

### การทดสอบประสิทธิภาพของการอัดข้อมูลรูปภาพ

จากแนวความคิดการแบ่งโซนสัมประสิทธิ์ที่แบบควอดทรี และการคัดเลือกโซน โดยการเข้ารหัสแบบขีดแบ่งตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ในบทนี้จะเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของการอัดข้อมูลรูปภาพตามแนวความคิดที่สร้างขึ้น และทดลองพัฒนาเป็นโปรแกรมอัดข้อมูล และโปรแกรมกระจายกลับข้อมูลเพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูล ที่เตรียมไว้ตามค่าขีดแบ่งแบบต่างๆ

หลักการวัดประสิทธิภาพที่ใช้มีดังต่อไปนี้

#### การวัดประสิทธิภาพ

ในการที่จะวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของวิธีการอัดข้อมูล มีปัจจัยที่นำมาพิจารณาคือ ความซับซ้อนของอัลกอริทึมที่ใช้ ประสิทธิภาพการอัด และเวลาที่ใช้ ถ้าการอัดข้อมูลมีการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลด้วย จะต้องคำนึงถึงความเร็วที่ใช้ในการอัดข้อมูล เพราะเป็นการทำงานแบบเวลาจริง ดังนั้นวิธีการที่ใช้ควรเป็นวิธีที่มีความเร็วที่ยอมรับได้ และในขณะเดียวกันก็ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดด้วย แต่หากการอัดข้อมูลมีวัตถุประสงค์สำหรับหน่วย เก็บข้อมูล ก็ควรจะพิจารณาถึงประสิทธิภาพการอัดก่อนเป็นอันดับแรก

#### 1. อัตราส่วนการอัด

การวัดประสิทธิภาพการอัดข้อมูลในทางปริมาณที่นิยมวิธีหนึ่งคือ อัตราส่วนการอัด ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราส่วนการอัด} = \frac{(\text{ขนาดข้อมูลต้นกำเนิด} - \text{ขนาดข้อมูลที่ผ่านการอัด})}{\text{ขนาดข้อมูลต้นกำเนิด}} \times 100 \%$$

## 2. Normalized Mean Square Error(NMSE)

การวัดประสิทธิภาพนอกจากจะคำนึงถึงปริมาณแล้ว สิ่งที่ต้องพิจารณาคู่กันไปก็คือ คุณภาพของรูปภาพที่ได้จากการกระจายกลับจากข้อมูลที่ถูกรัด ซึ่งวัดได้จาก NMSE ดังต่อไปนี้

เมื่อ  $f(n_1, n_2)$  คือฟังก์ชันค่าความเข้มของรูปภาพต้นฉบับ  
และ  $p(n_1, n_2)$  คือฟังก์ชันค่าความเข้มของรูปภาพที่ได้จากการกระจายกลับจากข้อมูลที่ถูกรัด

$$NMSE[f(n_1, n_2), p(n_1, n_2)] = \frac{\text{Var}[f(n_1, n_2) - p(n_1, n_2)] \times 100\%}{\text{Var}[f(n_1, n_2)]}$$

เมื่อ  $\text{Var}[\cdot]$  คือค่าความแปรปรวน

### ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

- ภาพหน้าคนขนาด 160 x 160 พิกเซล 256 ระดับความเข้ม
- ภาพ Baboon ขนาด 160 x 160 พิกเซล 256 ระดับความเข้ม
- ภาพลายนิ้วมือขนาด 160 x 160 พิกเซล 256 ระดับความเข้ม
- ภาพลายนิ้วบนธนบัตรขนาด 160 x 160 พิกเซล 256 ระดับความเข้ม
- ภาพตารางหมากรุก 256 ระดับความเข้ม
- ภาพดอกกุหลาบ 256 ระดับความเข้ม

### ขั้นตอนการทดสอบ

ตอนที่ 1 ทำการทดลองกับรูปภาพในพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาด 8 x 8 และ 16 x 16

1. ตัดข้อมูลรูปภาพเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมย่อยขนาด 8 x 8 พิกเซล ของรูปภาพหน้าคน ลายนิ้วมือ ตารางหมากรุก และรูปภาพดอกกุหลาบ
2. ทำการแปลงคี่ซีที



3. แบ่งโซนแบบควอดทรีเพื่อคัดเลือกสัมประสิทธิ์ที่ดีที่สุดที่ต่ำกว่าระดับขีดแบ่ง  
ทำการทดลองด้วยค่าขีดแบ่งในแต่ละครั้งตามลำดับดังนี้
  - ค่ามัธยฐานของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์
  - ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์
  - ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง
  - ค่า Optimum Threshold ซึ่งได้จากกราฟในข้อ 3
4. เข้ารหัสเพื่อจัดเก็บสัมประสิทธิ์ด้วยรหัสโครงสร้างแบบควอดทรี
5. ถอดรหัสและทำการแปลงกลับดีซีที
6. วัดประสิทธิภาพ
7. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าขีดแบ่งกับ NMSE(%) และอัตราส่วน  
จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการกระจายกลับ(%)
8. ทำการทดสอบตามขั้นตอนที่ 1-7 กับข้อมูลรูปภาพขนาด 16 x 16

ตอนที่ 2 ทำการทดลองกับภาพขนาด 160 x 160 พิกเซล

1. พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอัดข้อมูลรูปภาพขนาด 160 x 160 พิกเซล
2. ทำการทดลองกับภาพหน้าคน ภาพลิงบาบูน ภาพลายนิ้วมือ และภาพลายน้ำ  
บนธนบัตร
3. วัดประสิทธิภาพด้วยอัตราส่วนการอัด และ NMSE
4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ JPEG

## ผลการทดลอง

## ตอนที่ 1

## 1. รูปภาพหน้าคนขนาด 8 x 8 พิกเซล

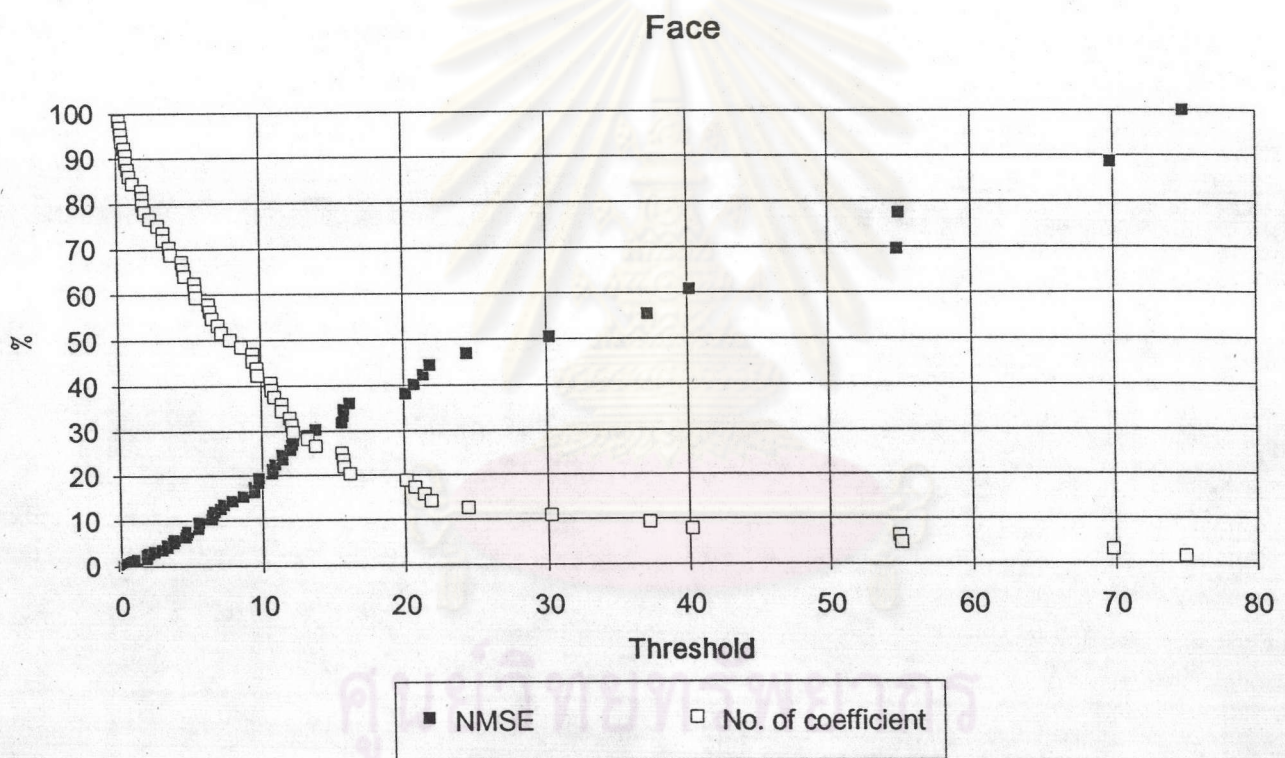
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	211.00	184.00	213.00	231.00	222.00	220.00	222.00	209.00
1	201.00	191.00	214.00	230.00	209.00	222.00	212.00	219.00
2	201.00	221.00	236.00	240.00	244.00	229.00	224.00	219.00
3	237.00	236.00	255.00	252.00	246.00	235.00	237.00	221.00
4	231.00	250.00	255.00	241.00	255.00	242.00	247.00	245.00
5	221.00	229.00	233.00	229.00	241.00	221.00	242.00	249.00
6	172.00	174.00	190.00	216.00	235.00	240.00	255.00	255.00
7	193.00	202.00	219.00	213.00	246.00	237.00	250.00	255.00

## ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพหน้าคนขนาด 8 x 8 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1815.75	-69.86	-40.21	-13.27	6.50	7.06	-0.39	16.19
1	-30.22	55.03	-20.12	1.15	4.67	21.37	11.43	-13.79
2	-74.98	-54.87	2.90	10.75	12.16	11.43	7.91	-3.29
3	-0.34	1.84	15.76	1.84	7.28	6.44	-2.36	0.62
4	37.25	24.42	-0.25	5.53	-5.50	1.82	2.00	9.76
5	-12.02	-15.77	-10.94	9.49	4.74	12.23	-3.79	0.68
6	15.63	21.85	-0.84	-5.44	-0.71	-9.80	-6.65	10.72
7	0.93	-20.74	-9.47	3.28	-4.58	-8.70	-3.71	0.40

## ตารางที่ 4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์คอสี่ที่ ที่ได้จกตารางที่ 3





รูปที่ 16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ระดับขีดแบ่ง กับ NMSE(%) และ ระดับขีดแบ่ง กับ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 3

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1815.75	-69.86	-40.21	-13.27	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-30.22	55.03	-20.12	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-74.98	-54.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	37.25	24.42	-0.25	5.53	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-12.02	-15.77	-10.94	9.49	0.00	0.00	0.00	0.00
6	15.63	21.85	-0.84	-5.44	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.93	-20.74	-9.47	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1815.75	-69.86	-40.21	-13.27	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-30.22	55.03	-20.12	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-74.98	-54.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 6 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1815.75	-69.86	-40.21	-13.27	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-30.22	55.03	-20.12	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-74.98	-54.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

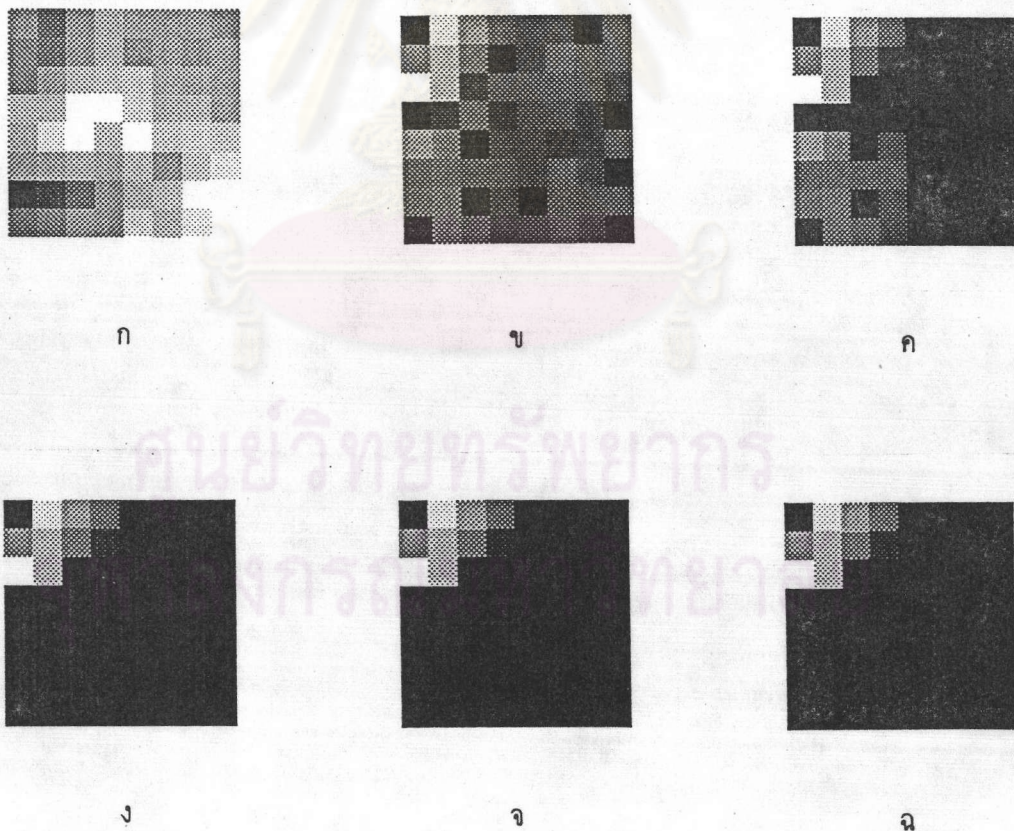
ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1815.75	-69.86	-40.21	-13.27	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-30.22	55.03	-20.12	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-74.98	-54.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 4 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 16

ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	8.30	31.88	40.63
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	13.45	49.98	15.62
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	457.10	49.98	15.62
Optimum Threshold	15.77	49.98	15.62

ตารางที่ 9 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 17 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพหน้าคน(รูป ก) สัมประสิทธิ์ดีซีที่ (รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ



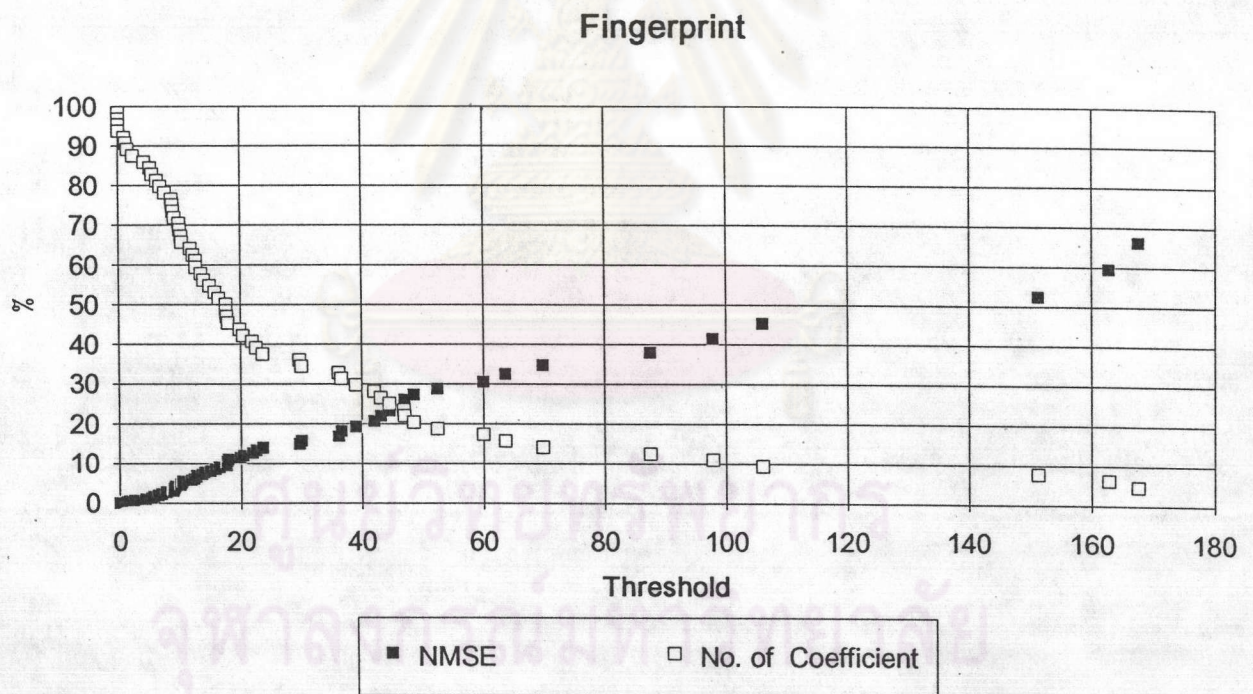
## 2. รูปภาพลายนิ้วมือขนาด 8 x 8 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	255.00	79.00	140.00	192.00	255.00	255.00	255.00	158.00
1	255.00	60.00	212.00	139.00	255.00	255.00	255.00	134.00
2	255.00	34.00	153.00	99.00	255.00	255.00	255.00	72.00
3	255.00	0.00	0.00	60.00	255.00	255.00	255.00	0.00
4	255.00	0.00	0.00	0.00	255.00	255.00	239.00	0.00
5	255.00	233.00	0.00	0.00	255.00	255.00	207.00	0.00
6	255.00	228.00	0.00	0.00	255.00	255.00	237.00	55.00
7	255.00	142.00	0.00	81.00	255.00	255.00	255.00	177.00

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพลายนิ้วมือขนาด 8 x 8 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1315.75	-124.79	16.87	663.42	-4.00	77.89	-29.18	194.96
1	90.07	-25.95	-110.84	-138.86	43.65	155.35	134.27	56.77
2	169.13	-16.77	41.12	-149.42	31.11	-43.30	-6.39	-63.53
3	-22.27	60.22	9.84	37.16	-36.80	-60.71	-47.64	-27.27
4	-42.50	-88.09	-7.42	32.05	84.75	65.51	8.22	-14.38
5	-14.81	21.81	2.95	36.54	-13.28	-16.82	-51.89	-27.84
6	18.97	15.15	-1.39	-14.37	3.89	-14.85	-12.62	-24.15
7	-9.42	-19.97	0.02	-2.29	2.41	17.60	28.95	28.61

ตารางที่ 11 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดิสกรีที่ ได้จากตารางที่ 10



รูปที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 10



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1315.75	-124.79	0.00	663.42	-4.00	77.89	-29.18	194.96
1	90.07	-25.95	-110.84	-138.86	43.65	155.35	134.27	56.77
2	169.13	-16.77	41.12	-149.42	31.11	-43.30	-6.39	-63.53
3	-22.27	60.22	9.84	37.16	-36.80	-60.71	-47.64	-27.27
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 12 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1315.75	-124.79	0.00	663.42	-4.00	77.89	-29.18	194.96
1	90.07	-25.95	-110.84	-138.86	43.65	155.35	134.27	56.77
2	169.13	-16.77	41.12	-149.42	31.11	-43.30	-6.39	-63.53
3	-22.27	60.22	9.84	37.16	-36.80	-60.71	-47.64	-27.27
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1315.75	0.00	0.00	663.42	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	-110.84	-138.86	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ที่ยกกำลังสองเป็นระดับปิดแบ่ง

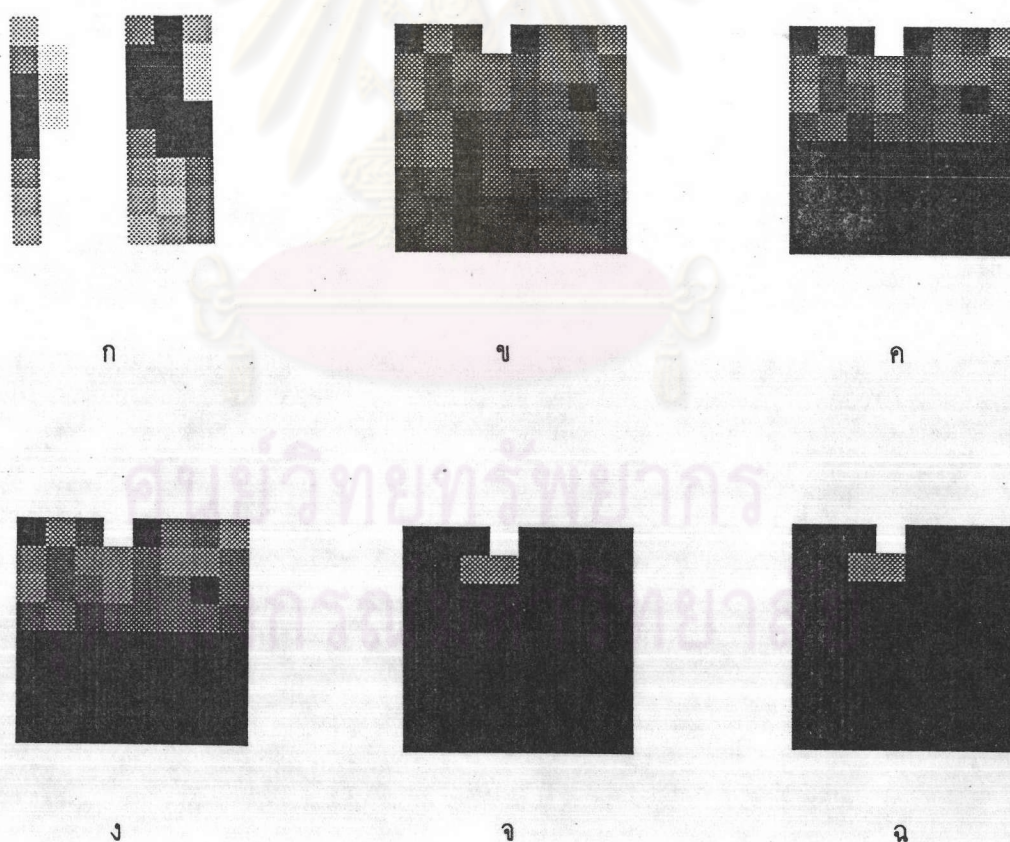
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	1315.75	0.00	0.00	663.42	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	-110.84	-138.86	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 15 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 11 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 18



ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE (%)	จำนวน ส.ป.ส. (%)
ค่ามัธยฐาน	28.22	20.94	48.44
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	54.05	20.94	48.44
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	10864.55	54.47	6.25
Optimum Threshold	84.75	54.47	6.25

ตารางที่ 16 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 19 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพลายนิ้วมือ(รูป ก) สัมประสิทธิ์คี่ซีที  
(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค)  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ)  
และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ

## 3. รูปภาพดอกกุหลาบขนาด 8 x 8 พิกเซล

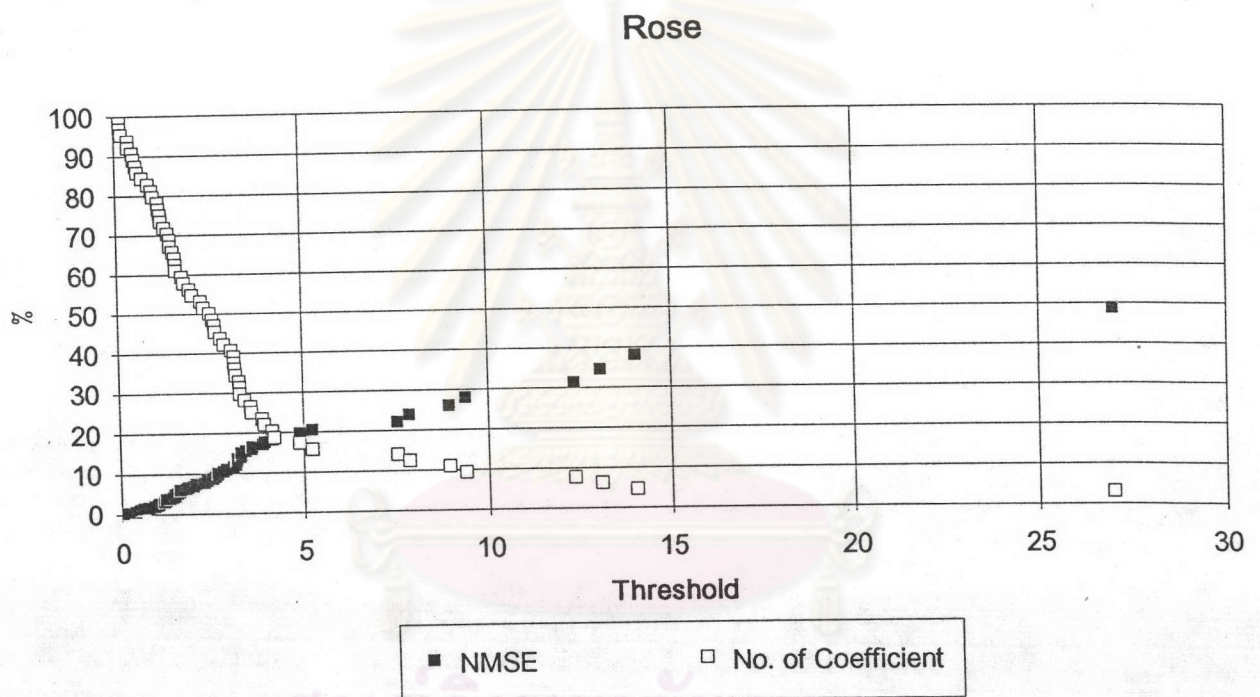
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	19.00	26.00	26.00	26.00	29.00	29.00	29.00	29.00
1	26.00	26.00	35.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00
2	19.00	19.00	26.00	19.00	26.00	26.00	26.00	26.00
3	4.00	10.00	10.00	19.00	19.00	19.00	19.00	26.00
4	4.00	4.00	10.00	10.00	10.00	13.00	13.00	19.00
5	0.00	4.00	0.00	4.00	10.00	10.00	10.00	10.00
6	4.00	4.00	4.00	0.00	4.00	4.00	10.00	10.00
7	4.00	4.00	4.00	4.00	10.00	4.00	10.00	10.00

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพดอกกุหลาบขนาด 8 x 8 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	127.38	-27.01	-3.18	-3.59	0.37	-3.41	-0.17	3.14
1	77.50	-2.03	-7.83	-2.27	-1.82	0.53	3.06	-1.58
2	14.03	7.51	0.90	1.59	-1.95	0.57	-2.63	3.56
3	-12.37	-0.48	0.62	1.22	-1.59	-1.14	-1.20	-3.13
4	-9.38	-2.87	-0.74	-3.16	2.62	-1.31	-1.45	-2.78
5	-13.10	0.20	3.29	0.17	-1.53	-2.56	-2.49	-0.98
6	-8.92	2.33	-0.38	3.92	-1.76	-3.27	-1.40	1.46
7	-4.19	5.24	4.89	-1.03	-3.28	1.16	4.15	3.87

ตารางที่ 18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดิสกรีที่ ได้จากตารางที่ 17





รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และ  
ระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%)  
ของข้อมูลในตารางที่ 17

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	127.37	-27.01	-3.18	-3.59	0.00	0.00	0.00	0.00
1	77.50	0.00	-7.83	-2.27	0.00	0.00	0.00	0.00
2	14.03	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-12.37	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-9.38	-2.87	-0.74	-3.16	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-13.10	0.20	3.29	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-8.92	2.33	-0.38	3.92	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-4.19	5.24	4.89	-1.03	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 19 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	127.38	-27.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	77.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	14.03	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-12.37	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	127.38	-27.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	77.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

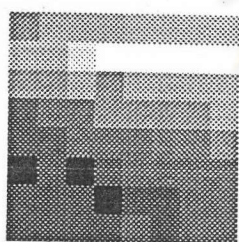
ตารางที่ 21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	127.38	-27.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	77.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	14.03	7.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-12.37	-0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

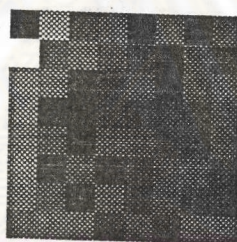
ตารางที่ 22 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 18 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 20

ฟังก์ชันค่านวค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	2.41	30.82	10.94
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	4.59	30.82	10.94
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	123.07	37.23	4.69
Optimum Threshold	7.51	30.81	10.94

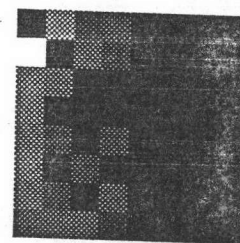
ตารางที่ 23 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



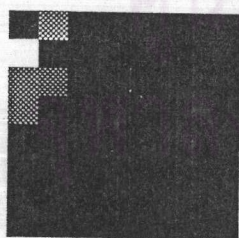
ก



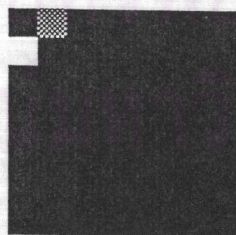
ข



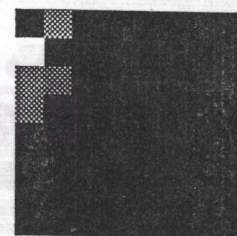
ค



ง



จ



ฉ

รูปที่ 21 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพดอกกุหลาบ(รูป ก) สัมประสิทธิ์  
คี่ซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน  
(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง  
(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ



## 4. รูปภาพตารางหมากรูกขนาด 8 x 8 พิกเซล

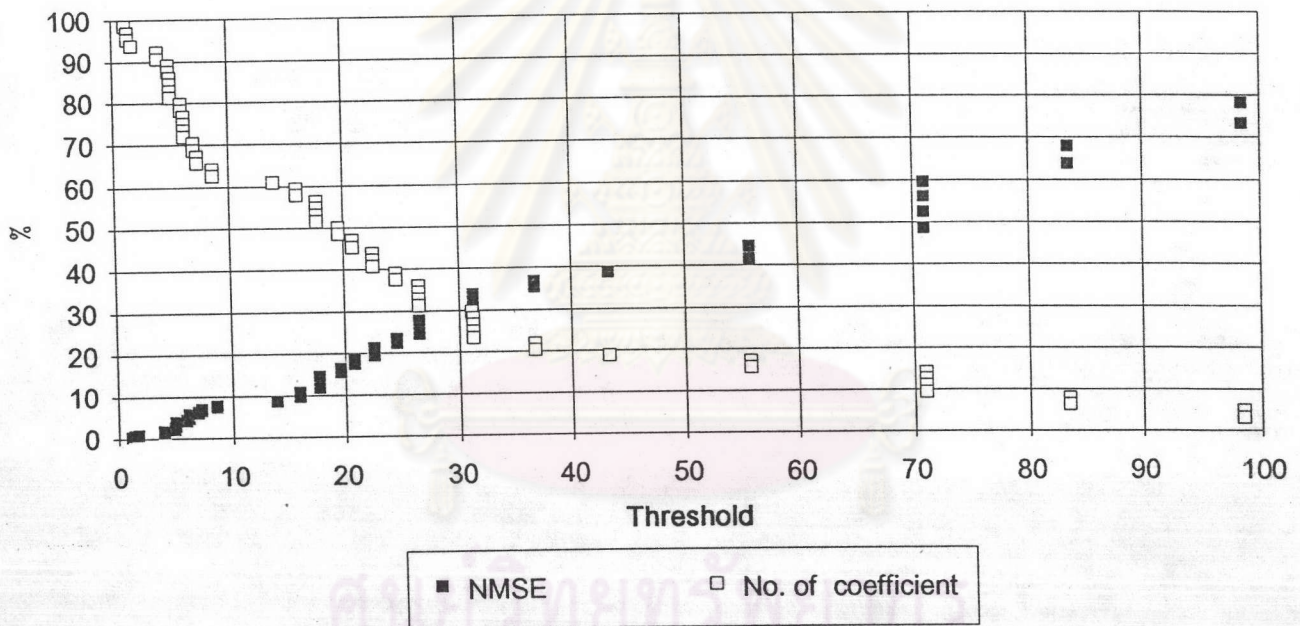
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00
1	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00
2	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00
3	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00
4	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00
5	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00
6	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00
7	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00

ตารางที่ 24 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพตารางหมากรูกขนาด 8 x 8 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	462.50	17.68	70.97	-31.21	-22.50	6.21	-5.04	26.46
1	17.68	13.89	55.76	-24.52	-17.68	4.88	-3.96	20.79
2	70.97	55.76	223.87	-98.44	-70.97	19.58	-15.91	83.45
3	-31.21	-24.52	-98.44	43.29	31.21	-8.61	7.00	-36.70
4	-22.50	-17.68	-70.97	31.21	22.50	-6.21	5.04	-26.46
5	6.21	4.88	19.58	-8.61	-6.21	1.71	-1.39	7.30
6	-5.04	-3.96	-15.91	7.00	5.04	-1.39	1.13	-5.93
7	26.46	20.79	83.45	-36.70	-26.46	7.30	-5.93	31.11

ตารางที่ 25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดิสกรีที่ ได้จากตารางที่ 24

### Checker-board



รูปที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 24



	0	1	2	3	4	5	6	7
0	462.50	0.00	70.97	-31.21	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	55.76	-24.52	0.00	0.00	0.00	0.00
2	70.97	55.76	223.87	-98.44	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-31.21	-24.52	-98.44	43.29	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามีฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	462.50	0.00	70.97	-31.21	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	55.76	-24.52	0.00	0.00	0.00	0.00
2	70.97	55.76	223.87	-98.44	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-31.21	-24.52	-98.44	43.29	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 27 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	462.50	0.00	70.97	-31.21	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	55.76	-24.52	0.00	0.00	0.00	0.00
2	70.97	55.76	223.87	-98.44	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-31.21	-24.52	-98.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 28 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

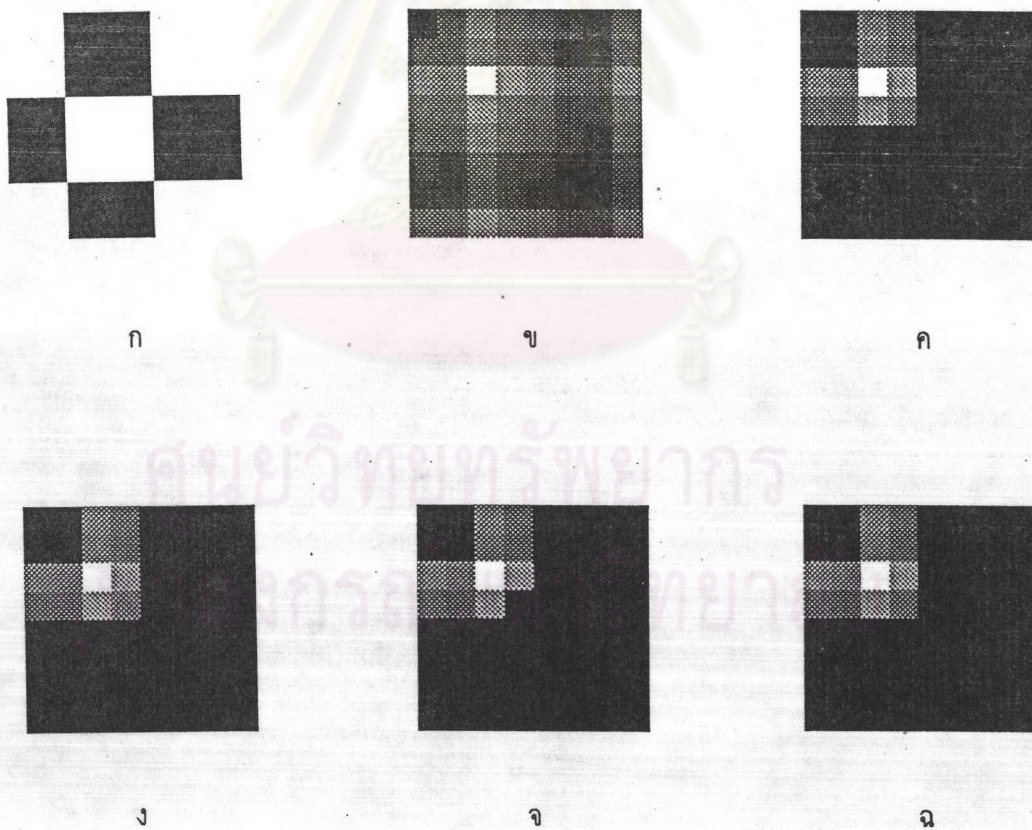
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	462.50	0.00	70.97	-31.21	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	55.76	-24.52	0.00	0.00	0.00	0.00
2	70.97	55.76	223.87	-98.44	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-31.21	-24.52	-98.44	43.29	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 29 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 25 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 22



ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	18.63	53.74	20.31
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	28.36	53.74	20.31
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	2020.10	55.27	18.75
Optimum Threshold	31.21	53.74	20.31

ตารางที่ 30 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 23 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพตารางหมากรุก(รูป ก)  
สัมประสิทธิ์คี่ซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่า  
มัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ก  
กำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ

## 5. รูปภาพหน้าคนขนาด 16 x 16 พิกเซล

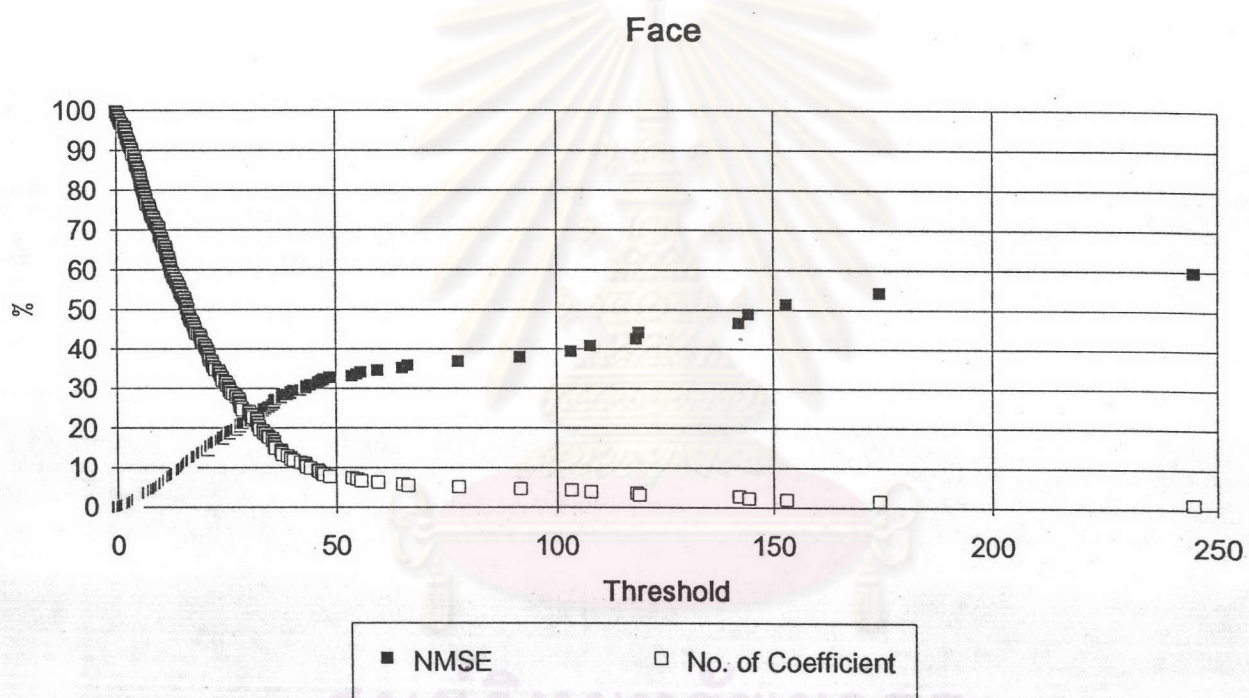
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	100.00	107.00	114.00	138.00	141.00	163.00	168.00	154.00	180.00	180.00	178.00	176.00	172.00	194.00	191.00	175.00
1	116.00	150.00	171.00	156.00	155.00	148.00	179.00	194.00	196.00	185.00	211.00	191.00	183.00	191.00	200.00	178.00
2	136.00	158.00	166.00	175.00	176.00	190.00	190.00	191.00	181.00	197.00	182.00	210.00	203.00	186.00	194.00	175.00
3	146.00	154.00	161.00	159.00	161.00	183.00	177.00	203.00	200.00	211.00	201.00	188.00	185.00	210.00	197.00	208.00
4	129.00	156.00	161.00	162.00	171.00	169.00	172.00	186.00	185.00	205.00	203.00	211.00	208.00	207.00	189.00	203.00
5	134.00	137.00	137.00	157.00	154.00	184.00	178.00	165.00	184.00	199.00	194.00	214.00	197.00	207.00	208.00	197.00
6	133.00	120.00	145.00	142.00	154.00	154.00	176.00	200.00	192.00	207.00	216.00	199.00	204.00	192.00	207.00	206.00
7	90.00	99.00	102.00	154.00	156.00	154.00	158.00	161.00	159.00	181.00	182.00	193.00	194.00	196.00	186.00	181.00
8	94.00	106.00	129.00	141.00	133.00	153.00	152.00	154.00	151.00	160.00	154.00	171.00	164.00	154.00	163.00	172.00
9	106.00	123.00	113.00	94.00	85.00	102.00	104.00	139.00	142.00	173.00	164.00	152.00	166.00	167.00	178.00	149.00
10	94.00	75.00	72.00	81.00	62.00	92.00	113.00	89.00	83.00	125.00	97.00	113.00	124.00	113.00	124.00	116.00
11	66.00	48.00	39.00	0.00	39.00	48.00	44.00	48.00	121.00	132.00	191.00	184.00	164.00	140.00	107.00	108.00
12	23.00	0.00	55.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.00	162.00	218.00	249.00	255.00	249.00	192.00	156.00	145.00
13	55.00	0.00	0.00	66.00	0.00	34.00	64.00	0.00	170.00	255.00	163.00	219.00	208.00	216.00	174.00	92.00
14	23.00	23.00	0.00	29.00	29.00	0.00	29.00	60.00	79.00	99.00	89.00	207.00	205.00	175.00	107.00	156.00
15	34.00	48.00	0.00	0.00	39.00	44.00	39.00	23.00	58.00	62.00	124.00	164.00	114.00	135.00	154.00	144.00

ตารางที่ 31 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพหน้าคนขนาด 16 x 16 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2240.38	-537.61	-77.51	141.95	-66.00	-12.44	2.97	17.44	-13.00	-17.53	14.33	33.21	-19.21	-16.63	14.52	-11.60
1	573.91	245.13	-64.84	-174.38	47.11	-14.97	-27.24	-30.42	-23.11	28.14	-18.98	-31.97	15.96	21.82	-19.22	-5.99
2	-153.04	-107.87	25.05	55.51	-28.08	10.46	-2.44	11.46	7.87	-11.46	-12.04	15.68	-9.89	-32.58	18.08	6.81
3	-118.46	21.94	-22.27	48.40	11.96	-13.61	-12.01	6.51	-28.03	-0.87	12.33	12.18	9.73	16.29	-11.33	19.65
4	-35.34	53.63	20.34	-119.00	11.87	19.99	1.06	-20.55	13.20	25.44	-23.67	-16.21	-15.67	-8.49	-7.86	-9.43
5	37.39	-144.30	-54.61	91.58	-40.21	-27.14	-4.27	41.77	2.63	-3.16	32.39	32.07	2.73	-10.61	6.98	22.48
6	-103.41	59.33	44.05	-45.69	35.85	27.84	37.49	-25.99	-11.15	6.89	-31.89	-20.81	13.55	0.76	-4.16	9.84
7	33.85	-27.95	-4.77	11.30	-2.09	-10.41	-36.19	35.79	-3.28	-11.53	37.67	20.16	-20.80	-17.21	3.60	-25.58
8	-30.00	-35.32	-5.11	6.36	-16.28	-17.88	34.30	-9.23	-2.88	-10.18	-28.63	-14.52	35.83	-3.11	-0.01	18.56
9	-42.99	30.67	-2.46	-46.12	14.62	30.99	-6.64	17.80	24.02	4.51	31.95	-12.56	-15.92	-10.65	5.50	-23.47
10	43.23	-39.59	-3.74	31.78	27.66	-24.65	4.96	25.78	-32.58	5.75	0.66	19.15	6.75	15.51	-9.90	5.37
11	-21.06	5.70	5.57	-8.80	-3.84	23.34	9.74	-21.14	30.26	-19.29	-10.68	-8.60	15.67	0.33	5.96	-5.93
12	-21.62	39.55	-12.16	-42.94	-14.92	16.01	24.14	38.76	-25.63	5.62	26.42	46.61	-34.62	-25.04	-5.52	-16.92
13	-8.09	-37.29	17.93	9.76	-35.76	6.49	-8.62	-20.86	28.37	-16.67	-7.69	-21.83	0.68	12.95	2.18	-8.05
14	14.14	13.94	-13.82	16.18	-2.05	7.42	8.99	23.94	-15.23	2.03	-5.04	7.59	-12.86	-7.67	-2.45	4.41
15	-4.57	16.54	1.31	-17.61	-4.43	-5.33	-4.57	-33.35	20.90	-6.26	12.34	-3.68	0.30	21.24	6.28	1.46

ตารางที่ 32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สีที่ ที่ได้จากรูปภาพที่ 31





รูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 31

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2240.38	-537.61	-77.51	141.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	573.91	245.13	-64.84	-174.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-153.04	-107.87	25.05	55.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-118.46	21.94	-22.27	48.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-35.34	53.63	20.34	-119.00	11.87	19.99	1.06	-20.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	37.39	-144.30	-54.61	91.58	-40.21	-27.14	-4.27	41.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-103.41	59.33	44.05	-45.69	35.85	27.84	37.49	-25.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	33.85	-27.95	-4.77	11.30	-2.09	-10.41	-36.19	35.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 33 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2240.38	-537.61	-77.51	141.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	573.91	245.13	-64.84	-174.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-153.04	-107.87	25.05	55.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-118.46	21.94	-22.27	48.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-35.34	53.63	20.34	-119.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	37.39	-144.30	-54.61	91.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-103.41	59.33	44.05	-45.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	33.85	-27.95	-4.77	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 34 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2240.38	-537.61	-77.51	141.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	573.91	245.13	-64.84	-174.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-153.04	-107.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-118.46	21.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-35.34	53.63	20.34	-119.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	37.39	-144.30	-54.61	91.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-103.41	59.33	44.05	-45.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	33.85	-27.95	-4.77	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

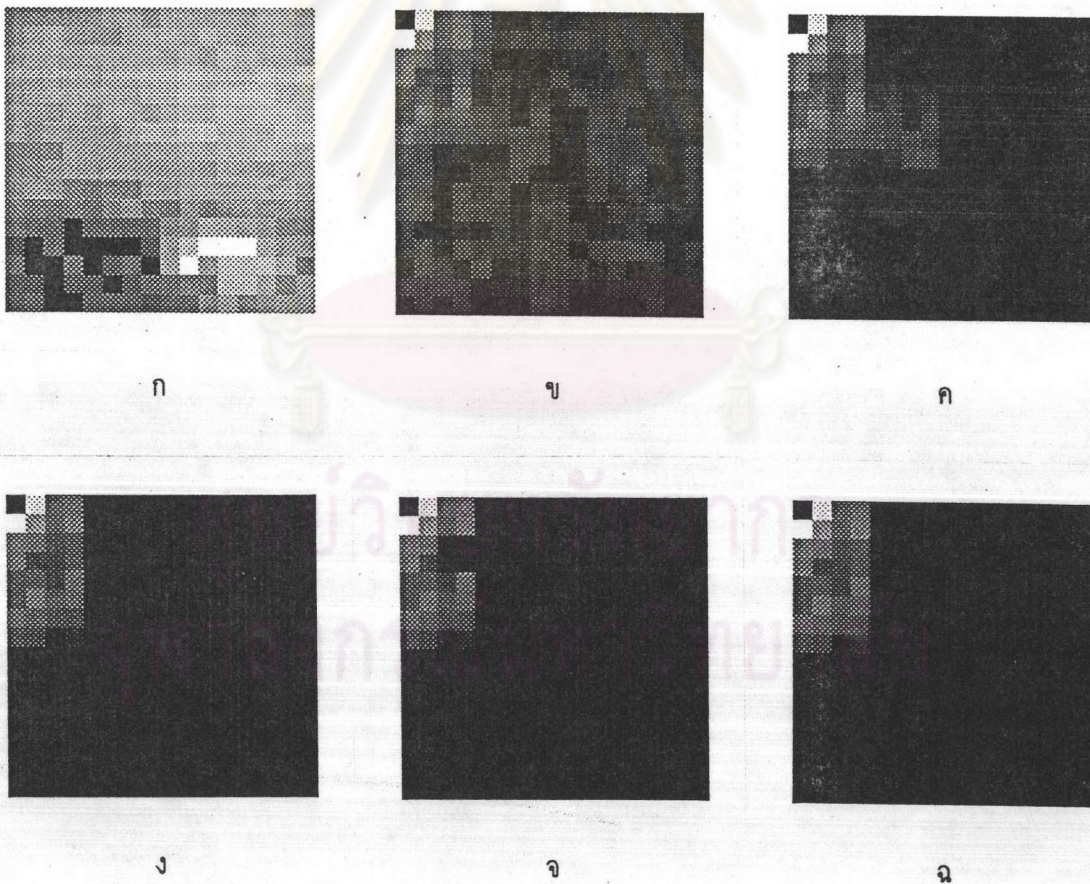
ตารางที่ 35 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2240.38	-537.61	-77.51	141.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	573.91	245.13	-64.84	-174.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-153.04	-107.87	25.05	55.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-118.46	21.94	-22.27	48.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-35.34	53.63	20.34	-119.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	37.39	-144.30	-54.61	91.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-103.41	59.33	44.05	-45.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	33.85	-27.95	-4.77	11.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 36 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 32 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 24

ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	16.19	29.12	18.75
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	28.26	30.95	12.50
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	3992.74	32.08	10.94
Optimum Threshold	34.62	30.96	25.00

ตารางที่ 37 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 25 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพหน้าคน(รูป ก) สัมประสิทธิ์คี่ซีที (รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ



## 6. รูปภาพหลายนิ้วมีขนาด 16 x 16 พิกเซล

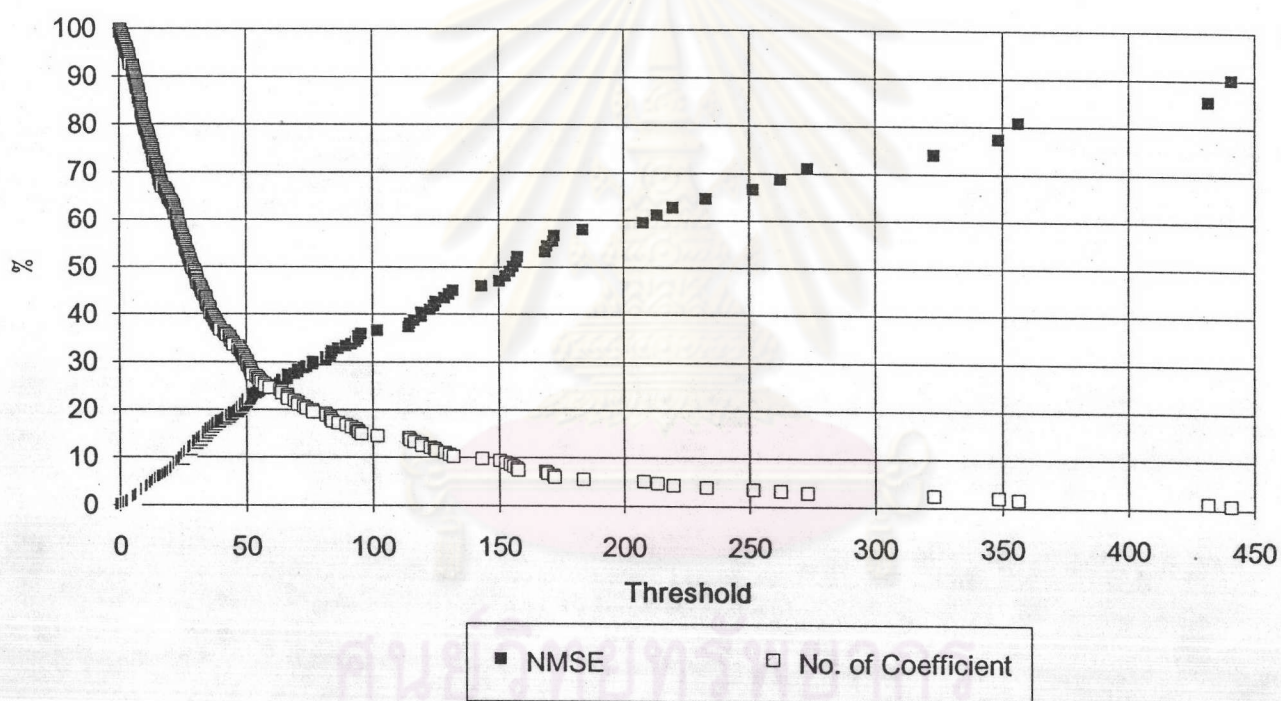
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	255.00	79.00	140.00	192.00	255.00	255.00	255.00	158.00	72.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	223.00
1	255.00	60.00	212.00	139.00	255.00	255.00	255.00	134.00	55.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	183.00
2	255.00	34.00	153.00	99.00	255.00	255.00	255.00	72.00	0.00	255.00	255.00	255.00	161.00	255.00	255.00	255.00
3	255.00	0.00	0.00	60.00	255.00	255.00	255.00	0.00	0.00	255.00	255.00	249.00	192.00	255.00	255.00	255.00
4	255.00	0.00	0.00	0.00	255.00	255.00	239.00	0.00	0.00	255.00	255.00	255.00	122.00	180.00	255.00	255.00
5	255.00	233.00	0.00	0.00	255.00	255.00	207.00	0.00	0.00	255.00	255.00	255.00	216.00	108.00	255.00	255.00
6	255.00	228.00	0.00	0.00	255.00	255.00	237.00	55.00	0.00	255.00	255.00	255.00	255.00	87.00	161.00	189.00
7	255.00	142.00	0.00	81.00	255.00	255.00	255.00	177.00	0.00	255.00	255.00	255.00	255.00	106.00	92.00	44.00
8	255.00	0.00	0.00	108.00	255.00	255.00	255.00	210.00	55.00	255.00	255.00	255.00	255.00	209.00	39.00	0.00
9	255.00	0.00	0.00	255.00	255.00	255.00	139.00	0.00	0.00	249.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	97.00
10	255.00	0.00	0.00	255.00	255.00	255.00	181.00	58.00	170.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	201.00	0.00
11	255.00	0.00	0.00	223.00	255.00	255.00	231.00	0.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	0.00
12	255.00	0.00	29.00	255.00	255.00	255.00	255.00	34.00	200.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00	0.00
13	142.00	139.00	48.00	250.00	255.00	255.00	255.00	203.00	92.00	181.00	167.00	255.00	255.00	255.00	255.00	167.00
14	113.00	255.00	208.00	149.00	255.00	255.00	255.00	255.00	148.00	148.00	102.00	255.00	255.00	255.00	255.00	255.00
15	99.00	255.00	255.00	66.00	220.00	255.00	255.00	255.00	142.00	129.00	117.00	255.00	255.00	255.00	255.00	145.00

ตารางที่ 38 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพหลายนิ้วมีขนาด 16 x 16 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2961.81	-323.04	-130.11	14.75	-431.68	440.83	665.31	356.06	-124.69	152.66	168.52	50.09	-183.59	119.14	143.13	-15.46
1	-38.46	-101.83	131.69	19.61	81.69	-55.13	348.45	-26.02	-86.28	31.72	114.61	-46.68	36.52	118.94	122.49	17.97
2	251.41	-66.15	157.49	-232.74	91.47	-83.11	-273.35	-171.64	-57.36	-21.69	-81.40	53.94	63.98	21.99	70.29	7.68
3	49.15	30.80	-156.92	94.52	-213.20	-24.25	-124.04	262.57	95.39	207.70	172.20	150.14	89.52	-72.62	-66.56	11.74
4	44.78	154.47	-48.12	29.11	13.53	84.05	-155.67	-219.49	23.92	-83.51	-50.41	-169.19	30.41	113.97	-2.71	-93.47
5	70.27	32.79	-8.85	32.52	54.62	-3.21	38.13	-25.17	20.68	-38.97	-35.46	-18.86	-116.26	-7.72	-94.24	34.07
6	8.78	-21.98	76.22	36.77	23.02	-47.54	6.79	34.69	-23.73	-73.66	-69.08	56.00	-25.08	-24.04	-34.11	51.13
7	-34.09	-41.34	16.45	-66.29	-29.70	-11.93	30.76	9.99	52.39	49.47	43.58	-44.89	13.95	-23.15	0.56	-76.34
8	-34.44	-20.84	-128.11	26.20	16.97	59.12	1.31	63.19	5.31	57.27	24.01	51.62	28.08	-1.78	27.30	46.82
9	19.35	-23.26	11.08	-50.41	33.09	-3.92	4.00	-20.18	41.90	-13.59	-8.28	-37.43	-28.45	-25.81	-22.90	-27.40
10	-35.88	-9.45	48.90	24.88	-64.08	-2.44	48.38	35.73	-15.64	8.39	37.66	-8.81	-21.42	-30.40	-29.78	-11.44
11	32.11	-15.94	25.52	-8.89	39.77	-6.70	4.45	-8.97	6.19	-51.74	-10.46	-14.81	-3.06	-23.29	9.87	15.99
12	12.23	1.98	-23.09	-16.72	30.66	7.79	-9.69	-22.84	7.61	28.04	-27.40	-26.17	-12.90	5.40	-18.45	-30.65
13	-5.96	32.43	34.24	5.79	-13.30	-43.88	19.26	3.48	-15.45	11.99	4.11	23.73	3.79	-0.55	11.65	-6.59
14	-35.67	-8.87	9.75	-26.42	-1.24	-15.76	26.14	-13.41	-6.77	13.35	1.11	-2.18	10.97	-7.13	21.31	-16.41
15	10.28	-6.92	-52.13	-9.16	43.30	5.35	-7.69	-5.88	10.19	12.81	3.90	13.93	39.37	14.65	42.37	14.50

ตารางที่ 39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สีที่ ได้จากตารางที่ 38

## Fingerprint



รูปที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 38



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2961.81	-323.04	-130.11	14.75	-431.68	440.83	665.31	356.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-38.46	-101.83	131.69	19.61	81.69	-55.13	348.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	251.41	-66.15	157.49	-232.74	91.47	-83.11	-273.35	-171.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	49.15	30.80	-156.92	94.52	-213.20	-24.25	-124.04	262.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	44.78	154.47	-48.12	29.11	13.53	84.05	-155.67	-219.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	70.27	32.79	-8.35	32.52	54.62	-3.21	38.13	-25.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	8.78	-21.99	76.22	36.77	23.02	-47.54	6.79	34.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-34.09	-41.34	16.45	-66.29	-29.70	-11.93	30.76	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 40 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามาตรฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2961.81	-323.04	-130.11	14.75	-431.68	440.83	665.31	356.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-38.46	-101.83	131.69	19.61	81.69	0.00	348.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	251.41	-66.15	157.49	-232.74	91.47	-83.11	-273.35	-171.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	49.15	30.80	-156.92	94.52	-213.20	-24.25	-124.04	262.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 41 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2961.81	-323.04	-130.11	14.75	-431.68	440.83	665.31	356.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-38.46	-101.83	131.69	19.61	0.00	0.00	348.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	251.41	-66.15	157.49	-232.74	91.47	-83.11	-273.35	-171.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	49.15	30.80	-156.92	94.52	-213.20	-24.25	-124.04	262.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 42 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ย เลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

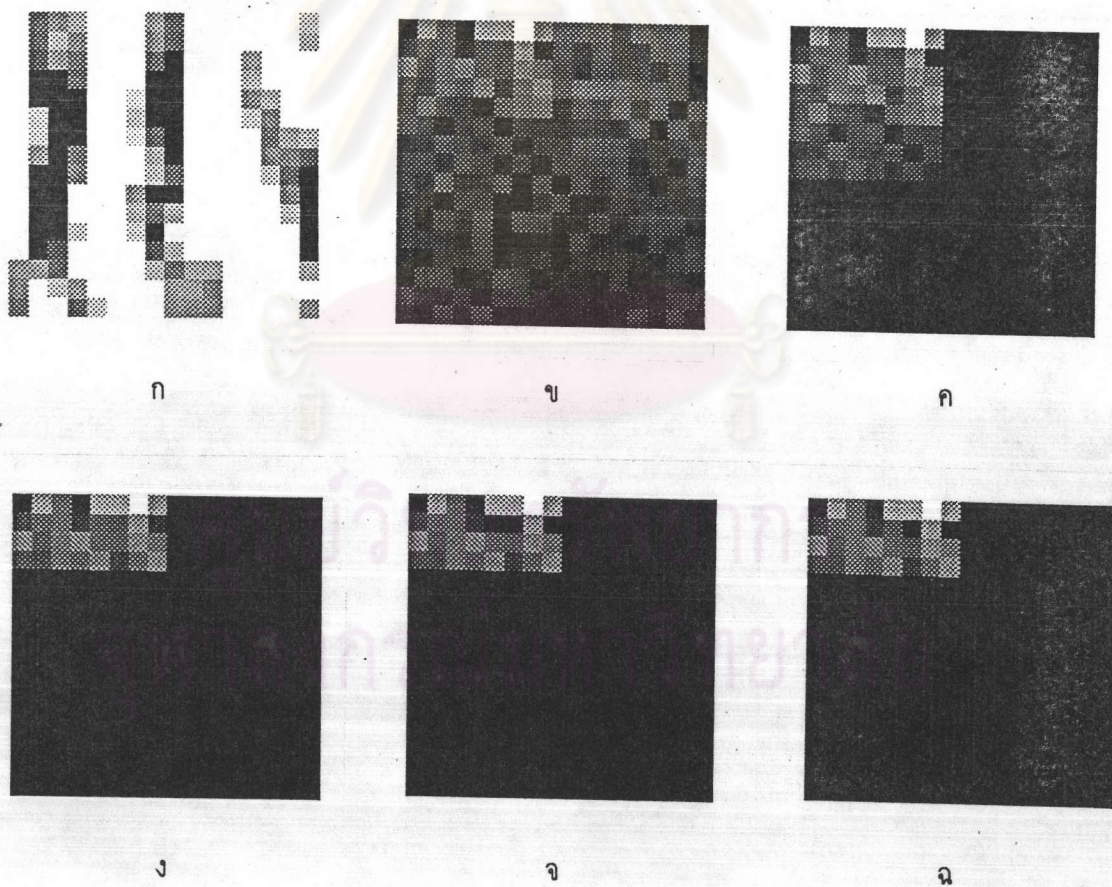
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	2961.81	-323.04	-130.11	14.75	-431.68	440.83	665.31	356.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-38.46	-101.83	131.69	19.61	81.69	0.00	348.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	251.41	-66.15	157.49	-232.74	91.47	-83.11	-273.35	-171.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	49.15	30.80	-156.92	94.52	-213.20	-24.25	-124.04	262.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 43 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 39 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 26



ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	28.92	45.84	25.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	55.25	52.81	11.72
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	9291.56	52.96	11.33
Optimum Threshold	76.34	52.81	11.72

ตารางที่ 44 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 27 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพลายนิ้วมือ(รูป ก) สัมประสิทธิ์ดีซีที่  
(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน(รูป ค)  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง(รูป จ)  
และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ

## 7. รูปภาพดอกกุหลาบขนาด 16 x 16 พิกเซล

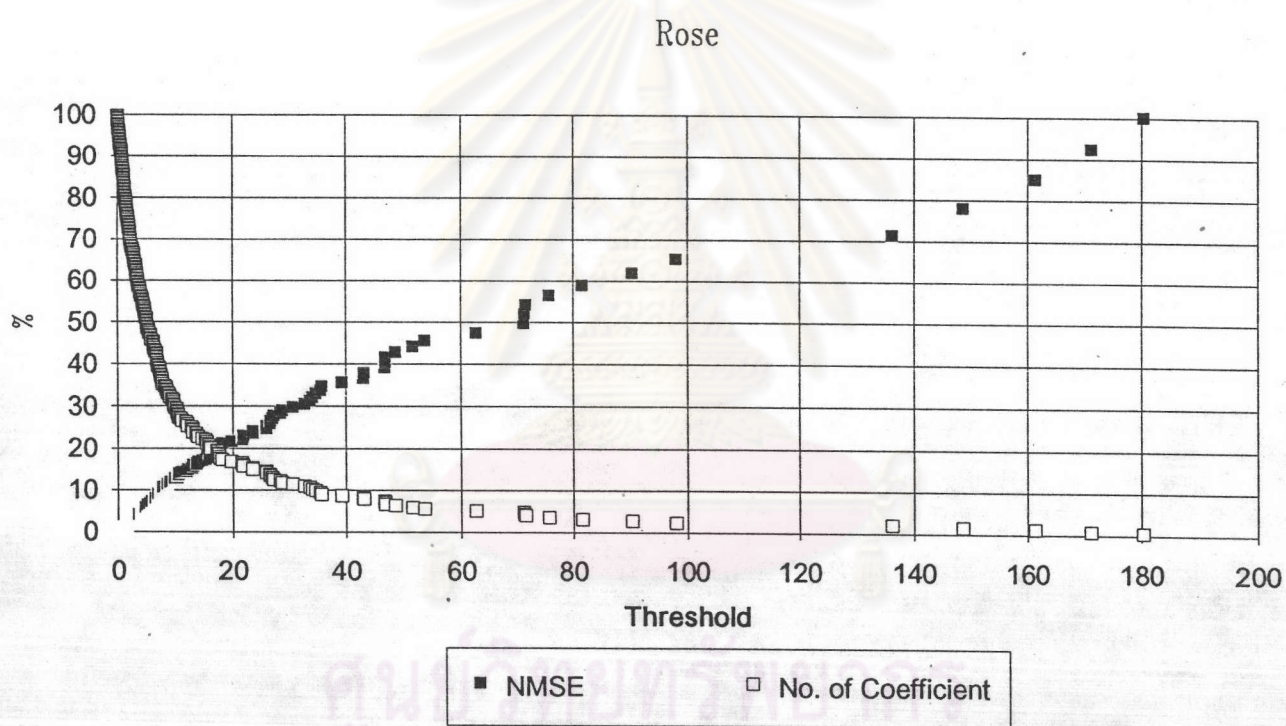
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	82.00	82.00	80.00	73.00	73.00	73.00	73.00	73.00	69.00	73.00	73.00	73.00	74.00	69.00	69.00	69.00
1	90.00	124.00	108.00	80.00	80.00	80.00	69.00	80.00	73.00	80.00	74.00	80.00	69.00	73.00	69.00	69.00
2	99.00	140.00	136.00	92.00	80.00	87.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	73.00	73.00	66.00	74.00	69.00
3	106.00	154.00	147.00	92.00	80.00	80.00	82.00	80.00	74.00	80.00	73.00	74.00	66.00	65.00	66.00	66.00
4	131.00	172.00	140.00	79.00	73.00	80.00	80.00	80.00	73.00	69.00	69.00	66.00	66.00	65.00	69.00	66.00
5	151.00	165.00	123.00	69.00	69.00	80.00	80.00	74.00	69.00	66.00	69.00	74.00	80.00	69.00	66.00	73.00
6	151.00	140.00	90.00	60.00	80.00	73.00	69.00	66.00	60.00	69.00	72.00	69.00	66.00	55.00	58.00	60.00
7	147.00	113.00	69.00	69.00	66.00	60.00	58.00	60.00	63.00	58.00	58.00	50.00	50.00	50.00	50.00	48.00
8	113.00	80.00	58.00	66.00	60.00	58.00	58.00	52.00	55.00	50.00	48.00	48.00	48.00	48.00	47.00	47.00
9	69.00	53.00	58.00	58.00	55.00	48.00	50.00	50.00	48.00	48.00	48.00	47.00	46.00	42.00	47.00	39.00
10	58.00	58.00	55.00	55.00	50.00	48.00	48.00	47.00	42.00	42.00	46.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00
11	55.00	55.00	48.00	48.00	48.00	47.00	47.00	42.00	46.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	42.00	42.00
12	48.00	50.00	48.00	48.00	47.00	47.00	46.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	42.00	42.00	66.00
13	87.00	55.00	48.00	48.00	46.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	42.00	44.00	66.00	116.00
14	178.00	100.00	48.00	47.00	47.00	46.00	43.00	39.00	39.00	39.00	39.00	42.00	44.00	82.00	144.00	151.00
15	183.00	154.00	69.00	46.00	46.00	39.00	43.00	39.00	39.00	39.00	42.00	44.00	73.00	134.00	147.00	136.00

ตารางที่ 45 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพดอกกุหลาบขนาด 16 x 16 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1091.38	148.64	180.32	62.68	90.37	25.96	23.50	-7.72	-17.38	-15.50	-17.23	-11.90	-7.53	-0.40	-0.70	0.33
1	171.22	98.11	-81.57	46.75	-53.67	-16.14	-43.08	-46.83	-35.68	-34.05	-18.12	-7.53	-0.89	10.47	1.76	-3.24
2	71.11	-71.49	75.71	-33.61	23.36	-12.87	-1.92	0.44	-10.44	1.30	-5.06	0.43	0.47	-0.49	3.26	-5.47
3	-161.36	-46.70	-136.20	-43.00	-71.32	-34.62	-14.03	-2.91	17.92	10.28	15.31	8.35	6.19	0.99	-0.59	-1.82
4	25.97	-26.98	51.56	13.76	32.69	35.48	27.19	48.57	19.80	26.68	3.26	1.73	-4.49	-4.69	-3.32	-1.99
5	-39.30	-12.09	-30.52	-2.16	-1.31	2.84	28.77	-0.73	23.55	-5.45	9.73	-2.95	3.35	1.19	1.60	1.15
6	17.72	-6.97	21.87	13.11	2.11	26.57	-10.53	2.99	-15.83	-2.46	-9.80	-7.43	-3.70	-1.11	-0.49	1.41
7	-21.68	-14.66	-6.74	-17.64	5.06	-10.92	7.25	-9.50	13.61	4.44	11.24	8.64	3.62	4.83	1.97	1.10
8	-9.88	8.45	-3.54	3.39	-5.24	8.50	-16.01	6.82	-6.63	0.85	1.0	-3.53	-1.21	-9.73	-0.17	0.34
9	-6.78	1.81	0.89	-4.18	12.18	-8.18	15.55	6.23	9.11	13.08	3.14	6.22	-1.48	5.77	-0.62	2.18
10	-8.44	-9.04	-17.45	-0.24	-21.76	-5.01	-7.43	-7.71	-4.71	-5.74	4.38	-7.85	0.08	2.26	4.39	2.84
11	10.33	-7.02	6.52	-5.55	7.31	6.76	10.69	4.58	3.93	5.84	3.87	13.03	-2.11	3.40	-1.55	4.25
12	-2.64	1.18	-2.61	0.26	-3.99	-0.06	-7.63	-6.35	2.08	-5.20	9.67	-2.74	5.81	-3.72	-4.39	3.31
13	3.98	0.80	5.00	-2.07	7.76	2.23	1.06	4.85	-2.45	6.75	-1.14	6.82	0.03	1.57	-6.22	2.81
14	-4.85	-0.84	-5.12	0.82	-0.91	-2.13	-1.46	0.18	1.10	-2.07	-1.47	-1.09	-0.05	2.54	-2.31	4.76
15	1.29	1.78	0.21	-3.93	0.83	1.62	6.94	1.58	-3.22	1.55	-1.25	-0.78	-0.35	0.88	-1.18	0.37

ตารางที่ 46 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ที่ซีซีที ที่ได้จากรายการที่ 45





รูปที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 45

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1091.38	148.64	180.32	62.68	90.37	25.96	23.50	-7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	171.22	98.11	-81.57	46.75	-53.67	-16.14	-43.08	-46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	71.11	-71.49	75.71	-33.61	28.36	-12.87	-1.92	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-161.36	-46.70	-136.20	-43.00	-71.32	-34.62	-14.03	-2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	25.97	-26.98	51.56	13.76	32.69	35.48	27.19	48.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-39.30	-12.09	-30.52	-2.16	-1.31	2.84	28.77	-0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	17.72	-6.97	21.87	13.11	2.11	26.57	-10.53	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-21.68	-14.66	-6.74	-17.64	5.06	-10.92	7.25	-9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 47 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามัธยฐานเป็นค่าขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1091.38	148.64	180.32	62.68	90.37	25.96	23.50	-7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	171.22	98.11	-81.57	46.75	-53.67	-16.14	-43.08	-46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	71.11	-71.49	75.71	-33.61	28.36	-12.87	-1.92	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-161.36	-46.70	-136.20	-43.00	-71.32	-34.62	-14.03	-2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	25.97	-26.98	51.56	13.76	32.69	35.48	27.19	48.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-39.30	-12.09	-30.52	-2.16	-1.31	2.84	28.77	-0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	17.72	-6.97	21.87	13.11	2.11	26.57	-10.53	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-21.68	-14.66	-6.74	-17.64	5.06	-10.92	7.25	-9.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 48 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1091.38	148.64	180.32	62.68	90.37	25.96	23.50	-7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	171.22	98.11	-81.57	46.75	-53.67	-16.14	-43.08	-46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	71.11	-71.49	75.71	-33.61	28.36	-12.87	-1.92	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-161.36	-46.70	-136.20	-43.00	-71.32	-34.62	-14.03	-2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 49 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

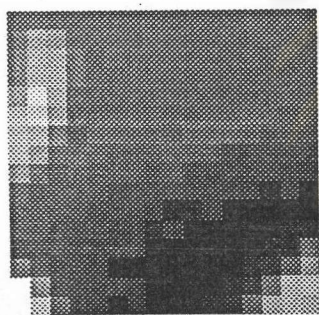
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1091.38	148.64	180.32	62.68	90.37	25.96	23.50	-7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	171.22	98.11	-81.57	46.75	-53.67	-16.14	-43.08	-46.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	71.11	-71.49	75.71	-33.61	28.36	-12.87	-1.92	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-161.36	-46.70	-136.20	-43.00	-71.32	-34.62	-14.03	-2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 50 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 46 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 28

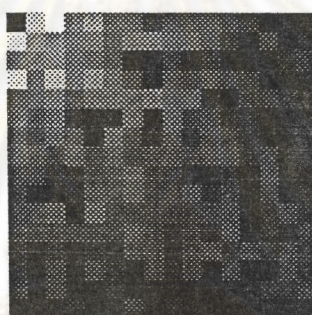


ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	5.06	23.19	25.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	14.14	23.19	25.00
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	914.61	35.53	12.50
Optimum Threshold	21.87	35.53	12.50

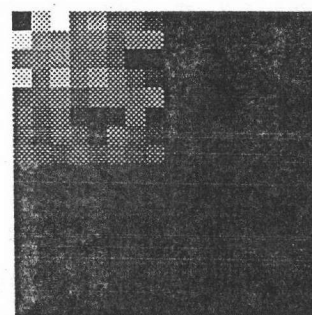
ตารางที่ 51 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



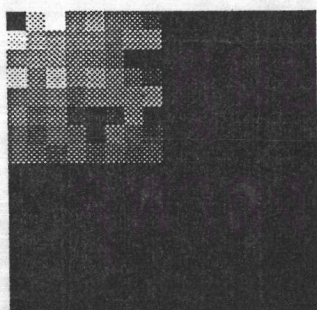
ก



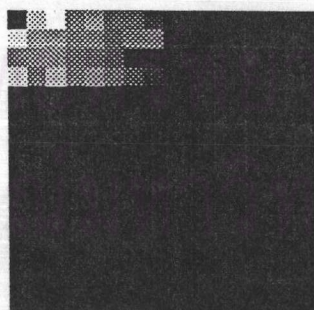
ข



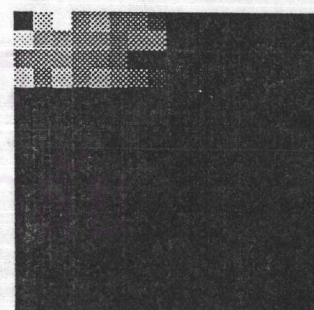
ค



ง



จ



ฉ

รูปที่ 29 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพดอกกุหลาบ(รูป ก) สัมประสิทธิ์  
ดีซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งค่ามัธยฐาน  
(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง  
(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ



## 8. รูปภาพตารางหมากรูกขนาด 16 x 16 พิกเซล

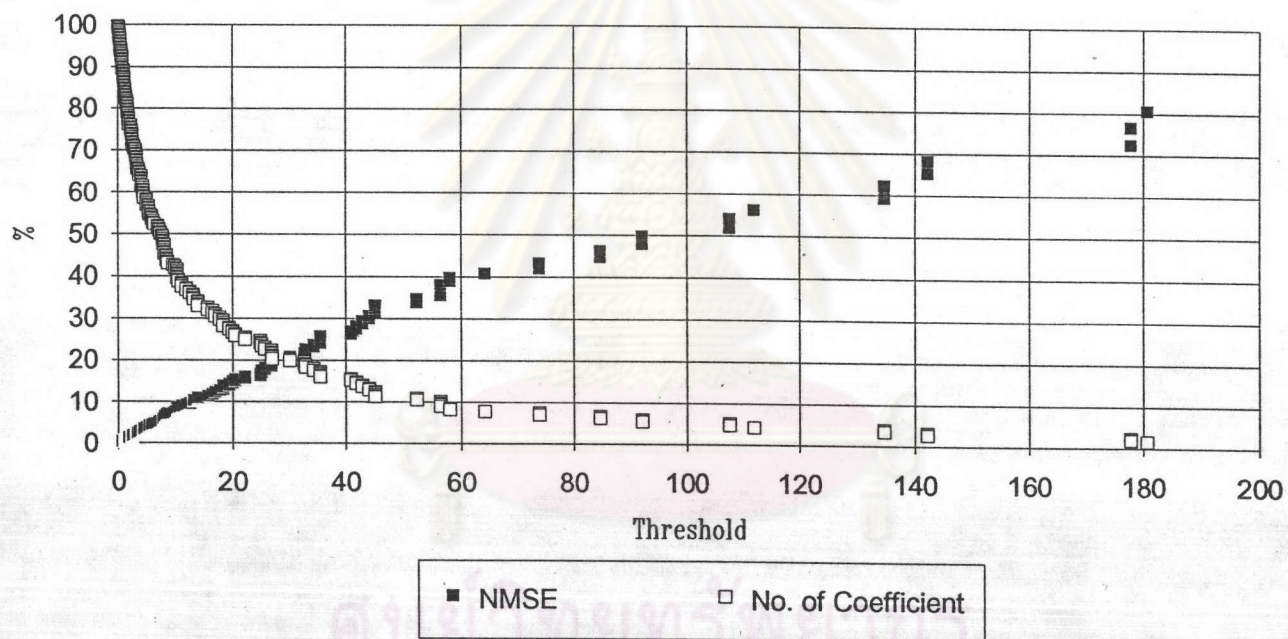
A:\>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
1	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
2	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
3	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
4	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
5	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
6	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
7	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
8	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
9	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
10	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
11	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00
12	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
13	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
14	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00
15	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00	10.00	100.00

ตารางที่ 52 แสดงข้อมูลความเข้มของส่วนหนึ่งของรูปภาพตารางหมากรูกขนาด 16 x 16 พิกเซล

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	891.25	8.15	18.41	10.43	35.49	45.09	-56.38	-3.29	-11.25	1.76	-5.01	4.44	-2.52	8.56	-1.09	26.88
1	8.15	5.91	13.34	7.56	25.72	32.68	-40.86	-2.39	-8.15	1.28	-3.63	3.22	-1.83	6.20	-0.79	19.48
2	18.41	13.34	30.12	17.06	58.06	73.77	-92.24	-5.39	-18.41	2.88	-8.19	7.27	-4.13	14.00	-1.78	43.97
3	10.43	7.56	17.06	9.66	32.89	41.79	-52.25	-3.05	-10.43	1.63	-4.64	4.12	-2.34	7.93	-1.01	24.91
4	35.49	25.72	58.06	32.89	111.93	142.23	-177.84	-10.38	-35.49	5.55	-15.79	14.01	-7.95	26.99	-3.44	84.78
5	45.09	32.68	73.77	41.79	142.23	180.72	-225.97	-13.19	-45.09	7.05	-20.07	17.80	-10.11	34.29	-4.37	107.72
6	-56.38	-40.86	-92.24	-52.25	-177.84	-225.97	282.55	16.50	56.38	-8.82	25.09	-22.26	12.64	-42.88	5.46	-134.70
7	-3.29	-2.39	-5.39	-3.05	-10.38	-13.19	16.50	0.96	3.29	-0.51	1.47	-1.30	0.74	-2.50	0.32	-7.87
8	-11.25	-8.15	-18.41	-10.43	-35.49	-45.09	56.38	3.29	11.25	-1.76	5.01	-4.44	2.52	-8.56	1.09	-26.88
9	1.76	1.28	2.88	1.63	5.55	7.05	-8.82	-0.51	-1.76	0.28	-0.78	0.69	-0.39	1.34	-0.17	4.20
10	-5.01	-3.63	-8.19	-4.64	-15.79	-20.07	25.09	1.47	5.01	-0.78	2.23	-1.98	1.12	-3.81	0.49	-11.96
11	4.44	3.22	7.27	4.12	14.01	17.80	-22.26	-1.30	-4.44	0.69	-1.98	1.75	-1.0	3.38	-0.43	10.61
12	-2.52	-1.83	-4.13	-2.34	-7.95	-10.11	12.64	0.74	2.52	-0.39	1.12	-1.0	0.57	-1.92	0.24	-6.03
13	8.56	6.20	14.00	7.93	26.99	34.29	-42.88	-2.50	-8.56	1.34	-3.81	3.38	-1.92	6.51	-0.83	20.44
14	-1.09	-0.79	-1.78	-1.01	-3.44	-4.37	5.46	0.32	1.09	-0.17	0.49	-0.43	0.24	-0.83	0.11	-2.60
15	26.88	19.48	43.97	24.91	84.78	107.72	-134.70	-7.87	-26.88	4.20	-11.96	10.61	-6.03	20.44	-2.60	64.21

ตารางที่ 53 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ดิสกรีที่ ได้จากตารางที่ 52

## Checker-Board



รูปที่ 30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับขีดแบ่งกับ NMSE(%) และระดับขีดแบ่งกับจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการแปลงกลับ(%) ของข้อมูลในตารางที่ 52



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	891.25	8.15	18.41	10.43	35.49	45.09	-56.38	-3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	8.15	5.91	13.34	7.56	25.72	32.68	-40.86	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	18.41	13.34	30.12	17.06	58.06	73.77	-92.24	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	10.43	7.56	17.06	9.66	32.89	41.79	-52.25	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	35.49	25.72	58.06	32.89	111.93	142.23	-177.84	-10.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	45.09	32.68	73.77	41.79	142.23	180.72	-225.97	-13.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-56.38	-40.86	-92.24	-52.25	-177.84	-225.97	282.55	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-3.29	-2.39	-5.39	-3.05	-10.38	-13.19	16.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 54 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและ  
คัดเลือกโดยใช้ค่ามีฐานเป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	891.25	0.00	0.00	0.00	35.49	45.09	-56.38	-3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	25.72	32.68	-40.86	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	58.06	73.77	-92.24	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	32.89	41.79	-52.25	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	35.49	25.72	58.06	32.89	111.93	142.23	-177.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	45.09	32.68	73.77	41.79	142.23	180.72	-225.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-56.38	-40.86	-92.24	-52.25	-177.84	-225.97	282.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-3.29	-2.39	-5.39	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 55 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์เป็นระดับขีดแบ่ง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	891.25	0.00	0.00	0.00	35.49	45.09	-56.38	-3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	25.72	32.68	-40.86	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	58.06	73.77	-92.24	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	32.89	41.79	-52.25	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	35.49	25.72	58.06	32.89	111.93	142.23	-177.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	45.09	32.68	73.77	41.79	142.23	180.72	-225.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-56.38	-40.86	-92.24	-52.25	-177.84	-225.97	282.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-3.29	-2.39	-5.39	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 56 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง

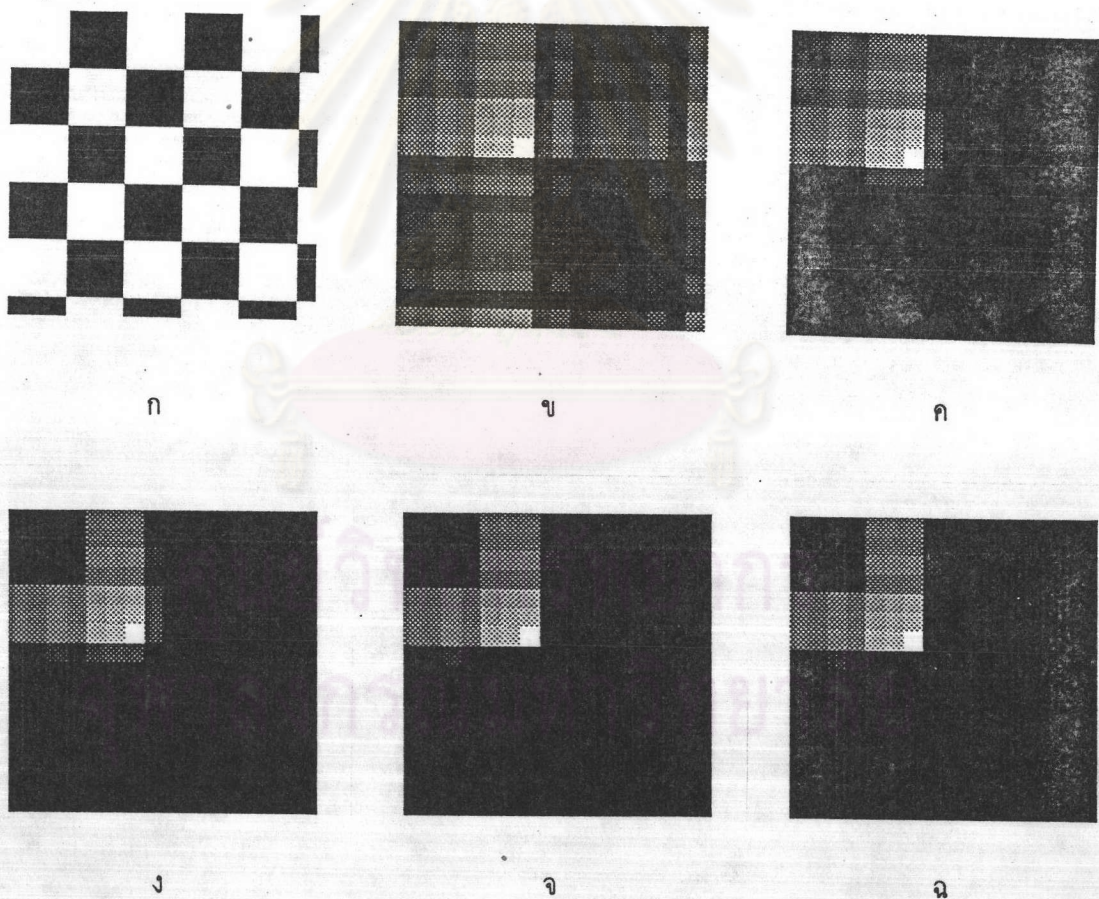
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	891.25	0.00	0.00	0.00	35.49	45.09	-56.38	-3.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	0.00	25.72	32.68	-40.86	-2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	58.06	73.77	-92.24	-5.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	32.89	41.79	-52.25	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	35.49	25.72	58.06	32.89	111.93	142.23	-177.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	45.09	32.68	73.77	41.79	142.23	180.72	-225.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	-56.38	-40.86	-92.24	-52.25	-177.84	-225.97	282.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-3.29	-2.39	-5.39	-3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 57 แสดงค่าสัมประสิทธิ์จากตารางที่ 53 ที่ผ่านการแบ่งโซนแบบควอดทรีและคัดเลือก  
โดยใช้ค่า Optimum Threshold จากกราฟในรูปที่ 30



ฟังก์ชันคำนวณค่าขีดแบ่ง	ค่าขีดแบ่ง	NMSE(%)	จำนวน ส.ป.ส.(%)
ค่ามัธยฐาน	7.56	44.64	24.61
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	21.68	45.66	16.41
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	2024.64	45.66	16.41
Optimum Threshold	35.49	45.66	16.41

ตารางที่ 58 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้  
ในการแปลงกลับ ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆ



รูปที่ 31 แสดงข้อมูลในรูปความเข้มของส่วนหนึ่งของภาพตารางหมากรุก(รูป ก)  
สัมประสิทธิ์ดีซีที(รูป ข) สัมประสิทธิ์ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยฟังก์ชันค่าขีดแบ่ง  
ค่ามัธยฐาน(รูป ค) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(รูป ง) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์  
ยกกำลังสอง(รูป จ) และ Optimum Threshold(รูป ฉ) ตามลำดับ

## ตอนที่ 2

ขั้นตอนนี้เป็นการวัดผลการอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยการคัดเลือกค่าสัมประสิทธิ์ที่สูงกว่าระดับขีดแบ่งและเข้ารหัสเพื่อจัดเก็บค่าสัมประสิทธิ์ด้วยรหัสโคจรสร้างแบบควอดทรี โดยทำการทดลองกับระดับขีดแบ่งต่างๆได้แก่

- ค่ามีธฐานของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสอง
- ค่า Optimum Threshold

ทำการทดลองกับภาพชนิด 256 ระดับความเข้ม ขนาด 160 x 160 พิกเซล หลังจากเข้ารหัสด้วยรหัสโคจรสร้างแบบควอดทรีแล้วจะใช้วิธีการอัดข้อมูลแบบย้อนกลับได้อีกขั้นตอนหนึ่งด้วยโปรแกรม Pkzip เปรียบเทียบผลการทดลองกับ JPEG ซึ่งนำสัมประสิทธิ์ทุกตัวมาเข้ารหัสในลักษณะ zig-zag และอัดข้อมูลแบบฮัฟแมน

ผลการทดลองเป็นดังนี้

ภาพหน้าคน ก.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามีธฐาน	12.61	68.72
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	14.78	76.32
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	16.34	80.20
Optimum Threshold	17.11	83.53
JPEG	16.09	71.46

ตารางที่ 59 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัดที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพหน้าคน ก.



ภาพหน้าคน ข.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	13.50	68.08
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	15.66	75.57
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	17.38	80.26
Optimum Threshold	18.06	82.58
JPEG	16.46	71.36

ตารางที่ 60 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
หน้าคน ข.

ภาพสิงบาบูน

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	37.75	66.32
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	42.09	72.89
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	46.68	77.91
Optimum Threshold	51.97	81.42
JPEG	40.72	69.74

ตารางที่ 61 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
สิงบาบูน

## ภาพลายนิ้วมือ ก.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	32.40	68.06
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	37.77	73.70
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	45.56	79.24
Optimum Threshold	47.77	80.12
JPEG	39.05	66.73

ตารางที่ 62 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ ก.

## ภาพลายนิ้วมือ ข.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	34.98	67.14
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	40.09	73.38
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	46.66	78.66
Optimum Threshold	50.57	79.53
JPEG	42.96	67.88

ตารางที่ 63 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ ข.



ภาพลายนิ้วมือ ค.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	27.29	68.34
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	33.45	74.79
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	41.71	80.28
Optimum Threshold	43.84	80.64
JPEG.	40.94	67.71

ตารางที่ 64 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ ค.

ภาพลายนิ้วมือ ง.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	34.49	69.11
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	41.44	76.04
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	47.31	80.56
Optimum Threshold	49.79	81.26
JPEG	43.40	69.86

ตารางที่ 65 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ ง.

ภาพลายนิ้วมือ จ.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการตัด (%)
ค่ามัธยฐาน	28.10	68.64
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	33.54	75.13
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	41.48	80.44
Optimum Threshold	42.08	80.47
JPEG	39.27	69.36

ตารางที่ 66 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการตัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ จ.

ภาพลายนิ้วมือ ฉ.

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการตัด (%)
ค่ามัธยฐาน	27.71	70.49
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	32.08	75.96
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	41.22	81.22
Optimum Threshold	44.06	81.55
JPEG	41.78	68.14

ตารางที่ 67 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการตัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายนิ้วมือ ฉ.



## ภาพลายน้ําบนธนบัตร

วิธีการที่ใช้	NMSE (%)	อัตราส่วนการอัด(%)
ค่ามัธยฐาน	31.70	67.17
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	36.15	71.29
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ- สัมประสิทธิ์กำลังสอง	42.30	78.28
Optimum Threshold	47.16	80.66
JPEG	40.37	68.30

ตารางที่ 68 แสดงผลการวัดประสิทธิภาพด้วย NMSE และอัตราส่วนการอัด  
ที่ระดับขีดแบ่งต่างๆเปรียบเทียบกับวิธีของ JPEG สำหรับภาพ  
ลายน้ําบนธนบัตร

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 32 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก.  
เมื่อใช้ค่ามีธฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 33 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 34 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ก. เมื่อใช้ Optimum Threshold  
เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ





รูปที่ 35 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข.  
เมื่อใช้ค่ามัธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ

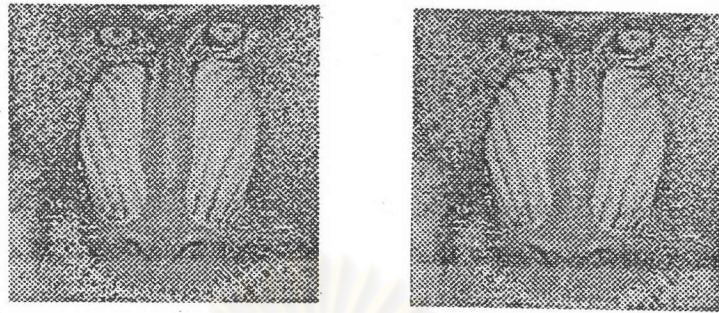


รูปที่ 36 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ

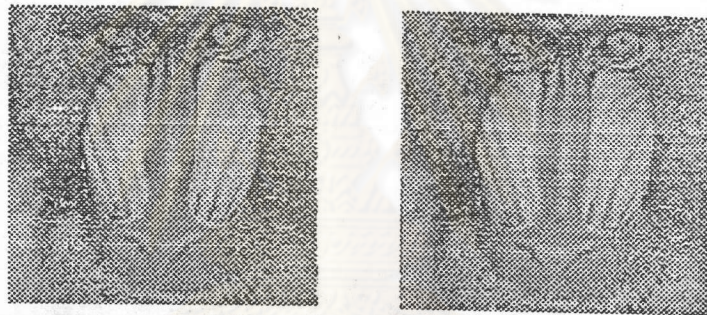


รูปที่ 37 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของหน้าคน ข. เมื่อใช้ Optimum Threshold  
เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ

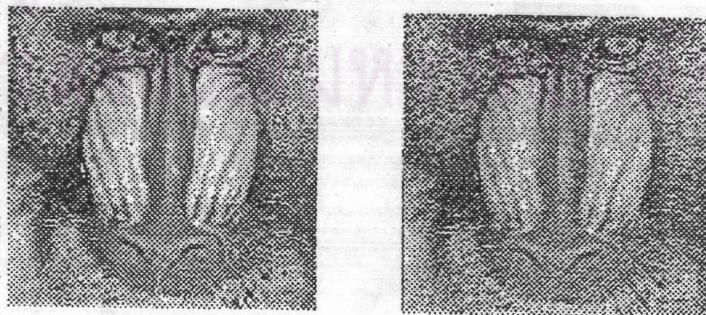




รูปที่ 38 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของสิ่งบบานูน  
เมื่อใช้ค่ามีธฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 39 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของสิ่งบบานูนเมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 40 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของสิ่งบบานูนเมื่อใช้ Optimum Threshold  
เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ





รูปที่ 41 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ก. เมื่อใช้ค่ามีรยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 42 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ก. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 43 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ก. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ

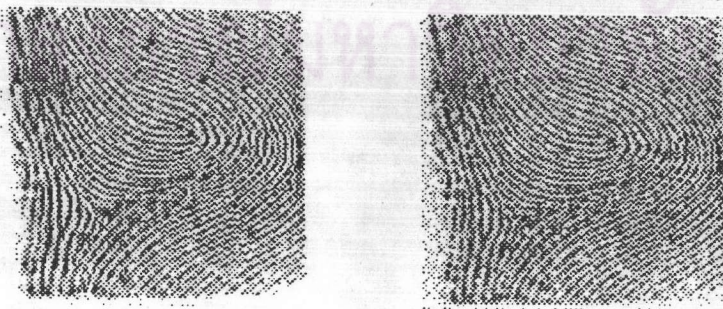




รูปที่ 44 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ข.  
เมื่อใช้ค่ามีชฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 45 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ข. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 46 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ข. เมื่อใช้ Optimum  
Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ





รูปที่ 47 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ค. เมื่อใช้ค่ามีธฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 48 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ค. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 49 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ค. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ





รูปที่ 50 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ง.  
เมื่อใช้ค่ามีธฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 51 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ง. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ  
ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 52 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ง. เมื่อใช้ Optimum  
Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ

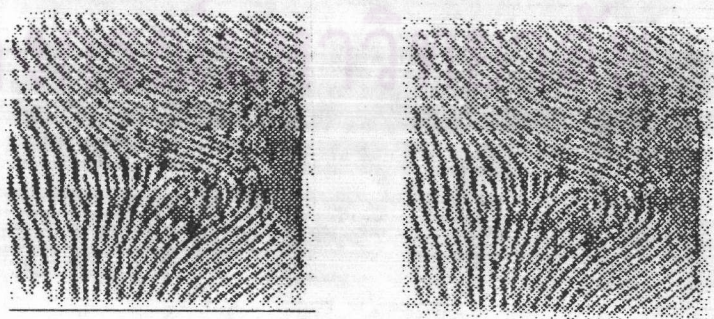




รูปที่ 53 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ค่ามีธยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 54 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 55 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ จ. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ

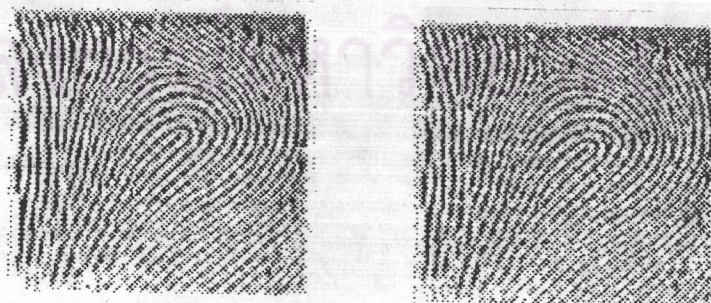




รูปที่ 56 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ค่ามีธฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ

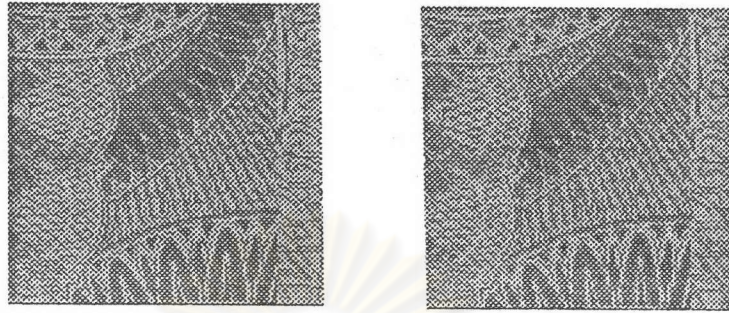


รูปที่ 57 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตของสัมประสิทธิ์ยกกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ

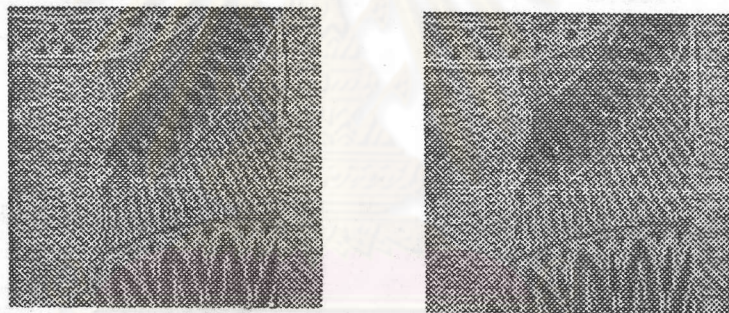


รูปที่ 58 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายนิ้วมือ ฉ. เมื่อใช้ Optimum Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ

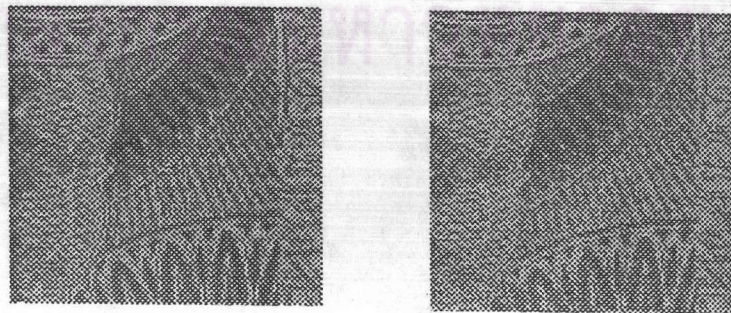




รูปที่ 59 แสดงรูปภาพต้นฉบับและรูปภาพจากการแปลงกลับของภาพลายน้ำบน  
ธนบัตร เมื่อใช้ค่ามีชยฐานเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 60 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายน้ำบนธนบัตรเมื่อใช้ค่าเฉลี่ย เลขคณิต  
และค่าเฉลี่ย เลขคณิตของสี่ประสิทธ์กกำลังสองเป็นระดับขีดแบ่ง ตามลำดับ



รูปที่ 61 แสดงรูปภาพจากการแปลงกลับของลายน้ำบนธนบัตรเมื่อใช้ Optimum  
Threshold เป็นระดับขีดแบ่ง และใช้วิธีของ JPEG ตามลำดับ