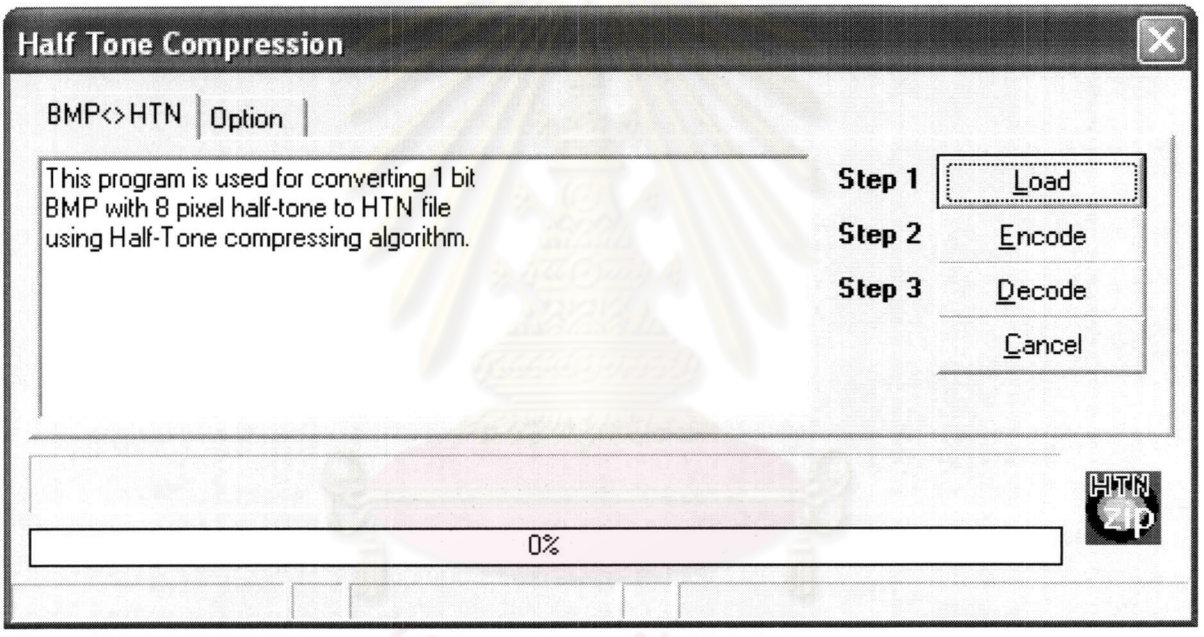
บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 การใช้งานโปรแกรม การบีบอัดข้อมูล

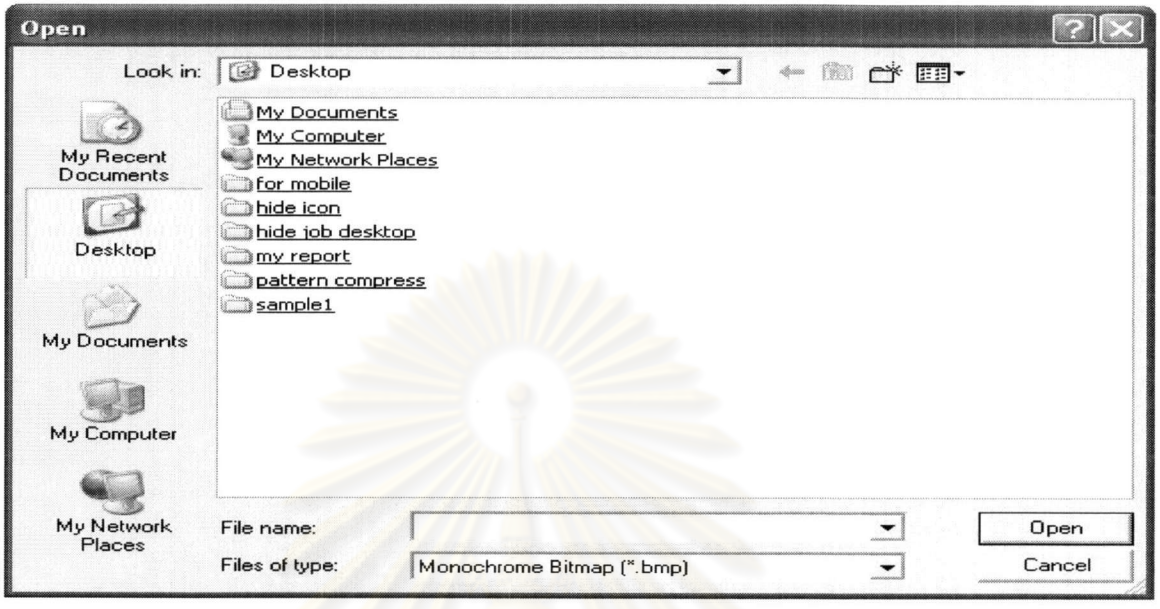
4.1.1.1 เรียกใช้งานไฟล์ HTCompress.exe เพื่อเปิดโปรแกรม



ภาพที่ 4-1 โปรแกรมHaftTone Compression

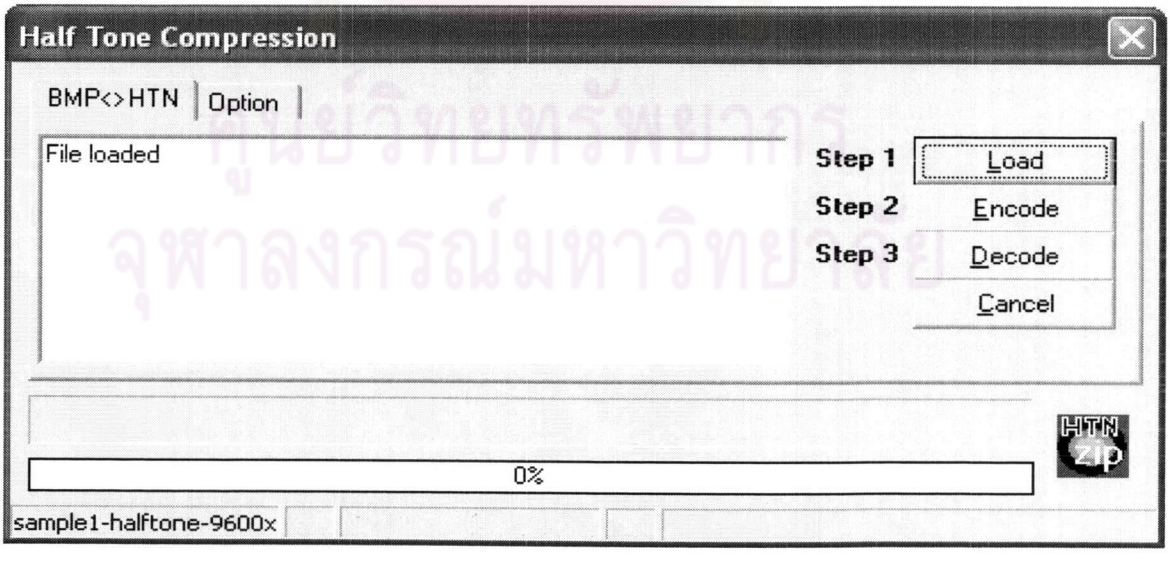
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.1.2 **กดปุ่ม** Load **เพื่อเลือกไฟล์ที่จะทำการเข้ารหัส**



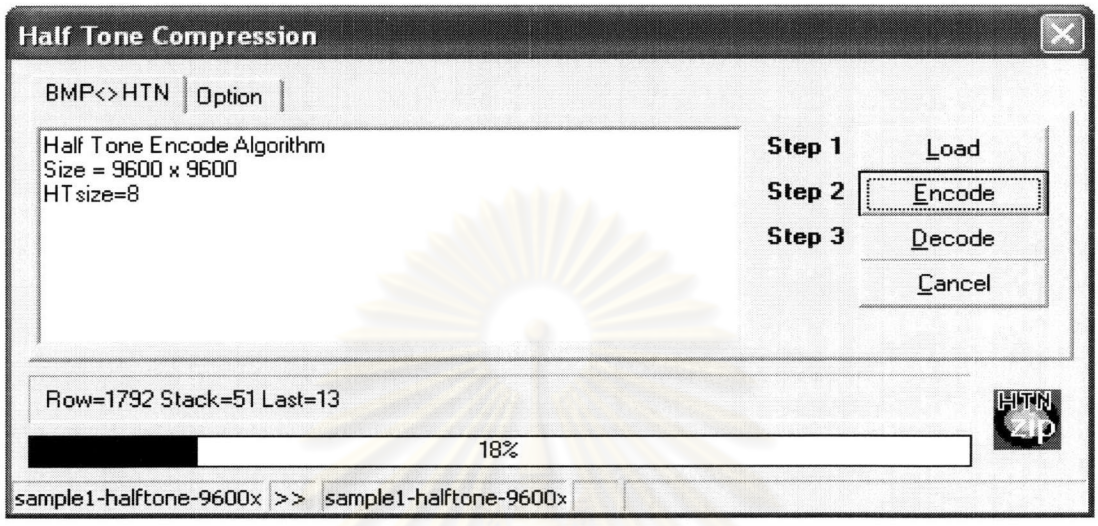
ภาพที่ 4-2 หน้าต่างเลือกไฟล์ที่จะเข้ารหัส

4.1.1.3 **เลือกไฟล์ที่ต้องการเข้ารหัส เมื่อเลือกได้แล้วโปรแกรมจะกลับเข้าสู่หน้าหลัก พร้อมที่จะทำงาน**



ภาพที่ 4-3 หน้าต่างแสดงผลเมื่อเลือกไฟล์แล้ว

4.1.1.4 กดปุ่ม Encode **เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำงาน และในรูปจะแสดงสถานะขณะโปรแกรมกำลังทำงาน**



ภาพที่ 4-4 สถานะการทำงานระหว่างเข้ารหัส

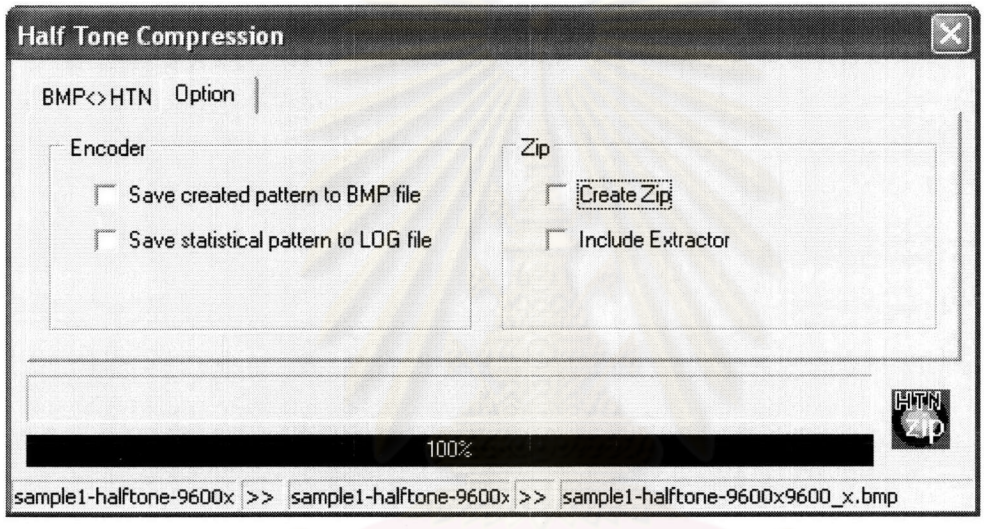
4.1.1.5 **เมื่อทำงานเร็จแล้วโปรแกรมจะหยุดและรายงานสถานะของไฟล์ข้อมูลดิจิทัลที่ทำการเข้ารหัส**

ภาพที่ 4-5 สถานะการทำงานเมื่อเข้ารหัสแล้ว

ไฟล์ต้นฉบับที่เลือกเข้ารหัสชื่อ sample1-halftone-9600x9600.bmp

ไฟล์ที่ผ่านการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนแล้วจะมีชื่อ sample1-halftone-9600x9600.htn

การทำงานของโปรแกรมจะมีตัวเลือกสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูล โดยจะทำการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนเสร็จแล้วจะส่งข้อมูลไปบีบอัดด้วยโปรแกรม ZIP อีกครั้ง ข้อมูลสุดท้ายที่ได้จะมีขนาดเล็กลงและมีชื่อไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .ZIP



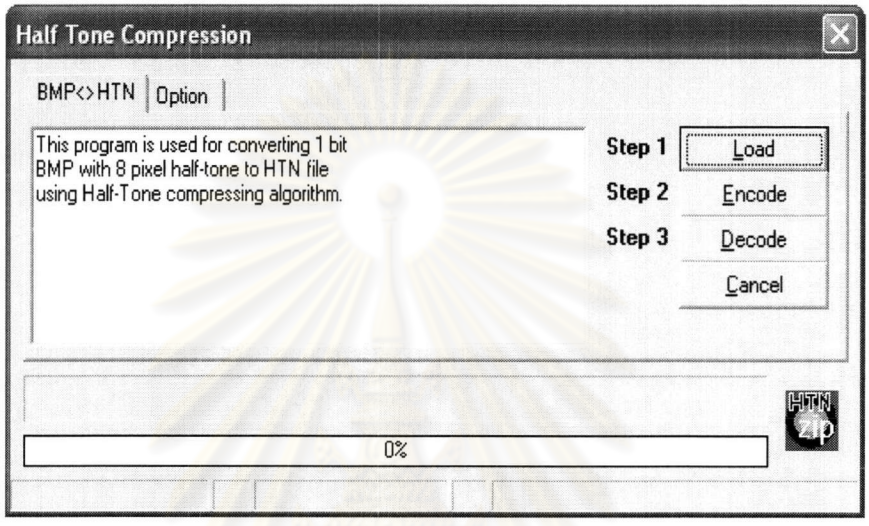
ภาพที่ 4-6 ตัวเลือกเพื่อให้โปรแกรมเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนทำการบีบอัดด้วยโปรแกรม ZIP

ไฟล์ที่ผ่านการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนและเลือกใช้โปรแกรม ZIP บีบอัดต่ออีกครั้ง มีชื่อ sample1-halftone-9600x9600.ZIP

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

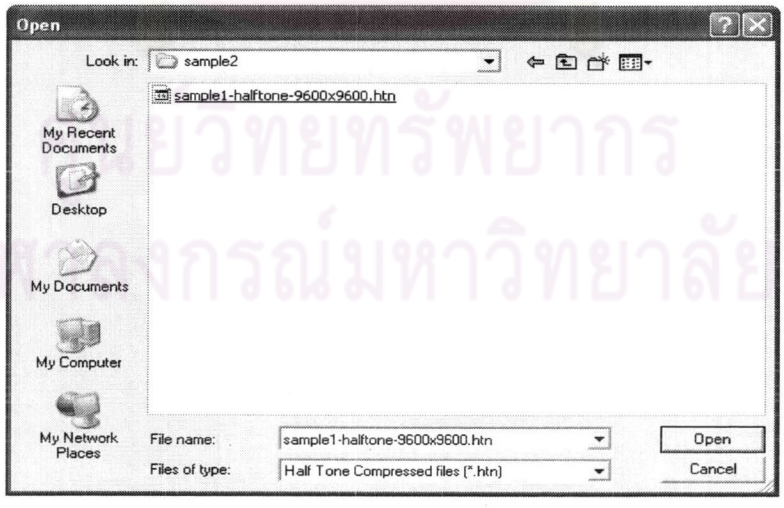
4.1.2 การใช้งานโปรแกรม การคลายข้อมูล

4.1.2.1 เรียกใช้งานไฟล์ HTCompress.exe เพื่อเปิดโปรแกรม



ภาพที่ 4-7 โปรแกรมHaft Tone Compression

4.1.2.2 กดปุ่ม decode โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์ที่จะคลายข้อมูล ให้ทำการเลือกไฟล์ที่มีนามสกุล .htn

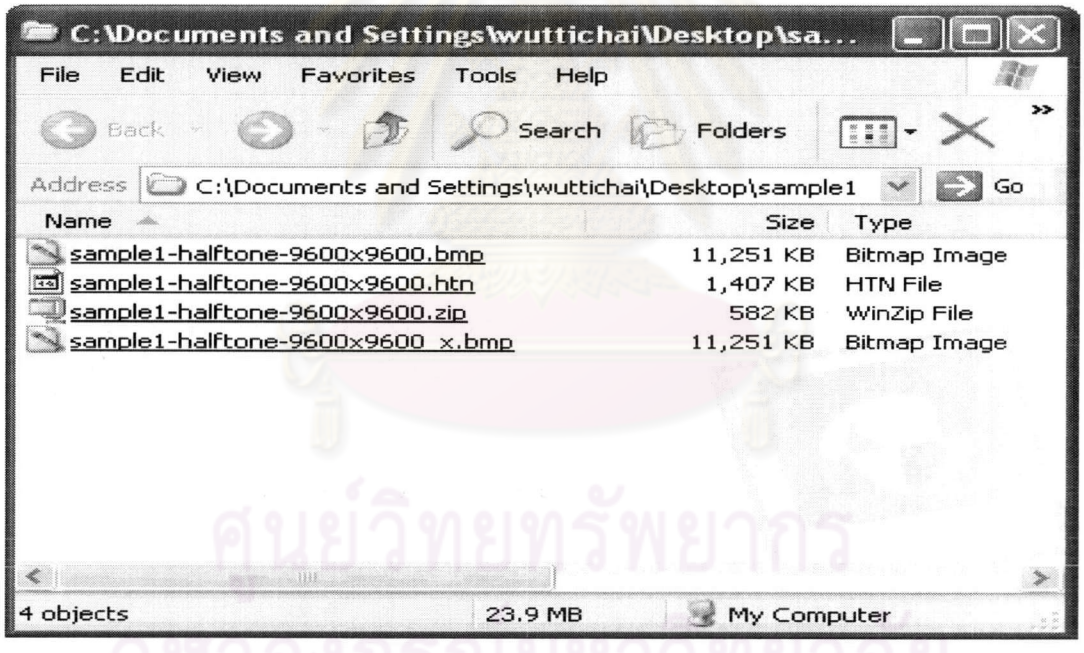


ภาพที่ 4-8 หน้าต่างเลือกไฟล์ที่จะคลายข้อมูล

เมื่อเลือกได้แล้วให้กดปุ่ม open จากนั้นโปรแกรมจะทำการคืนรูปข้อมูลทันที
หารเลือกไฟล์ที่จะคืนรูปข้อมูลชื่อ sample1-halftone-9600x9600.htn
ไฟล์ที่ได้จากการคืนรูปข้อมูลนี้จะมีชื่อว่า sample1-halftone-9600x9600_x.bmp

4.1.3 ประสิทธิภาพการบีบข้อมูล

ประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูลของโปรแกรมบีบอัดข้อมูลภาพฮาล์ฟโทนโดยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนสามารถมีค่าได้ 2 ระดับ นั่นคือประสิทธิภาพการบีบอัดที่ใช้อัลกอริธึมการบีบอัดแบบเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนเพียงอย่างเดียว (pattern compress) และประสิทธิภาพการบีบอัดแบบที่ใช้อัลกอริธึม 2 ชนิดร่วมกันระหว่างการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนและ ZIP ร่วมกัน (pattern-ZIP)



ภาพที่ 4-9 หน้าต่างแสดงขนาดไฟล์ทั้งก่อนบีบอัดและหลังจากบีบอัดแล้ว

จากรูปหน้าของโฟลเดอร์ซึ่งประกอบไปด้วยไฟล์ต้นฉบับ และไฟล์ที่ผ่านการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีน จะบอกถึงประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูลได้ดังนี้

ไฟล์ต้นฉบับคือ sample1-halftone-9600x9600.bmp มีขนาด 11,520,064 ไบต์

ไฟล์ที่ผ่านการบีบอัดแบบ pattern คือ sample1-halftone-9600x9600.htn มีขนาด 1,440,504 ไบต์

ไฟล์ที่ผ่านการบีบอัดแบบ pattern-ZIP คือ sample1-halftone-9600x9600.ZIP มีขนาด 595,908 ไบต์

ประสิทธิภาพการบีบอัดแบบ pattern จะคำนวณได้จาก 11,520,064 / 1,440,504 = 7.99 เท่า

ประสิทธิภาพการบีบอัดแบบ patter-ZIP จะคำนวณได้จาก 11,520,064 / 595,908 = 19.33 เท่า

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองการบีบอัดข้อมูลด้วยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีน การบีบอัดแบบ LZW และการบีบอัดแบบ ZIP

ภาพที่ 1	pattern	pattern-ZIP	LZW	ZIP
11,520,064	1,440,504	595,908	1,710,868	1,326,368
ประสิทธิภาพ	8.00	19.33	6.73	8.69

ภาพที่ 2	pattern	pattern-ZIP	LZW	ZIP
63,701,056	7,963,208	3,135,387	7,675,548	6,070,271
ประสิทธิภาพ	8.00	20.32	8.30	10.49

ภาพที่ 3	pattern	pattern-ZIP	LZW	ZIP
48,771,136	6,096,968	2,222,895	5,654,380	4,158,825
ประสิทธิภาพ	8.00	21.94	8.63	11.73

จากตารางผลการทดลองที่ 4-1 จะเห็นว่าโปรแกรมเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนที่พัฒนาขึ้นสามารถลดขนาดภาพลงได้ และมีประสิทธิภาพการบีบอัดประมาณ 8 เท่า และเมื่อนำไฟล์ที่ได้จากการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนไปทำการบีบอัดด้วยโปรแกรม ZIP อีกครั้ง ผลการทดลอง

จะเป็นไปตามค่าในช่องของ pattern-ZIP คือมีขนาดที่ลดน้อยลงยิ่งกว่าเดิม จาก 8 เท่า กลายเป็นประมาณ 20 เท่า

ตาราง 4-2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูลกับวิธีการบีบอัดข้อมูลแบบต่าง ๆ ของภาพตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3

ประสิทธิภาพ	pattern	pattern-zip	LZW	LZW-ZIP	zip
ภาพที่ 1	8.00	**19.33**	6.73	7.04	8.69
ภาพที่ 2	8.00	**20.32**	8.30	9.11	10.49
ภาพที่ 3	8.00	**21.94**	8.63	9.74	11.73

ตัวเลขในตารางเป็นการแสดงถึงประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูล ยิ่งตัวเลขมากยิ่งหมายความว่ายิ่งลดขนาดลงได้มาก

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลระหว่างการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนกับโปรแกรม ZIP

เวลาบีบอัด (วินาที)	pattern	ZIP
ภาพที่ 1	22	3
ภาพที่ 2	98	15
ภาพที่ 3	68	6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคืนรูปข้อมูลระหว่างการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนกับโปรแกรม ZIP

เวลาคลาย(วินาที)	pattern	ZIP
ภาพที่ 1	5	1
ภาพที่ 2	30	12
ภาพที่ 3	22	10

4.2 อภิปรายผล

จากผลการทดลองตามตารางที่ 4-2 จะเห็นว่าการบีบอัดข้อมูลด้วยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนสามารถลดขนาดข้อมูลลงได้ โดยได้ทดลองกับภาพทดสอบจำนวน 3 ภาพ พบว่าผลการทดลองทั้งหมดให้ผลการบีบอัดที่ทำให้ข้อมูลมีขนาดน้อยลง การใช้อัลกอริธึมการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนเพียงอย่างเดียวจะสามารถลดขนาดได้ประมาณ 8 เท่า และเมื่อนำผลการบีบอัดครั้งแรกไปทำการบีบอัดด้วยโปรแกรม ZIP อีกครั้ง ก็จะเป็นการใช้อัลกอริธึมสองชนิดในการบีบอัดข้อมูล ผลการทดลองปรากฏว่าการใช้สองอัลกอริธึมช่วยทำให้การบีบอัดข้อมูลมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจาก 8 เท่า กลายเป็น 20 เท่า

ทดลองการบีบอัดข้อมูลแบบสองอัลกอริธึมโดยการใช้วิธี LZW และต่อด้วย ZIP พบว่าการบีบอัดด้วยโปรแกรม ZIP ลดขนาดของข้อมูลที่บีบอัดด้วย LZW ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือจากประสิทธิภาพการบีบอัดของ LZW ที่ทำได้ 6.73 เท่า เมื่อนำไปบีบอัดต่อด้วย ZIP อัตราส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 7.04 เท่า ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เวลาที่ใช้สำหรับการบีบอัดข้อมูลนั้นจะเปรียบเทียบจากการบีบอัดด้วยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนกับโปรแกรม ZIP จากผลการทดลองในตารางที่ 4-3 ซึ่งแสดงเวลาที่ใช้ในการบีบอัดด้วยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนจะใช้เวลา 22 วินาทีสำหรับภาพที่ 1 ส่วนโปรแกรม ZIP จะใช้เวลาประมาณ 3 วินาที เมื่อเปลี่ยนภาพที่ใช้ทดสอบอีก 2 ภาพ ผลการทดลองก็เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ การเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนใช้เวลาในการบีบอัดมากกว่าโปรแกรม ZIP

จากตารางที่ 4-4 เวลาสำหรับการคืนรูปข้อมูลหรือคลายข้อมูลจากผลการทดลองพบกว่าการคลายข้อมูลใช้เวลาน้อยกว่าการบีบอัด โดยการบีบอัดแบบเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนจะใช้เวลาในการบีบอัด 22 วินาที แต่คืนรูปข้อมูลใช้เวลา 5 วินาที เมื่อทดลองกับภาพที่ 2 และ 3 ก็

ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกันคือการคลายข้อมูลใช้เวลาน้อยกว่าการบีบอัดข้อมูล เปรียบเทียบกับโปรแกรม ZIP แล้ว การคลายข้อมูลของโปรแกรม ZIP ก็ยังคงเร็วกว่าการคลายข้อมูลของการบีบอัดแบบเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนอยู่ดี

การนำหลักการบีบอัดข้อมูลโดยการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนไปใช้งานหรือนำไปพัฒนาต่อ สามารถพิจารณาประสิทธิภาพการบีบที่จะได้รับได้ก่อนที่จะใช้งานจริงโดยการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการบีบอัดดังนี้

ภาพฮาล์ฟโทนขนาดกว้าง X x Y จุด กำหนดให้มีฮาล์ฟโทนเซลล์ขนาด nxn ซึ่งจะมีระดับสีเทา $n^2 + 1$ ระดับ จะใช้พื้นที่สำหรับการเข้ารหัสรูปแบบเม็ดสกรีนดังนี้

จำนวนบิตข้อมูลที่เข้ารหัสแล้ว = จำนวนบิตของ Table Area + จำนวนบิตของ Data Area

สมการที่ 4-1

พิจารณาจำนวนบิตของ Table Area

ฮาล์ฟโทนเซลล์ขนาด nxn จะมีจำนวนตารางทั้งหมด $n^2 + 1$ ตาราง

แต่ละตารางจะเก็บข้อมูลจำนวน n^2 บิต

เพราะฉะนั้น จำนวนบิตของ Table Area = จำนวนตารางทั้งหมด x จำนวนบิตของแต่ละตาราง

จำนวนบิตของ Table Area $= (n^2 + 1)\, n^2$ **สมการที่** 4-2

พิจารณาจำนวนบิตของ Data Area

ถ้าจำนวนตาราง ทั้งหมดมี $n^2 + 1$ ตาราง จำนวนบิตข้อมูลที่ใช้ระบุตำแหน่งของตารางจะหาได้จาก

จำนวนบิตสำหรับระบุตำแหน่งตาราง $= 2\log_2 n + 1$ **สมการที่** 4-3

จำนวนบิตของ Data Area = จำนวนกลุ่มข้อมูลที่แบ่งด้วยฮาล์ฟโทนเซลล์แล้ว x จำนวนบิตที่ใช้ระบุตำแหน่ง table

จำนวนบิตของ Data Area $= (XY/n^2)(2\log_2 n + 1)$ **สมการที่4-4**

แทนค่าสมการที่ 4-2 และ 4-3 ลงไปในสมการที่ 4-1

จำนวนบิตข้อมูลเมื่อเข้ารหัสแล้ว = $(n^2 + 1)n^2 + (XY/n^2)(2\log_2 n + 1)$ **สมการที่ 4-5**

ประสิทธิภาพการบีบอัดข้อมูล = (ปริมาณข้อมูลที่ยังไม่บีบอัด) / (ปริมาณข้อมูลที่ผ่านการบีบอัดแล้ว)

$= XY / \{ (n^2 + 1)n^2 + (XY/n^2)(2\log_2 n + 1) \}$ **สมการที่ 4-6**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย