บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยุคปัจจุบันเป็นยุคของข่าวสารข้อมูล ทั้งข้อมูลทางด้านธุรกิจ วิทยาศาสตร์ การแพทย์ อุตสาหกรรม ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้จะปรากฏในรูปของข้อความหรือรูปภาพซึ่งสามารถจัดเก็บได้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูล อันได้แก่ จานแม่เหล็ก เทปแม่เหล็ก ฯลฯ แต่การจัดเก็บข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อความหรือรูปภาพ จำเป็นจะต้องใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลรูปภาพ ตัวอย่างเช่น รูปภาพสีขนาด 3x5 นิ้ว ที่อ่านเข้าสู่คอมพิวเตอร์ด้วยความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว 256 สี จะต้องใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมากถึง 1.35 เมกกะไบท์ ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์เก็บข้อมูลจะได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเพียงใดก็ตาม แต่ก็ประสบปัญหาอุปกรณ์เก็บข้อมูลมีไม่เพียงพอ เนื่องจากข้อมูลมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา

การแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นสามารถทำได้โดยการอัดข้อมูลเพื่อลดขนาดข้อมูลในเนื้อที่จัดเก็บให้มีขนาดเล็กลง ทำให้อุปกรณ์เก็บข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ขนาดข้อมูลที่เล็กลงยังเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการสื่อสารข้อมูลได้วิธีหนึ่ง

หากข้อมูลเป็นรูปภาพ การอัดข้อมูลที่ดีจะต้องคำนึงถึงคุณภาพของรูปภาพที่กระจายกลับคืนมา เวลาที่ใช้ในการอัดข้อมูลและการกระจายกลับ รวมทั้งรูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการอัดจะต้องเหมาะกับอุปกรณ์ในการจัดเก็บหรืออุปกรณ์ในการสื่อสารด้วย

การอัดข้อมูลรูปภาพที่ใช้กันอยู่วิธีหนึ่งคือ การเข้ารหัสการแปลง(Transform Coding)(Wintz 1972) เป็นการอัดข้อมูลโดยพิจารณาข้อมูลในโดเมนของความถี่ ซึ่งมีข้อดีคือ ในโดเมนนี้สามารถที่จะแยกเก็บเฉพาะข้อมูลที่สำคัญต่อการกระจายกลับสู่รูปภาพเดิมและกำจัดข้อมูลที่ไม่สำคัญได้ง่าย ภาพโดยทั่วไปมีข้อมูลสำคัญอยู่ในช่วงความถี่ต่างๆ เช่น ภาพหน้าคนมีข้อมูลสำคัญอยู่ในช่วงความถี่ต่ำ ส่วนภาพลายนิ้วมือมีข้อมูลสำคัญอยู่ในช่วงความถี่สูง ความสำคัญและความน่าสนใจของการอัดข้อมูลวิธีนี้จึงอยู่ที่การคัดเลือกช่วงความถี่ที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถนำเทคนิคควอดทรีมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกได้เป็นอย่างดี

ทฤษฎีและแนวความคิด

1. การอัดข้อมูล

การอัดข้อมูลเป็นการลดปริมาณของพื้นที่สัญญาณ(signal space) ที่ใช้สำหรับบรรจุข้อมูล โดยพื้นที่สัญญาณนี้อาจจะอยู่ในรูปแบบทางกายภาพ เช่น อุปกรณ์เก็บข้อมูลจำพวกเทปแม่เหล็ก ฯลฯ หรืออาจอยู่ในรูปของช่วงเวลา เช่น เวลาที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล เป็นต้น

เทคนิคการอัดข้อมูลสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทคือ แบบย้อนกลับได้ (Reversible) และแบบย้อนกลับไม่ได้ (Irreversible)(Lynch 1991)

การอัดข้อมูลแบบย้อนกลับได้ เป็นการอัดข้อมูลโดยเข้ารหัสเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Redundancy Reduction) ข้อมูลที่กระจายกลับจากการอัดข้อมูลจะเหมือนกับต้นฉบับเดิมอย่างสมบูรณ์ บางครั้งจึงเรียกว่า การเข้ารหัสแบบไร้สัญญาณรบกวน (Noiseless Coding) ตัวอย่างการอัดข้อมูลที่ใช้เทคนิคนี้ได้แก่ ฮัฟแมน(Huffman) แชนนอน ฟาโน(Shannon Fano) และ Run Length Coding เป็นต้น

การอัดข้อมูลแบบย้อนกลับไม่ได้ เป็นการอัดข้อมูลโดยเลือกเก็บข้อมูลไว้แต่เพียงบางส่วน จึงเห็นได้ว่าข้อมูลที่กระจายกลับจากการอัดข้อมูลจะไม่สมบูรณ์ บางครั้งเรียกเทคนิคนี้ว่า เอนโทรปีรีดักชัน(Entropy Reduction) เทคนิคที่จัดว่าเป็นการอัดข้อมูลแบบย้อนกลับไม่ได้มีหลายชนิดเช่น การเข้ารหัสการแปลง การเข้ารหัสแบบคาดคะเน (Predictive Coding) และ Multipath Search Coding เป็นต้น วิธีที่ได้รับความนิยม อีกทั้งเป็นจุดสนใจของการวิจัยครั้งนี้คือ การเข้ารหัสการแปลง

1.1 การเข้ารหัสการแปลง

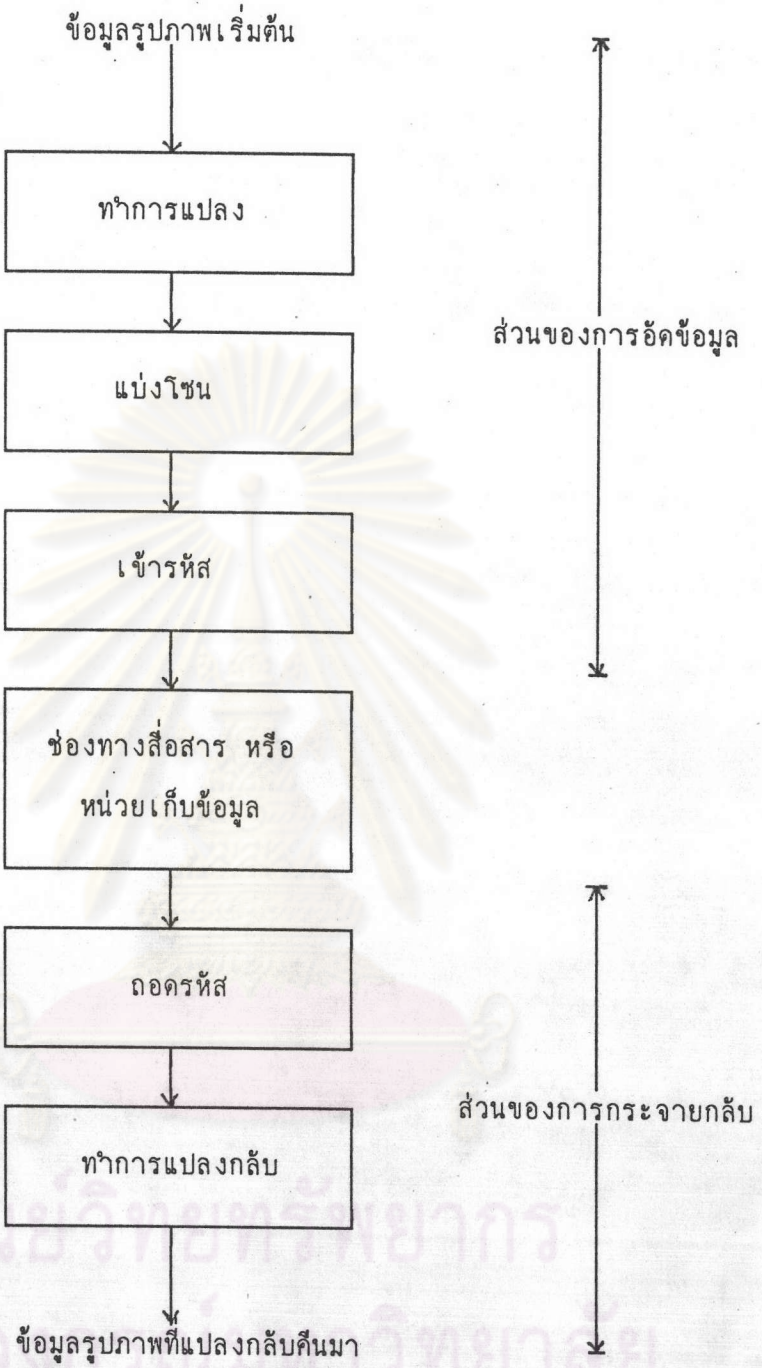
การเข้ารหัสการแปลงคือการอัดข้อมูลในพื้นที่การแปลง (Transform space) ซึ่งข้อมูลในพื้นที่การแปลงนี้เกิดจากการแปลงเชิงเส้น (Linear Transformation)ของข้อมูลในพื้นที่สัญญาณ ข้อมูลในพื้นที่การแปลงแต่ละตัวจะมีความเป็นอิสระต่อกันมากกว่าข้อมูลในพื้นที่สัญญาณ ทำให้สามารถแจกแจงข้อมูลออกเป็นกลุ่มเพื่อให้เข้ารหัสได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถตัดกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญต่อภาพน้อยทิ้งไปได้ มีผลทำให้ประสิทธิภาพของการอัดข้อมูลดีขึ้น

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างลำดับการจัดส่งและรับข้อมูลโดยใช้เทคนิคการอัดข้อมูลแบบเข้ารหัสการแปลงอย่างคร่าวๆ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ

ก. ส่วนของการอัดข้อมูล (Compression phase) ประกอบด้วย
- การแปลง(Transformation) คือการแปลงข้อมูลจากพื้นที่สัญญาณ เป็นพื้นที่การแปลงซึ่งอยู่ในรูปสัมประสิทธิ์ของการแปลง
- การแบ่งโซน(Zoning) คือการคัดเลือกสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการแปลงแบบเลือกบริเวณ
- การเข้ารหัส(Coding) คือการเข้ารหัสสัมประสิทธิ์ที่ได้รับการคัดเลือก

ข. ส่วนของการกระจายกลับจากการอัดข้อมูล (Decompression phase)
- การถอดรหัส(Decoding) คือการถอดรหัสเพื่อให้ได้สัมประสิทธิ์ของการแปลง
- การแปลงกลับ(Inverse Transformation) คือการแปลงข้อมูลย้อนกลับจากพื้นที่การแปลงให้มาเป็นพื้นที่สัญญาณ

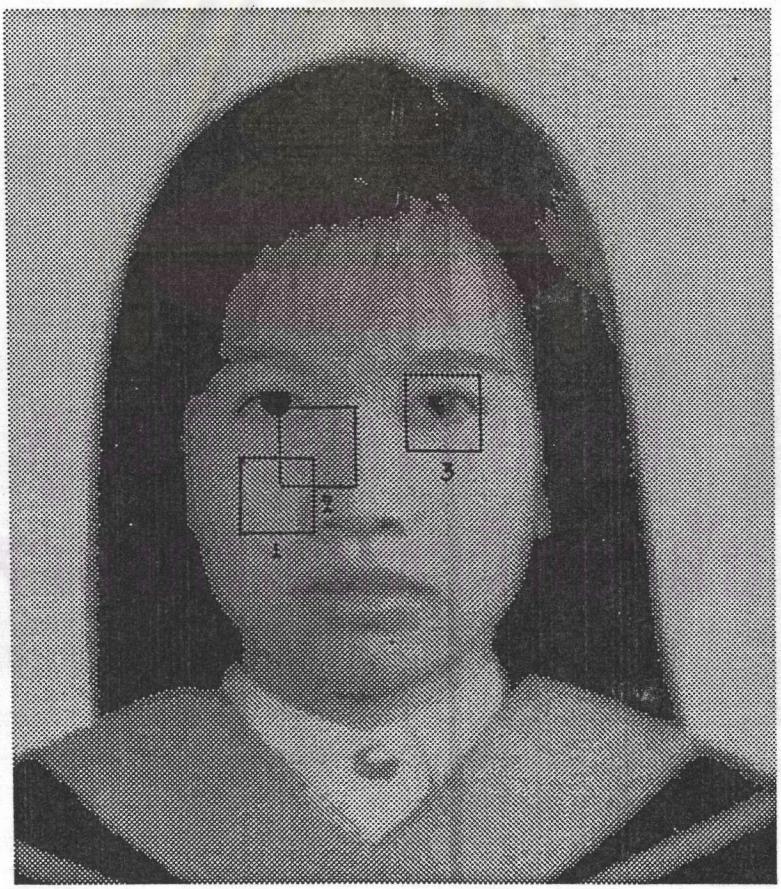
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างลำดับการจัดส่งและรับข้อมูลโดยใช้เทคนิคแบบเข้ารหัสการแปลง

การแปลงเชิงเส้นที่ใช้ในการทำเข้ารหัสการแปลงสำหรับสัญญาณที่เป็นดิจิตอลมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้ในการเข้ารหัสการแปลง คือ Discrete Cosine Transform หรือ ดีซีที(DCT) ซึ่งปัจจุบัน JPEG (Joint Photographic Experts Group) ได้เสนอดีซีทีขึ้นเป็นมาตรฐานเพื่อใช้สำหรับอัดข้อมูลสำหรับรูปภาพที่มีความเข้มต่อเนื่อง(Continuous tone)(Gregary 1991) รายละเอียดของดีซีทีจะนำเสนอในบทที่ 2 ต่อไป

รูปที่ 2 เป็นตัวอย่างแสดงรูปภาพหน้าคน และตารางที่ 1 แสดงข้อมูลความเข้มภายในกรอบขนาด 16x16 พิกเซล(pixel)ของรูปที่ 2 ส่วนตารางที่ 2 แสดงสัมประสิทธิ์ดีซีทีของข้อมูลความเข้มในตารางที่ 1 โดยค่าสัมประสิทธิ์ ณ จุดกำเนิดหรือจุดตัดของแกนความถี่ที่มุมบนซ้ายของตาราง มีความถี่เป็นศูนย์ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ดีซี (DC Coefficient) ค่าสัมประสิทธิ์ที่เหลือเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์เอซี (AC Coefficient) โดยความถี่ของสัมประสิทธิ์จะเพิ่มจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง ตามแกนนอนและแกนตั้งตามลำดับ



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2 แสดงรูปภาพหน้าคน

x(k,l)

k \ l	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	16.00	16.00	48.00	64.00	64.00	48.00	32.00	64.00	80.00	80.00	80.00	80.00	96.00	96.00	128.00	160.00
1	48.00	48.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	96.00	96.00	112.00	160.00
2	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	96.00	112.00	144.00
3	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	96.00	80.00	96.00	80.00	80.00	64.00	80.00	96.00	112.00	144.00
4	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	112.00	144.00
5	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	80.00	80.00	64.00	64.00	80.00	80.00	112.00	144.00
6	96.00	112.00	96.00	96.00	112.00	96.00	96.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	112.00	144.00
7	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	96.00	96.00	80.00	80.00	80.00	64.00	64.00	80.00	80.00	112.00	144.00
8	112.00	112.00	96.00	112.00	96.00	96.00	96.00	80.00	80.00	80.00	64.00	64.00	80.00	80.00	112.00	144.00
9	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	96.00	96.00	80.00	80.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	112.00	144.00
10	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	96.00	80.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	112.00	144.00
11	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	80.00	80.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	96.00	112.00	144.00
12	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	96.00	80.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	96.00	112.00	160.00
13	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	80.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	96.00	128.00	160.00
14	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00	80.00	64.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	96.00	96.00	128.00	160.00
15	112.00	112.00	112.00	112.00	96.00	64.00	48.00	64.00	64.00	64.00	80.00	80.00	96.00	96.00	128.00	160.00

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูล ความเข้มภายในกรอบที่ 1 ซึ่งมีขนาด 16 x 16 พิกเซล ของภาพหน้าคนดังแสดงในรูปที่ 2

X(n,m)

n \ m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1453.00	-49.67	219.98	-160.95	73.31	-83.64	43.22	-28.41	37.00	-21.83	18.31	-12.96	-3.31	5.16	-8.46	8.66
1	-73.67	-111.49	-103.55	1.95	22.03	-0.17	-6.87	-0.01	-1.48	-3.45	3.11	2.09	3.75	2.02	2.88	0.01
2	-56.01	-116.25	13.37	17.36	-25.38	-25.35	-6.90	8.66	15.36	3.69	-10.25	-4.18	19.08	6.43	3.70	0.22
3	-39.93	-29.74	-5.63	-14.53	-7.24	-2.75	-7.69	4.14	3.39	-1.76	8.22	2.95	8.13	-0.31	-0.47	-3.01
4	-19.60	-36.98	8.29	15.80	-9.12	-21.94	-7.12	3.08	13.92	-1.47	-0.70	4.36	-6.12	5.97	-9.33	1.13
5	-7.15	-14.51	3.22	-11.95	-11.80	-10.53	4.32	3.27	1.62	-6.96	-2.09	1.01	-0.08	4.10	3.96	-7.98
6	-9.43	-7.98	0.58	0.80	-10.04	-9.68	-7.62	-3.34	11.77	6.00	-6.54	-6.31	1.76	15.66	-4.39	-0.65
7	1.64	-3.64	-1.22	-8.98	1.42	-4.88	-0.90	-1.16	4.45	2.11	2.31	11.08	-2.57	0.45	-4.86	-0.06
8	-7.00	-4.56	5.46	6.89	2.84	-10.10	-9.94	6.85	1.00	2.46	7.67	2.44	4.24	-2.37	-6.97	-3.25
9	3.88	-1.22	-1.43	-2.61	-10.10	-5.21	1.89	5.53	-1.86	3.17	-6.60	-0.13	-3.97	0.49	3.88	10.30
10	-10.99	-10.36	-0.19	0.46	1.26	-5.14	-0.54	2.54	-4.45	-2.70	-2.52	4.13	0.79	-3.73	-0.00	7.32
11	-8.49	-9.71	-5.96	-1.61	-1.88	0.42	-1.49	13.26	0.47	0.46	-4.33	-4.53	-0.67	-0.81	-1.02	0.97
12	-8.12	0.85	-1.01	-8.39	1.88	1.17	0.30	5.31	-0.36	3.12	0.36	4.26	-4.88	4.20	2.79	-6.31
13	-3.01	3.00	3.04	0.27	-2.45	-1.47	-0.24	-2.85	-0.21	0.47	1.80	3.05	4.62	4.01	-1.93	-1.30
14	5.07	0.69	-2.30	1.45	-9.60	0.64	6.83	0.23	1.26	3.47	-14.32	0.85	-1.21	1.92	4.77	-5.13
15	1.92	-3.41	-3.61	3.37	-7.66	-0.71	14.63	-1.43	0.42	0.37	-5.68	-5.49	-5.38	-1.10	0.77	-0.95

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ DCT ที่ได้จากข้อมูลในตารางที่ 1

2. ปัญหาในการคัดเลือกสัมประสิทธิ์ของพื้นที่การแปลงสำหรับการอัดข้อมูล

การพิจารณาคัดเลือกค่าสัมประสิทธิ์จะพิจารณาที่ขนาดของสัมประสิทธิ์หรือจากค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์นั่นเอง ภาพโดยทั่วไปจะมีสัมประสิทธิ์เอซีที่มีความสำคัญอยู่ในช่วงความถี่ต่างกัน รูปที่ 3-8 แสดงรูปภาพและค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ดีซีทีของรูปภาพดังกล่าวตามลำดับ ตำแหน่งของค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ดีซีทีที่มีค่าตัวเลขมากจะแสดงด้วยสีขาว และตำแหน่งที่มีค่าตัวเลขน้อยลงจะแสดงด้วยสีที่เข้มขึ้น

รูปที่ 3 และรูปที่ 4 แสดงส่วนของหน้าคนและค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ (แสดงด้วยรูปภาพความเข้ม) ภายในกรอบที่ 1 และ 2 จากรูปที่ 2 ตามลำดับ ผลการแปลงดีซีทีแสดงให้เห็นว่าค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสูงซึ่งเป็นค่าที่มีความสำคัญต่อการแปลงกลับของรูปทั้งสอง ตกอยู่ในช่วงใกล้จุดกำเนิด รูปภาพทั้งสองจึงจัดอยู่ในประเภทภาพความถี่ต่ำ (Low Frequency)

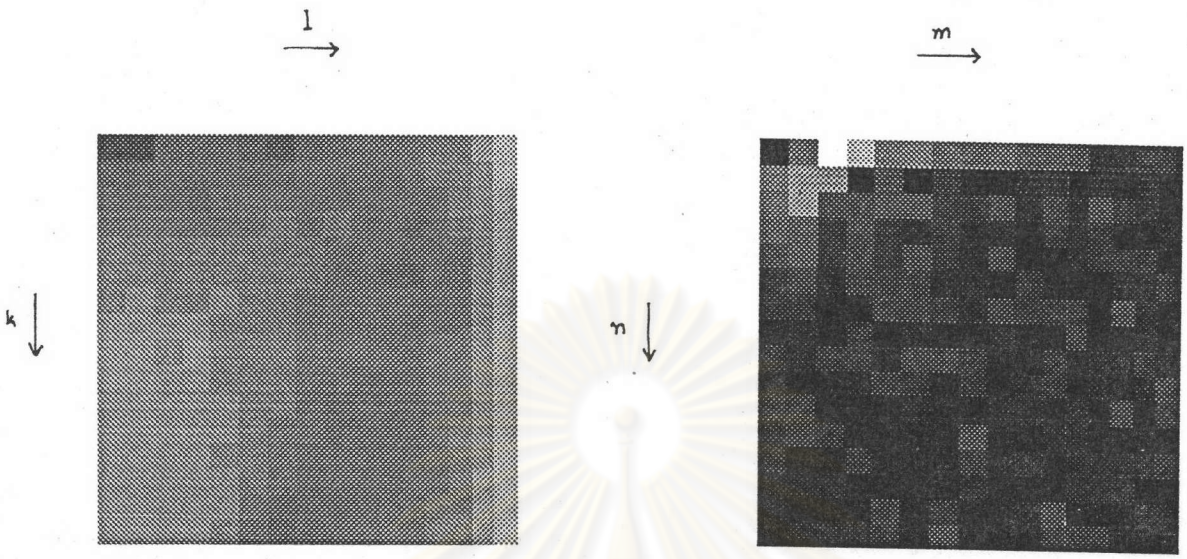
รูปที่ 5 และรูปที่ 6 เป็นรูปภาพลายนิ้วมือและค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ (แสดงด้วยรูปภาพความเข้ม) ผลจากการแปลงดีซีทีพบว่าค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสูงจะอยู่ในช่วงตำแหน่ง (5,7) และ (1,5) รูปภาพทั้งสองจัดอยู่ในประเภทความถี่ช่วงกลาง (Mid-band Frequency)

รูปที่ 7 และรูปที่ 8 เป็นรูปภาพตารางหมากรุกและรูปภาพลายน้ำบนธนบัตรพร้อมทั้งค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์(แสดงด้วยรูปภาพความเข้ม)ตามลำดับ ผลจากการแปลงดีซีทีจะพบว่าค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ที่มีค่าสูงอยู่ในช่วงใกล้ตำแหน่ง (15,15) ซึ่งเป็นบริเวณที่แสดงถึงความถี่สูงทั้งสองแกนความถี่ รูปภาพทั้งสองจึงจัดอยู่ในประเภทภาพความถี่สูง (High Frequency)

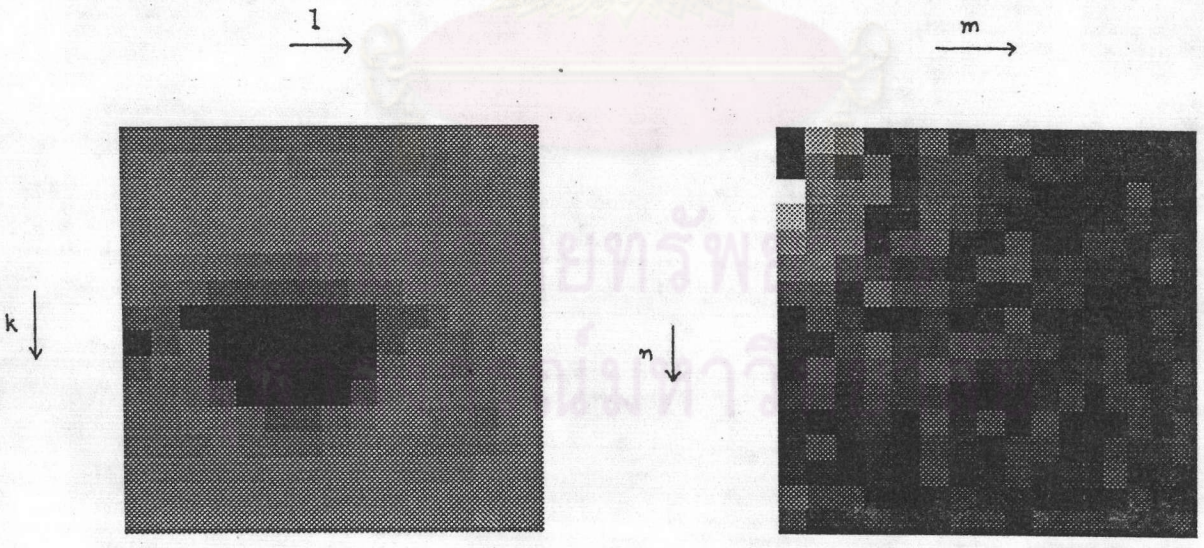
จากรูปที่ 3-8 สามารถสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ดีซีทีที่มีความสำคัญสูงอยู่ในโซนความถี่ที่ต่างกัน ฉะนั้นการคัดเลือกโซนความถี่ที่ถูกต้องจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการอัดข้อมูลโดยวิธีการเข้ารหัสการแปลง

การเข้ารหัสแบบแบ่งโซน(Zonal Coding) ซึ่งเป็นการกำหนดช่วงความถี่ไว้ล่วงหน้า(Embree 1991 และ Lim 1990) จึงอาจผิดพลาดได้ ถ้าหากภาพที่ต้องการอัดข้อมูล มีค่าสัมประสิทธิ์จากการแปลงไม่อยู่โซนที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้า

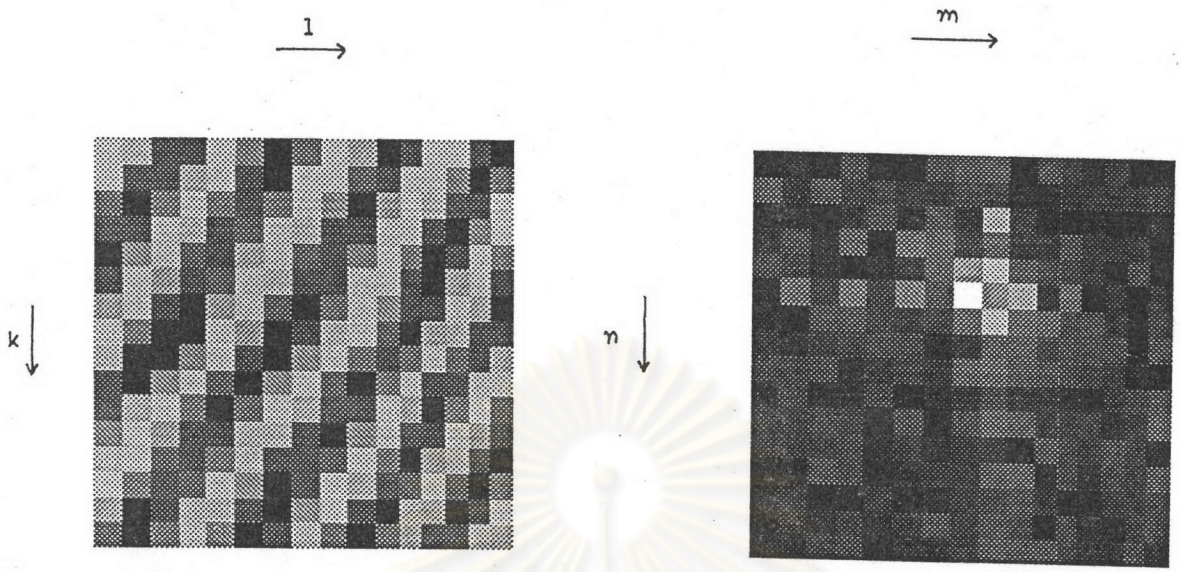
งานวิจัยฉบับนี้จึงขอนำเสนอวิธีการอัดข้อมูลแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยดีซีทีโดยไม่ขึ้นกับการคาดคะเนช่วงความถี่ของภาพล่วงหน้า นั่นคือวิธีการที่จะนำเสนอนี้สามารถปรับโซนความถี่ที่ต้องการคัดเลือกให้เข้ากับความถี่ที่ถูกต้องของภาพได้เอง โดยใช้การเข้ารหัสแบบขีดแบ่ง(Threshold Coding) ในการคัดเลือกโซนความถี่ซึ่งแบ่งออกโดยโครงสร้างแบบควอดทรี



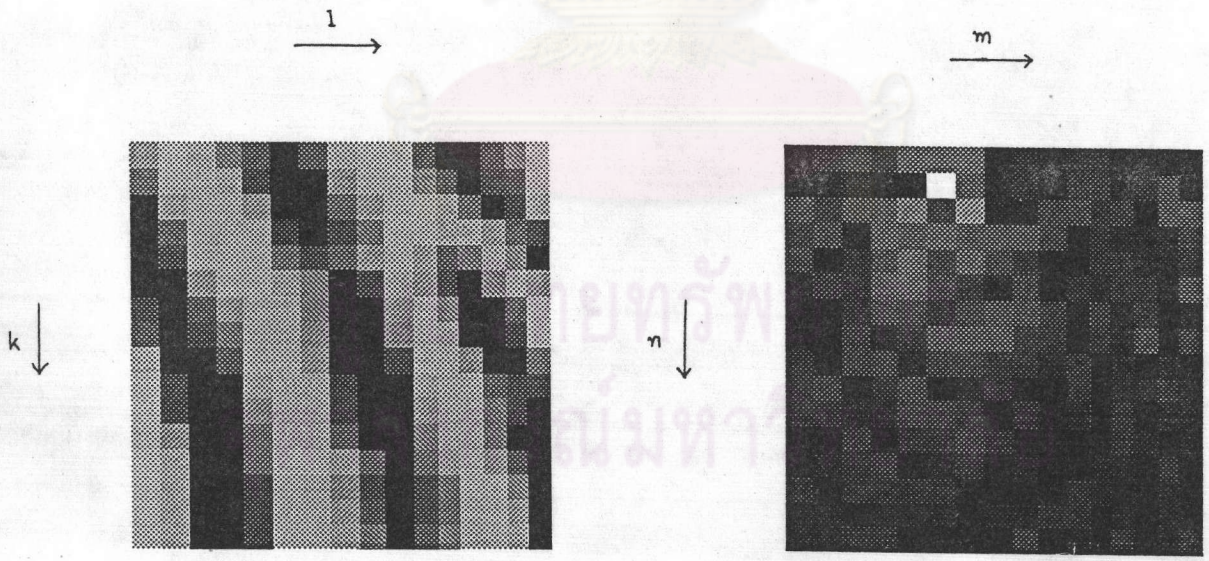
รูปที่ 3 แสดงความเข้มของรูปภาพหน้าคนในกรอบที่ 2 ขนาด 16 x 16 พิกเซล
และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ



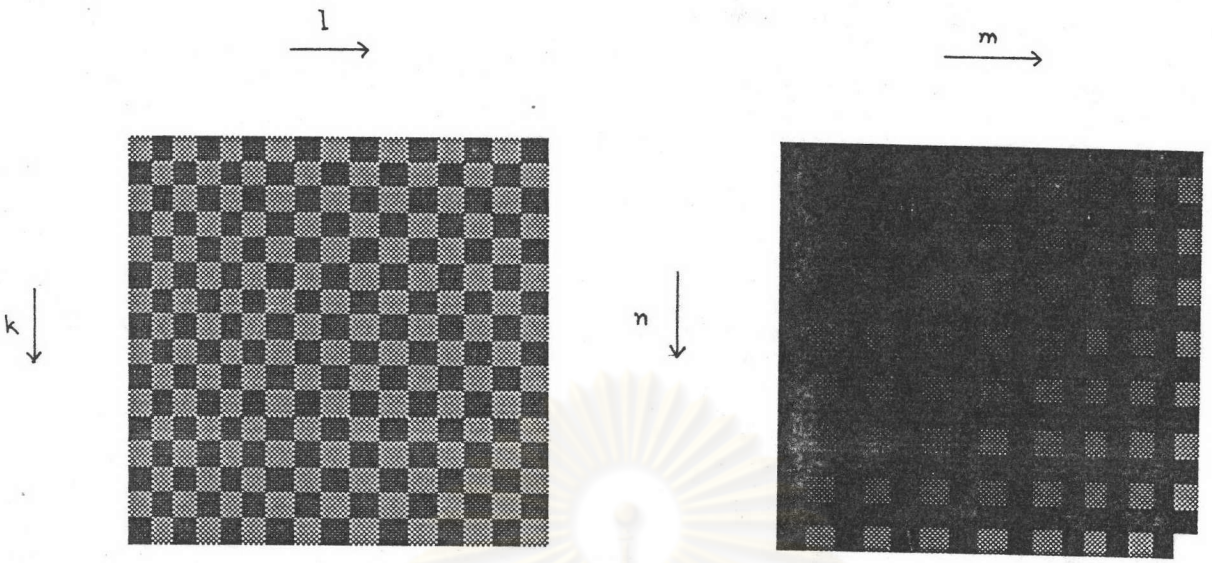
รูปที่ 4 แสดงความเข้มของรูปภาพหน้าคนในกรอบที่ 3 ขนาด 16 x 16 พิกเซล
และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ



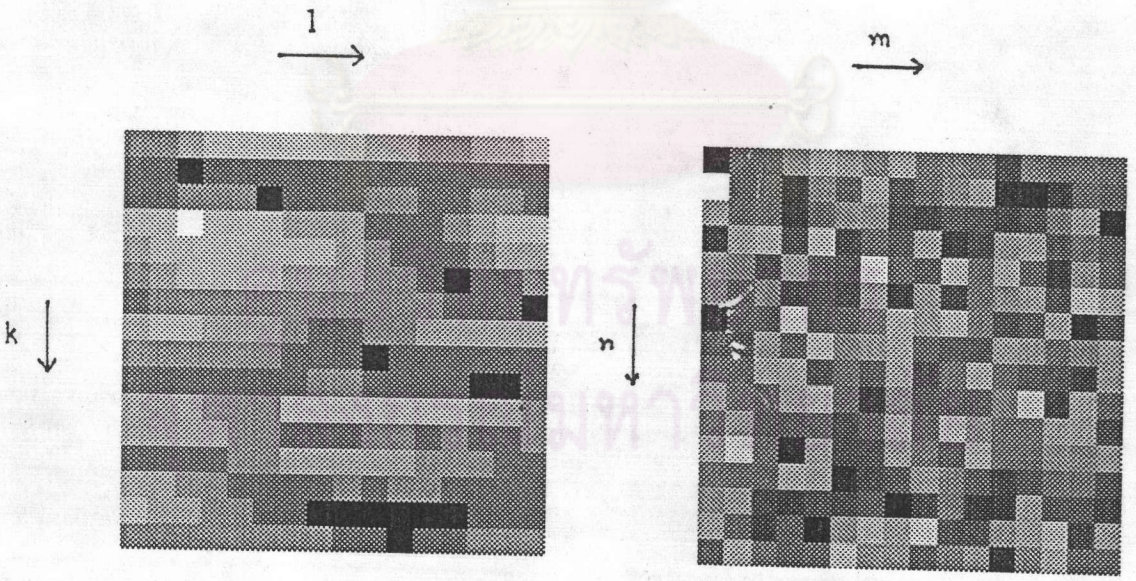
รูปที่ 5 แสดงความเข้มของรูปภาพลายนิ้วมือในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล
และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ



รูปที่ 6 แสดงความเข้มของรูปภาพลายนิ้วมือในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล
และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ



รูปที่ 7 แสดงความเข้มของรูปภาพตารางหมากรุกในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ



รูปที่ 8 แสดงความเข้มของรูปภาพลายน้ำบนธนบัตรในกรอบขนาด 16 x 16 พิกเซล และค่าสัมบูรณ์ของสัมประสิทธิ์ DCT ตามลำดับ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อเสนอแนะวิธีเพิ่มประสิทธิภาพของการอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี เพื่อใช้กับรูปภาพต่างๆ โดยไม่ต้องกำหนดโซนความถี่ของรูปภาพล่วงหน้า

ขอบเขตของการวิจัย

- การวิจัยครั้งนี้จะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม
- ใช้ภาษาระดับสูงในการพัฒนาโปรแกรมการอัดและการกระจายกลับของข้อมูล
- วัดประสิทธิภาพการอัดและการกระจายกลับของข้อมูลโดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาที่ใช้

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

- ศึกษาและค้นคว้าวิธีการอัดข้อมูลรูปภาพที่มีในปัจจุบัน
- จัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการทดลอง
- พัฒนาโปรแกรม
- ทำการทดลอง
- วัดประสิทธิภาพ
- สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจการพัฒนาโปรแกรมการอัดข้อมูลรูปภาพแบบเข้ารหัสการแปลงด้วยเทคนิคควอดทรี โดยไม่ต้องกำหนดโซนความถี่ของรูปภาพล่วงหน้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย