

การอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี



นายภาสกร ประถมบุตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

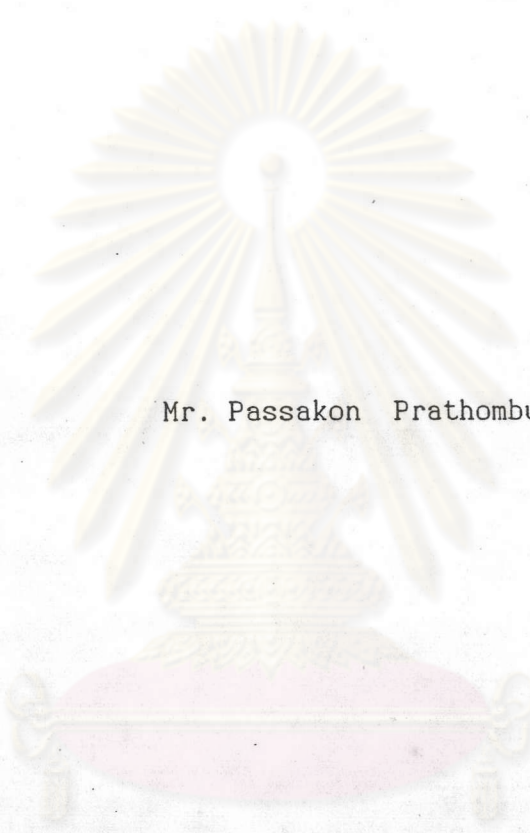
พ.ศ. 2535

ISBN 974-582-130-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

117173565 018759

IMAGE COMPRESSION USING TRANSFORM CODING
WITH QUADTREE TECHNIQUE



Mr. Passakon Prathombutr

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Computer Engineering


Graduate School
Chulalongkorn University

1992

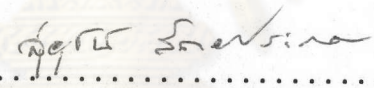
ISBN 974-582-130-6

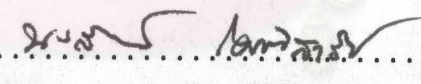
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การอัปเดตข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี
โดย นายภาสกร ประถมบุตร
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นงลักษณ์ โควาวิสารัช
นาวาโท ดร.อโณทัย รัตตะรังสี

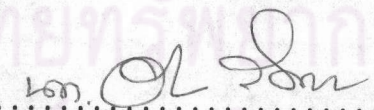
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

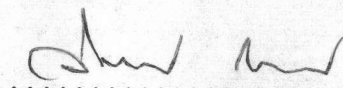

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

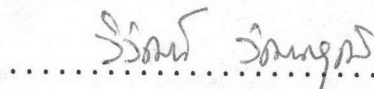
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุขุขน์ ลัตตประกอบ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์นงลักษณ์ โควาวิสารัช)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นาวาโท ดร.อโณทัย รัตตะรังสี)


..... กรรมการ
(ดร.วิเทศ เตชางาม)


..... กรรมการ
(อาจารย์วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ภาสกร ประถมบุตร : การอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี
(IMAGE COMPRESSION USING TRANSFORM CODING WITH QUADTREE TECHNIQUE)
อ.ที่ปรึกษา : อ.นงลักษณ์ โควาวิสารัช อ.ที่ปรึกษาร่วม : นาวาโท ดร.อโณทัย
รัตตะรังสี 103 หน้า. ISBN 974-582-130-6

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี ข้อดี
ของวิธีนี้คือสามารถคัดเลือกสัมประสิทธิ์ที่สำคัญโดยไม่ต้องกำหนดโซนความถี่ล่วงหน้า แต่อาศัยค่าขีดแบ่ง
เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกและอาศัยการแบ่งโซนเพื่อจัดเก็บตำแหน่งของสัมประสิทธิ์ที่สำคัญตามโครงสร้าง
ควอดทรี วิธีการนี้ต่างจากวิธีคัดเลือกสัมประสิทธิ์ที่สำคัญโดยกำหนดโซนความถี่ล่วงหน้าอย่างเช่นวิธี
ของ JPEG ซึ่งอาจตัดทอนสัมประสิทธิ์ที่สำคัญซึ่งไม่อยู่ในโซนความถี่ที่คัดเลือกไว้ออกไป

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าวิธีการที่นำเสนอใช้ได้ผลดีกับภาพทุกระดับความถี่ และให้ประสิทธิภาพ
ทั้งด้านคุณภาพของภาพที่ได้จากการกระจายกลับและอัตราส่วนการอัดดีกว่าวิธีของ JPEG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2535

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C317202 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: IMAGE COMPRESSION / TRANSFORM CODING / QUADTREE

PASSAKON PRATHOMBUTR : IMAGE COMPRESSION USING TRANSFORM CODING
WITH QUADTREE TECHNIQUE. THESIS ADVISOR : MISS NONGLUK COVAVISARUCH.
CO-ADVISOR : COMMANDER ANOTHAI RATTARANGSI,RTN. 103 pp.
ISBN 974-582-130-6

This thesis presents a way of image compression using transform coding with quadtree technique. The advantage of this method is that significant coefficients are selected without a fixed and predefined frequency zone. The concepts behind this method are to set a threshold as well as to use quadtree zoning structure as the criteria of data selection and coding. It differs from method which selects significant coefficients by fixing frequency zone, such as JPEG method, that may leave out significant coefficients which are not in selected frequency zone.

The research experiments reveal that the presented method works efficiently to any type of image. It provides higher compression ratio than JPEG method and gives better quality of the reconstructed image.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....
ปีการศึกษา.....2535.....

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ น.ท.
ดร.อโณทัย รัตตะรังสี และ อาจารย์ณรงค์ลักษณ์ โคควาวิสารัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณ
โครงการพสวท. ที่ได้ยืมเวลาการให้ทุนอุดหนุนการศึกษาและการทำวิจัย มา ณ ที่นี้ด้วย
ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงิน
และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณคุณชลธิชา โพธิบุญ และรุ่นพี่ปริญญาโทภาค
วิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

ภาสกร ประถมบุตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูป	ท

บทที่

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ทฤษฎีและแนวความคิด	2
การอัดข้อมูล	3
การเข้ารหัสการแปลง	4
ปัญหาในการคัดลอกสิ่งประสิทธิ์ของพื้นที่การแปลงสำหรับการอัดข้อมูล	7
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	11
ขอบเขตของการวิจัย	11
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	11
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	11

2. การอัดข้อมูลรูปภาพ

วิธีการพื้นฐานของการอัดข้อมูลรูปภาพ	12
วิธีการอัดข้อมูลโดยหลักสถิติ	12
Spatial Compression	13
การเข้ารหัสแบบไบใช้เส้นแสดงรูปร่าง	14
การอัดแบบควอนไทซิง	15
การเข้ารหัสการแปลง	18

3. การอัดข้อมูลแบบการเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี	
การแบ่งโชนล้มประสิทธิภาพแบบควอดทรีและการคัดเลือกโชนโดยวิธีการเข้ารหัส	
แบบซัดแบ่ง	24
การแบ่งโชนความถี่ตามโครงสร้างของควอดทรี	25
การเลือกระดับซัดแบ่งที่เหมาะสม	35
สรุปขั้นตอนการแบ่งโชนความถี่ตามโครงสร้างของควอดทรี	35
4. การทดสอบประสิทธิภาพของการอัดข้อมูลรูปภาพ	
การวัดประสิทธิภาพ	36
อัตราส่วนการอัด	36
Normalized Mean Square Error	37
ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ	37
ขั้นตอนการทดสอบ	37
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	93
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารอ้างอิง	96
ภาคผนวก ก.	97
ประวัติผู้เขียน	103

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงข้อมูลความเข้มภายในกรอบที่ 1 ขนาด 16 x 16 พิกเซล ของภาพหน้าคนในรูปแบบที่ 2	6
2. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ซีซีทีของข้อมูลในตารางที่ 1	6
3. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพหน้าคน ขนาด 8 x 8 พิกเซล	39
4. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ซีซีทีที่ได้จากตารางที่ 3	39
5. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	41
6. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	41
7. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	42
8. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปแบบที่ 16	42
9. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	43
10. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพลายนิ้วมือ ขนาด 8 x 8 พิกเซล	44
11. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ซีซีทีที่ได้จากตารางที่ 10	44
12. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	46
13. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	46

14. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	47
15. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 18	47
16. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	48
17. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพดอกกุหลาบ ขนาด 8 x 8 พิกเซล	49
18. แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ได้จากตารางที่ 17	49
19. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	51
20. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	51
21. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	52
22. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 20	52
23. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	53
24. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพตารางหมากรุก ขนาด 8 x 8 พิกเซล	54
25. แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ได้จากตารางที่ 24	54
26. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	56

27. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	56
28. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	57
29. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 22	57
30. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	58
31. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพหน้าคน ขนาด 16 x 16 พิกเซล	59
32. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ซีซีที่ได้จากตารางที่ 31	59
33. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	61
34. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	61
35. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	62
36. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 24	62
37. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	63
38. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพลายนิ้วมือ ขนาด 16 x 16 พิกเซล	64
39. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ซีซีที่ได้จากตารางที่ 38	64

40. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	66
41. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	66
42. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	67
43. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 26	67
44. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	68
45. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพดอกกุหลาบ ขนาด 16 x 16 พิกเซล	69
46. แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที่ได้จากตารางที่ 45	69
47. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	71
48. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	71
49. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	72
50. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 28	72
51. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	73

52. แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพตารางหมากรุก ขนาด 16 x 16 พิกเซล	74
53. แสดงค่าสัมประสิทธิ์คี่ที่ที่ได้จากตารางที่ 52	74
54. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง	76
55. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ เป็นระดับขีดแบ่ง	76
56. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง	77
57. แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรี และคัดเลือกโดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 30	77
58. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ ที่ใช้ในการแปลงกลับที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ	78
59. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพหน้าคน ก	79
60. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพหน้าคน ข	80
61. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลิงบาบูน	80
62. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ ก ..	81
63. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ ข ..	81
64. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ ค ..	82

65. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ ง .. 82
66. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ จ .. 83
67. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วมือ ฉ .. 83
68. แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัดที่ระดับ
ขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพลายนิ้วบนธนบัตร 84



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงตัวอย่างลำดับการจัดส่งและรับข้อมูลโดยใช้เทคนิคแบบ เข้ารหัสการแปลง	4
2. แสดงรูปภาพหน้าคน	5
3. แสดงความเข้มของรูปภาพหน้าคนในกรอบที่ 2 ขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	8
4. แสดงความเข้มของรูปภาพหน้าคนในกรอบที่ 3 ขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	8
5. แสดงความเข้มของรูปภาพลายนิ้วมือในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	9
6. แสดงความเข้มของรูปภาพลายนิ้วมือในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	9
7. แสดงความเข้มของรูปภาพตารางหมากรุกในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	10
8. แสดงความเข้มของรูปภาพลายนิ้วมือในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ	10
9. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพื้นที่สี่เหลี่ยมย่อยและจำนวนบิตต่อพิกเซล ของการเข้ารหัสการแปลงของข้อมูลที่ได้จากการสุ่มแบบ Gaussian	19
10. แสดงลำดับการจัดเก็บข้อมูลแบบ Zig-Zag	23
11. แสดงรหัสเส้นทางของควอดทรี	25
12. แสดงผังงานของการคัดเลือกสัมประสิทธิ์อย่างคร่าวๆ	27
13. แสดงรูปแบบการจัดเก็บสัมประสิทธิ์ด้วยโครงสร้างควอดทรี	28
14. แสดงขนาดและระดับของโหนดในโครงสร้างควอดทรี	28
15. แสดงตัวอย่างควอดทรีขนาด 8 x 8 พิกเซล	33
16. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%) และค่าขีดแบ่ง กับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 3	40

รูปที่	หน้า
17. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพหน้าคน(รูป ก) สัมประสิทธิ์คี่ซีที (รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ	43
18. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 10	45
19. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพลายนิ้วมือ(รูป ก) สัมประสิทธิ์ คี่ซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน (รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลัง สอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ	48
20. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 17	50
21. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพดอกกุหลาบ(รูป ก) สัมประสิทธิ์ คี่ซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน (รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลัง สอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ	53
22. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 24	55
23. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพตารางหมากรุก(รูป ก) สัมประสิทธิ์คี่ซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่า มัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ	58
24. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 31	60
25. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพหน้าคน(รูป ก) สัมประสิทธิ์คี่ซีที (รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ	63
26. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 38	65

27. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพลายนิ้วมือ(รูป ก) สัมประสิทธิ์
 ดีซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน
 (รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลัง
 สอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ 68
28. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ
 จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 45 70
29. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพดอกกุหลาบ(รูป ก) สัมประสิทธิ์
 ดีซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน
 (รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลัง
 สอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ 73
30. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%)และค่าขีดแบ่งกับ
 จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 52 75
31. แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพตารางหมากรุก(รูป ก)
 สัมประสิทธิ์ดีซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่า
 มัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์
 ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ 78
32. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก.
 เมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ85
33. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ
 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ 85
34. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก. เมื่อใช้ Optimum Threshold
 เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ 85
35. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข.
 เมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ 86
36. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ
 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ 86
37. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข. เมื่อใช้ Optimum Threshold
 เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ 86
38. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของสิ่งบาบูน
 เมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ 87

53. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ	92
54. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ ...	92
55. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ	92
56. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ	93
57. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ ...	93
58. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ	93
59. แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือธนบัตร เมื่อใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ	94
60. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือธนบัตร เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ ...	94
61. แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือธนบัตรเมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ	94
62. แสดงข้อมูลความเข้มของรูปภาพขนาด 4 x 4 พิกเซล และการแทน ตำแหน่งของ a และ b	100

ศูนย์วิทยุทางการแพทย์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย