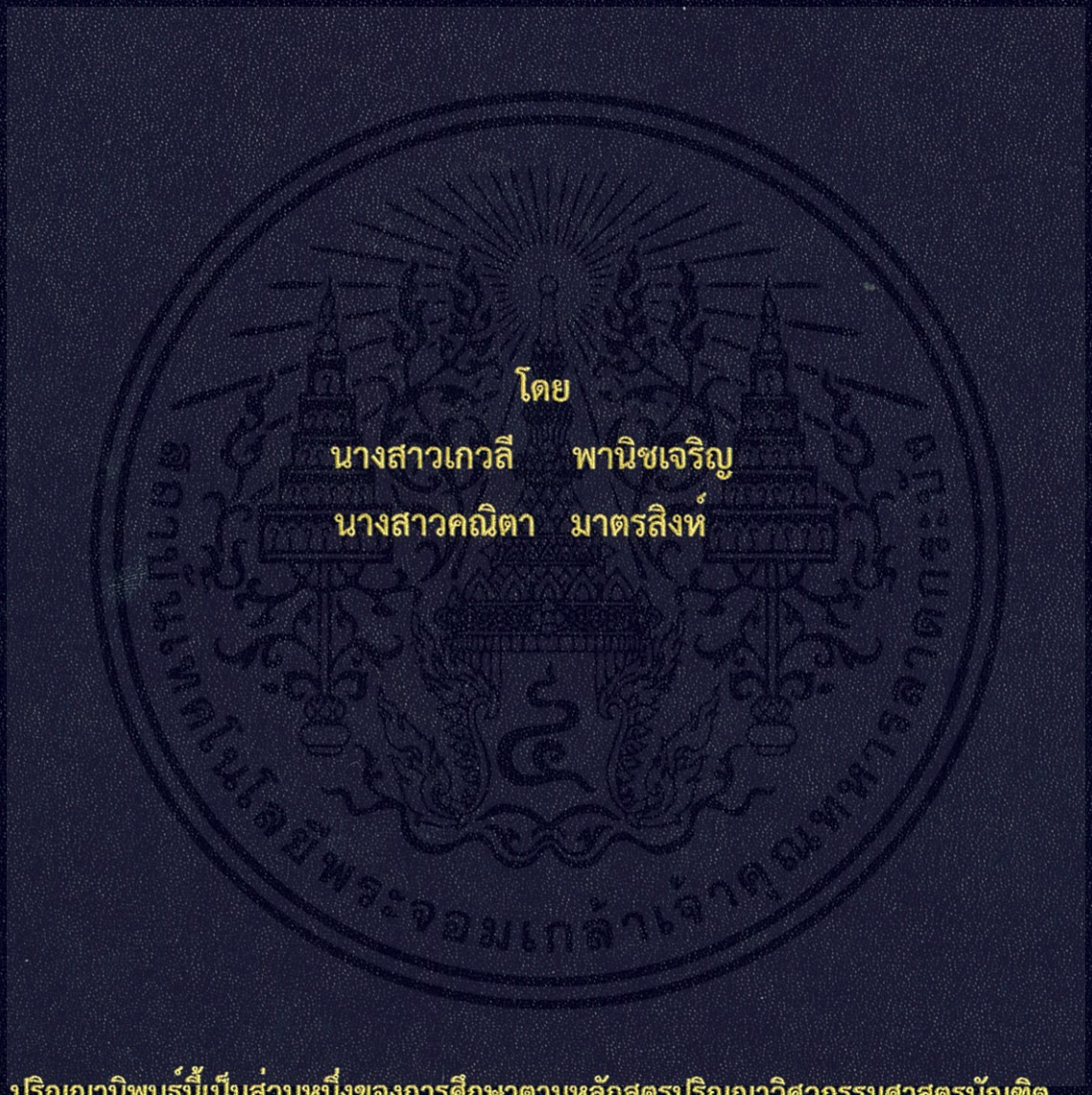
เทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพสำหรับการส่งและรับในย่านความถี่สูง

COMPRESSING TECHNIQUE FOR SENDING AND RECEIVING IMAGE IN HF BAND



โดย

นางสาวเกวลี พานิชเจริญ

นางสาวคณิตา มาตรสิงห์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2557

เทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพสำหรับการส่งและรับในย่านความถี่สูง

COMPRESSING TECHNIQUE FOR SENDING AND RECEIVING IMAGE IN HF BAND

โดย

นางสาวเกวลี พานิชเจริญ 54010127

นางสาวคณิตา มาตรสิงห์ 54010150

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสวงหากำไร หรือในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

7 / ม.ค. / 58

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว

(.....)

กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

6 / ม.ค. / 58

KMITL วิศวกรรมโทรคมนาคม Telecommunications Engineering

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพสำหรับการส่งและรับในย่านความถี่สูง

COMPRESSING TECHNIQUE FOR SENDING AND RECEIVING IMAGE IN HF BAND

ผู้จัดทำ

1. นางสาวเกวลี พานิชเจริญ 54010127
2. นางสาวคณิตา มาตรสิงห์ 54010150

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดีนั้น ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และเป็นผู้ช่วยเหลือแนะนำทางด้านการศึกษา รวมทั้งยังอบรมสั่งสอนทางคณะผู้จัดทำอย่างดียิ่งตลอดมา ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆท่าน ตลอดช่วงชีวิตการศึกษาของทางคณะผู้จัดทำ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับทางคณะผู้จัดทำ ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ทั้งยังขอขอบคุณพี่ๆทุกคน สำหรับคำแนะนำต่างๆ กำลังใจ และข้อคิดดีๆ ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของทางคณะผู้จัดทำ ที่มอบความปรารถนาดีและกำลังใจที่สำคัญเสมอมา อีกทั้งยังส่งเสริมทางด้านการศึกษาของทางคณะผู้จัดทำอย่างดียิ่ง รวมถึงให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวเกวลี พานิชเจริญ
นางสาวคณิตา มาตรสิงห์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพสำหรับการส่งและรับในย่านความถี่สูง
COMPRESSING TECHNIQUE FOR SENDING AND RECEIVING IMAGE IN HF BAND

โดย นางสาวเกวลี พานิชเจริญ 54010127
นางสาวคณิตา มาตรสิงห์ 54010150

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สุทธิชัย นพนาคีพงษ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาทฤษฎีการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งตามมาตรฐานของ JPEG โดยนำข้อมูลภาพนิ่งมาทำการลดขนาดของข้อมูลโดยใช้หลักการ Discrete Cosine Transform (DCT) ในรูปแบบสกุลไฟล์ JPEG และใช้หลักการซอฟต์แวร์ ให้มีขนาดไฟล์ภาพที่เล็กลง สำหรับการส่งในย่าน HF ที่มีช่วงความถี่ 3 MHz ถึง 30 MHz เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับวงจรการจัดเก็บข้อมูล วงจรสื่อสาร

ABSTRACT

Objective of this project is to study theory of still image compression by standard JPEG and then reduce the size of the data based on the Discrete Cosine Transform (DCT) in to a JPEG file by software to decrease file size for sending in HF Band which range is 3 MHz to 30 MHz in order to apply in circuit such as Data storages, Communication circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		VI
สารบัญตาราง		IX
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2	**ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง**	**3**
	2.1 บทนำ	3
	2.2 ย่านความถี่สูง (High Frequency)	3
	2.3 การบีบอัดข้อมูล	3
	2.3.1 มาตรฐานในการบีบอัดข้อมูล	4
	2.3.2 ประเภทของการบีบอัดข้อมูล	4
	2.3.2.1 Lossless Compression	4
	2.3.2.2 Lossy Compression	5
	2.3.3 ชนิดของไฟล์บีบอัดภาพ	5
	2.3.4 พิกเซล	6
	2.4 หลักการบีบอัดข้อมูลรูปภาพแบบ JPEG	6
	2.4.1 มาตรฐาน JPEG	6
	2.4.2 ระบบสี RGB	11
	2.4.3 การแปลงดีสครีทโคซายน์ (Discrete Cosine Transform DCT)	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.4 การควอนไตซ์ (Quantization) 16

2.4.5 DC Coding and Zigzag sequence 17

2.4.6 การเข้ารหัสรันเลนท์ (Run-Length Coding) 18

2.4.7 การเข้ารหัสฮัฟแมน (Huffman Coding) 19

2.5 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูลภาพ 22

2.5.1 ค่าความผิดพลาดยกกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error, MSE) 22

2.5.2 ค่าสัดส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (SNR) 23

2.5.3 อัตราบิต (Bit rate) 24

2.5.4 อัตราส่วนการบีบอัด (Compression ratio) 24

2.5.5 ศึกษาความเหมือนของโครงสร้าง (Structural Content) 24

2.5.6 การลดความซ้ำซ้อนของความผิดพลาดค่าสัมบูรณ์ 25

2.5.7 การลดความซ้ำซ้อนของค่าสหสัมพันธ์ข้าม 25

2.5.8 ความแตกต่างค่าเฉลี่ย (Average Difference) 25

2.5.9 ความแตกต่างสูงสุด (Maximum Difference) 25

2.6 บทสรุป 25

บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์ 26

3.1 บทนำ 26

3.2 การออกแบบ 26

3.2.1 การออกแบบโปรแกรมบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง 26

3.2.1.1 Compression Image 27

3.2.1.2 Decompression Image 27

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ 30

3.4 ขั้นตอนการจัดเก็บผลการทดสอบ 31

3.4.1 การทดสอบคุณสมบัติการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.4.2 ทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งและเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพ	35
	3.5 บทสรุป	38
บทที่ 4	**ผลการทดสอบ**	**39**
	4.1 บทนำ	39
	4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการบีบอัดรูปภาพ View	39
	4.3 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพและเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพ	42
	4.4 บทสรุป	50
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**51**
	5.1 บทนำ	51
	5.2 สรุปผลการทดสอบ	51
	5.3 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม		**53**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

1.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงานที่นำเสนอ 2
2.1 การบีบอัดด้วย JPEG 8
2.2 การเข้ารหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพระดับเทาตามมาตรฐาน JPEG 9
2.3 การถอดรหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพระดับเทาตามมาตรฐาน JPEG 9
2.4 การเข้ารหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพสีแบบมาตรฐาน JPEG 10
2.5 การถอดรหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพสีแบบมาตรฐาน JPEG 11
2.6 แกนคาร์ทีเซียนโคออดิเนตของระบบสี RGB 11
2.7 การแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 2มิติโดยใช้หลักการแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 1มิติ 14
2.8 รูปแบบพื้นฐานของการแปลงดีสครีทโคซายน์ 14
2.9 แอมปลิจูดการแปลงดีสครีทโคซายน์ แบบ 2 มิติ 15
2.10 การแปลงดีสครีทโคซายน์ แบบ 2 มิติในบล็อกขนาด 8x8 15
2.11 อัลกอริทึมของการบีบอัดแบบ JPEG 16
2.12 กระบวนการซิกแซก 17
2.13 การอ่านข้อมูลแบบซิกแซก 18
2.14 ตัวอย่างการเข้ารหัสฮัฟแมน 21
3.1 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง 26
3.2 ผังการทำงานของโปรแกรมบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งแบบ JPEG 28
3.3 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งแบบ JPEG 29
3.4 การควอนไตซ์ 30
3.5 รูปภาพต้นฉบับ View ขนาด 176x144 พิกเซล 31
3.6 การใช้โปรแกรม 32
3.7 การจดค่าที่ได้จากโปรแกรม 32
3.8 ขั้นตอนการบันทึกรูปภาพ 33
3.9 ขั้นตอนการเลือกที่เก็บรูปภาพ 33
3.10 ขั้นตอนการใส่ชื่อและสกุลไฟล์ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.11	การบันทึกรูปภาพ	34
3.12	รูปภาพ Deer ที่ใช้ในการทดสอบ	35
3.13	ขั้นตอนการบันทึกเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพ	35
3.14	ขั้นตอนการบันทึกรูปภาพ	36
3.15	ขั้นตอนการเลือกที่เก็บรูปภาพ	36
3.16	ขั้นตอนการใส่ชื่อและสกุลไฟล์	37
3.17	การบันทึกรูปภาพ	37
4.1	รูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล	39
4.2	รูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล	40
4.3	ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ View ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม	41
4.4	รูปภาพ Deer ขนาด 320×240 พิกเซล	42
4.5	รูปภาพ Deer ขนาด 320×240 พิกเซล ที่ถูกบีบอัดแล้ว	42
4.6	ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ Deer ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม	43
4.7	ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา	43
4.8	ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา ที่ถูกบีบอัดแล้ว	44
4.9	ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา	44
4.10	ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา	45
4.11	ฮิสโทแกรมรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา ที่ถูกบีบอัดแล้ว	45
4.12	ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา	46
4.13	ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.14 ฮิสโทแกรมรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทาที่ถูกบีบอัดแล้ว 47

4.15 ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา 47

4.16 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและขนาดของรูปภาพ 49

4.17 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพและขนาดของรูปภาพ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ตัวอย่างผลการเข้ารหัสฮัฟแมน 21

4.1 การทดสอบการวัดประสิทธิภาพหลังจากการบีบอัดรูปภาพ View 41

4.2 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพของรูปภาพ Deer ที่ขนาดต่างๆ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสื่อสารและการจัดเก็บข้อมูลถือว่ามีส่วนสำคัญมากในระบบสื่อสารข้อมูล เช่น การสื่อสารข้อมูลผ่านดาวเทียม การเก็บข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ การจัดเก็บข้อมูลบนสมาร์ตการ์ด การแสดงภาพบนอินเตอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งจะมีข้อมูลมากทั้งข้อมูลภาพและข้อมูลตัวอักษร การบีบอัดข้อมูลจึงเป็นกระบวนการหนึ่ง ที่จะทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลง ทำให้อุปกรณ์ที่มีขนาดความจุเท่าเดิม แต่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้มากขึ้น หรือการส่งข้อมูลทำได้เร็วขึ้น ช่วยลดต้นทุนสำหรับการเก็บข้อมูลภาพและการส่งข้อมูลภาพ ซึ่งข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลกระทบให้การประมวลผลรวมถึงการโอนถ่ายข้อมูล ต้องใช้เวลาและเนื้อที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีกระบวนการบีบอัดข้อมูลเพื่อให้เกิดความเหมาะสมสูงสุดในการใช้งานข้อมูล

ในปัจจุบัน หากมีการเก็บข้อมูลภาพหรือส่งข้อมูลภาพโดยปราศจากกระบวนการบีบอัดข้อมูลแล้ว ก็ดูเหมือนจะเป็นการสิ้นเปลืองโดยไม่มีเหตุผล และอาจกล่าวได้ว่า การบีบอัดข้อมูลภาพได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดเก็บข้อมูลภาพ และกระบวนการส่งข้อมูลภาพไปแล้ว แต่การได้มาซึ่งกระบวนการบีบอัดข้อมูลที่ดี จะต้องมีการวัดและการประเมินผลกระบวนการด้วย ซึ่งปัจจัยในการวัดและประเมินผลการบีบอัดข้อมูลภาพที่สำคัญ คือ อัตราส่วนการบีบอัด (Compression ratio) ปัจจัยสำคัญในการบีบอัดภาพคือ เพื่อให้ภาพนั้นมีขนาดของข้อมูลที่เล็กลง ในปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาเทคนิคของการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่ง เพื่อให้มีขนาดไฟล์ภาพที่เล็กลงและสามารถรับส่งข้อมูลภาพนิ่งได้

สำหรับวิธีการในการบีบอัดข้อมูลภาพนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น การบีบอัดภาพแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลบางส่วนมีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่สูงมาก และการบีบอัดภาพแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลไม่มีการสูญเสีย แต่จะสามารถบีบอัดข้อมูลได้ในอัตราส่วนที่ต่ำ ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการเพื่อที่จะบีบอัดข้อมูลนั้น จึงต้องคำนึงถึงรูปแบบและมาตรฐานของงานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ เพราะเมื่อมีการบีบอัดภาพนั้น จะทำให้คุณภาพของภาพที่เกิดขึ้นย่อมมีความเปลี่ยนแปลงออกไปจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

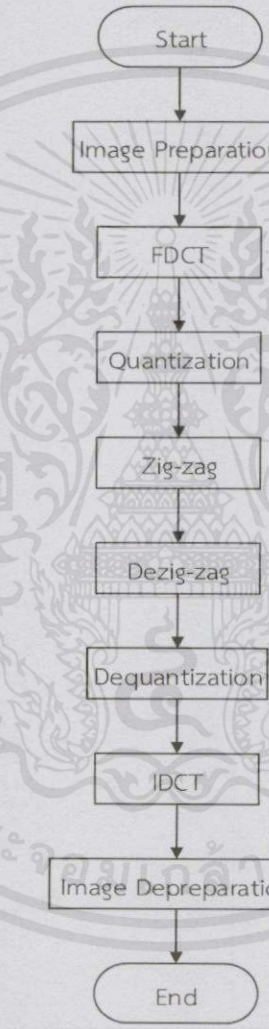
1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาเทคนิควิธีการที่เหมาะสมและสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงงานได้

2) ศึกษาวงจรที่เกี่ยวข้องกับ Hardware Compression เพื่อให้สอดคล้องกับช่วงที่มีค่า Bandwidth ต่ำ

3) ทดสอบภาพที่ได้จากโปรแกรมการบีบอัด

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงานที่นำเสนอ

จากรูปที่ 1.1 ศึกษาเทคนิคการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งเพื่อสามารถรับส่งได้ โดยผ่านกระบวนการบีบอัด เพื่อทำการส่งภาพนิ่งไปทางฝั่งรับข้อมูล ซึ่งทางส่วนของภาครับนั้น เราจะทำการรับข้อมูลภาพนิ่งที่ถูกบีบอัดมาแล้วขยายภาพกลับคืน เพื่อให้ได้ข้อมูลภาพนิ่งเหมือนข้อมูลภาพนิ่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ปัจจุบันเกิดมาตรฐานมากมายหลายมาตรฐานที่เกี่ยวกับภาพ ที่เราได้ยินคุ้นหูที่สุดก็คงจะเป็นมาตรฐาน JPEG และ MPEG ซึ่งเป็นที่นิยมกันในปัจจุบันด้วยข้อดีที่ว่า มันสามารถนำไปเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราได้ด้วยการใช้พื้นที่ในการเก็บที่น้อยกว่าในอดีตที่ผ่านมา

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีขั้นพื้นฐานของเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG โดยจะกล่าวถึงย่านความถี่สูง การบีบอัดข้อมูล ประเภทของการบีบอัดข้อมูล หลักการบีบอัดข้อมูลรูปภาพแบบ JPEG และเกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูลภาพ

2.2 ย่านความถี่สูง (High frequency)

ย่านความถี่สูง หรือ High Frequency (HF) ถูกออกแบบมาโดยองค์กรที่เรียกว่า ITU (International Telecommunication Union) เพื่อใช้สำหรับคลื่นความถี่วิทยุ จัดอยู่ในช่วงย่านความถี่สั้น (Shortwave radio) เพราะมีการส่งคลื่นโดยสะท้อนคลื่นกลับมายังโลกด้วยชั้นบรรยากาศชั้นบนที่เรียกว่าไอโอโนสเฟีย ความสูงจากพื้นโลกประมาณ 80 - 1000 กิโลเมตร หรือที่เรียกว่า Sky wave นอกจากนี้แล้วในช่วงความถี่ 2.310 - 25.820 MHz ยังสามารถใช้ในการสื่อสารทางไกลได้อีกด้วย

2.3 การบีบอัดข้อมูล

การบีบอัดข้อมูล (Compression) คือ การทำให้ขนาดของข้อมูลดิจิตอลมีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถจัดการกับข้อมูลได้ง่ายสะดวกและรวดเร็ว สามารถทำได้ในส่วนของ ฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ ในงานมัลติมีเดียส่วนใหญ่นั้น แทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะทำงานโดยปราศจากขบวนการบีบอัดข้อมูล ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาด้านสถาปัตยกรรมการประมวลผลของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยจัดการกับข้อมูลดิจิตอล เพื่อลดขนาดของข้อมูล ซึ่งมาตรฐานและวิธีการเข้ารหัสข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการเข้ารหัสนั้นจะทำให้ข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้ว มีลักษณะต่างไปจากเดิม จุดประสงค์ของการเข้ารหัส เพื่อรักษาความลับของข้อมูลข่าวสาร การเก็บข้อมูล และการสื่อสารข้อมูล

การบีบอัดข้อมูลมีประโยชน์ในการลดปริมาณการใช้ทรัพยากร เช่น ประหยัดพื้นที่ของฮาร์ดดิสก์เมื่อเก็บข้อมูล หรือใช้แบนด์วิดธ์ของระบบเครือข่ายน้อยลงเพื่อส่งข้อมูลที่บีบอัดแล้ว ในทางตรงข้ามข้อมูลที่ถูกบีบอัด (Compress) มาแล้วก็ต้องนำมาคลาย (Decompress) หรือถอดรหัสเพื่อให้ได้ข้อมูลเดิมกลับมา ก่อนที่จะสามารถนำไปใช้งานได้ ในบทนี้จะพิจารณาหลักการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้ในปัจจุบันทั้งทางด้านซอฟแวร์และทางด้านฮาร์ดแวร์ [1]

2.3.1 มาตรฐานในการบีบอัดข้อมูล

มาตรฐานในการบีบอัดข้อมูลถูกกำหนดขึ้นโดยองค์กร ที่มีชื่อว่า International Telecommunications Union (ITU) และ International Organization for Standardization (ISO) โดยทั้ง 2 องค์กร มีจุดมุ่งหมายต่างกันโดยชัดเจน ITU จะออกมาเป็นหนังสือแนะนำเพื่อใช้ในการสื่อสาร ในขณะที่ ISO ได้ร่วมมือกับ International Electro technical Commission (IEC) เรียกว่า ISO/IEC เพื่อความควบคุมที่มากกว่า เรียกว่า “Triple Play” หมายถึง การที่สามารถเล่นอินเตอร์เน็ต ดูโทรทัศน์ และใช้งานโทรศัพท์ ได้พร้อมกัน โดยกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ISO/IEC เน้นทางด้านการออกมาตรฐานของสื่ออิเล็กทรอนิกส์นั้นเอง

2.3.2 ประเภทของการบีบอัดข้อมูล

2.3.2.1 Lossless Compression เป็นการบีบอัดข้อมูลที่ไม่ทำให้ข้อมูลเกิดการสูญหายระหว่างการบีบอัด ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีความสมบูรณ์เหมือนกับต้นฉบับ ตัวอย่างของ Lossless Compression ได้แก่ การทำงานของโปรแกรมจำพวก ZIP หรือ RAR โดยทั่วไปใช้สำหรับบีบอัดไฟล์ภาพชนิดต่าง ๆ เช่น PNG TIFF GIF AVI WMA

ข้อดีของการบีบอัดไฟล์แบบ Lossless คือผลลัพธ์ของการบีบอัดจะมีคุณภาพดีเหมือนกับข้อมูลต้นฉบับและสามารถคลายข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนข้อเสียคือ ข้อมูลจะมีความซับซ้อนจำนวนมาก ทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ ดังนั้นการบีบอัดไฟล์ประเภทนี้เหมาะกับงานที่ต้องการความละเอียดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของการบีบอัดแบบไม่มีการสูญเสียรายละเอียดข้อมูล ได้แก่

- ข้อมูลที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลในข้อมูลภาพ เช่น ขอบข้อมูลภาพที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลของภาพดาวเทียมต่างๆ เป็นต้น

- เนื้อหาหรือลักษณะของภาพ (Content)

- ความซ้ำซ้อนของค่าความสว่างจุดภาพ

ประสิทธิภาพของการบีบอัดแบบสูญเสียรายละเอียดข้อมูล ได้แก่

- อัลกอริทึมที่ใช้

- คุณภาพข้อมูลภาพผลลัพธ์ที่ต้องการ (คุณภาพสูงขนาดจะลดลงน้อย คุณภาพต่ำขนาดภาพจะลดลงได้มาก)

2.3.2.2 Lossy Compression จะเป็นการบีบอัดโดยตัดข้อมูลต้นฉบับบางส่วนออกไปเพื่อลดขนาดไฟล์ โดยข้อมูลที่ซ้ำซ้อนจะถูกตัดทิ้งอย่างถาวร ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการบีบอัดไม่สมบูรณ์เหมือนกับข้อมูลต้นฉบับและคุณภาพของข้อมูลลดลงด้วย มักใช้ในการบีบอัดรูปภาพ เสียง หรือ Video เช่น ไฟล์ MP3

การบีบอัดไฟล์แบบ Lossy นิยมนำไปใช้กับแอปพลิเคชั่นของการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งและสนทนาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ข้อดี คือข้อมูลจะมีขนาดเล็กลง แต่จะเกิดการสูญหายของข้อมูลบางส่วน ทำให้ไม่สามารถแสดงผลข้อมูลได้เหมือนต้นฉบับ

2.3.3 ชนิดของไฟล์บีบอัดภาพ

ชนิดของไฟล์ (Format) ที่ใช้ในการบีบอัดรูปได้แก่ JPEG GIF BMP และ PNG ซึ่งเราจะใช้ฟอร์แมตใด ต้องทำความเข้าใจลักษณะในการบีบอัดข้อมูลของแต่ละฟอร์แมต เพื่อให้เราสามารถเลือกใช้ได้ถูกต้อง โดยปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะใช้ชนิดของไฟล์แบบ JPEG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 พิกเซล

"พิกเซล" (Pixel) มาจากคำว่า "พิกเจอร์" (Picture) ที่แปลว่า รูปภาพ และ "เอเลเมนต์" (Element) ที่แปลว่า องค์ประกอบ Pixel คือ ส่วนหนึ่งที่เล็กที่สุดของภาพดิจิตอล เป็นส่วนของการแสดงผลภาพบนสื่อดิจิตอล ที่มาจากสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์หรือแสดงโดยค่าดิจิตอล พิกเซลเป็นค่าบนอุปกรณ์แสดงผล หรือ ในกล้องถ่ายรูปแบบดิจิตอล (Photo Sensor) และสามารถใช้เป็นหน่วยของการวัดความละเอียด เช่น 640 x 480 Pixel หมายความว่า มีความละเอียด 307,200 Pixel [2]

2.4 หลักการบีบอัดข้อมูลรูปภาพแบบ JPEG

2.4.1 มาตรฐาน JPEG

JPEG ย่อมาจาก Joint Photographic Expert Group เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นในปี 1992 จุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นมาตรฐานภาพนิ่งสำหรับภาพสี อัตราการบีบอัดของไฟล์ JPEG ที่สามารถทำได้ประมาณ 15:1 โดยเฉลี่ย ส่วนมากเราจะนิยมใช้ในงานที่เกี่ยวกับภาพสีและภาพขาวดำ (Gray scale) เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพที่ใช้ทางการแพทย์ บางครั้งเราสามารถใช้มันเป็นภาพวีดีโอได้ หรือเรียกอีกอย่างว่า Motion JPEG หรือ MJPEG เป็นการใช้ฮาร์ดแวร์ชนิดพิเศษเข้าช่วยในการบีบอัดข้อมูลภาพต่อภาพ มาตรฐานการทำงานของการบีบอัดภาพไฟล์ JPEG มีอยู่ด้วยกัน 4 โหมด ได้แก่

โหมดที่ 1 การบีบอัดไฟล์โดยอาศัยวิธีการเข้ารหัสแบบลำดับพื้นฐาน DCT (sequential DCT- based encoding) เป็นวิธีที่ใช้งานมากที่สุด โดยการทำงานจะเริ่มต้นจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง เป็นวิธีที่ยอมให้เกิดการสูญเสียของข้อมูลในภาพได้ มีอัตราการบีบอัดมาก ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญๆ ดังนี้

ขั้นตอนของการเข้ารหัส (Encoder)

1) การแปลงสัญญาณที่ไม่มีความต่อเนื่องให้อยู่ในรูปของโคไซน์หรือ FDCT (Forward Discrete Cosine Transformation)

2) การทำการจัดระดับ (Quantization) เนื่องจากตาของคนเรามีความรู้สึกที่ความถี่ต่ำมากกว่าความรู้สึกที่ความถี่สูง จึงทำการจัดระดับโดยการนำค่าความเข้มของแสงที่มีความถี่ต่ำมาไว้ตรงจุดเริ่มต้นของภาพก่อน แล้วจึงตามมาด้วยค่าความเข้มของสีที่มีความถี่สูง โดยการสูญเสียที่เกิดจากการบีบอัดข้อมูลจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การเข้ารหัสด้วยวิธีการของเอนโทรปี (Entropy Coding) เพื่อทำให้จำนวนบิตที่ทำการเข้ารหัสมีจำนวนที่น้อยลงกว่าการเข้ารหัสด้วยวิธีปกติ

ขั้นตอนของการถอดรหัส (Decoder)

1) การถอดรหัสเอนโทรปี (Entropy Decoding)

2) การทำการจัดระดับย้อนกลับ (Dequantization)

3) การแปลงสัญญาณที่ไม่มีความต่อเนื่องให้อยู่ในรูปของโคไซน์ย้อนกลับหรือ IDCT (Inverse Discrete Cosine Transformation)

โหมดที่ 2 เป็นโหมดของการบีบอัดข้อมูลด้วยวิธีการที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียเลย (Lossless encoding) ใช้งานน้อย วิธีการนี้ให้อัตราการบีบอัดที่น้อย แต่สามารถนำภาพดั้งเดิมกลับมาได้

โหมดที่ 3 เป็นโหมดของการบีบอัดแบบก้าวหน้า (Progressive encoding) ภาพที่ได้จะมีคุณภาพต่ำในตอนแรกที่ถูกแสดง และถูกปรับปรุงขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ภาพที่สมบูรณ์ในที่สุด โหมดการบีบอัดแบบก้าวหน้าต้องใช้บัฟเฟอร์ในการสะสมข้อมูล โดยมีวิธีการอยู่ 2 วิธี เพื่อให้ได้ภาพที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

1) วิธีการเลือกสเปคตรัม (Spectral selection) ในตอนแรกส่งส่วนประกอบของ DC หลังจากนั้นก็ส่งส่วนประกอบของ AC นิดหน่อย และตามด้วยส่วนของ AC ต่อเนื่องมาจนประกอบเป็นภาพโดยสมบูรณ์

2) วิธีประมาณโดยผลสำเร็จ (Successive Approximation) ทำการส่งสัมประสิทธิ์ DCT จาก MSB (บิตที่สำคัญมากที่สุด) ถึง LSB (บิตที่สำคัญน้อยที่สุด)

โหมดที่ 4 เป็นโหมดที่มีลักษณะเป็นลำดับชั้น (Hierarchical Encoding) ใช้วิธีการสแกนหลายๆรอบ ด้วยขนาดที่ต่างกัน

ลำดับภาพวีดีโอ

ลำดับภาพวีดีโอจะแสดงจำนวนของภาพวีดีโอหรือกลุ่มของภาพวีดีโอ ซึ่งจะเป็นเพียงกลุ่มของภาพเพียงกลุ่มหนึ่งเท่านั้น ไม่ใช่ภาพทั้งหมดของวีดีโอ ภาพวีดีโอแบบดิจิตอลเรียกได้อีกอย่างว่าเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

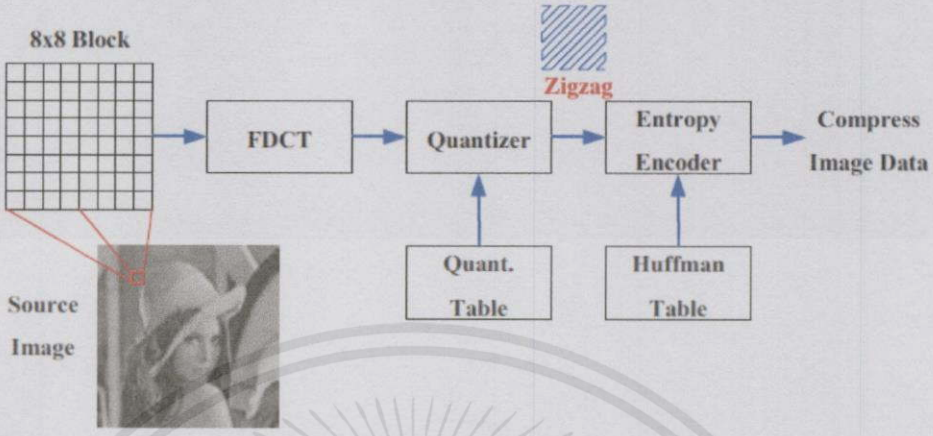
แต่ละเฟรมจะบรรจุข้อมูลของความเข้มของสีและความสว่างทั้งหมดที่จำเป็นต่อการแสดงภาพบนหน้าจอแสดงผล ข้อมูลที่เป็นสีและความสว่างนั้นถูกสร้างให้เป็น 3 เมตริกซ์ บรรจุไปด้วยความเข้มของแสงสว่างและโดยระดับความเข้มของแสงจะเป็นส่วนแรกที่แสดงเป็น Y ตามด้วยความเข้มของสี Cb และ Cr ด้วยการกระจายของความเข้มของสีที่เท่าๆกัน จะทำให้เกิดการผิดพลาดที่น้อยลง โดยขนาดของเมตริกซ์เหล่านี้จะเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพ (Resolution) และอัตราการแซมปลิ้งที่ใช้

รูปที่ 2.1 การบีบอัดด้วย JPEG [3]

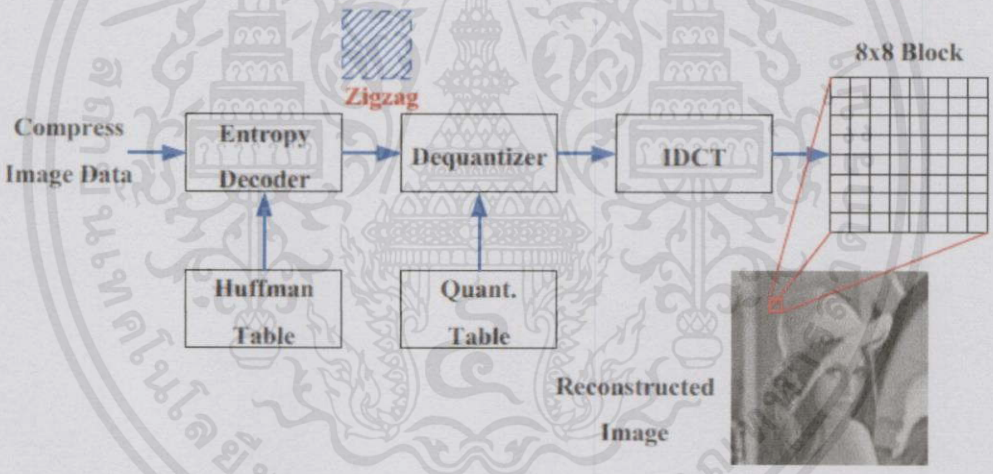
จากรูปที่ 2.1 JPEG ใช้เทคนิค Discrete Cosine Transform (DCT) สังเกตได้ว่าการบีบอัดด้วย JPEG นั้น รูปที่ได้ออกมาจะเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเล็กๆหลายอัน

ขั้นตอนพื้นฐานของการบีบอัดไฟล์ JPEG เป็นรูปแบบพื้นฐานของการบีบอัด DCT กระบวนการของการเข้ารหัส JPEG-based และถอดรหัสของภาพจะแตกต่างกันตามค่าความลึกสี (ความละเอียดของสีซึ่งจะมี 8 24 หรือ 32 บิต) แต่หลักการพื้นฐานสำหรับความลึกสีทั้งหมด จะเหมือนกับภาพบิตแมปที่เก็บค่าสีพิกเซลโดยพิกเซลดิบ (Raw Pixel) โดยมาตรฐานของการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG เป็นภาพระดับเทา (Gray scale) จะประกอบด้วยบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ส่วนต่างๆได้แก่ การแปลงดีสครีทโคซายน์การควอนไตซ์ (Quantization) และการเข้ารหัสเอนโทรปี (Entropy) ดังรูปที่ 2.2 และ รูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การเข้ารหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพระดับเทาตามมาตรฐาน JPEG [1]



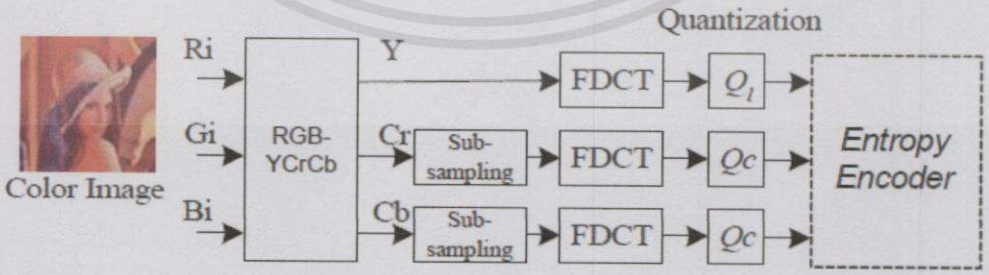
รูปที่ 2.3 การถอดรหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพระดับเทาตามมาตรฐาน JPEG [1]

จากรูปที่ 2.2 เป็นการเข้ารหัสการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG ที่ใช้กับภาพระดับเทา เริ่มจากการแบ่งภาพต้นฉบับย่อยออกเป็นบล็อก (Block) ขนาด 8×8 พิกเซล ซึ่งเป็นขนาดที่นิยมใช้ในระบบมาตรฐาน เมื่อแบ่งขนาดบล็อกออกเป็นขนาดดังกล่าวแล้วจึงทำการแยกสเปคตรัม (Spectrum) ของข้อมูลโดยวิธีการแปลงดีสครีทโคซายน์จากข้อมูลในโดเมนเวลา (Time Domain) เป็นข้อมูลในโดเมนความถี่ (Frequency Domain) จากนั้นจึงทำการจัดกลุ่มระดับข้อมูลด้วยวิธีการควอนไตซ์เพื่อลดข้อมูลภาพโดยการนำมูลภาพมาทำการหารด้วยตัวถ่วงในแต่ละจุดภายในบล็อกขนาด 8×8 พิกเซล และเรียกการควอนไตซ์ในส่วนนี้ว่า ลูมิแนนซ์ควอนไตซ์ (Luminance Quantization) ซึ่งในส่วนของการแปลงโดยดีสครีทโคซายน์และการควอนไตซ์เป็นการลดข้อมูลแบบมีการสูญเสีย (Lossy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

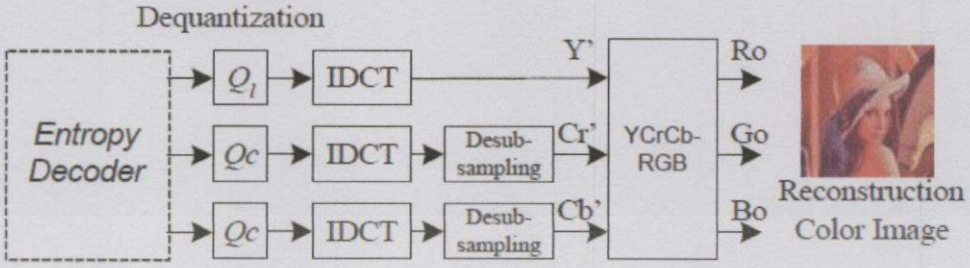
Compression) คือจะทำให้เกิดความเพี้ยนของข้อมูลแต่วิธีดังกล่าวนี้มีข้อดีคือสามารถลดข้อมูลได้มาก หลังจากทำการควอนไตซ์แล้วจึงนำข้อมูลมาจัดเรียงโดยกระบวนการซิกแซกเพื่อเรียงสัมประสิทธ์ความถี่ต่ำ ไปยังความถี่สูงภายในบล็อกขนาด 8×8 เพื่อให้ง่ายต่อการเข้ารหัสที่เน้นความซ้ำซ้อน (หรือการกระจาย) ของข้อมูลหรือการรหัสเอนโทรปี ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายในการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG โดยการเข้ารหัสเอนโทรปี ในมาตรฐานJPEG จะใช้การเข้ารหัสแบบรันเลนท์ (Run-length Coding) ร่วมกับการเข้ารหัสแบบฮัฟแมน (Huffman Coding) ซึ่งวิธีการเข้ารหัสทั้งสองแบบนี้เป็นการลดข้อมูลแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless Compression) เมื่อข้อมูลทั้งหมดหลังจากการเข้ารหัสเอนโทรปี จะถูกส่งออกมาในรูปแบบของบิทสตรีม (Bit Steam) ส่วนรูปที่ 2.3 เป็นการถอดรหัสการบีบอัดข้อมูลภาพแบบ JPEG กระบวนการจะใช้บล็อกไดอะแกรมเหมือนกับการเข้ารหัสแต่วิธีการจะทำย้อนกลับกันเพื่อสร้างข้อมูลภาพขึ้นมาใหม่

ในส่วนของการบีบอัดข้อมูลแบบ JPEG ที่เป็นภาพสีจะใช้วิธีการเหมือนกับภาพระดับเทา แต่ต้องเพิ่มบล็อกไดอะแกรมบางส่วนเข้าไปดังรูปที่ 2.4 และ 2.5 คือเพิ่มบล็อกไดอะแกรมในส่วนของการแปลงระบบสี RGB เป็นระบบ YCrCb ซึ่งจะส่งผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบีบอัดข้อมูลภาพให้บีบอัดขนาดข้อมูลของภาพให้มีขนาดเล็กลง และมีการเพิ่มบล็อกไดอะแกรมในส่วนของการแซมปลิ้งย่อย (Sub-Sampling) ทำให้ช่วยลดขนาดข้อมูลของภาพให้สามารถบีบอัดข้อมูลภาพได้เล็กลงอีก เนื่องจากการแซมปลิ้งย่อยจะทำการลดข้อมูลอินพุต และการแปลงระบบ RGB เป็นระบบ YCrCb ซึ่ง Y คือส่วนของความเข้มแสงหรือก็คือภาพระดับเทา จึงใช้การควอนไตซ์แบบลูมิแนนท์ควอนไตซ์ ส่วน Cr และ Cb เป็นส่วนของแสงสีจึงใช้การควอนไตซ์อีกแบบหนึ่ง เรียกว่าโครมิแนนซ์ควอนไตซ์ (Chrominance Quantization)



รูปที่ 2.4 การเข้ารหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพสีแบบมาตรฐาน JPEG [1]

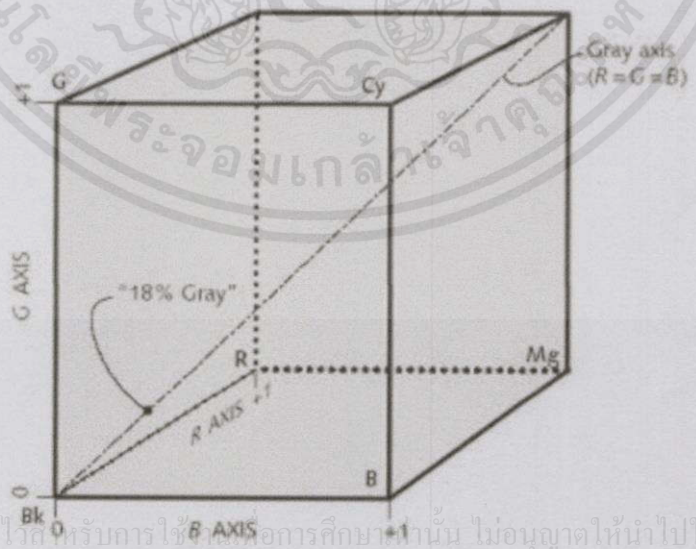
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การถอดรหัสของระบบการบีบอัดข้อมูลภาพสีแบบมาตรฐาน JPEG [1]

2.4.2 ระบบสี RGB

RGB เป็นระบบสีที่แบ่งข้อมูลของสีออกเป็น R (Red สีแดง) G (Green สีเขียว) B (Blue สีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นสามสีหลักของแสงสี โดยรูปแบบของ RGB นี้มีโครงสร้างเป็นแกนคาร์ทีเซียนโคออดิเนต (Cartesian coordinate) มีลักษณะเป็นทรงลูกบาศก์ดังรูปที่ 2.6 ค่าของ R G และ B จะอยู่ที่มุมทั้งสามในแนวแกน x y z ค่า Cy (Cyan คราม) Mg (Magenta มาเจนตา) และ Y (Yellow เหลือง) จะอยู่ที่มุมทั้งสามที่เหลืออยู่ ส่วนสีดำจะอยู่ที่จุดกำเนิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 แกนคาร์ทีเซียนโคออดิเนตของระบบสี RGB [1]

ในแต่ละบล็อกจะมีการบีบอัดในระดับบล็อก 8x8 และการบีบอัดรูปภาพจะไม่สมบูรณ์ถ้าขาดกระบวนการดังต่อไปนี้

- Discrete Cosine Transform (DCT)
- Quantization
- Zigzag
- Entropy Encoding และทำการแปลงรูปกลับมาเป็นรูปที่ถูกบีบอัดแล้ว

2.4.3 การแปลงดีสครีทโคซายน์ (Discrete Cosine Transform DCT)

การแปลงดีสครีทโคซายน์เป็นกระบวนการคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมาโดย Ahmed Natarjan และ Rao ตั้งแต่ปี 1974 [7] นิยมใช้นำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านการลดข้อมูลภาพ ปัจจุบันการแปลงดีสครีทโคซายน์เป็นมาตรฐานของการบีบอัดข้อมูลภาพทั้งซอฟแวร์ และฮาร์ดแวร์ เช่น JPEG MPEG H.26x ในการบีบอัดข้อมูลภาพโดยการแปลงจากโดเมนเวลา เป็นโดเมนความถี่ ระบบบีบอัดข้อมูลโดยใช้เทคนิคการแปลงดีสครีทโคซายน์ภาพอินพุตที่เข้ามาจะถูกแยกออกเป็นบล็อกเล็กๆ โดยเราสามารถกำหนดขนาดของบล็อกได้ว่าจะเป็นขนาดเท่าไร ขนาดของบล็อกที่เหมาะสมจะเป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพของการแปลง (Transform) ซึ่งจะทำให้มีผลต่อรายละเอียดของภาพ ความเหมาะสมของขนาดบล็อกค่าหนึ่งๆจะเหมาะสมกับค่าอัตราบิต (Bit rate) ค่าหนึ่งๆ โดยส่วนมากแล้วขนาดของบล็อกจะเป็นเลขยกกำลังของเลข 2 เช่น 4 8 16 โดยบล็อกขนาดเล็กจะให้คุณภาพของรูปที่ดี แต่การบีบอัดข้อมูลได้ไม่มาก ส่วนบล็อกขนาดใหญ่จะทำการบีบอัดได้ดี แต่คุณภาพของรูปภาพจะด้อยลง หลังจากแยกข้อมูลออกเป็นบล็อกๆแล้ว จะทำการแปลงไปโดยอิสระของแต่ละบล็อก ในส่วนมาตรฐานของ JPEG จะเลือกบล็อกภาพขนาด 8x8 พิกเซล เนื่องจากใช้พื้นที่ในหน่วยความจำไม่มากเกินไปและสายตามนุษย์สามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้

ในการป้อนข้อมูลการเข้ารหัส แหล่งที่มาของตัวอย่างภาพจะถูกแบ่งเป็นบล็อก 8x8 เปลี่ยนจากจำนวนที่อยู่ในช่วง $[0, 2^8 - 1]$ เพื่ออินติเกรตให้เป็นช่วง $[-2^7, 2^7 - 1]$ และการป้อนข้อมูลที่จะไปข้างหน้า DCT (FDCT) ที่ส่งออกจากการถอดรหัส, การย้อนกลับ DCT (IDCT) เอาท์พุต 8x8 บล็อกตัวอย่างเพื่อสร้างภาพขึ้นมาใหม่ โดยที่สมการต่อไปนี้เป็นคำนิยามทางคณิตศาสตร์ของ 8x8 FDCT ดังสมการที่ 2.1 และ 8x8 IDCT ดังสมการที่ 2.2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F(u,v) = \frac{1}{4}C(u)C(v)\left[\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} f(x,y) \times \cos\frac{(2x+1)u\pi}{16}\cos\frac{(2y+1)u\pi}{16}\right] \quad (2.1)$$

$$F(u,v) = \frac{1}{4}[\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} C(u)C(v)f(u,v) \times \cos\frac{(2x+1)u\pi}{16}\cos\frac{(2y+1)u\pi}{16}] \quad (2.2)$$

เมื่อ $C(u)C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}}$ สำหรับ $u, v = 0$ และ $C(u)C(v) = 0$ ในกรณีอื่นๆ

การแปลงดีสครีทโคซายน์นั้นมีคุณสมบัติเป็นการแปลงโอโธกอนอล (Orthogonal Transform) ดังนั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ได้ดังนี้

$$FDCT: Y = TXT^t \quad (2.3)$$

$$IDCT: X' = T^t YT \quad (2.4)$$

เมื่อ

T คือ การแปลงดิสครีสโคซายน์แบบ 1 มิติ

T^t คือ การแปลงดิสครีสโคซายน์แบบ 1 มิติแบบทรานส์โพส (Transpose)

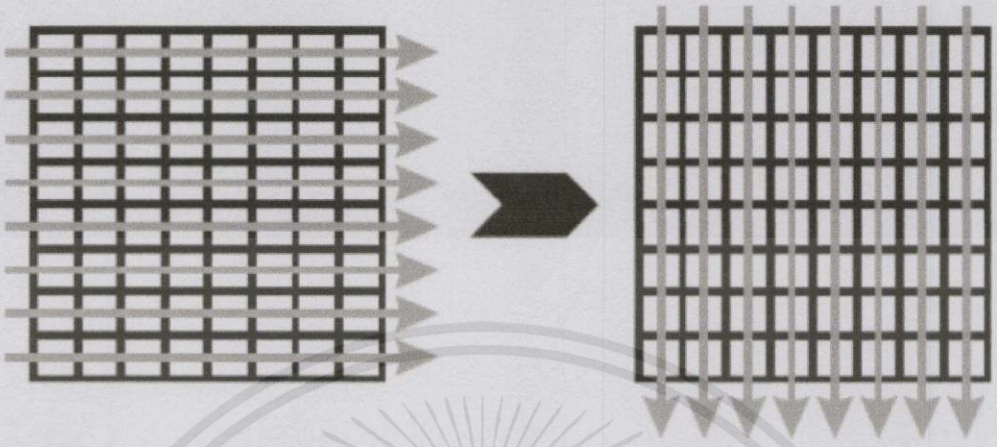
X คือ ข้อมูลภาพต้นฉบับ

X' คือ ข้อมูลภาพที่ถูกสร้างขึ้นใหม่

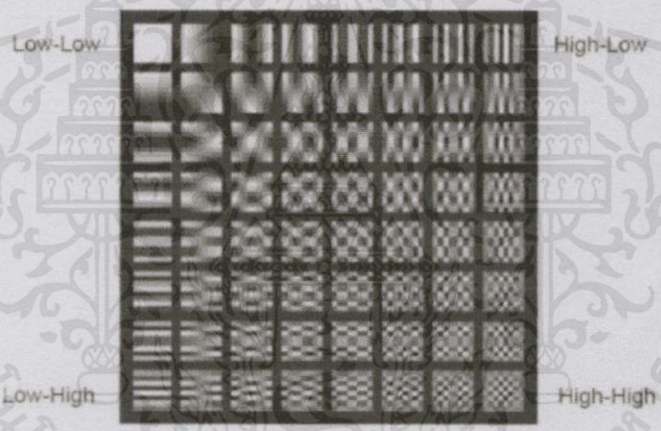
Y คือ ข้อมูลภาพที่ถูกแปลงดีสครีทโคซายน์

จากสมการที่ 2.3 เป็นสมการการแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 2 มิติ โดยมีวิธีการคือนำข้อมูลจากแถว (Row) มาทำการแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 1 มิติก่อน จากนั้นจึงนำข้อมูลจากคอลัมน์ (Column) มาทำการแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 1 มิติอีกครั้ง ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



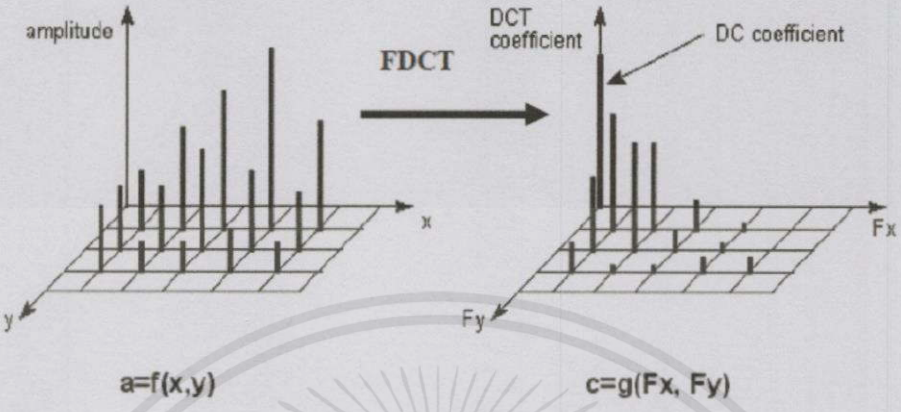
รูปที่ 2.7 การแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 2 มิติโดยใช้หลักการแปลงดีสครีทโคซายน์แบบ 1 มิติ [1]



รูปที่ 2.8 รูปแบบพื้นฐานของการแปลงดีสครีทโคซายน์ [1]

จากรูปที่ 2.8 รูปแบบของการแปลงดีสครีทโคซายน์จะสร้างอินพุตบล็อกขึ้นมาใหม่ เป็นอนุกรมของคลื่น (Waveform) ซึ่งแต่ละบล็อกจะมีค่าของความถี่สปาเชี่ยล (Spatial Frequecy) ของตัวมันเองโดยผลรวมของ 64 คลื่นทั้งหมดนี้ทำให้ได้รูปแบบพื้นฐานของการแปลงดีสครีทโคซายน์ และจากรูปแสดงให้เห็นถึงกระบวนการหาสัมประสิทธิ์ของแต่ละคลื่น โดยที่สัมประสิทธิ์เหล่านี้สามารถแปลงข้อมูลกลับมาเป็นเมตริกซ์ขนาด 8×8 ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แอมปลิจูดการแปลงดีสครีทโคซายน์ แบบ 3 มิติ [1]

รูปที่ 2.10 การแปลงดีสครีทโคซายน์ แบบ 2 มิติในบล็อกขนาด 8×8 [1]

จากรูปที่ 2.9 และ รูปที่ 2.10 เป็นการแปลงข้อมูลจากโดเมนเวลาให้อยู่ในโดเมนความถี่ ซึ่งข้อมูลในโดเมนความถี่ผลที่ได้จะมีลักษณะเด่นอยู่ 3 ประการคือ

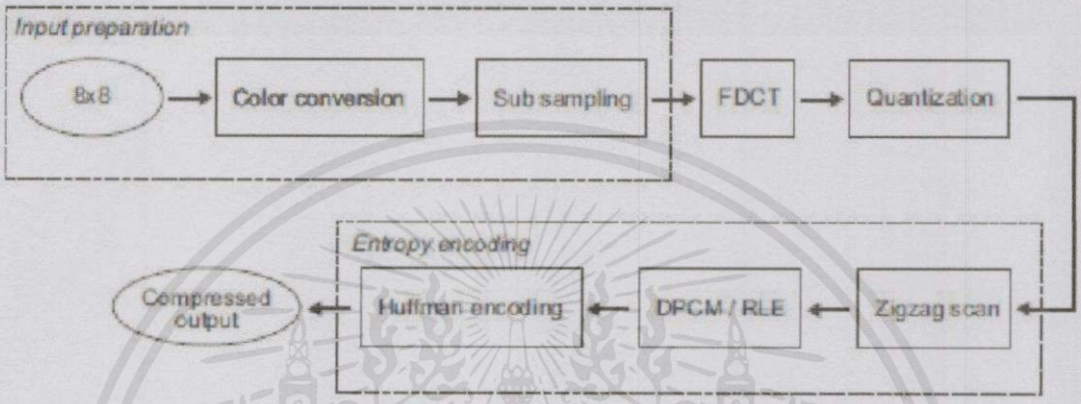
1) ค่าความถี่ที่ศูนย์จะเป็นค่าของความเข้มเฉลี่ยของข้อมูล

2) ค่าความถี่สูงจะเป็นค่าที่บอกถึงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง

3) ค่าความถี่ต่ำจะเป็นค่าที่บอกรายละเอียดโดยรวมของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในแต่ละบล็อกของขนาด 8×8 นั้นจะมีด้วยกันทั้งหมด 64 ค่า แต่ละค่าจะแสดงขนาด (Amplitude) ของแต่ละค่าที่เข้ามา ขนาดของสัญญาณนี้จะเป็นฟังก์ชั่นของจุดพิกัด 2 จุด โดยกำหนดให้ a=f(x,y) โดยที่ x,y จะเป็นมิติของโดเมนเวลา



รูปที่ 2.11 อัลกอริทึมของการบีบอัดแบบ JPEG [4]

ในการได้มาซึ่งรูปที่ถูกบีบอัดแล้ว เราจะต้องอาศัยกระบวนการที่เรียกว่า IDCT หรือการแปลงกลับของ DCT ซึ่งจะใช้ 64 จุดที่ได้จากการทำควอนไตซ์ และกู้กลับคืนเรียบร้อย เราต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ คือการทำ แผนที่แบบ 1ต่อ1 สำหรับ 64 จุดของเวกเตอร์ระหว่างรูปภาพในแกนเวลาและความถี่

2.4.4 การควอนไตซ์ (Quantization)

การควอนไตซ์ จะเกิดหลังจากกระบวนการ FDCT โดยเราจะทำการควอนไตซ์ตามตารางที่กำหนดโดยผู้ใช้ จุดประสงค์ของการควอนไตซ์ เพื่อทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลง และจะนำมาซึ่งการสูญเสียของข้อมูลรูปภาพ แต่เมื่อผ่านการควอนไตเซชั่น ผลที่ได้คือจะมีค่าที่ซ้ำกันเพิ่มมากขึ้นและเป็นจำนวนเต็ม แต่เนื่องจากสายตามนุษย์มีความรู้สึกไวต่อสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำของรูปภาพ ดังนั้นข้อมูลหลังจากผ่านการแปลงดีสครีทโคซายน์จะถูกนอร์มอไลซ์ด้วยค่าที่ต่ำ ที่บริเวณสัมประสิทธิ์ที่มีความถี่ต่ำ และนอร์มอไลซ์ด้วยค่าที่สูงที่บริเวณสัมประสิทธิ์ที่มีความถี่สูง การนอร์มอไลซ์ดังกล่าวนี้มีแนวโน้มที่ทำให้เกิดค่าเป็นศูนย์ที่บริเวณสัมประสิทธิ์สูง ซึ่งจะช่วยทำให้บีบอัดข้อมูลภาพได้มากขึ้น โดยการควอนไตซ์มีรูปแบบดังสมการที่ 2.5

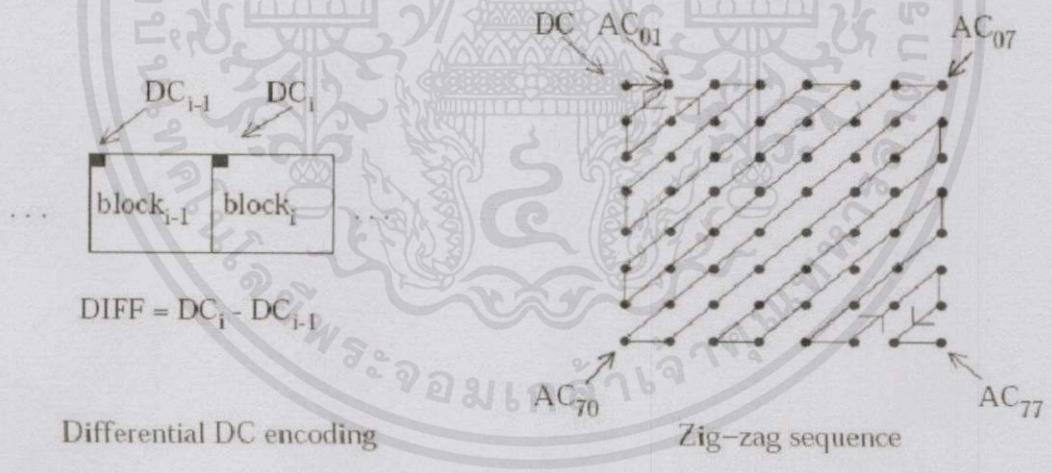
เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$FQ\ (u,v) = FQ\ (u,v) \times Q\ (u,v) \tag{2.5}$$

จากที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นแล้วว่าการทำควอนไตซ์ จะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของรูปได้ เราควรหาระดับที่เหมาะสมซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบของข้อมูลรูปภาพจนสังเกตเห็นความผิดเพี้ยนอย่างเห็นได้ชัด

2.4.5 DC Coding and Zigzag sequence

หลังจากการทำควอนไตซ์ ค่าสัมประสิทธิ์ DC ได้รับการพิจารณาแยกต่างหากจากค่าสัมประสิทธิ์ AC 63 ค่า สัมประสิทธิ์ DC คือการวัดค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างภาพ 64 เพราะความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ DC ของบล็อกที่อยู่ติดกัน 8x8 ค่าสัมประสิทธิ์ควอนไตซ์ จะถูกเข้ารหัสเป็นความแตกต่างจากระยะ DC ของบล็อกก่อนหน้านี้ การเข้ารหัสแสดงดังรูปที่ 2.12 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ DC มีส่วนสำคัญของพลังงานภาพรวม

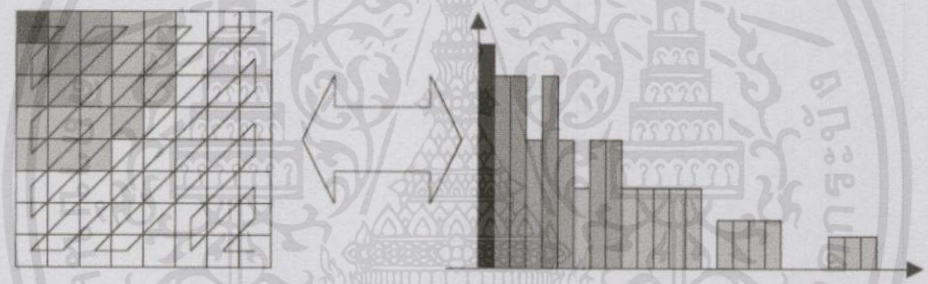


รูปที่ 2.12 กระบวนการซิกแซก [4]

ค่าสัมประสิทธิ์ควอนไตซ์ จะเข้าสู่ "ซิกแซก" อย่างเป็นลำดับแสดงให้เห็น ดังรูปที่ 2.12 เพื่อที่จะทำให้การเข้ารหัสเอนโทรปีง่ายขึ้น โดยการวางค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ (ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีค่าไม่เท่ากับศูนย์) ก่อนจะถึงค่าสัมประสิทธิ์ความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการซิกแซก คือ การอ่านข้อมูลที่ได้จากการควอนไตเซชั่นซึ่งอยู่ในรูปแบบของบล็อกขนาด 8 แถว 8 คอลัมน์ ให้อยู่ในชุดข้อมูลที่เรียงต่อกันไป โดยลักษณะของการอ่านข้อมูลแบบซิกแซกนี้จะมีลักษณ์ดังรูปที่ 2.13 การอ่านข้อมูลในลักษณะนี้เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการแปลงดิสครีตโครซายน์และการควอนไตซ์ เพราะในการแปลงดีสครีทโครซายน์นั้น ผลที่ได้จากการแปลงจะมีการเรียงค่าส่วนประกอบทางความถี่เพิ่มขึ้นตามแนวเส้นทแยงมุมของบล็อกขนาด 8 แถว 8 หลัก และผลที่ได้จากการแปลงนี้เมื่อนำมาทำการควอนไตซ์ ทำให้ค่าของข้อมูลลดลงตามแนวเส้นทแยงมุมของบล็อกเช่นกัน และในช่วงค่าความถี่สูงๆค่าจะถูกลดลงเป็นศูนย์ ดังนั้นกระบวนการซิกแซกจะพยายามทำให้มีค่าเป็นที่ใกล้เคียงเรียงติดกันเพื่อประโยชน์ในการบีบอัดข้อมูลในขั้นตอนการเข้ารหัสต่อไป



รูปที่ 2.13 การอ่านข้อมูลแบบซิกแซก [1]

2.4.6 การเข้ารหัสรันเลนท์ (Run-Length Coding)

การเข้ารหัสรันเลนท์เป็นการเข้ารหัสที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการซ้ำซ้อนกันอย่างต่อเนื่อง โดยหลักการคือจะเก็บข้อมูลใหม่ในลักษณะของคู่ลำดับของข้อมูลกับจำนวนของข้อมูล (จำนวนค่าของข้อมูล) วิธีการเข้ารหัสแบบรันเลนส์สามารถแทรกอยู่ระหว่างขบวนการใดๆก็ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล การเข้ารหัสรันเลนส์จะมีประสิทธิภาพสูงมากเมื่อข้อมูลมีการซ้ำกันอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นวิธีที่สามารถให้ค่าอัตราการลดขนาดข้อมูลต่ำกว่า 1 บิต/ข้อมูล และจะมีประสิทธิภาพลดลงถ้ามีการซ้ำกันของข้อมูลน้อย และถ้าในกรณีที่ไม่มีข้อมูลซ้ำกันเลยจะได้รหัสที่ยาวเป็น 2 เท่าของจำนวนข้อมูลอินพุท ตัวอย่างการเข้ารหัสรันเลนส์ สมมุติว่ามีข้อมูล 20 ไบท์ ดังนี้

{31,31,31,31,31,31,27,26,27,20,18,18,18,18,14,14,14,08,09,10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเข้ารหัสรันเลนส์แล้วจะได้

{06,31,01,27,01,26,01,27,01,20,04,18,03,14,01,08,01,09,01,10}

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าความยาวของรหัสที่ได้หลังจากการเข้ารหัสรันเลนท์เท่ากับ 20 ไบท์ ซึ่งเท่ากับความยาวของข้อมูลอินพุทจะเห็นว่าไม่มีการลดขนาดข้อมูลเลย จากปัญหาดังกล่าว ได้มีการเข้ารหัสรันเลนส์วิธีใหม่เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของวิธีนี้ โดยมีเงื่อนไขคือ

1) จะไม่ทำการเข้ารหัสข้อมูลที่มีจำนวนซ้ำกันของข้อมูลน้อยกว่า 3

2) ทำเครื่องหมายเพื่อบอกว่าข้อมูลใดได้เข้ารหัสและข้อมูลใดไม่ได้เข้ารหัส โดยใช้ตัวเลข 1 บิดในไบท์ของจำนวนข้อมูลเป็นตัวบอก โดยจะใช้บิตที่ 7 เป็นบิตเครื่องหมายและกำหนดให้ข้อมูลลดที่เข้ารหัสได้จะเซ็ตบิตที่ 7 ของไบท์ของจำนวนข้อมูลเป็น 1 โดยจะเริ่มนับ 1 ของจำนวนที่ซ้ำ กันของข้อมูลตัวที่ 4 เป็นต้นไป ทำให้ไบท์เก็บจำนวนข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่ 3-130 ตัว และถ้ากลุ่มข้อมูลใดไม่มีความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่จะใช้เข้ารหัส (จำนวนค่าข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน) โดยจะเคลียร์บิตที่ 7 ของไบท์ของจำนวนข้อมูลเป็น 0 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลซ้ำกันเลยซึ่งเป็นกรณีที่แย่ที่สุด จะใช้จำนวนไบท์ทั้งหมดเท่ากับความยาวของข้อมูลบวกหนึ่ง (127+1) จากตัวอย่างแรกสามารถเข้ารหัสรันเลนส์ใหม่ได้ดังนี้

{83,31,04,27,26,27,20,81,18,80,14,03,08,09,10}

จากตัวอย่างนี้จะเห็นได้ว่าสามารถลดข้อมูลได้ 5 ไบท์

2.4.7 การเข้ารหัสฮัฟแมน (Huffman Coding)

การเข้ารหัสฮัฟแมนเป็นวิธีการลดข้อมูลมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยเอาส่วนที่ซ้ำซ้อนของข้อมูลมาใช้ประโยชน์ กล่าวคือจะทำการหาค่าความน่าจะเป็นของการกระจายค่าข้อมูลแล้วทำการเข้ารหัสโดยพิจารณาว่าข้อมูลที่มีความน่าจะเป็นสูงจะถูกแทนด้วยรหัสใหม่ที่มีจำนวนบิตน้อย ส่วนข้อมูลที่มีความน่าจะเป็นต่ำจะถูกแทนด้วยรหัสใหม่ที่มีจำนวนบิตมาก การแทนค่าข้อมูลด้วยรหัสใหม่ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลหรือข่าวสารใหม่ที่มีปริมาณน้อยลงหรือสั้นลง รหัสใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นนี้เรียกว่า “คำรหัส” (Code Word) ซึ่งรหัสที่ได้จากการแทนข้อมูลเดิมนั้นแต่ละคำจะมีความยาวเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเข้ารหัสฮัฟแมน (Huffman) จะเป็นวิธีการเข้ารหัสแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ถ้าให้แหล่งกำเนิดข่าวสารมีความแตกต่างกัน M องค์ประกอบ และแต่ละองค์ประกอบจะมีค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเป็น M p , p ,p ,..., p 1 2 3 วิธีการแบบฮัฟแมน มีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการนับความถี่เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลทุกตัว แล้วเรียงข้อมูลความน่าจะเป็นจากมากไปหาน้อย

2) นำความน่าจะเป็นที่มีค่าต่ำสุด 2 ค่ามารวมกันเพื่อสร้างโหนดใหม่ซึ่งให้ผลรวมที่ได้เป็นองค์ประกอบค่าความน่าจะเป็นใหม่ แล้วนำความน่าจะเป็นใหม่ที่ได้มาเรียงลำดับใหม่ร่วมกับค่าความน่าจะเป็นเดิมที่เหลือ โดยเรียงลำดับจากค่าความน่าจะเป็นจากมากไปหาน้อย

3) กำหนดค่าไบนารี่ให้กับโหนดคู่ที่ถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางของโหนดใหม่นั้นโดยกำหนดโหนดล่างคือบิต “0” ส่วนโหนดบนคือบิต “1”

4) ทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 2 และ 3 จนกระทั่งค่าความน่าจะเป็นสุดท้ายเท่ากับ 1.0

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว เพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนจะขอยกตัวอย่างการเข้ารหัสสารที่มี 5 องค์ประกอบของความน่าจะเป็นคือ 1 2 5 p, p,...,p ซึ่งความน่าจะเป็นคือ 0.15, 0.15, 0.2, 0.2, 0.3 เมื่อเข้ารหัสฮัฟแมนจะมีวิธีการดังนี้คือ

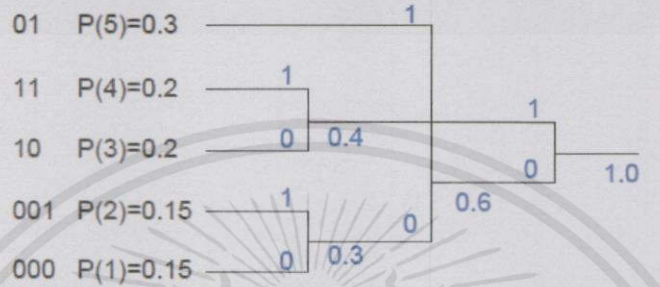
1) เรียงค่าความน่าจะเป็น 1 2 5 p, p...,p จากค่าความน่าจะเป็นจากมากไปน้อย

2) คำนวณค่าความน่าจะเป็นต่ำสุด 2 ค่ารวมกันเพื่อสร้างเป็นโหนดใหม่ ซึ่งในตัวอย่างนี้จะรวมค่าความน่าจะเป็น 0.15, 0.15 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.3 แล้วนำค่าความน่าจะเป็นใหม่ที่ได้เรียงลำดับใหม่ร่วมกับความน่าจะเป็นเดิมที่เหลือ

3) จากลำดับองค์ประกอบความน่าจะเป็น ที่ได้ในข้อ 2 สามารถเรียงลำดับใหม่ได้เป็น 0.3, 0.3, 0.2, 0.2 แล้วกลับไปทำตามขั้นตอนที่ 2 ใหม่โดยรวมค่าความน่าจะเป็นต่ำสุด 2 ค่า ในที่นี้คือ 0.2, 0.2 จะได้ค่าเท่ากับ 0.4 และเมื่อนำมาจัดเรียงใหม่จากมากไปหาน้อยก็จะได้เป็น 0.4, 0.3, 0.3 และทำในลักษณะเดียวกันนี้ค่าความน่าจะเป็นที่จัดเรียงใหม่ก็จะเป็น 0.6, 0.4 และสุดท้ายก็จะได้ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ในระหว่างการสร้างโหนดใหม่ในข้อ 3 นั้นจะต้องกำหนดค่าไบนารี่ให้กับคู่โหนดที่ถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางของโหนดใหม่ โดยให้โหนดล่างคือบิต “0” ส่วนโหนดบนคือบิต “1” ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการเข้ารหัสฮัฟแมน [1]

หลังจากที่ได้รหัสฮัฟแมนแล้ว การเข้ารหัสและการถอดรหัสสามารถทำได้โดยการใช้การเปิดตาราง (lookup table) และรหัสที่ได้ก็สามารถที่จะกระทำการถอดรหัสได้ทันที โดยไม่ต้องอ้างอิงถึงข้อมูลตัวอื่นๆ จากตัวอย่างข้างต้น สามารถสรุปผลลัพธ์ต่างๆที่ได้จากการเข้ารหัสฮัฟแมนได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างผลการเข้ารหัสฮัฟแมน

ความน่าจะเป็น (p_k)	องค์ประกอบของข้อมูล (u_k)	รหัสคำ	ความยาว (n_k)
$p_1 = 0.15$	u_1	000	3
$p_2 = 0.15$	u_2	001	3
$p_3 = 0.2$	u_3	10	2
$p_4 = 0.2$	u_4	11	2
$p_5 = 0.3$	u_5	01	2

เมื่อทำการคำนวณความยาวเฉลี่ย $\bar{n}$ ของคำรหัสและค่าเอนโทรปี จะได้ผลดังนี้

$$\bar{n} = \sum_{k=1}^{5} n_k p_k = (3 \times 0.15) + (3 \times 0.15) + (2 \times 0.2) + (2 \times 0.2) + (2 \times 0.3) = 2.3$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$H = \sum_{k=1}^{5} p_k \log_2 \frac{1}{p_k} = -\sum_{k=1}^{5} p_k \log_2 p_k$$

$$= -0.15\log_2(0.15) - 0.15\log_2(0.15) - 0.2\log_2(0.2) - 0.2\log_2(0.2) - 0.3\log_2(0.3)$$

$$= 2.2710$$

ดังนั้นความยาวเฉลี่ยของรหัสคำเท่ากับ 2.3 และเอนโทรปี เท่ากับ 2.2710 [10]

2.5 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูลภาพ

ในการวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูลภาพในเชิงคณิตศาสตร์สามารถกระทำได้หลายวิธีการดังนี้ คือ

2.5.1 ค่าความผิดพลาดยกกำลังสองเฉลี่ย (Mean Square Error, MSE)

ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเป็นการวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูล คือถ้าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยมีค่าน้อย แสดงว่าภาพที่ได้จากการแปลงกลับภาพที่ถูกลดข้อมูลแล้วมีความผิดเพี้ยนไปจากภาพต้นแบบน้อย ซึ่งวิธีการหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองของการลดข้อมูลภาพขนาด $M \times N$ ได้ดังนี้

$$MSE = \frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}[f(i,j) - g(i,j)]^2 \qquad (2.6)$$

โดยที่

M คือ จำนวนจุดภาพตามความกว้างของภาพ

N คือ จำนวนจุดภาพตามความสูงของภาพ

$f(i,j)$ คือ ค่าข้อมูลของภาพต้นฉบับ

$g(i,j)$ คือ ค่าข้อมูลภาพที่ได้ถูกสร้างกลับขึ้นมาใหม่

หรืออาจใช้ค่ารากที่สองของความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE) ในการวัดประสิทธิภาพการลดข้อมูลแทนค่า MSE ซึ่งค่า RMSE สามารถหาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}[f(i,j) - g(i,j)]^2} \quad (2.7)$$

2.5.2 ค่าสัดส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-Noise Ration, SNR) และค่าสัดส่วนต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด (Peak-Signal-to-Noise Ratio, PSNR)

วิธีวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม คือ ค่าสัดส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ในบางครั้งเรียกว่า ค่าสัดส่วนต่อสัญญาณรบกวนการควอนไตซ์ (Signal-to-quantization-noise ratio) ซึ่งในการวัดค่าจะมีความสัมพันธ์ของกำลังของสัญญาณกับความเพี้ยนของสัญญาณ สามารถหาได้จากการนำค่าเฉลี่ยของภาพต้นแบบยกกำลังสองแล้วหารด้วย MSE โดยมีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) ดังนี้

$$SNR = 10\log_{10}\frac{\frac{1}{MN}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}[f(i,j)]^2}{MSE} \quad (dB) \quad (2.8)$$

อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม คือ ค่าสัดส่วนสัญญาณต่อสัญญาณสูงสุด (Peak-signal-to-noise ratio, PSNR) ซึ่งหาได้ดังนี้

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{Peak^2}{MSE} \quad (dB) \quad (2.9)$$

โดยที่

$Peak$ คือ ค่าสูงสุดของเซตข้อมูลของ $f\ (i,j)$

สำหรับภาพที่มีจุดภาพแทนด้วยขนาดข้อมูลขนาด n บิตหรืออาจกล่าวได้ว่ามีจำนวนภาพระดับเทา (Gray scale) เป็น 2^n จะได้

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \quad (dB) \quad (2.10)$$

ดังนั้นภาพที่มีจุดภาพแทนด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือมีจำนวนภาพระดับเทาเป็น 256 จะได้

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{(2^8 - 1)^2}{MSE} \quad (dB) \quad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$PSNR = 10\log_{10}\frac{255^2}{MSE} \qquad (dB) \tag{2.12}$$

$$PSNR = 20\log_{10}\frac{255}{MSE} \qquad (dB) \tag{2.13}$$

2.5.3 อัตราบิต (Bit rate)

อัตราบิต คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนบิตต่อจุดภาพ (Bit per pixel, BPP) ของภาพที่ถูกลดข้อมูล โดยสามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างบิตข้อมูลทั้งหมดของภาพที่ถูกลดข้อมูลต่อจำนวนจุดภาพทั้งหมดของภาพต้นแบบ

2.5.4 อัตราส่วนการบีบอัด (Compression ratio)

อัตราส่วนการบีบอัด คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้แทนภาพต้นแบบต่อจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้แทนภาพที่ผ่านการบีบอัด เช่น 4:1 หรือจะแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีตั้งแค่ค่า 0 ถึง 100 การหาอัตราการบีบอัด สามารถหาได้จากสมการ 2.14

$$\text{อัตราส่วนการบีบอัด} = \frac{\text{ขนาดของข้อมูลต้นฉบับ}}{\text{ขนาดข้อมูลที่ผ่านการบีบอัด}} \tag{2.14}$$

หรือคิดเป็นค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังสมการที่ 2.15

$$\text{อัตราส่วนการบีบอัด} = \frac{(\text{ขนาดของข้อมูลต้นฉบับ} - \text{ขนาดของข้อมูลที่ถูกบีบอัด}) \times 100}{\text{ขนาดข้อมูลต้นฉบับ}} \tag{2.15}$$

2.5.5 ศึกษาความเหมือนของโครงสร้าง (Structural Content)

ศึกษาความคล้ายคลึงกันของโครงสร้าง คือ ดัชนีที่ใช้ในการวัดความคล้ายคลึงกันระหว่างสองภาพ การวัดคุณภาพของภาพขึ้นอยู่กับภาพที่ไม่มีการบีบอัดหรือการบิดเบือนเริ่มต้น เป็นข้อมูลอ้างอิง ถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงวิธีการแบบดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 การลดความซ้ำซ้อนของความผิดพลาดค่าสัมบูรณ์ (Normalized Absolute Error)

ทำหน้าที่ลดความซ้ำซ้อนของความผิดพลาดค่าสัมบูรณ์ เป็นเมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน

2.5.7 การลดความซ้ำซ้อนของค่าสหสัมพันธ์ข้าม (Normalized Cross-Correlation)

สำหรับการใช้งานการประมวลผลภาพที่ค่าสว่างของภาพและแม่แบบจะแตกต่างกันเนื่องจากแสงและเงื่อนไขรับสัมผัสภาพ ที่สามารถ Normalized ครั้งแรกนี้จะกระทำโดยทั่วไปในทุกขั้นตอนโดยการหักค่าเฉลี่ยและหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.5.8 ความแตกต่างค่าเฉลี่ย (Average Difference)

ความแตกต่างค่าเฉลี่ยเป็นตัวชี้วัดของการกระจายทางสถิติของค่าที่เท่ากับความแตกต่างแน่นอนค่าเฉลี่ยสองค่าที่เป็นอิสระมาจากการกระจายความน่าจะเป็นทางสถิติ ซึ่งเป็นความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหารด้วยค่าเฉลี่ย

2.5.9 ความแตกต่างสูงสุด (Maximum Difference)

การปรับขนาดความแตกต่างสูงสุด คือวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการจัดตั้งลำดับความสำคัญที่สัมพันธ์กัน โดยค่าที่มีความแตกต่างสูงที่สุด

2.6 บทสรุป

ในบทนี้ได้นำเสนอเทคนิควิธีการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งแบบ JPEG ประเภทของการบีบอัดข้อมูล มาตรฐานในการบีบอัดข้อมูล เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของการลดข้อมูลภาพ เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการออกแบบเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเพื่อทำการส่งและรับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

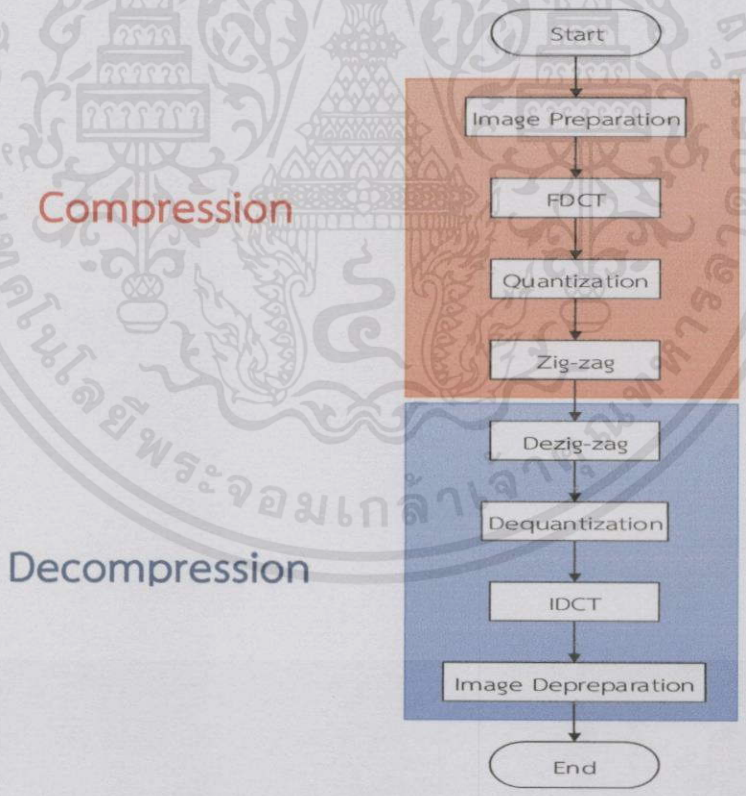
การออกแบบและจัดทำปริญญานิพนธ์

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งสำหรับการส่งและรับ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และการจัดเก็บผลทดสอบ ซึ่งจัดทำเพื่อให้ข้อมูลที่ทำการบีบอัดแล้ว มีขนาดที่เล็กลง ภาพที่ได้หลังจากการบีบอัดแล้วเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด

3.2 การออกแบบ

3.2.1 การออกแบบโปรแกรมบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 ในส่วนของการออกแบบโปรแกรมบีบอัดข้อมูลรูปภาพนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ คือ Compression Image และ Decompression Image

3.2.1.1 Compression Image

Compression Image คือ การนำรูปที่อยู่ในโดเมนเวลามาแปลงให้อยู่ในโดเมนความถี่ ทำการบีบอัดเพื่อกำจัดความถี่สูงหรือสิ่งที่มากเกินกว่าที่จอประสาทตาจะสามารถรับได้ (Redundancy Pixel) จากในรูป 3.1 ขั้นตอนของการ Compression Image มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมรูปภาพ (Image Preparation) หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอน การแปลงข้อมูลภาพจากโดเมนเวลาไปอยู่ในช่วงโดเมนความถี่ โดยขบวนการ Forward Discrete Cosine Transform (FDCT) 8×8 หาได้จากสมการที่ 2.1

$$F(u,v) = \frac{1}{4}C(u)C(v)\left[\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} f(x,y) \times \cos\frac{(2x+1)u\pi}{16}\cos\frac{(2y+1)u\pi}{16}\right]$$

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการควอนไตซ์ (Quantization) เพื่อทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลง และค่าสัมประสิทธิ์ควอนไตซ์ จะเข้าสู่ ซิกแซก (Zig-Zag) โดยการวางค่าสัมประสิทธิ์ความถี่ต่ำ (ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีค่าไม่เท่ากับศูนย์) ก่อนจะถึงค่าสัมประสิทธิ์ความถี่สูง

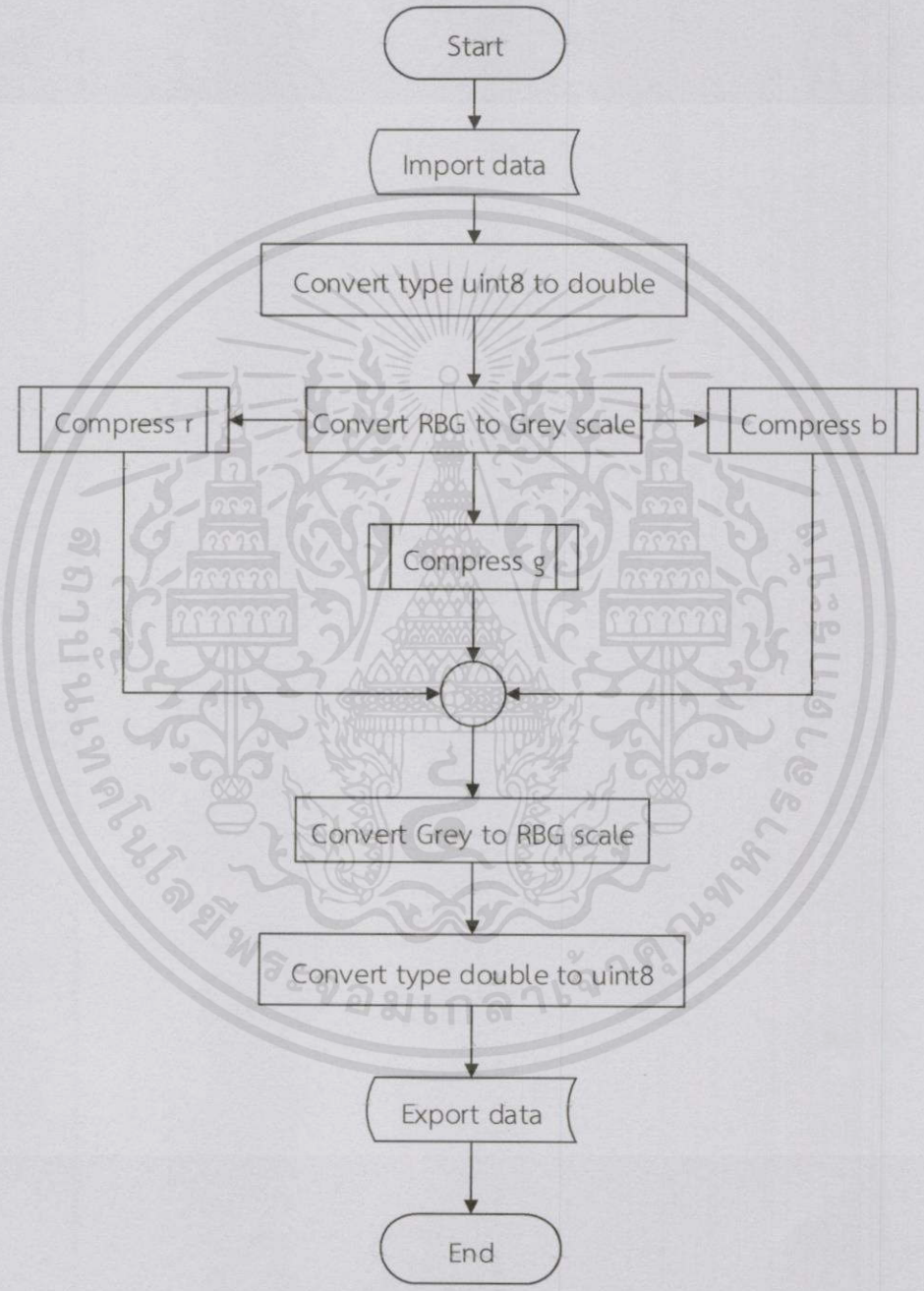
3.2.1.2 Decompression Image

Decompression Image คือการนำรูปที่อยู่ในโดเมนความถี่ที่ได้ทำการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กแล้ว กลับมาให้อยู่ในโดเมนเวลา โดยทำขบวนการย้อนกลับข้างต้นจนถึงการแปลงภาพจากโดเมนความถี่ไปอยู่ในโดเมนเวลา โดยขบวนการ Inverse Discrete Cosine Transform (IDCT) 8×8 หาได้จากสมการที่ 2.2

$$F(u,v) = \frac{1}{4}[\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7} C(u)C(v)f(u,v) \times \cos\frac{(2x+1)u\pi}{16}\cos\frac{(2y+1)u\pi}{16}]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยลักษณะโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ผังการทำงานของโปรแกรมบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งแบบ JPEG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เรารับรูปเข้ามา ทำการแปลง type จาก unit8 เป็น double และแยกภาพสีมาตรฐาน RGB 3 มิติ ไปเป็นภาพ 2 มิติ ในภาพระดับเทา แยกสีแดง (r) สีเขียว (g) และสีน้ำเงิน (b) ออกมา เพื่อทำการบีบอัดภาพ นำภาพสีมาตรฐานที่ได้มารวมกันจากภาพ 2 มิติ ในภาพระดับเทา ทำการแปลงกลับ type จาก double เป็น unit8 และบันทึกรูปภาพที่ได้ทำการบีบอัดออกมา

รูปที่ 3.3 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งแบบ JPEG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 ในส่วนย่อยของโปรแกรมการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งแบบ JPEG ประกอบไปด้วยขั้นตอน การแปลงข้อมูลภาพจาก โดเมนเวลาไปอยู่ในช่วงโดเมนความถี่ โดยขบวนการ Forward Discrete Cosine Transform (FDCT) 8×8

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการควอนไตซ์ (Quantization) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ เพื่อทำให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลงดังรูปที่ 3.4 และค่าสัมประสิทธิ์ควอนไตซ์ จะเข้าสู่ขบวนการซิกแซก (Zig-Zag) และทำขบวนการย้อนกลับ ทำการแปลงภาพจากโดเมนความถี่ไปอยู่ในโดเมนเวลา โดยขบวนการ Inverse Discrete Cosine Transform (IDCT) 8×8 เพื่อให้ได้ภาพที่บีบอัดแล้วโดยสมบูรณ์

$$\begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 3.4 การควอนไตซ์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบการบีบอัดข้อมูลภาพตามมาตรฐาน JPEG ในทาง Software ใช้อุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. โน๊ตบุ๊ค dell inspiron 15 1 เครื่อง
2. รูปภาพที่ใช้ทดสอบ ภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล 1 รูป
3. รูปภาพจากกล้อง ภาพ Deer ขนาด 176×144 พิกเซล 1 รูป
   320×240 พิกเซล 1 รูป
   640×480 พิกเซล 1 รูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

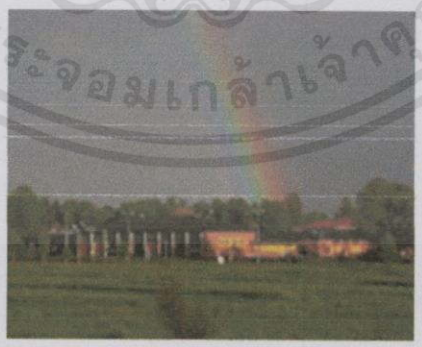
1024×768พิกเซล	1 รูป
1280×960พิกเซล	1 รูป
1504×1000 พิกเซล	1 รูป
1632×1224 พิกเซล	1 รูป
2000×1312 พิกเซล	1 รูป
2240×1488 พิกเซล	1 รูป
2275×1520 พิกเซล	1 รูป
2272×1704 พิกเซล	1 รูป
2590×1920 พิกเซล	1 รูป
3008×2000 พิกเซล	1 รูป

3.4 ขั้นตอนการจัดเก็บผลการทดสอบ

จุดประสงค์ของการจัดเก็บผลการทดสอบ เพื่อทดสอบโปรแกรมการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งเรื่องคุณภาพของภาพ ระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพ และเปอร์เซ็นต์ของอัตราการบีบอัดภาพในขนาดต่าง ๆ

3.4.1 การทดสอบคุณสมบัติการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง

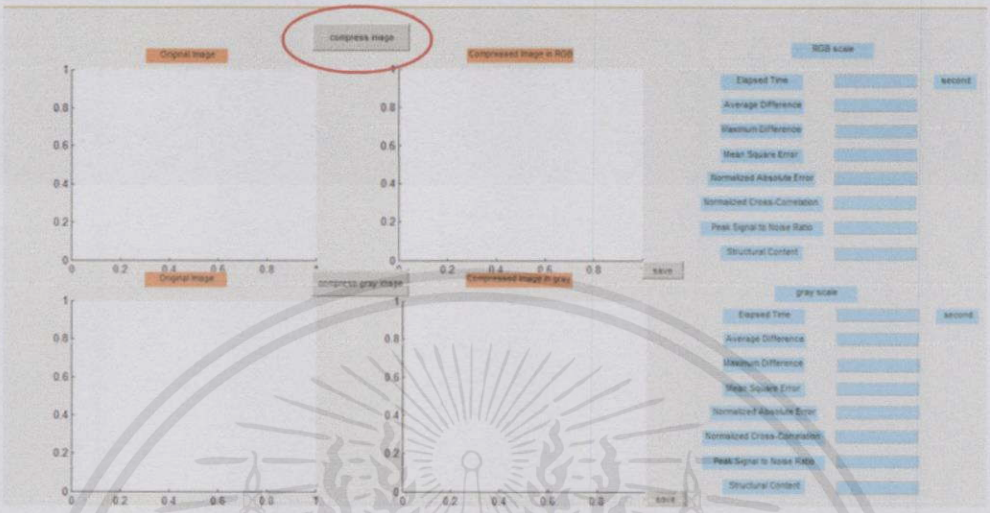
1) ทดสอบโปรแกรมด้วยรูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 รูปภาพต้นฉบับ View ขนาด 176×144 พิกเซล

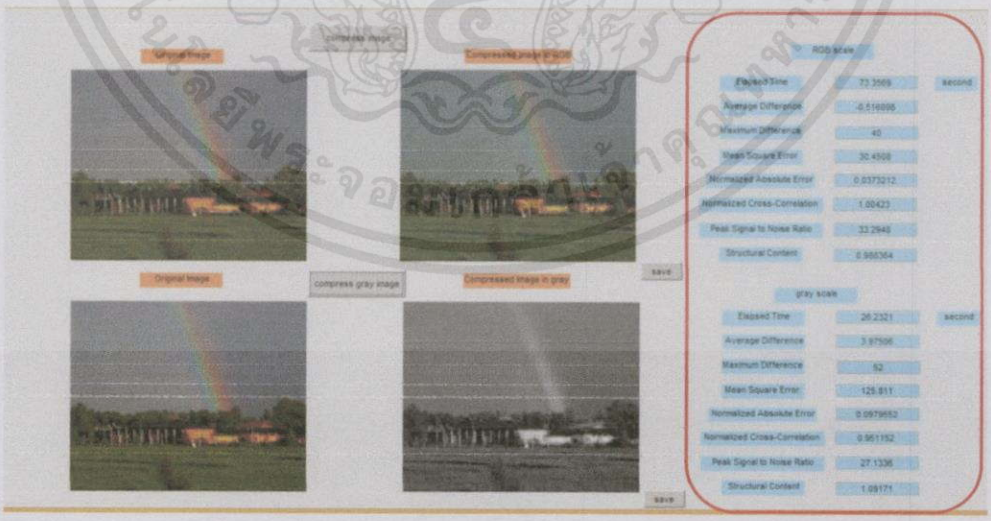
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เปิดหน้าโปรแกรมขึ้นมา กดคำว่า compress image ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การใช้โปรแกรม

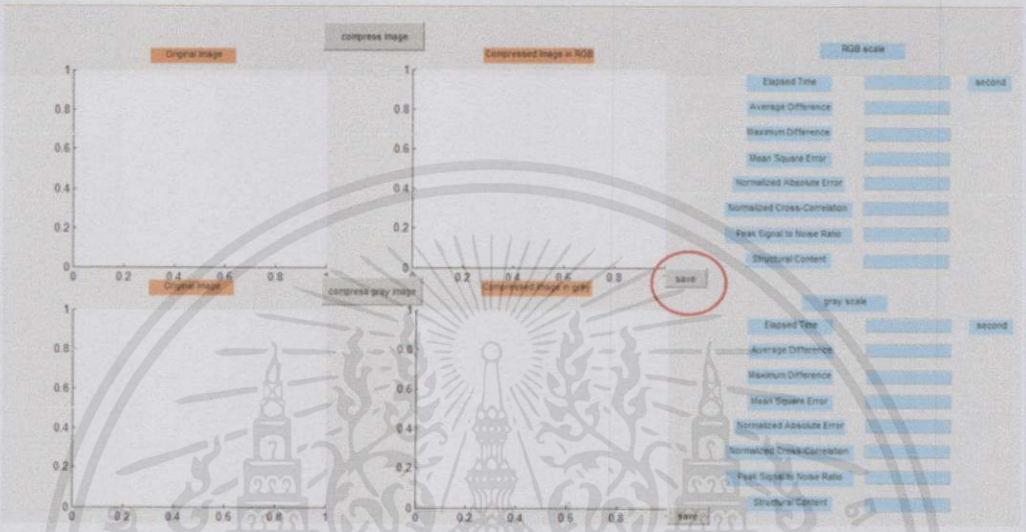
3) บันทึกค่า Elapsed Time Average Difference Maximum Difference Mean Square Error Normalized Absolute Error Normalized Cross-Correlation Peak Signal to Noise Ratio และ Structural Content จากโปรแกรมลงในบทที่ 4 ตารางที่ 4.1 ดังรูปที่ 3.7



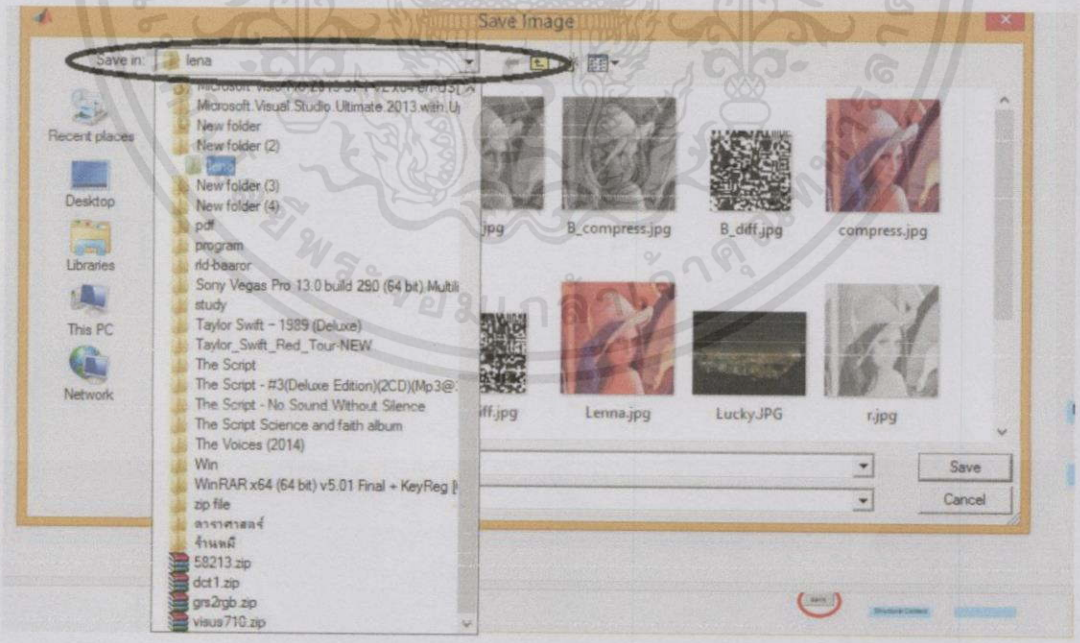
รูปที่ 3.7 การจดค่าที่ได้จากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) บันทึกรูปภาพที่ได้ทำการบีบอัดแล้ว โดยการกดที่ปุ่ม save เลือกไฟล์ที่จะทำการบันทึก ใส่ชื่อไฟล์ สกุลไฟล์ ที่ต้องการจะบันทึก และกดบันทึกเป็นอันเสร็จสิ้นการทดสอบ ดังรูปที่ 3.8 3.9 3.10 และรูปที่ 3.11 ตามลำดับ



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการบันทึกรูปภาพ



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการเลือกที่เก็บรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

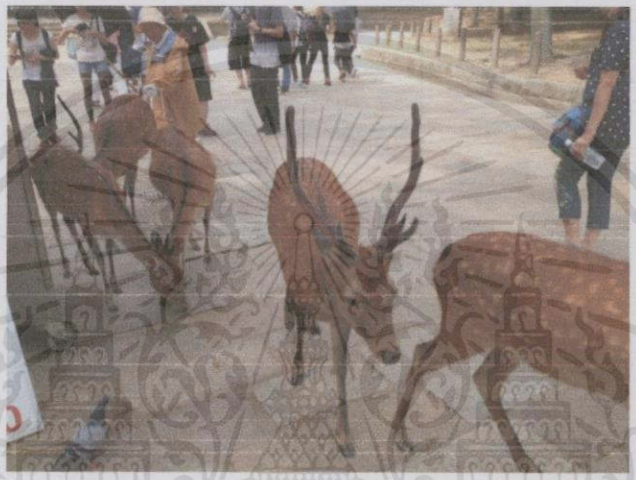
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการใส่ชื่อและสกุลไฟล์

รูปที่ 3.11 การบันทึกรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

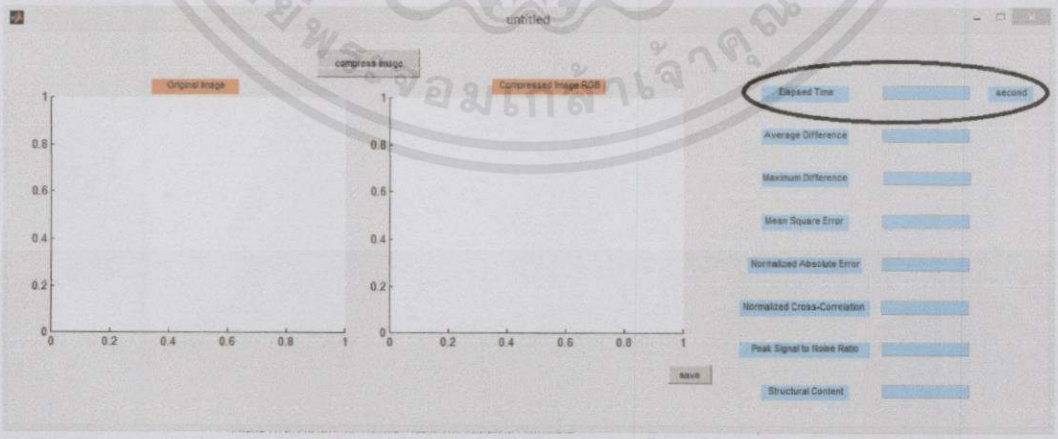
3.4.2 ทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่งและเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพ

1) นำรูปภาพที่ 3.12 ขนาด 176×144, 320×240, 640×480, 1024×768, 1280×960, 1504×1000, 1632×1224, 2000×1312, 2240×1488, 2275×1520, 2272×1704, 2590×1920 และ 3008×2000 พิกเซล



รูปที่ 3.12 รูปภาพ Deer ที่ใช้ในการทดสอบ

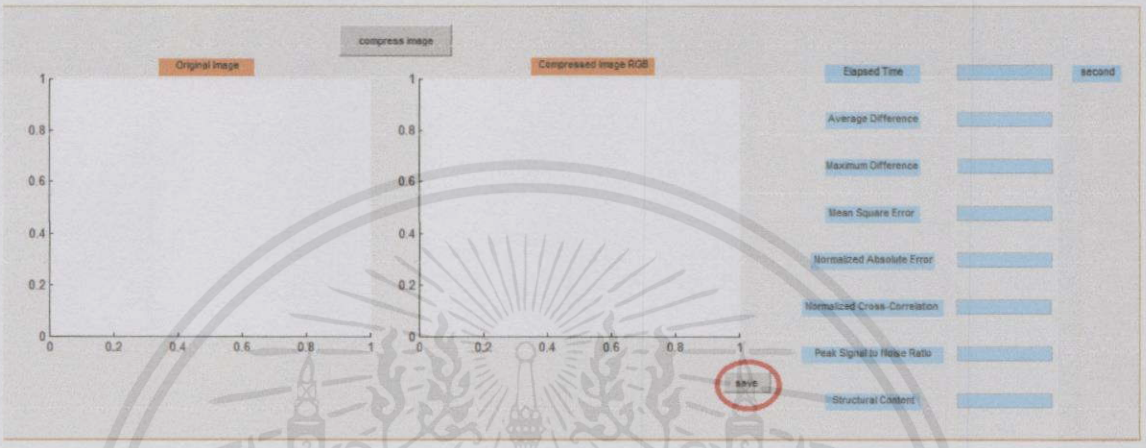
2) จากนั้นบันทึกเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพจากโปรแกรมดังรูปที่ 3.13 ลงในตารางที่ 4.2



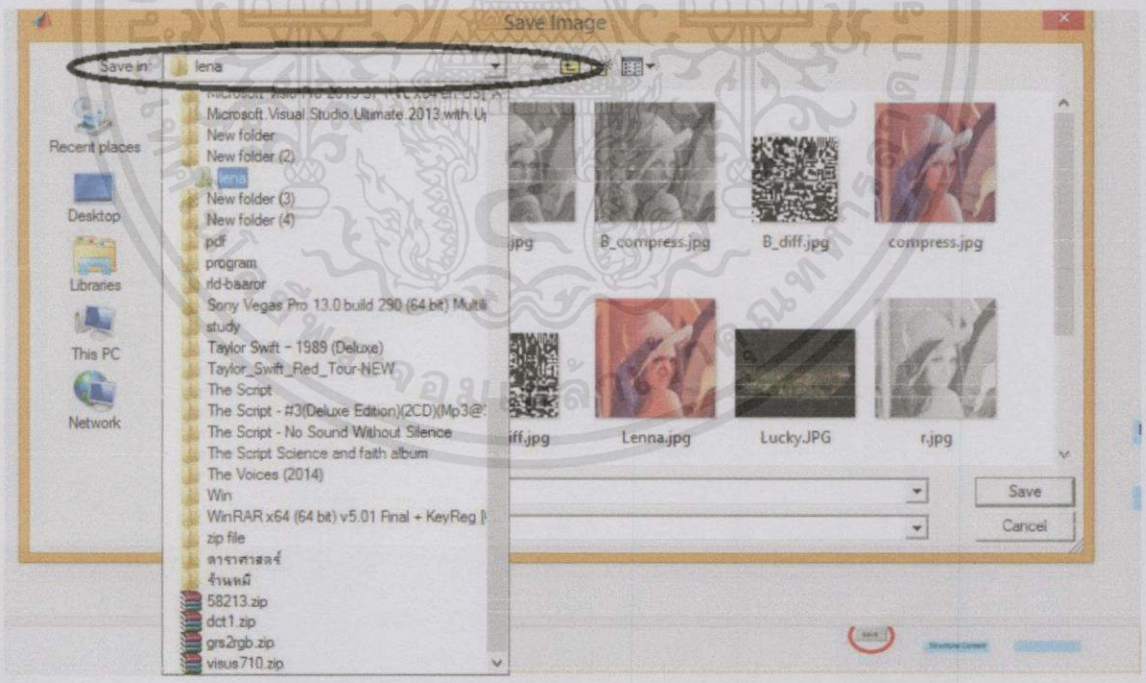
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการบันทึกเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) บันทึกรูปภาพที่ได้ทำการบีบอัดแล้ว โดยการกดที่ปุ่ม save เลือกไฟล์ที่จะทำการบันทึก ใส่ชื่อไฟล์ สกุลไฟล์ ที่ต้องการจะบันทึก และกดบันทึกเป็นอันเสร็จ ดังรูปที่ 3.14 3.15 3.16 และรูปที่ 3.17 ตามลำดับ



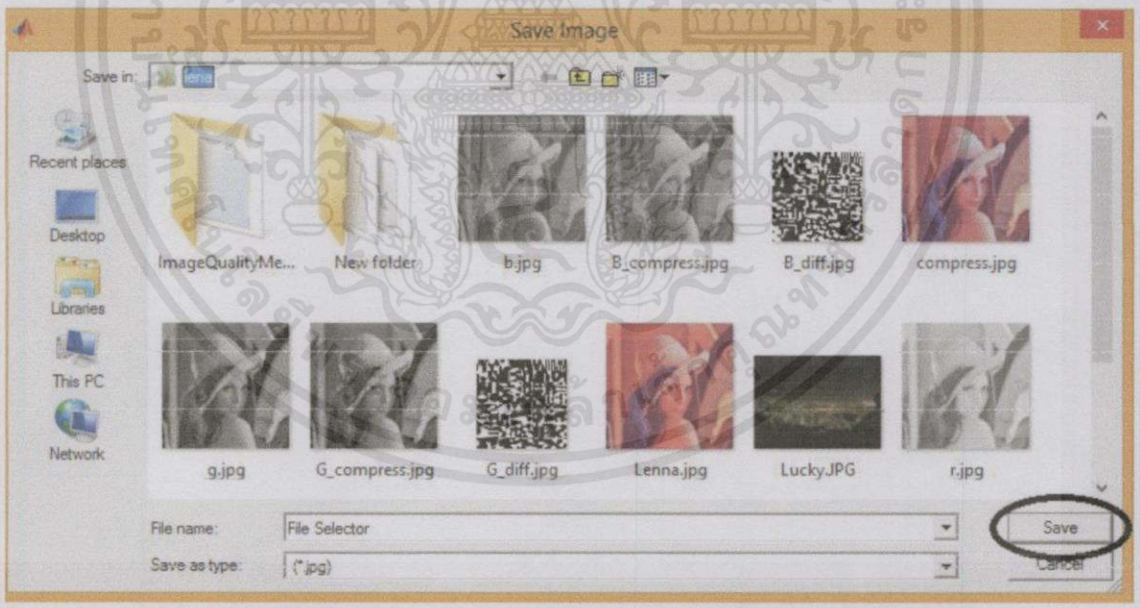
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการบันทึกรูปภาพ



รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการเลือกที่เก็บรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการใส่ชื่อและสกุลไฟล์



รูปที่ 3.17 การบันทึกรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) คำนวณเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพได้ ลงในตารางที่ 4.2

5) แสดงผลการทดสอบที่ได้ในรูปแบบของกราฟ

3.5 บทสรุป

บทนี้เป็นการอธิบายถึงหลักการออกแบบเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพสำหรับการส่งและรับ ซึ่งเริ่มจากการถ่ายภาพหรือนำภาพที่มีอยู่มาทำการบีบอัด โดยต้องเป็นภาพเดียวกัน เพื่อศึกษาขนาดของไฟล์ภาพว่ามีประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของการบีบอัดรูปภาพต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปภาพที่ทำการบีบอัดจากโปรแกรมการบีบอัดรูปภาพตามมาตรฐาน JPEG โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ทดสอบการบีบอัดรูปภาพจากโปรแกรมเรื่องคุณภาพของภาพ ระยะเวลาของภาพที่ใช้ในการบีบอัดภาพ และเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดรูปภาพในขนาดต่างๆ ของรูปภาพ View และรูปภาพ Deer

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของการบีบอัดรูปภาพ View

ในการทดสอบการบีบอัดรูปภาพจากโปรแกรม โดยนำรูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล มีขนาดไฟล์ 7150 ไบต์ มาทำการบีบอัดภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่บีบอัดได้

รูปที่ 4.1 รูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล

จากรูปที่ 4.1 (ก) คือภาพต้นฉบับ และ (ข) คือภาพที่ได้ทำการบีบอัดแล้ว เมื่อเราสังเกตภาพในระยะใกล้ๆ จะสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างภาพต้นฉบับ และภาพที่ถูกบีบอัดแล้ว โดยภาพที่ทำการบีบอัดแล้วจะมีลักษณะเป็นบล็อกๆ สีของภาพจะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งหลังจากการบีบอัดภาพแล้ว ภาพที่ได้จะมีขนาด 4170 ไบต์ ใช้เวลาทั้งหมด 73.3569 วินาที หรือ 1.22 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังพบว่า รูปภาพสีที่ได้ทำการทดสอบการบีบอัดจากโปรแกรม มีเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดรูปภาพ คือ

$$\frac{7150-4170}{7150}\times 100 = 41.68\%$$

และในการทดสอบการบีบอัดรูปภาพจากโปรแกรม เราจะนำรูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล ขนาดไฟล์ 7150 ไบต์ มาทำการบีบอัดภาพ โดยหลังจากการบีบอัดภาพแล้ว ภาพที่ได้จะเป็นภาพระดับเทา ดังรูปที่ 4.2

(ก) ภาพต้นฉบับ (ข) ภาพที่บีบอัดได้

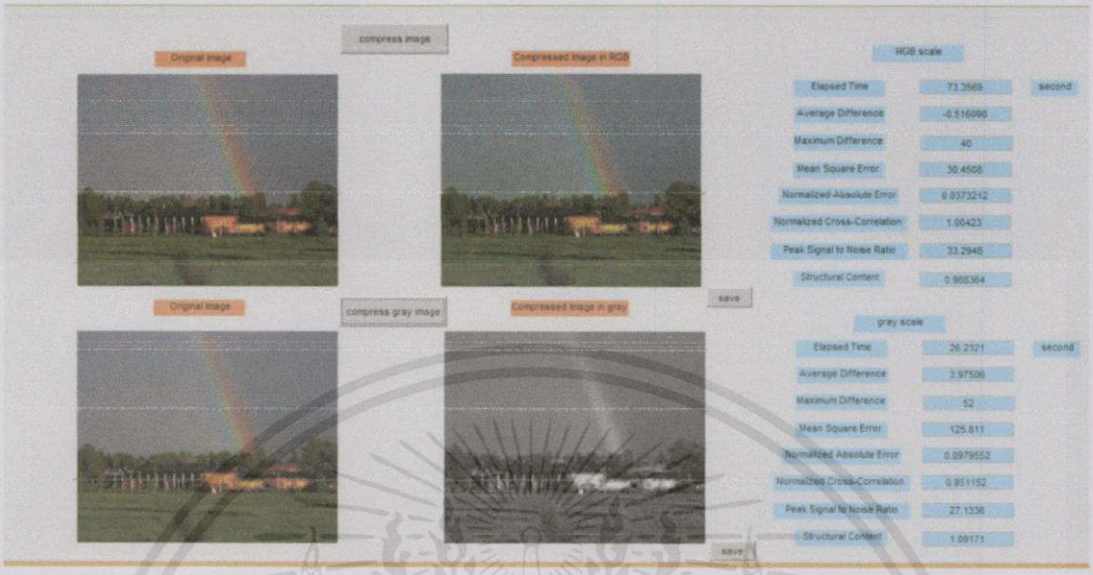
รูปที่ 4.2 รูปภาพ View ขนาด 176×144 พิกเซล

จากรูปที่ 4.2 (ก) คือภาพต้นฉบับ และ (ข) คือภาพที่ได้ทำการบีบอัดแล้ว เมื่อเราสังเกตภาพในระยะใกล้ๆ จะสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างภาพต้นฉบับ และภาพที่ถูกบีบอัดแล้ว โดยภาพที่ทำการบีบอัดแล้วจะมีลักษณะเป็นบล็อกๆ สีของภาพจะไม่สม่ำเสมอ ซึ่งหลังจากการบีบอัดภาพแล้ว ภาพที่ได้จะมีขนาด 3090 ไบต์ ใช้เวลาทั้งหมด 26.2321 วินาที

นอกจากนี้ยังพบว่า รูปภาพระดับเทาที่ได้ทำการทดสอบการบีบอัดจากโปรแกรม มีเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดรูปภาพ คือ

$$\frac{7150-3090}{7150}\times 100 = 56.78\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ View ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม

จากรูปที่ 4.3 ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ View ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม สามารถนำมาแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการวัดประสิทธิภาพหลังจากการบีบอัดรูปภาพ View

การวัดประสิทธิภาพของการบีบอัดรูปภาพ View	ค่าที่ได้ของภาพสี	ค่าที่ได้ของภาพระดับเทา
File size (Byte)	4,170	3,090
Elapsed Time in second	73.3569	26.2321
Average Difference	-0.516098	3.97506
Maximum Difference	40.00	52
Mean Square Error	30.4508	125.811
Normalized Absolute Error	0.0373212	0.0979552
Normalized Cross-Correlation	1.00423	0.951152
Peak Signal to Noise Ratio	33.2948	27.1336
Structural Content	0.988364	1.09171

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]เพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้[illegible]ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพและเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพ

ในการทดสอบนี้ เราจะทำการบีบอัดรูปภาพจากโปรแกรม โดยนำรูปภาพ Deer ที่ขนาดต่างๆ มาทำการบีบอัดภาพ

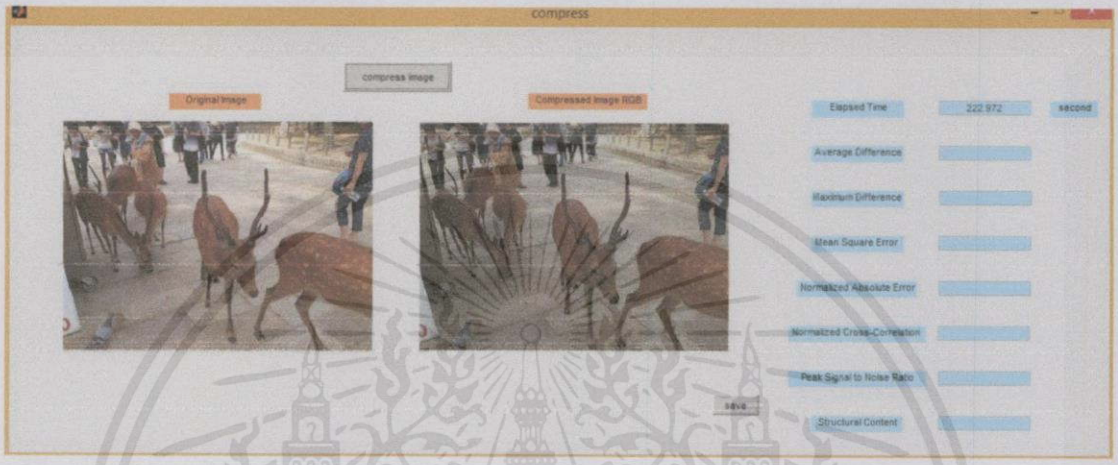
รูปที่ 4.4 รูปภาพ Deer ขนาด 320×240 พิกเซล

รูปที่ 4.5 รูปภาพ Deer ขนาด 320×240 พิกเซล ที่ถูกบีบอัดแล้ว

จากรูปที่ 4.4 คือภาพต้นฉบับ และรูปที่ 4.5 คือภาพที่ได้ทำการบีบอัดแล้ว เมื่อเราสังเกตภาพกวางในระยะใกล้ๆ จะสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างภาพต้นฉบับ และภาพที่ถูกบีบอัดแล้ว โดยภาพที่ทำการบีบอัดแล้วจะมีลักษณะเป็นบล็อกๆ สีของภาพจะไม่สม่ำเสมอ และความคมชัดของภาพจะไม่เท่ากับของต้นฉบับ ทั้งสองภาพนี้จะเป็นเพียงตัวอย่างที่ขนาด 320×240 พิกเซล เท่านั้น

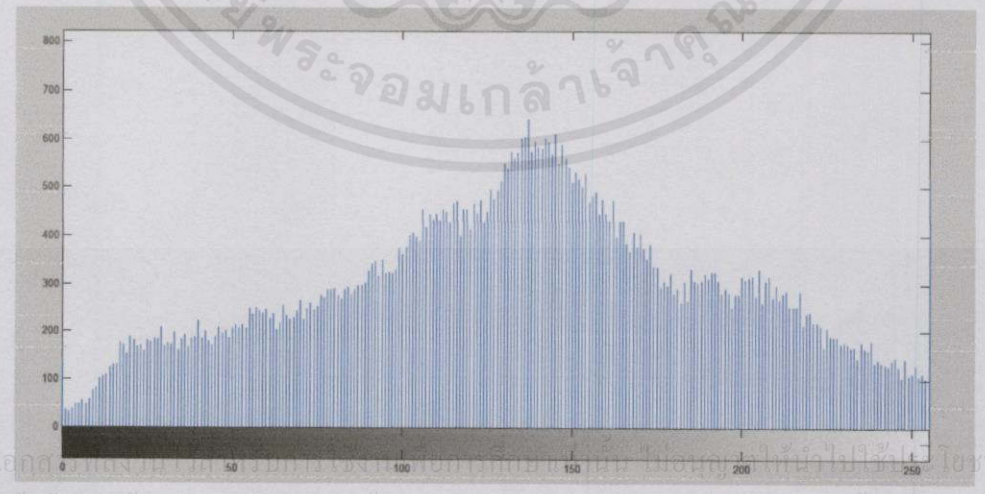
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทดสอบที่ขนาดต่างๆ จะสามารถแสดงผลการทดสอบการบีบอัดของรูปภาพ Deer ที่ได้จากโปรแกรม ดังรูปที่ 4.6



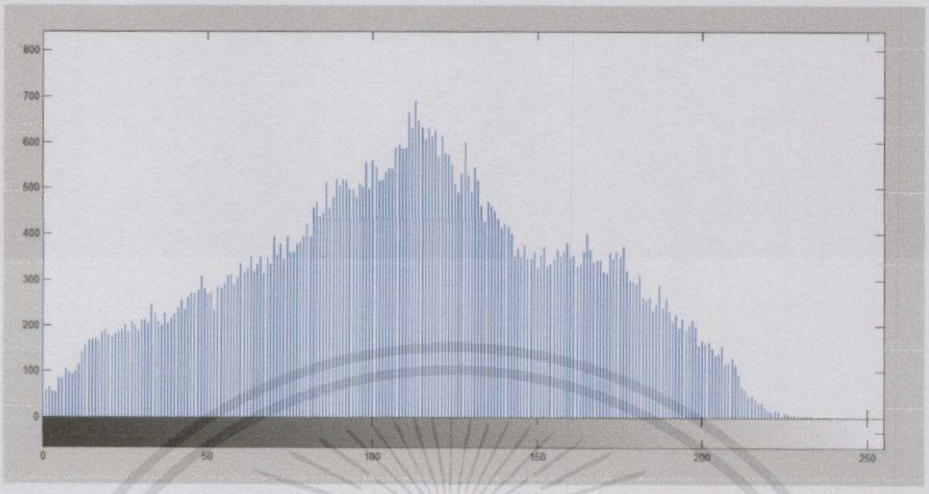
รูปที่ 4.6 ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ Deer ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม

จากรูปที่ 4.6 ผลลัพธ์การบีบอัดรูปภาพ Deer ที่ได้จากการใช้งานโปรแกรม สามารถนำมาแสดงผลในรูปของฮิสโทแกรม ได้ดังรูปที่ 4.7 4.8 4.9 4.10 4.11 4.12 4.13 4.14 และรูปที่ 4.15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

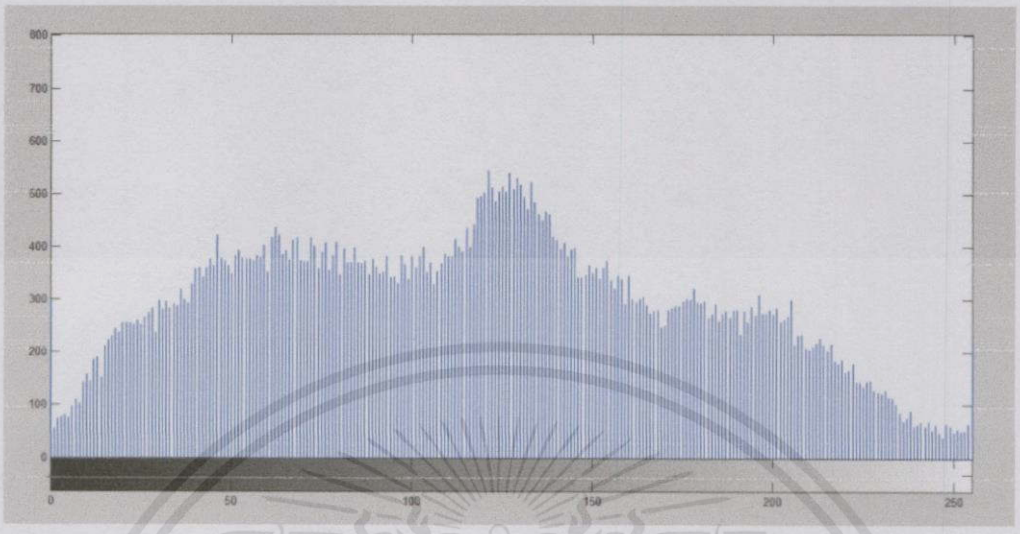


รูปที่ 4.8 ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา ที่ถูกบีบอัดแล้ว

รูปที่ 4.9 ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

จากรูปที่ 4.7 4.8 และรูปที่ 4.9 แสดงฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีแดงของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทาและที่ถูกบีบอัดแล้ว ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะได้ผลต่างของฮิสโทแกรมที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.9 ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันไม่มาก

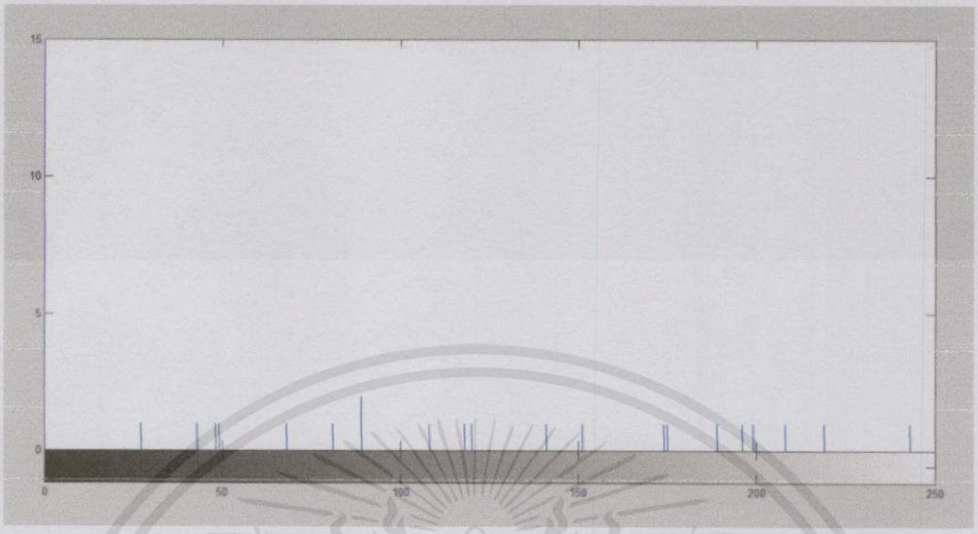
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

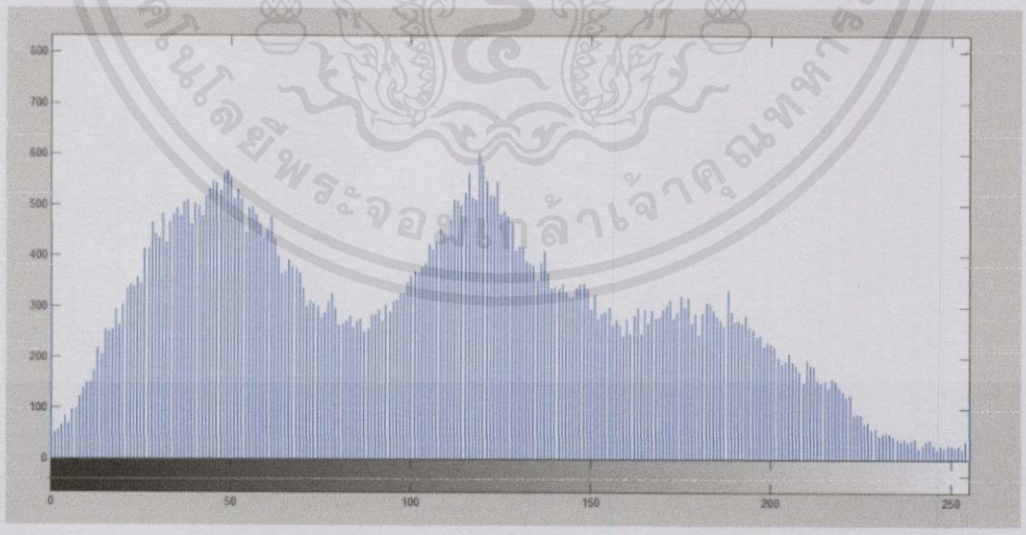
รูปที่ 4.11 ฮิสโทแกรมรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา ที่ถูกบีบอัดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



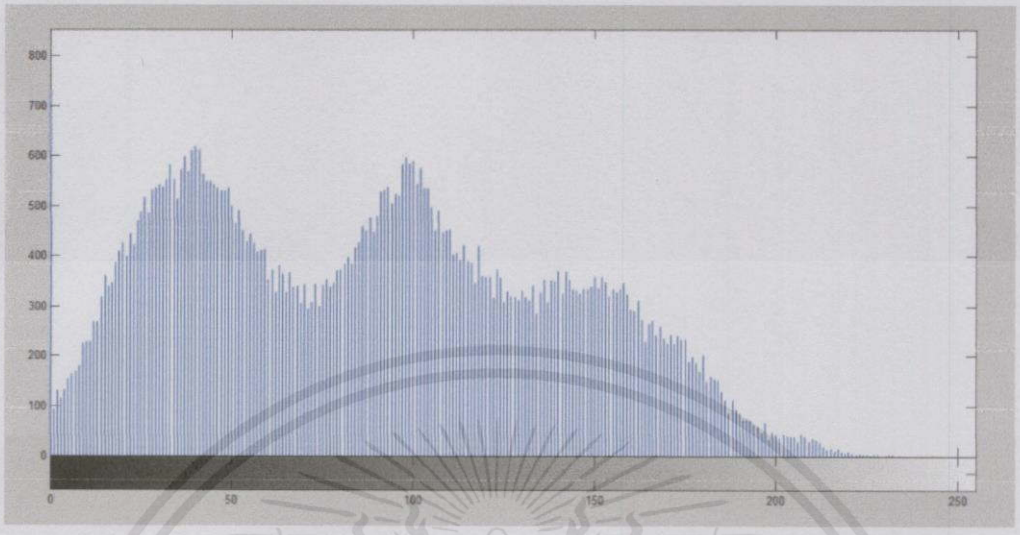
รูปที่ 4.12 ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

จากรูปที่ 4.10 4.11 และรูปที่ 4.12 แสดงฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีเขียวของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทาและที่ถูกบีบอัดแล้ว ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะได้ผลต่างของฮิสโทแกรมที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.12 ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันไม่มาก



รูปที่ 4.13 ฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ฮิสโทแกรมรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา ที่ถูกบีบอัดแล้ว

รูปที่ 4.15 ฮิสโทแกรมของผลต่างของรูปภาพ Deer ในสีน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทา

จากรูปที่ 4.13 4.14 และรูปที่ 4.15 แสดงฮิสโทแกรมของรูปภาพ Deer ในน้ำเงินของมาตรฐาน RGB ในภาพระดับเทาและที่ถูกบีบอัดแล้ว ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะได้ผลต่างของฮิสโทแกรมที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 4.15 ซึ่งค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันไม่มาก

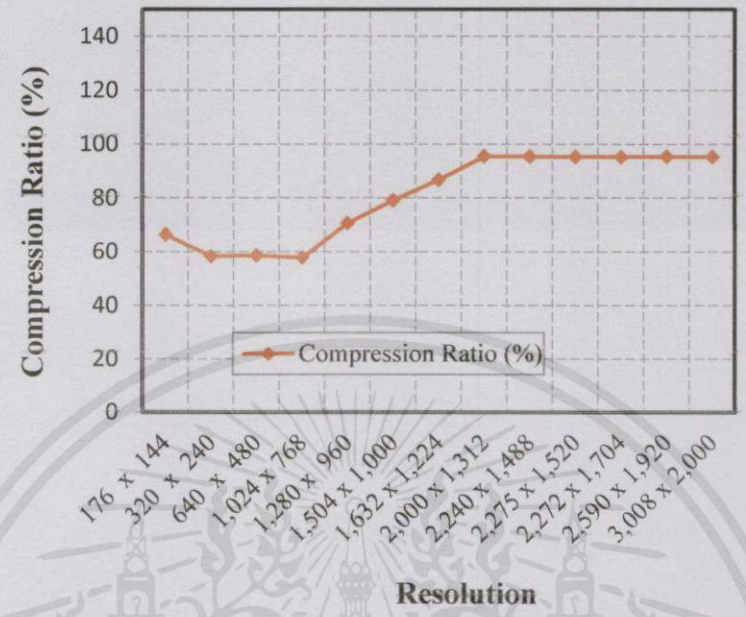
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการทดสอบที่ขนาดต่างๆ จากรูปที่ 4.6 สามารถแสดงผลการทดสอบการบีบอัดของรูปภาพ Deer ที่ได้จากโปรแกรม ดังตารางที่ 4.2

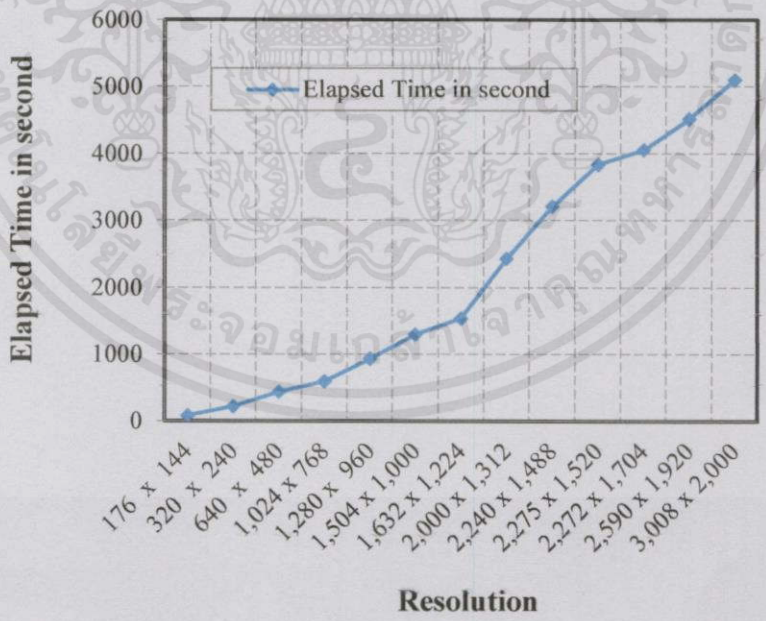
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพของรูปภาพ Deer ที่ขนาดต่างๆ

ขนาดของรูปภาพ	เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพ	ระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพ (วินาที)
176×144	66.53	84.72
320×240	58.33	222.97
640×480	58.61	444.59
1024×768	57.86	600.88
1280×960	70.76	934.22
1504×1000	79.24	1301.24
1632×1224	86.87	1540.22
2000×1312	95.62	2442.46
2240×1488	95.57	3214.58
2275×1520	95.45	3842.74
2272×1704	95.31	4061.57
2590×1920	95.52	4526.13
3008×2000	95.44	5103.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและขนาดของรูปภาพ



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพและขนาดของรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 เป็นการนำค่าจากตารางที่ 4.2 มาพิจารณาในรูปแบบของกราฟ แนวโน้มของรูปที่ได้พบว่า เมื่อค่า Resolution ของรูปภาพมากขึ้น เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพและระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพจะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย

4.4 บทสรุป

หลังจากได้ทดสอบการบีบอัดข้อมูลรูปภาพโดยใช้โปรแกรมซอฟท์แวร์ โดยข้อมูลไม่มีการบิดเบือนไปจากต้นฉบับได้นั้นพบว่า เมื่อค่าความละเอียดของรูปภาพ (Resolution) มากขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดก็จะมาก เปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เราต้องการขนาดไฟล์ที่เล็กที่สุดเมื่อทำการบีบอัด แต่ยังคงสามารถมองเห็นข้อมูลได้ว่าเป็นข้อมูลของภาพอะไร ดังนั้นค่า Resolution ที่เราต้องการจึงไม่ต้องสูงมาก และระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดภาพก็ต้องไม่มากด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดสอบ

5.1 บทนำ

การบีบอัดข้อมูลมีจุดประสงค์เพื่อให้การส่งข้อมูลมีความเร็วขึ้น มีพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลได้มากขึ้น โดยที่คุณภาพของข้อมูลภาพคล้ายต้นฉบับให้มากที่สุด ซึ่งการบีบอัดข้อมูลในปริญญานิพนธ์ เล่มนี้ได้แสดงผลการทดสอบการบีบอัดข้อมูลรูปภาพนิ่ง ให้มีขนาดไฟล์ที่เล็กลง เพื่อสามารถนำไปใช้ในการรับและส่งรูปภาพในย่านความถี่สูงได้

5.2 สรุปผลการทดสอบ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้นำเสนอเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพตามมาตรฐานของ JPEG โดยใช้หลักการ Discrete Cosine Transform ซึ่งจากการทดสอบการบีบอัดข้อมูลรูปภาพ เราพบว่าขนาดของภาพมีผลต่อขนาดไฟล์รูปภาพ ยิ่งขนาดของภาพมีค่ามาก ขนาดไฟล์ ระยะเวลาที่ใช้ในการบีบอัดรูปภาพ และเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นไปด้วย ในการนำไปใช้งานเราจะใช้ภาพที่มีขนาด 176×144 พิกเซล ซึ่งต้นฉบับมีขนาดไฟล์ 7150 ไบต์ และเมื่อทำการบีบอัดภาพแล้ว จะใช้ภาพที่ได้ในระดับเทา ขนาดไฟล์ที่ได้คือ 3090 ไบต์ มีเปอร์เซ็นต์ของอัตราส่วนการบีบอัดภาพที่ 56.78% โดยที่ประสาทตาเรายังสามารถมองเห็นได้เหมือนกับภาพต้นฉบับ โดยผลการทดสอบการวัดประสิทธิภาพหลังจากการบีบอัดรูปภาพ View แล้วค่าที่ได้ คือ ใช้เวลาทั้งหมด 26.2321 วินาที ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.97506, ความแตกต่างสูงสุด เท่ากับ 52.00, ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย เท่ากับ 125.811, ค่าการลดความซ้ำซ้อนของความผิดพลาดค่าสัมบูรณ์ เท่ากับ 0.0979552, ค่าการลดความซ้ำซ้อนของค่าสหสัมพันธ์ข้าม เท่ากับ 0.951152, ค่าสัดส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนสูงสุด เท่ากับ 27.1336 และค่าความคล้ายคลึงกันของโครงสร้าง เท่ากับ 1.09171

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าเมื่อเราทำการบีบอัดภาพที่ขนาด 176×144 พิกเซล ขนาดไฟล์ที่ได้หลังจากการบีบอัดภาพแล้วจะมีขนาดไฟล์ 3090 ไบต์ โดยที่ขนาดยังเท่าเดิมคือ 176×144 พิกเซล ซึ่งขนาดไฟล์ที่ได้ สามารถที่จะรับส่งภาพในย่านความถี่สูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันขบวนการบีบอัดข้อมูลที่มีอยู่นั้น ขนาดไฟล์ที่ได้หลังจากการบีบอัดยังถือว่ามีขนาดไฟล์ที่ใหญ่อยู่ ซึ่งเราสามารถที่จะปรับปรุงการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดไฟล์ที่เล็กกว่านี้และเร็วกว่านี้ได้ โดยที่ใช้งบประมาณเท่าเดิม และประสิทธิภาพหลังจากการบีบอัดยังใกล้เคียงกับต้นฉบับ และเรายังสามารถทดสอบการส่งและรับภาพได้โดยที่มีเครื่อง Modulate กับเครื่องรับเครื่องส่งที่มีความถี่ 3-30 MHz ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Direct. "fulltext." http://dric.nrct.go.th/direct_fulltext.php?bid=169430& file.pdf

[2] Thatdesignidea. "pixel." http://www.thaidesignidea.com/ตอนที่-2-ทำความรู้จักกับ-pixel.html

[3] B. Furht and R. Westwater, Video Presentation and Compression, Florida Atlantic-University Department of Computer Science and Engineering

[4] R. Westwater and B. Furht, "Real-Time Video Compression – Techniques and Algorithms," Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1997.

[5] Chanida. "Multimedia." 202.29.52.57/~chanida/Multimedia/Slide/chapter_11_data-compress.ppt

[6] Wikipedia. "High frequency." http://en.wikipedia.org/wiki/High_frequency

[7] Matlab/System for the New Co-Simulation Environment by JPEG Algorithm Walid Hassairi1, 2, Moncef Bousselmi1, Mohamed Abid 1, 2 and Carlos Valderrama1, 2
[1] UMons University of Mons, Electronics & Microelectronics Dpt., Mons, Belgium
[2] Laboratory CES, National School of Engineers of Sfax, Tunisia

[8] Telenet. "Jpeg." http://users.telenet.be/hansvdf/oud/jpeg/4.1.html

[9] Wikipedia. "Color space transformation." http://en.wikipedia.org/wiki/JPEG#Color_space_trans formation

[10] N. Ahmed, T. Natarajan, and K. R. Rao, "Discrete Cosine Transform", IEEE Trans. Trans, Computer, Vol. C-23, pp. 90-93, Jan. 1974.

[11] ISO/IEC 10918-1: 1993(E), Information Technology Digital Compression and Coding of Continuous-Tone Still Images-Requirements and Guidelines, International Telecom- munication Union (ITU), 1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้