การลดข้อมูลภาพโดยโปรแกรม Matlab

Image Data Compression Application on Matlab

โดย

นาย วรพจน์ ศรีโลพันธุ์ 38013243
นาย โสภณ วีรกุลวัฒนา 38013258

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

วัน เดือน ปี 22 ก.ค. 2541
เลขทะเบียน 039129
เลขเรียกหนังสือ T 4068 ว225ก

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานเรื่อง(ภาษาไทย) การลดข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม MATLAB

(ภาษาอังกฤษ) Image Data Compression Application on Matlab

จัดทำโดย นาย วรพจน์ ศรีโลพันธุ์ 38013243

นาย โสภณ วีรกุลวัฒนา 38013258

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ

รายงานฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

( )

วันที่...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา อิเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การลดข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม Matlab

ผู้จัดทำ

1.นาย วรพจน์ ศรีโลพันธ์ 38013243

2.นาย โสภณ วีรกุลวัฒนา 38013258

.....

(อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานภาษาไทย การลดข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม Matlab

ชื่อโครงงานภาษาอังกฤษ Image Data Compression Application on Matlab

ชื่อนักศึกษาและเลขประจำตัว

นาย วรพจน์ ศรีโลพันธ์ 38013243

นาย โสภณ วีรกุลวัฒนา 38013258

โครงการได้รับการตรวจแล้ว พร้อมที่จำทำการสอบได้

.....

(อ.สุรเดช ตรีไตรลักษณะ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้นั้นเป็นเพราะได้รับความช่วยเหลือจากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านตลอดทั้งปีการศึกษา และยังได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งในขั้นแรกที่ทำการศึกษาทฤษฎีก็ทราบว่าเรื่อง Image เป็นเรื่องที่น่าศึกษามาก ในส่วนที่ทำนั้นจะเป็นเรื่องของการบีบอัดข้อมูลภาพซึ่งขั้นตอนที่จะทำ Project ในครั้งนี้นอกจากการจะต้องศึกษาทฤษฎีให้เข้าใจแล้วยังต้องนำทฤษฎีมาทำให้เห็นเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดในการทำ Project ครั้งนี้แต่ก็สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดข้อมูลภาพ

นาย วรพจน์ ศรีโลพันธ์ 38013243
นาย โสภณ วีรกุลวัฒนา 38013258
อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณะ
อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

รายงานมุ่งศึกษาเกี่ยวกับ Data Compression ซึ่งใช้โปรแกรม Matlab โดยเริ่มต้นจากเขียนโปรแกรมเรียกภาพลงในโปรแกรม ภาพที่ได้จะเป็นภาพขาว-ดำ ขนาด 8 บิท ที่ 256 ระดับ ในส่วนของขั้นตอนการ Compress นั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ 1.Lossy Compressionประกอบไปด้วยบล๊อก Discreat Cosine Tranform (DCT),ขบวนการ Quantization และ Zing-Zag SeQuence ซึ่งภาพที่ได้จะมีคุณภาพสูง ข้อมูลมีการสูญเสียน้อย และ 2.Lossless Compression ซึ่งในส่วนงานนี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการรหัสแบบ Run-length Encoding ซึ่งจะไม่เกิดการสูญเสียข้อมูลเมื่อมีการแปลงกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMAGE DATA COMPRESS

Mr.WORAPOT SRILOPAN S8013243 3R/2
Mr.SOPON WERAKUNWATTANA S8013258 3R/2
Mr.SURADEJ TRETRILUXANA (ADVISOR)

Abstract

This thesis studies about "Data Compression" by Matlab software.Our process start from writing a program to retrieve and image file.By this study we have worked on 256 gray levels.The Data Compression process haves two-step procedure,the first step is Lossy Compression.Being DCT transformasion.DCT is a transformation that doesn't actually perform compression.It prepare for the Quantization stage of the process.Next the coefficients of the image are arranged in the "Zig-Zag sequence"to the second step is "Lossless Compression".Then they are encoded using the "Run-Length Encoding"This method has a lossless when invert the process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.2 ขอบเขตของของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 Image Processing	3
2.1 ลักษณะของข้อมูลภาพ	3
2.2 ความหมายของนิยามของภาพในระบบดิจิตอล	4
2.3 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล	5
2.4 ระบบการประมวลทางดิจิตอล	6
2.5 เทคนิคต่างๆสำหรับการประมวลผลภาพ	10
บทที่ 3 โปรแกรม Matlab	10
3.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน	10
3.2 การใช้หน้าต่าง 2 หน้าต่าง	10
3.3 ทั้งสองหน้าต่างจะถูก clear เมื่อเริ่มใช้งาน	10
3.4 ข้อคำสั่งสายงานควบคุม	11
บทที่ 4 หลักการเบื้องต้นของการลดข้อมูลภาพ	17
4.1 Discrete Cosine Transform	17
4.2 เกณฑ์การวัดการเหมือนจริงของภาพ	26
4.3 Quantization	38
4.4 การลดข้อมูลภาพด้วยวิธี Runlength Limitted (RLL)	42
บทที่ 5 ผลการทดลอง	45
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	53
หนังสืออ้างอิง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ
(INTRODUCTION)

ในยุคปัจจุบันคอมพิวเตอร์ ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อชีวิตความเป็นอยู่แทบจะทุกๆ ด้าน ก็ว่าได้ คอมพิวเตอร์จะถูกนำไปใช้ในสาขาวิชาชีพต่างๆ เช่น ด้านวิศวกรรมด้านการแพทย์ และงานอุตสาหกรรมแขนงต่างๆ โดยเฉพาะงานทางด้าน วิศวกรรมนั้นคอมพิวเตอร์จะถูกนำมาใช้แทบทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็น ด้านการสื่อสาร งานด้านการออกแบบ โครงสร้าง งานประมวลผลภาพของ remote sensing ตลอดไปถึงงานด้านเอกสารในสำนักงานที่มีการติดต่อเชื่อมโยงเครือข่ายของข้อมูลเป็นระบบที่เรียกว่าoffice automation และในปัจจุบันได้เริ่มเข้าสู่ยุคของการแข่งขันทางเทคโนโลยีข่าวสาร ความสามารถของคอมพิวเตอร์ถูกวัดด้วยความเร็วในการประมวลผล และเวลาที่ใช้ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่อง และแหล่งข้อมูล

ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ที่สำคัญนั้นนอกจากจะอยู่ในรูปของเสียง เอกสาร และสัญลักษณ์ต่างๆ แล้ว ข้อมูลอีกอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันนั้นก็คือภาพ โดยที่จากนั้นอาจจะอยู่ในรูปของภาพถ่ายทางจอโทรทัศน์ และข้อมูลภาพอื่นๆ ที่แสดงทางจอภาพ (monitor) ข้อมูลภาพเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เป็นต้นว่า ข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียมได้นำมาใช้ในการพัฒนา และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อมของโลก และการสำรวจหรือพยากรณ์ในระยะทางไกล (remote sensing) อื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลภาพไปใช้ในระบบฐานข้อมูลที่เป็นแฟ้มประวัติบุคคล เพื่อสามารถตรวจสอบได้ทั้งประวัติ และหน้าตาของผู้เป็นเจ้าของประวัตินั้น และตัวอย่างการนำภาพของคู่สนทนา (video phone) ซึ่งกำลังจะเข้ามาแทนที่โทรศัพท์ระบบเดิมในอีกไม่ช้านี้ก็เป็นได้ โดยมากภาพที่นำมาใช้ในงานต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นจะอยู่ในรูปของข้อมูลทางดิจิตอล การที่จะให้ภาพแต่ละภาพมีรายละเอียด หรือความคมชัดเพียงพอต่อการใช้งานนั้น จะต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมากสำหรับการเก็บข้อมูล และในกรณีที่ระบบมีการรับส่งข้อมูลภาพด้วยแล้วจะทำให้สิ้นเปลืองเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลภาพแต่ละภาพ เนื่องจากข้อมูลมีขนาดใหญ่ ซึ่งหมายถึงค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลสูงตามไปด้วย จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เทคนิคการลดขนาดข้อมูล เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการลดขนาดของหนวยความจำที่ใช้ในการเก็บภาพ และยังสามารถที่จะลดเวลาที่ต้องสูญเสียไปในการส่งรับข้อมูลภาพเหล่านี้ไปยังปลายทางที่ไกลออกไป โดยผ่านทางช่องการสื่อสารความเร็วต่ำ(low speed communication channel) อย่างเช่น การส่งภาพอ่านทางสายโทรศัพท์ ซึ่งเป็นระบบที่มีความเร็วต่ำ เมื่อทำการลดข้อมูลแล้วเวลาที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลภาพแต่ละภาพก็จะลดน้อยลงไปด้วยเปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มอัตราบิทเรท(bit rate)ในการส่งข้อมูลภาพให้สูงขึ้นนั่นเอง

เทคนิคในการลดขนาดข้อมูลภาพที่ศึกษาในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถนำไปประยุกต์ได้กับการสร้างฐานข้อมูลภาพและโดยเฉพาะการรับส่งข้อมูลภาพในระยะไกลโดยผ่านข่ายโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์ภาพอื่นๆ

1.2 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้ เพื่อศึกษาและวิจัยแนวทางในการนำเอาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานประมวลผลภาพทางดิจิตอล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการลดขนาดข้อมูลภาพขาว-ดำ 2 ระดับ ภาพขาวดำ 256 ระดับเทา และภาพสี แต่ในปริญญานิพนธ์นี้เน้นศึกษาเฉพาะภาพขาวดำ 256 ระดับเทา สำหรับเนื้อหาของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แต่ละบทมีหัวข้อและเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 เป็นบทนำและกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 หลักการประมวลผลภาพ

บทที่ 3 โปรแกรม Matlab

บทที่ 4 หลักการเบื้องต้นของการลดข้อมูลภาพ

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการประมวลผลภาพ
(Image processing)

ในการประมวลผลสัญญาณภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องเปลี่ยนข้อมูล หรือสัญญาณภาพที่อยู่ในรูปอนาลอก ให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล เพื่อประโยชน์ในการคำนวณ และประมวลผลได้ง่าย ในบทนี้จะกล่าวถึง ความหมายของภาพระบบดิจิตอล และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะข้อมูลภาพ

ซึ่งแบ่งตามการจัดเก็บข้อมูลได้เป็น

1. ภาพ 2 ระดับ คือ มีแค่จุดขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูล 1 bit
2. ภาพ 16 ระดับ ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 4 bit ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 16 ระดับสี หรือ 16 ระดับ Graylevel ขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็นภาพสี หรือขาว-ดำ
3. ภาพ 256 ระดับ ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 8 bit ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 ระดับสี หรือระดับ Graylevel ขึ้นอยู่กับว่า ภาพนั้นเป็นภาพสี หรือภาพขาว-ดำ
4. ภาพ True color ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูลขนาด 24 bit ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนภาพจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี ภาพ True color สามารถแสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาว-ดำได้

การแสดงภาพนี้ ใช้วิธีตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สี หรือ 16 สี จาก 262,144 สี หรือ 256 สี จาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับ mode การแสดงผล สำหรับ True color ไม่มีการเลือกสี แสดงผลโดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A สีละ 8 bit ออกไปเลย ความแตกต่างของการแสดงภาพสี และภาพขาว-ดำ คือ ภาพขาว-ดำจะต้องตั้งให้แม่สีทั้ง 3 สี มีค่าเท่ากัน เนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้ register 6 bit ออกไปเลย ทำให้แต่ละแม่สีแสดงผลได้เพียง 24 ระดับเท่านั้น ยังผลให้เราแสดงภาพ 256 ระดับให้เห็นได้เพียง 64 ระดับเท่านั้น หากต้องการให้เห็นจริงทั้ง 256 ระดับ ต้องแสดงใน mode True color แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่ง mode นี้ register 8 bit สำหรับแม่สีแต่ละสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความหมายและนำยามของภาพในระบบดิจิตอล

ภาพ (Image) ในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึง ฟังก์ชัน 2 มิติ f(x,y) โดย x และ y เป็นพิกัดในระบบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชัน f(x,y) จะเป็นสัดส่วนกับความสว่าง หรือความเข้มของภาพ ที่ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งเราเรียกว่า ระดับสีเทา (Gray level) ในรูปที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงระนาบและจุดพิกัดของภาพ ซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัด (Coordinate) อยู่ทางมุมบนซ้ายของภาพ Origin

รูปที่ 2.1 ระนาบและพิกัดที่ใช้ในระบบภาพ

ภาพ 2 มิติ ที่แทนด้วยฟังก์ชัน f(x,y) โดย x และ y เป็นแกนในระนาบของภาพ ค่าของฟังก์ชันที่จุด (x.,y) คือความเข้มของแสงที่จุดนั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น f(x,y) ต้องไม่เป็นศูนย์และมีค่า (finite) นั้นคือ

$$0 < f(x,y) < \alpha \qquad \text{.....(2.2.1)}$$

โดยธรรมชาติของแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสง และส่วนที่สะท้อนของแสง ดังนั้นเราสามารถแยกฟังก์ชัน f(x,y) ออกเป็น 2 ส่วนคือ อิลูมิเนชั่นคอมโพเนนท์ (illumination component) และรีเฟล็กแทนท์คอมโพเนนท์ (reflectance component) จะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f(x,y) = I(x,y) \qquad .....(2.2.2)$$

เมื่อ

$$0 < I(x,y) < \alpha \qquad .....(2.2.3)$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \qquad .....(2.2.4)$$

สมการ (2.2.4) แสดงให้เห็นว่า ฟังก์ชันการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 (ซึ่งหมายถึง การดูดซึมสมบูรณ์) และ 1 (ซึ่งหมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์) ธรรมชาติของ i(x,y) ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง ในขณะที่ r(x,y) ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

ดังที่กล่าวมาแล้ว ความเข้มของภาพที่จุด (x,y) เราเรียกว่า ระดับสีเทา (Gray level) I จากสมการที่ (2.2.2) ถึง (2.2.4) จะเห็นว่า I ควรอยู่ในช่วง

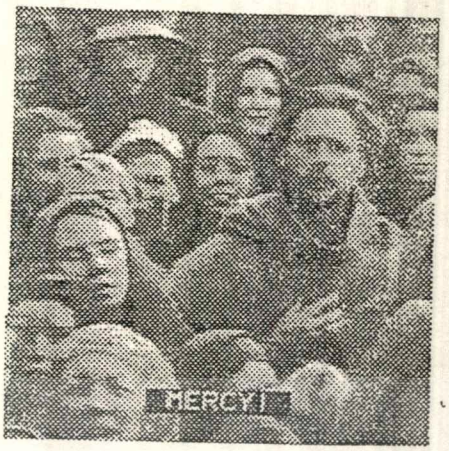
$$I_{min} \le I \le L_{max} \qquad .....(2.2.5)$$

ในทางทฤษฎี L_{min} ต้องมีค่าบวก ในขณะที่ L_{max} ต้องมีค่าน้อยกว่าอนันต์ ในทางปฏิบัติ $L_{min} = L_{min}\, r_{min}$ และ $L_{max} = L_{max}\, r_{max}$ ช่วงของ (L_{min},L_{max}) เราเรียกว่าช่วงของระดับสีเทา ในทางปฏิบัติโดยใช้หลักคณิตศาสตร์ เรานิยมปรับช่วง (L_{min},L_{max}) ให้เป็นช่วง (O,L) โดย L = 0 หมายถึง ดำสนิท และ L = 1 หมายถึงขาว

2.3 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ภาพดิจิตอล (digital image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากอนาลอก อยู่ในรูปตัวเลขโดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆที่เรียกว่า Pixel ในแต่ละ Pixel จะถูกระบุตำแหน่งโดย (x,y) และค่าระดับสีเทาของ Pixel นั้นคือค่าของ (x,y) รูปที่ 2.2 เป็นภาพดิจิตอลขนาด 64 * 64 Pixel

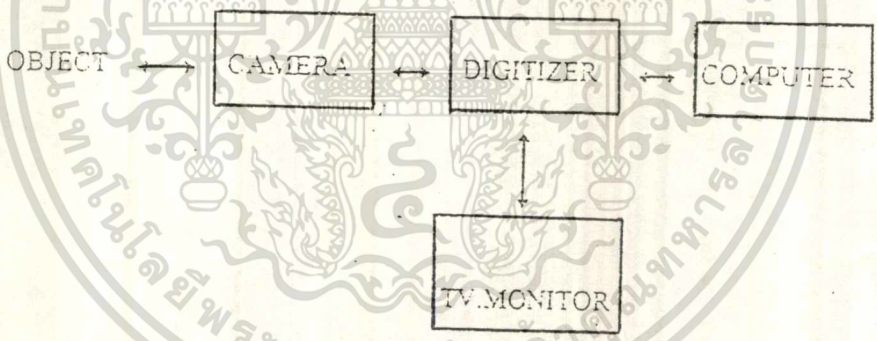
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงภาพดิจิตอลขนาด 64*64 Pixel

2.4 ระบบการประมวลผลทางดิจิตอล

ระบบการประมวลผลภาพประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ ส่วนเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล ซึ่งเรียกว่า Digitizer ส่วนประมวลผล (Processing) และส่วนแสดงผลแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ระบบประมวลผลภาพดิจิตอล

จากรูปที่ 2.3 ส่วนแรกคือ ส่วนที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล กล้อง (camera) เปรียบเสมือนดวงตาของมนุษย์ ทำหน้าที่เปลี่ยนภาพวัตถุมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และส่งให้ Digitizer ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ กล้องโทรทัศน์ Digitizer ซึ่งภายในประกอบด้วยหลอดวิดิคอน ทำหน้าที่เป็นสื่อนำไฟฟ้าทางแสง ภาพถูกโฟกัสลงบนผิวของของหลอด และถูกเปลี่ยนให้ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่สอดคล้องกับความสว่างของภาพในตำแหน่งนั้นๆ จากนั้นทำการควอนไตซิ่ง (quantizer) ข้อมูลภาพที่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$N=2n \quad \text{....(2.5.2)}$$

และ

$$G=2m \quad \text{....(2.5.3)}$$

เมื่อค่า G คือ จำนวนระดับของ Gray level ดังนั้นจำนวนบิท (bit) ที่ใช้ในการเก็บภาพหนึ่งภาพที่ถูกดิจิไตซ์คือ

$$B=N*N*m \text{ บิท} \quad \text{....(2.5.4)}$$

ภาพขนาด 128*128 Pixel และระดับ Gray level จำนวน 256 ระดับต้องใช้หน่วยความจำขนาด 131,072 บิท และตาราง 2.1 แสดงจำนวนไบท์ที่ใช้ในการเก็บภาพเมื่อ N และ M เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 จำนวน BYTE ที่ใช้ในการเก็บภาพ เมื่อ N และ M เปลี่ยนไป

N \ m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	1024	1024	1024	1024	1024
64	512	1024	2048	2048	4096	4096	4096	4096
128	2048	4096	8192	8192	16384	16384	16384	16384
256	8192	16384	32768	32768	65536	65536	65536	65536
512	32768	65536	131072	131072	26144	262144	262144	26144

2.5 เทคนิคต่างๆสำหรับการประมวลผลภาพ

เทคนิคต่างๆ สำหรับการประมวลผลภาพ แบ่งเป็น 4 พวกใหญ่ๆ คือ

1. อิเมจดิจิไตเซชั่น (Image digitization)
2. อิเมจเอนฮานเมนต์และรีสตอเรชั่น (Image enhancement and restoration)
3. อิเมจเอนโค้ดดิ้ง (Image Encoding)
4. อิเมจรีคอนสตรัคชั่น (Image reconstruction)

2.5.1 อิเมจดิจิไตเซชั่น (Image digitization)

ดังได้กล่าวมาแล้วถึงความหมายของการ digitize ภาพซึ่งความละเอียดของภาพที่ได้ขึ้นอยู่กับการจัดระดับภาพ ในปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ทำขบวนการนี้ที่เรียกว่า ดิจิไตเซอร์ (digitizer) ดิจิไตเซอร์ สามารถเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอลได้ ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงเป็นเลขฐานสอง โดยใช้ดิจิไตเซอร์เป็นตัวจัดการ

2.5.2 อิเมจเอนฮานเมนต์และรีสตอเรชั่น (Image enhancement and restoration)

อิเมจเอนฮานเมนต์ เป็นการทำภาพให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมขึ้น มีความคมชัดมากยิ่งขึ้น สำหรับการนำไปใช้งานเฉพาะอย่าง กล่าวคือ วิธีที่ทำภาพ หรือปรับปรุงภาพ X-ray อาจจะไม่เป็นวิธีที่ดี เมื่อเรานำมาปรับปรุงภาพถ่ายดาวเคราะห์ ที่ได้ส่งมาจากการสำรวจทางอวกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีปรับปรุงคุณภาพของภาพ (enhancement) มีหลายวิธีดังนี้

1. คอนทราสท์เอนฮานเมนต์ (Contrast enhancement) เป็นวิธีที่ทำให้ภาพคมชัดขึ้น โดยอาศัยฮีสโตแกรม อาจใช้แบบลิเนียร์สเทรท (linear stretch),พิชลิเนียร์สเทรท (picecwise lenear stretch) หรืออีควอไลเซชั่น (equalization)

2. เอดจ์เอนฮานเมนท์ (Edge enhancement) เป็นการแยกความแตกต่างของจุดภาพที่ใกล้เคียงกัน เพื่อหาขอบเขตของภาพ

3. การประมวลผลภาพสีเทียม (Pseudo-color image processing) เป็นการใช้เทคนิคของการทำ density slicing และการใส่สีเทียมให้กับภาพขาว-ดำ ที่มีระดับ Gray level ต่างๆ กัน

4. การกรองภาพ (Filtering) เพื่อให้ภาพเรียบ (smoothing) หรือคมชัด (sharpening) โดยใช้ตัวกรองความถี่ต่ำ (low pass filter) หรือตัวกรองความถี่สูง (high pass filter) ตามลำดับ

อิเมจรีสตอเรชั่น (Image restortion) เป็นขบวนการในการสร้างภาพกลับคืน โดยการหาค่าชดเชย และแก้ความคลาดเคลื่อน เนื่องมาจากข้อมูลในภาพผิดพลาดไป หรือเป็นขบวนการสร้างภาพกลับคืน จากภาพที่ถูกทำให้เสียไป เนื่องจากปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้หลักการของพีชคณิตเชิงเส้น (lenear Algebra)

2.5.3 อิเมจเอนโค๊ดดิ้ง (Image Encoding)

เป็นการใช้เทคนิคต่างๆ เพื่อเข้ารหัสข้อมูล เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้จะถูกเก็บในลักษณะเป็นจำนวนไบท์ ดังตาราง 2.1 ซึ่งถ้าภาพมีขนาดใหญ่ ก็ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บมากด้วยข้อจำกัดของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีขนาดหน่วยความจำจำกัด

การเข้ารหัสข้อมูล จึงมีประโยชน์ในด้านการลดพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาพดังกล่าวมาก ผลของการเข้ารหัสข้อมูลนี้ เรียกว่าเป็นการลดข้อมูล (Data reduction หรือ Data compression) ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ทำในโครงงานนี้ รายละเอียดของการลดข้อมูลภาพ ที่ใช้ในระบบสื่อสาร เช่น การส่งภาพถ่ายจากอวกาศมายังโลก การส่งข้อมูลผ่านโมเด็ม(modem) เป็นต้น

2.5.4 อิเมจรีคอนสตรัคชั่น (Image reconstruction)

เป็นวิธีการสร้างภาพตัดขวางของวัตถุโดยไม่ต้องผ่านหรือทำลายวัสดุ เพื่อประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ เราเรียกการสร้างภาพตัดขวางด้วยคอมพิวเตอร์ว่า คอมพิวเตอร์โทโมกราฟฟี่ (Computer Tomography)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โปรแกรม MATLAB

3.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน

1. ให้เลือก MATLAB program จากเมนูใน Operating system

2. ถ้าคุณใช้ MATLAB เป็นครั้งแรกให้ใช้คำสั่ง "Demo" ดูลักษณะการทำงานของ MATLAB จะได้พบ list รวมทั้งตัวอย่างที่คุฯสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง

3. คำสั่งที่คุณจะออกจาก MATLAB ก็คือ Quit หรือ Exit

4. ถ้าต้องการที่จะ save ข้อมูลก่อนจะเลิกการทำงาน จะใช้คำสั่ง "save" คอมพิวเตอร์ก็จะเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเก็บใน file ชื่อ MATLAB.MAT

5. เมื่อออกจากเครื่องและต้องการใช้โปรแกรมอีกครั้ง สามารถเรียก file ที่ save แล้วมาใช้ได้ใหม่โดยใช้คำสั่ง "Load"

3.2 MATLAB ใช้หน้าต่าง 2 หน้าต่าง

1. หน้าต่างคำสั่ง (Command Window) ถูกใช้เพื่อป้อนคำสั่งและข้อมูลและเพื่อพิมพ์ผลข้อมูล

2. หน้าต่างกราฟฟิค (Graphics Window) ถูกใช้ในการ Plot ข้อมูลบนระบบแกน

3.3 ทั้งสองหน้าต่างจะถูกเคลียร์เมื่อเริ่มการใช้ MATLAB

1. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์ Command Window ในระหว่างการทำงานให้ใช้คำสั่ง "cls"

2. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์หน้าต่างกราฟฟิคใช้คำสั่ง "clg"

3. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์พื้นที่ทำงาน (Workspace) ซึ่งบรรจุค่าตัวแปรต่างๆทั้งหมดใช้คำสั่ง "clear"

4. ถ้าต้องการยกเลิกคำสั่งในขณะที่คอมพิวเตอร์กำลังทำงานอยู่ให้กด Control key และกดอักษร "c" เพื่อยกเลิกการทำงานใน MATLAB

5. MATLAB เป็นรูปแบบภาษาที่ไวต่อชนิดของอักขระหมายความว่าเราสามารถที่จะกำหนดค่าหนึ่งค่าให้กับที่ชื่อ "HELLO" และอีกตัวแปรชื่อ "hello" ถ้าต้องการที่จะยกเลิกคุณสมบัติข้อนี้ก็สามารถใช้คำสั่ง "casesen off" และใช้ "casesen" เพื่อให้กลับไปมีคุณสมบัติเหมือนเดิม

6. คำสั่ง " who" จะใช้ในการแสดงรายการของตัวแปรที่คุณได้กำหนด

7. คำสั่ง "who" จะใช้ในการที่ได้กำหนดตามด้วยขนาดของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คำสั่ง "size" จะถูกใช้เพื่อถามขนาดของเมตริกซ์ เช่น size(A)

9. คำสั่งของ MATLAB โดยปกติจะถูกป้อนแยกบรรทัด ถึงแม้ว่าหลายๆ Statements สามารถป้อนเข้าไปในบรรทัดเดียวกันได้ โดยที่ Staterments เหล่านั้นถูกแยกโดย " ; "

10. เครื่องหมาย " % " ถูกใช้เพื่ออธิบายให้ผู้ดูโปรแกรมอ่านซึ่ง MATLAB จะไม่ดำเนินการข้อความที่ตามด้วยเครื่องหมายนี้

11. คำสั่ง "help" เป็น facility command ที่มีความจำเป็นใน MATLAB เมื่อใช้สั่ง "help" list ของหัวข้อ help จะปรากฏขึ้น ทำให้สามารถที่จะเลือก topic ที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมได้

12. นอกจากการป้อนคำสั่งผ่านแป้นพิมพ์โดยตรงยังสามารถเก็บชุดคำสั่งใน file ที่มีนามสกุล " m " เช่น "program.m" หรือ "labtest.m"

13. คำสั่ง "echo" จะทำให้ M-Files แสดงคำสั่งที่ได้ทำไปแล้ว

14. คำสั่ง "what" จะแสดงรายชื่อ (Directory) ที่ list ของ M-Files ที่มีอยู่ใน Directory ในแผ่นดิสค์ของคุณ

15. คำสั่ง "type" จะแสดง content ของ file name ถ้า file name ที่ถูกใช้ด้วยคำสั่งนี้จะไม่มีนามสกุลคำสั่ง สมมุติว่า file นั้นเป็น M-File

3.4 ข้อคำสั่งสายงานควบคุม (Control Flow)

3.4.1 Relation and Operator

relation operator

น้อยกว่า	ใช้สัญลักษณ์	<
มากกว่า	:	>
มากกว่า หรือ เท่ากับ	:	>=
เท่ากับ	:	==
ไม่เท่ากับ	:	~=

logical operator

และ (and)	ใช้สัญลักษณ์	&
หรือ (or)	:	|
ไม่ (not)	:	~

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่ามีเมตริกซ์ที่มีขนาดเท่ากันอยู่สองเมตริกซ์คือ

x = (5 6 7 8) y = (1 2 3 4)

สามารถใช้ relational operator เปรียบเทียบที่มีขนาดเท่ากันได้ดังนี้ x > y ค่าของประโยคนี้คือ 1 (จริง) แต่ค่าของ x < y จะมีค่าเป็น 0 (เท็จ) ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีแต่ 0 กับ 1 เท่านั้น บางครั้งเรียกเมตริกซ์ลักษณะนี้ว่าเมตริกส์ 0-1 ส่วนการเปรียบเทียบเมตริกซ์ 0-1 จะใช้ logic operator ซึ่งจะให้ผลลัพธ์เป็น 1 เมื่อเป็นจริงและ 0 เมื่อการเปรียบเทียบเป็นเท็จ สามารถสรุปเป็นตารางค่าความจริงได้ดังนี้

การกระทำ	ค่าที่เกิดขึ้น
U	T T T T
V	T F T F
U	F F T T
U|V	T T T F
U&V	T F F F

ข้อควรระวัง

-วงเล็บจะมีผลต่อลำดับของการทำ

-จะต้องเป็นประโยคที่สมบูรณ์เท่านั้นจึงจะใช้ operator ได้

-จำนวนที่ไม่เท่ากับ 0 MATLAB จะถือว่าเป็นค่าจริง

คำสั่ง if

จากเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้ง 1 (จริง) หรือ (เท็จ) เราสามารถนำมันมาใช้ได้กับคำสั่ง if และมีรูปแบบดังนี้

```
if    เงื่อนไข (จริงหรือเท็จ)
      ข้อคำสั่ง
end
```

ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงก็จะกระทำข้อคำสั่งแต่ถ้าเป็นเท็จจะกระโดดไปที end

คำสั่ง if ที่ซับซ้อนมากขึ้น

ในบางครั้งทีต้องการให้มีการตัดสินใจหลายทางและมีการทดสอบเงื่อนไขจากบนลงล่างจนพบเงื่อนไขที่เป็นจริงก็จะกระทำข้อคำสั่งนั้น สามารถทำได้โดยมีรูปแบบดังนี้

```
if    เงื่อนไข 1
      ข้อคำสั่ง 1
if    เงื่อนไข 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำสั่ง 2

end

ข้อคำสั่ง 3

end

ข้อคำสั่ง 4

คำสั่ง if-else

เป็นคำสั่งที่ช่วยให้สามารถกระทำชุดคำสั่งอันหนึ่งถ้าพบว่าเงื่อนไขเป็นจริงและกระทำอีกชุดคำสั่งหนึ่งถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จมีรูปแบบดังนี้

if เงื่อนไข 1

ข้อคำสั่ง

else

ข้อคำสั่ง

end

ถ้าเงื่อนไข 1 เป็นจริงก็จะไปทำข้อคำสั่ง 1 แต่ถ้าเป็นเท็จจะไปทำข้อคำสั่ง 2

คำสั่ง if-elseif (มีชื่ออีกอย่างคือ Case Structure)

ในกรณีที่มีคำสั่ง if-else ที่ซ้อนกันอยู่หลายๆชั้น อาจจะเป็นการยากที่จะตัดสินว่าเงื่อนไขไหนเป็นจริงหรือเป็นเท็จ หรือเป็นเพื่อให้ง่ายต่อการกระทำ คำสั่งแบบนี้สามารถใช้ถ้อยแถลง if-elseif มีรูปแบบดังนี้

if เงื่อนไข 1

ข้อคำสั่ง 1

elseif เงื่อนไข 2

ข้อคำสั่ง 2

elseif เงื่อนไข 3

ข้อคำสั่ง 3

end

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าคำสั่ง นี้ช่วยให้หลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง ที่ซ้ำซ้อนกันอยู่ซึ่งทำให้ยากต่อการตัดสินว่าจริงหรือเท็จ

Function ในการสร้างเงื่อนไข

MATLAB ยังมี Function อื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างเงื่อนไขดังนี้

ตัวอย่าง

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 0 \\ 0 & 7 & 0 \\ 3 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

any(a) = [1 1 0]

function จะมีค่าเป็น 1 เมื่อตัวหนึ่งตัวใดของ column ..ในเมตริกซ์ a ไม่เป็น 0 นอกเหนือจากนั้นจะได้ค่า 0

all(a) = [0 1 0]

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อทุกตัวของ column ในเมตริกซ์ a ไม่มี Q นอกเหนือจากนั้นจะได้ค่า 0

$$\text{find(a)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$$

function นี้จะให้ค่าเวกเตอร์ที่ประกอบด้วยตัวชี้(indices) ของ element ที่ไม่เป็น 0 ของเวกเตอร์ a เช่นถ้า a เป็นเมตริกซ์หนึ่ง ตัวชี้ (indices) จะถูกเลือกจาก a(:)ซึ่งก็คือรูปแบบของคอลัมน์ซึ่งได้มาจาก คอลัมน์ตามยาวของ a

exist('a')= 1

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อ a มีค่าเป็นตัวแปร และให้ค่าเป็นตัวแปร และให้ค่าเป็น 2 เมื่อ a เป็น file และค่าเป็น 0 เมื่อ a ไม่มีค่า

$$\text{isanan(a)} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

function นี้จะให้ค่าเมตริกซ์ที่มีค่าเป็น 1 เมื่อทุกตัวในเมตริกซ์ a เป็น NaNs และจะให้เมตริกซ์ที่มีค่าเป็น 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น

$$\text{finite(a)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

function นี้จะให้เมตริกซ์ที่มีค่าเป็น 1 เมื่อทุกตัวในเมตริกซ์ a เป็น finite และจะให้เมตริกซ์ที่มีค่าเป็น 0 เมื่อเป็น infinite หรือ NaNs

isempty(a)=[0]

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อ a เมตริกซ์ ว่างเปล่าและ 0 และให้ค่าเป็น 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น

isstr(a)=[0]

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อ a เป็น string และ 0 และจะให้เมตริกซ์ที่มีค่าเป็นเมื่อเป็นอย่างอื่น

ลูป(loop)

ลูปที่กระทำคำสั่งลักษณะเป็นวนรอบใน MATLAB มีอยู่ 2 ประเภท คือ for และ while ซึ่งลักษณะคล้ายกับ loop ของภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป

for ช่วยให้กระทำคำสั่งซ้ำเป็นจำนวนรอบที่คงที่มีรูปแบบดังนี้

```
for    index=expression
       ข้อคำสั่ง
end
```

ข้อควรระวัง

-index ใน expression ในตัวอย่างจะต้องเป็นตัวแปร

-colon สามารถนำมาสร้างเงื่อนไขกับ expression ได้โดยมีรูปแบบดังนี้

for j = ค่าเริ่มต้น for ค่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้ง ขอบเขต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

while

ช่วยให้กระทำคำสั่งซ้ำเป็นจำนวนที่ไม่จำกัดรอบ (infinite)โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของเงื่อนไข มีรูปแบบดังนี้

while expression

ข้อคำสั่ง

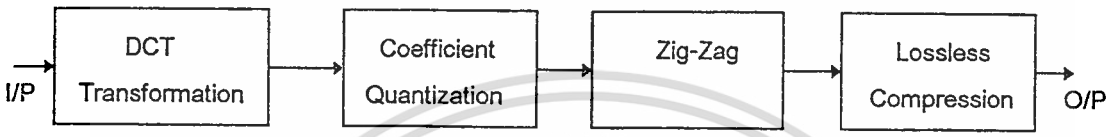
end

ข้อคำสั่งจะถูกกระทำไปเรื่อยๆจนกระทั่ง expression เป็นเท็จ (0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
หลักการเบื้องต้นของการลดข้อมูลภาพ

Data Compression ลำดับขั้นตอนการทำงานของ Data Compression มี 4 ขั้นตอน ดังแสดงในรูป



ขั้นตอนทั้งสามของ Data compression เป็นการ compress ที่มีประสิทธิภาพ และมีประโยชน์ ซึ่งมีการสูญเสียน้อยกว่า 10 เปอร์เซนต์ของข้อมูลจริง

4.1 Discrete Cosine Transform

Discrete Cosine Transform Coding เป็นวิธีการที่ใช้ในการลดข้อมูลภาพที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ทั่งนี้เพราะค่าสัมประสิทธิ์ในโดเมนความถี่ ที่ได้จะเป็นเทอมของค่าจริง (realtime) เท่านั้น อีกทั้งยังสามารถใช้งานจริงในลักษณะ real time โดยใช้ ฮาร์ดแวร์ได้ไม่ยาก ในปัจจุบันหลักการของ Discrete Cosine Transfer Coding ยังคงมีการวิจัยกันอยู่ต่อไป เพื่อให้สามารถลดข้อมูลได้มากที่สุด พร้อมทั้งหาวิธีที่จะเพิ่มวิธีในการคำนวณให้ได้เร็วขึ้นไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในที่นี้จึงยกตัวอย่าง ระบบการลดข้อมูลภาพโดยใช้เทคนิคของ Discrete Cosine Transform Coding โดยมีโครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ 4.1 จาก block diagram ของการ Transform coding ภาพอินพุทที่เข้ามาจะถูกแยกเป็นบล็อกเล็กๆ โดยเราสามารถกำหนดขนาดของบล็อกได้ว่าให้เป็นเท่าไร ขนาดของบล็อกที่เหมาะสมจะเป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพในการรวมพลังงานของการ Transform ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้มีรายละเอียดที่ดี ความเหมาะสมของขนาดของบล็อกค่าหนึ่งๆ แต่อย่างไรก็ตามขนาดของบล็อกที่เหมาะสม สามารถคำนวณได้ด้วยคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากพอๆกับการ Transform เลยทีเดียว โดยส่วนมากแล้วขนาดของบล็อกจะมีค่าเป็นเลขยกกำลังสองอย่างเช่น 4,8,16 ซึ่งได้มาจากสองยกกำลังสอง.สองยกกำลังสาม.สองยกกำลังสี่ ตามลำดับ หลังจากการแยกข้อมูลออกเป็นบล็อกย่อยๆ แล้วจะทำการ Transform ไปโดยอิสระของแต่ละบล็อก โดยมีสมการของการ Transform มิติเดียวและสองมิติดังต่อไปนี้

$$F(k)=\sqrt{(2/N)}\alpha(k)\sum_{n=0}^{N-1} f(n)\cos\{(2n+1)\pi k/2n\}$$

เมื่อ $k = 0, 1,\ldots\ldots,N-1$ ... (4.1.1)

เมื่อ

$$\alpha(0)=\sqrt{(1/2)} \text{ และ } \alpha(k)=1 \text{ เมื่อ } k \text{ ไม่เท่ากับ } 0 \quad \ldots. (4.1.2)$$

F(k) เป็นผลที่ได้จากการ Transform และ f(n) เป็นข้อมูลอินพุทตัวที่ n

ส่วนสมการของการ Transform แบบสองมิติสามารถเขียนได้ดังนี้ คือ

$$F(u.v)=\frac{2}{N}\alpha(u)\alpha(v)\sum_{m=0}^{N-1}\sum_{n=0}^{N-1} f(m.n)\cos\left\{\left(\frac{2m+1}{2N}\right)u\pi\right\}\cos\left\{\left(\frac{2n+1}{2N}\right)v\pi\right\}$$

เมื่อ

u,v เป็นตัวแปรของ discrete frequency มีค่าเป็น 0, 1, 2,.....N-1

f(m,n) เป็นตำแหน่งของจุดภาพภายในบล็อคขนาด N*N (0, 1, 2,.....N-1)

F(u,v) เป็นผลจากการทำ discrete cosine Transform

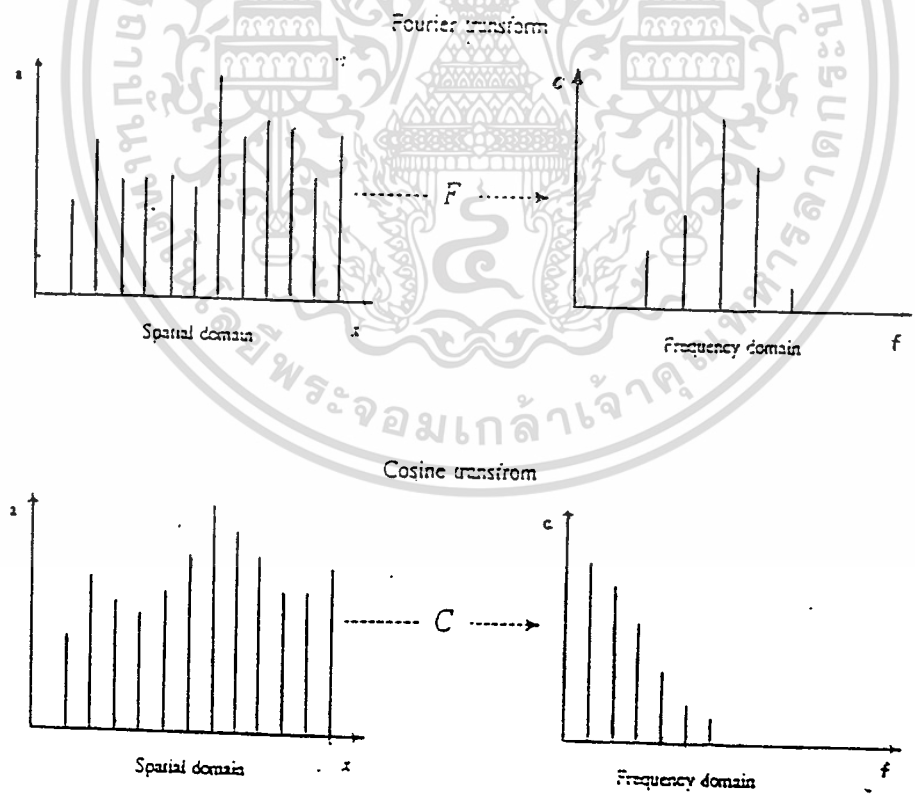
$\alpha(0) = \sqrt{(1/2)}$ และ $\alpha(j) = 1$ เมื่อ j ไม่เท่ากับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1ก เป็นการทำการทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในโดเมนของความถี่ ซึ่งข้อมูลในโดเมนความถี่ จะมีลักษณะเด่นอยู่ 3 ประการที่เห็นได้ชัด

1. ค่าความถี่ที่ศูนย์ จะเป็นค่าของความเข้มเฉลี่ยของข้อมูล
2. ค่าความถี่สูงเป็นค่าที่บอกถึงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง
3. ค่าความถี่ต่ำ เป็นค่าที่บอกรายละเอียดโดยรวมของข้อมูล

จากภาพที่ 4.1ก จะสังเกตได้ว่าพลังงานที่ได้ในโดเมนของข้อความถี่ของการแปลงแบบฟูริเยร์นั้น จะมีลักษณะของการกระจายที่มากกว่าการแปลงแบบดีสครีตโคไซน์ ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากภาพที่แสดงการแปลงข้อมูล 2 มิติ โดย a เป็นข้อมูลของสัญญาณ และ c เป็นค่าขนาดของกลุ่มพลังงาน



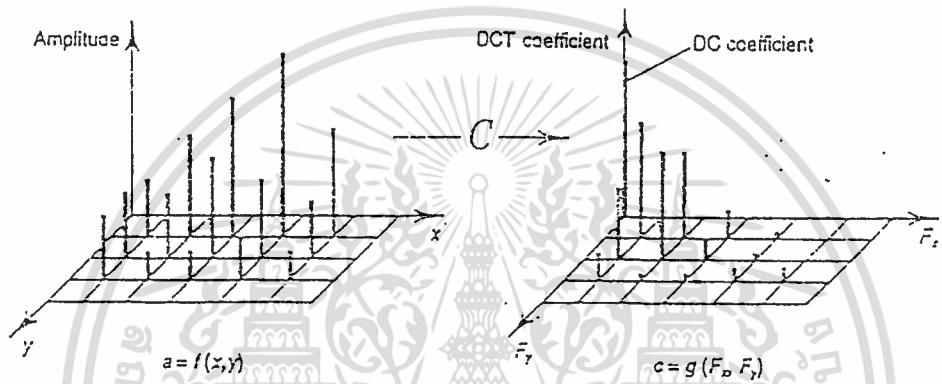
แสดงการแปลงแบบฟูริเยร์และการแปลงแบบดีสครีตโคไซน์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

039129

ในแต่ละบล็อกของ 8x8 นั้นจะมีด้วยกันทั้งหมด 64 ค่า โดยแต่ละค่าจะแสดงขนาด (Amplitude) ของแต่ละค่าที่เข้ามา ขนาดของสัญญาณนี้จะเป็นฟังก์ชั่นของจุดพิกัด 2 จุด โดยกำหนดให้ a=f(x,y) โดยที่ x,y จะเป็นมิติของสปาเชียลโดเมน ดังตัวอย่างในภาพลักษณะ 3 มิติ ในบางส่วนของบล็อก 8x8

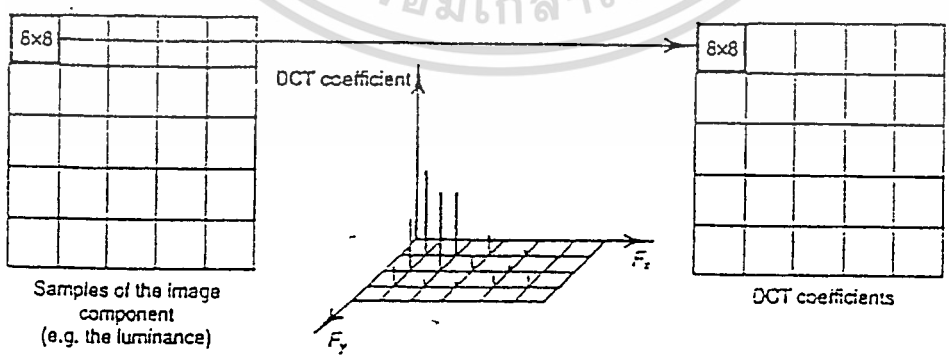
ภาพที่ 4.1ข



แสดงการแปลงดีสครีตโคไซน์แบบ 2 มิติ

หลังจากผ่านกระบวนการแปลงด้วยดีสครีตโคไซน์มาจะได้รูปแบบของฟังก์ชั่นที่อยู่ในโดเมนของความถี่โดยสมมติให้มีฟังชันก์เป็น c= g(Fx, Fy) โดย c จะเป็นค่าของสัมประสิทธิ์ ส่วนค่าของ Fx และ Fy จะแสดงถึงค่าที่เกิดขึ้นในแกนของความถี่ในแต่ละทิศทาง โดยจากภาพที่ 4.1ค เป็นการแสดงการแปลงรูปแบบดีสครีสโคไซน์

ภาพที่ 4.2ค



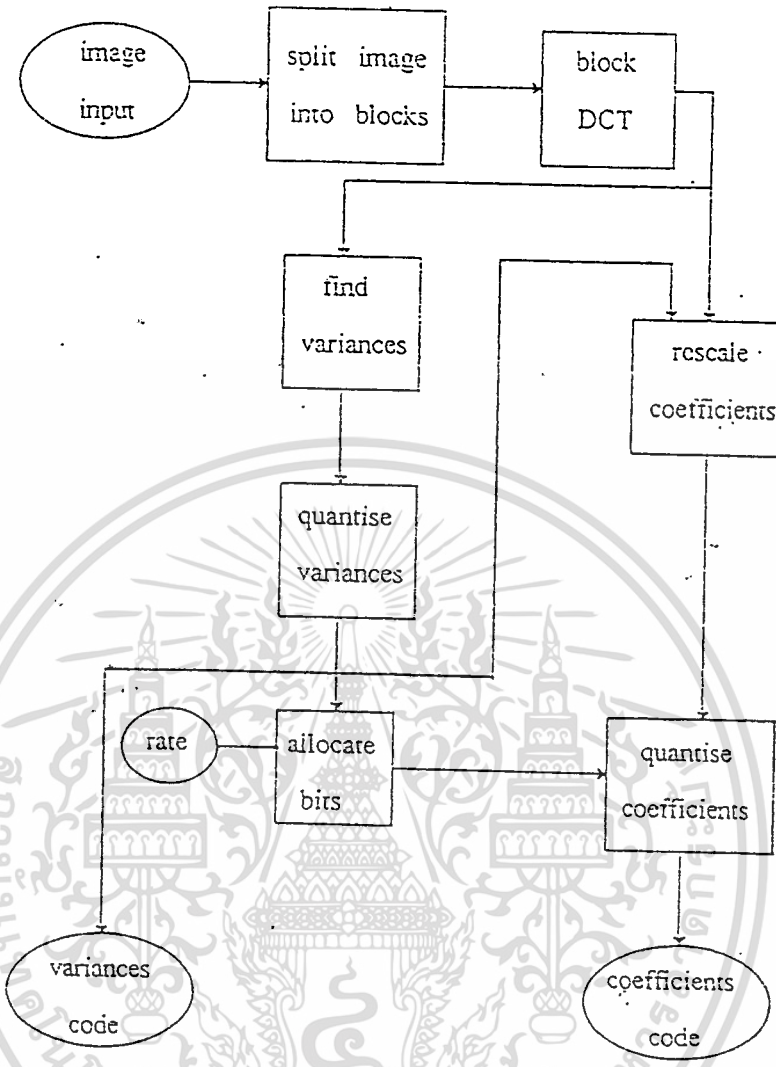
แสดงการแปลงดีสครีตโคไซน์ที่ทำในบล็อกขนาด 8x8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมประสิทธิ์ของ g(0,0) นั้นจะเป็นสัมประสิทธิ์ที่ค่าความถี่ 0 ซึ่งจะเรียกว่าสัมประสิทธิ์ DC ซึ่งจะเป็นค่าเฉลี่ยของค่าในแต่ละบล๊อก

ในแต่ละค่าภายในบล๊อกของข้อมูลภาพ ซึ่งโดยปกติค่าของจุดภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยจากจุดถึงจุด ดังนั้นขนาดของความถี่ที่ต่ำที่สุดจะสูงที่สุด ส่วนค่าของความถี่กลางและสูงจะมีค่าที่น้อยหรืออาจจะเป็นศูนย์ซึ่งในส่วนนี้จะไม่นำมาใช้อาจจะทอนลงไปดังแสดงในภาพที่ 4.2ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงตอน Forward Transform ของ DCT

หลังจากการผ่านการ Transform โดย Discrete Cosine Transform เพื่อเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปของ frequency domain พลังงานรวมส่วนใหญ่ของข้อมูลจะถูกเก็บ Z(pack) อยู่ในสัมประสิทธิ์เพียงไม่กี่ตัวของการ Transform จากสัมประสิทธิ์ที่ได้จะถูกนำมาหาค่า variances ของแต่ละบล็อค เพื่อที่จะนำค่า Standard deviation ไปคำนวณหา bit allocate สำหรับการจัดให้กับสัมประสิทธิ์แต่ละตัวในบล็อค และนอกจากนั้นยังส่งค่า Standard deviation ไปยังทางด้านรับรับด้วย เพื่อใช้ในตอน decode ดังนั้น จึงต้องทำการจัดระดับ (quantise) ค่านี้ก่อนที่นะเก็บหรือส่งไปยังด้านรับ และค่าสัมประสิทธิ์ตัวอื่นๆ ก็จะถูกปรับระดับ (normalize) ด้วยค่าของ variances ที่ได้หลังจากการกำหนด bit allocate เพื่อปรับค่าของสัมประสิทธิ์ให้อยู่ในช่วงของค่าบิทเรทที่กำหนด ก่อนที่จะทำการ quantise ส่วนการกำหนดค่า bit allocate ของสัมประสิทธิ์ที่ตำแหน่ง (u,v) หลังการ Transform ในแต่ละบล็อค คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$
\begin{aligned}
b_{uv} &= R + 0.5\log_2\left\{\sigma_{uv}2/\left(\prod_{k=0}^{n-1}\prod_{k=0}^{n-1}\sigma_{kl}2\right)1/N\right\} \\
&= \log_2(\sigma_{uv}) + R - (1/N)\log_2\left(\pi\ \pi\ \sigma_{kl}\right) \qquad \cdots\cdot(4.1.4) \\
&= \log_2(\sigma_{uv}) + \beta
\end{aligned}
$$

เมื่อค่า σ_{uv} คือค่า Standard deviation ของสัมประสิทธิ์ ของการ Transform ที่ความถี่ (u,v) และ σ_{kl} เป็นค่า Standard deviation ของสัมประสิทธิ์ของการ Transform ที่ตำแหน่ง kl โดย k และ l มีค่าเป็น 0 ถึง n-1 เมื่อ n คือขนาดของบล็อค และ N คือจำนวนของสัมประสิทธิ์ในแต่ละบล็อค โดยที่ค่าคงที่ β กำหนดได้จาก

$$
\beta = R - (1/N)\log\left[\prod_{k=0}^{n-1}\prod_{k=0}^{n-1}\sigma_{kl}\right] \qquad \cdots\cdot(4.1.5)
$$

และค่าสูงสุดของบิทที่จะกำหนดให้กับ สัมประสิทธิ์แต่ละตัวจะกำหนดให้อยู่ได้ภาพ ค่า b_{max} $0 < b_{uv} < b_{max}$ และค่า b_{uv} เป็นจำนวนเต็ม

โดยที่ $\sum\sum_{u\ v} b_{uv} = B$ และ $B = R$ เมื่อ R คือ ค่าบิทเรทที่ต้องการ

หลังจากการคำนวณ bit allocation ค่าสัมประสิทธิ์ของการ Transform แต่ละตัวในบล็อกจะถูกปรับค่า (normalize) ให้อยู่ในช่วงขนาดของค่าไม่เกินจำนวนบิทที่กำหนด แล้วจึงทำการ quantise ค่าของสัมประสิทธิ์แต่ละตัว โดยอาศัยคุณสมบัติการกระจายพลังงานของสัมประสิทธิ์ของการ Transform ที่กล่าวไว้ว่า พลังงานส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงที่ความถี่ต่ำๆ หรืออาจนำรูปแบบการกระจายความหนาแน่นแบบ Gaussian หรือ Laplacian มาใช้ก็ได้ ดั้งนั้นสัมประสิทธิ์ที่อยู่มุมซ้ายบนจะเป็นกลุ่มของความถี่ต่ำ ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญจะถูกกำหนดด้วยจำนวนบิทสูง ในขณะที่กลุ่มสัมประสิทธิ์ที่อยู่มุมขวาล่างจะเป็นกลุ่มของความถี่สูง ซึ่งถือว่าไม่สำคัญจะถูกกำหนดด้วยจำนวนต่ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 8 8 7 7 7 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4
8 8 7 6 5 5 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2
8 7 6 4 4 4 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2
7 6 4 3 2 2 2 2 1 1 1 1 0 0 0 0
7 5 4 2 2 2 2 1 1 1 0 0 0 0 0 0
7 5 4 2 2 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0
5 5 3 2 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5 3 3 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 3 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 3 2 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 3 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
4 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการกำหนดบิทให้กับสัมประสิทธิ์ในโดเมน ความถี่หลังการแปลงด้วย DCT กับบล็อคข้อมูลนาด 16*16 ซึ่งสามารถลดข้อมูลลงได้ จาก 8 บิทต่อจุดภาพให้ เหลือ 1.5 บิทต่อจุดภาพ

สำหรับขั้นตอนที่จะนำภาพกลับคืนมาหลังจากที่ได้เข้ารหัสไวแล้ว สิ่งที่ต้องนำมาใช้คือ ค่าของสัมประสิทธิ์ และค่าของ Variances ของการ Transform โดยค่าของ Variances ถูกมาคำนวณค่า bit allocation จากค่าบิทเรทที่กำหนด แล้วจึงนำค่าที่ได้นี้ไปใช้ในการคำนวณปรับค่าของสัมประสิทธิ์ ที่ได้จากการเข้ารหัสในตอนแรก เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์เดิมกลับมา (rescale coefficients) เพื่อจะได้ทำ Inverse Transform ต่อไป โดยมีสมการของการ Inverse Transform เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี แปลงกลับแบบ 1 มิติ (One dimensional Inverse Transform)

$$f(n) = \sqrt{(2/N)}\,\alpha(k)\sum_{k=0}^{N1} F(k)\cos\left[(2n+1)\pi k/2n\right] \qquad .....(4.1.6)$$

เมื่อ k = 0, 1,....., N-1

เมื่อ f(n) เป็นผลที่ได้จากการทำ Inverse Transform กับ F(k) ซึ่งสัมประสิทธิ์จากการ Transform

กรณี แปลงกลับแบบ 2 มิติ (Two diminsional Inverse Transform)

$$f(m,n) = \frac{2}{N}\alpha(u)\alpha(v)\sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1} F(u,v)\cos\left[\frac{(2m+1)u\pi}{2N}\right]\cos\left[\frac{(2N+1)v\pi}{2N}\right] \qquad ....(4.1.7)$$

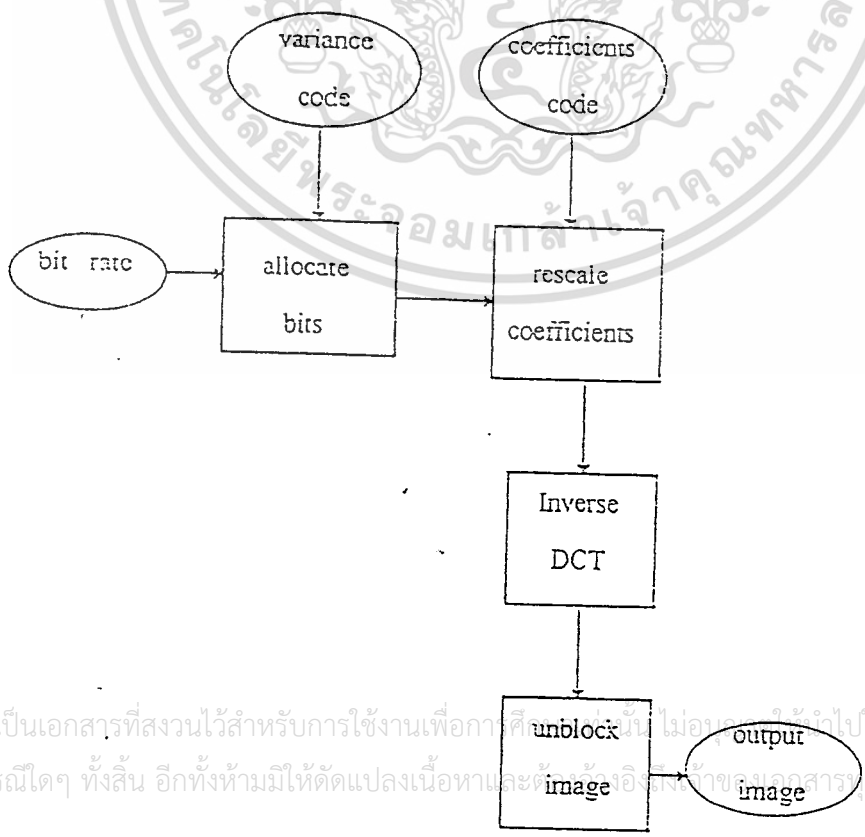
เมื่อ

$\alpha(0) = \sqrt{(1/2)}$ และ $\alpha(k) = 1$ เมื่อ k ไม่เท่ากับ 0

m,n เป็นตำแหน่งของจุดภาพ มีค่าตั้งแต่เป็น 0, 1, 2, ... N-1

F(u,v) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการ Transform ภาพขนาด N*N

f(m,n) เป็นผลลัพธ์ของการทำ Inverse Transform



รูปที่ 4.3 แผนภาพแสดงตอน DCT decoding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่า การลดข้อมูลภาพโดยใช้หลักการของการ Transform จะเป็นที่ยอมรับ และได้รับความนิยมแพร่หลายมาจะทุกวันนี้ เพราะสามารถสร้างในลักษณะของ real time ได้ด้วย แต่ว่าของบิทเรทที่ใช้จะอยู่ในช่วง 1 ถึง 0.5 เพราะต่ำกว่านี้ คุณภาพของภาพที่ได้จะแย่มาก คือเป็นภาพที่ขาดรายละเอียด ส่วนของขอบภาพจะเบลอไม่มีความคมชัด ทั้งนี้เนื่องจากการแปลง data domain ไปอยู่ในรูปของ frequency domain นั้น ที่ช่วงความถี่สูงๆ ซึ่งเป็นส่วนบริเวณขอบต่างๆ ในภาพมักจะถูกตัดทิ้งไปเพื่อให้ขนาดของข้อมูลลดลง จึงทำให้ขอบต่างๆ ในภาพไม่คมชัด และภาพที่ได้ยังมีลักษณะเป็นบล็อคๆ ตามขนาดของบล็อคที่ถูกแบ่งในตอน Transform

4.2 เกณฑ์การวัดความเหมือนจริงของภาพ (Image Fidelity)

ในการลดข้อมูลภาพนั้น จะมีส่วนหนึ่งที่เกิดผิดพลาดหรือสูญเสียไป ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้จะมีผลตอนที่สร้างภาพกลับคืนมา (reconstruction) และค่าความผิดพลาดนี้จะอยู่ในช่วงหนึ่งที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้นเกณฑ์การวัดความเหมือนจริงของภาพสามารถนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพความเหมือนจริงของภาพคือ ค่า root-mean-square (rms) ของ error ระหว่างข้อมูลภาพอินพุท และข้อมูลภาพเอาท์พุท (Signal-to-Noise Ratio) เมื่อกำหนดให้ข้อมูลภาพอินพุทประกอบด้วยอาเรย์ขนาด N*N ของจุดภาพ f(x,y) โดยที่ x,y มีค่าเป็น 0,1, ... N-1 แต่ละจุดภาพมีค่าของระดับสีเทาที่เป็นไปได้ คือ 2 ยกกำลัง m เป็นจำนวนบิทของเลขฐานสอง

สำหระบทุกค่าของ x และ y ในช่วง 0,1,...N-1 ค่า error ระหว่างจุดภาพอินพุท และเอาท์พุทคือ

$$e(x,y) = g(x,y) - f(x,y) \qquad \text{.....(4.2.1)}$$

เมื่อ f(x,y) คือ input image ณ.จุด x,y ใดๆ

เมื่อ g(x,y) คือ output image ณ.จุด x,y ใดๆ

ค่าเฉลี่ยของerror กำลังสองของภาพ (mean square error) คือ

$$e2 = (1/N^2)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{x=0}^{N-1}\{e(x,y)\}^2$$

$$= (1/N^2)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{x=0}^{N-1}\{g(x,y)-f(x,y)\}^2 \qquad \text{.... (4.2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น rms ของ error จึงสามารถเขียนได้ดังนี้ คือ

$$e_{rms} = \left(e^2\right)^{1/2} \qquad \text{.....(4.2.3)}$$

ค่า root mean square error เป็นค่าที่ใช้ในการวัดความแตกต่างของข้อมูลอินพุทกับข้อมูลเอาท์พุท แต่เมื่อพิจารณาขนาดของข้อมูลเอาท์พุท ต่อขนาดสัญญาณรบกวน (noise) ก็จะได้เป็นค่า Signal-to-Noise (SNR) เมื่อกำหนดได้สัญญาณภาพเอาท์พุทแต่ละจุดประกอบด้วยสัญญาณอินพุทบวกด้วยค่าสัญญาณรบกวน นั้นคือ

$$g(x.y) = f(x,y) + e(x,y) \qquad \text{....(4.2.4)}$$

ดังนั้นค่า mean square Signal-to-Noise ของข้อมูลภาพเอาท์พุท สามารถหาได้โดยค่าเฉลี่ยของสัญญาณอินพุทกำลังสอง $f^2(x,y)$ หารด้วยค่าเฉลี่ยของสัญญาณรบกวนกำลังสอง $e^2(x,y)$ ของข้อมูลภาพทั้งหมด ซึ่งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$(SNR) = \frac{\left(1/N^2\right)\sum_{X=0}^{N-1}\sum_{X=0}^{N-1} f^2(x,y)}{\left(1/N^2\right)\sum_{X=0}^{N-1}\sum_{X=0}^{N-1} e^2(x,y)} \qquad \text{..... (4.2.5)}$$

ค่า rms ของ SNR จึงสามารถเขียนได้ดังต่อไปนี้

$$(SNR) = \left\{\left(1/N^2\right)\sum_{X=0}^{N-1}\sum_{X=0}^{N-1} g^2(x,y)/\left(1/N^2\right)\sum_{X=0}^{N-1}\sum_{X=0}^{N-1} e^2(x,y)\right\}^{1/2} \qquad \text{.....(4.2.6)}$$

โดยที่เทอมส่วนของสมการข้างบน เป็นสมการของสัญญาณรบกวนที่อยู่ในรูปของผลต่างระหว่างข้อมูลอินพุทกับเอาท์พุท

หรือ เราอาจคิดเป็นค่า $(SNR)_{rms}$dB ได้ โดย

$$(SNR)rms\ dB = 20\ log(SND)rms \qquad \text{.....(4.2.7)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวิธีการที่ใช้ในการวัดความเหมือนจริงของภาพที่กล่าวมาข้างบนนี้ ไม่สามารถที่จะบ่งบอก หรือใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณได้แต่เพียงอย่างเดียว ในกรณีของภาพเอาท์พุทที่ได้จากการประมวลผล หรือรับส่งสัญญาณ โดยสายตาของมนุษย์เป็นตัวรับภาพจากจอภาพอีกที่หนึ่ง อย่างเช่น broadcast TV, ppicture phone , หรืองานต่างๆ ที่มีการใช้ Image Processing เป็นต้น ระบบการมองเห็นของมนุษย์จะมีคุณสมบัติพิเศษกล่าวคือ ระบบการมองเห็นจะมีคุณสมบัติพิเศษกล่าวคือ ระบบการมองเห็นของตาจะไวต่อความเข้มของของแสงในลักษณะของ logarithmic ดังนั้น error ในบริเวณที่เป็นที่มืดของภาพ จะเป็นได้ชัดกว่า error ที่อยู่ในบริเวณที่สว่าง และระบบการมองเห็นยังไวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างทันที่ทันใด ของระดับความเทาด้วย error ที่อยู่บนขอบหรือใกล้ๆ ขอบของภาพจะเป็นได้ชัดกว่า error ที่อยู่ในโครงสร้างที่เป็นฉากหลังของภาพ ด้วยเหตุนี้ถึงแม้ว่าภาพสองภาพจะมีค่าของ rms,error เท่ากัน แต่อาจจะปรากฏความแตกต่างของคุณภาพของการมองเห็นที่แตกต่างกันได้

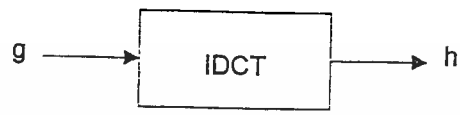
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ A^T คือ ของเมตริกซ์

และ Inverse Discrete Cosine Transform ของ g แสดงได้ดังสมการที่ (2)

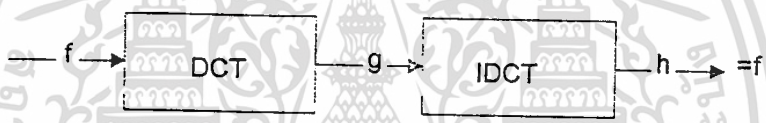
$$h = IDCT(g)$$

$$h = A^T gA \qquad \text{....(4.3.2)}$$



รูปที่ 4.5 แสดงแผนภาพการแปลงกลับเมตริกซ์

เมื่อ f saturated จะได้



รูปที่ 4.6 แสดงแผนภาพการแปลงกลับเมตริกซ์

ในการแปลงเมตริกซ์ ขนาด 8X8 (N=8) จะได้ค่า A ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 0.354 & 0.49 & 0.462 & 0.416 & 0.354 & 0.278 & 0.191 & 0.098 \\ 0.354 & 0.416 & 0.191 & -0.098 & -0.354 & -0.49 & -0.462 & -0.278 \\ 0.354 & 0.278 & -0.191 & -0.49 & -0.354 & 0.098 & 0.462 & 0.416 \\ 0.354 & 0.098 & -0.462 & -0.278 & 0.354 & 0.416 & -0.191 & -0.49 \\ 0.354 & -0.098 & -0.462 & 0.278 & 0.354 & -0.416 & -0.191 & 0.49 \\ 0.354 & -0.278 & -0.191 & 0.49 & -0.354 & -0.098 & 0.462 & -0.416 \\ 0.354 & -0.416 & 0.191 & 0.098 & -0.354 & 0.49 & -0.462 & 0.278 \\ 0.354 & -0.49 & 0.462 & -0.416 & 0.354 & -0.278 & 0.191 & -0.098 \end{bmatrix}$$

<u>โดยมีผลการทดลองดังนี้</u>

f คือข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f1 = \begin{bmatrix} 97 & 97 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 88 & 88 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 88 & 88 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 92 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 88 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 83 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 80 & 80 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

$$f2 = \begin{bmatrix} 50 & 97 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 50 & 88 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 50 & 88 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 92 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 88 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 83 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 50 & 80 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

$$f3 = \begin{bmatrix} 50 & 50 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 50 & 50 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 50 & 50 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 50 & 50 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

g คือ discrete cosine transform ของ matrix f จะได้

$g1 = A.f1.A^T$

$$g1 = \begin{bmatrix} 630.341 & -183.1 & 133.915 & -53.075 & 68.138 & -9.024 & 42.518 & 16.025 \\ -134.673 & 35.677 & -30.899 & 11.755 & -17.532 & 3.886 & -5.842 & 3.108 \\ 134.481 & -45.825 & 29.573 & -13.742 & 20.283 & 0.138 & 8.577 & 3.64 \\ -30.204 & 5.62 & -6.366 & 2.372 & -2.562 & 1.176 & -7.182 & -5.883 \\ 74.19 & -19.866 & 16.842 & -8.131 & 13.898 & -1.432 & 2.538 & 2.443 \\ 0.831 & -0.663 & -0.107 & 5.453 & 4.457 & 1.594 & -0.739 & -0.15 \\ 43.659 & -8.6 & 12.061 & -3.921 & 4.912 & 0.175 & 6.995 & -0.56 \\ 25.078 & -4.716 & 3.57 & 1.433 & 0.385 & -3.554 & 3.064 & -0.45 \end{bmatrix}$$

$g2 = A.f2.A^T$

$$g2 = \begin{bmatrix} 596.326 & -217.116 & 99.915 & -87.09 & 34.122 & -43.04 & 8.502 & -17.99 \\ -130.597 & 39.754 & -26.822 & 15.831 & -13.455 & 7.963 & -1.765 & 7.185 \\ 127.439 & -52.867 & 22.531 & -20.784 & 13.241 & -6.904 & 1.535 & -3.402 \\ -28.38 & 7.444 & -4.542 & 4.197 & -0.788 & 3 & -5.358 & -4.058 \\ 69.587 & -24.469 & 12.24 & -12.734 & 9.295 & -6.035 & -2.605 & -2.16 \\ -1.035 & -2.529 & -1.973 & 3.586 & 2.591 & -0.272 & -2.605 & -2.016 \\ 39.99 & -12.269 & 8.392 & -7.59 & 1.243 & -3.494 & 3.326 & -4.229 \\ 23.373 & -6.422 & 1.864 & -0.273 & -1.321 & -5.26 & 1.358 & -2.156 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$g3 = A.f3.A^T$

$$g3 = \begin{bmatrix} 545.693 & -260.04 & 71.218 & -97.161 & 44.194 & -14.359 & 51.426 & 32.642 \\ -120.258 & 48.518 & -20.966 & 17.888 & -15.511 & 2.106 & -10.53 & -3.154 \\ 118.69 & -60.284 & 17.575 & -22.524 & 14.982 & -1.948 & 8.952 & 5.347 \\ -29.28 & 6.681 & -5.052 & 4.018 & -0.559 & 3.51 & -4.595 & -3.158 \\ 63.035 & -30.023 & 8.528 & -14.037 & 10.598 & -2.324 & 3.49 & 4.393 \\ -1.84 & -3.211 & -2.429 & 3.426 & 2.751 & 0.184 & -1.923 & -1.211 \\ 35.738 & -15.874 & 5.983 & -8.436 & 2.089 & -1.085 & 6.931 & 0.024 \\ 19.734 & -9.507 & -0.197 & -0.997 & -0.597 & -3.199 & 4.442 & 1.482 \end{bmatrix}$$

h คือ inverse discrete cosine transform ของ g จะได้

$h1 = A^T.g1.A$

$$h1 = \begin{bmatrix} 97 & 97 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 88 & 88 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 88 & 88 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 92 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 88 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 80 & 83 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 80 & 80 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

$h2 = A^T.g2.A$

$$h2 = \begin{bmatrix} 50 & 97 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 50 & 88 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 50 & 88 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 92 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 88 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 83 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 50 & 80 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$h3 = A^T.g3A$

$$h3 = \begin{bmatrix} 50 & 50 & 97 & 102 & 102 & 102 & 102 & 102 \\ 50 & 50 & 97 & 97 & 97 & 97 & 102 & 97 \\ 50 & 50 & 97 & 88 & 88 & 97 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 83 & 88 & 82 & 88 & 88 & 88 \\ 50 & 50 & 80 & 86 & 88 & 86 & 86 & 86 \\ 50 & 50 & 83 & 83 & 80 & 80 & 83 & 88 \end{bmatrix}$$

เมื่อนำไปใช้สร้างจริงค่าของ A ซึ่งเป็นจุดทศนิยมต้องทำการคูณด้วยค่า 1024 เพื่อทำให้มีส่วนของจำนวนเต็มเพื่อสะดวกที่จะนำไปทำการคูณ ในงานที่เป็นดิจิตอล และสามารถที่จะหารกลับได้ง่ายโดยจะได้ค่าของ A X 1024 ซึ่งเป็นค่า Coeff ที่จะนำไปใช้จริงในวงจร ดังนี้

$$coeff = \begin{bmatrix} 362 & 502 & 473 & 426 & 362 & 284 & 196 & 100 \\ 362 & 426 & 196 & -100 & -362 & -502 & -473 & -284 \\ 362 & 284 & -196 & -502 & -362 & 100 & 473 & 426 \\ 362 & 100 & -473 & -284 & 362 & 426 & -196 & -502 \\ 362 & -100 & -473 & 284 & 362 & -426 & -196 & 502 \\ 362 & -284 & -196 & 502 & -362 & -100 & 473 & -426 \\ 362 & -426 & 196 & 100 & -362 & 502 & -473 & 284 \\ 362 & -502 & 473 & -426 & 362 & -284 & 196 & -100 \end{bmatrix}$$

ซึ่งจะได้ discrete cosine transform ของ matrix f (ซึ่งค่าที่ส่งออกในวงจรจริงจะส่งเฉพาะค่าที่เป็นจำนวนเต็ม)ดังนี้

$gg1 = coeff.f1.coeff^T/1024.1024$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$gg1 = \begin{bmatrix} 630.22 & -182.874 & 133.909 & -52.856 & 67.866 & -9.074 & 42.352 & 16.069 \\ -134.466 & 35.573 & -30.856 & 11.689 & -17.452 & 3.891 & -5.791 & 3.104 \\ 134.461 & -45.773 & 29.578 & -13.695 & 20.225 & 0.123 & 8.541 & 3.645 \\ -29.999 & 5.554 & -6.323 & 2.346 & -2.528 & 1.178 & -7.161 & -5.88 \\ 73.931 & -19.768 & 16.788 & -8.085 & 13.837 & -1.435 & 2.502 & 2.44 \\ 0.796 & -0.658 & -0.115 & 5.455 & 4.451 & 1.596 & -0.743 & -0.149 \\ 43.5 & -8.538 & 12.027 & -3.889 & 4.874 & 0.173 & 6.972 & -0.561 \\ 25.113 & -4.722 & 3.578 & 1.437 & 0.379 & -3.555 & 3.059 & -0.448 \end{bmatrix}$$

$gg2 = coeff.f2.coeff^T/1024.1024$

$$gg2 = \begin{bmatrix} 596.213 & -216.883 & 99.9 & -86.865 & 33.856 & -43.084 & 8.343 & -17.941 \\ -130.4 & 39.64 & -26.789 & 15.756 & -13.385 & 7.958 & -1.725 & 7.171 \\ 127.421 & -52.813 & 22.538 & -20.735 & 13.185 & -6.917 & 1.501 & -3.395 \\ -28.186 & 7.367 & -4.51 & 4.159 & -0.715 & 2.991 & -5.348 & -4.067 \\ 69.342 & -24.357 & 12.199 & -12.673 & 9.248 & -6.024 & -2.087 & -2.149 \\ -1.068 & -2.522 & -1.98 & 3.591 & 2.587 & -0.268 & -2.607 & -2.013 \\ 39.839 & -12.199 & 8.366 & -7.55 & 1.214 & -3.488 & 3.311 & -4.222 \\ 23.406 & -6.429 & 1.871 & -0.27 & -1.328 & -5.261 & 1.352 & -2.155 \end{bmatrix}$$

$gg3 = coeff.f3.coeff^T/1024.1024$

$$gg3 = \begin{bmatrix} 545.602 & -259.832 & 71.268 & -96.947 & 43.938 & -14.451 & 51.291 & 32.67 \\ -120.078 & 48.398 & -20.95 & 17.812 & -15.441 & 2.119 & -10.48 & -3.15 \\ 118.675 & -60.235 & 17.59 & -22.477 & 14.927 & -1.969 & 8.922 & 5.35 \\ -29.102 & 6.59 & -5.028 & 3.977 & -0.533 & 3.509 & -4.571 & -3.151 \\ 62.812 & -29.899 & 8.505 & -13.974 & 10.549 & -2.33 & 3.454 & 4.381 \\ -1.87 & -3.203 & -2.433 & 3.431 & 2.747 & 0.185 & -1.926 & -1.212 \\ 35.599 & -15.797 & 5.967 & -8.395 & 2.058 & -1.089 & 6.909 & 0.019 \\ 19.766 & -9.518 & -0.189 & -0.995 & -0.603 & -3.202 & 4.441 & 1.486 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และให้ hh เป็น inverse discrete cosine tranform ของ gg (ซึ่งค่าที่ส่งออกในวงจรจริงจะส่งเฉพาะค่าที่เป็นจำนวนเต็ม)จะได้

$hh1 = coeff^{T}.gg1.coeff/1024.1024$

$$hh1 = \begin{bmatrix} 96.959 & 96.951 & 96.98 & 101.946 & 101.956 & 101.841 & 101.979 & 101.838 \\ 87.96 & 87.949 & 96.976 & 96.939 & 96.954 & 96.844 & 101.971 & 96.839 \\ 87.982 & 87.97 & 97.001 & 87.975 & 87.982 & 96.877 & 88.001 & 87.875 \\ 87.96 & 87.953 & 87.982 & 87.957 & 87.965 & 87.863 & 87.985 & 87.859 \\ 79.966 & 91.954 & 87.982 & 87.958 & 81.962 & 87.858 & 87.982 & 87.86 \\ 79.869 & 87.858 & 82.879 & 87.852 & 81.863 & 87.758 & 87.875 & 87.754 \\ 79.983 & 82.976 & 80.001 & 85.974 & 87.982 & 85.884 & 86.001 & 85.882 \\ 79.869 & 79.86 & 82.884 & 82.852 & 79.868 & 79.767 & 82.881 & 87.766 \end{bmatrix}$$

$hh2 = coeff^{T}.gg2.coeff/1024.1024$

$$hh2 = \begin{bmatrix} 49.979 & 96.951 & 96.98 & 101.946 & 101.956 & 101.841 & 101.979 & 101.838 \\ 49.975 & 87.949 & 96.976 & 96.939 & 96.954 & 96.844 & 101.971 & 96.839 \\ 49.99 & 87.97 & 97.001 & 87.975 & 87.982 & 96.877 & 88.001 & 87.875 \\ 49.975 & 87.953 & 87.982 & 87.957 & 87.965 & 87.863 & 87.985 & 87.859 \\ 49.979 & 91.954 & 87.982 & 87.958 & 81.862 & 87.858 & 87.982 & 87.86 \\ 49.921 & 87.858 & 82.879 & 87.852 & 81.863 & 87.758 & 87.875 & 87.754 \\ 49.99 & 82.976 & 80.001 & 85.974 & 87.982 & 85.884 & 86.001 & 85.882 \\ 49.921 & 79.86 & 82.884 & 82.852 & 79.868 & 79.767 & 82.881 & 87.766 \end{bmatrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$hh3 = coeff^{T}.gg3.coeff/1024.1024$

$$hh3 = \begin{bmatrix} 49.979 & 49.975 & 96.98 & 101.946 & 101.956 & 101.841 & 101.979 & 101.838 \\ 49.975 & 49.971 & 96.976 & 96.939 & 96.954 & 96.844 & 101.971 & 96.839 \\ 49.99 & 49.981 & 97.001 & 87.975 & 87.982 & 96.877 & 88.001 & 87.875 \\ 49.975 & 49.971 & 87.982 & 87.957 & 87.965 & 87.863 & 87.985 & 87.859 \\ 49.979 & 49.975 & 87.982 & 87.958 & 81.862 & 87.858 & 87.982 & 87.86 \\ 49.921 & 49.917 & 82.879 & 87.852 & 81.863 & 87.758 & 87.875 & 87.754 \\ 49.99 & 49.986 & 80.001 & 85.974 & 87.982 & 85.884 & 86.001 & 85.882 \\ 49.921 & 49.918 & 82.884 & 82.852 & 79.868 & 79.767 & 82.881 & 87.766 \end{bmatrix}$$

โดยจะสังเกตได้ว่าค่าที่ออกมาจะมีค่าน้อยกว่า image f อยู่ในระดับขุดทศนิยม และเมื่อส่งออกเฉพาะค่าของจำนวนเต็มค่าที่ออกมาส่วนมากก็จะมีค่าน้อยกว่า image f อยู่ประมาณ 1 เนื่องจากการปัดทศนิยมของ cosine .ในค่าของ A (หรือ coeff) ที่ใช้ในการ transform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

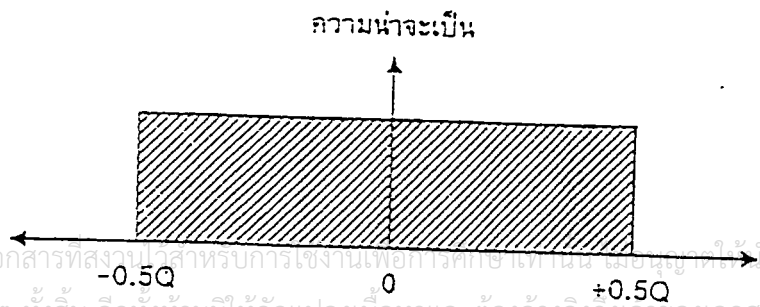
DCT Matrix before	92	3	-9	-7	3	-1	0	2
Quantization	-39	-58	12	17	-2	2	4	2
	-84	-62	1	-18	3	4	-5	5
	-52	-36	-10	14	-10	4	-2	0
	-86	-40	49	-7	17	-6	-2	0
	-62	65	-12	-2	3	-8	2	0
	-17	14	-36	17	-11	3	3	1
	-54	32	-9	22	0	0	1	3
DCT Matrix after	90	0	-7	0	0	0	0	0
Dequantization	-35	-56	9	11	0	0	0	0
	-84	-56	9	11	0	0	0	0
	-45	-33	0	0	0	0	0	0
	-77	-39	45	0	0	0	0	0
	-52	60	0	0	0	0	0	0
	-15	0	-19	0	0	0	0	0
	-51	19	0	0	0	0	0	0

แสดงเมตริกก่อนการ Quantization และผลหลังการ Dequantization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การควอนไทซ์ (Quantization)

องค์ประกอบอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อความเที่ยงตรงของการเปลี่ยนสัญญาณจำกอนาล็อกเป็นดิจิตอลก็คือการควอนไทซ์ เนื่องจากสัญญาณอินพุทเริ่มต้นนั้นเป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการวัดค่าของสัญญาณที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในการวัดค่าของสัญญาณในขณะใดขณะหนึ่ง (Sample) โดยค่าที่ได้นั้นจะมีความเที่ยงตรงหรอไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัด โดยตัวของการเปลี่ยนสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลนั้น จะทำการแบ่งระดับของสัญญาณอินพุทออกเป็นช่วงๆ โดยช่วงเหล่านั้นจะแทนค่าที่เป็นตัวเลขค่าหนึ่งๆ สำหรับประโยชน์ของวิธีการนี้พบเห็นโดยทั่วไปก็คือการนำมาประยุกต์ใช้กับ การมอดูเลตแบบรหัสพัลส์ (Pulse Code Modulation) ในโทรศัพท์ โดยการแบ่งช่วงของสัญญาณอาจจะไม่เท่ากัน (Nonuniform) ตลอดทั้งช่วงของสัญญาณก็ได้ อย่างไรก็ตามในการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนั้นเราอาจจะเรียกการดิจิไตท์ของสัญญาณ (Digitize) โดยทั่วไปของการควอนไตซ์สัญญาณภาพจะแบ่งช่วงของการควอนไตซ์ออกเป็นออกเป็นช่วงที่เท่าๆกัน (Uniform quantization) สำหรับในการแทนค่าที่เป็นตัวเลขให้กับสัญญาณอินพุททำได้โดยการแบ่งระดับของการควอนไทซ์ออกเป็นช่วงๆที่เท่าๆกัน (Uniform quantization) สำหรับในการแทนค่าที่เป็นตัวเลขให้กับสัญญาณอินพุททำได้โดยการแบ่งระดับในการควอนไทซ์ออกเป็นช่วงๆแล้วทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุทที่เข้ามาตกอยู่ในช่วงที่แบ่งไว้แล้วแทนค่าของสัญญาณอินพุทตกอยู่ขณะนั้น และในขณะเดียวกันก็เกิดค่าผิดพลาดขึ้นมาด้วยแต่ค่าผิดพลาดนี้จะไม่เกินครึ่งหนึ่งของช่วงการควอนไทซ์แต่ละช่วง ซึ่งค่าผิดพลาดนี้จะอยู่ในระหว่าง -0.5 ถึง +0.5 ของช่วงการควอนไทซ์แต่ละช่วง (Q) ดังแสดงในภาพที่ 4.2ก ซึ่งจะเป็นการกระจายของความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์มของการผิดพลาดเนื่องจากควอนไทซ์ (Probability distribution of quantize error)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการกระจายของความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม

อินพุทก่อนที่จะผ่านการควอนไทซ์ ผลที่ได้นั้นเมื่อดูจากการทรานส์เฟอร์ฟังก์ชั่นแล้วจะมีความราบเรียบเป็นอย่างมาก และโดยทั่วไปแล้วรูปแบบของการควอนไทซ์นั้นสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

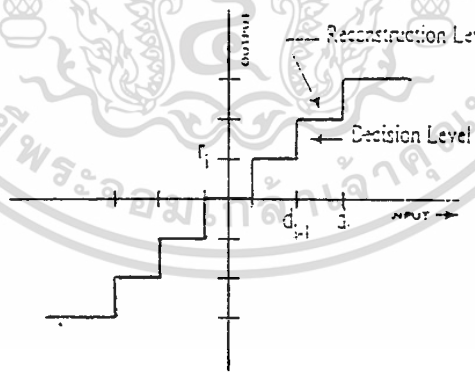
1.ตัวควอนไตแบบมิดเทรด (midtread uniform quantizer)

2.ตัวควอนไทซ์แบบมิดไรซ์ (Midrise quantizer)

เช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาที่การควอนไทซ์แบบยูนิฟอร์มแล้วสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบเหมือนกันคือ

1.ตัวควอนไทซ์แบบมิดเทรดยูนิฟอร์ม (Midtread uniform quantizer) ลักษณะของการควอนไตซ์แบบนี้ คือค่าของสัญญาณอินพุทที่ในช่วงใกล้กับค่าที่เป็นศูนย์นั้นจะถูกแทนด้วยค่าของสัญญาณเอาท์พุทที่เป็นศูนย์ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 ก

2.ตัวควอนไทซ์แบบมิดเทรดยูนิฟอร์ม (Midrise uniform quantizer) จากภาพที่ 4.3ข จะสัญญาณอินพุท 2 สัญญาณที่อยู่ใกล้กับค่าที่เป็นศูนย์ในช่วงบวก (+) และ (-) โดยแทนค่าสัญญาณอินพุทให้ใกล้กับค่าที่เป็นศูนย์ทางด้านบวก ด้วยค่าของระดับที่เป็นค่าบวกให้กับสัญญาณเอาท์พุท และแทนค่าสัญญาณอินพุทใกล้กับค่าที่เป็นศูนย์ทางด้านลบ ด้วยค่าของระดับที่เป็นค่าลบให้กับสัญญาณเอ้าท์พุท



แสดงระดับของการควอนไทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประมวลผลของสัญญาณทางเชิงเลข จะแบ่งระดับหรือย่านของข้อมูลออกเป็นช่วงๆ โดยที่แต่ละช่วงจะแทนระดับของข้อมูลที่เป็นค่าเดี่ยวๆในที่นี้ก็คือการควอนไทซ์ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

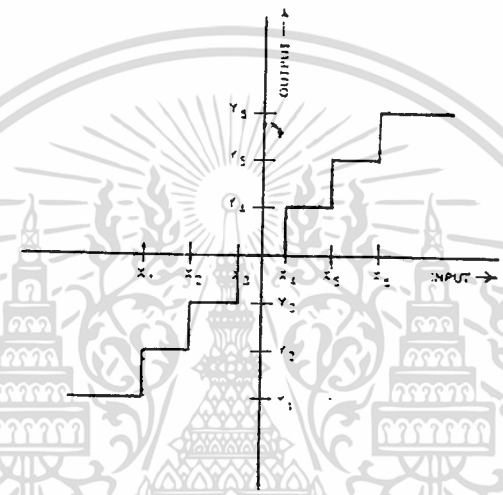
1.แบบยูนิฟอร์ม (Uniform)

2.แบบนอน-ยูนิฟอร์ม (Non-Uniform)

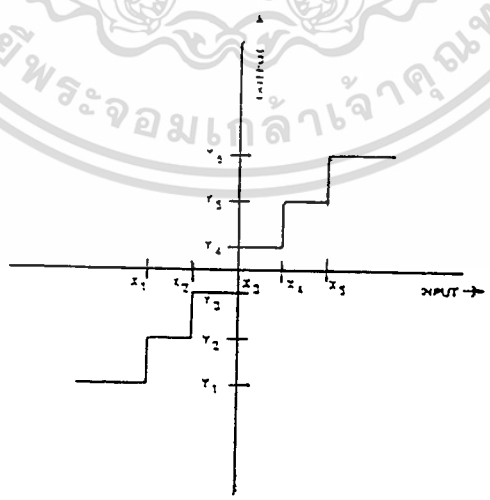
ในที่นี้ได้เลือกการควอนไทซ์แบบยูนิฟอร์มดังแสดงในภาพที่ 4.3 ค ในการออกแบบตัวควอนไทซ์นั้นโดยจะมี Di ; I=0,1,2,...L หมายถึงระดับของการตัดสินใจ (Decision Level) เมื่อมีข้อมูลอินพุทเข้ามาในช่วงของระดับของการตัดสินใจจะทำให้เกิด Ri ; I=ระดับของข้อมูลผลลัพธ์ (Reconstruction Level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการปฏิบัติแล้วนั้น ตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอลจะมีการขดเขยในส่วนของการเกิดความผิดพลาดจากการควอนไทซ์สัญญาณ โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่าการ Dithering โดยเทคนิคนี้จะทำการบวกสัญญาณรบกวนเข้าไปในสัญญาณ



(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงภาพ (ก) และ (ข) แสดงการควอนไทซ์แบบมิดเทรดและแบบมิดไรซ์ตามลำดับ

4.4 การลดข้อมูลภาพด้วยวิธี Runlength Limitted (RLL)

การลดข้อมูลด้วยวิธีนี้ อาศัยลักษณะทั่วไปของข้อมูลภาพที่จะต้องมีส่วนของฉากหลัง (Blackground) และ พื้นหน้า (Forground) ในส่วนของ ฉากหลังจะมีรายละเอียดของภาพไม่มากนัก ส่วนนี้เองจะมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้อย เมื่อเทียบกับส่วนของ (Forground) ซึ่งมีรายละเอียด และการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมาก ในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลน้อยนี่เอง ที่เราสามารถนำการเข้ารหัสแบบ Runlength มาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเข้ารหัสแบบนี้ จะจัดข้อมูงภาพเดิม ให้อยู่ของคู่ลำดับ (Gi,Li) โดย Gi แทนระดับความเข้ม หรือ Graylevel Li แทนความยาวของข้อมูลหรือ จำนวนจุดที่มีระดับ Graylevel Gi การเข้ารหัสแบบนี้มีด้วยกัน 2 วิธีใหญ่คือ

<u>วิธีที่ 1</u> จะทำการอ่านข้อมูลเข้ามา โดยการนับจำนวนข้อมูลที่ซ้ำกัน กับข้อมูลนั้นเข้ามาด้วย แล้วแปลงข้อมูลไปเป็น 2 Byte คือ ในไบท์แรก จะเก็บจำนวนตัวข้อมูลที่ซ้ำกัน โดยจะมีไบท์ที่สอง เก็บค่าข้อระดับสสีที่ซ้ำกันนั้นเอาไว้ โดยใน 1 ชุดข้อมูล เอาท์พุท (2Byte) จะนับจำนวนจุดที่ซ้ำกันได้ 256 จุดสี ตัวอย่างของการเข้ารหัสข้อมูลเช่น

ข้อมูลเป็น (ค่าที่แสดงเป็นเลขฐาน 16)

(AC AC AC AC 15 15 15 15 15 15 45 45 78 20 10 10 10 10)

เข้ารหัสได้เป็น

AC 06 15 02 45 01 78 01 20 04 10

จะเห็นได้ว่าเราสามารถ ลดข้อมูลจาก 19 Byte เหลือ 12Byte ซึ่งหากข้อมูลซ้ำกันถึง 256 จุด แล้วจะทำให้ เราลดข้อมูลลงไปได้อย่างมหาศาล แต่ในขณะเดียวกันหากเกิดกรณีที่แย่ที่สุดของการใช้วิธีนี้ก็คือ กรณีที่ข้อมูลแต่ละตัวไม่ซ้ำกับจุดข้างเคียงเลย ซึ่งจะทำให้ผลของการเข้ารหัส จะได้รหัสที่ยาวเป็น 2 เท่าของข้อมูลอินพุท

<u>วิธีที่ 2</u> จากความบกพร่องของวิธีการทำ Runlength Encoding วิธีแรกตรงที่โปรแกรมจะทำการเข้ารหัสข้อมูล เมื่อนับจำนวนข้อมูลได้ตั้งแต่ 1-255 จุด ดังนั้นถ้าเกิดข้อมูลของเรามีจุดสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อยู่โดดๆ(ไม่ซ้ำกับจุดข้างเคียง) อยู่มากมายจะทำให้ข้อมูลเล็กลงมากนักหรืออาจจะใหญ่กว่า Origin ด้วย และ Pixel ที่ซ้ำกันที่เดียวถึง 255 ตัว คงไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก จึงได้มีแนวความคิดที่จะทำการแก้ไขปัญหาของการทำ Runlength วิธีแรกเกี่ยวกับการมีข้อมูลที่ไม่ซ้ำกันกับตัวข้างเคียง โดยมีหลักการอยู่ 2 ข้อดังนี้

1.จะไม่ทำการลดข้อมูลกับส่วนที่มีจำนวนซ้ำกันน้อยกว่า 3 ตัว

2.จะมีการทำเครื่องหมายเพื่อที่จะแยกส่วนที่การลดกับส่วนที่ไม่มีการลดข้อมูลออกจากกัน โดยใช้บิทๆหนึ่งเป็นตัวบอกว่าเป็นตัวถูกลดหรือไม่

จากหลักการดังกล่าวนี้จะใช้บิทที่ 7 ของไบท์บอกขนาดเป็นตัวบอกว่าข้อมูลที่ต่อจากนี้ไปมีการลดขนาดข้อมูลหรือไม่ ส่วนบิทที่เหลือเราก็ยังคงใช้บอกขนาดต่อไป เมื่อเรานับ Pixel ได้ซ้ำกันตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป บิทที่ 7 ของไบท์บอกขนาดจะถูกแทนให้เป็น 1 หรือ และเราจะเริ่มนับ 1 ตั้งแต่ Pixel ที่ซ้ำากันตั้งแต่ตัวที่ 4 เป็นต้นไป ทำให้บิตบอกขนาดมีค่าตั้งแต่ 3-130 หรือ ใน 2 Byte นี้เราอาจเก็บได้ถึง 130 Byte ส่วนในการกรณีที่ไม่มีการลดขนาดบิทที่ 7 ของ Byte บอกขนาดก็จะถูก set ให้เป็น 0 และ 7 bit ที่เหลือจะบอกจำนวนของข้อมูลที่มีค่าไม่ซ้ำกันนั้นโดยค่าที่ตามมาเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกลดขนาด เป็นจำนวนไบท์เท่ากับจำนวนที่แสดงไว้ในไบท์บอกขนาด ซึ่งจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 127 โดยจำนวนจริงจะมีค่าเท่ากับไบท์บอกขนาดไบท์บอกขนาดบวกหนึ่งตัวอย่างเช่น

ข้อมูลเป็น (ค่าที่แสดงเป็นเลขฐาน 16)

AC AC AC AC 15 15 15 15 15 15 45 45 78 20 10 10 10 10

เข้ารหัสได้เป็น

81 AC 83 15 03 45 78 20 81 10

ความหมาย :81 (ถูกลดขนาดลง 4 ไบท์มีค่า) AC

:83 (ถูกลดขนาดลง 6 ไบท์มีค่า) 15

:03 (ไม่ถูกลดขนาดลง 4 ไบท์มีค่า)45 45 78 20

:81(ถูกลดขนาดลง 4 ไบท์มีค่า) 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยวิธีนี้ผลลัพธ์ที่ได้จะแย่ที่สุดในกรณีที่เกิดมีข้อมูลที่ไม่ซ้ำกันเลยมากกว่า 128 ไบท์ เมื่อทำการเข้ารหัสจะได้รหัสถึง 129 ไบท์ สำหรับทุกๆ 128 ไบท์ของข้อมูลอินพุท และในกรณีที่ดีที่สุดก็คือ เมื่อซ้ำกันถึง 128 ไบท์ เมื่อเข้ารหัสแล้วจะได้ข้อมูลที่ลดลงเหลือเพียง 2 ไบท์

ความสามารถในการลดข้อมูลภาพด้วย Runlength

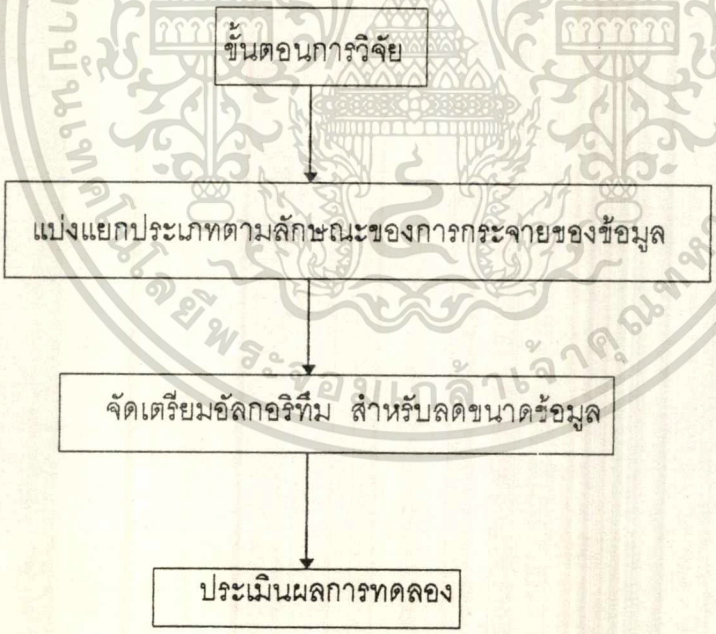
ในกรณีที่ข้อมูลภาพ มีความแตกต่างของระดับเทามาก อัตราของข้อมูลต่อ 1 จุดภาพ (Data Bite Rate) จะมากตามไปด้วย เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่ข้อมูลภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงสูง การลดข้อมูลด้วย Runlength นี้จะไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นหลังจากการถอดรหัสการใช้วิธีนี้ต้องพิจารณาถึงลักษณะของภาพต้นแบบว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ควรมีรายละเอียดของภาพน้อย เช่นภาพเอกสาร ภาพทางด้านกราฟจากตารางเราสามารถลดข้อมูลภาพได้ดียิ่งขึ้นได้ โดยการปรับข้อมูลให้มีความแตกต่างของระดับเทาให้น้อยที่สุดด้วยวิธีของ Gray Scale Tranformation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

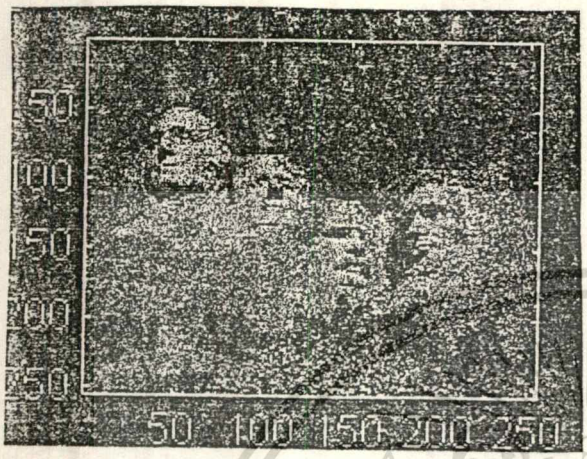
บทที่ 5
การประยุกต์ใช้เทคนิคการลดข้อมูล
(Image Data Compression Application)
และผลการทดลอง

จากการศึกษาเทคนิกการลดข้อมูลภาพ ได้ใช้การลดข้อมูลภาพ 2 วิธี คือ

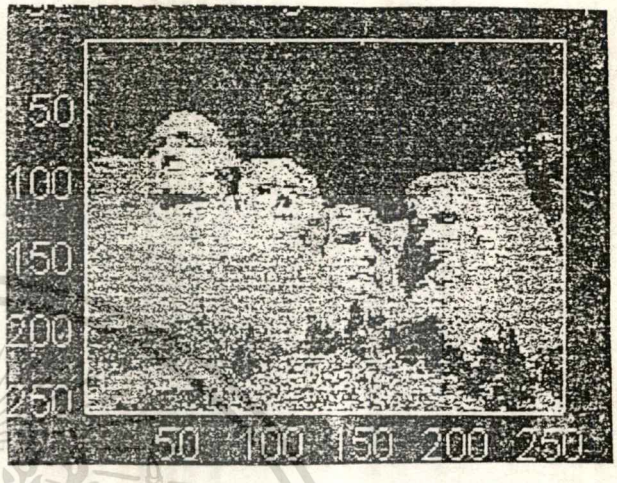
1. การกระทำ Lossy Compression ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้เกิดการ error ของข้อมูลภาพแต่มีข้อดีคือการลดข้อมูลได้สูง
2. การกระทำทาง Lossless Compression ซึ่งวิธีการนี้จะไม่เกิดการสูญเสียข้อมูลเลย ดังจะมีกรรมวิธีการวิจัยดังนี้



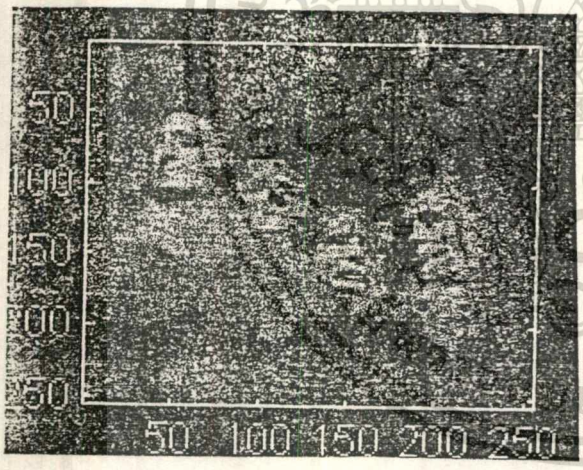
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



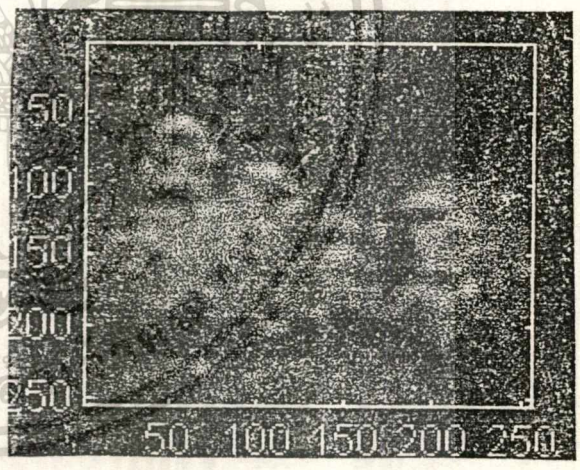
ภาพ USA.bmp (ก). ภาพต้นฉบับ



(ข). ภาพที่ Quality 0.1

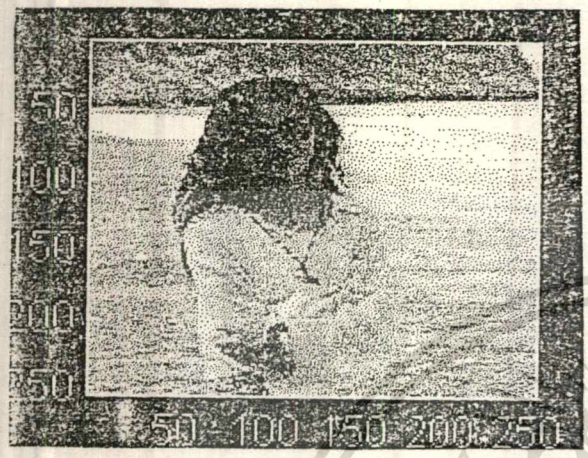


(ค). ภาพที่ Quality 1



(ง). ภาพที่ Quality 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ Girl.bmp (ก). ภาพต้นฉบับ

(ข). ภาพที่ Quality 0.1

(ค). ภาพที่ Quality 1

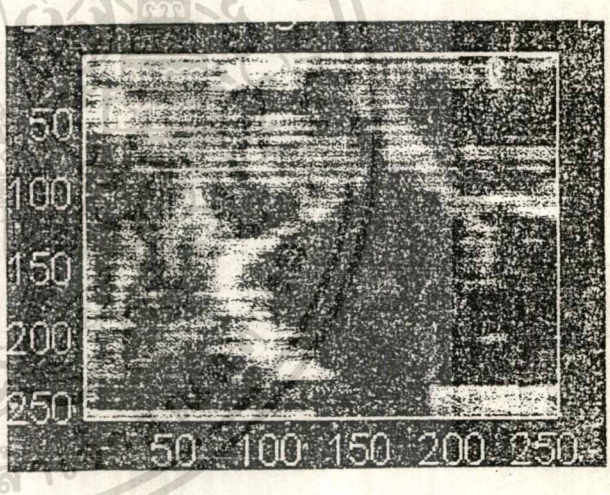
(ง). ภาพที่ Quality 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ Rose.bmp (ก). ภาพต้นฉบับ

(ข). ภาพที่ Quality 0.1

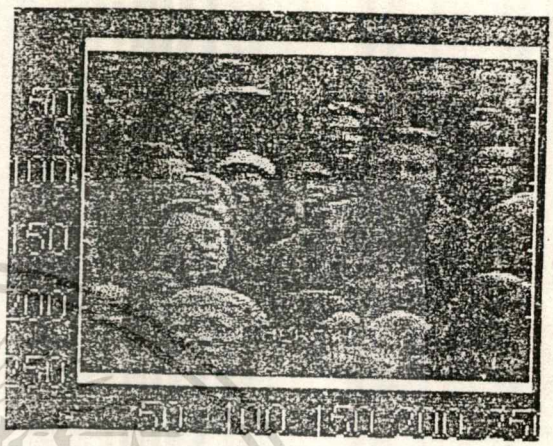
(ค). ภาพที่ Quality 1



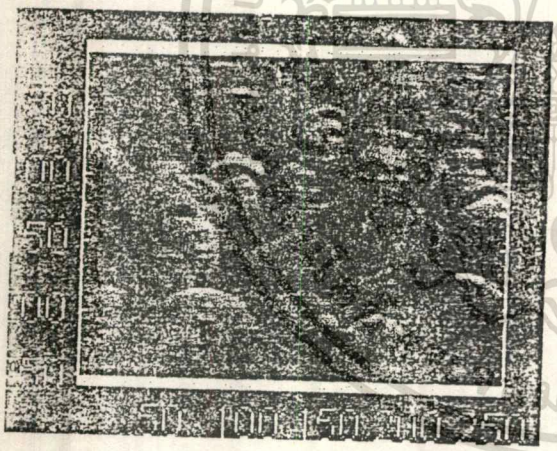
(ง). ภาพที่ Qyality 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

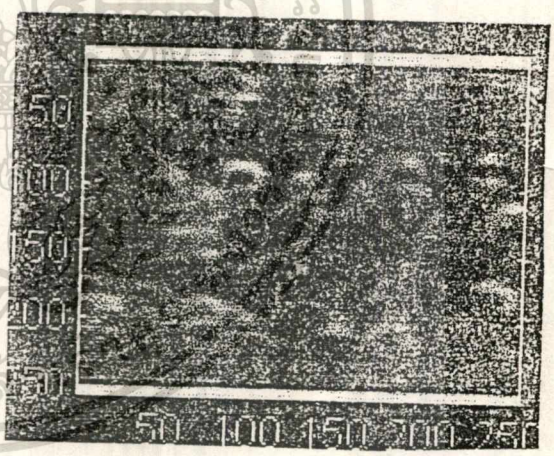
ภาพ Heart.bmp (ก). ภาพต้นฉบับ



(ข). ภาพที่ Quality 0.1



(ค). ภาพที่ Quality 1



(ง). ภาพที่ Quality 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการ Compress ที่ Quality 0.1 ด้วย Block 256X256

File	Starting Size	Compress Size	Ratio	RMS Error
USA	524288	179890	65.68%	3.8
Girl	524288	187852	64.17%	3.2
Rose	524288	210050	59.9%	2.4
Heart	524288	193592	63.26%	4.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการ Compress ที่ Quality 1 ด้วย Block 256X256

File	Starting Size	Compress Size	Ratio	RMS Error
USA	524288	53590	89.77%	10.98
Girl	524288	49386	90.5%	11.97
Rose	524288	50135	90.4%	11.53
Heart	524288	45312	91.35%	12.069

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการ Compress ที่ Quality 10 ด้วย Block 256X256

File	Starting Size	Compress Size	Ratio	RMS Error
USA	524288	12100	97.6%	26.75
Girl	524288	9800	98.1%	28.79
Rose	524288	10200	98.0%	30.2
Heart	524288	7712	98.52%	25.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์

จากการที่เราได้ทำการศึกษาการลดขนาดของข้อมูลภาพแบบต่าง ๆ ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เราได้แยกแยะหัวข้อใหญ่ได้ 2 กรณี คือ กรณีแรก คือ การ Compress แบบ Lossy ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลบ้าง ทั้งนี้และทั้งนั้นขึ้นอยู่กับว่า Quality ที่ใช้ในส่วนของกระบวนการ Quantize จะเป็นวัดค่าความ Error ของภาพ ยิ่งค่า Quality มีค่ามากเท่าใด เราจะพบได้ว่าภาพที่ได้หลังจากการ Compress จะมีค่าเบลอมาก นั่นแสดงว่าเกิดการสูญเสียข้อมูลภาพ และอีกหัวข้อหนึ่งคือ กระบวนการ Lossless ซึ่งก็คือ กระบวนการย้อนกลับของข้อมูล แล้วไม่เกิดการสูญเสียข้อมูล ซึ่งจริง ๆ แล้วก็คือการเข้ารหัสนั่นเอง ซึ่งไม่ต้องใช้สมการในการลด Order ของภาพ

จากการที่เราได้ทดลองสร้างโปรแกรมการลดขนาดข้อมูลภาพบนแมทแลบนั้น ปัญหาที่พบคือจะเกิดการทำงานที่ช้ามากในการประมวลผลแต่ละครั้ง แต่อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของโครงงานนี้เพื่อที่จะศึกษาอัลกอริทึมและวิธีการ โดยจุดมุ่งหมายหลักคือ ใช้เป็นพื้นฐานทางทฤษฎี เพื่อการศึกษาในชั้นที่สูงต่อไป โดยที่หากเราต้องการการที่จะพัฒนาวิธีการเหล่านี้ ให้สามารถใช้งานได้จริงแล้วละก็ ควรจะมีการออกแบบฮาร์ดแวร์ เพื่อที่จะสามารถให้การทำงานของมันเร็วขึ้น สามารถตอบสนองขบวนการในการคำนวนที่ซับซ้อนของการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. Digital Image Processing , Rafael C. Gonzalez/Paul Wintz , Second Edition ,Addison Wesley Publishing Company , 1987
2. Introduction Computer Vision Image Processing , Adrian Law , McGrayhill , 1991
3. Digital Image Processing , William K. Pratt , Second Edition , A Wiley-Interscience Publication John Willey & Son , 1991
4. MATLAB User'r Guide , The Math Work , Inc., 1991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์ทั้งทางด้านความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ จากอาจารย์ที่ปรึกษา และพี่นิรนามอีกคนหนึ่ง ซึ่งต้องขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณพ่อแม่ของแป๊กที่ช่วยออกค่าใช้จ่ายในการจัดหาคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการนี้โดยตรง และจะขาดเสียมิได้กับสาวน้อยนิรนามคนหนึ่งที่ยอมเป็นพรีเซ็นเตอร์ในการแสดงผลงานครั้งนี้ และเพื่อนๆที่คอยส่งกำลังใจเชียร์ และส่งข้าวส่งน้ำอย่างสม่ำเสมอจนงานสำเร็จได้ด้วยดี

หากไม่มีบุคคลเหล่านี้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็อาจจะไม่สามารถจัดทำขึ้นมาได้ หรืออาจไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร จึงต้องขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้