สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัย

การประยุกต์การแปลงเวฟเล็ตส์ในการบีบอัดภาพสี

An Application of Wavelet Transforms in Color Image Compression

โดย

กิติพล ชิตสกุล

มนัส สังวรศิลป์

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
ΘA
A03.3
ก167ร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45291
วัน, เดือน, ป. 22 ส.ค. 2546

b 11203109
i.....

โครงการวิจัยรับการสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยประจำปีงบประมาณ 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b11203109

การประยุกต์การแปลงเวฟเล็ตส์ในการบีบอัดภาพสี

An Application of Wavelet Transforms in Color Image Compression

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึง การนำการแปลงเวฟเล็ตส์มาลดขนาดข้อมูลภาพสี จากหลักการที่ว่าการแปลงเวฟเล็ตส์ จะทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของภาพในส่วนที่ไม่สำคัญในการรับรู้ของมนุษย์ จึงทำให้เหมาะกับการนำมาใช้ในการลดข้อมูลภาพที่ยังคงต้องการคงรายละเอียดของภาพในขณะที่สามารถลดขนาดลงได้มากที่สุด เนื่องจากภาพสีหนึ่งภาพเกิดจากการรวมภาพแม่สีสามสี ทำให้มีข้อมูลจำนวนสามเท่าของภาพขาวดำขนาดเดียวกัน การใช้การแปลงเวฟเล็ตส์เพื่อลดขนาดข้อมูลภาพสามารถใช้ได้กับภาพแม่สีทั้งสามได้โดยตรงเพื่อลดข้อมูลภาพ แต่วิธีการนี้ยังคงมีข้อมูลจำนวนมาก ในงานวิจัยนี้ได้นำหลักการของ ระบบโทรทัศน์มาใช้ลดข้อมูลภาพก่อน กล่าวคือ สัญญาณภาพแม่สี R G และB จะถูกแปลงทางคณิตศาสตร์ให้เป็น ภาพความเข้มของความสว่าง(Y) และภาพสีสองสัญญาณ(C_RและC_B)ก่อน ต่อมาภาพสีจะถูกลดขนาดลงครึ่งหนึ่งทำให้สามารถลดขนาดข้อมูลภาพได้ 33% จากนั้นจะนำเอาการแปลงเวฟเล็ตส์มาใช้กับภาพที่ได้ จากการทดลองใช้กับภาพสีขนาดความละเอียด 256x256:24 bits/pixel สามารถลดข้อมูลลงได้ถึงระดับ 2.19 bits/pixel ที่ความคลาดเคลื่อน 29.05 dB เมื่อคืนภาพกลับมา นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบผลกับการแปลงโคซายน์เต็มหน่วย อย่างไรก็ดีในงานวิจัยนี้เน้นศึกษาเฉพาะผลของการแปลงต่อการลดข้อมูลภาพจึงจะไม่กล่าวถึงการเข้ารหัส ข้อมูลที่ได้

Abstract

The main aim of this study is to apply the Wavelet transforms in color image compression. Based on a characteristic that the Wavelet transforms provide only the loss in fidelity of an image in some parts, no significance in the human perception. Although we could directly use the wavelet transforms with the color image of which compose three color images R, G and B., the resulting image still have large representing data bits. By mathematical operation, technique used in color television system, the R, G and B image are transform into one luminous image, Y and two Chrominance image, C_R and C_B . The C_R and C_B image then down sampled to obtain half size image. By this technique, the data bits were reduced off 33%. A Wavelet transform then applied to the images. In the study, the testing color images with 256x256; 24 bits pixels were used to verify the proposed algorithm. The compressed image with 2.19 bits/pixel have been obtained with 29.05 dB of peak signal to noise ratio in decompressed image. The

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

discrete cosine transformation was also comparably studied. However the study is emphasized only in the data reduction by transformation so any coding technique were not concerned.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้รับการพิจราณาสนับสนุนงบประมาณจากบัณฑิตวิทยาลัยและสภาวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงานทั้งสองมา ณ.ที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 โครงสร้างของรายงาน 2

การบีบอัดข้อมูลภาพโดยการแปลงเวฟเล็ต 2

2.1. การบีบอัดข้อมูลภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ตส์ 3

2.2. ทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ตส์แบบความละเอียดหลายระดับ [2] 4

2.3 การประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพ 7

2.4. การตัดเทรชโฮลด์และกระบวนการควอนไตซ์ 8

2.5. การเข้ารหัส 8

2.6. การวัดคุณภาพของภาพ 10

การบีบอัดภาพสี 12

การทดลองและผลการทดลอง 14

บทสรุป 18

เอกสารอ้างอิง 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีการนำข้อมูลในลักษณะภาพถ่ายดิจิตอล เข้ามาใช้ในส่ายงานต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะเมื่อต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล สำหรับการเรียกตรวจสอบหรืออ้างอิง หรือเป็นประวัติ เช่นภาพทางการแพทย์ ภาพถ่ายสำหรับงานสืบสวน สอบสวนด้านอาชญากรรม หรือภาพถ่ายบุคคลสำหรับงานทะเบียนต่าง ๆ ข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านี้แม้ว่าจะมีรูปแบบที่มีข้อดีเหนือกว่าภาพถ่ายบนกระดาษหรือฟิลม์ในแง่การเก็บหรือดูแลรักษา หรือสืบค้น หรือการส่งผ่านข้อมูล แต่เมื่อมีจำนวนมากขึ้น ก็จะเกิดปัญหาเดิมกับภาพถ่ายแบบเดิม กล่าวคือต้องการทรัพยากรของระบบเก็บข้อมูลได้แก่หน่วยความจำของระบบคอมพิวเตอร์จำนวนมาก การสืบค้นต้องใช้เวลายาวนานขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อภาพมีความระเอียดสูง ภาพสี หรือภาพที่มีขนาดใหญ่

การแก้ปัญหาวิธีหนึ่งคือ ทำอย่างไรที่จะบีบอัดข้อมูลข้อมูลเหล่านี้ให้มีขนาดกระทัดรัด เพื่อประหยัดทรัพยากรในการจัดเก็บ สดวกรวดเร็วในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยยังคงความสมบูรณ์ของข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นต้องรักษาเอาไว้อย่างครบถ้วน มีการวิจัยค้นคว้าหาวิธีการบีบอัดข้อมูลภาพมาอย่างต่อเนื่องจนเกิดวิธีการหลากหลาย ทั้งในกลุ่มที่มีไม่มีการสูญเสีย และไม่มีการสูญเสีย หรือแบบไฮบริดที่รวมเอาสองเทคนิคข้างต้นเข้าด้วยกัน เช่นระบบ JPEG ใช้การแปลงโคซายน์เต็มหน่วยเป็นหลัก [1]เป็นมาตราฐานในการบีบอัดข้อมูลในระบบมัลติมีเดียในปัจจุบัน มีงานวิจัยในการใช้การแปลงเวฟเล็ตในการบีบอัดข้อมูลภาพ [1][2][3] เนื่องจากใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าการแปลงโคซายน์เต็มหน่วย ไม่ว่าจะเป็นวิธีไดก็ดี จุดประสงค์ของการวิจัยในสาขานี้คือทำอย่างไรจะลดข้อมูลได้มาก ใช้เวลาน้อยและยังคงรักษาข้อมูลข่าวสารในภาพนั้น ๆ ไว้

ในงานวิจัยนี้เน้นการศึกษาถึงการนำการแปลงเวฟเล็ตมาใช้ในการบีบอัดภาพสี โดยใช้ร่วมกับการแปลงข้อมูลภาพที่ใช้ในระบบโทรทัศน์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาถึงการนำการแปลงเวฟเล็ตมาใช้ในการบีบอัดภาพสี สร้างซอฟต์แวร์ต้นแบบในการวิจัยพัฒนาการเกี่ยวกับการบีบอัดภาพสีด้านต่าง ๆ ตลอดจนการประยุกต์การแปลงเวฟเล็ตนำไปใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับภาพสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาถึงการนำการแปลงเวฟเล็ตมาใช้ในการบีบอัดภาพสี โดยใช้ร่วมกับการแปลงข้อมูลภาพที่ใช้ในระบบโทรทัศน์บนไมโครคอมพิวเตอร์

2.เปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดขนาดข้อมูลคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจระหว่างวิธีการแปลงเวฟเล็ตแพ็คเกตและวิธีการแปลโคซายน์เต็มหน่วย

1.4 โครงสร้างของรายงาน

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอผลการศึกษาวิจัย โดยจะแบ่งรายละเอียดต่างๆออกเป็นบทตอนดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ

กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย และเนื้อหาของรายงาน

บทที่ 2 การบีบอัดข้อมูลภาพโดยการแปลงเวฟเล็ต

กล่าวถึงทฤษฎีหลักการของการลดข้อมูลข้อมูลภาพและการแปลงเวฟเล็ต

บทที่ 3 การบีบอัดภาพสี

กล่าวถึงเทคนิคการบีบข้มูลภาพสีที่ใช้ในงานวิจัยนี้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 5 บทสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การบีบอัดข้อมูลภาพโดยการแปลงเวฟเล็ต

การลดข้อมูลภาพโดยทั่วไป จะแบ่งเป็นสองประเภท คือ

1. การลดขนาดแบบที่มีไม่มีความสูญเสีย (คุณภาพ) (loss less compression) กล่าวคือ ภาพที่ได้จากการลดขนาดข้อมูลด้วยวิธีนี้จะเหมือนกับภาพต้นฉบับทุกประการ ตัวอย่างของเทคนิคการลดข้อมูลแบบนี้ได้แก่ การเข้ารหัสแบบฮัฟฟ์แมน (Huffman codding) หรือการเข้ารหัสแบบรันเลนจธ์ (Run-length coding [1] เป็นต้น
2. การลดข้อมูลแบบมีการสูญเสีย (Lossy compression) การลดข้อมูลแบบนี้ ภาพที่ผ่านขบวนการลดข้อมูล จะมีความผิดเพี้ยนจากภาพต้นฉบับบ้าง เทคนิคที่มีการวิจัยพัฒนาที่ผ่านมาได้แก่ Transform coding, Predictive coding หรือ Quantization เป็นต้น

การลดข้อมูลแบบแรกไม่มีผลกระทบกับคุณภาพของภาพ แต่ปริมาณการลดข้อมูลที่ได้ไม่สูงมากนักและขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพ เทคนิคแบบที่สองให้อัตราการลดข้อมูลสูงกว่า แต่ขบวนการที่ใช้การตัดข้อมูลบางส่วนของภาพไป ทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพของภาพไปจำนวนหนึ่งเช่นกัน ในงานประยุกต์ที่ต้องการทั้งปริมาณการลดข้อมูลและคุณภาพของภาพผลลัพท์ที่ได้ จึงมักใช้ทั้งสองขบวนการผสมผสานกัน

ในงานวิจัยนี้เช่นกันได้ใช้เทคนิคดังกล่าวโดยใช้การแปลงเวฟเล็ตส์ ในส่วนของ Transform coding ร่วมกับขบวนการ Quantization และการเข้ารหัสแบบ ฮัฟฟ์แมน เพื่อดูผลทั้งในแง่ของการลดข้อมูลและคุณภาพของการลดข้อมูล

2.1. การบีบอัดข้อมูลภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ตส์

จากหลักการรับรู้ภาพของมนุษย์ [4] อยู่บนพื้นฐานของเค้าโครงของวัตถุเป็นสำคัญ แต่ลักษณะซึ่งเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ลักษณะลวดลายพื้นผิว (textures) ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางของแสงและเงา จะมีความสำคัญในลำดับรองลงมา โดยหลักการนี้ขบวนการลดข้อมูลจะใช้การเลือกตัดข้อมูลที่ไม่มีความสำคัญและมีผลต่อคุณภาพของการมองเห็นออกไป

ตามหลักการ จะใช้การแตกสัญญาณหลายระดับ (Multi resolution Signal Decomposition) ในปริภูมิเวฟเล็ต สามารถแยกองค์ประกอบของภาพออกได้ จากนั้นเลือกตัดในส่วนที่เป็นลวดลายพื้นผิวออกไป โดยคงส่วนของขอบภาพไว้ ซึ่งหมายความว่าจะยอมให้เกิดการสูญเสียในส่วนของลวดลายพื้น

ผิวออกไป ขั้นตอนเหล่านี้อธิบายเป็นแผนภาพได้ง่ายกว่าดังรูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1. แสดงขั้นตอนขบวนการบีบอัดข้อมูลภาพที่ใช้โดยใช้การแปลงเวฟเล็ตส์

ผลของขบวนการบีบอัดข้อมูลภาพในรูปที่ 1. ผลที่ได้จะไม่อยู่ในรูปแบบที่แสดงเป็นภาพปกติได้ ซึ่งต้องการขบวนการขยายข้อมูล (decompression) ก่อนดังแสดงในรูปที่ ที่ 2.

รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนขบวนการขยายข้อมูลภาพ

2.2. ทฤษฎีการแปลงเวฟเล็ตส์แบบความละเอียดหลายระดับ [2]

2.2.1 <u>เวฟเล็ตส์</u>

เมื่อพิจารณาว่า สัญญาณเป็นเวคเตอร์ 2^j มิติในปริภูมิ V^j ซึ่งเกิดจากเวคเตอร์มูลฐาน (basis vectors) ในปริภูมิที่เกิดจากฟังก์ชันที่ถูกเรียกว่า Scaling function Φ_i^j โดย

$$\Phi_i^j(x) = \sqrt{2^j}\Phi(2^j x - i); i = 1,.....2^{j-1}$$

ลักษณะสมบัติที่สำคัญของ Scaling function ที่เลือกใช้คือให้กำเนิดเวคเตอร์มูลฐานที่เป็นเชิงตั้งฉากซึ่งกันและกันทั้งหมด ดังนั้นองค์ประกอบของสัญญาณในปริภูมิย่อย V^0 จะฝังอยู่ใน V^1 นั่นคือ :

$$V^0 \subset V^1 \subset V^2 \subset V^3 \subset \cdots\cdots \subset V^j$$

หรือ $V^j \subset V^{j+1}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นไปได้ว่าจะมีองค์ประกอบใน V^{j+1} ไม่อยู่ใน V^j โดยกำหนดว่า องค์ประกอบส่วนนี้อยู่ใน ปริภูมิ ย่อย W^j (เรียกส่วนเติมเต็มเชิงตั้งฉากของ V^j ใน V^{j+1}) และเรียกฟังก์ชันสำหรับเวคเตอร์มูลฐานใน W^j ว่า ฟังก์ชันเวฟเล็ต Ψ_i^j โดย;

$$\Psi_i^j(x) = \sqrt{2^j}\Psi(2^j x - i); i = 0,\ldots\ldots,2^{j-1}$$

ฟังก์ชันทั้งสองมีลักษณะสมบัติที่สำคัญคือ

1. ผลรวมของฟังก์ชันมูลฐาน Ψ_i^j ของ ปริภูมิย่อย W^j และ Φ_i^j ของ ปริภูมิย่อย V^j จะเป็นเวคเตอร์ทั้งหมดใน V^{j+1}

$$V^{j+1} = V^j \oplus W^j$$

2. Ψ_i^j และ Φ_i^jจะเป็นฟังก์ชันเชิงตั้งฉากซึ่งกันและกัน

2.2.2 <u>การกระจายสัญญาณในหลายระดับความละเอียด</u>

จากคุณสมบัติของ Scaling function และ ฟังก์ชันเวฟเล็ต ดังกล่าวข้างต้นและคุณสมบัติการเป็น ฟังก์ชันเชิงตั้งฉากปกติของ

$$\Phi^j(x) = \sqrt{2^j}\Phi(2^j x) \text{และ} \Psi^j(x) = \sqrt{2^j}\Psi(2^j x)$$

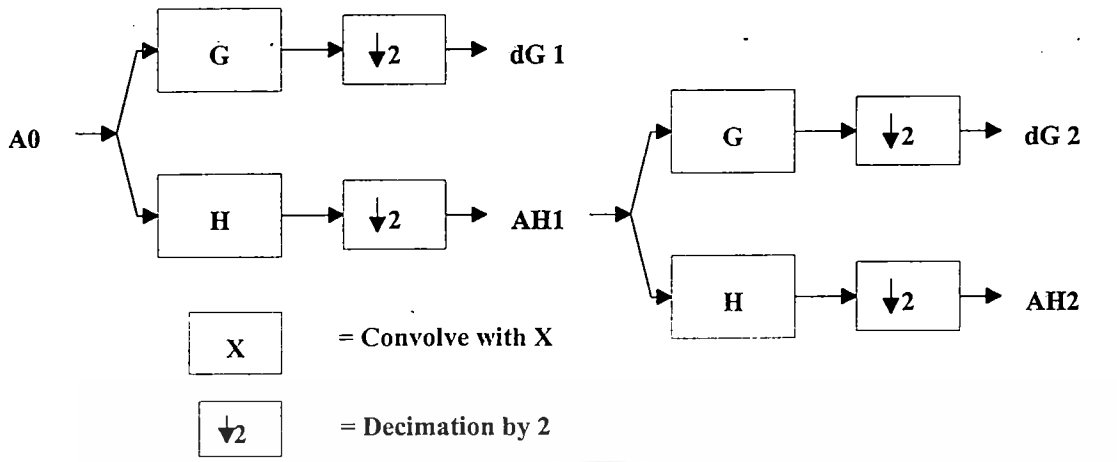
ทำให้สามารถใช้การแปลงเวฟเล็ตมาแยกองค์ประกอบของสัญญาณ เป็นส่วนที่มีความละเอียดลดลงเป็นลำดับ (Scaling) และสัมประสิทธิ์ของรายละเอียด (Detail coefficient) ซึ่งการนำหลักการดังกล่าวมาใช้สามารถทำได้โดยใช้หลักการของ Quadrature mirror filter(QMF) ดังกล่าวต่อไปนี้

ถ้ากำหนดว่า G = g(n) และ H = h(n), $n \in Z$ เป็นฟังก์ชันโอนย้ายของตัวกรองความถี่ต่ำ(LPF) และตัวกรองความถี่สูง (HPF) ตามลำดับ โดย h(n) และ g(n) กำเนิดจาก Φ ตามสมการ;

$$g(n) = (-1)^n h(1-n)$$

แล้ว การแตกองค์ประกอบสัญญาณ A_0 ในหนึ่งมิติเป็นไปตามแผนภาพในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การแตกสัญญาณ A_0 (ที่ความละเอียดเท่ากับหนึ่ง) ออกเป็นสัญญาณ A ที่ความละเอียดเป็นองค์ประกอบ½ AH1 โดยมีสัมประสิทธิ์ของรายละเอียด dG1 และแตกสัญญาณต่อเนื่องเป็น ¼ AH2 ซึ่งมี สัมประสิทธิ์ของรายละเอียด dG2

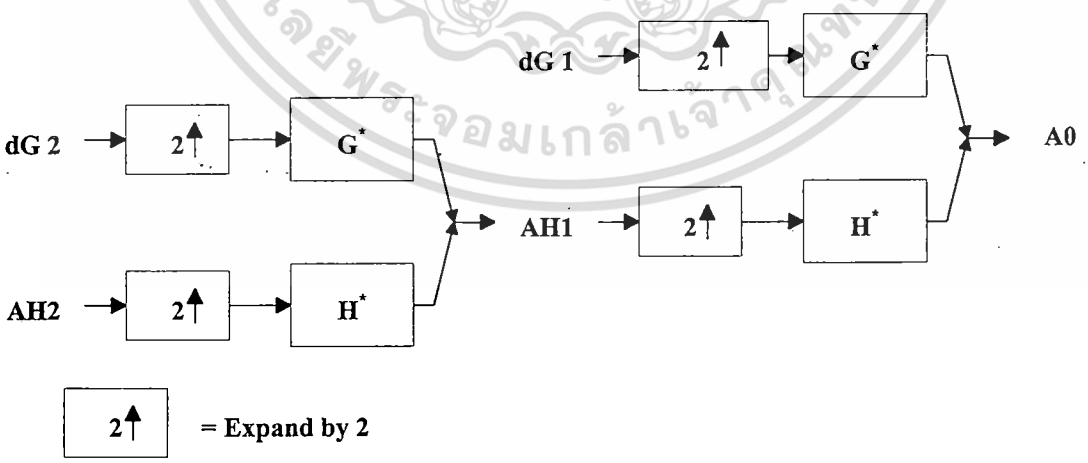
2.2.3. <u>การรวมกลับสัญญาณจากหลายระดับความละเอียด</u>

การรวมกลับของสัญญาณที่ถูกแตกกระจายเป็นองค์ประกอบและสัมประสิทธิ์ของรายละเอียด ในกระบวนการแตกสัญญาณในรูปที่ 3 สามารถนำมารวมกลับเป็นสัญญาณ A_0 โดยใช้ตัวกรองที่มีฟังก์ชันโอนย้ายเป็นสังยุกต์ของตัวกรองที่ใช้ในการแตกกระจาย h(n) และ g(n) นั่นคือ

$$h^*(n) = h(1-n)$$

$$g^*(n) = (1-n)$$

โดยการรวมองค์ประกอบสัญญาณเป็น A_0 ในหนึ่งมิติเป็นไปตามแผนภาพในรูปที่ 4



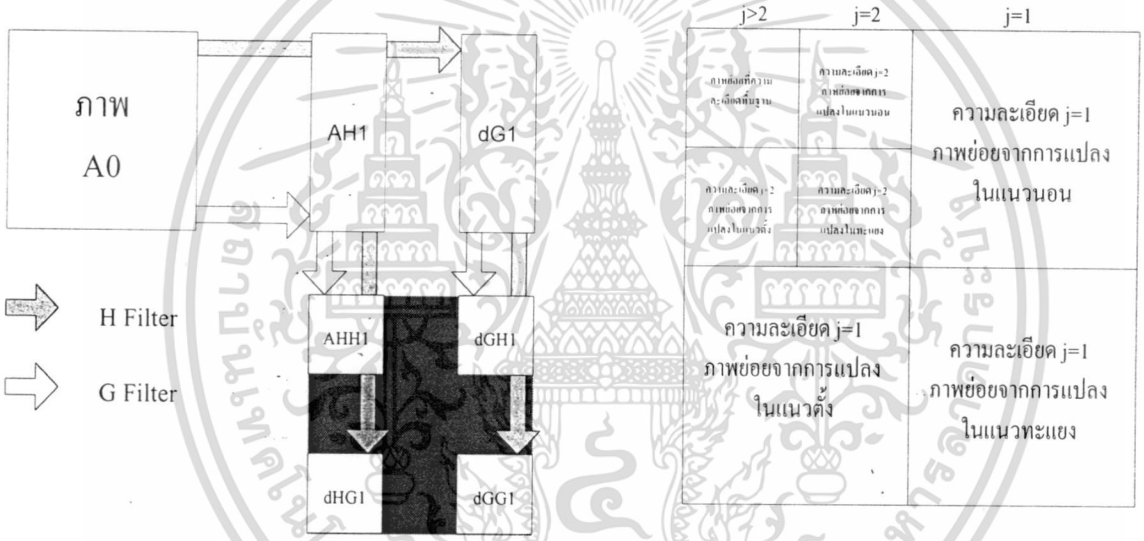
รูปที่ 2.4 การรวมสัญญาณจากองค์ประกอบที่ความละเอียด = ½ จากองค์ประกอบ ½ AH1 สัมประสิทธิ์ของรายละเอียด dG1 และองค์ประกอบ ¼ AH2สัมประสิทธิ์ของรายละเอียด dG2 กลับเป็นสัญญาณA_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การการ์แตกองค์ประกอบสัญญาณและรวมสัญญาณจากองค์ประกอบ ตามขบวนการข้างต้น เป็นขบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนกับสัญญาณ จึงถือว่าเป็นข้อดีประการหนึ่งของการแปลงเวฟเล็ต

2.3 การประยุกต์ใช้กับข้อมูลภาพ

จากที่กล่าวมาในหัวข้อที่ผ่านมาถึงการนำการแปลงเวฟเล็ตมาใช้ให้เกิดผลนั้น เป็นการอธิบายถึงในกรณีของข้อมูลหรือสัญญาณมิติเดียว ในกรณีนำมาใช้กับข้อมูลภาพซึ่งเป็นสัญญาณสองมิติ สามารถทำได้เช่นเดียวกับการแปลงในสองมิติทั่วไป โดยการแยกประมวลผลโดยตัวกรอง G และ H ตามแนวนอนและแนวตั้งของข้อมูลภาพ ซึ่งในกรณีนี้ในแต่ละขั้นของกระบวนการ จะได้องค์ประกอบออกเป็น 4 ชุดคือ AHH, dHG, dGH และ dGG ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 2.5 แสดงการแตกกระจายข้อมูลภาพออกเป็น 4 แบนด์ย่อย AHH1, dHG1, dGH1 และ dGG1 ในแต่ละแบนด์ ยังคงมีจำนวนจุดข้อมูลเป็นเท่ากับภาพต้นแบบ A_0

ทำนองเดียวกันกับในกรณีหนึ่งมิติ องค์ประกอบ AHH1 สามารถแตกกระจายออกเป็นองค์ประกอบในอีกระดับที่ความละเอียดต่ำกว่าคือ AHH2, dHG2, dGH2 และ dGG2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4. การตัดเทรชโฮลด์และกระบวนการควอนไตซ์

2.4.1 กระบวนการตัดเทรชโฮลด์ (Thresholding)

เป็นขั้นตอนต่อมาในกระบวนการบีบอัดข้อมูล ขั้นตอนนี้จะลดข้อมูลโดยเลือกปรับสัมประสิทธิ์ของรายละเอียด ซึ่งเป็นส่วนไม่สำคัญต่อการรับรู้ทางสายตามนุษย์ ให้มีค่าเป็นศูนย์หากมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (Threshold level) ซึ่งตามธรรมชาติของการแปลงเวฟเล็ตการตัดเทรชโฮลด์ จะทำให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าเป็นศูนย์ เหมาะกับการนำไปเข้ารหัสทางสถิติต่อไป

2.4.2 กระบวนการควอนไตซ์

เป็นขั้นตอนต่อมาในกระบวนการบีบอัดข้อมูล ขั้นตอนนี้จะลดข้อมูลสัมประสิทธิ์ของรายละเอียดที่ผ่านกระบวนการตัดเทรชโฮลด์แล้ว วิธีการหลักการควอนไตซ์ แบ่งได้เป็นสองแบบคือ uniform quaantization และ nonuniform quantization ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ uniform quantization โดยการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็นช่วง ๆ เท่ากัน แล้วใช้ค่ากลางของช่วงนั้นเป็นตัวแทนของระดับข้อมูล แผนภาพของการควอนไตซ์แสดงในรูปที่ 6

2.5. การเข้ารหัส

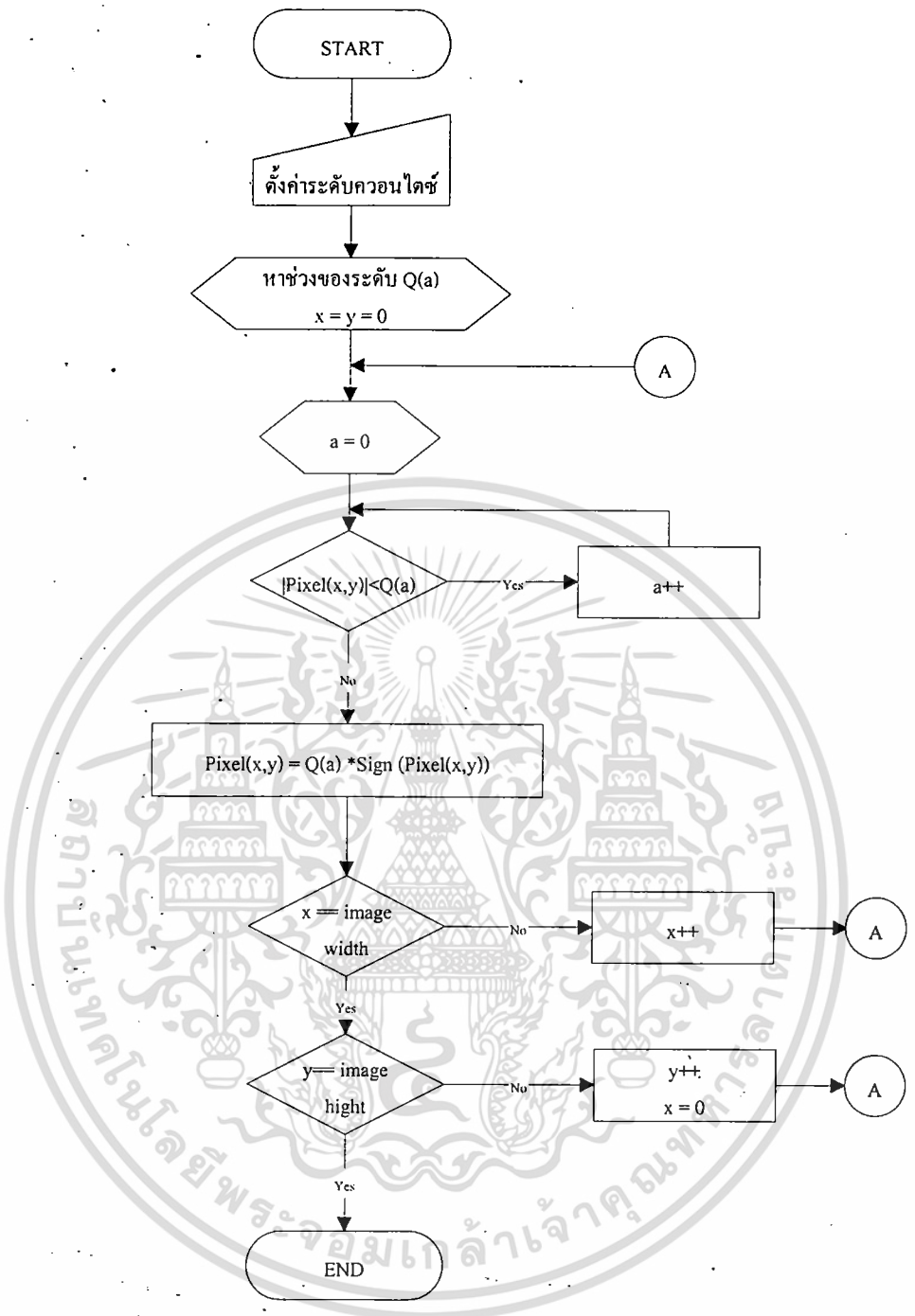
2.5.1 การเข้ารหัสแบบ ฮัฟฟ์แมน (Huffman coding)

มีหลักการคือในขั้นแรก จะเป็นกระบวนการที่เรียกว่า source reduction โดยการคำนวณค่าของความน่าจะเป็นในการที่จะพบ ค่าระดับความสว่างต่าง ๆ (P_r) ในข้อมูลภาพ แล้วนำค่าความน่าจะเป็นนี้ มาจัดเรียงมาจัดเรียงลำดับจากค่ามากไปหาน้อย จากนั้นก็รวมค่าความน่าจะเป็นของระดับความ

สว่างที่น้อยที่สุดสองลำดับเข้าด้วยกันเป็นค่าเดียว จากนั้นจะเรียงค่าความน่าจะเป็นนี้ใหม่ และกระทำซ้ำในลักษระเดียวกันเช่นนี้ต่อไปจนหมด

ขั้นที่สอง คือการกำหนดรหัสที่จะใช้แทนข้อมูลระดับความสว่างนี้ใหม่ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว ย้อนกลับไปยังข้อมูลเริ่มต้น โดยแรกเริ่ม จากระดับความสว่างที่ถูกจัดให้เหลือเพียงสองกลุ่ม จะถูกแทนด้วยรหัสเลขฐานสองคือ “1” และ “0” โดยจะให้ “0” แทนกลุ่มของข้อมูลที่ค่าความน่าจะเป็น 0.6 และ “1” แทนกลุ่มของข้อมูลที่ความน่าจะเป็น 0.4 หรือตรงกันข้ามสลับเป็น 0.4 และ 0.6 ก็ได้ และเพื่อแยกความแตกต่างของระดับความสว่างทั้งสองนี้ จะต่อรหัสที่กำหนดไว้ก่อนหน้าด้วย “1” หรือ “0” ทำกระบวนการนี้ย้อนกลับไปยังระดับความสว่างเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แผนภาพการควอนไตซ์ที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูล

วิธีการเข้ารหัสฮัฟฟ์แมน เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากในการสร้างรหัสแทนข้อมูลที่ต้องการ หลังจากที่จักเตรียมรหัสได้แล้ว กระบวนการเข้ารหัส หรือถอดรหัส สามารถทำได้ โดยการเปิดตารางเทียบข้อมูลข้อมูลที่ต้องการกับรหัสที่ได้

ข้อมูลที่ที่เข้ารหัสแบบฮัฟฟ์แมน จะมีลักษณะพิเศษคือในการถอดรหัสข้อมูลจะสามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลอ้างอิง รหัสในแต่ละตัวจะถูกแยกออกมาได้ไม่ซ้ำกันโดยการถอดรหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากซ้ายไปขวา การเข้ารหัสแบบฮัฟฟ์แมนเป็นวิธีการที่ไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น จึงไม่มีผลต่อคุณภาพของภาพ

2.5.2 การเข้ารหัสแบบ Run-length

หลักการของการเข้ารหัสแบบนี้สามารถลดข้อมูลภาพ โดยอาศัยคุณสมบัติของการซ้ำซ้อนของข้อมูลที่อยู่ติดกันเป็นจำนวนมาก[2] แทนที่จะต้องเก็บข้อมูลนี้ลงไปทั้งหมด วิธีการเข้ารหัสจะทำได้โดยการแทนกลุ่มของข้อมูลนี้ด้วยข้อมูลสองส่วนคือ รหัสของระดับและจำนวนที่มีการซ้ำติดต่อกัน ดังนั้นตามหลักการนี้ หากข้อมูลที่มีข้อมูลในลักษณะนี้จำนวนมาก การเข้ารหัสข้อมูลจะทำให้ลดจำนวนข้อมูลลงได้มาก

2.6. การวัดคุณภาพของภาพ

กระบวนการบีบอัดข้อมูลภาพ เพื่อให้สามารถลดจำนวนข้อมูลลงได้เป็นจำนวนมาก จึงใช้การผสมผสานระหว่างกระบวนการที่มีการสูญเสียและกระบวนการที่ไม่มีการสูญเสีย ซึ่งในแบบแรกจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของภาพ การตรวจสอบผลที่ได้สามารถกระทำได้โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ อย่างไรก็ดีมีวิธีการมาตรฐานในการตรวจสอบผล[3]ได้ดังนี้

ก. การตรวจสอบขนาดการบีบอัดข้อมูล ใช้การวัดเป็นจำนวนบิตต่อจุดภาพ (bit/pixel :bpp);

จำนวนบิตต่อจุดภาพ (bbp) = ขนาดของข้อมูลภาพ(bit) / จำนวน pixel

ถ้ากำหนดให้ n_1 และ n_2 เป็นจำนวนของข้อมูลที่ใช้ในการสื่อความหมายของภาพ ๆ หนึ่ง อัตการลดข้อมูล อาจจะคำนวณได้จาก

อัตราการลดข้อมูล (Data compression ratio: CR) = n_1 / n_2

ข. แสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลภาพต้นแบบ X กับภาพที่ผ่านกระบวนคืนกลับจากการบีบอัดแล้ว X ในเทอมของ Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) ในหน่วยเดซิเบล (dB)

$$PSNR = 10\text{Log}_{10}\left(\frac{256^2}{MSE}\right)[\text{dB}]$$

เมื่อ MSE คือ ค่า Mean Square Error คำนวณได้จาก

$$MSE = \frac{1}{M*N}\sum(x-\hat{x})^2$$

เมื่อ M*N คือจำนวนของจุดภาพโดยรวม

นอกจากนี้อาจจะวัดในรูปแบบของค่า Root Mean Square Error ระหว่างภาพต้นแบบกับภาพผลลัพท์ที่ได้ดังนี้ ถ้าให้ f(x,y) แทนข้อมูลภาพต้นแบบ และ f(x,y) เป็นฟังก์ชันแทนข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้หลังจากผ่านกระบวนการบีบอัดข้อมูลภาพในตำแหน่งของจุดภาพ (x,y) ใด ๆ ความคลาดเคลื่อนระหว่างข้อมูลภาพทั้งสองที่เกิดขึ้นแทนด้วย e(x,y) โดย

$$e(x,y) = \hat{f}(x,y) - f(x,y)$$

ความคลาดเคลื่อนรวมตลอดทั้งภาพเป็น:

$$\sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \left[\hat{f}(x,y) - f(x,y)\right]$$

เมื่อ M คือจำนวนแถวของภาพ และ N คือ จำนวนจุดภาพในแนวนอน ค่า Root Mean Square Error (e_{rms}) คือรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยของทั้งภาพโดย:

$$e_{rms} = \left[\frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \left[\hat{f}(x,y) - f(x,y)\right]^2 \right]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การบีบอัดภาพสี

โดยทั่วไปภาพประกอบด้วยจุดภาพเล็ก ๆ เป็นจำนวนมากเรียกว่า picture elements จุดภาพนี้หากเป็นจุดภาพดิจิตอลขาวดำ จะแทนด้วยรหัสดิจิตอลขนาด 4, 8, 16, หรือ 24 บิต ระดับความเข้มของภาพที่ไล่เรียงจากดำสุดไปขาวสุดหรือที่เรียกว่าระดับเทา จะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของรหัสของจุดภาพนี้ ตัวอย่างเช่น ภาพดิจิตอลขนาด 8 บิต ระดับเทาของภาพนั้น ๆ จะเป็น 256 ระดับ และถ้าขนาดของภาพเป็น 256x256 ภาพดิจิตอลนี้จะต้องใช้รหัสดิจิตอลจำนวน 256x256x256 = 16,777,216 บิต หรือ 65,536 ไบต์

ในกรณีภาพสี ภาพหนึ่งภาพ หรือ 1 จุดภาพ เกิดจากนำภาพแม่สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน 3 ภาพหรือ สามจุดภาพ มารวมกันทำให้เกิดภาพสีต่าง ๆ ตามน้ำหนักของสีแต่ละสี ซึ่งหมายถึงว่าภาพสีหนึ่งภาพจะใช้หน่วยความจำเพิ่มเป็นสามเท่าจากภาพขาวดำคือ 65,536x3 ไบต์

ในการประยุกต์การบีบอัดภาพสีอย่างง่ายและตรงไปตรงมามากที่สุดคือนำภาพแม่สีแต่ละสีมาบีบอัดตามวิธีที่กล่าวถึงในบทที่ 2 ดังนั้นในกรณีภาพสีแม้มีการบีบอัดในลักษณะดังกล่าวแล้วก็ตาม จะยังคงมีขนาดจำนวนบิตสูงอยู่นั่นเอง ในงานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคซึ่งใช้ในระบบโทรทัศน์สีร่วมกับการบีบอัดภาพขาว ซึ่งสามารถลดจำนวนข้อมูลภาพลงได้มากกว่า

ในระบบโทรทัศน์ภาพในแต่ละเฟรม เกิดจากนำสัญญาณภาพ สีแดง (R) สีเขียว (G) และสีนำเงิน (B) มารวมกันทางคณิตศาสตร์ ได้เป็นสัญญาณความเข้มของความสว่าง(luminous:Y) โดย

$$Y = 0.30R + 0.54G + 0.11B$$

และสัญญาณสี Chrominance C_R และ C_B โดย

$$C_R = 0.713\ (R-Y)$$

$$C_B = 0.564\ (R-Y)$$

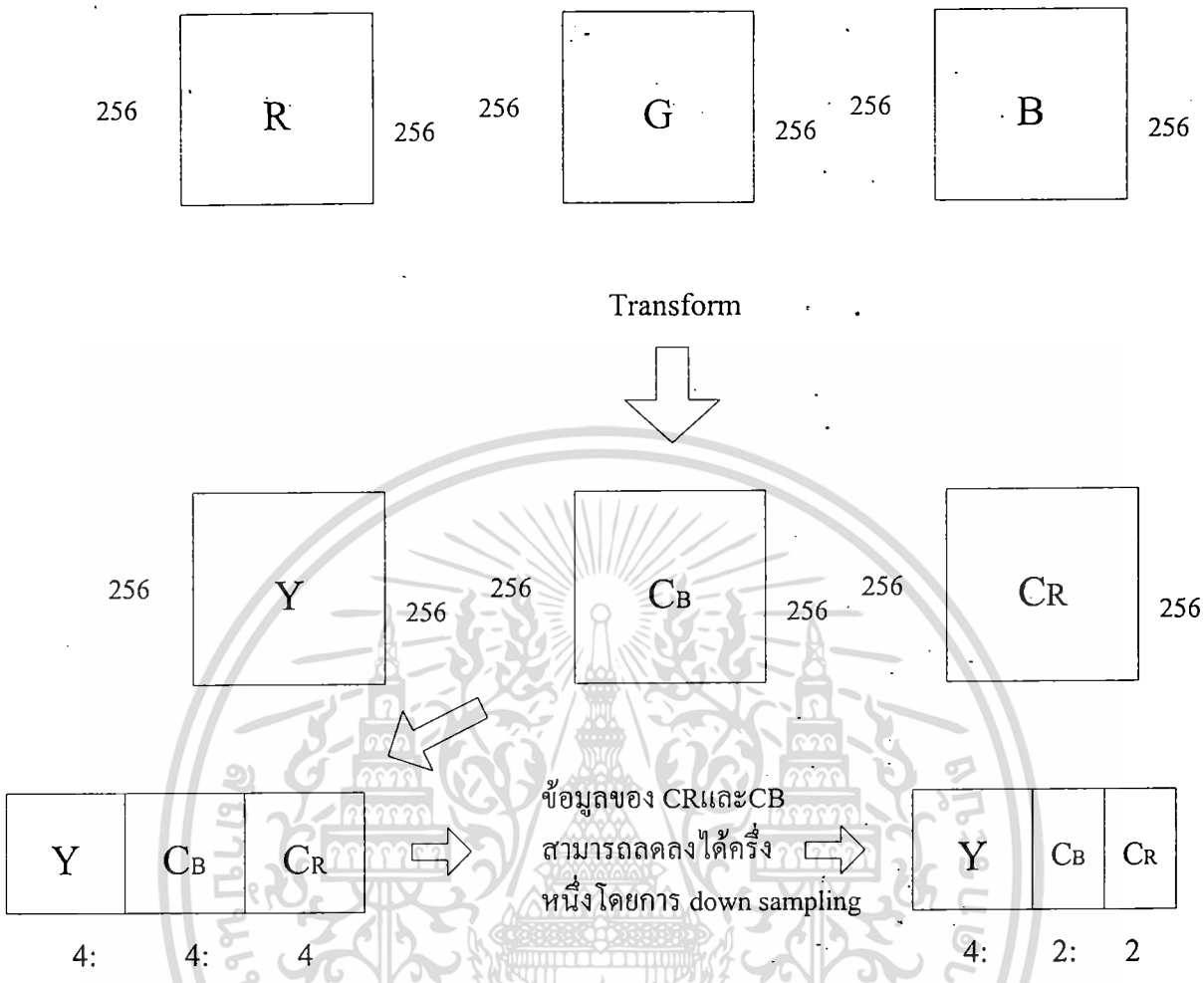
หากแทนค่า Y จะได้

$$C_R = 0.5\ R-0.42G-0.8B$$

$$C_B = -0.17R-0.33G+0.5B$$

การแทนสัญญาณภาพ RGB ด้วย Y C_RC_B นั้นข้อดีคือ สามารถลดขนาดของ C_R และ C_B ลงได้ครึ่งหนึ่งโดยการ down sampling ซึ่งจะไม่มีผลต่อภาพเมื่อคืนกลับเป็นสัญญาณ RGB จากความจริงที่ว่าธรรมชาติของตามนุษย์จะไวต่อความสว่างมากกว่าสี กระบวนการดังบรรยายมาแสดงได้ด้วย ไดอะแกรมในรูปที่ 4.1 ตามขั้นตอนดังกล่าวสามารถลดข้อมูลภาพได้ถึง 33 % จากนี้จะนำเอาการลดข้อมูลภาพที่กล่าวในบทที่2 มาใช้กับข้อมูลภาพ Y C_RC_B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กระบวนการลดข้อมูลภาพก่อนที่สามารถลดข้มูลภาพได้ 33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

จากหลักการที่กล่าวมาข้างต้น ได้นำมา implement บนไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB® 4.2C และ ภาษา C

4.1 การทดลอง

ในการทดลองได้ใช้ข้อมูลภาพสีทดสอบMand25 ขนาด 256x256 จุดภาพ ได้ทดลองเปรียบเทียบการบีบอัดข้อมูลโดยใช้การแปลงโคซายน์เต็มหน่วย(Discrete Cosine Transform :DCT)และการแปลงเวฟเล็ต การแปลงเวฟเล็ตใช้เวฟเล็ตแบบ Daubechies ที่มี h(0) =0.482962913145, h(1) = 0.836516303738, h(2) = 0.224143868042, h(3) = -0.29409522551 การแตกกระจายข้อมูลทำจนถึงที่ความละเอียด 1/256 ระดับ ทำให้ภาพขนาด256x256 จุดภาพจะเหลือเพียงจุดภาพเดียว การตัดเทรชโฮลด์ จะทดลองตัดที่ระดับต่าง ๆ แล้ววัดค่า PSNR

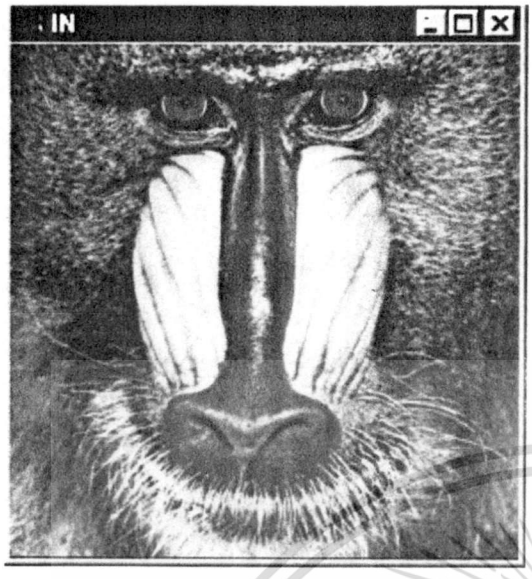
4.2 ผลการทดลอง

ตารางที่4.1 แสดงผลการตัดเทรชโฮลด์ที่ระดับต่างหลังการแปลงเวฟเล็ต

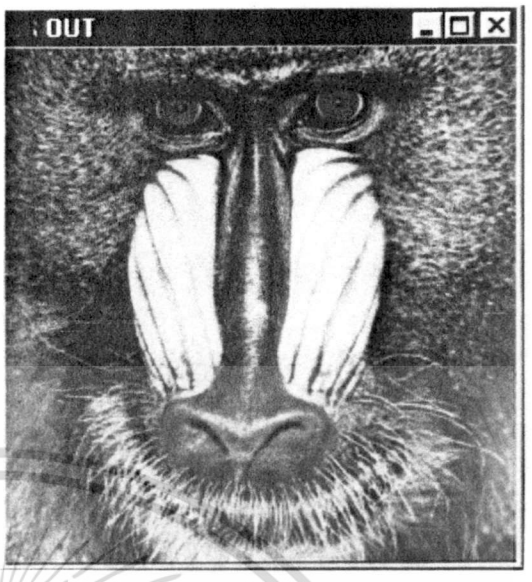
การตัดเทรชโฮลด์ [%]	จำนวนข้อมูลหลังการเข้ารหัส	ผลการบีบอัด Bits/Pixel	PSNR
0.0	18,692	2.28	29.24
0.1	18,490	2.26	29.21
0.2	18,188	2.22	29.13
0.3	17,920	2.19	29.05
0.4	17,694	2.16	28.97
0.5	17,485	2.13	28.89
1.0	16,684	2.04	28.50
1.5	16,059	1.96	28.10
2.0	15,403	1.88	27.66
2.5	14,843	1.81	27.27
3.0	14,271	1.72	26.85
5.0	12,546	1.53	25.67
10.0	9,863	1.20	23.84
50.0	6,226	0.76	21.44
100.0	5,600	0.68	20.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

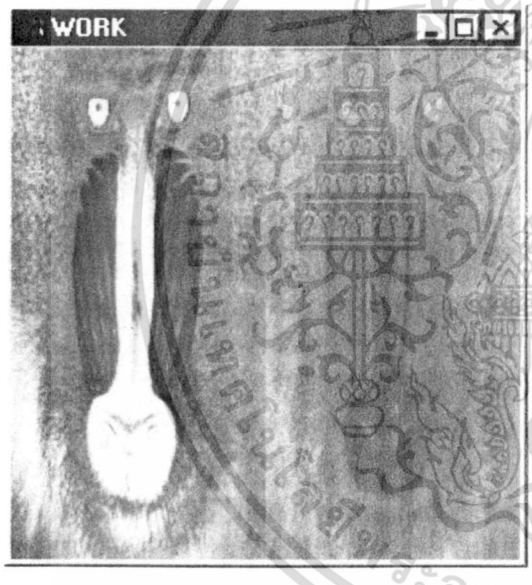
ภาพ Mondel ต้นแบบ



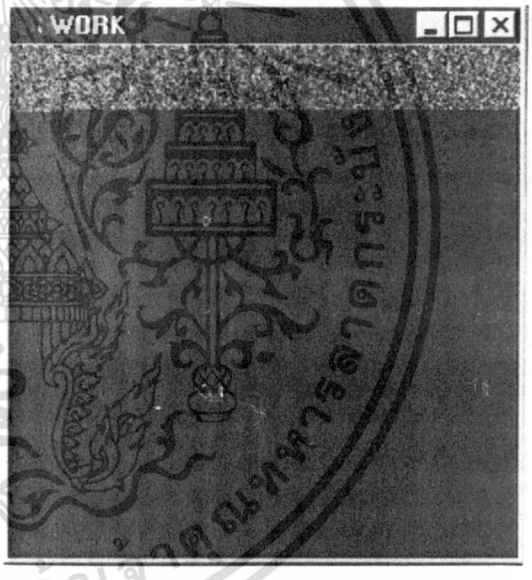
ภาพ Mondel Y



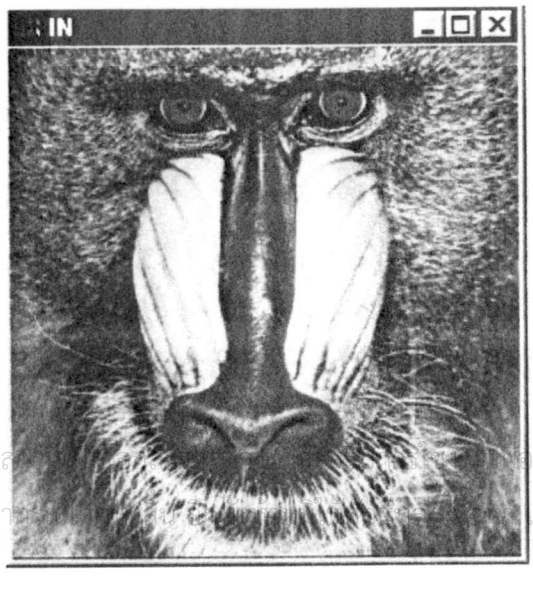
ภาพ Mondel C_R และ C_B



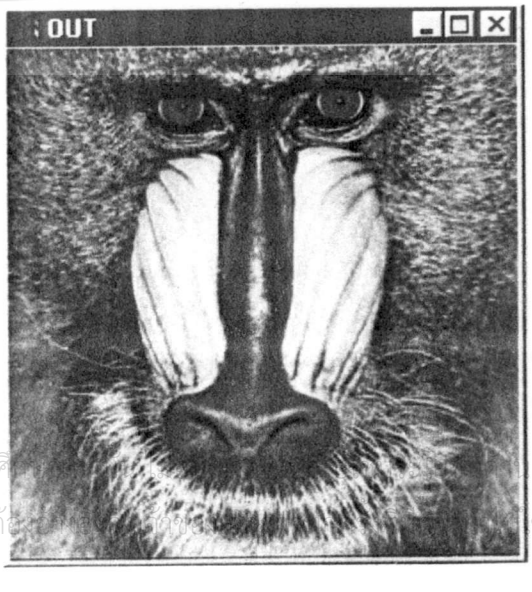
ภาพ Mondel Y ผ่าน DCT



ภาพ Mondel ต้นแบบ

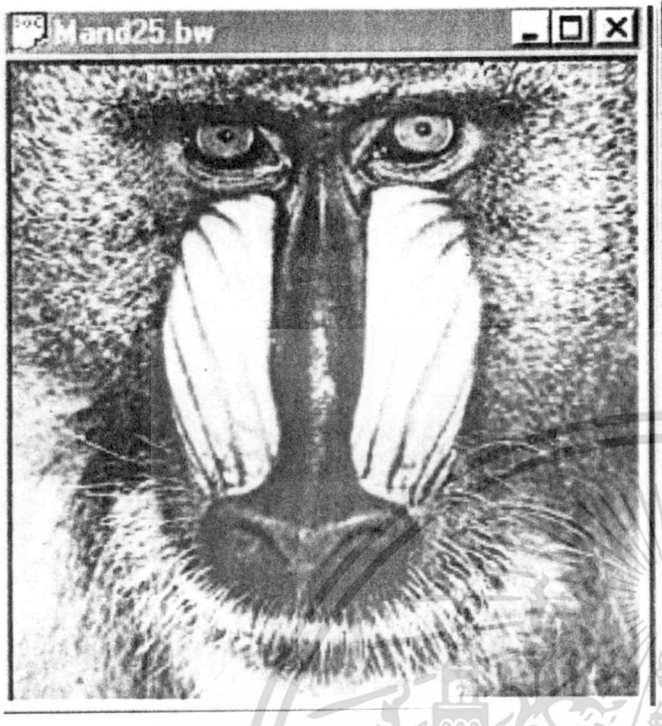


ภาพ Mondel เมื่อแปลงกลับ

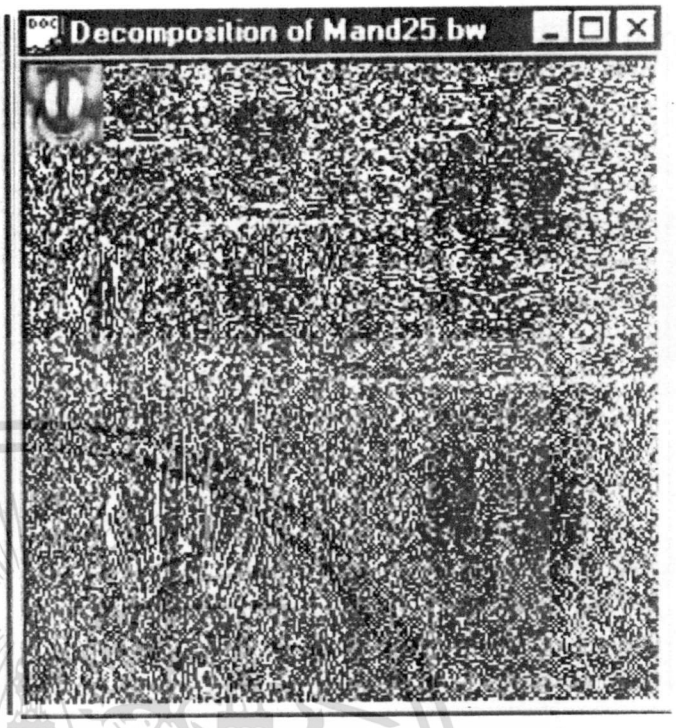


เอกส
ไม่ว่า

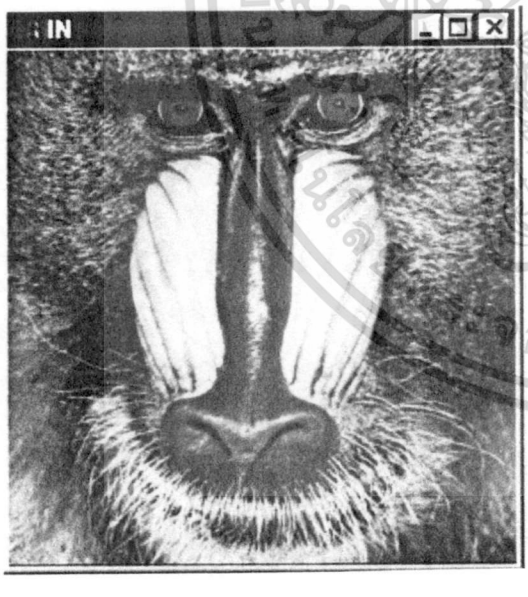
ภาพ Mondel Y ต้นแบบ



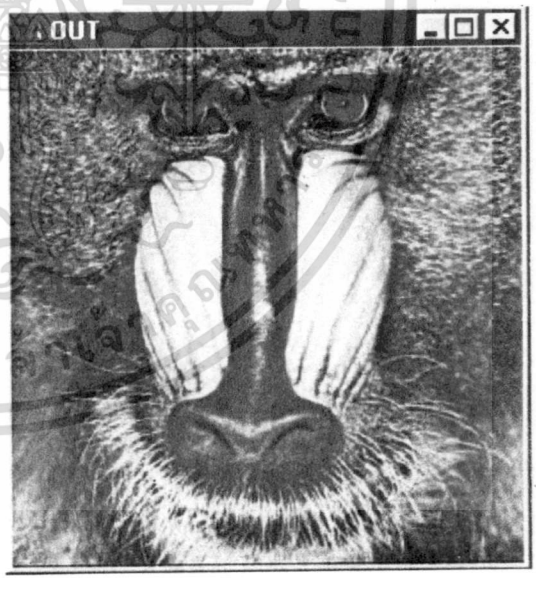
ภาพ Mondel Y ที่ถูกแปลงด้วย WT



ภาพ Mondel ต้นแบบ

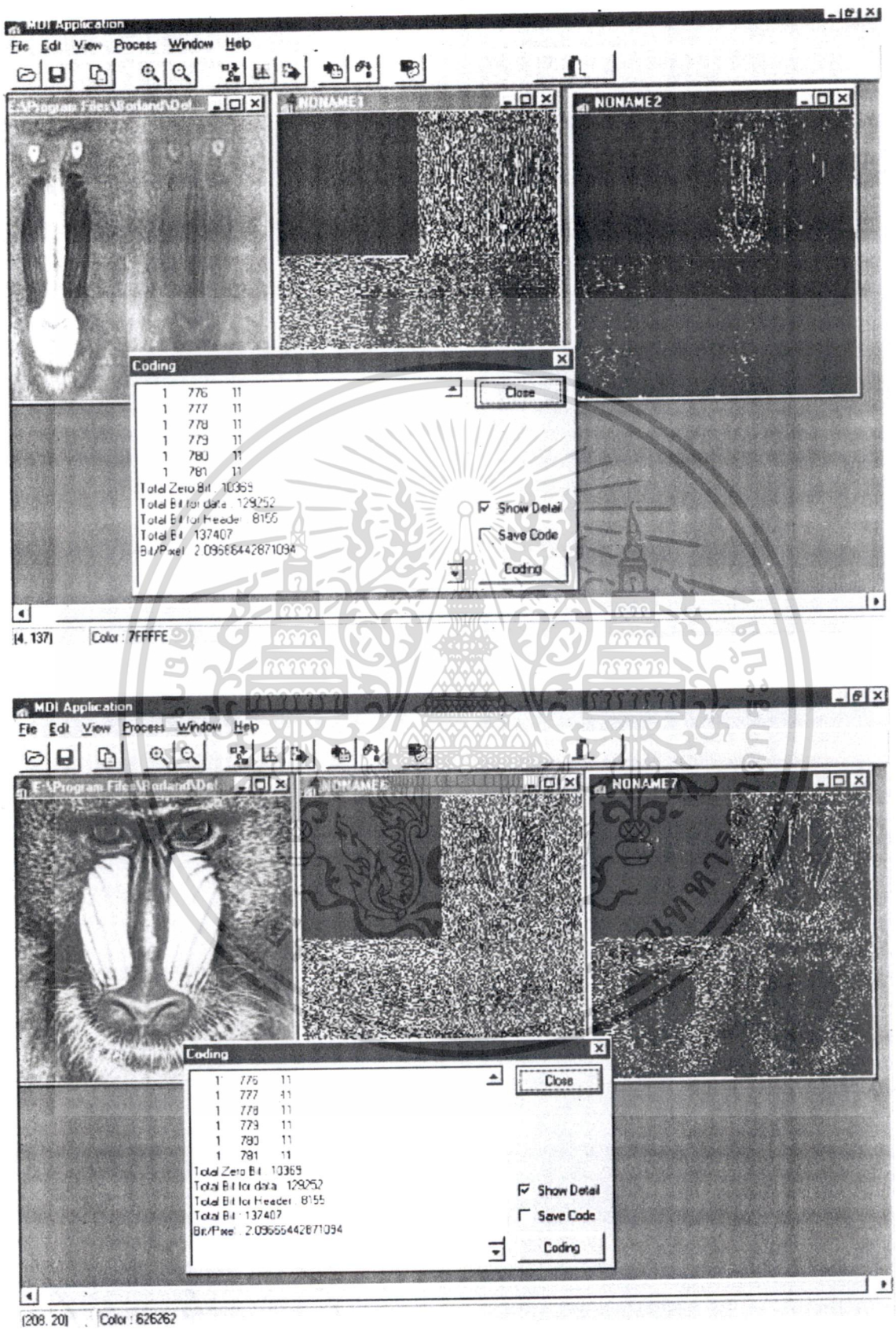


ภาพ Mondel เมื่อแปลงกลับ IWT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



แสดงภาพหน้าจอของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45291

บทที่ 5
บทสรุป

ได้กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัยและทฤษฎีโดยสังเขปของการแปลงเวฟเล็ต รวมถึงหลักการประยุกต์กับข้อมูลภาพสี เนื่องจากภาพสีเกิดจากการผสมผสานภาพแม่สีสามสี ทำให้จำนวนข้อมูลดิจิตอลที่ใช้แทนภาพสีหนึ่งภาพจะมากกว่าภาพขาวดำในขนาดเดียวกันถึงสามเท่า เพื่อให้การลดข้อมูลลงได้มาก งานวิจัยนี้ได้ใช้การผสมผสานระหว่างการลดข้อมูลภาพสีที่ใช้เทคนิคของโทรทัศน์สีและเทคนิคของการแปลงที่ใช้กับภาพขาวดำ โดยการแปลง เป็นภาพความสว่าง Y และภาพสัญญาณสี C_R และ C_B จากธรรมชาติของตามนุษย์ ที่ไวกับความสว่างมากกว่าสี จึงสามารถลดขนาดของ C_R และ C_B ลงได้ครึ่งหนึ่ง ทำให้ขนาดโดยรวมของภาพลดลงได้ถึงสองในสาม เมื่อนำการแปลงเวฟเล็ตและโคซายน์เต็มหน่วยมาใช้กับภาพความสว่าง Y และภาพสัญญาณสี C_R และ C_Bจะสามารถลดขนาดข้อมูลภาพลงได้อีก พบว่าคุณภาพของการบีบอัดสัญญาณทั้งสองวิธีจะไม่แตกต่างกันมาก แต่ความเร็วในการบีบอัดของการเวฟเล็ตจะสูงกว่าเนื่องการการจัดการทางคณิตศาสตร์บวกและคูณ ของการแปลงเวฟเล็ตจะใช้น้อยกว่าการแปลงโคซายน์เต็มหน่วย

ในการแปลงเวฟเล็ต นั้นขั้นตอนที่สำคัญในการที่ทำให้การบีบอัดข้อมูลได้อัตรามากหรือน้อย คือขั้นตอนการตัดเทรชโฮลด์ จากธรรมชาติการมองเห็นของตามนุษย์ที่สังเกตุความเพี้ยนของภาพได้เมื่อ ค่า PSNR ของภาพนั้นต่ำกว่า 29 dB จากการทดลองในการปรับค่าการตัดเทรชโฮลด์ พบว่าที่ระดับ 0.3% ได้ค่า PSNR 29.05 dB จึงเป็นค่าที่เหมาะสมและได้ค่า อัตราการบีบอัด 2.19 bits/pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กิติพล ชิตสกุล การลดข้อมูลภาพทางการแพทย์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ต รายงานการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ. ศ 2542

[2] M. Rabbani and P.W. Jones. " **Digital Image Compression Techniques**", vol. TT7 of SPIE Totorial Texts in Optical Engineering. SPIE Press, 1991.

[3] J. Ziv and A. Lempel. " **A universal algorithm for sequential data compression**" IEEE Trans. Inform. Theory, IT -23, pp337-343, 1997.

[4] Maher A. Sid-Ahmed. **Image Processing**, Singapore, McGraw-Hill, Inc. 1995.

[5] I. Daubechies, **Ten Lectures on Wavelets**, CBMS-NSF Regional Conference Series on Applied Mathematics, SIAM, Vol.16, pp. 195-199., 1992.

[6] Mallat. S, (1989), " **A theory for multiresolution signal decomposition the wavelet representation**" IEEE Pattern Anal. and Machine Intell., vol. 11, no. 7, pp.674-693.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้