



การประมวลผลภาพ

Image processing

โดย

นาย ศิริศักดิ์ วรชীন 37013212

นาย เรืองศักดิ์ โคธรัมย์รัตน์ 37013260

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุรเดช ตรีไตรลักษณ์

วัน เดือน ปี..... 2 คค 2541  
เลขทะเบียน..... 038423  
เลขเรียกหนังสือ..... T 34.440.1.1.1.1

ปริญญาสำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การประมวลผลภาพ ( Image processing)

นาย ศิริศักดิ์ วรชัน

นาย เรืองศักดิ์ ไตรรัมย์รัตน์

อาจารย์ สุรเดช ศรีไตรลักษณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2539

### บทคัดย่อ

ในรายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงภาพโดยใช้โปรแกรมMATLABมาประยุกต์ใช้กับภาพที่มีข้อบกพร่อง โดยมีหลักการซึ่งพออธิบายได้คร่าวๆดังนี้ คือการเขียนโปรแกรมอ่านไฟล์ภาพ แล้วนำไฟล์ภาพนั้นมาแก้ไข โดยให้มีการเพิ่มความสว่าง ความคมชัด ฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน และกระบวนการอื่น เพื่อให้ได้ภาพตรงตามความต้องการ โดยการศึกษาครั้งนี้จะกระทำกับภาพขาวดำ 256 ระดับเท่านั้นซึ่งเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องการประมวลผลภาพขั้นสูงต่อไป

## Image processing

Mr. Sirisak Voracheun

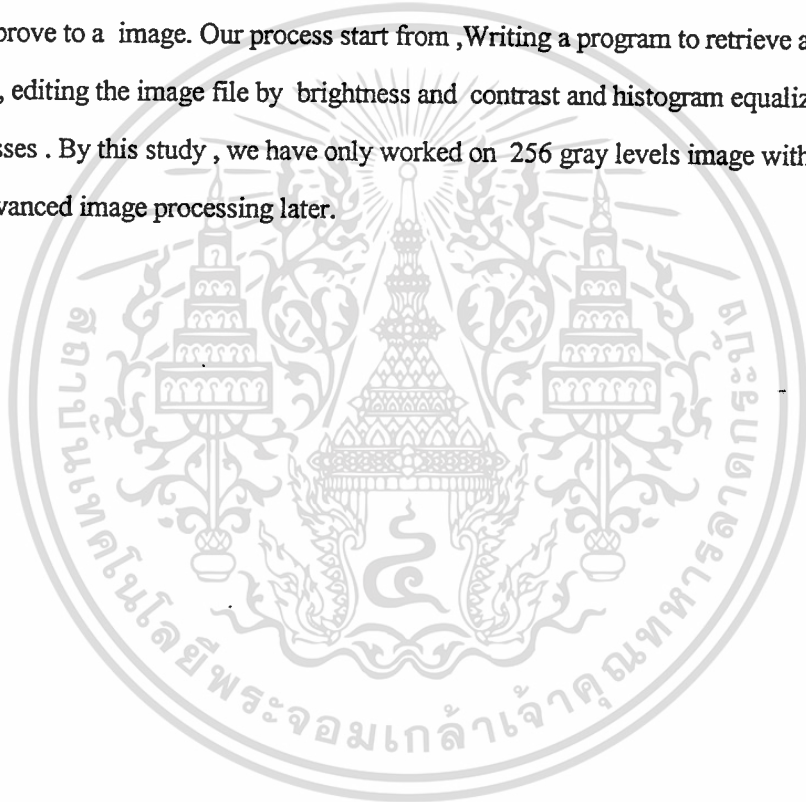
Mr. Ruangsak Toaramart

Advisor : Mr. Suradej Tretriluxsana

1996

### ABSTRACT

This report is focus an studying the image improvement by using the program MATLAB to improve to a image. Our process start from ,Writing a program to retrieve and image file , then , editing the image file by brightness and contrast and histogram equalization and others processes . By this study , we have only worked on 256 gray levels image with is the basic to study advanced image processing later.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2539

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง การประมวลผลภาพ

ผู้จัดทำ

1. นาย ศิริศักดิ์ วรชัน 37013212

2. นาย เรืองศักดิ์ โตอร่ามรัตน์ 37013260



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ โครงการภาษาไทย	การประมวลผลภาพ
ชื่อ โครงการภาษาอังกฤษ	image processing
ชื่อนักศึกษาและเลขประจำตัว	นาย ศิริศักดิ์ วรชื่น 37013212
	นาย เรืองศักดิ์ โตอร่ามรัตน์ 37013260

โครงการได้รับการตรวจแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

หัวข้อ	หน้าที่
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 Image processing	2
2.1 ความหมายของ Image processing	2
2.2 กระบวนการประมวลผลภาพ	2
บทที่ 3 พื้นฐานภาพ	3
3.1 พื้นฐานของภาพ	3
3.2 การสุ่มตัวอย่าง และการควอนไทซ์	3
บทที่ 4 โปรแกรม MATLAB	8
4.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน	8
4.2 ใช้หน้าต่างสองหน้าต่าง	8
4.3 ทั้งสองหน้าต่างจะถูกเคลียร์เมื่อเริ่มใช้งาน	8
4.4 ข้อคำสั่งสายงานควบคุม	9
บทที่ 5 พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล	15
5.1 ลักษณะของเพิ่มการเก็บภาพให้อยู่ในระบบข้อมูลแบบดิจิทัล	15
5.2 วิธีการสเปเชียลโดเมน	15
5.3 ฮิสโตแกรม	19
5.4 การเปิดตาราง	19
บทที่ 6 การปรับปรุงภาพ	21
6.1 การปรับค่าความสว่างของภาพ	21
6.2 การปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพ	22
6.3 ฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน	24
บทที่ 7 การหาขอบภาพและการปรับปรุงภาพ	25
7.1 รูปแบบของขอบภาพ	25
7.2 การหาขอบภาพ	28
7.2.1 การสร้างเกรเดียนท์มุมฉาก	28
7.2.2 การสร้างเทมเพลทของเกรเดียนท์สำหรับการหาขอบภาพ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8 การประมวลผลภาพดิจิทัล โดยการกรองความถี่	37
8.1 ตัวกรอง 2 มิติ	37
8.2 หลักการของกรองความถี่	37
8.2.1 ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ	38
8.2.1 ตัวกรองผ่านความถี่สูง	41
บทที่ 9 การทดลอง	
9.1 การทดลองการเพิ่มความสว่าง	43
9.2 การทดลองปรับคอนทราสต์ของภาพ	44
9.3 การทดลองทำฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน	47
9.4 การทดลองการกรองความถี่กับสัญญาณภาพ	48
9.5 เทรซโฮล	52
9.6 การทดลองหาขอบภาพ โดยใช้โอเปอเรเตอร์แบบต่างๆ	54
9.6.1 โซเบล โอเปอเรเตอร์	54
9.6.2 พรวิวิท โอเปอเรเตอร์	56
9.6.3 เคิร์ท โอเปอเรเตอร์	57
บทที่ 10 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	58
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูป 3.1 แสดงผลของ $N$ ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ	6
รูป 3.2 แสดงผลของ $m$ ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ	7
รูป 5.1 เมตริกซ์ของรูปขนาด 256 x 256	15
รูป 5.2 แสดงลักษณะของฟังก์ชันการแสดงค่าระดับสีเทาโดยกระทำ กับจุดๆเดียวในหนึ่งครั้ง	16
รูป 5.3 แสดงหน้ากากการคอนโวลูชันขนาด 3 x 3	17
รูป 5.4 แสดงจุดข้างเคียงต่างๆในบริเวณเมตริกซ์ขนาด 3 x3 ของภาพ ต้นฉบับ	17
รูป 5.5 การขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของการทำคอนโวลูชันในบริเวณ ขอบภาพ	18
รูป 5.6 เป็น Frow chart การคำนวณโดยตรง	19
รูป 5.7 เป็น Frow chart การคำนวณโดยการเปิดตาราง	20
รูป 6.1 ฮิสโตแกรมก่อนการเพิ่มความสว่าง	21
รูป 6.2 ฮิสโตแกรมที่ถูกเพิ่มความสว่าง	21
รูป 6.3 แสดงการปรับคอนทราสต์ของภาพ	22
รูป 6.4 โพล์ชาร์ตการทำคอนทราสต์ของภาพโดยการเปิดตาราง	23
รูป 6.5(a) ภาพที่มีลักษณะเป็น โทนสีดำ	24
รูป 6.5(b) ภาพที่มีลักษณะเป็น โทนสีอ่อน	24
รูป 7.1 แสดงรูปแบบของขอบใน 1 มิติ	26
รูป 7.2 แสดงรูปแบบของขอบใน 2 มิติ	26
รูป 7.3 แสดงรูปแบบของขอบในระบบ 2 มิติ ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่ไม่ต่อเนื่อง	27
รูป 7.4 แสดงการหาเกรเดียนท์มุมฉาก	28
รูป 7.5 ลักษณะของเทมเพลทที่มีขนาด 3x3	30
รูป 7.6 แสดงอิมพัลส์เรสปอนส์ของเกรเดียนท์โอเปอเรเตอร์ในแนวมุมฉาก	32
รูป 7.7 เทมเพลทเกรเดียนท์ของอิมพัลส์เรสปอนส์ที่มีขนาด 3x3	34
รูป 7.8 แสดงการกระจายของทิศทางของภาพ( compass direction )	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 7.9(a) ภาพตัวอย่างที่จะนำมาหาขอบ	35
รูป 7.9(b) ขอบภาพที่ได้จากการใช้โรเบิร์ต โอเปอเรเตอร์	35
รูป 7.9(c) ขอบภาพที่ได้จากการใช้โซเบล โอเปอเรเตอร์	35
รูป 7.9(d) ขอบภาพที่ได้จากการใช้เคิร์ท โอเปอเรเตอร์	35
รูป 7.10(a) ภาพตัวอย่างที่จะนำมาหาขอบ	36
รูป 7.10(b) Sobel Operator	36
รูป 7.10(c) Sobel direction	36
รูป 7.10(d) product of b time c	36
รูป 8.1 แสดงการจัดการระบบเชิงเส้น	39
รูป 8.2 แสดงตัวกรองผ่านความถี่สูงอุดมคติ	39
รูป 8.3 แสดง Butterworth Lowpass Filter	40
รูป 8.4 แสดงตัวกรองผ่านความถี่สูงอุดมคติ	41
รูป 8.5 แสดงตัวกรองผ่านความถี่สูงแบบบัตเตอร์เวิร์ธ	42
รูป 9.1 ภาพก่อนการเพิ่มค่าความสว่าง	43
รูป 9.2 ภาพหลังจากการเพิ่มค่าความสว่าง	44
รูป 9.3 ภาพก่อนการทำคอนทราสต์	45
รูป 9.4 ภาพหลังจากการทำคอนทราสต์	46
รูป 9.5 ภาพก่อนที่จะถูกปรับปรุงโดยวิธีฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน	47
รูป 9.6 ภาพหลังจากการทำฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน	48
รูป 9.7 เป็นภาพต้นฉบับเพื่อนำมากรองความถี่	49
รูป 9.8 เป็นภาพที่ผ่านการกรองความถี่ต่ำ	50
รูป 9.9 เป็นภาพที่ผ่านการกรองความถี่สูง	51
รูป 9.10 ภาพต้นฉบับก่อนการทำเทรชโฮล	52
รูป 9.11 ภาพที่ผ่านการทำเทรชโฮล	53
รูป 9.12 ภาพต้นฉบับที่จะนำมาหาขอบ	54
รูป 9.13 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Robert Operator	55
รูป 9.14 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Prewitt Operator	56
รูป 9.15 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Sobel Operator	57
รูป 9.16 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Kirsch Operator	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### 1.1 บทนำ

ในการดำเนินชีวิตประจำวันของเราทุกคนในยุคโลกาภิวัตน์ล้วนแล้วแต่เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยทั้งด้านการดำรงชีวิตและด้านการสื่อสารล้วนแล้วต้องพึ่งพาคอมพิวเตอร์กันทั้งนั้นซึ่งจะต้องอาศัยโปรแกรมเข้ามาช่วยในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ และรวดเร็วที่สุด จึงนับได้ว่าโปรแกรมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะฉะนั้นผู้เขียนจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ซึ่งผู้เขียนจะนำโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาใช้กับการแก้ไขและปรับปรุงภาพที่มีจุดบกพร่องเพื่อให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ โดยโปรแกรมที่ใช้คือโปรแกรม MATLAB ซึ่งจะมีกระบวนการต่างๆและรายละเอียดในการทำซึ่งจะอธิบายไว้ในบทถัดไป

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้ผู้เขียนได้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องการประมวลผลภาพ (image processing) ในขั้นที่สูงขึ้น โดยเป็นการแนะนำเพื่อให้เข้าใจในหลักการคร่าวๆของการประมวลผลภาพและวิธีการในการประมวลผลภาพวิธีในการเขียนโปรแกรมต่างๆเพื่อนำมาใช้งานจริงและการเปรียบเทียบผลของภาพที่ทำการประมวลผลภาพกับภาพที่ไม่ได้ทำการประมวลผลภาพเพื่อหาข้อสรุป

## บทที่ 2

### Image processing

#### 2.1 ความหมายของ Image processing

Image processing เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การประมวลผลภาพ หมายถึง การใช้ขั้นตอน หรือกรรมวิธีใด ๆ มากระทำกับภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ เช่น ความคมชัด หรือ การประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล ดังนั้นรายงานเล่มนี้จะเรียก image processing ใหม่ว่ากระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งมีเนื้อหาที่กว้างมากในการที่จะศึกษา

#### 2.2 กระบวนการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพแบ่งได้เป็น 2 แบบ ใหญ่ ๆ คือ

##### 2.2.1 กระบวนการในโดเมนความถี่ (frequency domain)

กระบวนการในโดเมนความถี่เป็นการนำการแปลงฟูเรียร์ มาประยุกต์ใช้โดยมีขั้นตอน 3-ขั้นตอนดังนี้

- ก. การนำภาพมาหาผลการแปลงฟูเรียร์
- ข. นำผลการแปลงฟูเรียร์ มาผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพ
- ค. การแปลงฟูเรียร์กลับ

##### 2.2.2 กระบวนการในสเปเชียลโดเมน (spatial domain)

สเปเชียลโดเมน หมายถึง ตัวระนาบภาพ (image plane) กระบวนการในสเปเชียลโดเมนจึงเป็นกระบวนการที่กระทำกับจุดภาพโดยตรง อย่างเช่นตัวอย่างของกระบวนการในสเปเชียลโดเมนที่เลือกใช้ได้แก่อิสโตแกรมอิกวอลไลเซชัน (Histogram Equalization), การบีบอัดไดนามิกเรนจ์ (Dynamic range compression) การแปลงระดับสีเทา (Gray scaling)

### บทที่ 3

#### 3.1 พื้นฐานของภาพ

##### 3.1.1 โมเดลของภาพ (image model)

ภาพ (image) หมายถึง ฟังก์ชันของความเข้มแสงที่กำหนดโดยฟังก์ชัน  $f(i,j)$  เมื่อค่าแอมพลิจูด (amplitude) ของ  $f(i,j)$  ที่สเปเชียลโคออดิเนต (spatial coordinate)  $(i,j)$  ให้ค่าความเข้มแสง (intensity) ที่จุดนั้นเนื่องจากแสงเป็นรูปหนึ่งของพลังงาน  $f(i,j)$  จึงไม่เป็นศูนย์และอนันต์

$$0 < f(i,j) < \infty \quad (3.1)$$

ภาพที่มองเห็นโดยทั่วไปประกอบด้วยแสงสะท้อนจากวัตถุตามธรรมชาติแล้ว  $f(i,j)$  จะถูกกำหนดคุณสมบัติจากองค์ประกอบ 2 ประการ อย่างแรก ได้แก่ ปริมาณของแสงที่แพร่มาจากแหล่งกำเนิดมายังจากฉากที่กำลังมอง ซึ่งเรียกองค์ประกอบนี้ว่า ความสว่าง (illumination) แทนด้วย  $i(i,j)$  อีกอย่างคือ ปริมาณแสงสะท้อนออกจากวัตถุในฉากซึ่งจะเรียกว่า การสะท้อน (reflection) แทนด้วย  $r(i,j)$  ซึ่งผลคูณของฟังก์ชัน  $r(i,j)$  และ  $i(i,j)$  จะได้เป็น  $f(i,j)$

$$f(i,j) = i(i,j) \cdot r(i,j) \quad (3.2)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} 0 < f(i,j) < \infty \\ 0 < r(i,j) < 1 \end{aligned} \quad (3.3)$$

สมการที่ 3.3 แสดงว่าการสะท้อนมีค่าขอบเขตอยู่ระหว่าง 0 คือดูดซับแสงทั้งหมด และเป็น 1 เมื่อสะท้อนแสงทั้งหมด คุณสมบัติของฟังก์ชัน  $i(i,j)$  กำหนดโดยแหล่งกำเนิดแสง ส่วนฟังก์ชัน  $r(i,j)$  กำหนดโดยคุณสมบัติของวัตถุในฉาก สำหรับภาพโมโนโครมความเข้มของฟังก์ชันภาพ  $f(i,j)$  ที่จุด  $(i,j)$  ใด ๆ จะเรียกว่าระดับสีเทา (gray level) 1 ของภาพ ที่จุดนั้น ๆ มีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดคือ

$$L_{\min} \leq 1 \leq L_{\max} \quad (3.4)$$

เมื่อ  $L_{\min} = i_{\min} \cdot r_{\min}$  เป็นค่าบวก และ  $L_{\max} = i_{\max} \cdot r_{\max}$  สามารถหาค่าได้

#### 3.2 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) และการควอนไทซ์ (Quantization)

ในการที่จะทำให้ภาพอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชันของภาพ  $f(i,j)$  ต้องทำให้เป็นดิจิทัล ทั้งทางสเปเชียล และแอมพลิจูด การทำให้เป็นดิจิทัลของทาง สเปเชียล โคออดิเนต  $(i,j)$  จะเรียกว่าการสุ่มตัวอย่างภาพ (image sampling) ในขณะที่การทำให้เป็นจำนวนเชิงเลขในแง่ของแอมพลิจูดจะเรียกว่า การควอนไทซ์ระดับสีเทา (gray level quantization)

การสุ่มตัวอย่างภาพจะต้องมีการคำนึงแถบความถี่ปฏิบัติงาน (bandwidth) ของภาพเนื่องจากเราจะต้องเลือกความถี่ของการสุ่มตัวอย่างให้มีค่าน้อย 2 เท่าของความถี่ปฏิบัติงานของภาพ มิฉะนั้นค่าตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจะไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของภาพได้เนื่องจากจะเกิดปัญหาความถี่ขึ้นเนื่องจากผลการโอเวอร์ซามป์ (aliasing effect) จึงต้องศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการเลือกความถี่ของการสุ่มด้วย

ภาพต่อเนื่อง  $f(i,j)$  จะได้รับการประมาณค่าโดยการสุ่มตัวอย่างแล้วนำมาเรียงกันในรูปแบบของ  $N \times N$  อาร์เรย์ดังแสดงในสมการที่ 3.2.1 เพื่อแต่ละอิติเมนต์ (element) ในอาร์เรย์เป็นจำนวนเต็มหน่วย

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,n-1) \\ - & - & \dots & - \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

ทางด้านขวาของสมการ จะเรียกว่าภาพดิจิทัล (digital image) ในขณะที่แต่ละอิติเมนต์ของอาร์เรย์จะเรียกว่า องค์ประกอบภาพ (image element, picture element, pixel หรือ pel) กระบวนการทำให้เป็นดิจิทัลต้องการข้อตกลงเกี่ยวกับค่าของ  $N$  และจำนวนระดับสีเทา เต็มหน่วย (discrete gray level) ที่มีได้ในแต่ละจุดภาพ (pixel) โดยปกติแล้วในทางปฏิบัติค่าทั้งสองจะเป็นค่าของสองยกกำลังจำนวนเต็ม

$$N = 2^n \quad (3.6)$$

และ

$$G = 2^m \quad (3.7)$$

เมื่อ  $G$  เป็นจำนวนของระดับสีเทาจำนวนของบิตที่ต้องการในการเก็บภาพดิจิทัลแสดงในสมการที่ 3.8

$$b = N \times N \times m \quad (3.8)$$

เมื่อ

- $N$  คือ ขนาดเมตริกซ์ของภาพ
- $n$  คือ เลขจำนวนเต็ม
- $m$  คือ จำนวนบิต
- $G$  คือ จำนวนของระดับสีเทา
- $b$  คือ จำนวนบิตที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพดิจิทัล

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนบิตที่ใช้ในการจัดเก็บที่แปรตามค่า  $N$  และ  $m$ 

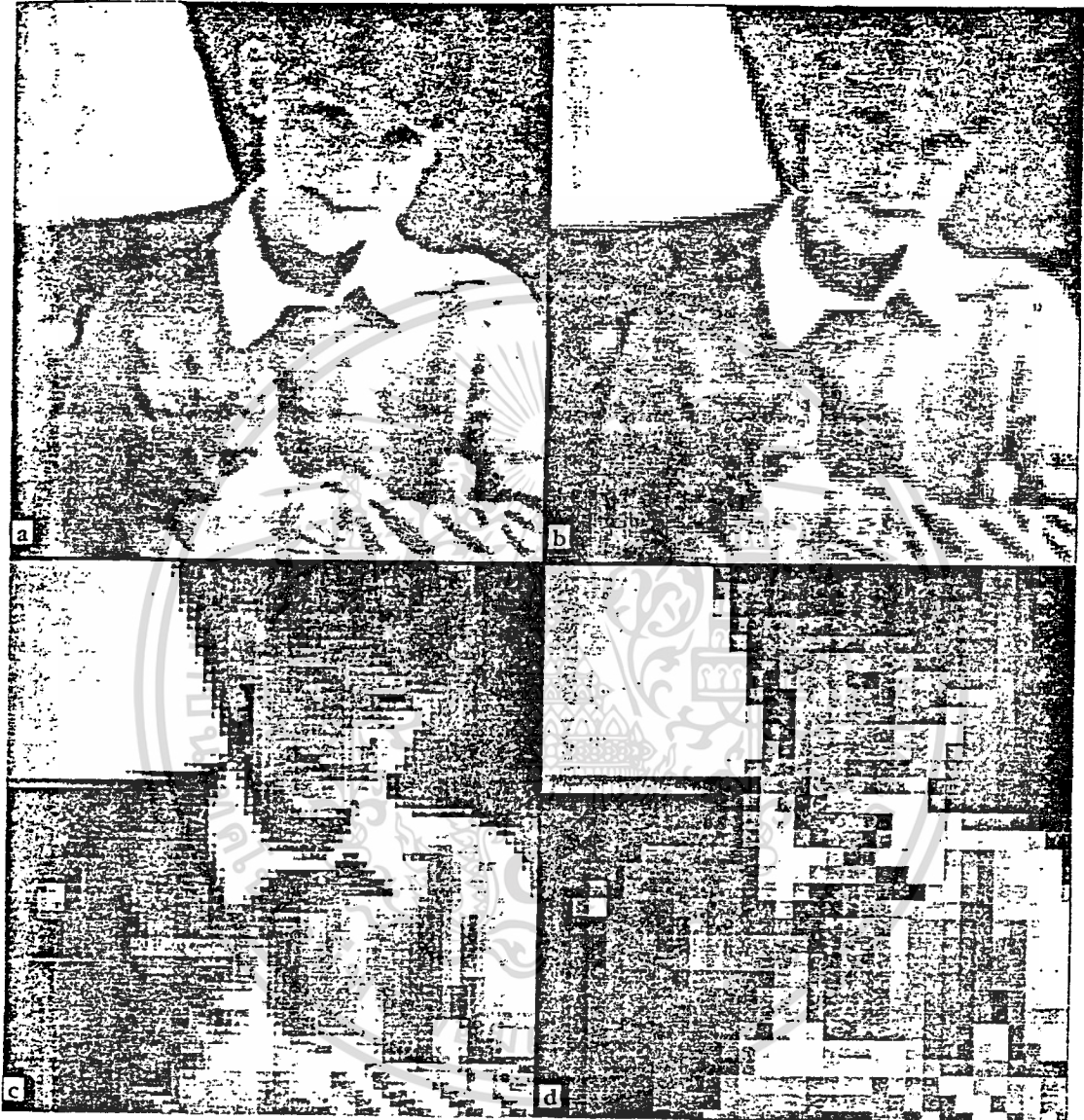
N/m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	1024	2048	3072	4096	5120	6144	7168	8192
64	4096	8192	12288	16384	20480	24576	28672	32768
128	16384	32768	49152	65536	81920	98304	114688	131072
256	65536	131072	196608	262144	327680	393216	458752	524288
512	264144	524288	786432	1048576	1310720	1572864	1835008	2097152

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวน บิตกับค่าของ  $N$  และ  $m$ 

N/m	1	2	3	4	5	6	7	8
32	128	256	512	512	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	32786	32786	65536	65536	65536	65536
512	32786	65536	131072	131072	262144	262144	262144	262144

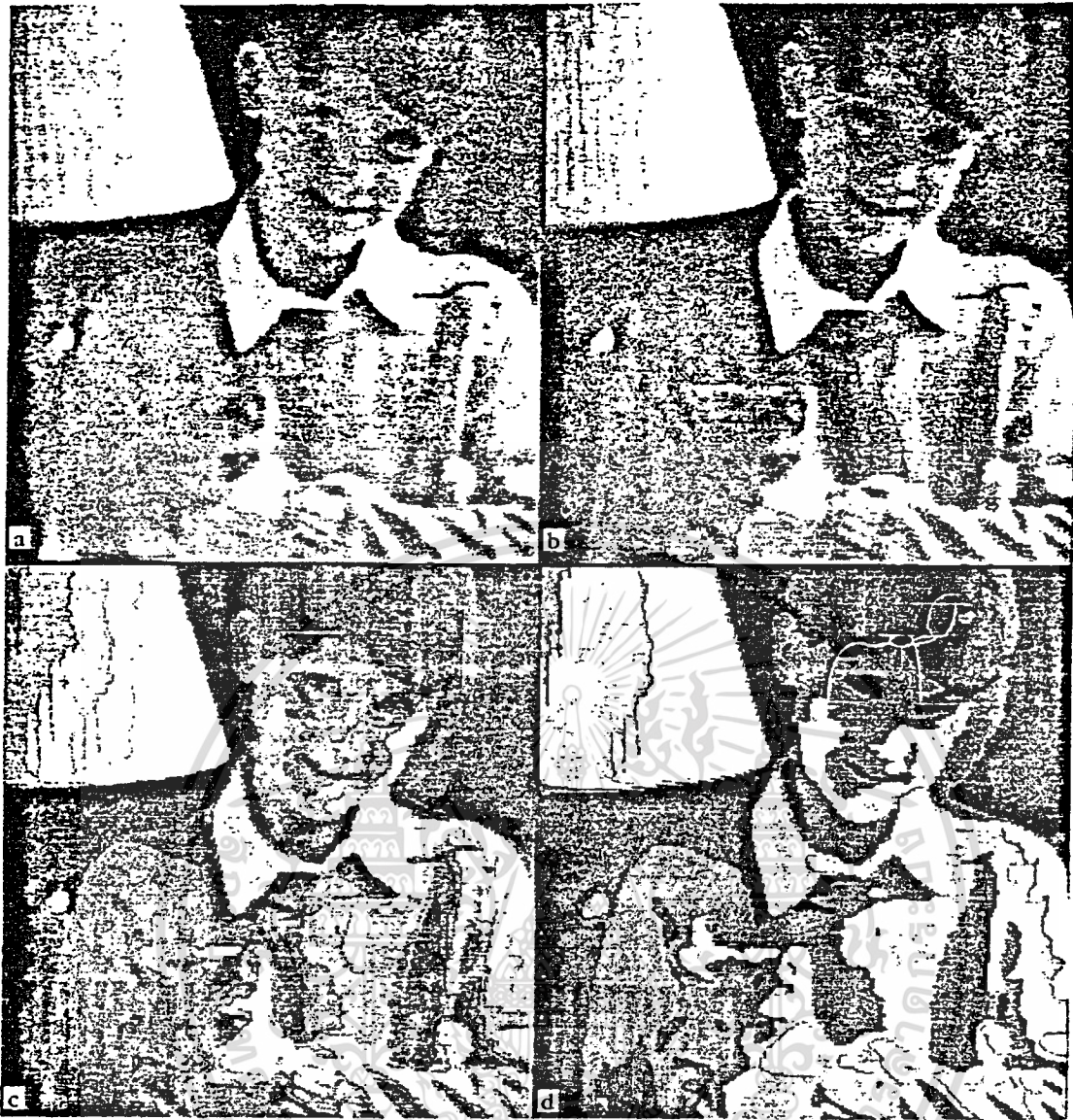
อย่างเช่นภาพ 128 x 128 กับ 64 ระดับสีเทาต้องการที่เก็บ 98,304 บิต ตารางที่ 3.1 แสดงค่าของ  $b$  กับค่าของ  $N$  และตารางที่ 3.2 แสดงจำนวน บิตกับค่าของ  $N$  และ  $m$  จากสมการ 3.1 คือการประมาณค่าของภาพต่อเนื่อง คำถามในตอนนี่ก็คือการสุ่มตัวอย่างเท่าไรจึงจะเพียงพอเพื่อจะได้รับการประมาณค่าที่ดี ความละเอียด (resolution) ของภาพขึ้นอยู่กับค่า  $N$  และ  $m$  อยู่มาก การเพิ่มค่าเหล่านี้จะทำให้ ภาพดิจิทัลที่ได้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น แต่ว่าจากสมการ 3.8 จำนวนบิตที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลจะเพิ่มขึ้นด้วย

ผลกระทบของ  $N$  และ  $m$  จะมีผลต่อคุณภาพของภาพ การพิจารณาว่าภาพนั้น ๆ ดีเป็นการยากที่จะนิยามเพราะว่าคุณภาพของภาพที่ต้องการแปรผันตามงานที่ใช้ จากรูปที่ 3.1 แสดงผลของการสุ่ม ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.1 เป็นภาพต้นฉบับขนาด 256 x 256 และ (b),(c),(d) เป็นภาพเดียวกันแต่มีขนาดเป็น 128x128 , 64 x64 , 32x32



รูป 3.1 แสดงผลของ  $N$  ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ

จะเห็นได้ว่าในรูปที่ 3.1(b) จะพอดูได้แต่คุณภาพจะลดลงจากภาพต้นฉบับ ในรูปที่ 3.1 (c) ยังจะพอมองเห็นเค้าโครง ในรูปที่ 3.1(d) ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นภาพอะไร ส่วนรูปที่ 3.2 (a) แสดงผลของการลดจำนวนบิตในการแสดงผลระดับสีเทา รูปที่ 3.2 (a) แสดงภาพต้นฉบับขนาด  $256 \times 256$  กับระดับสีเทา 256 ระดับสีเทา (b), (c) และ (d) เป็นภาพเดียวกันแต่มีระดับสีเทาคือ 32, 16, 8, 2 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคุณภาพของภาพจะลดลงตามลำดับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.2 แสดงผลของ  $m$  ที่มีผลต่อคุณภาพของภาพ

จำนวนของการสุ่มตัวอย่าง และระดับสีเทาที่ดีในการผลิตภาพต้นฉบับ ขึ้นกับงานที่ต้องการใช้ เช่น งานด้าน TV ใช้ที่  $512 \times 512$  pixel กับ 128 ระดับสีเทา ผลจากตอนต้นแสดงให้เห็นว่าคุณภาพของภาพแปรผันตามค่า  $N$  และ  $m$  อย่างอิสระ

## บทที่ 4

### โปรแกรม MATLAB

#### 4.1 ชุดคำสั่งพื้นฐาน

1. ให้เลือก MATLAB programe จากเมนูใน Operating system
2. ถ้าคุณใช้ MATLAB เป็นครั้งแรกให้ใช้คำสั่ง “ Demo ” คุณลักษณะการทำงานของ MATLAB จะได้พบ list รวมทั้งตัวอย่างที่คุณสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
3. คำสั่งที่คุณจะออกจาก MATLAB ก็คือ Quit หรือ Exit
4. ถ้าต้องการที่จะ save ข้อมูลก่อนจะเลิกการทำงาน จะใช้คำสั่ง “ save ” คอมพิวเตอร์ก็จะเก็บบันทึกข้อมูลต่างๆ โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเก็บใน file ชื่อ MATLAB.mat
5. เมื่อออกจากเครื่องและต้องการใช้โปรแกรมอีกครั้ง สามารถเรียก file ที่save แล้วมาใช้ได้ใหม่โดยใช้คำสั่ง “ Load ”

#### 4.2 MATLAB ใช้หน้าต่าง 2 หน้าต่าง

1. หน้าต่างคำสั่ง ( Command Window ) ถูกใช้เพื่อป้อนคำสั่งและข้อมูลและเพื่อพิมพ์ผลข้อมูล
2. หน้าต่างกราฟฟิค ( Graphics Window ) ถูกใช้ในการ Plot ข้อมูลบนระบบแกน

#### 4.3 ทั้งสองหน้าต่างจะถูกเคลียร์เมื่อเริ่มการใช้ MATLAB

1. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์ Command window ในระหว่างการทำงานให้ใช้คำสั่ง “ clc ”
2. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์หน้าต่างกราฟฟิค ใช้คำสั่ง “ clg ”
3. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์พื้นที่ทำงาน (Workspace) ซึ่งบรรจุค่าตัวแปรต่างๆทั้งหมด ใช้คำสั่ง “clear”
4. ถ้าต้องการยกเลิกคำสั่งในขณะที่คอมพิวเตอร์กำลังทำงานอยู่ ให้กด Control key และกดอักษร “c” เพื่อยกเลิกการทำงานใน MATLAB
5. MATLAB เป็นรูปแบบภาษาที่ไวต่อชนิดของอักขระหมายความว่าเราสามารถที่จะกำหนดค่าหนึ่งค่าให้กับที่ชื่อ “ HELLO ” และอีกตัวแปรชื่อ “ hello ” ถ้าต้องการที่จะยกเลิกคุณสมบัติข้อนี้ ก็สามารถใช้คำสั่ง “ casesen off ” และใช้ “ casesen ” เพื่อให้กลับ ไปมีคุณสมบัติเหมือนเดิม
6. คำสั่ง “who” จะใช้ในการแสดงรายการของตัวแปรที่คุณได้กำหนด

7. คำสั่ง “ whos ” จะใช้ในการที่ได้กำหนด ตามด้วยขนาดของมัน
8. คำสั่ง “ size ” จะถูกใช้เพื่อถามขนาดของเมตริกซ์ เช่น size(A)
9. คำสั่งของ MATLAB โดยปกติจะถูกป้อนแยกบรรทัด ถึงแม้ว่าหลายๆ Statements สามารถป้อนเข้าไปในบรรทัดเดียวกันได้ โดยที่ Statements เหล่านั้นถูกแยกโดย “ ; ”
10. เครื่องหมาย “ % ” ถูกใช้เพื่ออธิบายให้ผู้ที่ดูโปรแกรมอ่าน ซึ่ง MATLAB จะไม่ดำเนินการข้อความที่ตามด้วยเครื่องหมายนี้
11. คำสั่ง “ help “ เป็น facility command ที่มีความจำเป็นใน MATLAB เมื่อใช้สั่ง “ help ” list ของหัวข้อ help จะปรากฏขึ้น ทำให้สามารถที่จะเลือก topic ที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมได้
12. นอกจากการป้อนคำสั่งผ่านแป้นพิมพ์โดยตรง ยังสามารถเก็บชุดคำสั่งใน 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 ในแผ่นดิสก์ของคุณ
15. คำสั่ง “ type ” จะแสดง content ของ file name ถ้า file name ที่ถูกใช้ด้วยคำสั่งนี้จะไม่มีนามสกุล คำสั่งสมมติว่า file นั้นเป็น M-File

#### 4.4 ข้อคำสั่งสายงานควบคุม (Control Flow)

##### 4.4.1 Relation and Operator

###### relation operator

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

###### logical operator

และ (and)	ใช้สัญลักษณ์	&
หรือ(or)	:	
ไม่ (not)	:	≈

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่า มีเมตริกซ์ ที่มีขนาดเท่ากันอยู่สองเมตริกซ์คือ

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

สามารถใช้ relational operator เปรียบเทียบที่มีขนาดเท่ากัน ได้ดังนี้  $x > y$  ค่าของประโยชน์คือ 1 (จริง) แต่ค่าของประโยค  $x < y$  จะมีค่าเป็น 0 (เท็จ) ดังนั้น ผลลัพธ์ ที่ได้จึงมีแต่ 0 กับ 1 เท่านั้น บางครั้งเรียกเมตริกซ์ลักษณะนี้ว่าเมตริกซ์ 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

- วงเล็บจะมีผลต่อลำดับของการกระทำ
- จะต้องเป็นประโยคที่สมบูรณ์เท่านั้นจึงจะใช้ operator ได้
- จำนวนที่ไม่เท่ากับ 0 Matlab จะถือว่าเป็นค่าจริง

#### คำสั่ง if

จากเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้ง 1 (จริง) หรือ 0 (เท็จ) เราสามารถ นำมันมาใช้ได้กับคำสั่ง if และมีรูปแบบดังนี้

```
if เงื่อนไข(จริงหรือเท็จ)
```

```
    คำสั่ง
```

```
end
```

ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงก็จะกระทำคำสั่ง แต่ถ้าเป็นเท็จจะกระโดดไปที่ end

#### คำสั่ง if ที่ซับซ้อนมากขึ้น

ในบางครั้งที่ต้องการให้มี การตัดสินใจหลายทางและมีการทดสอบเงื่อนไขจากบนลงล่าง จนพบเงื่อนไขที่เป็นจริงก็จะกระทำคำสั่งนั้น สามารถทำได้โดยมีรูปแบบดังนี้

```

if      เงื่อนไข 1
      ข้อคำสั่ง 1
if      เงื่อนไข 2
      ข้อคำสั่ง 2
end
ข้อคำสั่งที่ 3

```

```

end
ข้อคำสั่งที่ 4

```

### คำสั่ง if- else

เป็นคำสั่งที่ช่วยให้สามารถกระทำชุดข้อคำสั่งอันหนึ่งถ้าพบว่าเงื่อนไขเป็นจริงและกระทำอีกชุดคำสั่งหนึ่งถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จมีรูปแบบดังนี้

```

if      เงื่อนไข 1
      ข้อคำสั่ง 1
else
      ข้อคำสั่ง 2
end

```

ถ้าเงื่อนไข 1 เป็นจริงก็จะไปทำข้อคำสั่ง 1 แต่ถ้าเป็นเท็จจะไปทำข้อคำสั่ง 2

### คำสั่ง if - elseif (มีชื่ออีกอย่างคือ Case structure)

ในกรณีที่มีคำสั่ง if - else ที่ซ้อนกันอยู่หลายๆ ชั้น (nest) อาจเป็นการยากที่จะตัดสินใจว่าเงื่อนไขไหนเป็นจริงหรือเป็นเท็จหรือเป็นเพื่อให้ง่ายต่อการกระทำคำสั่งแบบนี้สามารถใช้ถ้อยแถลง if - elseif แทน ซึ่งถ้อยแถลง if - elseif มีรูปแบบดังนี้

```

if      เงื่อนไข 1
      ข้อคำสั่ง 1
elseif  เงื่อนไข 2
      ข้อคำสั่ง 2
elseif  เงื่อนไข 3
      ข้อคำสั่ง 3

```

```

end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าคำสั่ง นี้ช่วยให้หลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง ที่ซ้ำซ้อนกันอยู่ซึ่งทำให้ยากต่อการตัดสินใจว่าจริงหรือเท็จ

### Function ในการสร้างเงื่อนไข

MATLAB ยังมี Function อื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างเงื่อนไขดังนี้

ตัวอย่าง

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

$$\text{any}(a) = 1 \ 1 \ 0$$

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อตัวหนึ่งตัวของ column ในเมตริกซ์ a ไม่เป็น 0 นอกเหนือจากนั้น จะได้ค่า 0

$$\text{all}(a) = [0 \ 1 \ 0]$$

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อทุกตัวของ column ในเมตริกซ์ a ไม่มี 0 นอกเหนือจากนั้น จะได้ค่า 0

$$\text{find}(a) = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{bmatrix}$$

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

$$\text{exist}('a') = 1$$

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

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

function นี้จะให้เมตริกซ์ที่มีค่าเป็น 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

$$\text{isempty}(a) = [0]$$

function นี้จะให้ค่าเป็น 1 เมื่อ a เป็นเมตริกซ์ ว่างเปล่าและ 0 และให้ค่าเป็น 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น

$$\text{isstr}(a) = [0]$$

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 ในตัวอย่าง จะต้องเป็นตัวแปร
- colon สามารถนำมาสร้างเงื่อนไขกับ expression ได้โดยมีรูปแบบดังนี้  
for j = ค่าเริ่มต้น ค่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้ง ขอบเขต

### while

ช่วยให้กระทำคำสั่งซ้ำเป็นจำนวนที่ไม่จำกัดรอบ (infinite) โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของเงื่อนไขที่มีรูปแบบดังนี้

while expression  
    คำสั่ง

end

ข้อคำสั่งจะถูกกระทำไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง expression เป็นเท็จ (0)



## บทที่ 5

## พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล

ก่อนที่เราจะได้ทำการศึกษาถึงการประมวลผลทางภาพดิจิทัลนั้นเราต้องมาศึกษากันก่อนว่าภาพมีลักษณะการเก็บภาพให้อยู่ในระบบข้อมูลแบบดิจิทัลนั้นเป็นอย่างไรและการประมวลผลนั้นสามารถทำได้โดยวิธีใดบ้าง

## 5.1 ลักษณะของแฟ้มการเก็บภาพให้อยู่ในระบบข้อมูลแบบ Digital

ลักษณะของแฟ้มข้อมูลภาพจะมีการกำหนดตำแหน่งเหมือนกับเมตริกซ์โดยที่จำนวนคอลัมน์ (column) และ ไร้ว (row) จะแทนจำนวนจุดภาพ (Pixel) ของภาพเช่น ภาพขนาด 256 x 256 จะหมายถึงแฟ้มข้อมูลของภาพดังกล่าวมีขนาด 256 คอลัมน์และ 256 ไร้ว จะสามารถแสดงได้ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & f(1,3) & \dots & f(1,256) \\ f(2,1) & f(2,2) & f(2,3) & \dots & f(2,256) \\ f(3,1) & f(3,2) & f(3,3) & \dots & f(3,256) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(256,1) & f(256,2) & f(256,3) & \dots & f(256,256) \end{bmatrix}$$

รูป 5.1 เมตริกซ์ของรูปขนาด 256 X 256

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าแฟ้มข้อมูลภาพจะประกอบไปด้วยสมาชิกของเมตริกซ์ ทั้งหมด  $i \times j$  ตัวและที่ตำแหน่งในเมตริกซ์ต่างๆก็จะมี  $f(i,j)$  ซึ่งเป็นค่าระดับสีเทา (Gray level) ของภาพที่จุดนั้น โดยที่ค่าระดับสีเทาอาจมีได้ตั้งแต่ 2 ระดับ จนถึง 256 ระดับโดยจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เป็นตัวเลข  $2^n$  โดยที่  $n=1,2,3,\dots$  ขึ้นอยู่กับลักษณะของคุณภาพของภาพที่เราต้องการประมวลผล โดยในโครงงานนี้เราจะใช้ ค่าระดับสีเทาที่ 256 ระดับสี ซึ่งตัวอย่างของภาพสามารถแสดงได้ในรูปที่ 5.2 ซึ่งจะเห็นว่าภาพหนึ่งภาพนั้นเกิดจากการเรียงตัวกันของจุดภาพที่มีระดับค่า สีเทาต่างๆกัน ซึ่งการมองภาพใดๆให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ เราจะเรียกการกระทำโดยตรงกับจุดภาพนี้ว่าวิธีการสเปเชียล โดเมน

## 5.2 วิธีการสเปเชียลโดเมน

จุดหลักของวิธีการนี้อยู่ที่ เราจะปรับปรุงภาพหรือกระทำโดยตรงกับจุดภาพ โดยที่ฟังก์ชันในการปรับปรุงภาพในวิธีนี้สามารถเขียนได้เป็นสมการดังต่อไปนี้ เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

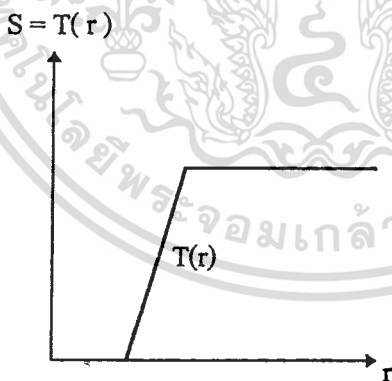
$$g(i,j) = T\{f(i,j)\} \quad (5.1)$$

ซึ่ง  $f(i,j)$  ที่นำมาใช้ประมวลผล  $g(i,j)$  คือภาพที่ประมวลผลแล้วและ  $T$  คือ ตัวปฏิบัติการ (Operator) บน  $f$  ที่กำหนดในบริเวณตำแหน่ง  $(i,j)$  จะเห็นได้ว่าวิธีการสเปซโดเมนนี้จะทำให้ง่ายในการออกแบบเขียนโปรแกรมหรือศึกษาอัลกอริทึมเนื่องจากหากเราทราบขนาดความกว้างและความยาวของภาพ โดยกำหนดเป็นจำนวนจุดภาพออกมาแล้วทำการมองภาพนั้นให้เป็นเมตริกซ์ตัวหนึ่งเราก็สามารถจะใช้ตัวปฏิบัติการไปกระทำกับจุดภาพได้ตามหลักการทางคณิตศาสตร์สำหรับวิธีการสเปซโดเมนนี้แบ่งเป็น ได้สองกรณีดังนี้

5.2.1 ตัวปฏิบัติการกระทำต่อจุดภาพเพียงจุดเดียวต่อหนึ่งครั้ง หมายถึงว่า เมื่อตัวปฏิบัติการกระทำกับเมตริกซ์ของภาพแล้ว  $g(i,j)$  ที่ได้ออกมาจะขึ้นอยู่กับค่าของ  $f(i,j)$  ตัวเดียวเท่านั้นและตัวปฏิบัติการจะกลายเป็นฟังก์ชันการแปลง (Transfer Function) หรือฟังก์ชันการแมป (Mapping Function) ซึ่งอยู่ในรูป

$$S = T(r) \quad (5.2)$$

เมื่อ  $r$  และ  $s$  คือ ตัวแปรที่แทนค่าระดับสีเทาของ  $f(i,j)$  และ  $g(i,j)$  ที่จุด  $i,j$  เช่น ตัวอย่างในรูปที่ 5.3 เมื่อเราใช้ฟังก์ชันการแมปเป็นดังรูปจะทำให้ค่าระดับสีเทาในช่วงที่ค่าระดับสีเทาสูงเกินกว่าระดับ  $B$  และสูงกว่าถูกบีบให้อยู่ในช่วงแคบๆของ  $s$  และจะมีการกระจายค่าระดับสีเทาในช่วงที่ค่าระดับสีเทาสูงกว่าระดับ  $B$  วิธีการนี้เป็นการปรับปรุงระดับค่าสีเทาโดยรวมของภาพเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ดีขึ้น



รูป 5.2 แสดงลักษณะของฟังก์ชันการแปลงค่าระดับสีเทาโดยกระทำกับจุดๆเดียวในหนึ่งครั้ง

5.2.2 ตัวปฏิบัติการกระทำกับจุดภาพที่อยู่บริเวณรอบๆกับจุดที่กำลังกระทำอยู่ หมายถึงเมื่อเราต้องจะให้ตัวปฏิบัติการกระทำกับจุดใดๆแล้วนั้นตัวปฏิบัติการจะต้องนำเอาค่าข้างเคียงของจุดนั้นมาคำนวณด้วยเสมอเราเรียกการทำงานแบบนี้ว่าการทำงานที่ต้องใช้จุดข้างเคียง (Neighborhood operation) ซึ่งการปฏิบัติการอย่างนี้เรามักจะใช้วิธีคอนโวลูชัน (Convolution) โดยที่การทำคอนโวลูชันนี้จะเป็นการคำนวณผลบวกของผลคูณ (Sum of product) รูปที่ 5.3 แสดงหน้าปกของคอนโวลูชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$M = \begin{bmatrix} m(-1,-1) & m(0,-1) & m(1,-1) \\ m(-1,0) & m(0,0) & m(1,0) \\ m(-1,1) & m(0,1) & m(1,1) \end{bmatrix}$$

รูป 5.3 แสดงหน้ากากคอนโวลูชันขนาด 3X3

$$F = \begin{bmatrix} F(I-1,J-1) & F(I,J-1) & F(I+1,J-1) \\ F(I-1,J) & F(I,J) & F(I+1,J) \\ F(I-1,J+1) & F(I,J+1) & F(I+1,J+1) \end{bmatrix}$$

รูป 5.4 แสดงจุดข้างเคียงต่างๆ ในบริเวณเมตริกขนาด 3 X 3 ของภาพต้นแบบ

ตัวชี้ในหน้ากากจะมีหน้าจุดเริ่มต้นที่จุดศูนย์กลาง โดยเริ่มที่มุมบนด้านซ้ายของภาพสามารถเขียนสมการการคอนโวลูชันได้ดังนี้

$$C(I,J) = \sum_{k=1}^{I+1} \sum_{l=1}^{J+1} F(k,l)M(I-k,K-1) \quad (5.3)$$

แต่ละจุดภาพจะเป็นการวนเอามาจากจุดรอบข้างและคูณด้วยค่าที่ตรงตำแหน่งเดียวกันกับหน้ากากนำผลคูณของแต่ละตัวนั้นรวมกันก็จะได้ค่าจุดภาพผลลัพธ์ซึ่งการคำนวณที่ทำนั้นสามารถกระจายแสดงออกมาได้ดังนี้

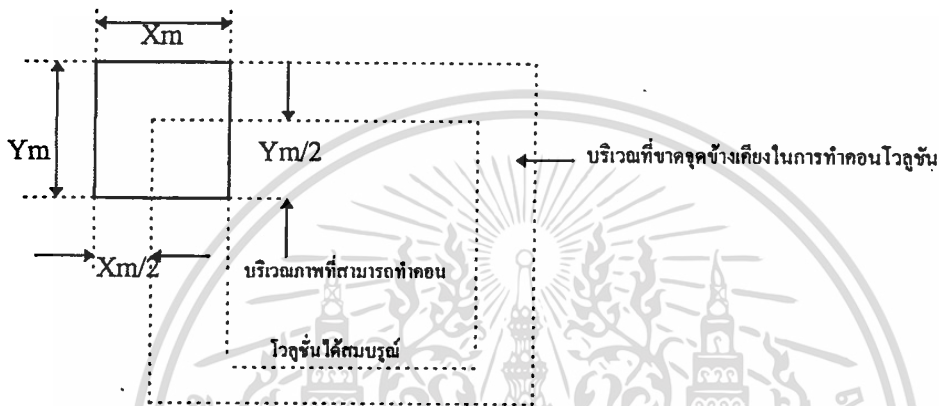
$$C(i,j) = F(i-1,j-1)M(1,1)+F(i,j-1)M(0,1)+F(i+1,j-1)M(-1,1)+F(i-1,j)M(1,0)+F(i,j)M(0,0)+F(i+1,j)M(-1,0)+F(i-1,j+1)M(1,-1)+F(i,j+1)M(0,-1)+F(i+1,j+1)M(-1,-1) \quad (5.4)$$

จากสมการเราพบว่ามีการจัดเรียงเทอมต่างๆ โดยลำดับในหน้ากากมีการจัดเรียงจากซ้ายลงไปยังล่างขวาและตำแหน่งที่ตรงกันในหน้ากากจะมีลำดับตรงข้ามกันคือเริ่มจากล่างขวารวมไปจนถึงมุมบนซ้ายสำหรับขนาดของหน้ากากนั้นจะเป็นเท่าไรก็ได้และไม่จำเป็นต้องมีสมาชิกแนวตั้งเท่ากับแนวนอนเสมอไป แต่โดยทั่วไปแล้วการประยุกต์ที่ใช้กันอยู่จะใช้หน้ากากที่มีจำนวนสมาชิกแนวตั้งเท่ากับสมาชิกแนวนอนมีจำนวนคงที่และมักเป็นจำนวนเลขคู่เพื่อที่จะทำให้สามารถได้จุดศูนย์กลางของหน้ากากเป็นจุดศูนย์กลางได้

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่เรพบในการทำคอนโวลูชันภาพคือการขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของทำคอนโวลูชันในบริเวณขอบรอบนอกกรอบภาพหมายถึง การที่เราจะใช้หน้ากากคอนโวลูชันมาทำการคอนโวลูชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูชันบริเวณขอบภาพซึ่งไม่สามารถทำได้เนื่องจากการคำนวณจะขาดจุดภาพบริเวณภายนอกอาณาบริเวณของภาพดังแสดงในรูปที่ 5.5 โดยทั่วไปแล้ว วิธีการแก้ปัญหานี้ก็มักจะใช้วิธีการกำหนดจุดในบริเวณกรอบภาพทั้งสิ้นี่ด้านให้เป็นค่าเดิมหรือแล้วแต่กรณี ความกว้างของแถบด้านบนและด้านล่างของภาพมีค่าเท่ากับ  $(Y_m-1)/2$  และข้างซ้ายและขวาเท่ากับ  $(X_m-1)/2$  เมื่อ  $X_m$  คือความกว้างของหน้าจอกและ  $Y_m$  คือความสูงของหน้าจอก ตัวอย่างเช่น หน้าจอกขนาด 3X3 จะมี แถบกว้าง 1 จุดภาพซึ่งไม่สามารถคำนวณได้รอบๆภาพ



รูป 5.5 การขาดจุดข้างเคียงในบริเวณของการทำคอนโวลูชันในบริเวณกรอบภาพ

ในการใช้งานจะต้องรู้ว่าจะนำภาพที่ได้จากการประมวลแล้วไปทำอะไรต่อไป เพราะอาจเป็นไปได้ที่ภาพผลลัพธ์อาจมีขนาดเล็กกว่าต้นแบบ บางระบบต้องการการคำนวณที่ถูกต้องสมบูรณ์แบบอย่างแท้จริง โดยนำข้อมูลในบริเวณอื่นๆ มาใช้แทนบริเวณ โรว์ และคอลัมน์ของจุดภาพที่เล็กลงจากต้นแบบไป วิธีการหนึ่งนั้นทำได้โดย การใช้โรว์ทางด้านล่างของภาพมาใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการของการคำนวณทางด้านบน และ ในทำนองเดียวกันที่ใช้ โรว์ทางด้านบนมาใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการของการคำนวณด้านล่างในลักษณะที่คล้ายกัน โดยนำคอลัมน์ทางขวาของภาพมาใช้ เป็นข้อมูลในการคำนวณของคอลัมน์ทางด้านซ้ายและคอลัมน์ทางด้านซ้ายของภาพนำมาเป็นข้อมูลที่ต้องการของการคำนวณทางด้านขวา เช่น กันถึงแม้ว่าวิธีนี้จะเป็นการไม่เหมาะสมนักก็ตามแต่ผลลัพธ์ที่ได้ก็ให้ภาพผลลัพธ์มีขนาดเท่ากับต้นแบบ เนื่องจากการทำคอนโวลูชันนี้ค่อนข้างจะใช้การคำนวณมากครั้ง เช่นหากเป็นหน้าจอกขนาด 3 x 3 ในการที่จะได้ผลลัพธ์ 1 จุดภาพต้องมี การคูณ 9 ครั้ง การบวก 9 และ การหารอีก 1 ครั้งและหากเรามีการใช้ขนาดของหน้าจอกที่ใหญ่ขึ้นก็ย่อมต้องใช้การคำนวณมากครั้งขึ้นเราจึงต้องพยายามใช้ขนาดของหน้าจอกที่เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ในการทำคอนโวลูชัน



### 5.3 ฮิสโตแกรม(Histogram)

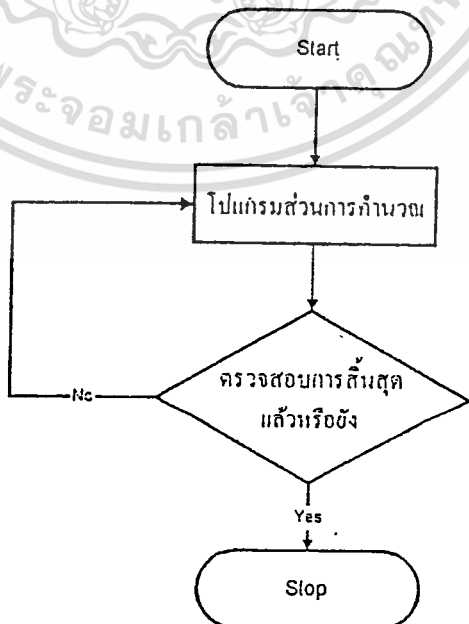
ในวิชานี้คุณจะได้รู้ถึงการประมวลผลภาพและอัลกอริทึมที่มีการแสดงผลเป็นระดับสีเทา 256 ระดับ และเราสามารถแสดงคุณลักษณะของภาพที่จะทำการประมวลผลได้อีกวิธีหนึ่งนั่นคือการแสดงคุณลักษณะของภาพด้วยฮิสโตแกรม โดยที่ฮิสโตแกรมคือกราฟที่จะแสดงปริมาณของจุดสีที่ระดับสีเทาดังกล่าวว่ามี การกระจายตัวในลักษณะใดฮิสโตแกรมนี้จะเป็นตัวแสดงให้เราเห็นลักษณะของภาพได้เป็นอย่างดีว่า ควรจะปรับปรุงภาพด้วยวิธีใด โดยที่ภาพที่มีลักษณะของ ฮิสโตแกรม ไม่กระจายไปทั่วย่านของค่าระดับ สีเทาแล้วจำเป็นจะต้องมีการปรับปรุงหรือบางครั้งลักษณะของฮิสโตแกรมก็มีการค่อนข้างแคบไปทางด้านใด ด้านหนึ่งซึ่งจะทำให้ภาพมืดเกินไปหรือสว่างเกินไป

### 5.4 การเปิดตาราง(Loop table)

ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการประมวลผลภาพนั้นมีการใช้การเปิดตารางในการเขียนโปรแกรม ก็น้อย่างกว้างขวาง โดยการเปิดตารางสามารถเพิ่มความเร็วในการประมวลผล ได้ค่อนข้างมากเนื่องจากจะทำให้มีความต้องการจำนวนครั้งของการประมวลผลไม่มากนัก ตัวอย่างเช่น การปรับปรุงภาพโดยวิธีใช้ ฟังก์ชันการแปลงค่าระดับสีเทาหนึ่งให้เป็นค่าระดับสีเทาใหม่ ฟังก์ชันการแปลงจะเขียนได้ว่า

$$GL = T(FL) \tag{5.5}$$

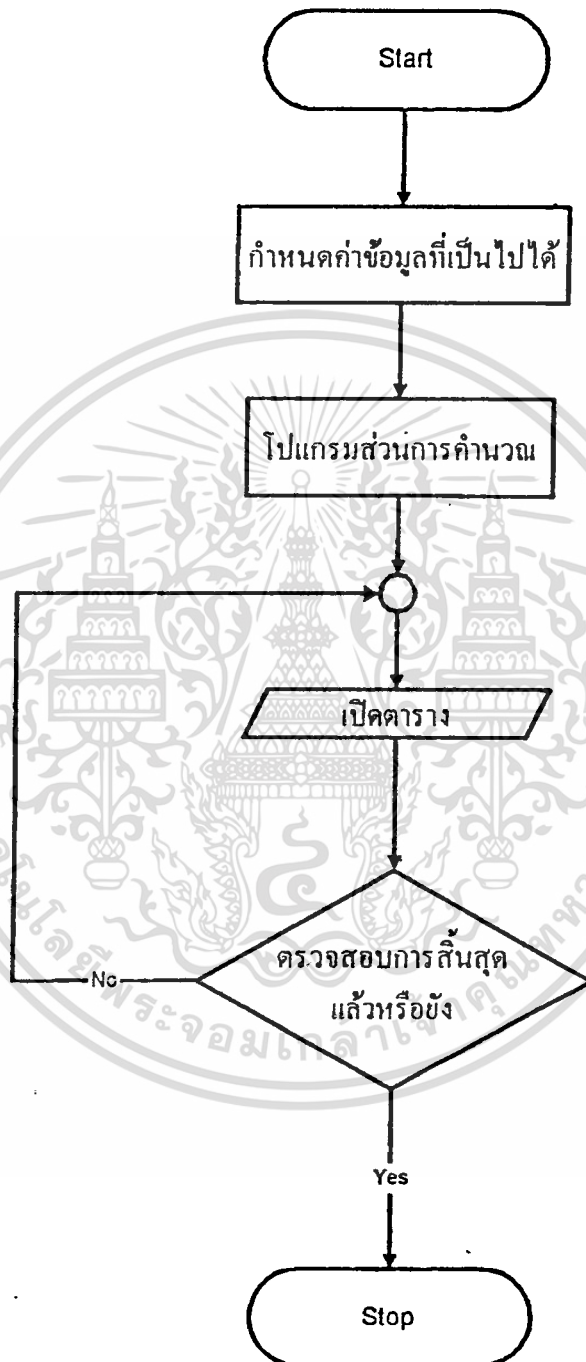
โดยที่ GL และ FL คือค่าระดับสีเทาเอาท์พุทและอินพุทตามลำดับ และมี T คือฟังก์ชันการแปลง ในการสร้างตารางนั้นเราจะยกตัวอย่างเช่นหากเราใช้ระดับค่าสีเทาที่ 256 ระดับเราจะทำการสร้างตารางที่เป็น แอรรเรย์ (Array) ที่มีขนาด 256 แถวและข้อมูลในแต่ละแถวของแอรรเรย์ก็จะมีค่าที่ตรงตำแหน่งของแอรรเรย์ นั้นได้ผ่านฟังก์ชันการแปลงแล้ว เราจะสามารถเปรียบเทียบการทำงานของโปรแกรมระหว่างการคำนวณ โดยตรงและการเปิดตารางได้ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และ 5.7



รูป 5.6 เป็น Flow chart การคำนวณโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.7 เป็น Flow chart การคำนวณ โดยการเปิดตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

## การปรับปรุงภาพ

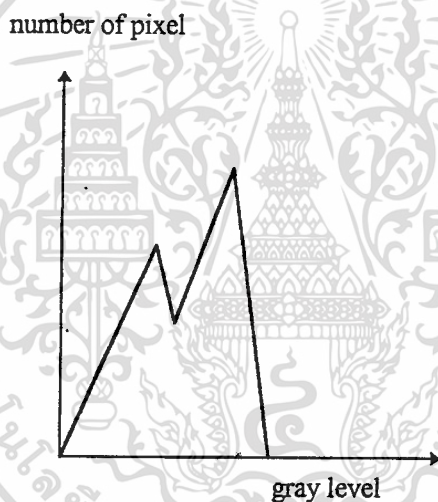
ในบทนี้จะ ได้กล่าวถึงอัลกอริทึมของการปรับปรุงภาพต่างๆที่ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในการปรับปรุงภาพให้ได้คุณภาพของภาพที่ต้องการ

## 6.1 การปรับค่าความสว่างของภาพ (Bright adjust)

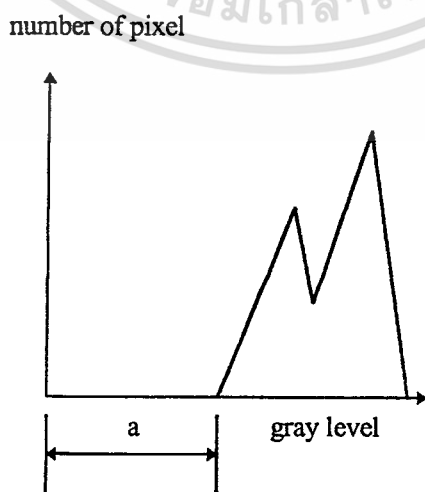
ในการเพิ่มความสว่างของภาพนี้มีหลักการง่ายๆว่าเราจะต้องเพิ่มหรือลดค่าระดับสีเทาของแต่ละจุดภาพให้สูงขึ้นหรือน้อยลงเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$B(i,j) = F(i,j) \pm A \quad (6.1)$$

หรือพูดได้อีกนัยหนึ่งว่าการเพิ่มความสว่างของภาพไปทางซ้ายหรือขวาของภาพเราจะแสดงลักษณะของฮิสโตแกรมของภาพก่อนจะทำการเพิ่มค่าความสว่างได้ในรูปที่ 6.1



รูป 6.1 ฮิสโตแกรมก่อนการเพิ่มความสว่าง



รูป 6.2 ฮิสโตแกรมที่ถูกเพิ่มความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 การปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพ

การที่ภาพมีคอนทราสต์ที่ไม่ดีนั้นหมายถึงการที่ลักษณะของฮิสโตแกรมมีการรวมกลุ่มกันอย่างแน่นหนาที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของย่านค่าระดับสีเทาซึ่งอาจจะเป็นในช่วงใดก็ได้ การที่ฮิสโตแกรมมีการรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่นนั้นจะทำให้เราไม่สามารถพิจารณารายละเอียดของภาพในบางจุดได้ เราจึงต้องมีการปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพ

ในการปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพนั้นจะใช้ฟังก์ชันการแปลงที่เป็นฟังก์ชันแบบเชิงเส้นหรือไม่เป็นเชิงเส้นก็ได้ แต่ที่นิยมใช้และเป็นวิธีที่ง่ายคือการปรับปรุงโดยใช้ฟังก์ชันเส้นตรง โดยจะมีสมการการแปลงดังนี้

$$G(i,j) = \begin{cases} 0 & \text{ถ้า } 0 < I(i,j) < \text{lower} \\ aF(I(i,j))+b & \text{ถ้า } \text{lower} < I(i,j) < \text{upper} \\ 255 & \text{ถ้า } \text{upper} < I(i,j) < 255 \end{cases} \quad (6.2)$$

โดยที่

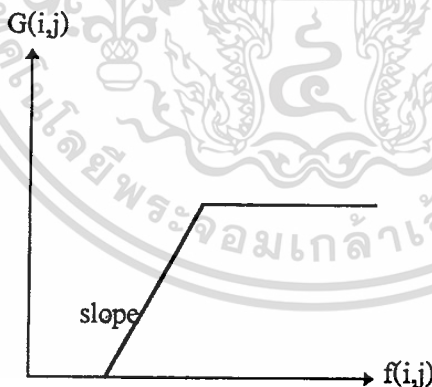
$I(i,j)$  คือ ระดับค่าสีเทาที่จุด  $(i,j)$  ของภาพที่ต้องการทำ Contrast

$G(i,j)$  คือ ระดับค่าสีเทาที่จุด  $(i,j)$  ผลลัพธ์ของการทำ Contrast

$F$  คือ Transfer function ในที่นี้เราใช้สมการเส้นตรง

$a$  คือ พารามิเตอร์เกน (Gain) และ  $b$  คือ พารามิเตอร์ไบอัส (bias)

ลักษณะการ Transfer function จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 6.2

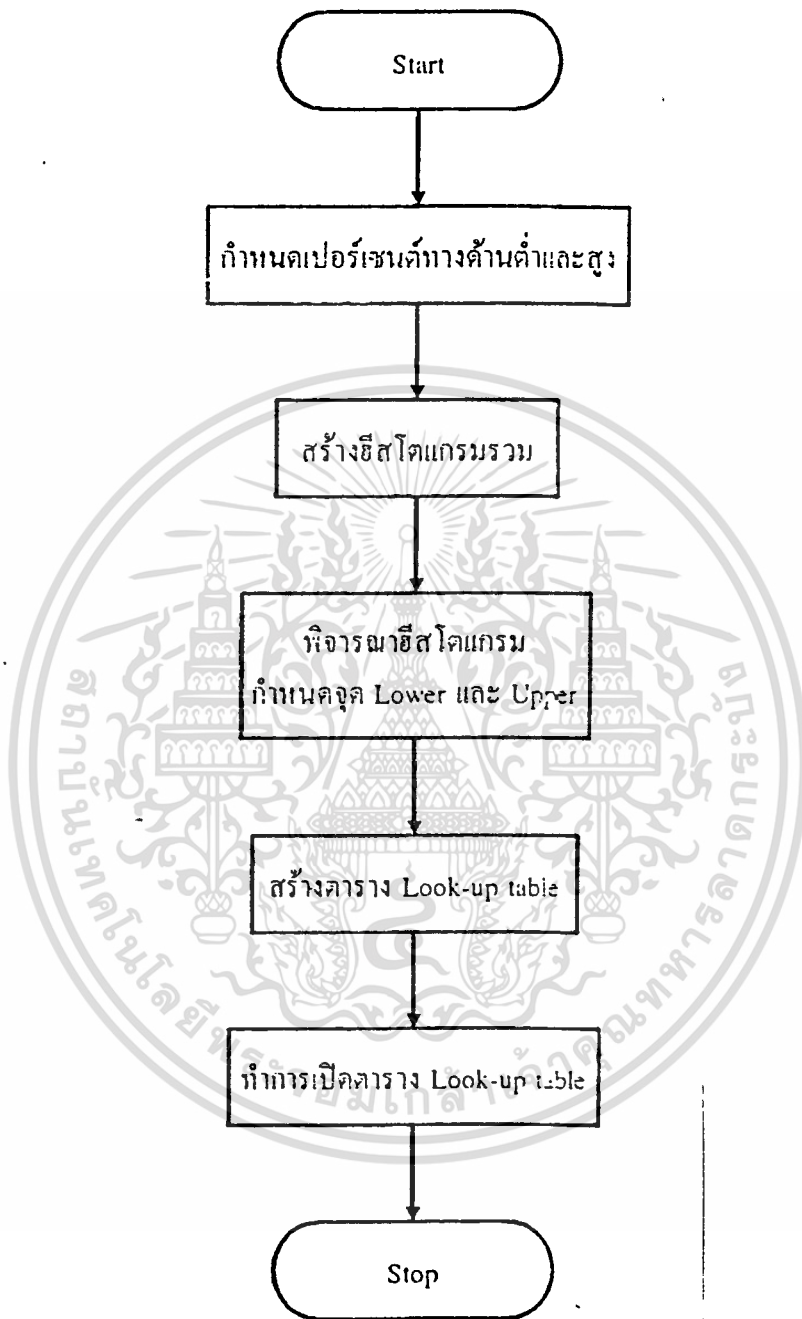


รูป 6.3 แสดงการปรับคอนทราสต์ของภาพ

แต่เราจะพบปัญหาว่าไม่สามารถที่จะทำการปรับคอนทราสต์กับภาพทุกภาพๆ ได้อย่างอัตโนมัติเนื่องจากเราไม่ทราบว่าจะมีการรวมกลุ่มกันอย่างแน่นหนาของฮิสโตแกรมของภาพที่บริเวณใดดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาฮิสโตแกรมของภาพก่อนที่เราจะทำการกำหนดช่วงระดับสีเทาที่เราจะทำการแปลง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการแปลงและในการเขียนโปรแกรมเราต้องนำเอาวิธีการเปิดตารางมาใช้เพราะจะได้เพิ่มความเร็วในการประมวลผลของโปรแกรมดังแสดงในโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 6.4

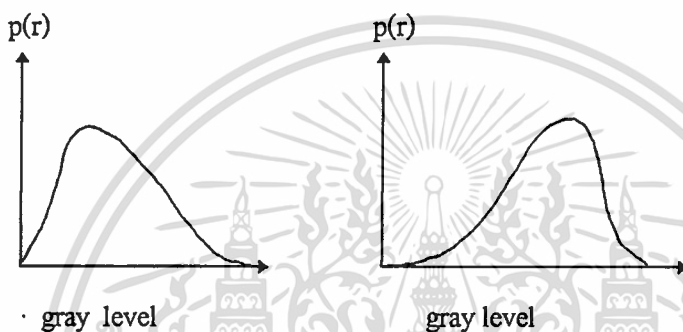


รูป 6.4 โฟลว์ชาร์ตการทำคอนทราสต์ของภาพโดยการเปิดตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3 ฮิสโตแกรมอีควอลไลเซชัน (Histogram Equalization)

การปรับปรุงภาพโดยวิธีฮิสโตแกรมอีควอลไลเซชันนี้เป็นวิธีการที่ได้จากการประยุกต์ทฤษฎีทางสถิติมาใช้โดยที่จากการที่เราได้รู้ จากกราฟฮิสโตแกรมของภาพ โดยที่จะเป็นกราฟบอกความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทาและจำนวนจุดภาพที่มีค่าระดับสีเทานั้น ในหัวข้อนี้ เราจะมึกราฟที่แสดงคุณสมบัติของภาพอีกแบบหนึ่งนั่นคือกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับสีเทาและค่าความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ที่ค่าระดับสีเทานั้นซึ่งกราฟดังกล่าวนี้จะสามารถชี้ให้เราเห็นลักษณะโดยรวมของภาพได้ เช่นการที่กราฟเบ้ซ้ายภาพจะเป็น โทนสีด้าและหากกราฟเบ้ ขวาจะแสดงว่าภาพมี โทนสีอ่อนดังแสดงในรูปที่ 6.5 นี้



รูป 6.5(a) ภาพที่มีลักษณะเป็น โทนสีด้า (b)ภาพที่มีลักษณะเป็น โทนสีอ่อน

โดยที่เราจะหาค่าความหนาแน่นของความน่าจะเป็นจากสมการ

$$p(r) = n_r / N \times M \quad (6.3)$$

เมื่อ  $n_r$  แทนจำนวนของจุดสีที่มีระดับสีเทา  $r$  และ  $N, M$  แทนจำนวนจุดสีแนวตั้งและแนวนอนของภาพตามลำดับและเมื่อเรามีการใช้ฟังก์ชันการแปลงกับภาพเราจะ ได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของระดับสีเทาภาพต้นแบบและภาพที่ผ่านฟังก์ชันการแปลงดังนี้

$$p_r(s) = \left[ p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)} \quad (6.4)$$

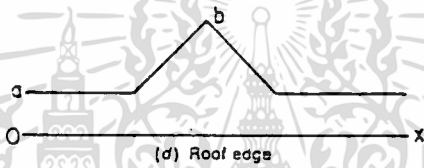
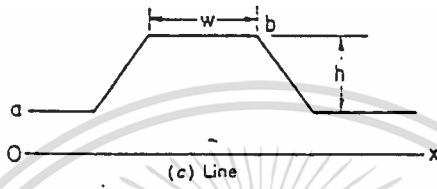
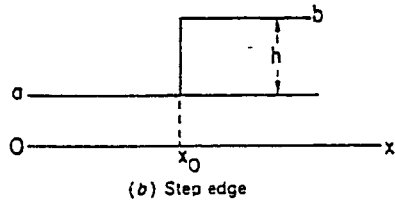
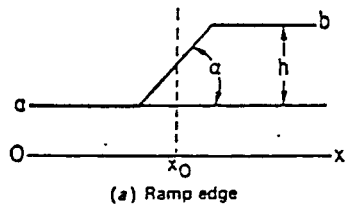
## บทที่ 7

## การหาขอบภาพ

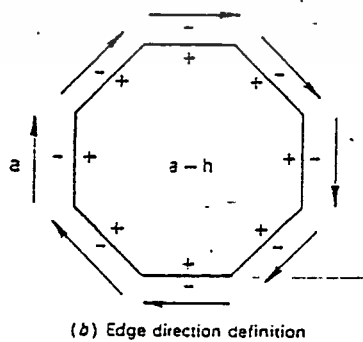
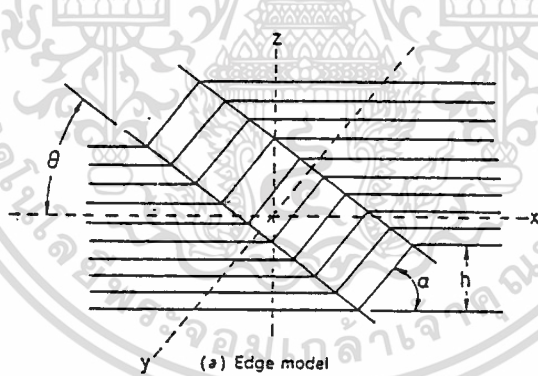
ขบวนการหรือขั้นตอนที่สำคัญอย่างหนึ่งของการประมวลผลภาพคือการหาขอบภาพเพื่อนำมาปรับปรุงภาพ ซึ่งคำว่าขอบในที่นี้จะหมายถึงจุดที่มีระดับความเข้ม (gray-level) เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด และจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นกรอบของรายละเอียดในส่วนต่างๆ ของภาพซึ่งขอบที่กล่าวมานี้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกทิศทางและอาจมีความเข้มไม่เท่ากันก็ได้ส่วนที่เป็นขอบนี้จะแสดงสเปกตรัมที่ความถี่สูงเท่านั้น

## 7.1 รูปแบบของขอบภาพ ( Edge Model )

ในรูปที่ 7.1(a) แสดงรูปร่างของขอบ ในหนึ่งมิติซึ่งแสดงอยู่ในขอบเขตที่ต่อเนื่อง (continuous domain) โดยขอบที่มีลักษณะค้ำรูปนี้จะเรียกว่า แรมป์ (ramp) ซึ่งค่าของมันจะเพิ่มขึ้นตามระดับแอมพลิจูดของภาพจากค่าต่ำไปสูง สิ่งที่สามารถบ่งบอกลักษณะของขอบคือ ความสูง ความชัน (slope) มุม (angle) และพิกัดในแนวนอน ณ จุดกึ่งกลางของความชัน ถ้าหากค่าของความชันของมุมมีค่าเท่ากับ 90 องศา จะเรียกขอบชนิดนี้ว่า ขอบแบบขั้นบันได (step edge) แสดงได้ค้ำรูปที่ 7.1(b) ซึ่งในระบบดิจิทัลจะนำขอบแบบขั้นบันไดไปใช้ในการสร้างภาพอิมเมจชนิดที่เรียกว่า มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น (artificial image) ตัวอย่างเช่น แบบการทดสอบ (test pattern) และข้อมูลในทางกราฟิก (bi level graphic data) และในขอบเขตที่มีความต่อเนื่องนี้รูปแบบของขอบภาพในระบบสองมิติจะถือว่าแอมพลิจูดที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่องนั้นเป็นค่าคงที่ในจุดข้างเคียงทั้งแปดจุด (neighborhood orthogonal) ในรูปที่ 7.2(a) แสดงรูปร่างของขอบภาพในระบบสองมิติ นอกเหนือจากพารามิเตอร์ในระบบหนึ่งมิติแล้วในระบบสองมิตินี้ยังประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญ คือ ความชันของขอบที่มีความสัมพันธ์กับแนวแกนและในรูปที่ 7.2(b) แสดงทางเดินของขอบของวัตถุที่มีรูปร่างแปดเหลี่ยมที่มีค่าแอมพลิจูดสูงกว่าบริเวณที่เป็นพื้น (background) และในรูปที่ 7.3 แสดงลักษณะของขอบที่มีรูปแบบเป็นแรมป์และยูนิต (unit) ในขอบเขตที่ไม่ต่อเนื่องจากรูปจะพบว่ารูปแบบของขอบแบบแรมป์ในแนวตั้งจะประกอบด้วยพิกเซล (pixel) ที่มีค่าเดียวกันซึ่งค่าแอมพลิจูดของมันมีค่าเท่ากับค่ากลางโดยเฉลี่ยของจุดข้างเคียง จากรูปที่แสดงให้เห็นจะมีขอบแบบแรมป์ที่อยู่ในแนวทแยงอยู่ 2 แบบ คือ ซิงเกิลพิกเซลทรานซิชัน (single pixel transition) ซึ่งจุดที่เป็นขอบจะมีขอบเขตอยู่ระหว่างแอมพลิจูดสูงกับแอมพลิจูดต่ำและอีกแบบหนึ่งเรียกว่า สMOOTHทรานซิชัน (smoothed transition) ซึ่งวิธีการหาขอบจะหาจากการหาค่าเฉลี่ยใน  $2 \times 2$  จุด จากทุกๆจุดของขอบในแนวทแยง



รูป 7.1 แสดงรูปแบบของขอบในมิติ



รูป 7.2 แสดงรูปแบบของขอบใน 2 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a a a a a b b b b b	a a a b b b b b b b	a a a a a a a a a a
a a a a a b b b b b	a a a a b b b b b b	a a a a a a a a a a
a a a a a b b b b b	a a a a a b b b b b	a a a a a b b b b b
a a a a a b b b b b	a a a a a a b b b b	a a a a a b b b b b
a a a a a b b b b b	a a a a a a a b b b	a a a a a b b b b b

Vertical step edge

Diagonal step edge

Corner step edge

a a a a c b b b b b	a a c b b b b b b b	a a a a a a a a a a
a a a a c b b b b b	a a a c b b b b b b	a a a a c c c c c c
a a a a c b b b b b	a a a a c b b b b b	a a a a c b b b b b
a a a a c b b b b b	a a a a a c b b b b	a a a a c b b b b b
a a a a c b b b b b	a a a a a a c b b b	a a a a c b b b b b

Vertical ramp edge

Diagonal ramp edge

Corner step edge

## SINGLE PIXEL TRANSITION

a a a a c b b b b b	a a d e b b b b b b	a a a a a a a a a a
a a a a c b b b b b	a a a d e b b b b b	a a a a d c c c c c
a a a a c b b b b b	a a a a d e b b b b	a a a a c b b b b b
a a a a c b b b b b	a a a a a d e b b b	a a a a c b b b b b
a a a a c b b b b b	a a a a a a d e b b	a a a a c b b b b b

Vertical ramp edge

Diagonal ramp edge

Corner step edge

## SMOOTHED TRANSITION

รูป 7.3 แสดงรูปแบบของขอบในระบบ 2 มิติ ซึ่งอยู่ในขอบเขตที่ไม่ต่อเนื่อง

ในรูปที่ 7.3 นี้จะพบว่าสำหรับขอบแบบขั้นบันได (discrete step edge) และขอบแบบคอนเนอร์ แรมป์ (coner ramp edge) ตำแหน่งของขอบอยู่ที่มีแอมพลิจูดสูงกว่ารอบข้าง สำหรับขอบแบบเชิง เกิดพิกเซลทรานซิชันตำแหน่งที่เหมาะสมของขอบจะอยู่ตรงจุดที่อยู่ในแนวที่มีการเปลี่ยนแปลง และในแบบของแนวทแยงจะมีจุด 2 จุดที่อยู่ใกล้กันในทิศทางเดินของขอบภาพ ดังนั้นตำแหน่งของ ขอบที่แท้จริงจะอยู่ตรงจุดที่มีแอมพลิจูดสูงกว่าอีกจุดหนึ่งในระหว่างจุดคู่นั้น และในรูปที่ 7.3 นี้ จุดที่เป็นตำแหน่งของขอบภาพจะพิมพ์เป็นตัวเอียง

## 7.2 การหาขอบภาพ(Edge Detection)

วิธีการเบื้องต้นที่ใช้สำหรับการหาขอบภาพในลำดับแรก( First order Derivative Edge Detection ) มีอยู่ 2 วิธี ด้วยกัน วิธีแรกคือการหาเกรเดียนท์ (gradient) ในทิศทางมุมฉากคือตามแนวอนและแนวตั้ง และอีกวิธีเราจะทำการหาเกรเดียนท์ในหลาย ๆ ทิศทาง

### 7.2.1 การสร้างเกรเดียนท์มุมฉาก (Orthogonal Gradient Generation)

ถ้ากำหนดให้  $G(x,y)$  คือเกรเดียนท์ใน 1 มิติ และ  $\theta$  คือมุมที่พิจารณาโดยเทียบกับแนวระดับ ดังนั้นจะทำการคำนวณหาเกรเดียนท์สำหรับขอบภาพจาก

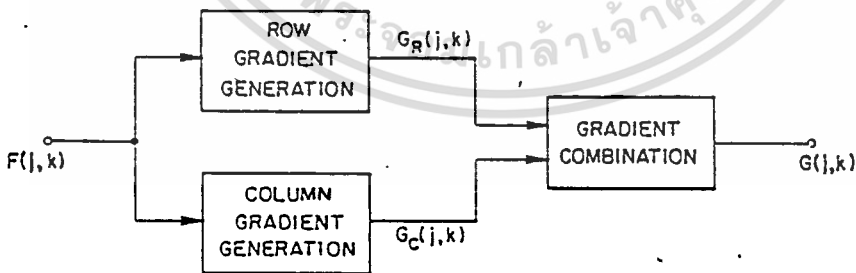
$$G(x,y) = \frac{\partial F(x,y)}{\partial x} \cos \theta + \frac{\partial F(x,y)}{\partial y} \sin \theta \quad (7.1)$$

ในรูปที่ 7.4 แสดงการสร้างเกรเดียนท์ของขอบภาพ  $[G(j,k)]$  ในขอบเขตที่ไม่ต่อเนื่อง โดยจะแยกเป็นเกรเดียนท์ของแถว(row edge gradient)  $[Gr(j,k)]$  และเกรเดียนท์ ของหลัก (column edge gradient)  $[Gc(j,k)]$  และค่าแอมพลิจูดของเกรเดียนท์ ซึ่งหมายความถึงความเข้มของภาพแสดงได้ ดังนี้

$$G(j,k) = \{ [Gr(j,k)] + [Gc(j,k)] \}^{1/2} \quad (7.2)$$

การคำนวณค่าเกรเดียนท์บางครั้งอาจประมาณค่าจาก

$$G(j,k) = |Gr(j,k)| + |Gc(j,k)| \quad (7.3)$$



รูป 7.4 แสดงการหาเกรเดียนท์มุมฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทิศทางของเกรเดียนต์ตามแนวนอนคือ

$$\theta(j, k) = \tan^{-1} \left\{ \frac{Gc(j, k)}{Gr(j, k)} \right\} \quad (7.4)$$

ซึ่งวิธีการที่ง่ายที่สุดสำหรับการสร้างเกรเดียนต์คือ การหาค่าความแตกต่างของความเข้มในแต่ละจุดตามแนวแกนอน (row) และตามแนวแกนตั้ง (column) ซึ่งเกรเดียนต์ตามแนวแกนอนหาได้จาก

$$Gr(j, k) = F(j, k) - F(j, k-1) \quad (7.5a)$$

และเกรเดียนต์ในแนวแกนตั้งหาได้จาก

$$Gc(j, k) = F(j, k) - F(j+1, k) \quad (7.5b)$$

โดยเกรเดียนต์นี้จะนำมาใช้หาขอบภาพก็ต่อเมื่อ  $Gc$  และ  $Gr$  มีค่าเป็นบวกจากซ้ายไปขวาหรือจากล่างขึ้นบนของภาพอิมเมจ

ตัวอย่างเช่นจะหาค่าผลต่างความเข้ม โดยใช้เกรเดียนต์ตามแนวแกนอนของรูปที่ 7.3 เป็นขอบของภาพแบบเรம்ப์ในแนวตั้ง (vertical ramp edge model) ได้ดังนี้

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad h \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

โดยที่  $h = b - a$  ซึ่งหมายถึง ความสูงของขั้นบันไดและเกรเดียนต์ในแนวแกนอนของขอบภาพแบบเรம்ப์ในแนวตั้งคือ

$$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad \frac{h}{2} \quad \frac{h}{2} \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

จากค่าข้างบนนี้จะมีค่าที่เท่ากันอยู่คู่

สำหรับเกรเดียนต์ของขอบในแนวทแยง (diagonal edge gradient) จะหาได้จากผลต่างของจุดแต่ละคู่ตามแนวทแยง ซึ่งในเรื่องนี้จะใช้วิธีการที่เรียกว่า โรเบิร์ตดิฟเฟอเรนซ์โอเปอเรเตอร์ (Robert Difference operator)

โรเบิร์ตดิฟเฟอเรนซ์โอเปอเรเตอร์

สำหรับ โอเปอเรเตอร์ชนิดนี้หาได้จาก

$$G(j, k) = |G1(j, k)| + |G2(j, k)| \quad (7.6a)$$

หรืออาจหาได้จาก

$$G(j, k) = \left\{ [Gr(j, k)]^2 + [Gc(j, k)]^2 \right\}^{1/2} \quad (7.6b)$$

เมื่อ

$$G1(j, k) = F(j, k) - F(j+1, K+1) \quad (7.6c)$$

$$G2(j,k) = F(j,k+1) - F(j+1,k) \quad (7.6d)$$

และทิศทางของขอบภาพคือ

$$\theta(j,k) = \frac{\pi}{4} + \tan^{-1} \left\{ \frac{Gc(j,k)}{Gr(j,k)} \right\} \quad (7.7)$$

การหาขอบในทิศทางเดียวเช่นนี้จะไม่ค่อยสมบูรณ์นักสำหรับภาพอิมเมจที่มีความส่องสว่างเพียงเล็กน้อย ซึ่งการแก้ปัญหานี้ทำได้โดยการหาเกรเดียนท์ใน 2 มิติ คือทำการหาผลต่างใน 1 ทิศทางแต่ละจะแสดงค่าออกมาเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมดในทิศทางมุมฉาก

พรีวิทท์โอเปอเรเตอร์(Prewitt operator)

A0	A1	A2
A7	F(j,k)	A3
A6	A5	A4

รูป 7.5 ลักษณะของเทมเพลตที่มีขนาด 3x3

โอเปอเรเตอร์ชนิดนี้จะใช้เทมเพลต (template) ที่มีขนาด 3\*3 ในการหาเกรเดียนท์โอเปอเรเตอร์ ถ้าสมมติให้แต่ละจุดมีการเรียงลำดับตามรูปที่ 10.5 ดังนั้นเกรเดียนท์ของขอบคือ

$$G(j,k) = \{ [Gr(j,k)]^2 + [Gc(j,k)]^2 \}^{1/2} \quad (7.8a)$$

โดยที่

$$Gr(j,k) = \frac{1}{k+2} [(A2 + KA3 + A4) - (A0 + KA7 + A6)] \quad (7.8b)$$

$$Gc(j,k) = \frac{1}{K+2} [(A0 + KA1 + A2) - (A6 + KA5 + A4)] \quad (7.8c)$$

การหาโอเปอเรเตอร์แบบพรีวิทท์ค่า K ที่นำมาใช้มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อแทนค่าลงไปในสูตรข้างต้นของเกรเดียนท์ในแนวนอนและแนวตั้ง สุดท้ายจะได้ยูนิตเกน (unit gain) ที่มีค่าเป็นบวกและลบของค่าเฉลี่ยความเข้มเพื่อหาตำแหน่งของขอบภาพ

โซเบลโอเปอเรเตอร์(Sobel operator)

การหาขอบภาพแบบโซเบลนี้จะแตกต่างจากแบบพรีวิทท์ตรงที่ค่าความเข้มของภาพในทิศเหนือ, ใต้, ตะวันออก, ตะวันตก จะมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวในที่นี้คือค่า K ในสมการที่ (7.8b) และ

(7.8c) มีค่าเท่ากับ 2 ดังนั้นค่าน้ำหนัก (weight) ที่เปลี่ยนไปในแต่ละจุดคือตัวที่แสดงการกระจายของเกรเดียนท์

พริวิตซ์โอเปอเรเตอร์จะใช้สำหรับการหาขอบภาพในแนวตั้งและแนวนอนได้ดีกว่าโอเปอเรเตอร์แบบโซเบล แต่โซเบล โอเปอเรเตอร์จะใช้ในการหาขอบภาพในทิศทางแนวทแยงได้ดี การใช้โอเปอเรเตอร์แบบพริวิตซ์ และ โซเบล จะทำให้ได้ขอบภาพของวัตถุที่มีความชัดเจนกว่า การใช้โรเบิร์ตโอเปอเรเตอร์ ทั้งนี้เพราะว่ามีขนาดของโอเปอเรเตอร์ที่ใหญ่กว่าทำให้การเฉลี่ยค่าความเข้มในส่วนที่มีความส่องสว่างน้อยได้ดีกว่าเกรเดียนท์ในแนวนอนและแนวตั้งของดีเทกเตอร์ (detector) ชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นจะประกอบด้วยการนำความเข้มรอบๆจุดที่ต้องการหาค่ามารวมกัน ดังนั้นเกรเดียนท์ในแนวนอนและแนวตั้งจะคำนวณจากความสัมพันธ์ดังนี้คือ

$$Gr(j, k) = F(j, k) * Hr(j, k) \quad (7.9a)$$

$$Gc(j, k) = F(j, k) * Hc(j, k) \quad (7.9b)$$

โดยที่  $Hr(j, k)$  คืออิมพัลส์เรสปอนส์ในแนวแกนนอน

และ  $Hc(j, k)$  คืออิมพัลส์เรสปอนส์ในแนวแกนตั้ง

ในรูปต่อไปนี้จะแสดงเกรเดียนท์ในแนวแกนนอนและแนวแกนตั้งของโอเปอเรเตอร์ชนิดต่างๆ

Operator	Row gradient	Column gradient
Pixel difference	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Robert	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
Prewitt	$\frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{3} \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

$$\text{Sobel} \quad \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \frac{1}{4} \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

รูป 7.6 แสดงอิมพัลส์เรสปอนส์ของเกรเดียนท์โอเปอเรเตอร์ในแนวมุมฉาก

โอเปอเรเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดนี้มีข้อจำกัดตรงที่จะไม่สามารถ หาขอบภาพได้ถูกต้องแม่นยำในสภาพที่มีการรบกวนสูง(noise) ซึ่งปัญหานี้อาจแก้ไขได้โดยการใช้โอเปอเรเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

### 7.2.2 การสร้างเทมเพลทของเกรเดียนท์สำหรับการหาขอบภาพ (Edge Template Gradient)

การหาขอบภาพโดยการใช้เทคนิคของเกรเดียนท์ซึ่งเป็นวิธีที่ทำการหาการเปลี่ยนแปลงความเข้มของภาพในทิศทางมุมฉากคือในแนวแกนอนและตามแกนตั้ง ดังนั้นวิธีการหาทิศทางของขอบภาพนั้นจะทำได้โดยการคำนวณค่าเวกเตอร์ (vector) จากผลบวกของเกรเดียนท์เหล่านั้น และต่อไปจะคำนวณทิศทางของขอบภาพในหลายๆทิศทาง โดยการคอนโวลูชันระหว่างภาพกับเทมเพลทเกรเดียนท์ของอิมพัลส์เรสปอนส์ (template gradient impulse response array) ซึ่งเทมเพลทเหล่านั้นจะได้อาจ

$$G(j, k) = \text{MAX} [|G1(j, k)|, \dots, |Gm(j, k)|, \dots, |GM(j, k)|] \quad (7.10a)$$

โดยที่

$$Gm(j, k) = F(j, k) * Hm(j, k) \quad (7.10b)$$

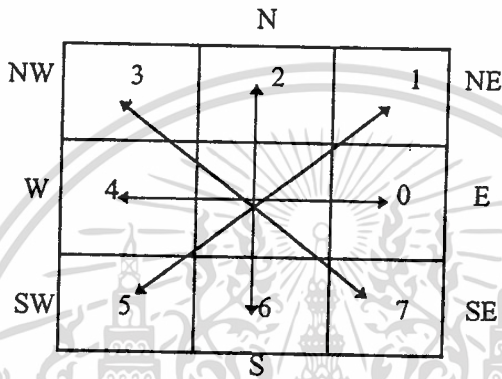
โดยที่  $m$  คือจำนวนทิศทางในการคำนวณ ดังนั้นเกรเดียนท์จะได้อาจจากการคอนโวลูชันระหว่างภาพกับ เกรเดียนท์ของอิมพัลส์เรสปอนส์คือ  $Hm(j, k)$  สุดท้ายขอบของภาพที่ได้จะอยู่ในทิศทางที่มีผลต่างความเข้มมากที่สุด

Gradient direction	Prewitt compass gradient	Kirsch compass gradient
East (H1)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & -3 & -3 \end{bmatrix}$
Northeast (H2)	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & -3 \end{bmatrix}$
North (H3)	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & -3 \\ 5 & 5 & 5 \end{bmatrix}$
Northwest (H4)	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & 5 & 5 \end{bmatrix}$
West (H5)	$\begin{bmatrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & -3 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & 5 \end{bmatrix}$
Southwest (H6)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -3 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & 5 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$
South (H7)	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -3 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 5 & 5 & -3 \\ 5 & 0 & -3 \\ -3 & -3 & -3 \end{bmatrix}$
Southeast (H8)	Scale factor	1/5                      1/15

รูป 7.7 เหมเพลทเกรเดียนท์ของอิมพัลส์เรสปอนส์ที่มีขนาด 3x3



รูป 7.8 แสดงการกระจายของทิศทางของภาพ (compass direction)

ในรูปที่ 7.7 แสดงเกรเดียนท์ 8 ของโอเปอเรเตอร์ชนิดต่างๆและในเคิร์ช(kirsch)นั้นทิศทางของเกรเดียนท์จะหาได้จาก

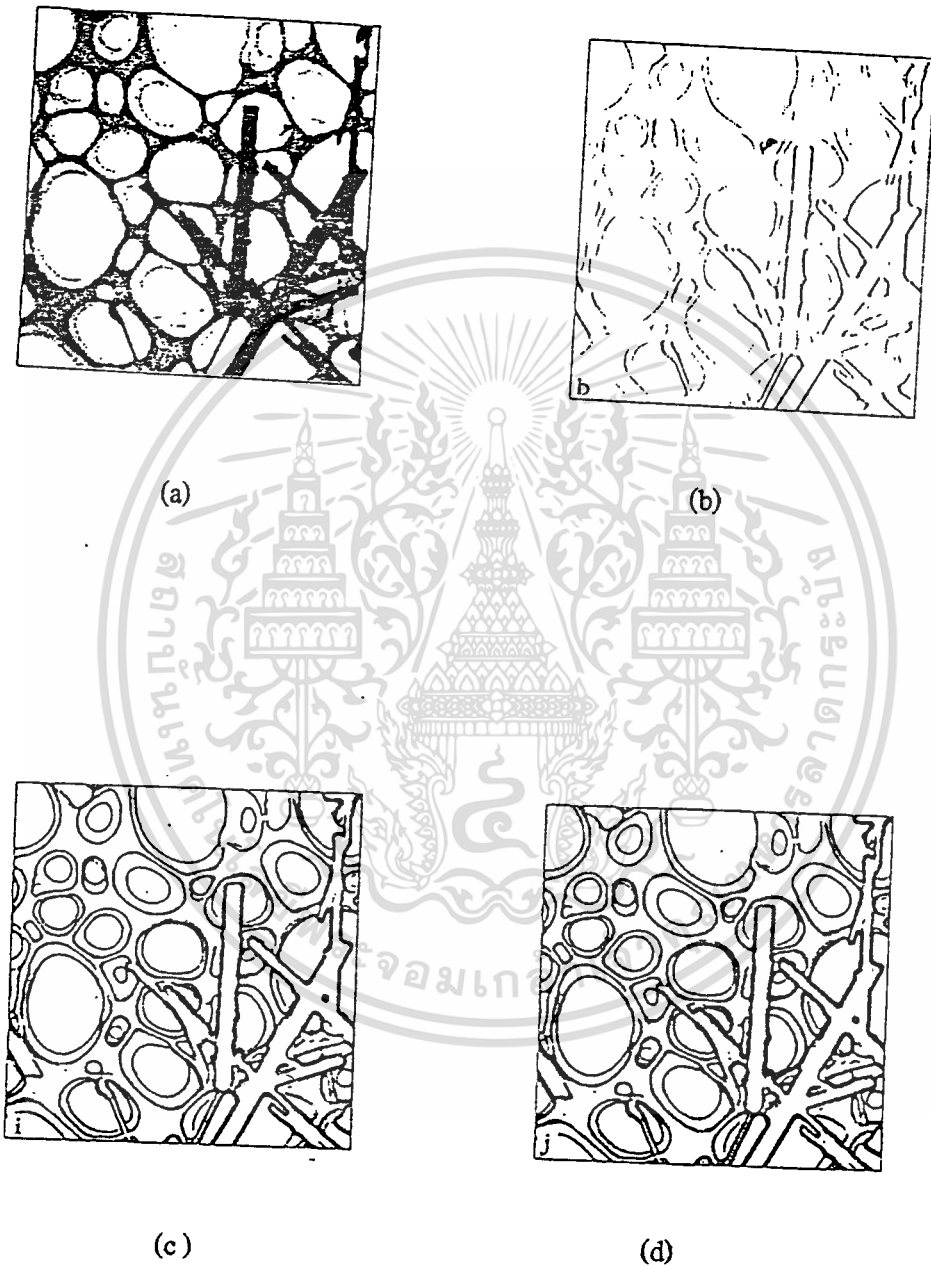
$$G(j, k) = \underset{i=0}{\overset{7}{\text{MAX}}} [5S_i - 3T_i] \quad (7.11a)$$

โดยที่

$$S_i = A_i + A_{i+1} + A_{i+2} \quad (7.11b)$$

$$T_i = A_i + 3 + A_i + 4 + A_i + 5 + A_i + 6 + A_i + 7 \quad (7.11c)$$

และเคิร์ทเกรเดียนท์ อาจคำนวณได้จากสมการที่ 7.10 b



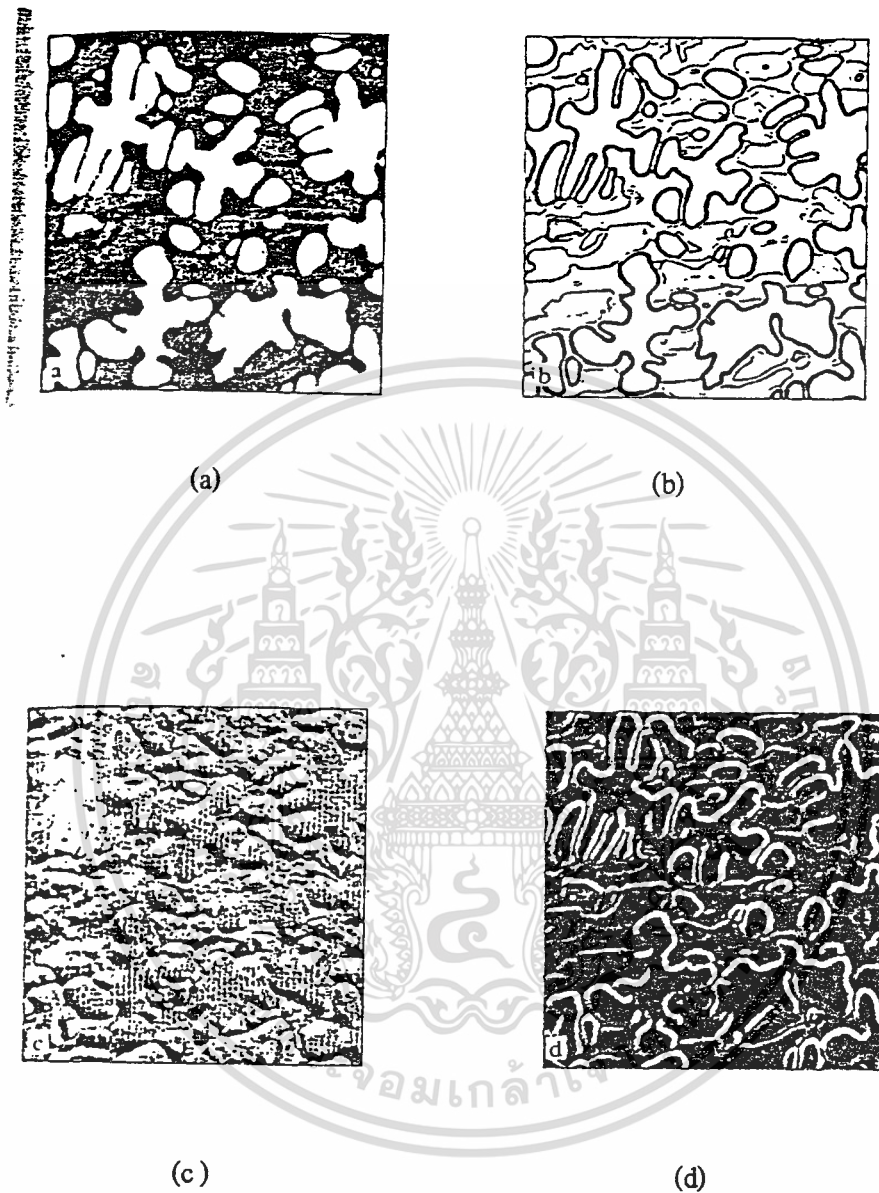
รูป 7.9 a) ภาพตัวอย่างที่จะนำมาหาขอบ

b) ขอบภาพที่ได้จากการใช้โรเบิร์ต ไอเปอร์เรเตอร์

c) ขอบภาพที่ได้จากการใช้ไซเบล ไอเปอร์เรเตอร์

d) ขอบภาพที่ได้จากการใช้เคิร์ท ไอเปอร์เรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 7.10 a) ภาพตัวอย่างที่นำมาหาขอบ

b) Sobel gradient magnitude

c) Sobel direction

d) product of b time c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 8

### การประมวลผลภาพดิจิทัลโดยการกรองความถี่

การประมวลผลภาพโดยการกรองความถี่ถือว่ามีประโยชน์มากในการประมวลผลภาพดิจิทัล เนื่องจากการประมวลผลด้วยวิธีการกรองความถี่นี้สามารถให้ผลที่เกิดกับภาพอย่างชัดเจน โดยจะแบ่งเป็นสองชนิดใหญ่ๆคือ การกรองความถี่ต่ำและการกรองความถี่สูง โดยที่การกรองความถี่ต่ำจะเป็นการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดในภาพเนื่องจากสัญญาณรบกวนในภาพนั้นจะเกิดขึ้นที่ความถี่สูง ดังนั้นการกรองให้เฉพาะความถี่ต่ำผ่าน จะทำให้สามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ส่วนการกรองความถี่สูงผ่านนั้นจะทำให้ภาพที่ได้มีความคมชัดมากขึ้น

#### 8.1 ตัวกรอง 2 มิติ(Filter)

ตัวกรองคือฟังก์ชันที่แปรผันตามความถี่สามารถแบ่งได้เป็นหลายชนิดตามผลการตอบสนองความถี่เช่น ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ(Lowpass Filter) ตัวกรองผ่านความถี่สูง ( High pass Filter) ตัวกรองผ่านแถบความถี่ (Bandpass filter) และตัวกรองหยุดแถบความถี่ (Band stop Filter) เป็นต้น

#### 8.2 หลักการของการกรองความถี่

หลักใหญ่ของการกรองความถี่นั้นมาจากทฤษฎีของการประมวลผลสัญญาณดิจิทัลนั้นคือการประมวล โดยนำข้อมูลที่ต้องการประมวลผลมาทำการคอนโวลูชันกับฟังก์ชันการตอบสนองความถี่ของฟังก์ชันอิมพัลซ์ โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$y(m, n) = x(n_1, n_2) * h(n_1, n_2) \\ = \sum_{k_1=-N_1}^{N_1} \sum_{k_2=-N_2}^{N_2} h(k_1, k_2) x(n_1 - k_1, n_2 - k_2) \quad (1)$$

เมื่อ  $y(n_1, n_2)$  เป็นสัญญาณภาพที่ได้จากการกรองความถี่

$x(n_1, n_2)$  เป็นสัญญาณภาพที่ต้องการจะกรองความถี่

$h(n_1, n_2)$  เป็นการตอบสนองความถี่อิมพัลซ์

โดยที่ค่า  $h(n_1, n_2)$  นี้สามารถที่จะหาได้จากฟังก์ชันการตอบสนองความถี่  $H(w_1, w_2)$  ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$h(n_1, n_2) = 1/3 \pi \int_0^\pi \cos(x_1, n_1) \left[ \int_0^\pi H(w_1, w_2) \cos(w_2, n_2) dw_2 \right] dw_1 \quad (2)$$

โดยที่  $H(w_1, w_2)$  คือ ฟังก์ชันการตอบสนองความถี่

ในโครงการนี้จะได้กล่าวถึงการกรองความถี่หลายๆชนิดแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันและเหมาะสมกับงานหลายๆอย่างต่างกัน โดยจะมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 8.2.1 ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำ (Lowpass Filter)

ขอบของภาพและการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (เช่น noise) ในระดับความสว่างของภาพ มักจะประกอบด้วยองค์ประกอบความถี่สูงในโดเมนความถี่ของการแปลงฟูรีเยอร์ การจะทำให้ภาพดูนุ่มนวลขึ้นหรือเบลอ สามารถทำได้ในโดเมนความถี่ของภาพโดยการลดทอนองค์ประกอบความถี่สูงในโดเมนความถี่ในช่วงที่กำหนดจากสมการที่ 4 เราจะได้ความสัมพันธ์คือ

$$G(u,v) = H(u,v)F(u,v) \quad (3)$$

เมื่อ  $F(u,v)$  เป็นผลการแปลงฟูรีเยอร์ของภาพที่เราต้องการทำให้นุ่มนวลขึ้น ปัญหาคือว่าเราจะหาฟังก์ชัน  $H(u,v)$  ที่ให้  $G(u,v)$  ที่เป็นการลดทอนองค์ประกอบความถี่สูงของ  $G(u,v)$  ได้อย่างไร การแปลงฟูรีเยอร์ผกผันของ  $G(u,v)$  จะได้ภาพ  $g(x,y)$  ที่นุ่มนวลขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบความถี่ถูกกรองออกไป ส่วนองค์ประกอบความถี่ต่ำผ่านไปโดยไม่มีการลดทอนวิธีการที่กล่าวมา นี้เรียกว่าการกรองความถี่ต่ำผ่าน ฟังก์ชัน  $H(u,v)$  ที่กล่าวถึงในที่นี้เรียกว่า ฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวกรองแปลงฟูรีเยอร์  $F(u,v)$  เนื่องจากตัวกรองควรที่จะเป็นแบบ ไม่มีการเลื่อนเฟส (Zero phase shift) เพราะว่าเฟสเป็นส่วนสำคัญของภาพจึงไม่ควรถูกรบกวน

#### (ก) ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติ

ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติ ใต้นิยามฟังก์ชันถ่ายโอนไว้ด้วยความสัมพันธ์ดังนี้

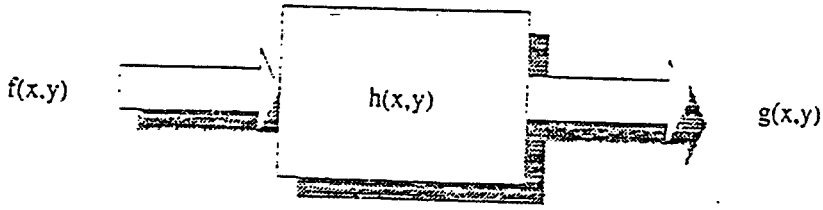
$$H(u,v) = \begin{cases} 0 & \text{if } D(u,v) > D_0 \\ 1 & \text{if } D(u,v) \leq D_0 \end{cases} \quad (4)$$

เมื่อ  $D_0$  เป็นจำนวนจริงบวกและ  $D(u,v)$  และเป็นระยะทางถึงจุดกำเนิด (origin) ในแกนความถี่ซึ่งมีค่าดังแสดงความสัมพันธ์ในสมการที่ 5

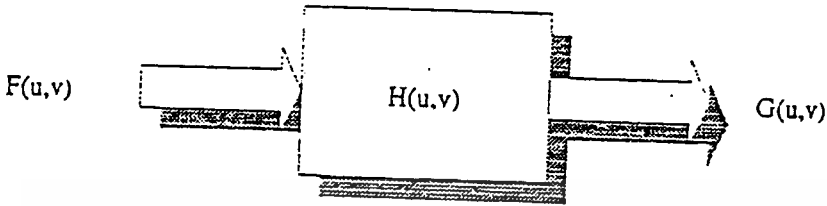
$$D(u,v) = (u^2 + v^2)^{1/2} \quad (5)$$

ภาพ 3 มิติแสดงฟังก์ชันของตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติแสดงไว้ในรูปที่ 8.1 ซึ่งอาจอธิบายได้ว่าทุกค่าความความถี่ในวงกลมรัศมี  $D_0$  ซึ่งเป็นความถี่ต่ำจะผ่านไปโดยไม่มีการลดทอนแต่ในขณะที่ทุกค่าความความถี่สูงจะถูกลดทอนลงอย่างสิ้นเชิง

ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำในที่นี้จะเป็นแบบสมมาตรรอบจุดกำเนิด เพื่อให้ตัวกรองนั้นมีคุณสมบัติเพียงพอกับข้อกำหนดที่ต้องการ ภาคตัดขวางของตัวกรองเป็นฟังก์ชันของระยะทางจากจุดกำเนิดตามแนวรัศมีดังแสดงในรูปที่ 8.2.(b) ฟังก์ชันถ่ายโอนที่สมบูรณ์ของตัวกรองสามารถสร้างโดยการหมุนภาคตัดขวางไป 360 องศารอบจุดกำเนิด ซึ่งมีจุดศูนย์กลางที่จุดกึ่งกลางระนาบความถี่ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด  $N \times N$  ของภาพ เนื่องจากว่าจุดกำเนิดของผลการแปลงฟูรีเยอร์  $F(u,v)$  มีศูนย์กลางที่จุดกึ่งกลางของสี่เหลี่ยมจัตุรัส



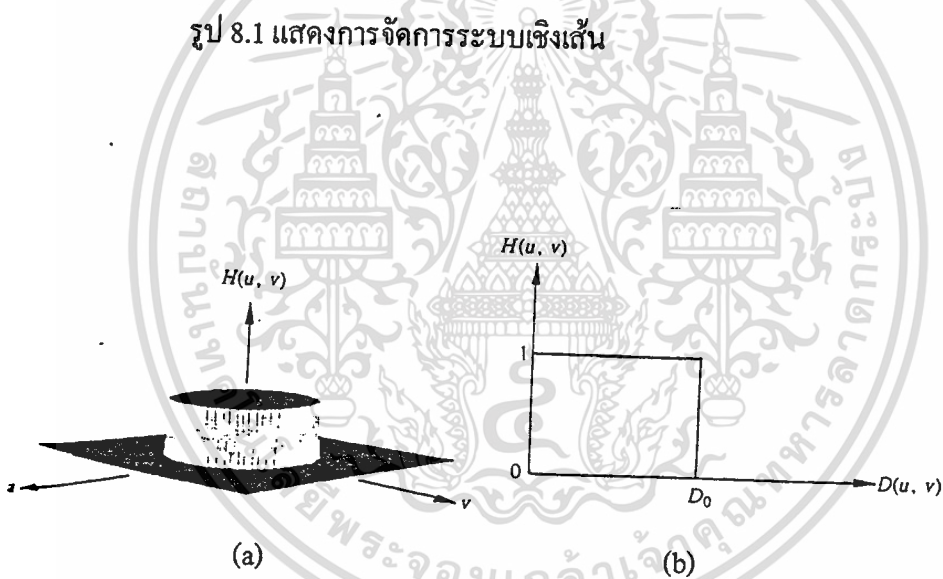
(ก)



(ข)

(ก) เอาท์พุทของระบบเป็นการ convolution (ข) เอาท์พุทเป็นผลคูณของ  $H(u,v)$  กับอินพุท  $h(x,y)$  กับอินพุท

รูป 8.1 แสดงการจัดการระบบเชิงเส้น



(a)

(b)

รูป 8.2 แสดงตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติ (a) แสดงรูป 3 มิติ (b) แสดงภาพตัดขวาง สำหรับตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติระหว่าง  $H(u, v) = 1$  กับ  $H(u, v) = 0$  จะเรียกว่าความถี่คัทออฟ (cut off frequency) เช่นความถี่คัทออฟ ของรูปที่ 8.2(b) คือ  $D_0$  จากภาคตัดขวางที่ถูกนำมาหมุนรอบจุดกำเนิดที่  $D_0$  จะกลายเป็นขอบของวงกลม และมีจุดคัทออฟที่มีระยะห่างจากจุดกำเนิด  $D_0$  เราพบว่าค่าความถี่คัทออฟนี้จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดคุณสมบัติของตัวกรองต่างๆ และใช้เป็นพื้นฐานในการเปรียบเทียบคุณลักษณะของตัวกรองชนิดต่างๆ

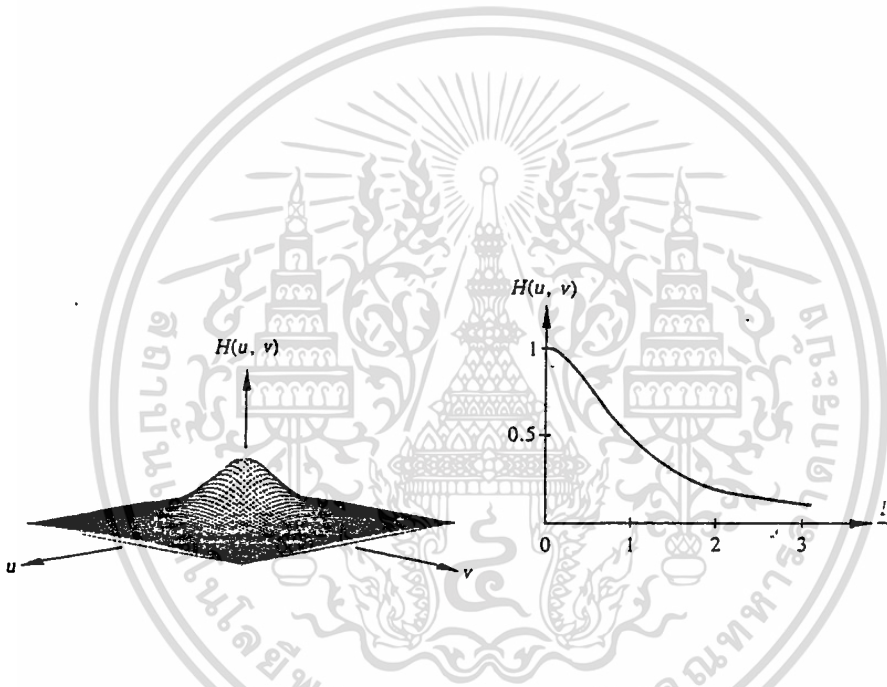
สำหรับคัทออฟที่ความถี่ต่ำแสดงในรูปที่ 8.2 นี้จะไม่สามารถที่จะสังเคราะห์เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ แต่เราสามารถทำการสร้าง (simulate) ด้วยคอมพิวเตอร์ได้

### (ข) ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำบัตเตอร์เวอร์ธ

ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำบัตเตอร์เวอร์ธอันดับ  $n$  (order  $n$ ) ที่มีความถี่คutoff  $D_0$  นิยามไว้ด้วยความสัมพันธ์ดังนี้

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v) / D_0]^{2n}} \quad (6)$$

ซึ่งมีภาพ 3 มิติแสดงไว้ในรูปที่ 8.3 ตัวกรองผ่านความถี่ต่ำบัตเตอร์เวอร์ธไม่มีช่วงกัทอพอที่คมซึ่งแยกแถบผ่าน (Pass band) กับ แถบหยุด (stop band) ไว้อย่างชัดเจน แต่จะมีช่วงเปลี่ยนสถานะ (transition band) ที่เรียงดังรูปที่ 8.3



(ก) แสดงรูป 3 มิติ

(ข) แสดงภาพตัดขวาง

รูป 8.3 แสดง Butterworth Lowpass Filter

ในสมการที่ 6 เราพบว่าที่ความถี่คutoff  $D(u, v) = D_0$  ค่า  $H(u, v)$  จะลดลงเหลือ 1/2 หรือเหลือ 50% จากค่าสูงสุดซึ่งโดยส่วนใหญ่เราจะใช้  $H(u, v) = 1/\sqrt{2}$  หรือ 70.7% ของค่าสูงสุดเป็นค่า  $H(u, v)$  ที่ความถี่คutoff ดังนั้นเราสามารถปรับปรุงสมการที่ 6 ได้โดยง่ายเป็น

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + (\sqrt{2} - 1)[D(u, v) / D_0]^{2n}} \quad (7)$$

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + (0.414)[D(u, v) / D_0]^{2n}} \quad (8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8.2.2 ตัวกรองผ่านความถี่สูง

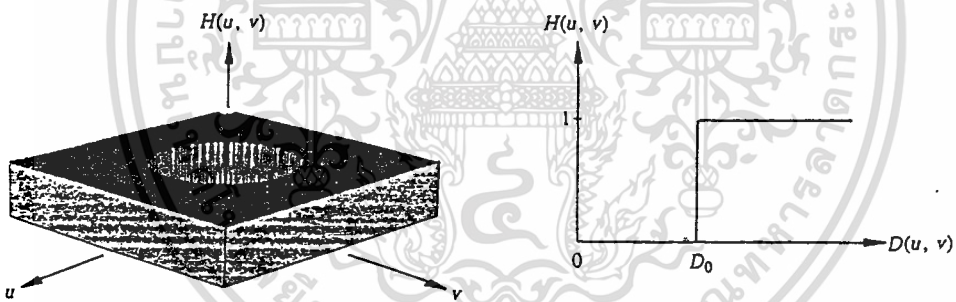
ภาพสามารถถูกทำให้เบลอได้ โดยการลดทอนส่วนความถี่สูงของภาพในโดเมนความถี่หรือ นำไปผ่านตัวกรองความถี่ต่ำส่วนของภาพที่เป็นขอบและที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของระดับสีเทา ( gray level ) นั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบความถี่สูง ดังนั้นการทำภาพให้คมชัดขึ้นสามารถทำได้ โดยกระบวนการกรองผ่านความถี่สูง

### (ก) ตัวกรองผ่านความถี่สูงอุดมคติ

ตัวกรองผ่านความถี่สูง 2 มิติอุดมคติ สามารถให้คำจำกัดความได้ดังนี้

$$H(u,v) = \begin{cases} 0 & \text{if } D(u,v) \leq D_0 \\ 1 & \text{if } D(u,v) > D_0 \end{cases} \quad (9)$$

เมื่อ  $D_0$  คือค่าระยะรัศมีของฟิวดจากจุดกำเนิดและ  $D(u,v)$  มีค่าตามสมการที่ 5 รูป 3 มิติและภาคตัดขวางของฟังก์ชันตัวกรองความถี่สูงจะตรงข้ามกับฟังก์ชันตัวกรองความถี่ต่ำอย่างสิ้นเชิง ขณะเดียวกันองค์ประกอบความถี่สูงภายนอกวงกลมจะผ่านไปโดยไม่มีการลดทอน เช่นเดียวกับตัวกรองผ่านความถี่ต่ำอุดมคติตัวกรองนี้ก็ไม่สามารถทำให้เป็นจริงได้ทางกายภาพ



(ก) แสดงรูป 3 มิติ

(ข) แสดงภาพตัดขวาง

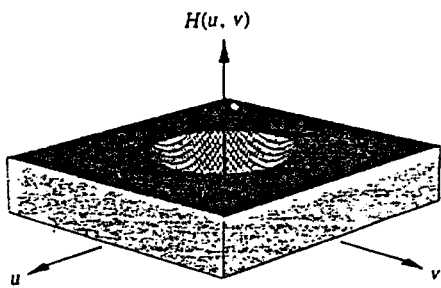
รูป 8.4 แสดงตัวกรองผ่านความถี่สูงอุดมคติ

### (ข) ตัวกรองความถี่สูงผ่านบัตเตอร์เวิร์ธ

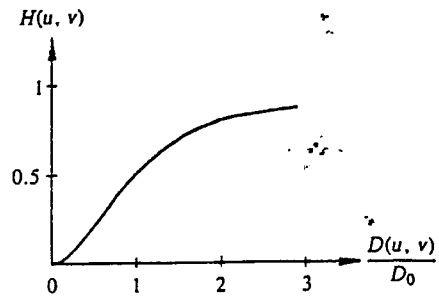
ฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวกรองผ่านความถี่สูงแบบบัตเตอร์เวิร์ธ อันดับ  $n$  และความถี่คัทออฟที่ระยะ  $D_0$  จากจุดกำเนิดสามารถแสดงด้วยความสัมพันธ์

$$H(u,v) = \frac{1}{1 + [D_0 / D(u,v)]^{2n}} \quad (10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แสดงรูป 3 มิติ



(ข) แสดงภาพตัดขวาง

## รูป 8.5 แสดงตัวกรองผ่านความถี่สูงแบบบัตเตอร์เวิร์ธ

จากสมการที่ 10 ที่ตัดออฟ  $D(u, v) = D_0$   $H(u, v)$  จะมีค่าลดลงเหลือ  $1/2$  ของค่าสูงสุดเช่นเดียวกับตัวกรองผ่านความถี่ต่ำแบบบัตเตอร์เวิร์ธ เป็นธรรมดาที่จะให้ค่าของ  $H(u, v)$  ที่ความถี่คัทออฟมีค่าลดลงเหลือ  $1/\sqrt{2}$  ของค่าสูงสุด สมการที่ 10 สามารถปรับปรุงให้สอดคล้องตามต้องการอย่างง่ายดายโดยการจัดระดับจะได้ เป็นสมการที่ 11

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + (\sqrt{2} - 1)[D_0 / D(u, v)]^{2n}} \quad (11)$$

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + (0.414)[D_0 / D(u, v)]^{2n}} \quad (12)$$

## บทที่ 9

## การทดลอง

## 9.1 การทดลองการเพิ่มค่าความสว่าง (Brightness adjust)

เป็นการทดลอง โดยเอาภาพต้นฉบับที่มีลักษณะของ โทนีสีค่อนข้างมืดมาทำการเพิ่มค่าระดับสีเทาเข้าไปในทุกๆจุดภาพและทุกๆค่าระดับสีเทา เราจะแสดงภาพต้นแบบ และภาพหลังการเพิ่มความสว่างในรูปที่(9.1) และ (9.2)



รูป 9.1 ภาพก่อนการเพิ่มค่าความสว่าง

จากรูปที่ 9.1 นี้เราจะทำการเพิ่มค่าระดับสีเทาลงไปในทุกๆจุด โดยในการทดลองนี้เราได้ทำการเพิ่มค่าระดับสีเทาลงไปในจุดภาพจุดละ 50 ระดับสีเทา โดยที่ภาพที่ใช้เป็นภาพที่แสดงด้วยระดับสีเทา 256 ระดับ เราจะได้ผลลัพธ์เป็นรูปที่ 9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.2 ภาพหลังจากการเพิ่มค่าความสว่าง

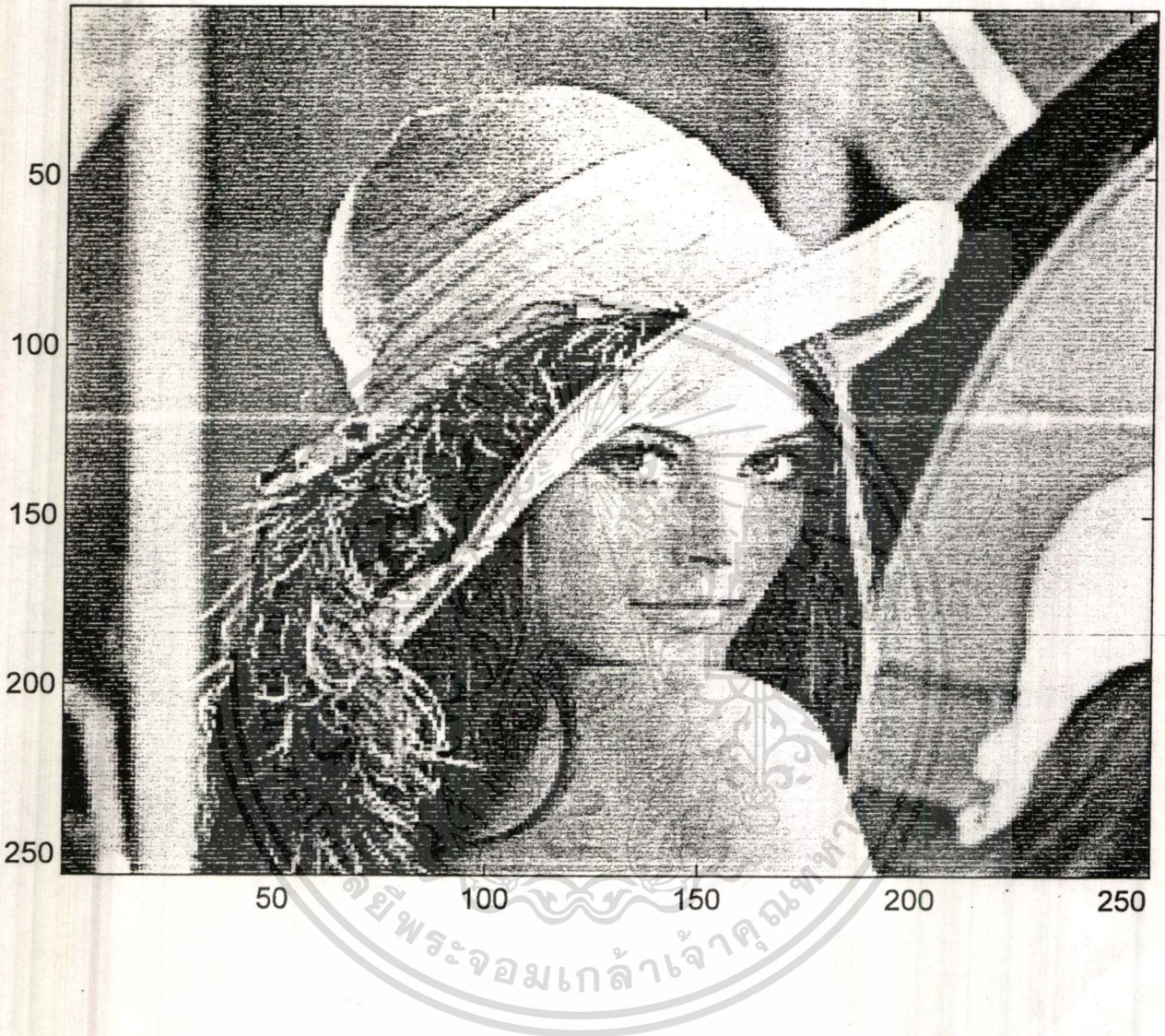
## 9.2 การทดลองปรับคอนทราสต์ของภาพ

การทำคอนทราสต์ของภาพนั้นจะให้ผลกับภาพที่มีการเกาะกลุ่มกันของค่าระดับสีเทาที่หนาแน่นเป็นบางช่วงซึ่งจะส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพในบางส่วนได้ โดยในบทนี้ได้ทำการทดลองทำคอนทราสต์ของภาพที่มีลักษณะการรวมตัวกันอย่างหนาแน่นของจุดภาพที่ค่าต่ำ (น้อยกว่า 150) เราได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 9.3 ซึ่งเป็นรูปต้นแบบจะสังเกตเห็นว่าเราไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนในบางบริเวณเนื่องจากในภาพถ่ายส่วนใหญ่จะมีโทนสีดำ เมื่อผ่านขบวนการการทำคอนทราสต์โดยแสดงในรูปที่ 9.4 เราจะว่าสามารถสังเกตเห็นรายละเอียดของภาพได้เพิ่มมากขึ้นแต่อย่างไรก็ตามภาพบางส่วนยังไม่สามารถมองเห็นได้ดีและยังเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นมาอีกด้วย



รูป 9.3 ภาพก่อนการทำคอนทราสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.4 ภาพหลังจากการทำคอนทราสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.3 การทดลองทำฮิสโตแกรมอ็ควอไลเซชัน

จากทฤษฎีของฮิสโตแกรมอ็ควอไลเซชันที่เราได้ศึกษากันไปแล้วนั้นเราพบว่าเป็นการนำเอาทฤษฎีทางสถิติมาใช้และมันสามารถทำให้ภาพผลลัพธ์ ที่มีการกระจายของฮิสโตแกรมดีขึ้นกว่าภาพที่ก่อนจะทำฮิสโตแกรมอ็ควอไลเซชัน โดยที่มันจะใช้ได้ดีกับภาพที่มีความหนาแน่นของจุดภาพที่ค่าระดับสีเทาทางใดทางหนึ่งมากเกินไป โดยจะแสดงได้ดังรูป 9.5 และ 9.6 ดังนี้



รูป 9.5 ภาพก่อนที่จะถูกปรับปรุง โดยวิธีฮิสโตแกรมอ็ควอไลเซชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.6 ภาพหลังจากการทำฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน

จากรูปที่ 9.6 เราจะสังเกตเห็นได้ว่าสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้มากกว่าวิธีของการทำคอนทราสต์แต่มีข้อเสียคือจะทำให้เห็นสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นมาได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีฮิสโตแกรมอีควอไลเซชันนี้ก็ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในการปรับปรุงภาพเนื่องจากสามารถปรับปรุงภาพได้อย่างอัตโนมัติและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลก็ใช้พอกๆกับการทำคอนทราสต์แต่ดีกว่าที่ไม่ต้องกำหนดย่านที่ต้องการลดความหนาแน่นของจุดภาพ

### 9.7 การทดลองการกรองความถี่กับสัญญาณภาพ

การกรองความถี่ของสัญญาณนั้นจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือที่ดีที่เราจะใช้ในการปรับปรุงภาพเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้นั้นค่อนข้างแน่นอนเด่นชัดเราจะทำการทดลองในการกรองความถี่ทั้งการกรองความถี่สูงและการกรองความถี่ต่ำโดยในการแสดงผลการทดลองนี้เราได้นำภาพในรูปที่ 9.7 ซึ่งเป็นภาพต้นฉบับ มาทำการกรองความถี่ทั้งความถี่สูง และความถี่ต่ำเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อแสดงถึงลักษณะของภาพที่ได้ออกมาว่ามีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



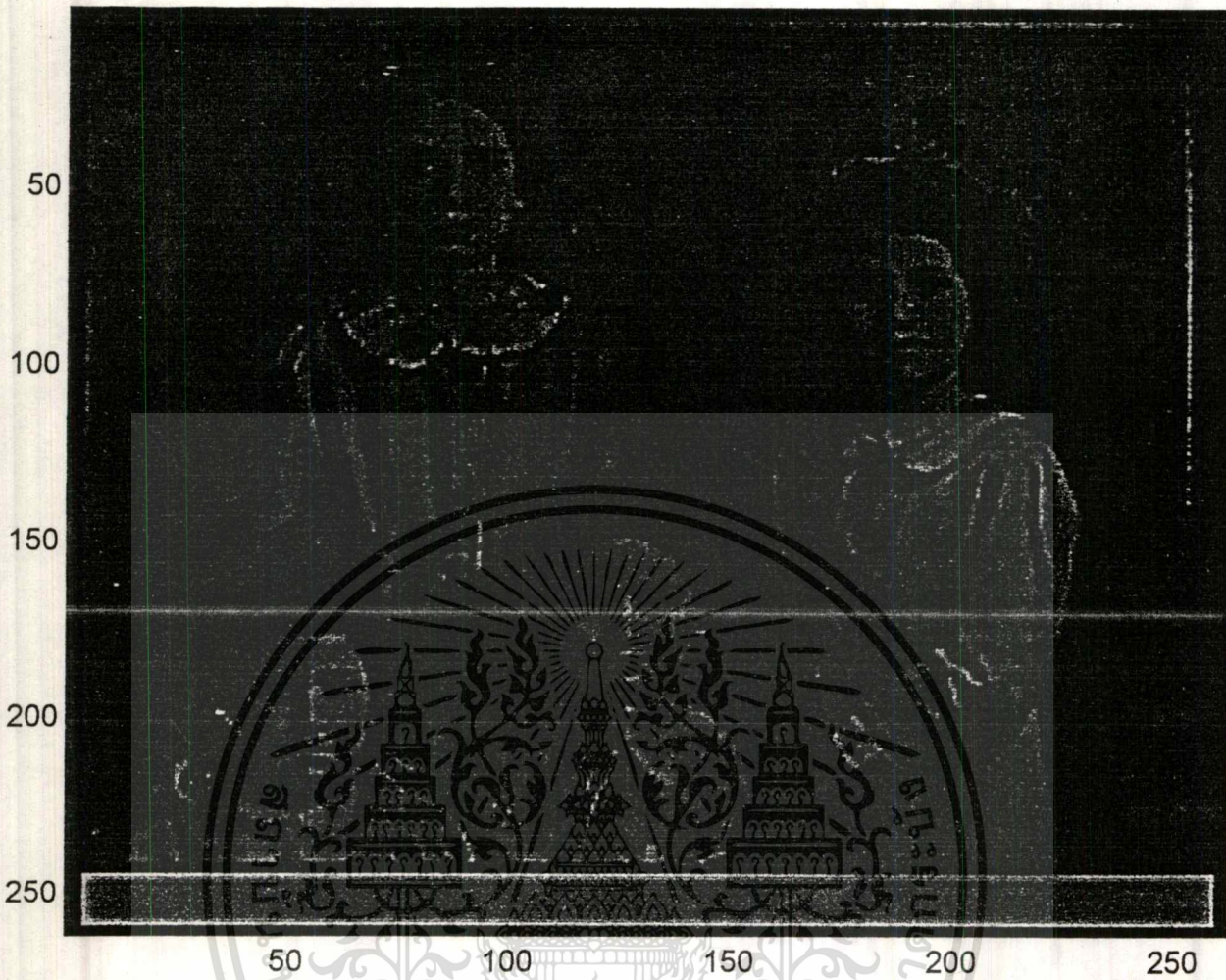
รูป 9.7 เป็นภาพต้นฉบับเพื่อนำมากรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.8 เป็นภาพที่ผ่านการกรองความถี่ต่ำ

จากรูปที่ 9.8 เราจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการกรองความถี่ต่ำกับภาพแล้วจะทำให้ภาพมีความราบเรียบและดูนุ่มนวลขึ้นกว่าเดิมและขณะเดียวกันก็จะทำการลดสัญญาณรบกวนด้วยเนื่องจากสัญญาณรบกวนในภาพนั้นจะมีความถี่สูงดังนั้นการกรองความถี่ต่ำผ่านก็จะทำให้สามารถลดสัญญาณรบกวนลง แต่ข้อเสียก็คือจะทำให้สูญเสียรายละเอียดของภาพในบางส่วนไป



รูป 9.9 เป็นภาพที่ผ่านการกรองความถี่สูง

จากรูปที่ 9.9 เราสังเกตภาพที่ผ่านการกรองความถี่สูงจะเห็นว่าภาพที่ได้ออกมานั้นทำให้เราสามารถเห็นรายละเอียดของภาพและขอบของภาพได้ดีและชัดเจนขึ้นจึงเหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้กับการแปลงภาพที่ต้องการมองเห็นรายละเอียดของภาพมากกว่าจะมองความกลมกลืนของภาพเพราะการกรองความถี่สูงนี้จะเน้นบริเวณของขอบภาพให้เห็นชัดขึ้นแต่จะมีข้อเสียคือจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนที่มากขึ้นด้วย

### 9.5 เทรชโฮล(thresholding)

การทำเทรชโฮลมีประโยชน์ในการทำภาพขาวดำ การแปลงใช้ฟังก์ชันการแปลงอย่างง่ายดังแสดงรูปที่9.10และรูปที่9.11 คือถ้าค่าระดับสีเทาของจุดใดที่มีค่าเกินค่าที่เรากำหนดไว้ (ค่าเทรชโฮล) จะมีค่าเป็นสีขาว(255) และค่าที่ระดับสีเทาของจุดภาพใดน้อยกว่าค่าเทรชโฮลจะมีค่าเป็นสีดำ



รูป9.10 ภาพต้นฉบับก่อนการทำเทรชโฮล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 9.11 ภาพที่ผ่านการทำเทรซโฮล

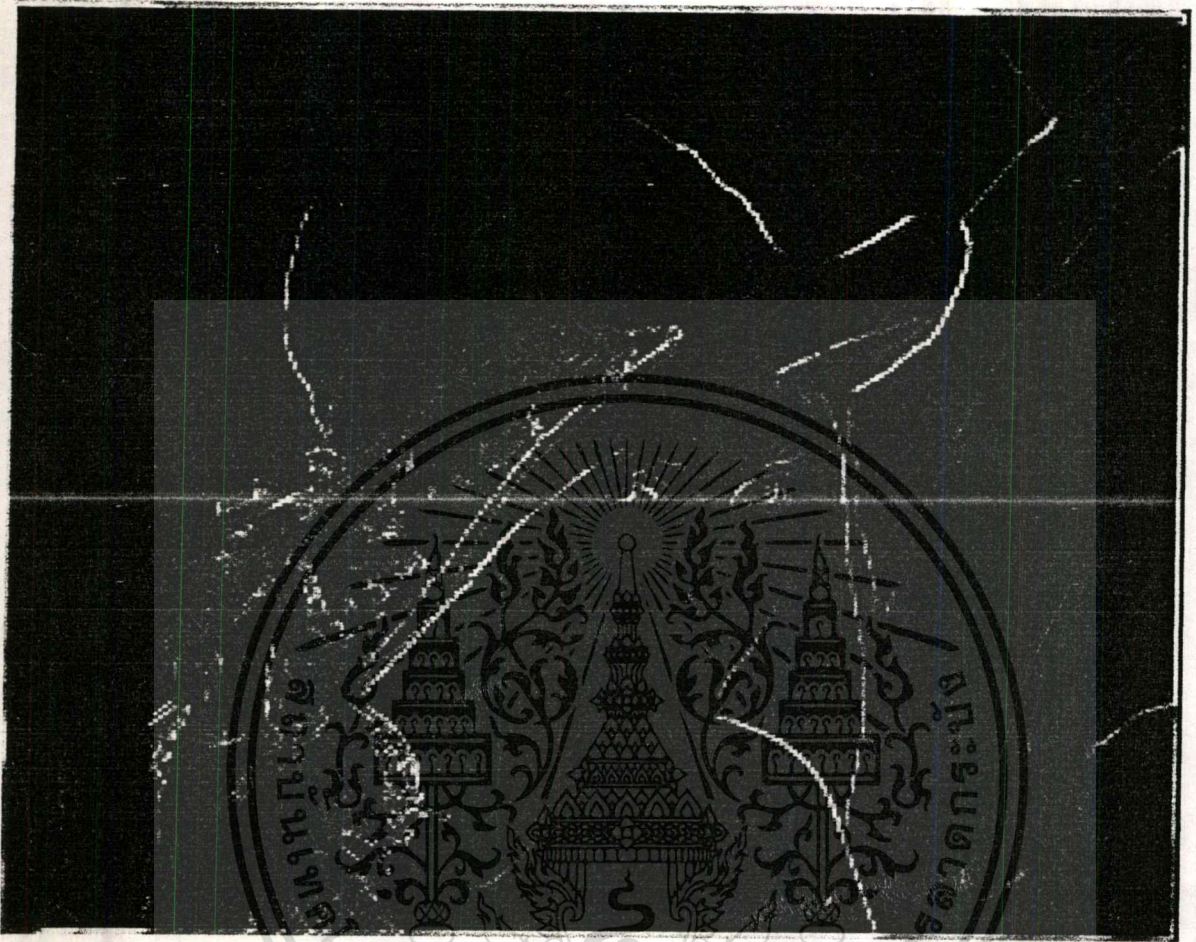
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 9.6 การทดลองหาขอบภาพโดยใช้โอเพอร์เรเตอร์แบบต่างๆ

9.6.1 Robert Operator เป็นการทดลองโดยนำ mask ของ Robert ที่แสดงไว้ในบทที่ 7 มาทำการคอนโวลูชันกับภาพเพื่อหาขอบภาพ เราจะแสดงภาพคันฉပ်และขอบของภาพที่ได้ในรูปที่ 9.12 และ 9.13 ดังต่อไปนี้



รูป 9.12 ภาพคันฉပ်ที่นำมาหาขอบ



รูป 9.13 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Robert Operator

จากรูปที่ 9.13 เราจะสังเกตเห็นได้ว่าขอบภาพที่ได้นั้น จะเป็นขอบภาพที่เกิดจากบริเวณที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนของจุดภาพเท่านั้น ส่วนบริเวณของภาพที่มีความแตกต่างระหว่างจุดภาพน้อยก็จะไม่ปรากฏขอบของภาพขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.6.2 Prewitt Operator เป็นการทดลองโดยนำ mask ของPrewittมาทำการคอนโวลูชันกับภาพ แสดงขอบภาพที่ได้ในรูปที่9.14 ดังต่อไปนี้



รูป 9.14 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Prewitt Operator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 9.6.3 Sobel Operator mask

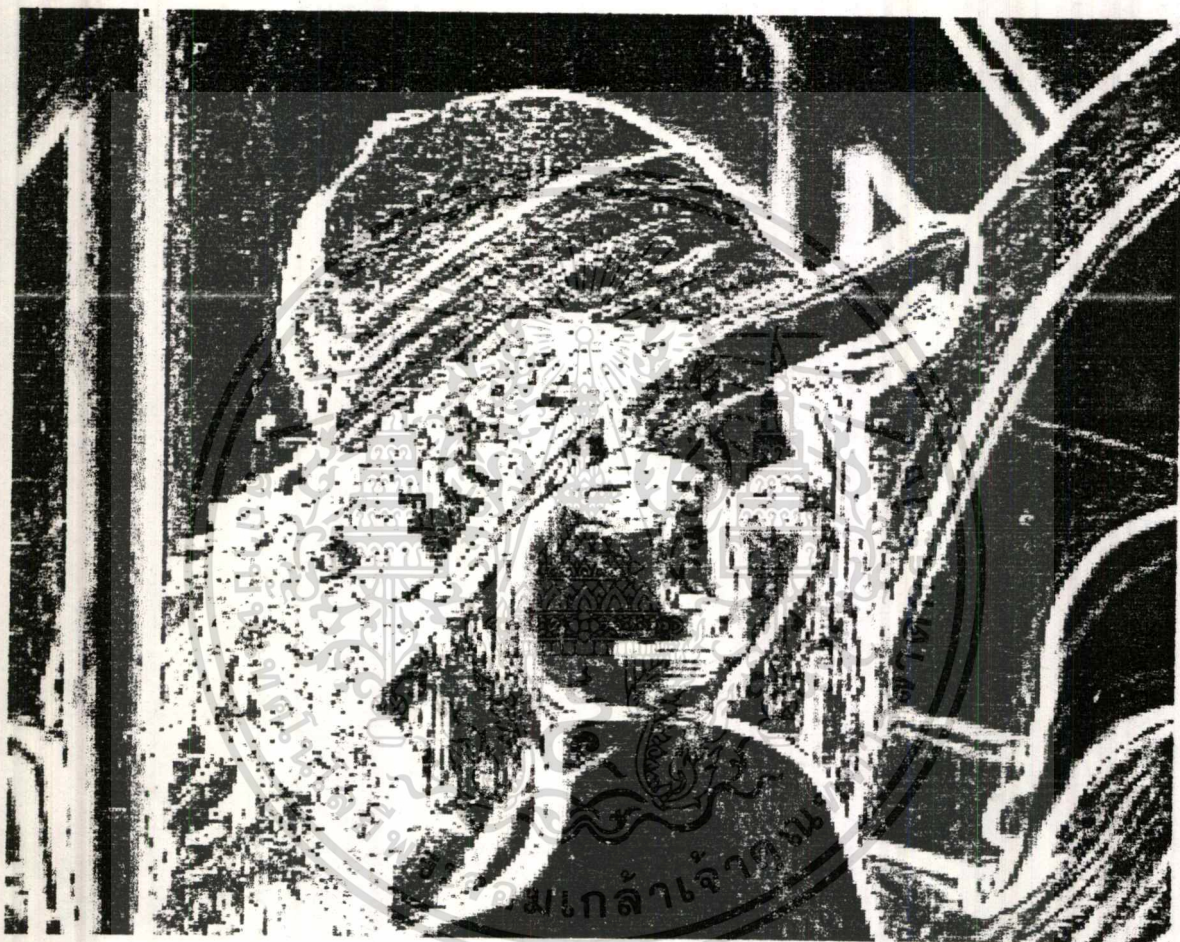


รูป 9.15 แสดงขอบภาพที่ได้จากโซเบล โอเพอเรเตอร์

จากรูปที่ 9.14 และ 9.15 เราจะสังเกตเห็นได้ว่าขอบของภาพที่ได้จะเป็นบริเวณที่มีความแตกต่างของจุดภาพมากถึงปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.6.4 Kirsch Operator เป็นการทดลองโดยนำ mask ของ kirsch มาทำการคอนโวลูชันกับภาพ แสดงขอบภาพที่ได้ดังรูปที่ 9.16



รูป 9.16 แสดงขอบภาพที่ได้จาก Kirsch Operator

จากรูปที่ 9.16 จะสังเกตเห็นได้ว่าการหาขอบภาพโดยวิธีนี้สามารถหาขอบภาพได้ละเอียดกว่า 3 วิธีข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 10

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการที่เราได้ทำการศึกษาการประมวลผลทางภาพแบบต่าง ๆ ไปในปริภูมิตฤษฎีนั้นพอจะแยกหัวข้อใหญ่ๆ ที่ทำการศึกษาได้ดังนี้ คือการปรับปรุงภาพที่มีคุณภาพไม่ดีพอซึ่งมักจะเกิดจากการถ่ายภาพที่ไม่ดีซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ หรือ สภาพแวดล้อมในการถ่ายภาพโดยที่หากเป็นการถ่ายในระบบอนาลอกนั้นเราไม่สามารถจะควบคุมแก้ไขได้มาก แต่ถ้าเป็นการถ่ายภาพในระบบดิจิทัลนั้นทำให้เราสามารถทำการแก้ไขตกแต่งภาพได้ง่ายและได้ภาพอย่างที่ต้องการได้ดีกว่า

จากการที่เราได้ทำการทดลองสร้างโปรแกรมการประมวลผลภาพบนโปรแกรม MATLAB นั้นปัญหาที่พบก็จะเกิดขึ้นที่การทำงานที่ซ้ำมากในการประมวลผลแต่ละครั้ง แต่อย่างไรก็ตามจุดประสงค์ของโครงการนี้เพื่อที่จะศึกษาอัลกอริทึมและวิธีการ เท่านั้น ไม่ได้มีจุดมุ่งหมายที่จะสร้างขึ้นมาเป็นเครื่องมือที่สามารถใช้งานได้จริง โดยที่หากเราต้องการที่จะพัฒนาวิธีการเหล่านี้ให้สามารถใช้งานได้จริงแล้วละก็ควรจะมีการออกแบบฮาร์ดแวร์มาประกอบกับซอฟต์แวร์เพื่อที่จะสามารถทำให้การทำงานของมันเร็วขึ้นสามารถตอบสนองขบวนการในการคำนวณที่ซับซ้อนของการประมวลผลได้

การประมวลผลภาพโดยการปรับค่าความสว่าง จะทำให้ได้ภาพใหม่ที่สว่างมากขึ้นจะมีประโยชน์สำหรับภาพต้นฉบับที่ลักษณะค่อนข้างมืด แต่การประมวลผลภาพด้วยวิธีนี้จะมีข้อจำกัดอยู่คือหากเราทำการเพิ่มค่าความสว่างมากๆ จะทำให้ได้ภาพที่มีความสว่างมากจนเป็นสีขาวเกือบหมดทำให้เราไม่สามารถรู้ว่าเป็นภาพอะไร

การแสดงผลภาพโดยใช้ฮิสโตแกรมเป็นการแสดงผลภาพด้วยกราฟเพื่อจะทำให้เราได้รู้ว่าภาพนั้นมีค่าระดับสีเทาเกาะกลุ่มกันช่วงใดเพื่อจะรู้ว่าควรประมวลผลภาพช่วงใดในแต่ละขบวนการ

การปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพเป็นการยืดค่าระดับสีเทาที่เกาะกลุ่มกันออกให้เต็มย่านที่ต้องการ โดยผ่านขบวนการของ Linear mapping function ซึ่งจะทำให้ภาพมีค่าระดับสีเทาที่สมดุลกันทั้งภาพทำให้ภาพที่มีความคมชัดมากขึ้น แต่วิธีนี้จะต้องรู้ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของค่าระดับสีเทา ก่อนจึงจะสามารถทำการประมวลผลภาพได้จึงใช้เวลานาน

การปรับปรุงโดยใช้ฮิสโตแกรมอีควอไลเซชัน เป็นการใช้หลักการของความน่าจะเป็นนำมาใช้ในการสะสม โอกาสที่จะเกิดค่าระดับสีเทา หรือที่รู้จักในนาม Cumulative Distribution Function ซึ่งวิธีนี้จะได้ภาพที่มีความคมชัดขึ้นอีกวิธีหนึ่งที่มีความสะดวก

การปรับปรุงภาพโดยการกรองความถี่ต่ำผ่านจะทำให้ได้ภาพที่มีความเรียบมากขึ้นแต่ภาพจะมีความเบลอมากขึ้นด้วย

การปรับปรุงภาพโดยการกรองความถี่สูงผ่านจะทำให้ได้ภาพที่ขอบชัดขึ้นและจะมีnoiseมากขึ้นด้วยซึ่งจะตรงกันข้ามกับการกรองความถี่ต่ำผ่าน

การหาค่าเทรซโฮลจะเป็นการแสดงภาพในลักษณะค่าไบนารีซึ่งภาพที่ได้จะมีค่าแค่สองระดับคือส่วนที่เป็นสีขาวและสีดำ ซึ่งเป็นการแสดงค่าระดับสีเทาที่มีความแตกต่างกันของจุดภาพบริเวณเดียวกันในภาพ

การหาขอบภาพแบบโรเบิร์ตโอเปอเรเตอร์ (Robert operator) เป็นการหาขอบภาพเพียงสองทิศทางซึ่งขอบภาพที่ได้จะไม่ค่อยจะละเอียดมากนักเมื่อเทียบกับการหาขอบภาพแบบพรีวิทท์ (Prewitt operator) และแบบโซเบลโอเปอเรเตอร์ (Sobel operator) ซึ่งจะเก็บรายละเอียดของภาพได้ดีกว่า แต่ก็ยังมีวิธีที่คิดว่าในด้านการเก็บรายละเอียดของขอบภาพนั้นก็คือ วิธีของเคิร์ทโอเปอเรเตอร์ (Kirsh operator) ซึ่งถ้าจะเปรียบเทียบว่าวิธีใดดีที่สุดที่สุคนั้น ไม่สามารถบอกได้เพราะจะขึ้นอยู่กับภาพต้นฉบับที่จะนำมาประมวลผลว่าเหมาะสมกับวิธีใด

ส่วนทางด้านปัญหาและอุปสรรคในการทำพอสตูปเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ดังนี้ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านโปรแกรม ทางด้านเนื้อหานั้น ปัญหาที่พบคือ การศึกษาจะต้องทำการค้นคว้าจากหนังสือที่เป็นภาษาอังกฤษจึงทำให้ต้องใช้เวลามากในการศึกษาและอาจทำให้เข้าใจในเนื้อหาไม่ถ่องแท้หรืออาจเข้าใจเนื้อหาผิด ส่วนทางด้านกรเขียน โปรแกรมนั้นจำเป็นต้องเข้าใจเนื้อหาให้ลึกซึ้งก่อนจึงจะทำให้สามารถเขียน โปรแกรมได้จึงทำให้ต้องเสียเวลามาก และจะต้องเสียเวลาในการเริ่มต้นการหัดเขียน โปรแกรมเพื่อทำความเข้าใจกับชุดคำสั่งที่ต้องนำมาใช้งาน

## ภาคผนวก

### โปรแกรมแสดงภาพในไฟล์ภาพ

```
function [ A ] = Show(fid)
% Show is show image
% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room      3R

fid = fopen('a:\lena.img','r');
A = fread( fid ,[256 ,256]);
colormap(gray(256));
figure(1);
image(A);
axis('off')
xlabel('number of pixel')
ylabel('number of pixel')
title('The program is showing of image " lena.img "')
end;
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมปรับค่าความสว่างของภาพ

```
function [A,B] = Bright(fid)
% showing picture to adjust brightness
% by Mr. Ruangsak Toaramrat & Mr. Sirisak Vorachuen
% Num. 37013260 & 37013212
% Room 3R

fid = fopen('A:lenna.img','r');
A = fread( fid ,[256 ,256]);
colormap(gray(256));
figure(1);
image(A);
title(' Original image " lena.img " ')
axis off

B= A+50;
figure(2);
colormap(gray(256));
image(B);
axis('off')
title('The program is adjust Brightness of image " lena.img " ')
end;
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมการแสดงผลภาพโดยใช้ฮิสโตแกรม

```
function [ A ] = histg ( fid )  
% Histogram of image " lena .img  
% By Mr.Ruangsak Tooramrat & Mr. Sirisak Vorachuen  
% Number 37013260 & 37013212  
% Room 3R  
  
fid = fopen('a:\lena.img','r');  
A = fread( fid,[256,256]);  
hist(A(:,256);  
xlabel('gray level');  
ylabel('number of pixel');  
title ('histogram of image " lena.img " ');  
end;
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมปรับปรุงคอนทราสต์ของภาพ

```
function [A,S] = cont(fid)
% show picture to adjust contrast
% By Mr.ruangsak Toaramrat & Mr. Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R

fid = fopen('a:\lena.img','r');
A = fread( fid,[256 , 256]);
colormap(gray(256));
image(A');
figure(2);
hist(A(:,256));
R = A;
Rmin = 48;
Rmax = 228;
S = ((R-Rmin)*255)/(Rmax-Rmin);
figure(3);
hist(S(:,256));
xlabel('gray level');
ylabel('number of pixel');
title('contrast manipulation of image " lena.img " ');
figure(4);
colormap(gray(256));
image(S');
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมการปรับฮิสโตแกรมอีควอไรเซชัน

```
function[A,H] = histgeq1(fid)

% Histogramequalization of image " lena.img"

% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen

% Number 37013260 & 37013212

% Room 3R

fid = fopen('a:\lena.img','r');
A = fread(fid,[256,256]);
colormap(gray(256));
image(A');
A(:)=A;
B=A(:);
C=hist(B,256);
figure(2);
plot(C)
D=C./65536;
figure(3);
plot(D)
for i=1:256;
    E(i) = sum(C(1:i));
end;
for i = 1:256
    F(i) = max(0,round(E(i)/256)-1);
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for i = 1:256
    for j = 1:256
        n = A(i,j) + 1;
        H(i,j) = F(n);
    end;
end;
figure(4)
colormap(gray(256));
image(H');
figure(5);
hist(H(:),256);
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

### โปรแกรมการกรองความถี่ต่ำผ่าน

```
Function [h,A] = lp(fid)
```

```
% Lowpass filter
```

```
% By Mr. Ruangsak Toaramrat & Mr. Sirisak Vorachuen
```

```
% Number 37013260 & 37013212
```

```
% Room 3R
```

```
w1 = -pi:pi/40:pi;
```

```
w2 = w1;
```

```
[w1,w2] = meshgrid(w1,w2);
```

```
D0 = 0.3*pi;
```

```
R=w1.^2+w2.^2;
```

```
H = 1./(1+((0.414/D0^2).*R));
```

```
axis([-2 2 -2 2 0 2]);
```

```
mesh(w1,w2,H);
```

```
grid;
```

```
xlabel('w1')
```

```
ylabel('w2')
```

```
zlabel('Magnitude')
```

```
title('3-d plot of magnitude response of lowpass filter')
```

```
h = [0.0034 0.0053 0.0075 0.0088 0.0075 0.0053 0.0034;
```

```
0.0053 0.0095 0.0149 0.0173 0.0149 0.0095 0.0053;
```

```
0.0075 0.0149 0.0313 0.0475 0.0313 0.0149 0.0075;
```

```
0.0088 0.0173 0.0475 0.1036 0.0475 0.0173 0.0088;
```

```
0.0075 0.0149 0.0313 0.0475 0.0313 0.0149 0.0075;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0.0053 0.0095 0.0149 0.0173 0.0149 0.0095 0.0053;  
0.0034 0.0053 0.0075 0.0088 0.0075 0.0053 0.0034];
```

```
fid = fopen('a:\ikram.img','r');
```

```
A = fread( fid ,[256 ,256]);
```

```
figure(2);
```

```
colormap(gray(256));
```

```
image(A');
```

```
axis off
```

```
B = conv2(A,h);
```

```
figure(3);
```

```
colormap(gray(256));
```

```
image(B');
```

```
axis off
```

```
end;
```



## ภาคผนวก

### โปรแกรมการกรองความถี่สูงผ่าน

```
Function[h,A] = hp(fid)
```

```
% Hipass filter
```

```
% By Mr. Ruangsak Toaramrat & Mr. Sirisak Vorachuen
```

```
% Number 37013260 & 37013212
```

```
% Room 3R
```

```
w1 = -pi:pi/40:pi;
```

```
w2 = w1;
```

```
[w1,w2] = meshgrid(w1,w2);
```

```
D0 = 0.3*pi;
```

```
D = sqrt(w1.^2 +w2.^2);
```

```
H = (1./(1+ ((0.414*D0^2)./D) ));
```

```
axis([-2 2 -2 2 0 2]);
```

```
mesh(w1,w2,H);
```

```
grid;
```

```
xlabel('w1')
```

```
ylabel('w2')
```

```
zlabel('Magnitude')
```

```
title('3-d plot of magnitude response of hipass filter')
```

```
h = [-0.0034 -0.0053 -0.0075 -0.0088 -0.0075 -0.0053 -0.0034;  
-0.0053 -0.0095 -0.0149 -0.0173 -0.0149 -0.0095 -0.0053;  
-0.0075 -0.0149 -0.0313 -0.0475 -0.0313 -0.0149 -0.0075;  
-0.0088 -0.0173 -0.0475 0.8964 -0.0475 -0.0173 -0.0088;  
-0.0075 -0.0149 -0.0313 -0.0475 -0.0313 -0.0149 -0.0075;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
-0.0053 -0.0095 -0.0149 -0.0173 -0.0149 -0.0095 -0.0053;  
-0.0034 -0.0053 -0.0075 -0.0088 -0.0075 -0.0053 -0.0034];
```

```
fid = fopen('a:\vikram.img','r');
```

```
A = fread( fid ,[256 ,256]);
```

```
figure(2);
```

```
colormap(gray(256));
```

```
image(A');
```

```
axis off;
```

```
B = conv2(A ,h);
```

```
figure(3);
```

```
colormap(gray(256));
```

```
image(B');
```

```
axis off
```

```
end;
```



## ภาคผนวก

### โปรแกรมปรับค่าเทรชโฮล

```
function [ A,b ] = thres (fid)
% Thresholding
% By Mr.Ruangsak.Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R
fid=fopen('a:\image.file','r');
[A,count]=fread(fid,[256,256]);
figure(1);
colormap(gray(256));
image(A);
axis('off');
xlabel('Original image');
B=(A>=150);
b=(255*B);
figure(2);
colormap(gray(256));
image(b);
axis('off');
xlabel('Thresholding Image');
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมหาขอบภาพโดยโรเบิร์ตโอเปอร์เรเตอร์

```
% Program for edge detection using the Robert operator
% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R

fid=fopen('a:\lena.img','r');
[A,count]=fread(fid,[256,256]);
figure(1);
colormap(gray(256));
image(A');
axis('off');
xlabel('original image');
w0=[ 0 0 -1; 0 1 0; 0 0 0];
w1=[ -1 0 0; 0 1 0; 0 0 0];
a=conv2(w0,A);
b=conv2(w1,A);
c=abs(a);
d=abs(b);
R=max(c,d);
figure(2);
colormap(gray(256));
image(R');
axis('off');
```

## ภาคผนวก

### โปรแกรมหาขอบภาพโดยพรีวิทท์

```
function [ A,P ] = prewitt (fid)
% Program for edge detection using the Prewitt operator
% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R
fid=fopen('a:image.file','r');
[A,count]=fread(fid,[256,256]);
figure(1);
colormap(gray(256));
image(A');
axis('off');
xlabel('original image');
w0=[ 1 1 1;1 -2 1;-1 -1 -1];
w1=[ 1 1 1;1 -2 -1;1 -1 -1];
w2=[ 1 1 -1;1 -2 -1;1 1 -1];
w3=[ 1 -1 -1;1 -2 -1;1 1 1];
a=conv2(w0,A);
b=conv2(w1,A);
c=conv2(w2,A);
d=conv2(w3,A);
e=abs(a);
g=abs(b);
h=abs(c);
i=abs(d);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
m=max(e,g);  
n=max(h,i);  
P=max(m,n);  
figure(2);  
colormap(gray(256));  
image(P');  
axis('off');  
xlabel('Prewitt Operator');  
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

### โปรแกรมหาขอบภาพโดยโซเบลโอเพอร์เรเตอร์

```
function [ A,S ] = sobel (fid)
% Program for edge detection using the sobel operator
% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R
fid=fopen('a:\image.file','r');
[A,count]=fread(fid,[256,256]);
figure(1);
colormap(gray(256));
image(A');
axis('off');
xlabel('original image');
w0=[ 1 2 1;0 0 0;-1 -2 -1];
w1=[ 2 1 0;1 0 -1;0 -1 -2];
w2=[ 1 0 -1;2 0 -2;1 0 -1];
w3=[ 0 -1 -2;1 0 -1;2 1 0];
a=conv2(w0,A);
b=conv2(w1,A);
c=conv2(w2,A);
d=conv2(w3,A);
e=abs(a);
g=abs(b);
h=abs(c);
i=abs(d);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
j=max(e,g);  
k=max(h,i);  
T=max(j,k);  
figure(2);  
colormap(gray(256));  
image(T');  
axis('off');  
xlabel('Sobel Operator');  
end;
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

### โปรแกรมหาขอบภาพโดยเคิร์ทโอเปอร์เรเตอร์

```
function [ A,K ] = kirsch(fid)

% Program for edge detection using the Kirsh operator
% By Mr.Ruangsak Toaramrat & Mr.Sirisak Vorachuen
% Number 37013260 & 37013212
% Room 3R

fid=fopen('a:\image.file','r');
[A,count]=fread(fid,[256,256]);
figure(1);
colormap(gray(256));
image(A);
axis('off');
xlabel('original image');
w0=[ 5 5 5;-3 0 -3;-3 -3 -3];
w1=[ 5 5 -3;5 0 -3;-3 -3 -3];
w2=[ 5 -3 -3;5 0 -3;5 -3 -3];
w3=[ -3 -3 -3;5 0 -3;5 5 -3];
a=conv2(w0,A);
b=conv2(w1,A);
c=conv2(w2,A);
d=conv2(w3,A);
e=abs(a);
g=abs(b);
h=abs(c);
i=abs(d);
```

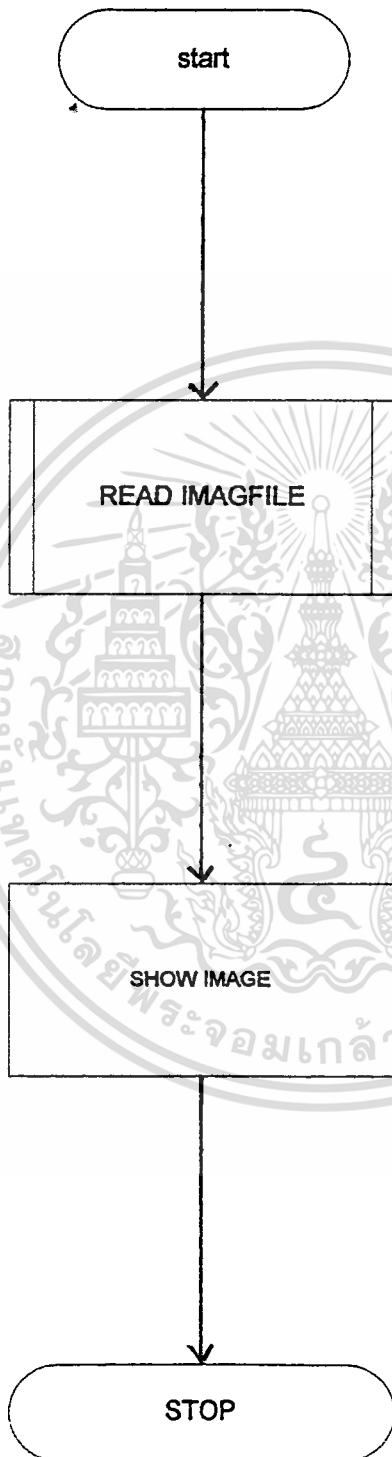
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
m=max(e,g);  
n=max(h,i);  
K=max(m,n);  
figure(2);  
colormap(gray(256));  
image(K');  
axis('off');  
xlabel('Kirsh Operator');  
end;
```

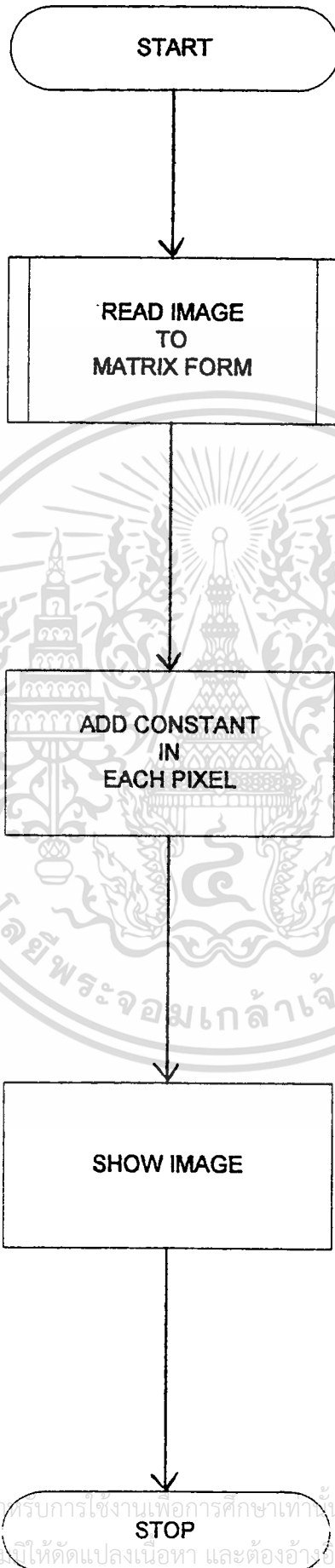


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

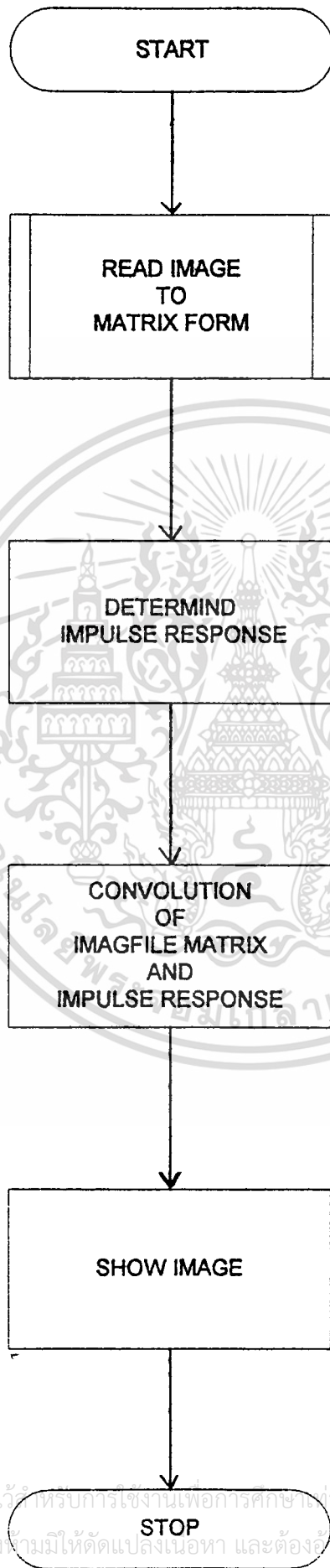
## FLOWCHART OF SHOW IMAGE



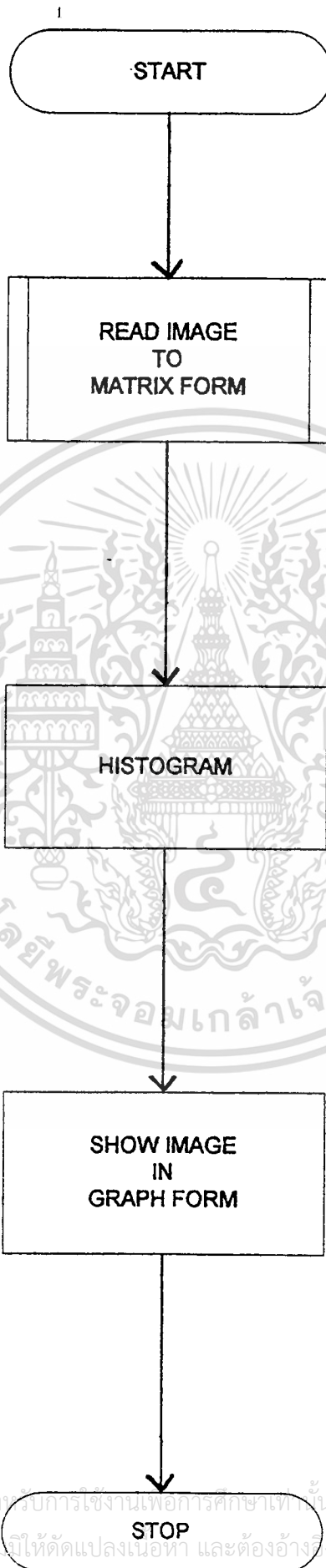
## FLOWCHART OF ADJUST BRIGHTNESS



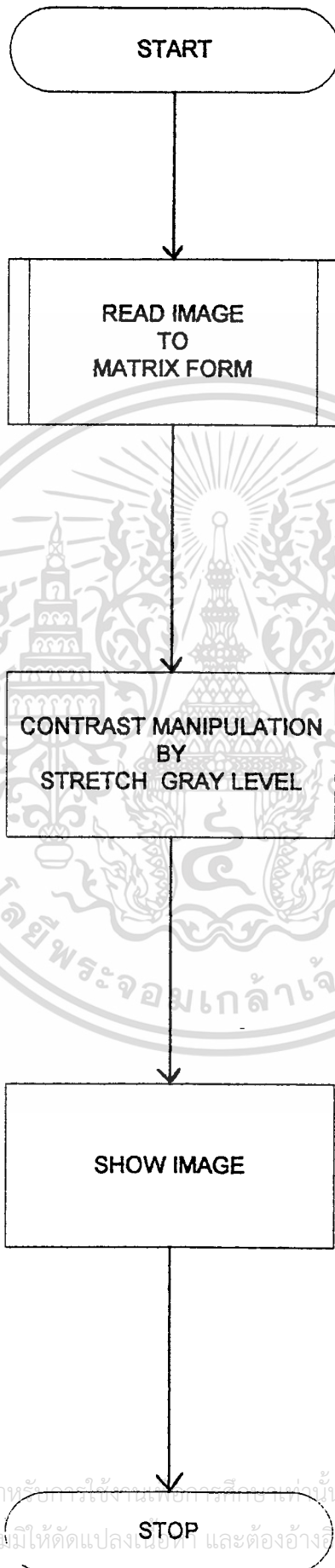
# FLOWCHART OF LOWPASS FILTER AND HIPASS FILTER



# FLOWCHART OF HISTOGRAM

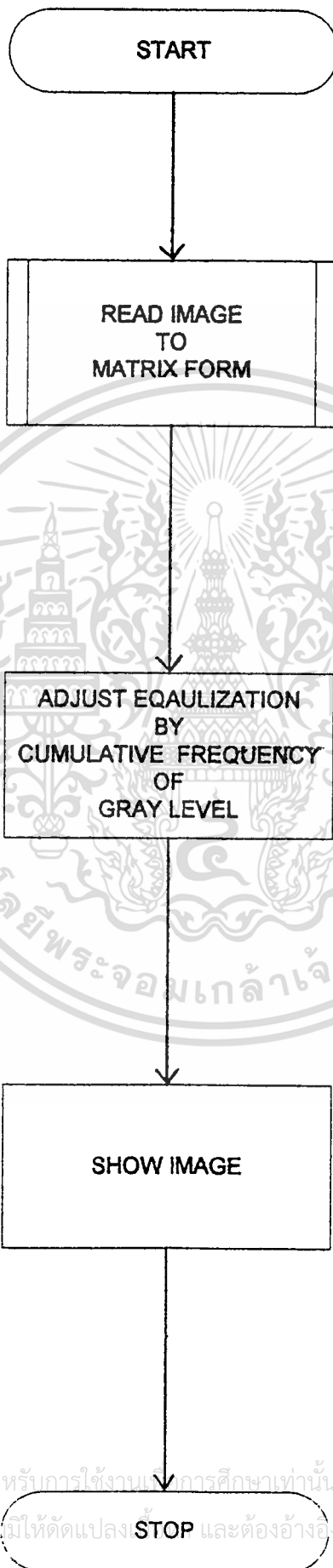


# FLOWCHART OF ADJUST CONTRAST



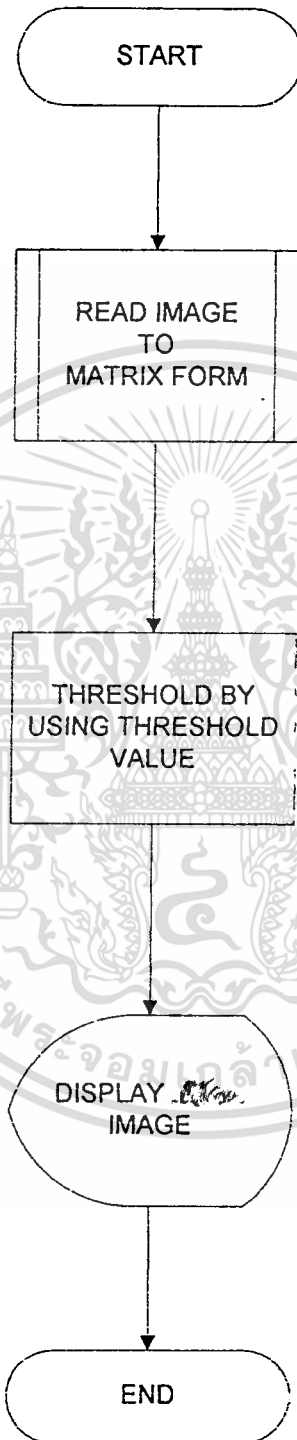
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## FLOWCHART OF ADJUST EQAULIZATION



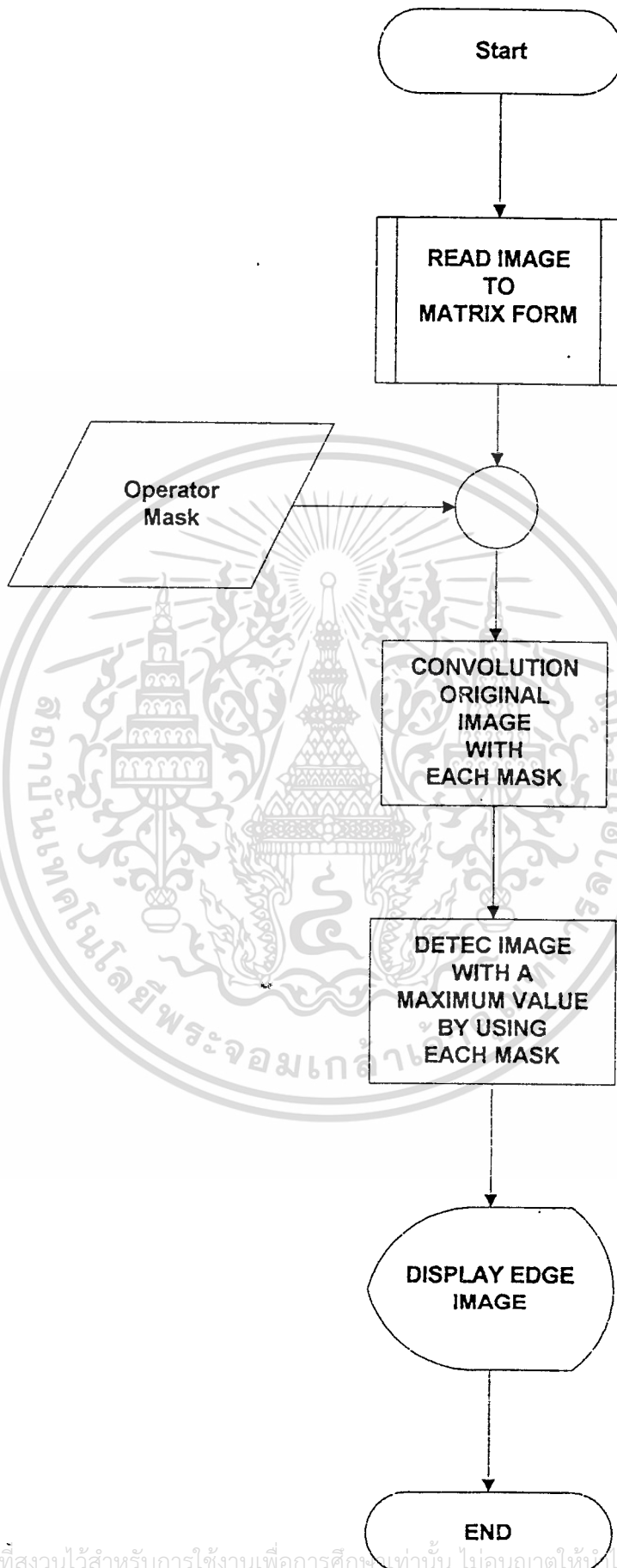
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง **STOP** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## FLOW CHART OF THRESHOLDING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FLOW CHART OF EDGE DETECTED



## กิติกรรมประกาศ

การที่ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์ทั้งทางด้านความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ จากอาจารย์หลายๆท่าน ซึ่งต้องขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา คอยดูแลเอาใจใส่ และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ และห่วงใยตลอดมาจนการทำงานครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- 1.Mahar A Sid-Ahmed , "Digital image processing " , 1994,pp. 1 - 98
- 2.William K. Pratt ," Edge detection " , Digital image processing ,Second Edition , 1991,pp.91 - 532
- 3.Rafael C.Gonzales , Richard E. woods , " image transform " , Digital image processing ,1992,pp. 81 -159
- 4.John C. russ ," Image Enhancement " , The image processing . Handback , Second Edition ,1995 , pp.211 -287

