บทที่ 4
การทดสอบประสิทธิภาพการแปลงข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะและเหตุผลที่นำข้อมูลมาใช้ในการทดสอบ และผลของการบีบอัดข้อมูล

4.1 รูปภาพที่ใช้ในการทดสอบ

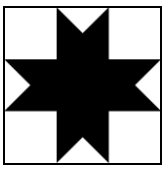
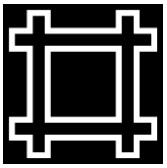
รูปภาพที่ใช้ในการทดสอบจะเป็นรูปที่มีลักษณะง่ายๆ ที่ประกอบไปด้วยรูปทางเรขาคณิต และรูปมาตรฐานในงานวิจัยทางด้านรูปดิจิตอล แต่ละรูปจะมีความเข้มแสงอยู่ระหว่างสีดำและสีขาว (ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255) และจะมีชนิดของข้อมูลเป็นบิทแมพ โดยจะคัดเลือกเฉพาะรูปที่มีขนาด $2^{m}x2^{m}$ และ $3^{n}x3^{n}$, เมื่อ m, n =0, 1, 2,… ที่เหมือนกัน รูปที่มีขนาดเป็น $3^{m}x3^{m}$ จะทำใช้การแบ่งแบบโนนาทรี และรูปที่มีขนาดเป็น $2^{m}x2^{m}$ การแบ่งแบบควอดทรี โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 ลักษณะของรูปจะประกอบไปด้วยรูปทรงทางเรขาคณิต โดยขนาดของรูปจะมีขนาดเป็น $3^{5}\times3^{5}$ และ $2^{8}\times2^{8}$ พิกเซล ซึ่งเป็นขนาดใหญ่ที่สุดของรูปที่จะทำการทดสอบและไล่ระดับเฉดสีซึ่งจะเป็นรูปสีเทา

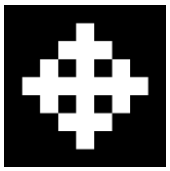
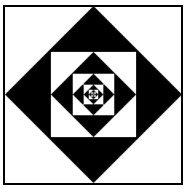
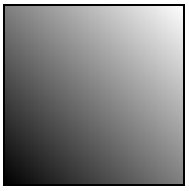
กลุ่มที่ 2 จะเป็นรูปมาตรฐานสำหรับการทดสอบทางด้านรูปภาพดิจิตอลทั่วๆไป โดยในที่นี้จะใช้รูปของเลนน่า (Lenna) ที่เป็นรูปขาวดำ และรูปที่มีลักษณะเป็นรูปสีเทา โดยจะเป็นรูปที่มีขนาดต่างๆ กัน

รายละเอียดของรูปภาพในกลุ่มที่ 1 จะเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของรูปภาพที่จะทำการบีบอัด

รูป	ขนาดของรูปภาพ	
	$3^{5}\times3^{5}$	$2^{8}\times2^{8}$
	Ribbon.BMP ขนาดรูปภาพ 3.46 กิโลไบต์	Ribbon. BMP ขนาดรูปภาพ 3. 38 กิโลไบต์
	Sharp. BMP ขนาดรูปภาพ 3.64 กิโลไบต์	Shapr. BMP ขนาดรูปภาพ 3.87 กิโลไบต์

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รูป	ขนาดของรูปภาพ	
	$3^5 \times 3^5$	$3^5 \times 3^5$
	Plus. BMP ขนาดรูปภาพ 2.76 กิโลไบต์	Plus. BMP ขนาดรูปภาพ 3.49 กิโลไบต์
	triangle. BMP ขนาดรูปภาพ 8.00 กิโลไบต์	triangle. BMP ขนาดรูปภาพ 8.00 กิโลไบต์
	Grayscale.BMP ขนาดรูปภาพ 5.36 กิโลไบต์	Grayscale.BMP ขนาดรูปภาพ 5.4 กิโลไบต์

ส่วนรายละเอียดของรูปเลนน่าในกลุ่มที่ 2 ที่จะทำการทดสอบ โดยในรูปที่ 4.1 จะเป็นรูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำ และรูปที่ 4.2 จะเป็นรูปสีเทา ส่วนในตารางที่ 4.2 จะแสดงถึงรายละเอียดของรูปภาพเลนน่าที่มีขนาดต่างๆ กัน

รูปที่ 4.1 รูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำ

รูปที่ 4.2 รูปเลนน่าที่เป็นรูปสีเทา

ตารางที่ 4.2 แสดงขนาดของรูปเลนน่าที่มีขนาดและลักษณะต่างกัน

ประเภทของรูป / ขนาดของรูป	รูปขาวดำ	รูปสีเทา
$3^3 \times 3^3$	170 ไบต์	1834 ไบต์
$2^5 \times 2^5$	190 ไบต์	2102 ไบต์
$2^6 \times 2^6$	574 ไบต์	5174 ไบต์
$3^4 \times 3^4$	1034 ไบต์	7882 ไบต์

4.2 การเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล

ในการเข้ารหัสจะใช้วิธีตามอัลกอริธึมที่ได้เขียนไว้ในบทที่ 3 โดยแบ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการเข้ารหัสและถอดรหัสรูปภาพที่มีขนาด $2^m x 2^m$ และ $3^n x 3^n$, เมื่อ m,n =0, 1, 2,…

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบมีคุณสมบัติดังนี้

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	:	AMD Duron 700 MHz
หน่วยความจำหลัก (RAM)	:	128 MB SD-Ram
หน่วยความจำสำรอง (HARD DISK)	:	20 GB
ระบบปฏิบัติการ (OS)	:	Windows XP Professional
โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา	:	Visual Studio C#.NET
โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	:	Microsoft Excel Version XP

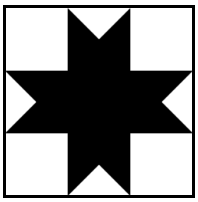
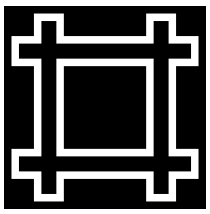
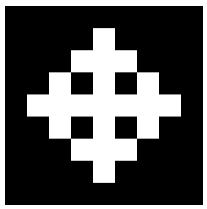
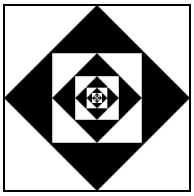
4.4 การทดสอบ

ในการทดสอบกับรูปภาพทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้แก่รูปภาพที่ประกอบด้วยรูปทรงทางเรขาคณิต และกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นรูปของเลนน่า ซึ่งจะแบ่งเป็นรูปที่มีลักษณะเป็นแค่สีขาวดำเท่านั้น กับรูปที่มีความเข้มแสงอยู่ระหว่างสีขาวกับสีดำ (สีขาวจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเป็นสีดำ) โดยรายละเอียดสำหรับผลการทดสอบ จะกล่าวถึงในลำดับต่อๆ ไป

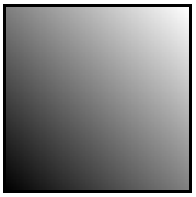
4.4.1 การบีบอัดข้อมูล

ในการบีบอัดข้อมูลจะเปรียบเทียบปริมาณของข้อมูลก่อนทำการบีบอัดและหลังทำการบีบอัดเพื่อหาปริมาณข้อมูลที่ลดลง ผลการทดสอบของกลุ่มที่ 1 จะเป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลข้อมูลของไฟล์ที่ทำการบีบอัดแล้ว

รูป	ขนาดของรูป	
	$3^5 \times 3^5$	$2^8 \times 2^8$
	Ribbon.WFA Compress Size 662 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 3.46 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 1.6093750 วินาที	Ribbon.WFA Compress Size 910 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 3.38 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 4.6093750 วินาที
	Sharp.WFA Compress Size 1.12 กิโลไบต์ ขนาดรูปภาพ 3.64 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส1.6875000 วินาที	Sharp.WFA Compress Size 1.29 กิโลไบต์ ขนาดรูปภาพ 3.87 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 16.4062500 วินาที
	Snow.WFA Compress Size 433 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 2.76 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 1.0625000 วินาที	Snow.WFA Compress Size 908 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 3.49 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 7.3125000 วินาที
	Triangle.WFA Compress Size 5.02 กิโลไบต์ Original ขนาดรูปภาพ 8.00 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 19.7656250 วินาที	Triangle.WFA Compress Size 4.00 กิโลไบต์ ขนาดรูปภาพ 8.00 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 1.5312500 วินาที

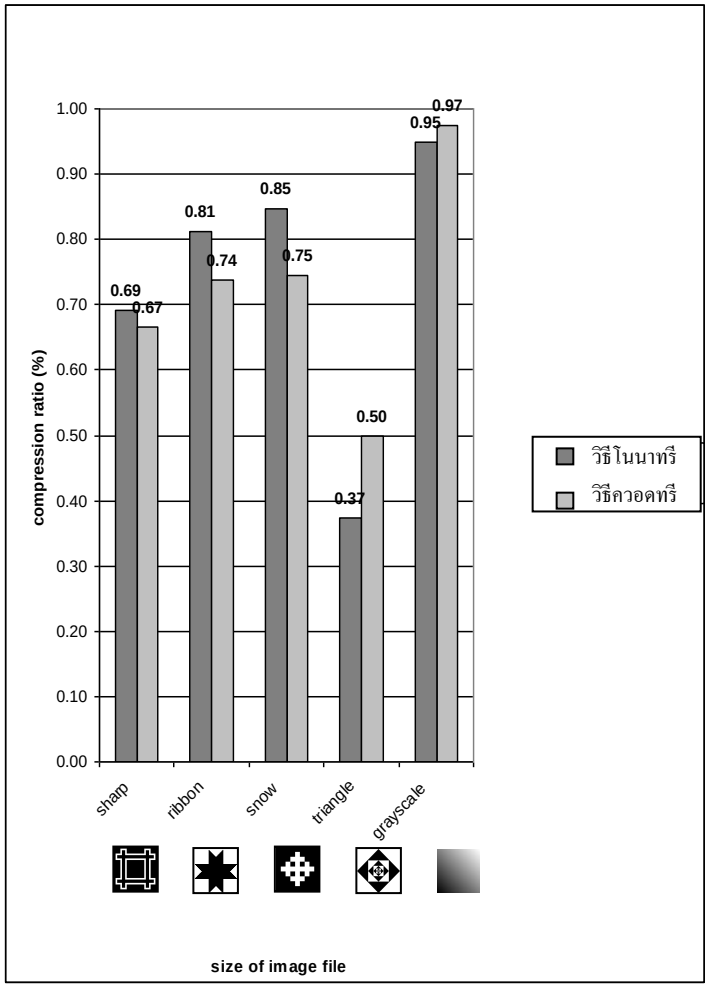
ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

	Grayscale.WFA Compress Size 444 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 8.4 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 0.8906250 วินาที	Grayscale.WFA Compress Size 139 ไบต์ ขนาดรูปภาพ 5.36 กิโลไบต์ เวลาในการถอดรหัส 0.6875000 วินาที

โดยเมื่อนำข้อมูลแต่ละรูปมาทำเป็นกราฟเปรียบเทียบกันแล้วจะได้ดังกราฟรูปที่ 4.3 เมื่อ แกนนอน คือ รูปภาพที่ทำการบีบอัด โดยแถบที่มีสีเข้มจะเป็นการบีบอัดแบบการแบ่งแบบโนนาทรี และแถบที่มีสีอ่อนกว่าเป็นการแบ่งแบบควอดทรี โดยเรียงจากขนาดของไฟล์เล็กไปยังไฟล์ใหญ่

แกนตั้ง คือ ปริมาณข้อมูลที่ลดลงหลังผ่านการบีบอัดข้อมูล

$$\text{ปริมาณข้อมูลที่ลดลง} = \frac{\text{ปริมาณข้อมูลต้นฉบับ} - \text{ปริมาณข้อมูลหลังทำการบีบอัด}}{\text{ปริมาณข้อมูลต้นฉบับ}} \qquad (4.1)$$



รูปที่4.3 กราฟแสดงอัตราการบีบอัด ของรูปต่างๆ จากกลุ่มที่ 1

ในส่วนของการทดลองในกลุ่มที่ 2 ซึ่งเป็นรูปของเลนน่า ผลการทดลองที่ได้จะพบว่าขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่ขึ้นตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของการบีบอัดรูปเลนน่า

ประเภทของรูป	รูปขาวดำ		
ขนาดของข้อมูล / ขนาดของรูป	ก่อนการบีบอัด	หลังการบีบอัด	อัตราการบีบอัด
$3^3 \times 3^3$	170 ไบต์	5007 ไบต์	-283453
$2^5 \times 2^5$	190 ไบต์	22640ไบต์	-118.158
$2^6 \times 2^6$	574 ไบต์	26553 ไบต์	-23.889
$3^4 \times 3^4$	1034 ไบต์	27323 ไบต์	-25.425

ก. ผลการบีบอัดรูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำ

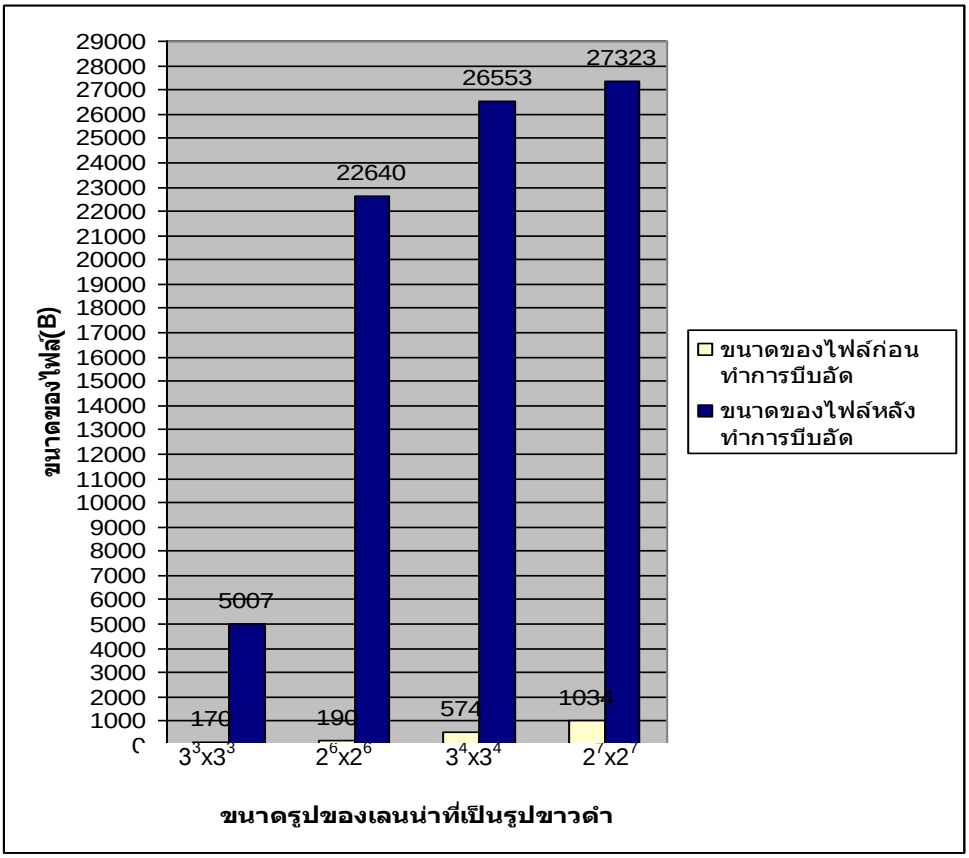
ประเภทของรูป	รูปสีเทา		
ขนาดของข้อมูล / ขนาดของรูป	ก่อนการบีบอัด	หลังการบีบอัด	อัตราการบีบอัด
$3^3 \times 3^3$	1834 ไบต์	11002 ไบต์	-4.999
$2^5 \times 2^5$	2102 ไบต์	18691 ไบต์	-7.892
$2^6 \times 2^6$	5174 ไบต์	26553 ไบต์	-4.132
$3^4 \times 3^4$	7882 ไบต์	124674 ไบต์	-14.818

ข. ผลการบีบอัดรูปเลนน่าที่เป็นรูปสีเทา

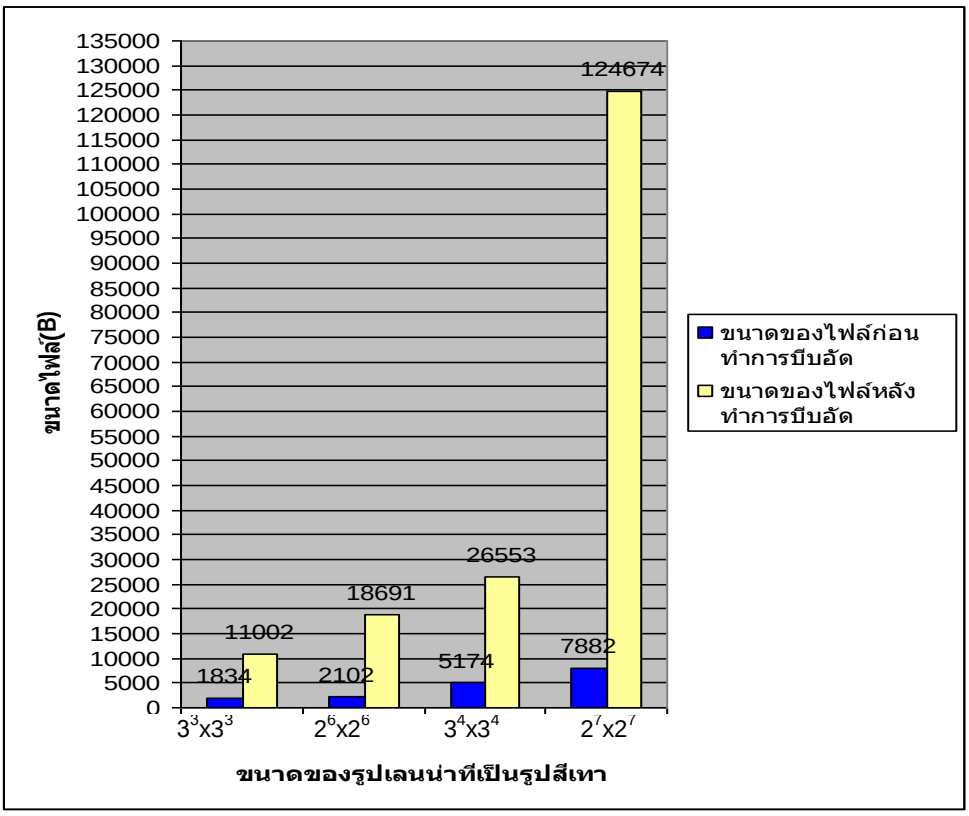
โดยจะสังเกตเห็นว่าขนาดของไฟล์ที่ทำการบีบอัดเพิ่มมากขึ้น และอัตราการบีบอัดที่คำนวณได้มีค่าติดลบ ทำให้ไม่สามารถแสดงเป็นกราฟอัตราการบีบอัดออกมาได้ ดังนั้นจึงแสดงได้เพียงกราฟเปรียบเทียบขนาดของไฟล์รูปภาพต้นฉบับและไฟล์บีบอัด ดังกราฟรูปที่ 4.4 สำหรับรูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำ และ กราฟรูปที่ 4.5 สำหรับรูปเลนน่าที่เป็นรูปสีเทา

เมื่อ แกนนอน คือ ขนาดของรูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำที่ทำการบีบอัด

แกนตั้ง คือ ปริมาณข้อมูล หรือ ขนาดของไฟล์



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงขนาดของอัตราขนาดของไฟล์ที่เพิ่มมากขึ้นของรูปเลนน่าขาวดำ



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงขนาดของไฟล์ที่เพิ่มมากขึ้นของรูปเลนน่าที่เป็นรูปสีเทา

4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงขนาดของไฟล์ที่ลดลงของรูปภาพในกลุ่มที่ 1 ซึ่งแต่ละรูปจะประกอบด้วยรูปทรงทางเรขาคณิต โดยจะสังเกตเห็นว่า ในรูปเดียวกัน ที่ทำการบีบอัดด้วยออโตมาต้าแบบถ่วงน้ำหนัก ด้วยวิธีการแบ่งแบบโนนาทรี และแบบควอดทรี จะมีอัตราการบีบอัดที่ไม่เท่ากัน ซึ่งการที่จะสามารถบีบอัดรูปได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการแบ่งรูปภาพ ว่าจำนวนรูปย่อยที่ทำการแบ่งนั้นมีความเหมือนกับรูปย่อยอื่นๆ มากน้อยเพียงไร ดังนั้น ถ้าทำการแบ่งรูปแล้วปรากฏว่า จำนวนรูปย่อยที่ได้มานั้นมีลักษณะเหมือนกันเป็นจำนวนมาก จะทำให้รูปต้นฉบับที่ถูกทำการแบ่งนั้นมีอัตราการบีบอัดของรูปที่สูง แต่ถ้าจำนวนรูปย่อยที่แบ่งนั้น มีลักษณะที่เหมือนกันน้อย จะทำให้อัตราการบีบอัดนั้นน้อยลงไปด้วย

ดังนั้น จากกราฟในรูปที่ 4.3 จะสังเกตเห็นได้ว่า ในรูปของ sharp , ribbon และ snow นั้น เมื่อทำการแบ่งด้วยวิธีโนนาทรีจะได้จำนวนรูปย่อยที่มีลักษณะที่เหมือนกันมากกว่าการแบ่งแบบควอดทรี ในทางกลับกันรูปของ triangle และ grayscale เมื่อทำการแบ่งทั้งสองแบบแล้วจะพบว่าเหมาะสำหรับการแบ่งแบบควอดทรีมากกว่า

สำหรับรูปภาพของเลนน่าจะพบว่ามีขนาดที่เพิ่มมากขึ้นหลังที่ทำการบีบอัด ดังกราฟในรูปที่ 4.4 และ 4.5 เพราะว่า ในงานวิจัยนี้จะเป็นการบีบอัดแบบไม่สูญเสียข้อมูล (Lossless compression) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว โอกาสที่รูปย่อยแต่ละรูปจะมีความเหมือนกันนั้นน้อยมาก หรือไม่ก็จะมีความเหมือนในลักษณะอื่นๆ ที่จะต้องพิจารณาเพิ่ม เช่น อาจจะมีขนาดของรูปที่ต่างกัน หรือ ต้องทำการหมุน (Rotate) การพลิกภาพ (Flip) อื่นๆ ทำให้รูปย่อยของเลนน่าแต่ละรูปเมื่อคำนวณหาค่าความสัมพันธ์กันออกมาแล้วจะไม่สามารถหาค่าความสัมพันธ์ได้ทำให้ต้องสร้างโหนดใหม่ทุกๆ ครั้ง ที่มีการคำนวณ หรือการแบ่งรูป จึงทำให้เมื่อจัดเก็บเป็นไฟล์บีบอัดรูปเลนน่านั้นนอกจากจะต้องเก็บค่าความเข้มแสงของแต่ละรูปย่อย ซึ่งถูกแบ่งจนเกือบเท่ากับ 1 พิกเซลแล้ว ยังต้องรวมกับโหนดที่อยู่ในระดับต้นๆ ของกราฟควอดทรี และค่าฉลากของแต่ละเส้นทางเดินของออโตมาต้าแบบถ่วงน้ำหนักอีกด้วย

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงขนาดของไฟล์ที่เพิ่มมากขึ้นของรูปเลนน่าที่เป็นรูปขาวดำ ในกรณีที่เป็นรูปเล็กๆ เช่น 3^3x3^3 ที่มีอัตราการบีบอัดไฟล์เพิ่มมากขึ้นน้อยที่สุดก็เนื่องจากมีจำนวนพิกเซลที่น้อย ในขณะที่อีก 3 รูปที่เหลือ ถ้ารูปมีขนาดใหญ่ขึ้นบริเวณรูปย่อยที่มีแค่สีขาวหรือสีดำเพียงอย่างเดียวก็จะมีโอกาสมากขึ้น จึงทำให้อัตราการบีบอัดขนาดของไฟล์ที่ทำการบีบอัดมีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ดังตารางที่ 4.4 ก. และสำหรับรูปที่ 4.5 กราฟแสดงขนาดของขนาดของไฟล์ที่เพิ่มมากขึ้นของรูปเลนน่าที่เป็นรูปสีเทา ก็จะเป็นเช่นเดียวกับรูปขาวดำ คือเมื่อรูปมีขนาดใหญ่ขึ้นโอกาสที่รูปที่ทำการแบ่งจะมีลักษณะเหมือนกันก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่ง

สำหรับรูปภาพอื่นๆ ที่มีขนาดเป็น 3^nx3^n, n = 0, 1, 2, ... ที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพกลุ่มที่ 2 คือเป็นภาพถ่ายคน หรือธรรมชาติต่างๆ ในกรณีที่ใช้การคำนวณแบบงานวิจัยนี้ก็จะได้ไฟล์ที่มี

ขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่จะเพิ่มมากน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของของภาพว่าจะมีรายละเอียดมากแค่ไหน ถ้ามีความซับซ้อนมาก โอกาสที่รูปย่อยที่ทำการแบ่งแล้วจะมีความสัมพันธ์กับรูปอื่นก็จะน้อย แต่ถ้ามีความซับซ้อนน้อย โอกาสที่รูปย่อยจะมีความสัมพันธ์กับรูปอื่นก็จะมีมาก

สรุปว่า การบีบอัดแบบออโตมาต้าถ่วงน้ำหนักในงานวิจัยนี้ จะเป็นการบีบอัดแบบไม่สูญเสียข้อมูล จึงทำให้เหมาะสำหรับการบีบอัดรูปภาพที่ประกอบไปด้วยรูปทางเรขาคณิต เนื่องจากเมื่อแบ่งรูปแล้ว จะได้รูปที่มีลักษณะเหมือนกันมาก แต่ถ้านำไปใช้ใน การบีบอัดรูปภาพธรรมชาติจะได้ขนาดของไฟล์บีบอัดเพิ่มมากขึ้น เพราะเมื่อทำการแบ่งเป็นรูปย่อยแล้ว จำนวนรูปย่อยที่จะมีลักษณะเหมือนกันนั้นน้อยมาก