

การเปรียบเทียบสมรรถนะการบีบอัดภาพระหว่างเทคนิคเจทีคและเวฟเลต  
สำหรับภาพเคลื่อนไหวประจำตัว



น.ศ. เจษฎา ศรีวิทยานุรักษ์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-512-9

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**PERFORMANCE COMPARISON OF IMAGE COMPRESSION BETWEEN JPEG AND  
WAVELET TECHNIQUES FOR PICTURES IN IDENTIFICATION CARDS**



**Miss Jadsada Trewitthayamuruk**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science in Computer Science**

**Department of Computer Engineering**

**Faculty of Engineering**

**Chulalongkorn University**


**Academic Year 1999**

**ISBN 974-333-512-9**

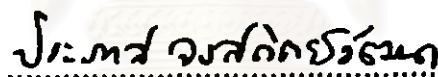
หัวข้อวิทยานิพนธ์      การเปรียบเทียบสมรรถนะการบีบอัดภาพระหว่างเทคนิคเจทีค  
และเวฟเลตสำหรับภาพติดบัตรประจำตัวบุคคล  
โดย                              นางสาวเจษฎา ศรีวิทยานุรักษ์  
ภาควิชา                          วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา              อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ศิริบุญรัมย์


---


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

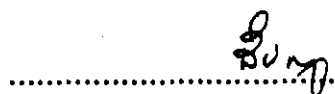
  
.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร. ชูศักดิ์ ศิริบุญรัมย์)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทาริต วงศ์ประทีป)

  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. เตีตฤกฏ พิภพมงคล)

เชษฐา ศรีวิธานุรักษ์ : การเปรียบเทียบสมรรถนะการบีบอัดภาพระหว่างเทคนิคเจเพ็ก  
และเวฟเลตสำหรับภาพติดบัตรประจำตัว

(PERFORMANCE COMPARISON OF IMAGE COMPRESSION BETWEEN JPEG  
AND WAVELET TECHNIQUES FOR PICTURES IN IDENTIFICATION CARDS)

อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร.ฐิต ศิริบุรณ, 205 หน้า. ISBN 974-333-512-9.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ คือ เพื่อทำการศึกษาค้นคว้าและเปรียบเทียบสมรรถนะการบีบอัดภาพระหว่างเทคนิคเจเพ็กและเวฟเลตสำหรับภาพติดบัตรประจำตัว และวิเคราะห์ออกแบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบสมรรถนะภาพการบีบภาพ ระหว่างเทคนิคเจเพ็กแบบเวฟเลตเจเพ็ก และเทคนิคเวฟเลต

กรณีศึกษาในการวิจัยนี้ ใช้ภาพติดบัตรประจำตัวชนิดที่ถ่ายด้วยกล้องดิจิทัลทั้งชายและหญิงของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเลือกมาตรฐานการเปรียบเทียบคืออัตราส่วนการบีบและมาตรฐานคุณภาพภาพ (PQS) ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพภาพที่ถูกบีบ เป็นวิธีที่รวมการประเมินคุณภาพแบบเทียบกับภาพต้นฉบับกับแบบเทียบกับภาพบีบที่มีปัจจัยความผิดเพี้ยนหลายๆ ปัจจัย ลงในตัวเลขที่แสดงถึงค่าของคุณภาพของภาพ และเป็นวิธีที่มีความสัมพันธ์กับวิธีคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็น (MOS) ที่เก็บจากการประเมินคุณภาพภาพด้วยวิธีแบบเทียบกับภาพต้นฉบับ

จากผลการวิจัยพบว่า การบีบภาพด้วยเทคนิคเวฟเลตจะให้คุณภาพของภาพสูงกว่าเทคนิคเจเพ็ก เมื่อเปรียบเทียบที่อัตราส่วนการบีบเท่ากัน จากผลการมาตรฐานคุณภาพภาพที่วิเคราะห์ได้เมื่อนำมาทดสอบด้วยภาพตัวอย่างชนิดที่เลือกไว้ผลลัพธ์ที่ได้ใกล้เคียงกับวิธีคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็น กล่าวคือ ภาพขนาด 256x256 จุดภาพ ทิศารณาที่อัตราส่วนการบีบเท่ากับ 35: 1 เจเพ็กให้ค่ามาตรฐานคุณภาพภาพเท่ากับ 2.8 PQS และเวฟเลตให้ 3.8 PQS และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.91 และภาพขนาด 512x512 จุดภาพ ทิศารณาที่อัตราส่วนการบีบเท่ากับ 50: 1 เจเพ็กให้ค่ามาตรฐานคุณภาพภาพเท่ากับ 3.1 PQS และเวฟเลตให้ 3.6 PQS และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.88 ดังนั้น วิธีมาตรฐานคุณภาพภาพสามารถใช้แทนวิธีคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็น เมื่อพิจารณาในขอบเขตของภาพแบบเดียวกัน

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ \_\_\_\_\_ ถายมือชื่อนิติศ ลาอานา มอริทาษา  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ \_\_\_\_\_ ถายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ส. พ.  
ปีการศึกษา 2542 \_\_\_\_\_ ถายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม \_\_\_\_\_

MAJOR: COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: IMAGE COMPRESSION/ JPEG/ WAVELET/ PQS

JADSADA TREWITTHAYANURUK: PERFORMANCE COMPARISON OF  
IMAGE COMPRESSION BETWEEN JPEG AND WAVELET TECHNIQUES  
FOR PICTURES IN IDENTIFICATION CARDS.

THESIS ADVISOR: THIT SIRIBUL Ph.D. 205 pp. ISBN 974-333-512-9.

The purpose of this thesis is to study, research and compare the performance of image compression between JPEG and wavelet techniques for pictures in identification cards. And to analyze and design the software for comparing the performance of image compression between baseline JPEG and wavelet techniques.

Case study of this research is the photographs that take by a digital camera from both male and female students in The Chulalongkorn University. The image quality measurement are Compression Ratio and Picture Quality Scale (PQS) which is a new technical method that has been developed for evaluating the quality of compressed images. It combines subjective testing with objective evaluation of different distortion factors into a single quantitative measure; and it correlates well with the subjective evaluation qualified by a Mean Opinion Scores (MOS).

From this thesis, it finds that image compression by wavelet technique give better quality image than JPEG technique when compare with the same compression ratio. PQS equation from the experiment shows similar result to the MOS result: For a set of image sizes 256x256, at 35: 1 compression ratio, JPEG gives 2.8 PQS and wavelet technique gives 3.8 PQS. The correlated coefficient between PQS and the MOS is 0.91. For a set of image sizes 512x512, at 50: 1 compression ratio, JPEG gives 3.1 PQS and wavelet technique gives 3.6 PQS. The correlated coefficient between PQS and the MOS is 0.88. So indicating that PQS can be used instead of MOS when analyze in same scope images.

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ \_\_\_\_\_ ถายมือชื่อนิติศ \_\_\_\_\_ ลลิตา ทวีตทยาณรรักษ์  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ \_\_\_\_\_ ถายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา \_\_\_\_\_  
ปีการศึกษา 2542 \_\_\_\_\_ ถายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม \_\_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.จิต ศิริบุรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณท่านกรรมการทุกท่านที่ได้สละเวลาช่วยตรวจสอบ และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณกานต์มนัส จันทร์ทอง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ การค้นหาค้นหาเอกสาร และขอแนะนำข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย

ทำเนียบผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญกราฟ.....	ฅ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ณ

### บทที่

1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น.....	4
2.1.1 ภาพดิจิทัล (Digital image).....	4
2.1.1.1 บิตแมท (Bitmap).....	4
2.1.1.2 เวกเตอร์ (Vector).....	6
2.1.2 ชนิดของภาพ (Image types).....	6
2.1.3 แบบจำลองของสี (Color model).....	7
2.1.3.1 แบบจำลองสีอาร์จีบี (The RGB color model).....	7
2.1.3.2 แบบจำลองสีซีเอ็มวาย (The CMY color model).....	8
2.1.3.3 แบบจำลองสีวายไอคิว (The YIQ color model).....	9
2.1.3.4 แบบจำลองสีเอชไอเอส (The HIS color model).....	10

2.2	การบีบข้อมูลภาพ (Image compression).....	11
2.2.1	แบบจำลองระบบการบีบ (Compression system model).....	11
2.2.1.1	การบีบ (Compression).....	11
2.2.1.2	การคลาย (Decompression).....	13
2.2.2	การบีบข้อมูลแบบไม่มีการสูญเสีย (Lossless compression).....	14
2.2.2.1	เทคนิคคิกซ์นารีเบส (Dictionary-based techniques).....	15
2.2.2.1.1	การเข้ารหัสแบบรันเลนท (Run-Length coding).....	15
2.2.2.1.2	การเข้ารหัสแบบแลมเพดจีฟเวลช (Lempel-Ziv-Welch coding).....	17
2.2.2.2	การเข้ารหัสเชิงสถิติ (Statistical encoding methods).....	19
2.2.2.2.1	การเข้ารหัสฮัฟฟ์แมน (Huffman coding).....	19
2.2.2.2.2	การเข้ารหัสเลขคณิต (Arithmetic coding).....	21
2.2.3	การบีบข้อมูลแบบมีการสูญเสียบางส่วน (Lossy compression).....	25
2.2.3.1	คิฟเพอเรนเชียดพัลส์โคดมอดูเลชัน (Differential pulse code modulation).....	26
2.2.3.2	การเข้ารหัสการแปลง (Transform image compression).....	29
2.2.4	การบีบข้อมูลภาพแบบเจทีคมตะเวฟเลต.....	36
2.2.4.1	การบีบข้อมูลภาพแบบเจทีค.....	36
2.2.4.1.1	มาตรฐานการบีบภาพแบบเจทีค.....	36
2.2.4.1.2	ขั้นตอนการบีบภาพในประเภทการเข้ารหัส ดีจิทัลเบสเชิงลำดับ.....	37
2.2.4.1.3	ขั้นตอนการบีบภาพในประเภทการเข้ารหัส แบบไม่สูญเสียข้อมูล.....	44
2.2.4.1.4	ภาพหลายองค์ประกอบ (Multiple-component images).....	45
2.2.4.1.5	ลำดับการเข้ารหัสและเทคนิคการประมวลผลโดยแทรก การทำงานหรืออินเทอร์ลีฟวิง(Interleaving).....	47
2.2.4.1.6	ตารางหลายชุด (Multiple table).....	49
2.2.4.1.7	ตัวอย่างการบีบข้อมูลภาพด้วยเทคนิคเจทีค.....	50



2.2.4.1.8	ขั้นตอนการบีบภาพในประเภทการเข้ารหัส ดิคซีทีเบสโทรเกรซิจิฟ.....	55
2.2.4.1.9	ขั้นตอนการบีบภาพในประเภทการเข้ารหัส เจิงดำคัมจับัน.....	55
2.2.4.2	การบีบภาพข้อมูลแบบเวฟเลต.....	56
2.2.4.2.1	ความเป็นมาของเวฟเลต.....	56
2.2.4.2.2	การแปลงเวฟเลต.....	57
2.2.4.2.3	การบีบข้อมูลภาพด้วยการแปลงเวฟเลต.....	63
2.3	เกณฑ์ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพ (Fidelity criteria).....	69
2.3.1	แบบเทียบกับภาพคั่นฉบับ (Subjective fidelity criteria).....	72
2.3.2	แบบเทียบกับภาพบีบ (Objective fidelity criteria).....	72
2.3.2.1	ความผิดพลาดรากุทมีนสมแควร์ (Root-mean-square error).....	73
2.3.2.2	อัตราซิกเนลทูนีอชรูทมีนสมแควร์ (Root-mean-square signal-to-noise ratio).....	73
2.3.2.3	อัตราพีคซิกเนลทูนีอช (Peak-signal-to-noise ratio).....	74
2.3.2.4	อัตราส่วนการบีบ (Compression ratio).....	74
2.3.3	มาตราส่วนคุณภาพภาพ (Picture quality scale).....	75
2.3.3.1	การหาปัจจัยความผิดเพี้ยนของภาพ 5 ปัจจัย (Distortion factor).....	75
2.3.3.2	การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis).....	81
2.3.3.3	การวิเคราะห์ถดถอยหลายตัว (Multiple regression analysis).....	85
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	90
3.	การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์.....	94
3.1	โครงสร้างข้อมูล.....	94
3.2	ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม.....	94
3.2.1	โปรแกรมการเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพเกรย์สเกล.....	94
3.2.2	โปรแกรมมาตราส่วนคุณภาพภาพ.....	96
3.3	การทำงานของโปรแกรมเพื่อการเปรียบเทียบการบีบอัดภาพ.....	102
3.3.1	การทำงานของโปรแกรมการเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพเกรย์สเกล.....	102

3.3.2	การทำงานของโปรแกรมมาตรฐานคุณภาพภาพ.....	102
4.	ขั้นตอนและผลการวิจัย.....	104
4.1	ขั้นตอนการวิจัย.....	104
4.1.1	การวิจัยตอนที่ 1.....	108
4.1.2	การวิจัยตอนที่ 2.....	114
4.2	ผลการวิจัย.....	123
4.2.1	ผลการวิจัยตอนที่ 1.....	123
4.2.2	ผลการวิจัยตอนที่ 2.....	129
5.	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	135
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	135
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	139
รายการอ้างอิง.....		141
ภาคผนวก.....		144
ภาคผนวก ก. เพิ่มข้อมูลภาพ (Graphics file formats).....		145
เพิ่มข้อมูลภาพแบบเจพีค (JPEG file format).....		145
เพิ่มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี (BMP file format).....		161
เพิ่มข้อมูลภาพแบบร่อ (Raw file format).....		165
ภาคผนวก ข. คะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่ได้จากผู้สังเกตภาพและ		
ค่ามาตรฐานคุณภาพภาพที่คำนวณได้.....		166
ภาคผนวก ค. พารามิเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรมบีบอัดภาพ.....		192
ภาคผนวก ง. ภาพตัวอย่างที่คะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นระดับต่างๆ.....		195
ประวัติผู้เขียน.....		205

## สารบัญญกราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1	แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจทีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพ โดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนการบีบและมาตราส่วนคุณภาพภาพ..... 123
4.2	แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจทีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างจำนวนบิตต่อจุดภาพและมาตราส่วนคุณภาพภาพ..... 124
4.3	แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจทีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างจำนวนบิตต่อจุดภาพและมาตราส่วนคุณภาพภาพ ซึ่งขยายมาตราส่วนจากกราฟที่ 4.2..... 125
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นซึ่งเก็บได้จากผู้สังเกตภาพและมาตราส่วนคุณภาพภาพซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 1.1 ของภาคนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพ..... 126
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและมาตราส่วนคุณภาพภาพซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 1.3 ของภาคนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพ และเปรียบเทียบกับมาตราส่วนคุณภาพภาพที่ได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพที่คำนวณได้จากการวิจัยตอนที่ 1.1..... 127
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและมาตราส่วนคุณภาพภาพซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 1.4 ของภาคนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 256x256 จุดภาพ และเปรียบเทียบกับมาตราส่วนคุณภาพภาพที่ได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพที่คำนวณได้จากการวิจัยตอนที่ 1.1..... 128

- 4.7 แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน  
ลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจพีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512  
จุดภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนการบีบและมาตราส่วนคุณภาพภาพ..... 129
- 4.8 แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน  
ลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจพีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512  
จุดภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างจำนวนบิตต่อจุดภาพและมาตราส่วนคุณภาพภาพ..... 130
- 4.9 แสดงการเปรียบเทียบการบีบภาพตัวอย่างของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน  
ลักษณะครึ่งตัวระหว่างเทคนิคเจพีคและเวฟเลดในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512  
จุดภาพโดยเปรียบเทียบระหว่างจำนวนบิตต่อจุดภาพและมาตราส่วนคุณภาพภาพ  
ซึ่งขยายมาตราส่วนจากกราฟที่ 4.8..... 131
- 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและมาตราส่วนคุณภาพภาพ  
ซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 2.1 ของภานิสิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512 จุดภาพ..... 132
- 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและมาตราส่วนคุณภาพภาพ  
ซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 2.3 ของภานิสิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512 จุดภาพ และเปรียบเทียบกับ  
มาตราส่วนคุณภาพภาพที่ได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพที่คำนวณได้จาก  
การวิจัยตอนที่ 2.1..... 133
- 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและมาตราส่วนคุณภาพภาพ  
ซึ่งคำนวณได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพจากการวิจัยตอนที่ 2.4 ของภานิสิต  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 512x512 จุดภาพและเปรียบเทียบกับ  
มาตราส่วนคุณภาพภาพที่ได้จากสมการมาตราส่วนคุณภาพภาพที่คำนวณได้จาก  
การวิจัยตอนที่ 2.1..... 134

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงตัวอย่างภาพลักษณะฐานสองขนาด $8 \times 8$ ..... 16
2.2	แสดงตัวอย่างภาพเกรย์สเกลขนาด $8 \times 8$ ..... 17
2.3	แสดงตัวอย่างการเข้ารหัสแบบแอดแมชต์บิต..... 18
2.4	แสดงตัวอย่างการถอดรหัสแบบแอดแมชต์บิต..... 19
2.5	ขั้นตอนการลดทอนคันทันฉบับของฮัฟฟ์แมน..... 20
2.6	การกำหนดรหัสในวิธีการเข้ารหัสฮัฟฟ์แมน..... 21
2.7	แสดงความถี่และค่าความน่าจะเป็นจากตัวอย่างวิธีเข้ารหัสเลขคณิต..... 22
2.8	แสดงค่าสูงและค่าต่ำจากตัวอย่างวิธีเข้ารหัสเลขคณิต..... 23
2.9	แสดงการถอดรหัสด้วยวิธีเข้ารหัสเลขคณิต..... 24
2.10	ตารางแสดงคุณภาพของภาพที่จำนวนบิตต่อจุดภาพต่างๆ ..... 44
2.11	ตารางแสดงการทำนายค่า X จากค่า A, B และ C..... 45
2.12	ตัวอย่างค่าจุดภาพบางส่วนจากภาพคันทันฉบับขนาด $8 \times 8$ ..... 50
2.13	ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์หลังผ่านขั้นตอนฟอว์เวิร์คคิงซี่..... 51
2.14	ตัวอย่างของค่าในตารางควอนไทเซชัน..... 51
2.15	ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์หลังผ่านควอนไทเซชันและนำไปเข้ารหัส..... 51
2.16	ตัวอย่างค่าสัมประสิทธิ์ที่ผ่านการดีควอนไทเซชัน..... 51
2.17	ตัวอย่างค่าจุดภาพที่ได้กลับมากลึงการคลาย..... 52
2.18	แสดงรหัสที่ใช้เข้ารหัสภูมิแนชต์สัมประสิทธิ์คิงซี่ของตารางฮัฟฟ์แมน..... 53
2.19	แสดงบางส่วนของรหัสที่ใช้เข้ารหัสภูมิแนชต์สัมประสิทธิ์เอจิงซี่ของตารางฮัฟฟ์แมน..... 54
2.20	แสดงจำนวนบิตที่ใช้เข้ารหัสสัมประสิทธิ์คิงซี่และเอจิงซี่ที่ค่าแอมพลิจูดต่างๆ ..... 54
2.21	แสดงการให้คะแนนภาพตามหลักสากลที่นิยมใช้กัน..... 72
2.22	แสดงตัวอย่างของเมทริกซ์การผันแปรร่วม..... 84
2.23	แสดงตัวอย่างของโอเก็นแวลลิวและโอเก็นแวลลิวเคอร์..... 84
4.1	แสดงการให้คะแนนของวิธีคะแนนถ่วงน้ำหนักเห็น..... 105
4.2	แสดงเมทริกซ์การผันแปรร่วมของภาพนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในลักษณะ ครึ่งตัวขนาด $256 \times 256$ จุดภาพ..... 109

4.3	แสดงค่าไอเกินแนวตั้งและ ไอเกินแนวทแยงของภาพนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน ลักษณะครึ่งตัวขนาด 256x256 จุดภาพ.....	109
4.4	แสดงเมทริกซ์การผันแปรร่วมของภาพนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในลักษณะ ครึ่งตัวขนาด 512x512 จุดภาพ.....	115
4.5	แสดงค่าไอเกินแนวตั้งและ ไอเกินแนวทแยงของภาพนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยใน ลักษณะครึ่งตัวขนาด 512x512 จุดภาพ.....	115
4.6	เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ ระหว่างการวิจัย.....	116
ก.1	รหัสเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายต่างๆ (Marker segment codes).....	146
ก.2	เขตข้อมูลส่วนหัวครึ่ง.....	147
ก.3	เขตข้อมูลส่วนหัวข้อกำหนดขององค์ประกอบ.....	149
ก.4	เขตข้อมูลส่วนหัวกราดตรวจ (Scan header fields).....	151
ก.5	เขตข้อมูลตารางควอนไทเซชัน (Quantization table fields).....	154
ก.6	เขตข้อมูลตารางฮัฟฟ์แมน (Huffman table fields).....	155
ก.7	เขตข้อมูลเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายเริ่มใหม่ (Restart marker segment fields).....	158
ก.8	เขตข้อมูลเซกเมนต์คอมเมนต์ (Comment segment fields).....	158
ก.9	เขตข้อมูลตารางข้อมูลการประยุกต์ (Application data table fields).....	159
ก.10	เซกเมนต์กำหนดจำนวนบรรทัด (Define number of lines segment fields).....	159
ก.11	แสดงส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี.....	161
ก.12	แสดงส่วนหัวของข้อมูลภาพสำหรับแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีจาก ไมโครซอฟต์วินโดว 3.0.....	162
ก.13	แสดงตารางสีสำหรับแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีจาก ไมโครซอฟต์วินโดว.....	163
ก.14	แสดงส่วนหัวของข้อมูลภาพสำหรับแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีจาก โอเอสทูทรีเจเนเรชันแมนเนเจอร์.....	163
ก.15	แสดงตารางสีสำหรับแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีจาก โอเอสทูทรีเจเนเรชันแมนเนเจอร์.....	164
ข.1	ตารางแสดงคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นจากผู้สังเกตภาพ 10 คน เมื่อสังเกตภาพ ขนาด 256x256 จุดภาพตามลำดับภาพต้นฉบับ.....	166
ข.2	ตารางแสดงคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นจากผู้สังเกตภาพ 10 คน เมื่อสังเกตภาพ ขนาด 512x512 จุดภาพตามลำดับภาพต้นฉบับ.....	178
ข.3	ตารางแสดงคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นจากผู้สังเกตภาพ 10 คน เมื่อสังเกตภาพตัวอย่าง ทดสอบสมการที่คำนวณ ได้ขนาด 256x256 จุดภาพตามลำดับภาพต้นฉบับ.....	190

- ข.4 ตารางแสดงคะแนนค่าเฉลี่ยความคิดเห็นจากผู้สังเกตภาพ 10 คน เมื่อสังเกตภาพตัวอย่าง  
ทดสอบสมการที่คำนวณได้ขนาด 512x512 จุดภาพตามลำดับภาพต้นฉบับ.....191



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	แสดงฟังก์ชันอ้างอิงที่ใช้ในการประมวลผล..... 5
2.2	แสดงการชักตัวอย่างภาพด้วยจำนวนกริดต่างกัน..... 6
2.3	เปรียบเทียบภาพที่เห็นในธรรมชาติกับภาพที่ผ่านควอนไทเซชัน..... 6
2.4	แสดงแบบจำลองการบีบ..... 8
2.5	แสดงสามเหลี่ยมแบบจำลองเฮอริสโอส..... 10
2.6	แสดงแบบจำลองระบบการบีบในส่วนของการบีบ..... 13
2.7	แสดงแบบจำลองระบบการบีบในส่วนของการคลาย..... 13
2.8	แสดงการบีบข้อมูลภาพระหว่างแบบไม่มีการสูญเสียข้อมูลและแบบสูญเสียข้อมูล บางส่วน..... 14
2.9	แสดงการบีบภาพแบบคิทีซีเอ็ม..... 27
2.10	แสดงการคลายแบบคิทีซีเอ็ม..... 28
2.11	แสดงการบีบภาพแบบคิทีซีเอ็ม รูป ก. หนึ่งมิติ รูป ข. สองมิติ..... 28
2.12	แสดงการเข้ารหัสการแปลง..... 29
2.13	แสดงการคลายจากการเข้ารหัสการแปลง..... 29
2.14	แสดงขนาดต่างๆ ของบล็อกและค่าความผิดพลาดครุทมินสแควร์..... 31
2.15	แสดงการแปลงภาพจากโดเมนของสเปซไปเป็นโดเมนของความถี่ รูป ก. การแปลงแบบฟูเรียร์ รูป ข. การแปลงแบบโคไซน์..... 32
2.16	แสดงการคัดเลือกสัมประสิทธิ์แบบการเข้ารหัสตามโซน รูป ก. แสดงตำแหน่ง สัมประสิทธิ์ที่คัดเลือกไว้ รูป ข. แสดงจำนวนบิตที่ใช้ในการเข้ารหัสสัมประสิทธิ์ ที่คัดเลือกไว้..... 34
2.17	แสดงการคัดเลือกสัมประสิทธิ์แบบการเข้ารหัสแบบจิกแนง รูป ก. แสดงตัวอย่าง ตำแหน่งสัมประสิทธิ์ที่คัดเลือกไว้ รูป ข. แสดงลำดับการเข้ารหัสสัมประสิทธิ์ตาม ตำแหน่งที่คัดเลือกไว้..... 35
2.18	แสดงการบีบภาพด้วยเทคนิคเฉพาะที่ประเภทการเข้ารหัสคิทีซีบีเอสเชิงลำดับ..... 37
2.19	แสดงการคลายจากการบีบภาพด้วยเทคนิคเฉพาะที่ประเภทการเข้ารหัส คิทีซีบีเอสเชิงลำดับ..... 37



2.20	แสดงแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิ์คิซีทีหลังการแปลง.....	40
2.21	แสดงการแปลงคิซีทีท โคซาซัน 2 มิติ.....	40
2.22	แสดงการเข้ารหัสค่าแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์คิซี.....	42
2.23	แสดงการเข้ารหัสรันเกณฑ์ด้วยลำดับแบบซิกแซก.....	42
2.24	แสดงการบีบภาพด้วยเทคนิคเจเพ็ทประเภทการเข้ารหัส ไม่สูญเสียข้อมูล.....	44
2.25	ตัวอย่างการทำนายค่าจากค่าใกล้เคียง.....	45
2.26	แสดงแบบจำลองภาพต้นฉบับเจเพ็ท รูป ก. ภาพต้นฉบับที่มีหลายองค์ประกอบ รูป ข. ลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบภาพ.....	46
2.27	ลำดับข้อมูลแบบอนอินเทอร์ลิฟ.....	48
2.28	ตัวอย่างการเรียงลำดับข้อมูลแบบอินเทอร์ลิฟ.....	49
2.29	องค์ประกอบอินเทอร์ลิฟ (Component-interleave) และการควบคุมสวิตซ์ตาราง (Table-switching control).....	50
2.30	แสดงตัวอย่างของเวฟและเวฟเลต รูป ก. ฟังก์ชันซาซัน รูป ข. ฟังก์ชันเวฟเลตของ Daubechies.....	58
2.31	แสดงตัวอย่างของเวฟเลตชนิดต่างๆ รูป ก. Daubechies รูป ข. Coiflet รูป ค. Haar รูป ง. Symmlet.....	61
2.32	แสดง Daubechies mother wavelet.....	62
2.33	แสดงความละเอียดของการแปลงทั้ง 2 แบบ ในการวิเคราะห์สัญญาณในเชิงเวลา-ความถี่ รูป ก. เบซีสฟังก์ชันแบบฟูเรียร์ (Fourier basis function) รูป ข. เบซีสฟังก์ชันแบบเวฟเลต (Wavelet basis function).....	63
2.34	แสดงการบีบภาพด้วยการแปลงเวฟเลต.....	64
2.35	แสดงขั้นตอนการบีบภาพด้วยการแปลงฟอว์เวิร์ดเวฟเลต.....	64
2.36	แสดงตำแหน่งของคลื่นความถี่ในภาพหลังการแปลงด้วยเวฟเลต.....	66
2.37	แสดงตัวอย่างการแยกส่วนประกอบความละเอียดหลายระดับที่ให้ผลลัพธ์เป็นจำนวนภาพ ย่อยต่างๆ กัน รูป ก. แสดงจำนวน 7 ภาพย่อย รูป ข. แสดงจำนวน 10 ภาพย่อย.....	66
2.38	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันของคลื่นย่อยแบบ Parent-child.....	67
2.39	แสดงตัวอย่างของการเรียงลำดับสัมประสิทธิ์ในการกราดตรวจของการแปลงเวฟเลตที่ 2 ระดับ รูป ก. แบบ Raster scan รูป ข. แบบ Morton order รูป ค. แบบ Peano scan....	67
2.40	แสดงขั้นตอนการคลายภาพด้วยการแปลงอินเวอร์ตเวฟเลต.....	68

2.41	ตัวอย่างภาพที่บีบด้วยเทคนิคเจเพ็กและเวฟเลต รูป ก. ภาพต้นฉบับ Lena รูป ข. ภาพที่บีบด้วยเทคนิคเจเพ็กที่อัตราส่วนการบีบ 36: 1 รูป ค. ภาพที่บีบด้วยเทคนิคเวฟเลตที่อัตราส่วนการบีบ 150: 1 รูป ง. ภาพที่บีบด้วยเทคนิคเวฟเลตที่อัตราส่วนการบีบ 180: 1.....	70
2.42	แสดงโครงสร้างของวิธียามาตราส่วนคุณภาพภาพ.....	76
2.43	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y รูป ก. X และ Y มีความสัมพันธ์กันสูง รูป ข. X และ Y มีความสัมพันธ์กันต่ำกว่า.....	82
2.44	แสดงความแตกต่างระหว่างวิธีการหาค่าต่ำสุด รูป ก. แสดงการลากเส้นระยะทาง ต่ำสุดของวิธีการยกค่ากำลังสองต่ำสุด รูป ข. แสดงการลากเส้นระยะทางต่ำสุดของ แกนหลักของวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก.....	83
2.45	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม รูป ก. ความสัมพันธ์เชิงเส้น ตรงแบบบวก รูป ข. ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบลบ รูป ค. ความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง แบบบวก รูป ง. ความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งแบบลบ รูป จ. ไม่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน.....	86
2.46	แสดงภาพที่ผ่านการประมวลผลด้วยวิธียามาตราส่วนคุณภาพภาพจากภาพต้นฉบับ ภาพซ่าชน ภาพ Lena และปัจจัยองค์ประกอบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ.....	89
2.47	แสดงการเปรียบเทียบการเข้ารหัสภาพด้วยเวฟเลตของภาพ "hotel".....	91
2.48	แสดงการเปรียบเทียบการเข้ารหัสภาพด้วยเจเพ็กของภาพ "hotel".....	92
2.49	แสดงการเปรียบเทียบการเข้ารหัสภาพระหว่างเจเพ็กและเวฟเลตของภาพ "hotel".....	93
4.1	แสดงภาพต่างๆ ในขณะวิชันการวิชันตอนที่ 1.....	111
4.2	แสดงภาพต่างๆ ในขณะวิชันการวิชันตอนที่ 2.....	117
ก.1	รูปแบบเพิ่มเติมข้อมูลของการบีบภาพด้วยเจเพ็กประเภทคิรียูบีเบสเชิงลำดับ.....	147
ก.2	โครงสร้างของเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายส่วนหัวเฟรม (Frame header marker segment).....	150
ก.3	โครงสร้างของเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายส่วนหัวกราดตรวจ (Scan header marker segment).....	150
ก.4	โครงสร้างของเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายตารางควอนไทเซชัน (Quantization table marker segment).....	155
ก.5	โครงสร้างของเซกเมนต์ตัวเครื่องหมายตารางฮัฟฟ์แมน (Huffman table marker segment).....	148
ก.6	ลำดับของส่วนประกอบภาพในหน่วยเข้ารหัสเล็กที่สุดหรือเอ็มซียู.....	160

ค.1 แสดงองค์ประกอบของจอภาพของโปรแกรมบีบอัดภาพ.....193

ค.2 แสดงองค์ประกอบของจอภาพของโปรแกรมบีบอัดภาพขณะกำลังบีบอัดภาพ..... 193

ง.1 แสดงการบีบอัดภาพที่คะแนนจนถึงความคิดเห็นระดับต่างๆ ของ  
ภาพขนาด 256x256 จุดภาพ.....195

ง.2 แสดงการบีบอัดภาพที่คะแนนจนถึงความคิดเห็นระดับต่างๆ ของ  
ภาพขนาด 512x512 จุดภาพ.....198



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย