. Wang and R. K. Ward "Fast image/video contrast enhancement based on weighted thresholded histogram equalization" *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 53, no. 2, pp. 757-764, 2007.

- D. Menotti, L. Najman, J. Facon and A. A. Araujo "Multi-histogram equalization methods for contrast enhancement and brightness preserving" IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 53, no. 3, pp. 1186-1194, 2007.
- Gorai, A.; Ghosh, A "Gray-level Image Enhancement By Particle Swarm Optimization" Machine Intell. Unit, Indian Stat. Inst., Kolkata, India Dec-2009 p-72-79. Coimbatore.
- Fan Yang, Jin Wu "An Improved Image Contrast Enhancement in Multiple-Peak Images Based on Histogram Equalization", International Conference On Computer Design And Applications (ICCD A 2010).
- Abdullah-Al-Wadud, M. Kabir, M.H. Dewan, M.A.A. Oksam Cha, "A Dynamic Histogram Equalization for Image Contrast Enhancement", Kyung Hee Univ., Seoul. Vol53, page 593, USA.
- Nyamkhangva Senggee and Heung Kook Choi. "Brightness Preserving Weight Clustering Histogram Equalization", International Conference On Computer Design And Applications (ICCD A 2010)
- Min Shi Qingming Yi Jianming Gong "Blocking Effect Reduction Based on Human Visual System for Highly Compressed Images", Ottawa, Ont. May, 2006.
- Manisha Bhagwat¹, R.K. Krishna & V.E. Pise³ "Image Segmentation by Improved Watershed Transformation in Programming Environment MATLAB" Nagpur University, Chandrapur, India Vol. 1, no. 2, July-Dec 2010, pp. 171-174.
- Kabir, Abdulla and Chae, "Brightness preserving image contrast enhancement using weighted mixture of global and local transformation function", International Arab journal of IT, vol. 7 no. 4 Oct, 2010.

ภาคผนวก ก.

ต้นแบบโปรแกรมการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำ




```
tic
clc
clear all
close all
img = imread('.....filename.....');
[X, Y] = size(img);
for i = 1:X
    for j = 1:Y
        newimg(i, j) = (img(i, j, 1) + img(i, j, 2) + img(i, j, 3)) / 3;
    end
end
end
toc
```



ภาคผนวก ข.

ต้นแบบโปรแกรมการปรับเท่าฮีสโตแกรมภาพแบบ GHE



```
tic  
clc  
clear all  
close all  
img = imread('.....filename.....');  
histeq(img);  
toc
```

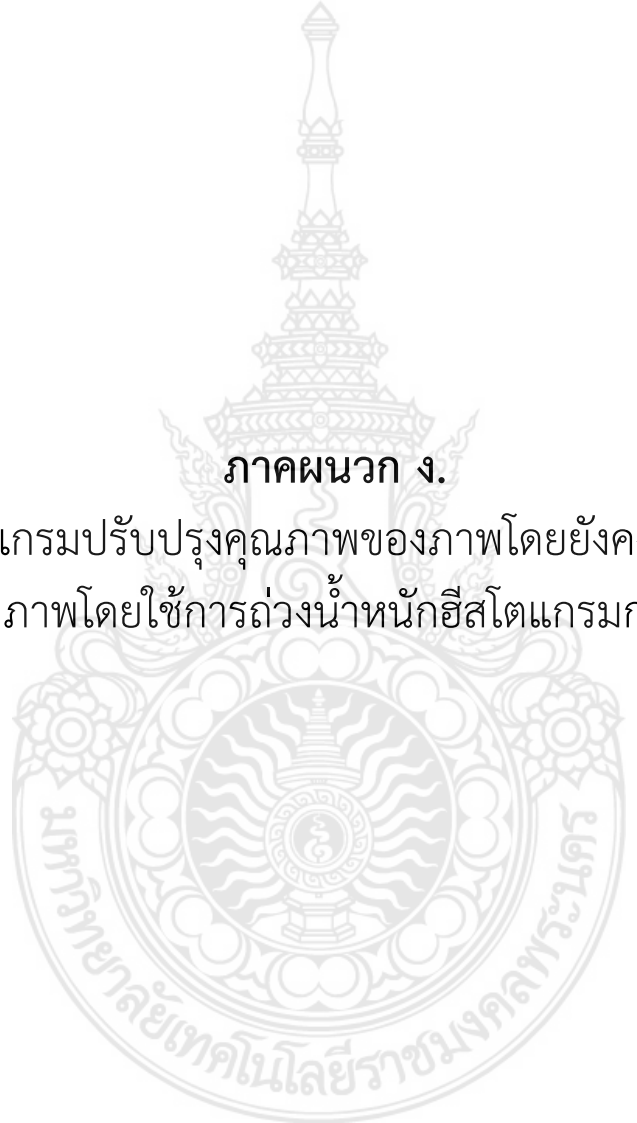


ภาคผนวก ค.

ต้นแบบโปรแกรมการปรับเท่าสีสโตแกรมภาพออกเป็นสองส่วนโดยใช้
ค่าขีดเริ่มเปลี่ยน



```
tic
clc
clear all
close all
img = imread('.....filename.....');
x1 = imhist(img);
x2 = cumsum(x1);
threshold = find(x1 == max(x1));
ratio_scale = 4 - (x2(threshold - 4)/x2(threshold)) * 4;
zeta = atan(ratio_scale/5);
zeta = zeta * 180 / pi();
zeta = 45 - zeta;
[X, Y] = size(img);
c = x2 / (X*Y);
m = uint8(c*255);
oldlevel(:,1) = uint8(0:255);
if zeta <= 5
    w = 0;
else
    w = (zeta - 5) * 0.025;
end
newlevel = w * m + (1 - w) * oldlevel;
newimg = img;
for i = 1:256
    newimg(find(img==oldlevel(i))) = newlevel(i);
end
imshow(img);figure;imshow(newimg);figure;plot(x1);figure;plot(x2)
toc
mean2(img)
mean2(newimg)
```



ภาคผนวก ง.

ต้นแบบโปรแกรมปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยยังคงรักษาค่าเฉลี่ย
ความสว่างของภาพโดยใช้การถ่วงน้ำหนักฮิสโตแกรมกระจายตามพื้นที่

```

tic
clc
clear all
close all
img = imread('.....filename.....');
x1 = imhist(img);
x2 = cumsum(x1);
[X, Y] = size(img);
p = x2/(X*Y);
c = cumsum(p);
threshold = max(find(p <= 0.5));
s0 = double(min(min(img)));
s1 = double(max(max(img)));

    nn = cumsum(imhist(img));
    c = nn/max(nn);
    threshold(1) = max(find(c <= 0.5));

clear c
%-----CDF recalculation-----
nn = imhist(img);
lower = 0; upper = 255;
p1 = nn(lower+1:threshold(1)+1)/max(cumsum(nn(lower+1:threshold(1)+1)));
c1 = cumsum(p1); clear p1
    p2 = nn(threshold(1)+2:upper+1)/max(cumsum(nn(threshold(1)+2:upper+1)));
c2 = cumsum(p2); clear p2

w1 = ((threshold - s0) / threshold) + ((s0) / (2 * threshold));
lower = round(s0 * (1 - w1));
w1 = s0 / (2*threshold);
lower = round(w1 * threshold);

w2 = ((s1 - (0.5 * s1)) / 256) + 0.5;
upper = round(w2 * 256);

oldlevel = lower:upper;
    [x1, y1] = size(c1);
    for i = 1:x1

```



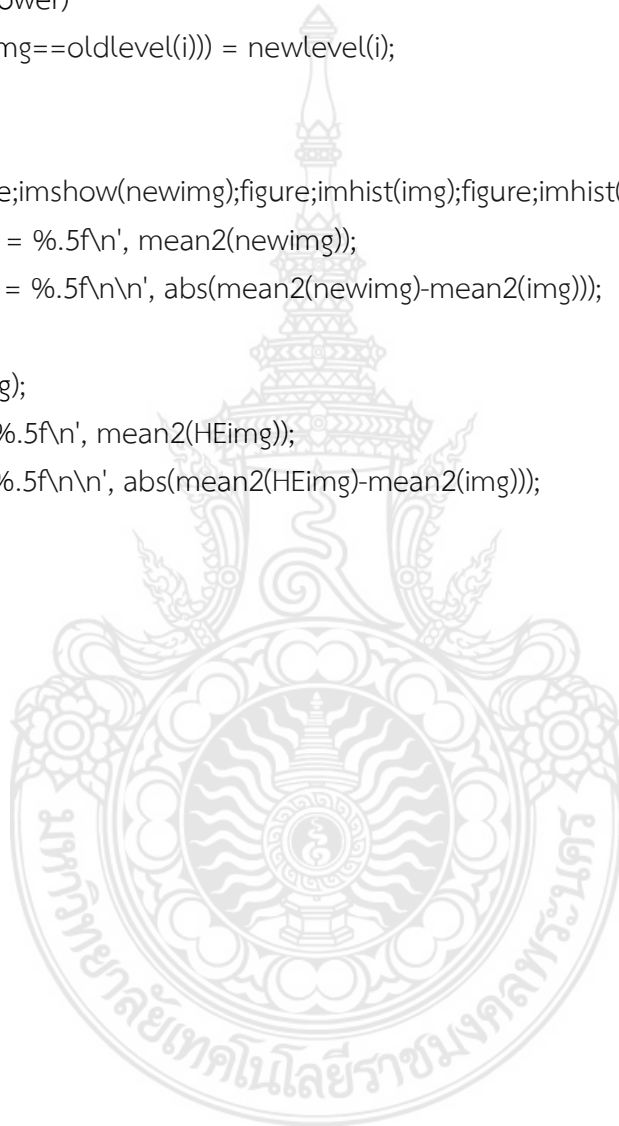
```

    newlevel(i) = round(lower + (threshold(1) - lower)*c1(i));
end
    [x2, y2] = size(c2);
    for i = 1:x2
        newlevel(i+x1) = round(threshold(1) + (upper - threshold(1))*c2(i));
    end
    newimg = img;
    for i = 1:(upper-lower)
        newimg(find(img==oldlevel(i))) = newlevel(i);
    end

%imshow(img);figure;imshow(newimg);figure;imhist(img);figure;imhist(newimg);
fprintf('WBHE mean = %.5f\n', mean2(newimg));
fprintf('WBHE AMBE = %.5f\n\n', abs(mean2(newimg)-mean2(img)));

HEimg = histeq1(img);
fprintf('HE mean = %.5f\n', mean2(HEimg));
fprintf('HE AMBE = %.5f\n\n', abs(mean2(HEimg)-mean2(img)));

```



ประวัติผู้วิจัย

นายทวีศักดิ์ ตรงศิริกุล

วศ.ม. การวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วศ.บ. ไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รางวัลและเกียรติประวัติ

- ได้รับทุนการศึกษาต่อ ณ สหรัฐอเมริกา แคนาดา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ หรือประเทศในทวีปยุโรป กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2555
- ได้รับทุนการศึกษาต่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปี พ.ศ. 2551
- ได้รับปริญญาตรีเกียรตินิยม อันดับที่ 2 จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- ได้รับรางวัลงานวิจัยดีเด่น ในการประชุมทางวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 ประเภทบทความวิจัยด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ประสบการณ์งานสอน

อาจารย์ประจำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

งานวิจัยที่สนใจ

- พลศาสตร์ และการเดินอากาศ (Aviation and Aerodynamic)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (Digital Signal Processing: DSP)

งานวิจัย

- Improvement Program for Heat Balance Analysis Fuel to Steam Efficiency ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2551 8th International Conference on Electronics, Hardware, Wireless, Optical Communications(EHAC'08)
- Improvement Program for Heat Balance Analysis Fuel to Steam Efficiency Boiler and Wireless Transducer Controlled ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2551 International Journal of Computers and Communications Issue 3, Volume 2, 2008, pp. 69-76
- เครื่องตรวจสอบความขาวของเม็ดพลาสติกในงานอุตสาหกรรม ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2553 2nd ECTI-Card 2010
- Sub-region enhancement with mean brightness preserving ปีที่พิมพ์ พ.ศ. 2554 33rd ECCON
- Mean Brightness Preserving in Sub-Region Sharpening via Histogram Equalization 2010 the 3rd IEEE International Conference on Machine Vision (ICMV)

ประวัติผู้วิจัย

นายสุนทร วิริยะ

วศ.บ. ไฟฟ้ากำลัง

รางวัลและเกียรติประวัติ

ประสบการณ์งานสอน

อาจารย์ประจำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

งานวิจัยที่สนใจ

งานวิจัย



ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาฏ ผ่องพุฒิ

ศบ.บ ศึกษาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วท.ม. ครุศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ed.D Industrial Education Management) TUP

รางวัลและเกียรติประวัติ

ประสบการณ์งานสอน

อาจารย์ประจำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคนิคศึกษา

งานวิจัยที่สนใจ

งานวิจัย

- Training need an input training program development for supervisory teachers at faculty of technical education in Rajamangala Institute of Technology
- การศึกษาคุณสมบัติของผู้เรียนที่เข้าสู่กระบวนการผลิตบัณฑิตในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปี 2550
- การพัฒนารูปแบบการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของครูช่างอุตสาหกรรมที่สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปี 2551
- ทิศทางการบริหารงานบุคลากรส่วนท้องถิ่น (พ.ย.2546) แหล่งทุนกรมการปกครอง
- การศึกษาคุณสมบัติของผู้เรียนที่เข้าสู่กระบวนการผลิตบัณฑิตในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปี 2550 อัตรายการโทรทัศน์เพื่อการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม รายการงานวิจัยกับสิ่งประดิษฐ์ของ มทร. พระนคร แหล่งทุน งบประมาณผลประโยชน์ (สถาบัน) ประจำปี 2550
- การพัฒนารูปแบบการเสริมสร้างภาพลักษณ์ของครูช่างอุตสาหกรรมที่สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีที่พิมพ์ 2551 การประชุมทางวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 3 เรื่อง “ครุศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาอาชีพศึกษายุคใหม่” วันที่ 18 – 19 ธันวาคม 2551 แหล่งทุน งบประมาณผลประโยชน์ (งบกลาง) ประจำปี 2550