สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์

DESIGN OF A COMPUTER VISION BASED TREE RING DATING SYSTEM

ณัฐพร ตันคงคารัตน์
บุญเลิศ นิ่มจงจิตร์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39658
วัน, เดือน, ปี 19 มิ.ย. 2544
.b.....
.i.....
เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN OF A COMPUTER VISION BASED TREE RING DATING SYSTEM

NATTAPORN TANKONGKARAT
BOONLERT NIMCHONGCHIT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์ DESIGN OF A COMPUTER VISION BASED TREE RING DATING SYSTEM	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐพร ตันคงคารัตน์	40051010
	นายบุญเลิศ นิ่มจงจิตร์	40051021
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรินทร์ เหมโชติ	
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล	

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2543

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร สุชาติเวชภูมิ	
กรรมการ	อาจารย์เทอดขวัญ ช้างเผือก	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์ เหมโชติ	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรบูลย์ พันธรักษ์พงษ์)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ การออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์

ชื่อนักศึกษา นางสาวณัฐพร ตันคงคารัตน์ 40051010
นายบุญเลิศ นิ่มจงจิตร์ 40051021

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ประยุกต์
ปีการศึกษา 2543
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์ เหมโชติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ไม้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบาย การออกแบบและพัฒนาระบบการวิเคราะห์อายุของต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ได้นำเสนอเทคนิคในการประมวลผลภาพ 3 วิธีอันได้แก่

- ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization) เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ดีขึ้นก่อนนำไปประมวลซึ่งจะช่วยทำให้เส้นวงปีมีความคมชัดขึ้น
- การทำเธรดโซลด์ (Thresholding) แยกองค์ประกอบของภาพออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และนำแต่ละส่วนที่ต้องการไปประมวลผล ผลจากการทำเธรดโซลด์จะทำให้รายละเอียดต่างๆ ในภาพเหลือเพียงเส้นวงปีของต้นไม้และภาพพื้นหลังเป็นสีดำเท่านั้น
- การทำรูปให้บางลง (Thinning) เป็นการทำให้เส้นวงปีในภาพบางลง จากนั้นก็ใช้การวนนับค่ามากที่สุดของภาพตัดขวาง (Profile) จากจุดศูนย์กลาง

และได้นำซอฟท์แวร์ MATLAB version 5.3 มาใช้ในการประมวลผลข้อมูลและ Paint Shop Pro version 6.0 สำหรับการจัดการรูปภาพก่อนนำภาพไปประมวลผลเพื่อให้สามารถนับเส้นวงปีได้ง่ายขึ้นผลที่ได้จากการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ได้แสดงไว้ในส่วนของการทดลอง รวมทั้งข้อจำกัดต่างๆ ที่เกิดขึ้น และแนวทางที่จะพัฒนาต่อไปสำหรับผู้ที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	DESIGN OF A COMPUTER VISION BASED TREE RING DATING SYSTEM	
Students	Miss Nattaporn Tankongkarat	40051010
	Mr. Boonlert Nimchongchit	40051021
Degree	Bachelor's Degree of Science	
Department	Mathematics and Computer Sciences Faculty of Science	
Programme	Applied Mathematics	
Academic Year	2000	
Special Project Advisor	Assistant Professor Patcharin Hemchote	
	Assistant Professor Dr. Attasit Lasakul	

ABSTRACT

The purpose of this special project is to describe the design and implementation of a computer vision based analysis system for tree ring dating system. The proposed method of image processing technique include 3 steps

- The preprocessing, Histogram Equalization is image enhancement, improving annual tree ring.

- Thresholding is image segmentation to various components which are processed them and the result image showing tree ring with black background

- Thinning algorithm uses thinned tree ring and finally count center profile of image.

In this special project , the application software MATLAB version 5.3 and Paint Shop Pro version 6.0 were utilized in all step of processing. The results were shown in the experimental section include limitation and further research.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องการออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์นั้นสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้ คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์ เหมโชติและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุลอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษฉบับนี้ที่กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในการแก้ปัญหาต่างๆ รวมทั้งเป็น ผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และให้ความสะดวกในการจัดเบิกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณคณะวนศาสตร์ ,ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และฝ่ายวิจัยเนื้อไม้ กรมป่าไม้ ซึ่งได้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการจัดทำปัญหาพิเศษนี้

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่ผู้จัดทำจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจจนงานลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญภาพ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา.....2
1.5 ขอบเขตการศึกษา.....3
1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 ความรู้เบื้องต้นในการประมวลผลภาพ.....4
2.1.1 การประมวลผลภาพ.....4
2.1.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพดิจิตอล.....4
2.1.3 ระบบการประมวลผลภาพดิจิตอล.....5
2.1.4 ภาพ.....5
2.1.5 ภาพสองระดับ.....6
2.1.6 ภาพเกรย์สเกล.....7
2.1.7 แบบจำลองการวิเคราะห์ภาพ.....7
2.1.8 พิกเซล.....8
2.1.9 วินโดว์.....9
2.1.10 เกรย์สเกล.....9
2.1.11 ฮีสโทแกรม.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.12 เทคนิคต่างๆในการประมวลผลภาพ.....11
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....12
2.2.1 ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน.....12
2.2.2 ขั้นตอนวิธีการทำให้รูปบางลง.....22
2.2.3 มอร์โฟโลยี.....26
2.2.3.1 นิยามพื้นฐานเบื้องต้น.....26
2.2.3.2 การขยายออก.....28
2.2.3.3 การกัดกร่อน.....29
2.2.4 การทำเธรดโซลด์.....32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....38
3.1 วิธีที่ได้ศึกษาค้นคว้า.....38
3.2 ลักษณะข้อมูล การเลือกข้อมูลและเหตุผลในการคัดเลือก.....38
3.3 เครื่องมือและวิธีการ.....39
3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล.....40

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....41

บทที่ 5 อภิปรายผล.....51
5.1 ความดึงดูด ความสนใจในการใช้โปรแกรม.....51
5.2 ความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้.....51
5.3 ความเข้าใจ ในสิ่งที่โปรแกรมต้องการสื่อสารต่อผู้ใช้.....51
5.4 ความพิเศษของโปรแกรมนี้.....51

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....54
6.1 สรุปผลการทดลอง.....54
6.2 ปัญหาในการศึกษา และข้อจำกัดต่างๆ.....54
6.3 ข้อเสนอแนะ.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ก. ซอร์ดโค้ดโปรแกรม MATLAB.....56

ข. คู่มือการใช้โปรแกรม.....64

ค. แนะนำโปรแกรม MATLAB.....75

ง. แนะนำโปรแกรม Paint Shop Pro.....95

จ. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวงปี.....116

ฉ. นิยามที่เกี่ยวข้องในปัญหาพิเศษนี้.....119

บรรณานุกรม.....122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ฮีสโทแกรมแสดงค่าความสว่างของแต่ละระดับ.....19
4.1 แสดงภาพถ่ายวงปีที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้.....42
4.2 แสดงวงปีที่ได้ปรับแต่งเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในปัญหาพิเศษได้.....43
4.3 แสดงการเปรียบเทียบกราฟฮีสโทแกรมระหว่างภาพที่ได้ทำเกรย์สเกล
กับภาพที่นำไปทำฮีสโทแกรมอีควอไลซ์เซชันแล้ว.....44
4.4 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษโดยทดสอบกับไม้สักที่ถ่ายที่ระดับ
ความเข้มแสงต่างกัน.....46
4.5 แสดงภาพที่ผ่านการทำรูปให้บางลงแล้ว.....47
4.6.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษโดยทดสอบกับไม้สนที่ถ่ายที่ระดับ
ความเข้มแสงต่างกัน.....48
4.6.2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษโดยทดสอบกับภาพวงปีที่นำมาจาก
อินเตอร์เน็ต.....49
4.6.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษโดยทดสอบกับภาพวงปีที่นำมาจาก
อินเตอร์เน็ต.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

1.1 แสดงขั้นตอนการแปลงภาพวงปีเริ่มต้นที่ได้จากการถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล ให้อยู่ในรูปของภาพไบนารีโดยใช้แอพพลิเคชั่นการแยกภาพตัวอักษร.....2
2.1 การแปลงภาพเป็นภาพดิจิตอล.....4
2.2 แสดงระบบการประมวลผลภาพ.....5
2.3 แสดงภาพสองระดับ.....7
2.4 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพ.....7
2.5 แสดงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของภาพและพิกเซลในเมทริกซ์.....8
2.6 วินโดว์ของภาพและวินโดว์ของพิกเซล.....9
2.7 แสดงตัวอย่างแสดงฮิสโทแกรมระดับสีเทา 8 ระดับ.....11
2.8 ฮีสโทแกรมของภาพ.....12
2.9 ฮีสโทแกรมของภาพที่ค่อนข้างสว่าง.....13
2.10 ฮีสโทแกรมของภาพที่ค่อนข้างมืด.....13
2.11 ฮีสโทแกรมที่ได้ผ่านการนอร์มอไลซ์แล้ว.....14
2.12 แสดงฟังก์ชันการแปลงระดับสีเทา.....15
2.13 แสดงระดับสีเทาของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ของภาพที่ค่อนข้างมืด.....16
2.14 แสดงระดับสีเทาของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น ของภาพที่ค่อนข้างสว่าง.....16
2.15 แสดงภาพที่ได้ผ่านการนอร์มอไลซ์แล้วจากภาพเดิมที่มีความสว่างน้อย.....19
2.16 ฮีสโทแกรมแสดงความสว่างของภาพ.....20
2.17 แสดงฮีสโทแกรมที่ผ่านการทำฮีสโทแกรมนอร์มอไลซ์เซชันแล้ว.....21
2.18 แสดงเส้นแกนกลางของวัตถุ.....22
2.19 ภาพแสดงจุดเชื่อมต่อที่ห้ามลบ.....23
2.20 ภาพแสดงจุดศูนย์กลางที่ห้ามลบ.....24
2.21 จุดกึ่งกลางหน้าต่างที่เป็นไปตามขอบด้านตะวันออก,ใต้และ ตะวันออกเฉียงเหนือ.....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.22 จุดกึ่งกลางหน้าต่างที่เป็นไปตามขอบด้านเหนือ ,ตะวันตกและ
ตะวันตกเฉียงใต้.....25

2.23 ภาพแสดงนิยามพื้นฐานเบื้องต้น.....27-28

2.24 ภาพแสดงการขยายออก.....29

2.25 ภาพแสดงการกัดกร่อน.....31

2.26 แสดงฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ $g(x,y)$ ที่องค์ประกอบ
ส่วนที่เป็นวัตถุค่อนข้างมืดอยู่บนส่วนของพื้นหลังที่สว่าง.....33

2.27 ภาพแสดงการเซกเมนต์ภาพด้วยวิธีการเธรดโซลด์แบบครอบคลุม.....35

2.28 แสดงฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ $g(x,y)$ ที่ไม่มีความสม่ำเสมอ
ของระดับความเข้มในองค์ประกอบของภาพ.....36

2.29 แสดงการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นภาพย่อยๆ
และหาค่าเธรดโซลด์ในแต่ละภาพย่อยๆ.....36

2.30 แสดงผลการเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเธรดโซลด์แบบปรับค่า.....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เราสามารถทราบอายุของต้นไม้ได้ด้วยวิธีง่าย ๆ วิธีหนึ่งจากการนับวงปีของต้นไม้ ซึ่งก็คือ 1 วงจะเท่ากับอายุของต้นไม้ 1 ปี ในปัจจุบันนี้ผู้ที่ต้องการทราบอายุของต้นไม้โดยประมาณ ก็สามารถนับได้จากวงปีทีละวง และถ้าต้นไม้มีอายุหลายร้อยปี การที่ต้องนับวงปีทีละวงจึงไม่เป็นการสะดวกนัก ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการประมวลผลภาพวงปีที่เกิดจากภาคตัดขวางของต้นไม้ จึงเป็นแนวทางที่ดี ที่ควรจะนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยให้ทราบอายุโดยประมาณ ของต้นไม้ได้เป็นอย่างดี

ในการนำระบบการวิเคราะห์ภาพวงปี ดังข้างต้นมาใช้ จะมีข้อจำกัดอยู่ที่ว่า ภาพวงปีที่ใช้ต้องมีคุณภาพที่ดี แต่ในทางปฏิบัติพบว่า ภาพวงปีที่มีคุณภาพดีนั้นหาได้ยาก ซึ่งปัญหาที่มักพบในภาพวงปีที่ด้อยคุณภาพจะได้แก่ ภาพวงปีที่มีลักษณะของความเข้มสีที่ไม่เท่ากันของแต่ละวงปี, วงปีมีความห่างของเส้นวงมาก, วงปีมีการซ้อนทับกันบางส่วน, ภาพวงปีที่ส่วนของพื้นหลังมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน , ภาพวงปีที่ไม่ชัดเจนและเงาที่เกิดขึ้นกับภาพขณะถ่ายภาพวงปีด้วยกล้องดิจิตอล ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นปัญหาเบื้องต้น และปัญหาหลักในระบบการวิเคราะห์วงปี

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ จะนำเสนอแนวความคิดที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว โดยการถ่ายภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ด้วยกล้องดิจิตอลเข้ามาเก็บในรูปของข้อมูลภาพ จากนั้นก็แปลงภาพให้เป็นภาพเกรย์สเกล (Gray scale) หลังจากนั้นก็ใช้เทคนิคการแยกภาพที่มีหลักการและรูปแบบที่แน่นอนสำหรับการแยกภาพวงปี ออกมาเก็บในรูปของภาพสองระดับ ซึ่งภาพสองระดับนั้นจุดภาพสีดำจะนิยามถึงสัญลักษณ์ คือ วงปี และจุดภาพสีขาวนิยามถึงพื้นหลัง และนำภาพสองระดับที่ได้ไปใช้ในงานการวิเคราะห์เพื่อหาอายุของต้นไม้ในขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการแปลงภาพวงปีเริ่มต้นที่ได้จากการสแกนให้อยู่ในรูปของภาพสองระดับ โดยใช้แอพพลิเคชั่นการแยกภาพตัวอักษร

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการแยกภาพวงปีออกจากภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ โดยมุ่งเน้นถึงเทคนิคการแยกภาพวงปีที่มีความยืดหยุ่นสูงเหมาะสำหรับภาพวงปีหลากหลาย

1.2.2 เพื่อศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่จะนำมาใช้ในการประมวล

1.2.3 เพื่อศึกษารูปแบบการปรับภาพให้เห็นเส้นวงปีที่บางลง

1.2.4 เพื่อประมวลผลอายุของต้นไม้ โดยได้มาจากภาพของวงปี

1.2.5 เพื่อสร้างภาพสองระดับที่มีความถูกต้องสูง เหมาะที่จำนำไปใช้ในการประมวลผลภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ในส่วนอื่น ๆ ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การบีบอัดข้อมูล

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เพื่อให้ได้โปรแกรมสำเร็จรูป ที่สามารถบอกอายุของต้นไม้ ได้จากภาพวงปีของต้นไม้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการศึกษา

ทฤษฎีที่ทำให้วัตถุบางลง (Thinning) ด้วยการใช้หน้าต่าง (window) ขนาด 3 x 3 ทาบกับทุกจุดบนวัตถุ แล้วนำมาเทียบกับขั้นตอนวิธี (algorithm) จะทำให้ทราบว่าควรจะลบจุดใด หรือจุดใดยังคงไว้อยู่เพื่อให้ได้ภาพที่บางลงและถูกต้อง

ทฤษฎีในการแบ่งความเข้มของภาพ (Threshold) โดยการแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ 0 กับ 1 ในภาพแบบสองระดับ จะได้ภาพที่มีสี 2 สี คือ สีขาว และสีดำ ซึ่งก็คือ ความเข้มที่ต่างกันนั่นเอง การทำเธรดโซลด์ จะช่วยให้เห็นความแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลังชัดเจนยิ่งขึ้น

ทฤษฎีการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) โดยในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกการวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยวิธี ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization) โดยจะปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ทราบรายละเอียดของภาพจากภาพที่มีความสว่างน้อยหรือมากเกินไปจนไม่สามารถวิเคราะห์รายละเอียดของภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตการศึกษา

เนื้อหาของปัญหาพิเศษนี้จะมุ่งเน้นถึงการนำเสนอหลักการในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการแยกภาพวงปีออกจากภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ และสามารถนับอายุของต้นไม้ ที่เกิดจากวงปีได้ พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์หลักการที่ใช้ และวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นในแต่ละหลักการที่นำเสนอในปัญหาพิเศษชิ้นนี้

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

1.6.1 ถ่ายภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ด้วยกล้องดิจิตอล

1.6.2 ถ้าภาพที่ได้จากการถ่ายมีความสว่างมากหรือมีความสว่างน้อยจนเกินไปก็ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพด้วยการใช้ ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization)

1.6.3 นำภาพที่ได้มาทำการตัด เธรดโชลด์ (threshold) เพื่อให้ได้ภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับเท่านั้น

1.6.4 จากภาพที่มีความเข้ม 2 ระดับ นำมาทำให้เส้นวงปีบางลง เพื่อให้สะดวกต่อการตรวจหาวงปีของโปรแกรม

1.6.5 สร้างโปรแกรมที่สามารถตรวจนับเส้นวงปีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

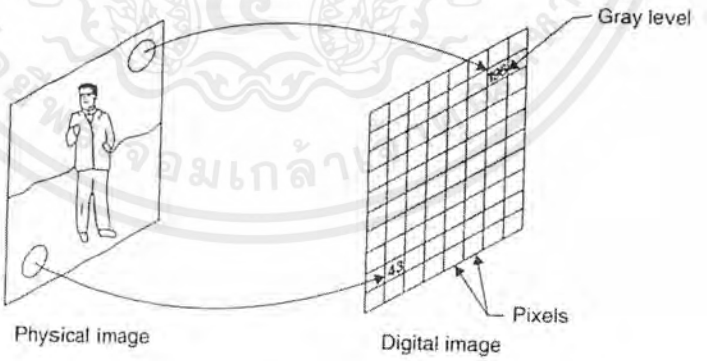
2.1 ความรู้เบื้องต้นสำหรับการประมวลผลภาพ

2.1.1 การประมวลผลภาพ (image processing)

การประมวลผลภาพ คือ กระบวนการที่ใช้ในการจัดการข้อมูลที่เป็นรูปภาพต่างๆ เพื่อที่จะได้นำข้อมูลไปใช้ในประโยชน์ทางอื่น เป็นต้นว่า การตกแต่ง , การส่งรูปภาพไปตามสายนำสัญญาณจากที่แห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง (ซึ่งก็คือหลักการของโทรสาร) , การเก็บข้อมูลรูปภาพไว้ในหน่วยความจำเพื่อทำอัลบัมภาพทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประโยชน์เป็นแฟ้มข้อมูลพนักงาน , แฟ้มอาชญากรรม เป็นต้น นอกเหนือไปจากนี้ยังสามารถนำไปใช้งานด้านรักษาความปลอดภัย , ตรวจสอบลายนิ้วมือ ได้อีกด้วย

2.1.2 หลักการเบื้องต้นสำหรับการประมวลผลภาพดิจิตอล

การนำภาพมาใช้ในการประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง เนื่องจากคอมพิวเตอร์จะประมวลผลข้อมูลในเชิงตัวเลขแต่ภาพไม่ใช่ข้อมูลเชิงตัวเลข ดังนั้นก่อนที่จะนำภาพมาใช้ในการประมวลผลจะต้องถูกเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขก่อน โดยใช้วิธีการแทนภาพทางกายภาพ (Physical image) ด้วยอาร์เรย์ของตัวเลขขนาด 2 มิติ ทำให้ภาพทางกายภาพถูกเป็นแบ่งออกเป็นส่วนๆ ซึ่งเรียกว่า ส่วนประกอบของภาพ (picture element)



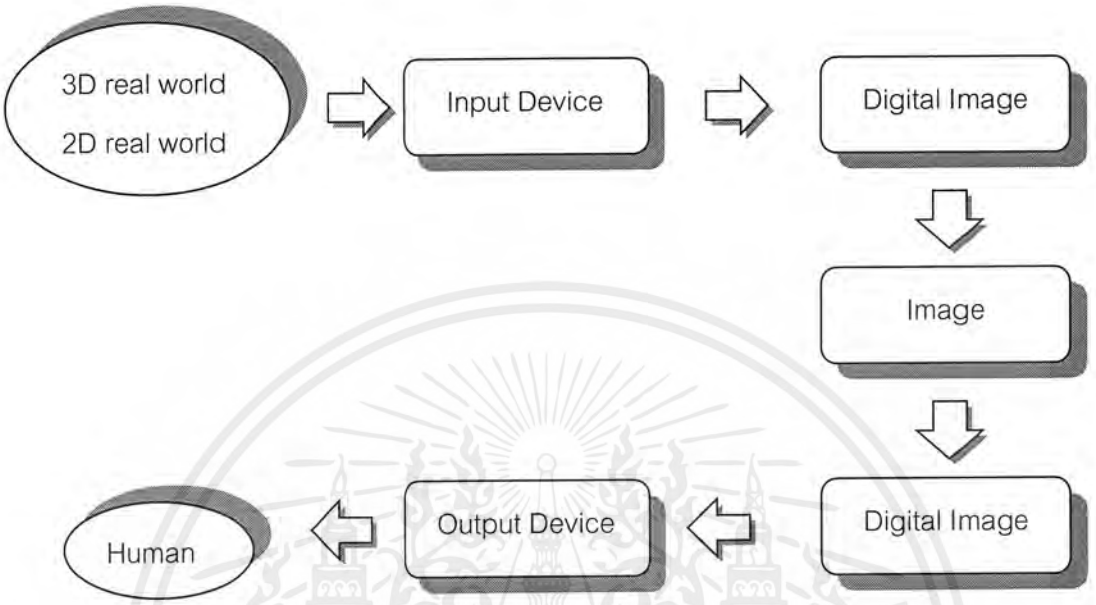
รูปที่ 2.1 การแปลงภาพเป็นภาพดิจิตอล

ตัวเลขที่แสดงอยู่ในแต่ละตำแหน่งของอาร์เรย์คือค่าความสว่างของภาพ กระบวนการเปลี่ยนภาพทางกายภาพเป็นอาร์เรย์ของตัวเลขนี้เรียกว่า Digitization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ระบบการประมวลผลภาพดิจิตอล

ระบบการประมวลผลภาพดิจิตอลประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ แปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งเรียกว่าดิจิไทเซอร์ (Digitizer) , ส่วนการประมวลผล (Processing) และส่วนแสดงผล (Display) ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงระบบการประมวลผลภาพ

จากรูป ส่วนของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและแปลงข้อมูลเป็นภาพดิจิตอล(input device) อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในส่วนนี้เช่น กล้องถ่ายรูป , กล้องถ่ายวีดีโอ หรือเครื่องสแกนเป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ส่วนนี้จะทำหน้าที่แปลงภาพซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

ส่วนการประมวลผล คือ คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลภาพ

ส่วนแสดงผล ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลตัวเลข (ซึ่งเป็นระดับสีเทา) ที่เก็บเป็นอาร์เรย์ในคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมและสื่อความหมายกับมนุษย์ได้ คือเป็นภาพที่ปกติทั่วๆไป อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ จอทีวี(monitor) เครื่องพิมพ์ที่สามารถแสดงผลในรูปกราฟฟิกได้

2.1.4 ภาพ (image)

ในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึง ฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x,y)$ โดย x และ y เป็นแกนพิกัดในระนาบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชัน $f(x,y)$ จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง x,y ซึ่งเราเรียกว่า ระดับสีเทา (gray scale) ซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัดอยู่ทางมุมซ้ายของภาพ ภาพ 2 มิติที่แทนด้วยฟังก์ชัน $f(x,y)$ โดย x และ y เป็นแกนในระนาบของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของฟังก์ชันที่จุด (x, y) คือความเข้มแสงที่จุดนั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น $f(x, y)$ ต้องไม่เป็นศูนย์และมีค่าอนันต์ นั่นคือ

$$0 < f(x, y) < a \tag{2.4.1}$$

โดยธรรมชาติแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงและส่วนที่สะท้อนของแสง ดังนั้นเราสามารถแยกฟังก์ชัน $f(x, y)$ ออกเป็นสองส่วนคือ อิลู มิเนคอมโพเนนท์ (illumination component) และ รีแฟลกแทนท์คอมโพเนนท์ (reflactant component) จะได้ว่า

$$f(x, y) = i(x, y) * r(x, y) \tag{2.4.2}$$

เมื่อ

$$0 < i(x, y) < a \tag{2.4.3}$$

และ

$$0 < r(x, y) < 1 \tag{2.4.4}$$

สมการที่ 2.4.4 แสดงให้เห็นว่า ฟังก์ชันการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 (ซึ่งหมายถึงการดูดซึมโดยสมบูรณ์) และ 1 (ซึ่งหมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์) ธรรมชาติของ $i(x, y)$ ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงในขณะที่ $r(x, y)$ ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ความเข้มของภาพที่จุด (x, y) เราเรียกว่าระดับสีเทา จากสมการที่ 2.4.2 ถึง 2.4.4 จะเห็นว่า i อยู่ในช่วง

$$L_{\min} < i < L_{\max} \tag{2.4.5}$$

ในทางทฤษฎี L ต้องมีค่าเป็นบวก ในขณะที่ L ต้องมีค่าน้อยกว่าอนันต์ ในทางปฏิบัติ L=Lr และ L=Lr ช่วงของ (L,L) เราเรียกว่าช่วงของระดับสีเทา ในทางปฏิบัติโดยใช้หลักคณิตศาสตร์ เรานิยมปรับ ช่วง(L,L) ให้เป็นช่วง (0,L) โดย L=0 หมายถึงดำสนิทและ L=1 หมายถึงขาว

2.1.5 **ภาพสองระดับ** (binary image)

ภาพสองระดับ คือ ภาพที่ไม่มีความซับซ้อนเนื่องจากมีเพียงขาวกับดำ หรือ " 0 กับ 1 " เท่านั้น ภาพสองระดับใช้เพียง 1 บิตต่อพิกเซลเนื่องจากเพียงพอแล้วในการแทนขาวกับดำของแต่ละพิกเซลซึ่งเป็นภาพที่นิยมใช้ในการประมวลผลกับคอมพิวเตอร์

ภาพสองระดับมักจะสร้างมาจากภาพเกรย์สเกลโดยผ่านการทำเธรดโซลด์ ดังนั้นพิกเซลที่มีค่ามากกว่าค่าเธรดโซลด์นั้นจะมีสีขาวหรือ 1 และค่าที่ต่ำกว่าค่าเธรดโซลด์จะมีสีดำหรือ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c. Edge detection and threshold operation.

รูปที่ 2.3 แสดงภาพสองระดับ

2.1.6 ภาพเกรย์สเกล (Gray-scale image)

เป็นภาพขาวดำที่มีความแตกต่างของระดับความสว่างของความเข้มแสง ดังนั้นจำนวนบิตที่จะใช้แทนค่าความแตกต่างของระดับความสว่างนั้นจะหาได้จากความแตกต่างของระดับความสว่างที่เป็นไปได้ เช่น ภาพที่ใช้ 8 บิตต่อพิกเซล จะสามารถแยกความแตกต่างได้ 256 ระดับ (หรือ 0-255) ซึ่งก็เพียงพอกับระดับการมองเห็นของมนุษย์

2.1.7 แบบจำลองการวิเคราะห์ภาพ (Image analysis model)

รูปที่ 2.4 ภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพ

ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1. กระบวนการที่จะกระทำก่อนการประมวลผล (Preprocessing) ได้แก่
   - การค้นหาข้อมูลภาพที่สนใจ
   - การกระทำทางพีชคณิต
   - การปรับปรุงภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การลดความสว่างและการกระจายของข้อมูลภาพ
- การกำจัดสัญญาณรบกวนและข้อมูลที่ไม่จำเป็น

2. การประมวลผลภาพ (Processing)

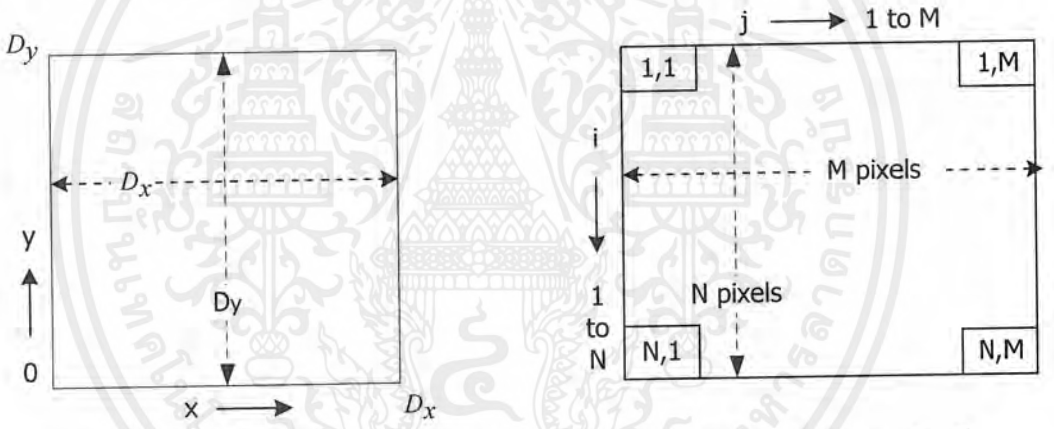
เป็นการค้นหาข้อมูลภาพสำหรับการนำไปวิเคราะห์หรือประมวลผลต่อไปโดยอาศัย การแบ่งภาพออกเป็นส่วน (Segmentation) หรือการหาขอบภาพ (Edge Detection)

3. การวิเคราะห์ภาพ (Feature Analysis)

เป็นการตรวจสอบว่าภาพที่ได้มาคืออะไรโดยอาศัยการเข้าคู่กัน (Matching)

2.1.8 พิกเซล (Pixel)

ภาพที่ถูกแปลงเป็นอาร์เรย์ของตัวเลขขนาด N×M จะถูกแบ่งออกเป็นตารางเล็ก ๆ โดยตัวเลขภายในอาร์เรย์เป็นค่าที่บอกถึงความเข้มของแสง เราเรียกตารางเล็กๆ นี้ว่า “ พิกเซล” นั่นเอง ดังรูป



รูปที่ 2.5 แสดงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของภาพและพิกเซลในเมทริกซ์

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของภาพและพิกเซลเมทริกซ์ คือ จุดกำเนิดของภาพและพิกเซลเมทริกซ์ที่แตกต่างกัน จากรูป (a) พิกัด x,y จะเริ่มที่ด้านล่างซ้ายของภาพ แต่พิกเซลเมทริกซ์พิกัด i,j จะเริ่มที่บนซ้ายของเมทริกซ์ และกำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$i = N - y$ เมื่อ $1 \le i \le N^*$

$j = x$ เมื่อ $1 \le j \le M^*$

$x = D_x / N$ increment

$y = D_y / M$ increment

N = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในคอลัมน์

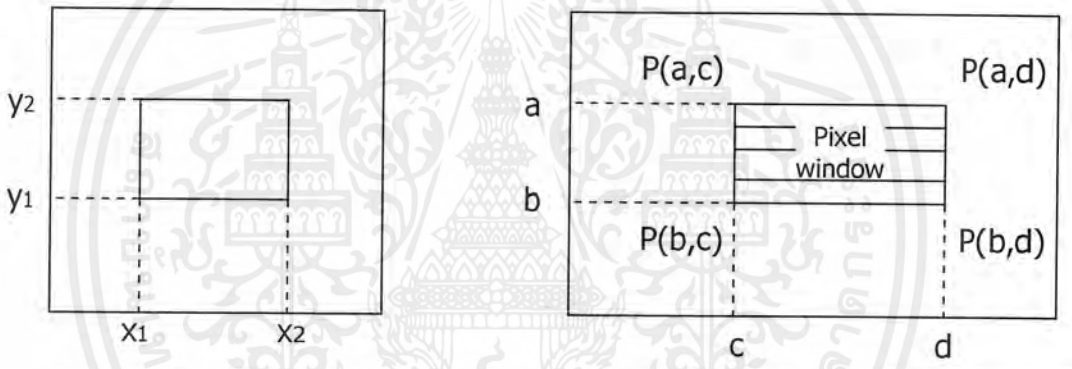
M = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแถว

$P(i, j)$ = ตำแหน่งของพิกเซล

ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงที่ตกกระทบบนตำแหน่งของแต่ละพิกเซลจะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1

2.1.9 วินโดว์ (Window)

พื้นที่บางส่วนของภาพเราเรียกว่า " วินโดว์ " โดยจะต้องมีการกำหนดขนาดของวินโดว์ที่ต้องการซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับภาพและพิกเซลเมทริกซ์ ดังรูป



รูปที่ 2.6 วินโดว์ของภาพและวินโดว์ของพิกเซล

2.1.10 เกรย์สเกล (Gray Scale)

เกรย์สเกล หมายถึง ความแตกต่างของระดับความเข้มแสง โดยเกรย์สเกลหนึ่ง ๆ อาจแบ่งเป็นหลายระดับ เช่น 16,256 ระดับ โดยระดับที่ว่านี้ก็คือ ระดับสีเทา(gray level) ในภาพหนึ่งๆ ถ้าต้องการแบ่งระดับสีเทาให้มีหลาย ๆ ค่านั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิตที่แสดงค่าพิกเซล ตัวอย่างเช่นภาพที่มีระดับสีเทา 16 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 บิต และถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 8 บิตเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนระดับสีเทาที่ต้องการนี้ก็คือค่าเลขยกกำลังสอง 2 นั้นเอง ซึ่งค่าต่ำสุด คือ 0 จะแทนสีดำหรือไม่มีความสว่างเลย และค่าที่มากก็คือค่าที่น้อยกว่าจำนวนระดับสีเทาอยู่ 1 เช่น ค่า 15 ในระบบที่มีระดับสีเทา 16 ระดับจะเป็นสีขาวหรือสว่างมากที่สุด เป็นต้น

ตัวอย่างการกำหนดระดับเกรย์สเกล

Gray Scale		Gray Value Range
2^1	2 value	0,1
2^3	8 value	0 ถึง 7
2^4	16 value	0 ถึง 15
2^8	256 value	0 ถึง 255

ความสามารถในการแบ่งแยกระดับความแตกต่างของสายตามนุษย์ โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15 ระดับ ดังนั้นเกรย์สเกลขนาด 16 ระดับ จึงถือได้ว่าใกล้เคียงกับสายตามนุษย์ หรืออาจจะเอียดน้อยกว่าสายตามนุษย์บ้างเล็กน้อย (ในบางคน) ในขณะที่เกรย์สเกลขนาด 64 หรือ 256 นั้นละเอียดเกินไปสำหรับมนุษย์

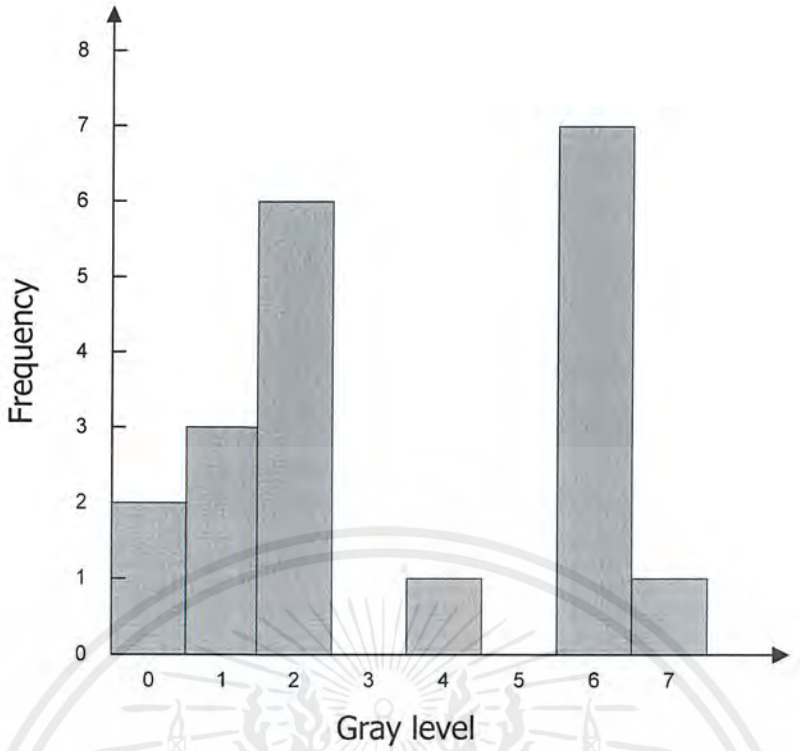
2.1.11 ฮิสโทแกรม (Histogram)

ฮีสโทแกรม คือ กราฟที่แสดงความถี่ที่นับได้ (Frequency count) ของแต่ละระดับสีเทาในภาพหนึ่งๆ โดยที่แกน X แทนค่าของระดับสีเทา และ แกน Y แทนจำนวนพิกเซลในระดับสีเทาหนึ่ง การสร้างฮีสโทแกรมมีขั้นตอนดังนี้

1. นำภาพมาทำการดิจิไทซิ่ง (Digitizing)
2. นับจำนวนพิกเซลในแต่ละค่าของระดับสีเทา
3. สร้างกราฟที่แสดงจำนวนความถี่ของพิกเซลที่นับได้ในแต่ละค่าของระดับสีเทา

รูปร่างของฮีสโทแกรมจะเป็นกราฟแท่งที่แสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละระดับสีเทา และสิ่งที่ได้จากฮีสโทแกรม คือ ข้อมูลที่แสดงคุณสมบัติของภาพว่ามีความคมชัด (Contrast) มากหรือน้อยเพียงใด และใช้ในการกำหนดค่าเธรดโชลด์(Threshold) ซึ่งค่านี้ใช้ในการแปลงรูปภาพให้กลายเป็นภาพที่มีระดับความเข้ม 2 ระดับ คือ ขาวกับดำ หรือ “0 กับ 1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างฮีสโทแกรมระดับสีเทา 8 ระดับ

2.1.12 เทคนิคต่าง ๆในการประมวลผลภาพ

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ดังนี้

1. การแปลงภาพเป็นภาพดิจิตอล (Image Digitization) คือการเปลี่ยนภาพจากเดิมเป็นอนาล็อกให้เป็นแบบดิจิตอลเพื่อให้สามารถนำไปประมวลผลกับคอมพิวเตอร์ได้

2. การปรับปรุงคุณภาพและการฟื้นฟูภาพ (Image Enhancement and Restoration) เป็นการทำให้ภาพมีความคมชัดขึ้นโดยการกำจัดสัญญาณรบกวนภายในภาพ

3. อิมเมจเอ็นโค๊ดดิ้ง (Image Encoding) เป็นการเข้ารหัสภาพ

4. อิมเมจรีคอนสตรัคชัน (Image Reconstruction) เป็นการสร้างภาพขึ้นมาจากภาพเพียงด้านใดด้านหนึ่งให้เป็นภาพที่มีความสมบูรณ์เหมือนจริง

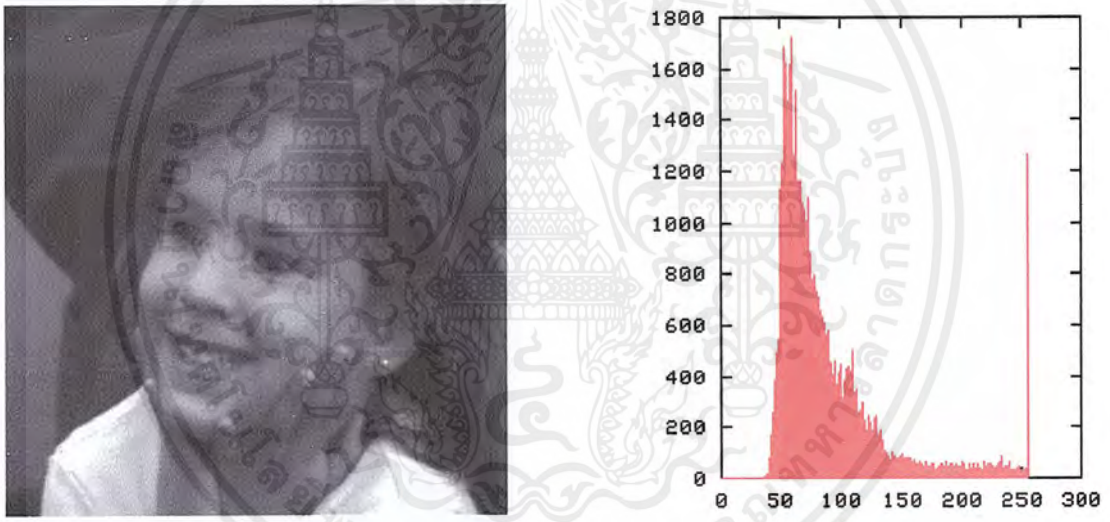
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization)

ในการปรับปรุงภาพให้ดีขึ้นนั้นนอกจากการแก้สัญญาณรบกวนดังเช่น Noise แล้ว ในบางครั้งภาพไม่ได้ถูกรบกวนด้วยสัญญาณใดๆ หากแต่ภาพนั้นจากแหล่งต้นแบบมีลักษณะที่ไม่ชัดเจนอยู่แล้วเช่นมืดหรือสว่างไปทำให้ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ ในกรณีนี้เราก็สามารถปรับปรุงให้ภาพดูคมชัดดีขึ้นได้โดยเทคนิคที่เรียกว่า ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization) ดังจะกล่าวต่อไปนี้

ในภาพขาวดำนั้นเราสามารถแสดงคุณลักษณะของภาพได้ง่ายๆ วิธีหนึ่งคือการสังเกตดูการกระจายของกลุ่มของจำนวนจุดต่อระดับสีเทาของภาพ เนื่องจากว่าความกว้างของการกระจายระดับสีเทาจะเป็นตัวบอกเราได้ว่าภาพนั้นมีค่าความแตกต่างของระดับขาวดำมากเท่าใด ดังรูป

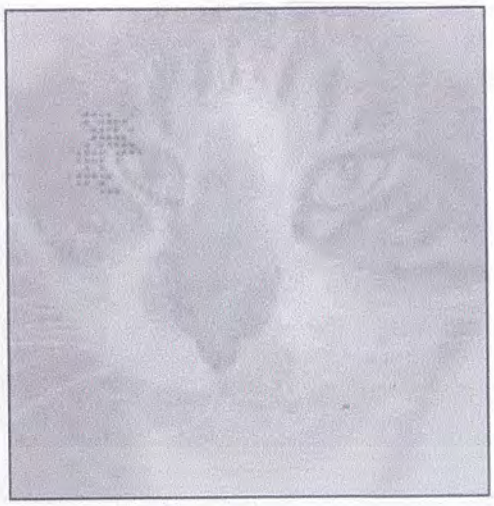


(a) Original image (b) Histogram

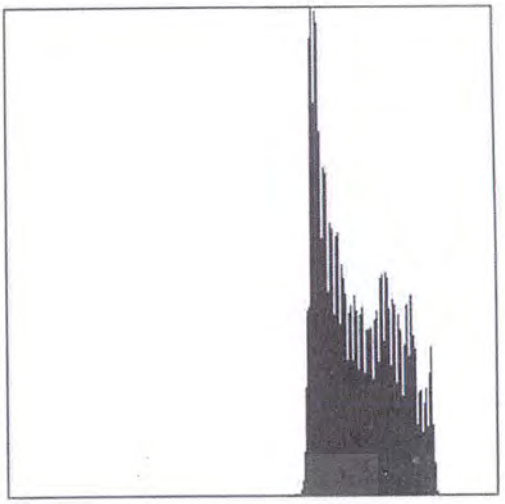
รูปที่ 2.8 ฮีสโทแกรมของภาพ

สำหรับภาพที่มีความสว่างน้อยหรือมากไปนั้น จะมี Histogram ที่เป็นกลุ่มในช่วงใดช่วงหนึ่งของระดับสีเทาดังรูปที่ 2.9 และ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

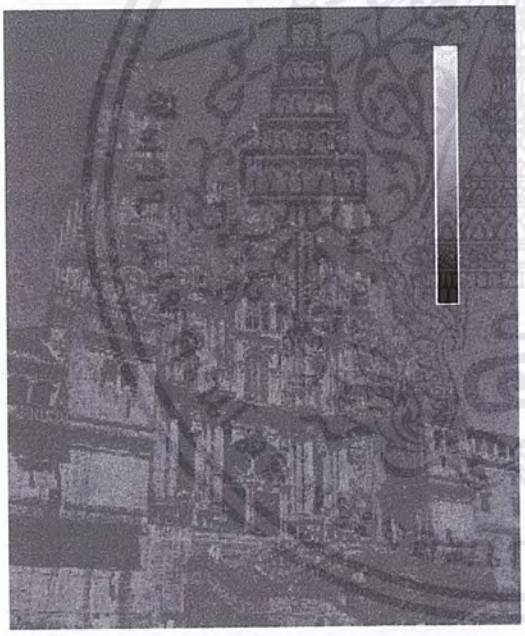


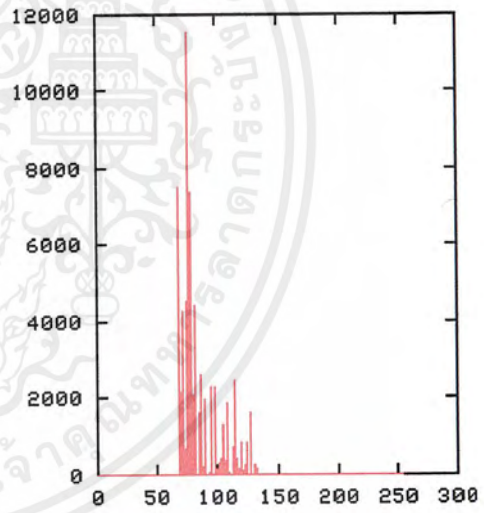
(c) Original light image



(d) Histogram of light image

รูปที่ 2.9 ฮีสโทแกรมของภาพที่ค่อนข้างสว่าง





(e) Original dark image

(f) Histogram of dark image

รูปที่ 2.10 แสดงฮีสโทแกรมของภาพที่ค่อนข้างมืด

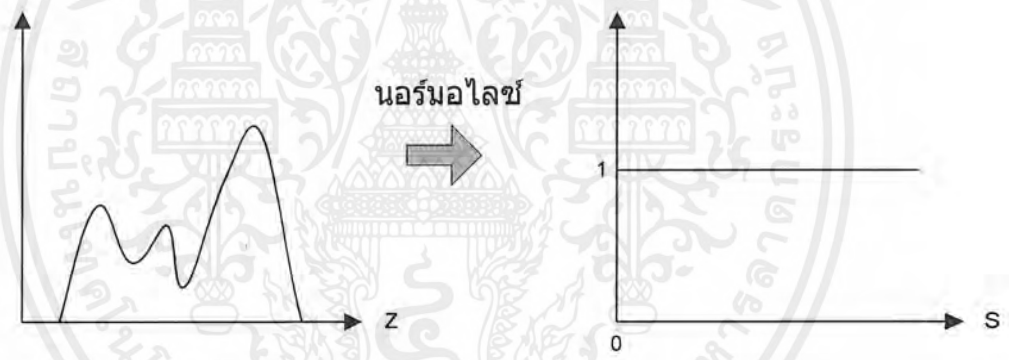
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นหากเราสามารถทำการขยายกลุ่มของจำนวนพิกเซล ให้มีลักษณะกระจายออกไปค่อนข้างจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม (Uniform) ภาพที่ได้ก็จะมีความคมชัดมากขึ้น และทำนองเดียวกันหากเราจัดให้กลุ่มของจำนวนพิกเซลเหล่านี้ขยับขึ้นลงทั้งกลุ่มก็เป็นการควบคุมให้ภาพมีความสว่างมากน้อย(Brigthness) นั่นเอง

ในการกระจายกลุ่มของพิกเซลนี้เราสามารถทำได้สองเทคนิค คือ ฮีสโทแกรม อีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization) และ ฮีสโทแกรม สแตร็ดชิ่ง (Histogram Stretching) ในแบบแรกนั้นจะให้ผลของการกระจายที่เป็นยูนิฟอร์มมากกว่าและสังเกตุเห็นการเปลี่ยนแปลงมากกว่าถึงค่อนข้างที่จะไม่คงความเป็นลักษณะของ Original Histogram ไว้ก็ตาม แบบที่แรกจึงเป็นแบบที่ถูกเลือกใช้ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

หลักการทำ Histogram equalization

จะต้องปรับความสว่างของภาพโดยทำให้ฮีสโทแกรมของภาพก่อนที่จะทำการนอร์มอไลซ์เป็นฮีสโทแกรมที่เป็นยูนิฟอร์ม ดังรูป



รูป 2.11 แสดงฮีสโทแกรมที่ได้ผ่านการนอร์มอไลซ์แล้ว

ทฤษฎี

กำหนดให้ r เป็นระดับสีเทาของพิกเซลในภาพที่จะนำไปปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังนั้นค่าของ r ที่ได้ผ่านการนอร์มอไลซ์ (normalized) แล้วจะต้องมีค่าอยู่ในช่วง

$$0 \le r \le 1 \tag{1}$$

ถ้า $r = 0$ แทนสีดำ และถ้า $r = 1$ แทนสีขาวตามระดับสีเทา

กำหนดให้รูปแบบการแปลงเป็นสมการดังนี้

$$s = T(r) \tag{2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย r จะมีค่าภายในช่วง $[0,1]$ เรียกสมการที่ 2 นี้ว่า ฟังก์ชันการแปลง (Transformation Function) จากสมการที่ 2 เราจะได้ว่าเป็นการแปลงจากทุกพิกเซลในระดับความสว่างเดิมไปยังความสว่างใหม่ s และสมการที่ 2 จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. $T(r)$ จะมีค่าเพียงค่าเดียวและอยู่ภายในช่วง $0 \le r \le 1$
2. $0 \le T(r) \le 1$ สำหรับ $0 \le r \le 1$

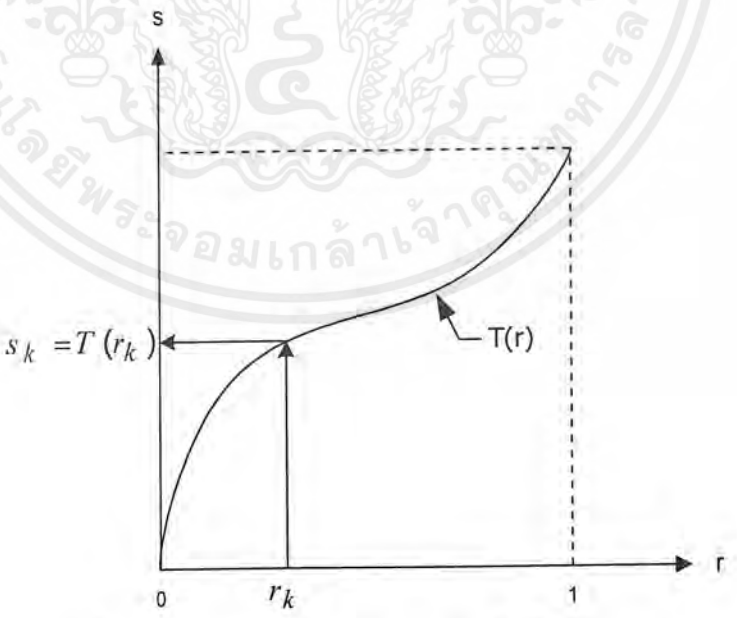
เงื่อนไขแรกเป็นตัวกำหนดระดับสีเทาเริ่มจากสีดำไปยังสีขาว และเงื่อนไขที่สองจะเป็นการให้ความมั่นใจว่าจะยังคงสภาพหลังจากการแปลงภายในขอบเขตที่กำหนดของค่าพิกเซล

การแปลงผกผัน(Inverse Transformation) ของสมการที่ 2 คือ

$$r = T^{-1}(s) \tag{3}$$

โดยที่ $0 \le s \le 1$ และทำนองเดียวกัน $T^{-1}(s)$ จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ข้อข้างต้นด้วยตามค่าของตัวแปร s

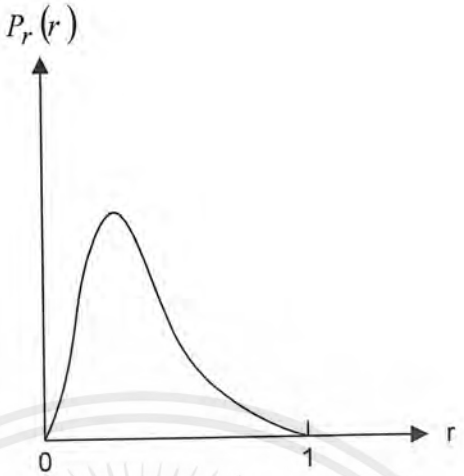
ระดับสีเทาในภาพคือปริมาณการสุ่มในช่วง $[0,1]$ กำหนดให้ปริมาณการสุ่มมีความต่อเนื่องแล้วความสว่างเดิมและการแปลงไปยังระดับสีเทาไปยังความสว่างใหม่จะมีคุณสมบัติของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (Probability Density Function) $p_r(r)$ และ $p_s(s)$ ตามลำดับ ฟังก์ชันการแปลงที่เป็นไปเงื่อนไขทั้งสองข้อข้างต้น แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.12 แสดงฟังก์ชันการแปลงระดับสีเทา

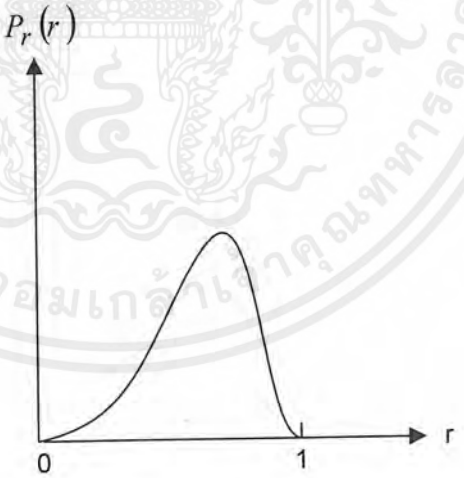
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าส่วนมากที่ได้จะเป็นตัวบอกคุณสมบัติของภาพจากฟังก์ชันความหนาแน่นของระดับสีเทานี้ ตัวอย่างเช่นระดับสีเทาที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นดังรูป 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงระดับสีเทาของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของภาพที่ค่อนข้างมืด

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นได้ว่าเป็นภาพที่ค่อนข้างมืดเนื่องจากเส้นกราฟเบ้เป็นทางด้านซ้ายซึ่งเป็นบริเวณที่มีความสว่างน้อยเพราะอยู่ใกล้กับระดับสีเทาคือ 0(สีดำ) แต่ถ้าเป็นภาพที่มีฟังก์ชันความหนาแน่นดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงระดับสีเทาของฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของภาพที่ค่อนข้างสว่าง

จากรูป 2.14 จะเห็นได้ว่าเป็นภาพที่ค่อนข้างสว่างมากเนื่องจากเส้นกราฟเบ้เป็นทางด้านขวาซึ่งเป็นบริเวณที่มีความสว่างมากเพราะอยู่ใกล้กับระดับสีเทาคือ 1 (สีขาว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากทฤษฎีความน่าจะเป็นเบื้องต้น ถ้ารู้ $p_r(r)$ และ $T(r)$ แล้วมี $T^{-1}(s)$ ที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ 1 ในข้างต้นแล้วเราสามารถหา ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของการแปลงระดับสีเทาไปยังความสว่างใหม่โดยความสัมพันธ์ดังนี้

$$p_s(s) = \left[p_r(r) \frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)} \tag{4}$$

ดังนั้นภาพที่เกิดจากการแปลงไปยังความสว่างใหม่นี้จะถูกกำหนดโดยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นผ่านทางฟังก์ชันการแปลง $T(r)$

การพิสูจน์ พิจารณาฟังก์ชันการแปลงต่อไปนี้

$$s = T(r) = \int_0^r p_r(w)dw \qquad 0 \le r \le 1 \tag{5}$$

โดย w เป็นตัวแปรดัมมี (dummy variable) ของการอินทิเกรต และ $\int_0^r p_r(w)dw$ เป็นฟังก์ชันการกระจายสะสม (Cumulative Distribution Function) หรือ CDF ของ r ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขทั้ง 2 ข้อในข้างต้นและจะต้องมีค่าเพียงค่าเดียวอยู่ในช่วง 0 ถึง 1
จากสมการที่ 5 หาอนุพันธ์เทียบกับ r ดังนี้

$$\frac{ds}{dr} = p_r(r) \tag{6}$$

หรือจากสมการที่ 6 จะได้ว่า

$$\frac{dr}{ds} = \frac{1}{p_r(r)} \tag{7}$$

แทนสมการที่ 7 ลงในสมการที่ 4 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} p_s(s) &= \left[p_r(r) \frac{1}{p_r(r)} \right]_{r=T^{-1}(s)} \\ &= [1]_{r=T^{-1}(s)} \\ &= 1 \qquad 0 \le s \le 1 \end{aligned} \tag{8}$$

นั่นคือหลังจากผ่านฟังก์ชันการแปลงแล้วจะได้ความหนาแน่นที่เป็นยูนิฟอร์ม (uniform density) และเราสามารถใช้ฟังก์ชันการแปลงนี้กระจายการสะสมของ r ในภาพโดยทำให้ระดับสีเทามีความหนาแน่นที่เป็นยูนิฟอร์ม ฉะนั้นในส่วนของการปรับปรุงภาพแล้วอาจกล่าวได้ว่าภาพที่จะแสดงนั้นขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นของแบบไม่คงที่ภายใต้ขอบเขตของพิกเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39658

จากสมการที่ 5 เปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบไม่ต่อเนื่อง(discrete form) ได้ดังนี้

กำหนดให้

L คือ จำนวนระดับสีเทา

$P_r(r_k)$ คือ ความน่าจะเป็นระดับที่ k ของระดับสีเทาและ

$$P_r(r_k) = \frac{n_k}{n}$$

n_k คือ จำนวนครั้งที่ปรากฏในภาพ

n คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมดในภาพ

เพราะฉะนั้นสมการที่ 5 จะเขียนอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ดังนี้

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^{k} P_r(r_j) \tag{9}$$

โดยที่

$$0 \le r_k \le 1$$
$$k = 0,1,\ldots,L-1$$

และการแปลงผกผันของสมการที่ 9 คือ

$$r_k = T^{-1}(s_k)$$

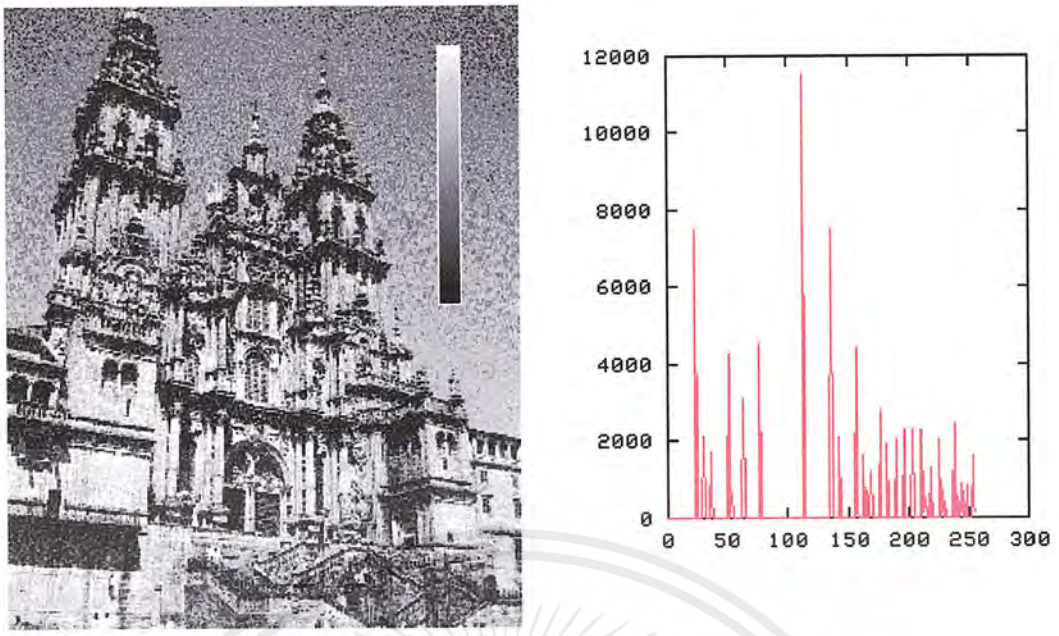
โดยที่

$$0 \le s_k \le 1$$

ทั้ง $T(r_k)$ และ $T^{-1}(s_k)$ เป็นไปตามเงื่อนไขทั้งสองที่กล่าวไว้ข้างต้น และการคำนวณ $T(r_k)$ สามารถคำนวณหาได้จากสมการที่ 9 ส่วน $T^{-1}(s_k)$ ไม่ได้นำมาใช้ใน ฮีสโทแกรมอีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization)

ฉะนั้นจากรูปที่ 2.10 ซึ่งเป็นภาพที่ค่อนข้างมืดหลังจากผ่านการนอร์มอไลซ์แล้วจะได้ภาพที่มีความคมชัดมากขึ้น ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



normalized histogram of the original dark image histogram of the equalized image

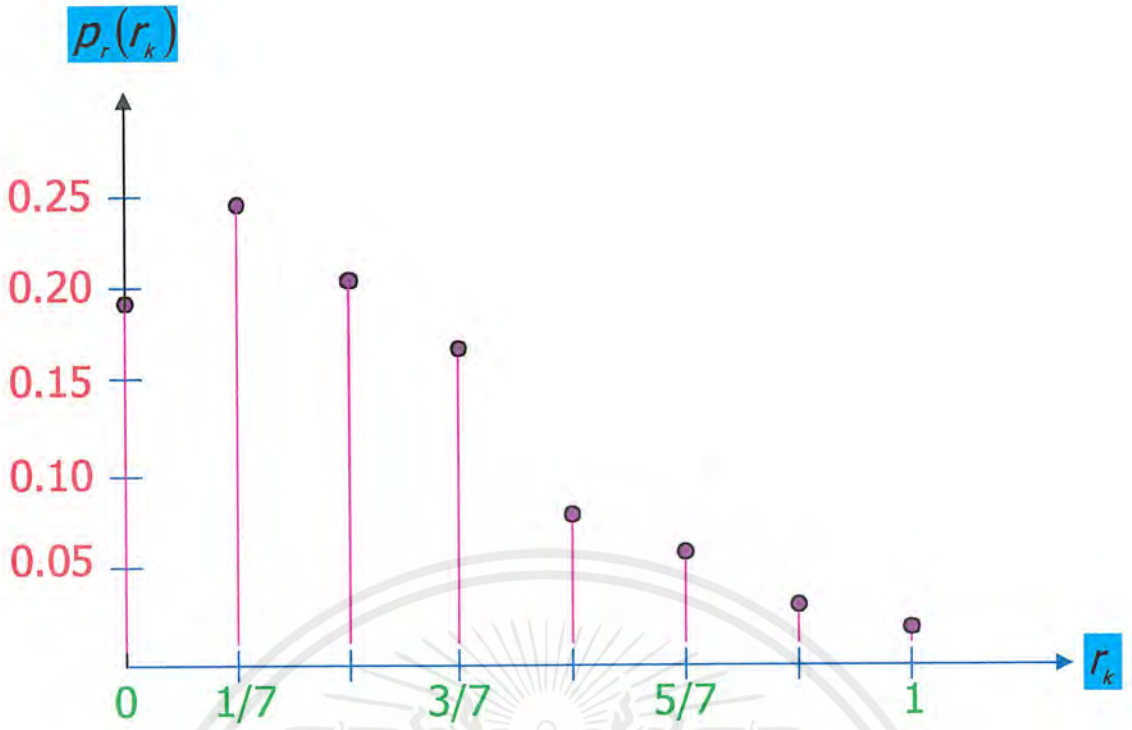
รูปที่ 2.15 แสดงภาพที่ได้ผ่านการนอร์มอไลซ์แล้วจากภาพเดิมที่ความสว่างน้อย

<u>ตัวอย่าง</u> กำหนดภาพขนาด 64x64 บิต และมีระดับความสว่าง 8 ระดับดังตารางที่ 2.1 และฮีสโทแกรมแสดงความสว่างของภาพดังรูปที่ 2.16

r_k	n_k	$p_r(r_k) = n_k / n$
$r_0 = 0$	790	0.19
$r_1 = 1/7 = 0.14$	1023	0.25
$r_2 = 2/7 = 0.28$	850	0.21
$r_3 = 3/7 = 0.45$	656	0.16
$r_4 = 4/7 = 0.57$	329	0.08
$r_5 = 5/7 = 0.71$	245	0.06
$r_6 = 6/7 = 0.86$	122	0.03
$r_7 = 7/7 = 1.00$	143	0.02

ตารางที่ 2.1 ฮีสโทแกรมแสดงค่าความสว่างของแต่ละระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ฮีสโทแกรมแสดงความสว่างของภาพ

<u>วิธีทำ</u>

จากสมการที่ 9 จะได้ว่า

$$s_0 = T(r_0) = \sum_{j=0}^{0} p_r(r_j)$$
$$= p_r(r_0)$$
$$= 0.19$$

ในทำนองเดียวกัน

$$s_1 = T(r_1) = \sum_{j=0}^{1} p_r(r_j)$$
$$= p_r(r_0) + p_r(r_1)$$
$$= 0.19 + 0.25 = 0.44$$

ทำแบบเดียวกันนี้ไปเรื่อยๆ จะได้ว่า

$s_2 = 0.65$ $\quad$ $s_5 = 0.95$

$s_3 = 0.81$ $\quad$ $s_6 = 0.98$

$s_4 = 0.89$ $\quad$ $s_7 = 1.00$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

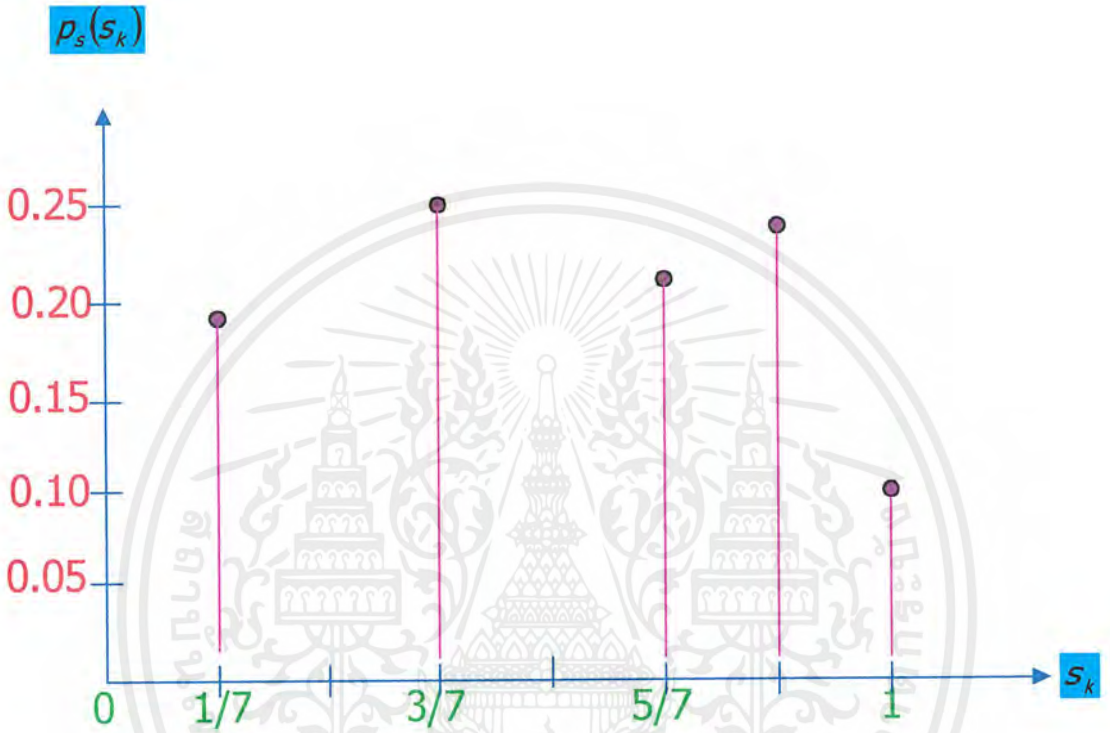
ดังนั้น

$s_0 = 0.19 \cong 1/7$ $\quad s_4 = 0.89 \cong 6/7$

$s_1 = 0.44 \cong 3/7$ $\quad s_5 = 0.95 \cong 1$

$s_2 = 0.65 \cong 5/7$ $\quad s_6 = 0.98 \cong 1$

$s_3 = 0.81 \cong 6/7$ $\quad s_7 = 1.00 \cong 1$

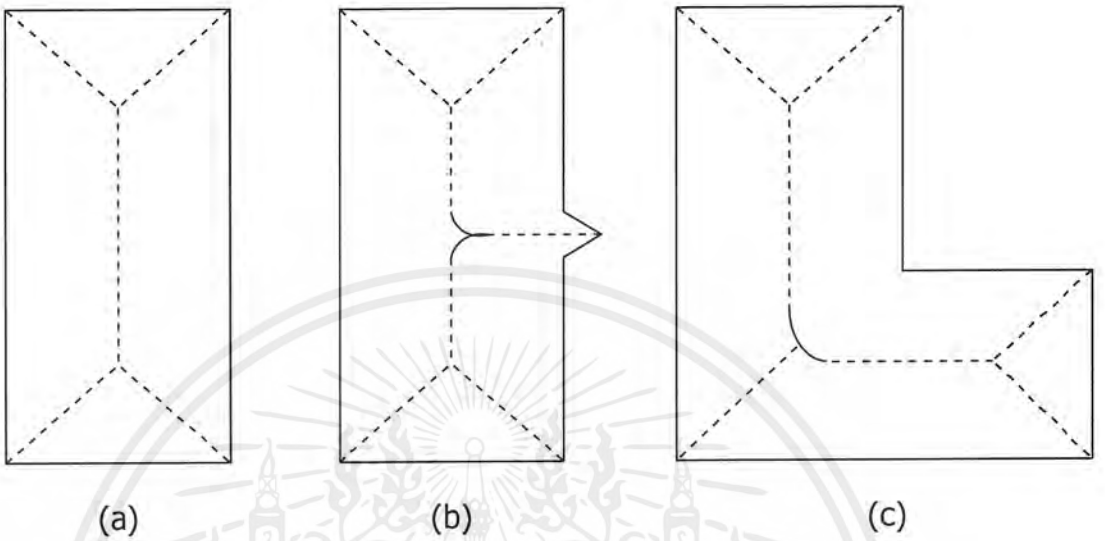


รูปที่ 2.17 แสดงฮีสโทแกรมที่ผ่านการทำฮีสโทแกรมนอร์มอไลซ์เซชันแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ขั้นตอนวิธีการทำรูปให้บางลง (Thinning Algorithms)

รูปร่างแบบต่างๆสามารถทำให้บางลงเป็นเส้นตรงเชื่อมต่อกันทอดยาวไปตามแกนกลางของรูปร่างของวัตถุ เส้นตรงนี้มีความกว้างหนึ่งจุดภาพเหมือนกับโครงร่างของวัตถุ (skeleton)

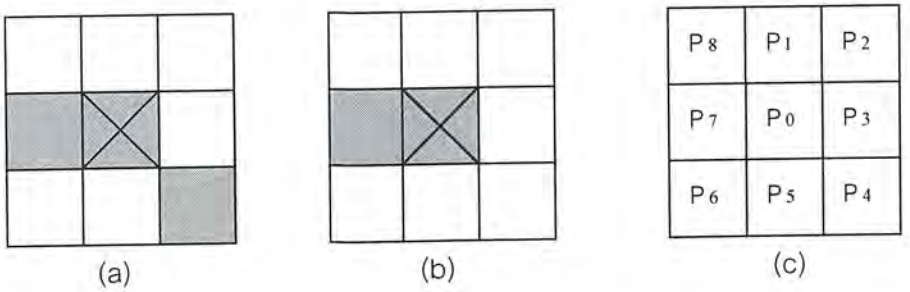


รูปที่ 2.18 แสดงเส้นแกนกลางของวัตถุ

การทำรูปให้บางลง (Thinning) คือ กลุ่มของการกัดเซาะที่สมบูรณ์ของพื้นผิวชั้นนอกสุดของรูปร่างของวัตถุจนกระทั่งได้เป็นกลุ่มของเส้นที่ต่อเชื่อมกันอยู่ (skeleton) ที่มีความกว้างหนึ่งจุดภาพ ดังนั้น ขั้นตอนวิธีการทำรูปให้บางลง (thinning algorithms) คือ ขั้นตอนวิธีที่มีการทำซ้ำโดยการเลาะจุดขอบ (border pixels) ออกโดยการเปลี่ยนค่าของพิกเซลจาก 0 เป็น 1 สำหรับภาพสองระดับ คุณสมบัติที่สำคัญ คือ การคงสภาพจุดเชื่อมโยง (Connectivity) ซึ่งจะต้องคงสภาพไว้หลังจากการทำให้วัตถุบางลง ดังนั้น จุดขอบจะถูกลบออกโดยยังคงสภาพการเชื่อมต่อของวัตถุ (object connectivity) อยู่ ขั้นตอนวิธีการทำให้รูปบางลงมีเงื่อนไข 2 ข้อ คือ

1. จะต้องมีการคงสภาพจุดเชื่อมโยง (Connectivity) ในแต่ละการทำซ้ำ โดยไม่ลบจุดขอบ (border pixels) ที่ทำให้เส้นแกนกลางไม่เชื่อมต่อกัน ตัวอย่างเช่น รูปที่แสดงใน รูปที่ 2.19 (a)
2. ห้ามทำให้จุดที่ผ่านการถูกทำให้บาง สั้นลงไปอีก ดังนั้นเราจะไม่ลบจุดขอบที่แสดงดังรูปที่ 2.19 (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 (a) จุดขอบที่ซึ่ง ถ้าลบอาจเกิดการไม่ต่อเนื่องของรูปภาพ
(b) จุดขอบที่ซึ่ง ถ้าลบจะทำให้ปลายวัตถุสั้นลง
(c) สัญลักษณ์บริเวณจุดที่ใช้ในการตรวจสอบการเชื่อมโยง

การดำเนินการในพื้นที่บริเวณรอบจุดศูนย์กลางโดยใช้หน้าต่างขนาด 3 x 3 เริ่มต้น จะตรวจสอบจำนวนพิกเซลทั้งหมด $N(p_0)$ ที่ใช้แทนภาพในหน้าต่างขนาด 3 x 3 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 หรือไม่ ถ้าใช่จะแสดงว่า หน้าต่างนั้นประกอบไปด้วย จุดปลายของวัตถุก็จะไม่ทำการลบจุดนั้น ถ้าจำนวนพิกเซลทั้งหมด $N(p_0)$ มีมากกว่า 7 จะแสดงว่าไม่สามารถกัดเซาะได้เนื่องจากจะทำให้ภาพของวัตถุขาดออกจากกัน และถ้ามีจำนวน พิกเซลที่ใช้แทนภาพมากกว่าสองจุดบนวัตถุอยู่ในหน้าต่างขนาด 3 x 3 จะต้องตรวจสอบว่าจะต้องลบ จุดกึ่งกลางภาพที่เป็นจุดเชื่อมต่อหรือไม่ ทำได้โดยใช้จุดที่ล้อมรอบจุดศูนย์กลางที่แสดงในรูปที่ 2.19 (c) ซึ่งมีลำดับของจุด คือ $p_1 p_2 p_3 \ldots p_8 p_1$ ถ้าจำนวนครั้งของการเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 มีลำดับการเปลี่ยนเป็น 1 ครั้ง แสดงว่าจุดศูนย์กลางที่อยู่ในหน้าขนาด 3 x 3สามารถลบจุดกึ่งกลางออกได้โดยทำให้ค่าของพิกเซลมีค่าเป็น 1 เพราะการลบไม่มีผลต่อความต่อเนื่องของจุดที่เหลือในหน้าต่าง

ข้อเสียของวิธีนี้คือวิธีนี้ไม่สามารถทำให้รูปร่างของวัตถุบางลงโดยใช้หลักของการสมมาตรได้เนื่องจากรูปร่างของวัตถุแตกต่างกันออกไป

ขั้นตอนวิธีการทำให้รูปบางลงอาศัยหลักการทำซ้ำ 2 ครั้งต่อเนื่องกันดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กฎ P_1 ถูกใช้ ในบริเวณ 3 x 3 (neighborhood) เพื่อแฟลก (flag) จุดขอบซึ่งสามารถถูกลบ จุดเหล่านี้ถูกแฟลกเท่านั้น (ยังไม่ถูกลบ) จนกระทั่งภาพทั้งหมดถูกตรวจสอบ (scan) การลบของจุดที่ถูกแฟลก ทั้งหมดถูกกระทำภายหลัง

ขั้นตอนที่ 2 กฎ P_2 ถูกใช้ใน หน้าต่าง 3 x 3 เพื่อแฟลก จุดขอบสำหรับการลบเมื่อภาพทั้งหมดถูกตรวจสอบ จุดที่ถูกแฟลกจะถูกลบ ขบวนการการทำงานนี้ถูกใช้ทำซ้ำ จนกระทั่งไม่มีภาพที่ทำให้รูปบางลงได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ $$N(p_0)=\sum_{i=1}^{8} p_i \quad (1)$$

$N(P_0)$ = จำนวนพิกเซลที่ใช้แทนภาพโดยที่ p_i = 0, 1; i = 1, ... , 8 ในหน้าต่าง 3 x 3 (ไม่รวมจุดกึ่งกลาง)

$T(p_0)$= จำนวนครั้งของการเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 ในลำดับ $p_1 p_2 p_3 \cdots p_8 p_1$

กฎ P_1 , P_2 ถูกใช้ใน 2 ขั้นตอนวิธี มีรูปแบบตามนี้

P_1 : $(2 \le N(P_0) \le 6)\&\&(T(p_0)=1)\&\&(p_1 \cdot p_3 \cdot p_5 = 0)\&\&(p_3 \cdot p_5 \cdot p_7 = 0)$ (2)

P_2 : $(2 \le N(P_0) \le 6)\&\&(T(p_0)=1)\&\&(p_1 \cdot p_3 \cdot p_7 = 0)\&\&(p_1 \cdot p_5 \cdot p_7 = 0)$ (3)

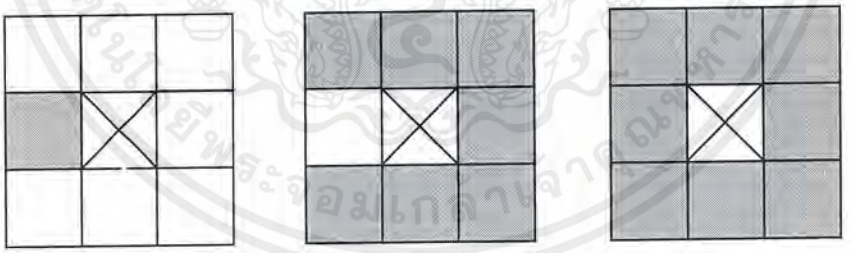
รูปแบบของผลคูณ $p_i \cdot p_j \cdot p_k$ คือ การเชื่อมต่อของจุดที่สมนัยกัน

การพิจารณาการลบจุดกึ่งกลาง

พิจารณาได้เป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

<u>ขั้นตอนแรก</u> ตรวจสอบเงื่อนไขต่อไปนี้

1. $(2 \le N(P_0) \le 6)$ พิกเซลที่อยู่ล้อมรอบจุดศูนย์กลางจะต้องมีอย่างน้อยที่สุด 1 จุด หรือมากที่สุด 8 จุดของหนึ่งหน้าต่าง 3 x 3 ถ้าจุดกึ่งกลางมีจุดล้อมอยู่รอบเพียง 1 จุด จุดกึ่งกลางนั้นไม่สามารถถูกลบได้ เพราะจะทำให้ขอบโครงร่าง (skeleton) สั้นลง ถ้าจุดกึ่งกลางมีจุดล้อมรอบมากกว่า 6 จุด จุดกึ่งกลางไม่อนุญาตให้ลบ เพราะจะทำให้วัตถุเกิดการกัดกร่อน (erosion) หรือทำให้เส้นแกนกลางขาดไม่เชื่อมแต่กันได้



รูปที่ 2.20 แสดงจุดกึ่งกลางที่ไม่สามารถลบได้

2. $(T(p_0)=1)$ ค่า $T(p_0)$ ได้จากการตรวจสอบจำนวนครั้งของการเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 มีค่าเท่ากับ 1

3. $(p_1 \cdot p_3 \cdot p_5 = 0)\&\&(p_3 \cdot p_5 \cdot p_7 = 0)$ จะเป็นไปตามเงื่อนไขถ้า $p_3 = 0$ หรือ

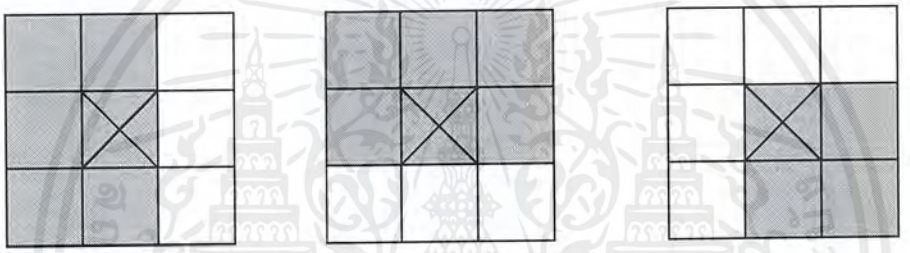
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$p_5 = 0$ หรือถ้า $p_1 = 0$ และ $p_7 = 0$ ตัวอย่างของทั้ง 3 กรณีเหล่านี้ ถูกแสดงในรูปที่ 3.12 จุดกึ่งกลางของหน้าต่าง ตามขอบด้านตะวันออก ($p_3 = 0$), ขอบทางใต้ ($p_5 = 0$) หรือ ตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นมุมของหน้าต่าง ($p_1 = 0$, $p_7 = 0$)

ในการผ่านขั้นแรก ขั้นตอนวิธี (algorithm) จะทำการแฟลก (flag) ตามจุดที่ได้จาก 3 เงื่อนไขข้างต้น

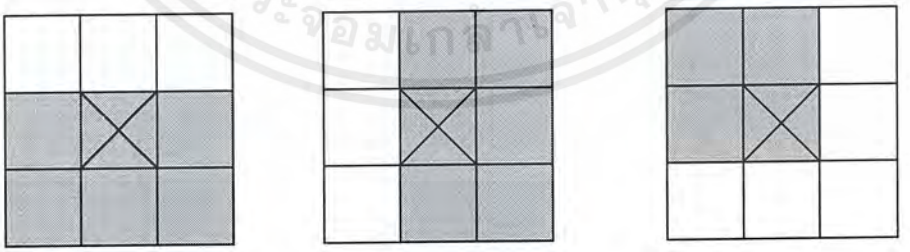
ขั้นที่สอง มีการตรวจสอบดังนี้

จุดที่จะถูกลบใน ขั้นตอนวิธีการทำให้รูปบางลง (thinning algorithm) ถ้ามี $p_1 = 0$ หรือ $p_7 = 0$ หรือ ($p_3 = 0$ และ $p_5 = 0$) เหมือนกับที่สามารถเห็นได้โดยการตรวจสอบอย่างละเอียดในรูปที่ 2.21 การผ่านขั้นที่สอง การวางจุดที่ขอบทางเหนือ หรือ ขอบตะวันตก หรือ จุดมุมตะวันออกเฉียงใต้ จะถูกลบ ซึ่งสามารถเห็นได้ในรูปที่ 2.22



(a) (b) (c)

รูปที่ 2.21 จุดกึ่งกลางหน้าต่างที่เป็นไปตาม (a) ขอบด้านตะวันออก (b) ขอบด้านใต้ (c) จุดมุมด้านตะวันตกเฉียงเหนือ



(a) (b) (c)

รูปที่ 2.22 จุดกึ่งกลางหน้าต่างที่เป็นไปตาม (a) ขอบด้านเหนือ (b) ขอบด้านตะวันตก (c) มุมตะวันออกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 มอร์โฟโลยี (Morphology)

คำว่า morphology โดยทั่วไปแล้ว หมายถึง สาขาหนึ่งของทางชีววิทยา ซึ่งจัดการเกี่ยวกับรูปแบบ และโครงสร้าง ของสัตว์ และ พืช ในที่นี้เราใช้คำเดียวกันนี้อธิบายถึง คณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี (mathematical morphology) คล้ายกับเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับการจัดการกับส่วนประกอบของรูปภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการแทนและการบรรยายบริเวณรูปร่าง เช่น ขอบ (boundaries), โครงร่าง (skeletons) และ ส่วนโค้งนูน (convex hull) เราสนใจในเทคนิคมอร์โฟโลยี สำหรับก่อน หรือ หลังการประมวลผล (pre – or post-processing) เช่น การกรอง (filtering), การทำให้บางลง (thinning) และการตัดกิ่ง (pruning)

ในทางคณิตศาสตร์มอร์โฟโลยี เป็นทฤษฎีเซต (set theory) เช่น มอร์โฟโลยีเสนอการเข้าใกล้ปัญหาที่ต้องประมวลผลภาพมาก และ ถูกทำให้เป็นหนึ่งเดียว เซตในคณิตศาสตร์มอร์โฟโลยีแทนรูปร่างของวัตถุในภาพ ตัวอย่างเช่น เซตของจุดดำ (black pixels) ทั้งหมดในภาพแบบภาพสองระดับ (binary image) เป็นการอธิบายที่สมบูรณ์อย่างหนึ่งของภาพ ในภาพแบบภาพสองระดับ เซตในคำถามเป็นสมาชิกของจำนวนเต็ม 2 มิติ ในปริภูมิ Z^2 ซึ่งสมาชิกแต่ละตัวของเซตเป็นคู่ลำดับ (2-D vector) ซึ่งพิกัด (x,y) คือ พิกัดของจุดดำ 1 จุดในภาพ ภาพที่มีตัวเลขมาตราเทา (Gray-scale digital) สามารถถูกแทนด้วยเซต ซึ่งมีส่วนประกอบในปริภูมิ Z^3 ในกรณีนี้ ส่วนประกอบทั้งสองของแต่ละตัวของเซต กล่าวถึงพิกัดของจุดจุดหนึ่งและส่วนที่สามถูกแยกเป็นค่าความเข้ม เซตในมิติที่สูงกว่าสามารถบรรจุคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น สีและเวลาต่าง ๆ

2.2.3.1 นิยามพื้นฐานเบื้องต้น

ให้ A และ B เป็นเซตในปริภูมิ Z^2 แล้ว $a = (a_1, a_2)$ และ $b = (b_1, b_2)$ ตามลำดับ การเลื่อนขนาน (translation) ของ A โดย $x = (x_1, x_2)$ เขียนแทนด้วย $(A)_x$ นิยามโดย

$$(A)_x = \{ c \mid c = a + x \text{ สำหรับ } a \in A \} \quad (1)$$

การสะท้อน (reflection) ของ B เขียนแทนด้วย $\hat{B}$ นิยามโดย

$$\hat{B} = \{ x \mid x = -b \text{ สำหรับ } b \in B \} \quad (2)$$

ส่วนเติมเต็ม (complement) ของเซต A คือ

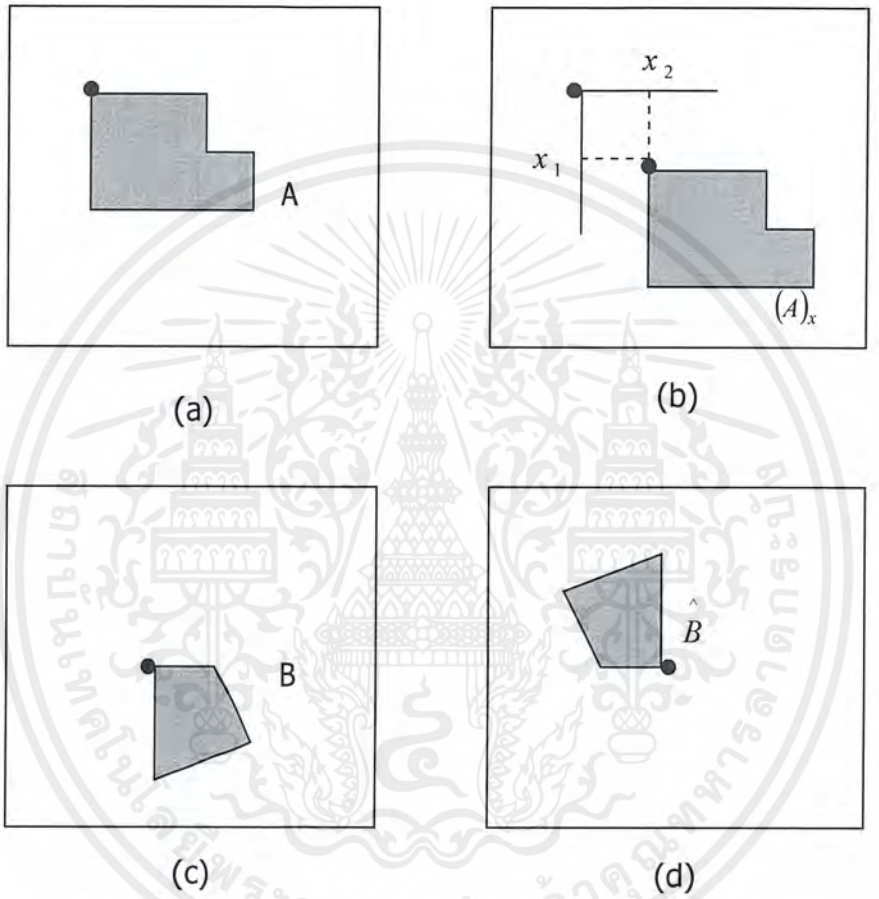
$$A^c = \{ x \mid x \notin A \} \quad (3)$$

ผลต่าง (difference) ของเซต A และ B เขียนแทนด้วย $A - B$ นิยามโดย

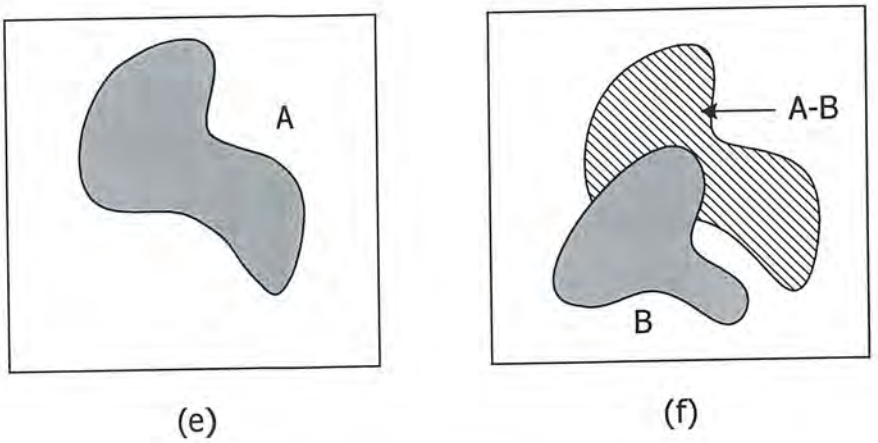
$$A - B = \{ x \mid x \in A, x \notin B \} = A \cap B^c \quad (4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวอย่าง</u> รูปที่ 2.23 เป็นตัวอย่างของนิยามข้างบนซึ่งชี้ที่จุดดำเป็นจุดกำเนิดของแต่ละเซต รูปที่ 2.23 (a) แสดงเซต A รูปที่ 2.23 (b) แสดงการเลื่อนขนาน (translation) ของ A ด้วย $x = (x_1, x_2)$ สังเกตว่าการเลื่อนขนานถูกกระทำโดยการเพิ่ม (x_1, x_2) ทุก ๆ จุดของ A รูปที่ 2.23 (c) แสดงเซต B และ รูปที่ 2.23 (d) แสดงการสะท้อน (reflection) จากจุดกำเนิด และรูปที่ 2.23 (e) แสดงเซต A และ ส่วนเติมเต็ม (complement) ของ A และ รูปที่ 2.23 (f) แสดงความแตกต่างระหว่างเซต A ในรูป (e) กับเซต B ที่แสดงในรูป 2.23 (f)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 (a) **เซต** A (b) **เซต** A **ถูกเลื่อนจุดด้วย** x (c) **เซต** B (d) **การสะท้อนของ** B (e) **เซต** A **และ ส่วนเติมเต็มของเซต** A (f) **ผลต่างของสองเซต (แสดงด้วยเส้น) จุดในแต่ละรูปในสี่รูปแรกแทนจุดกำเนิด**

2.2.3.2 การขยายออก (Dilation)

ให้ A และ B เป็นเซตในปริภูมิ Z^2 และ ให้ $\varnothing$ เป็นเซตว่าง การขยายออก (dilation) ของ A ด้วย B เขียนแทนด้วย $A \oplus B$ นิยามโดย

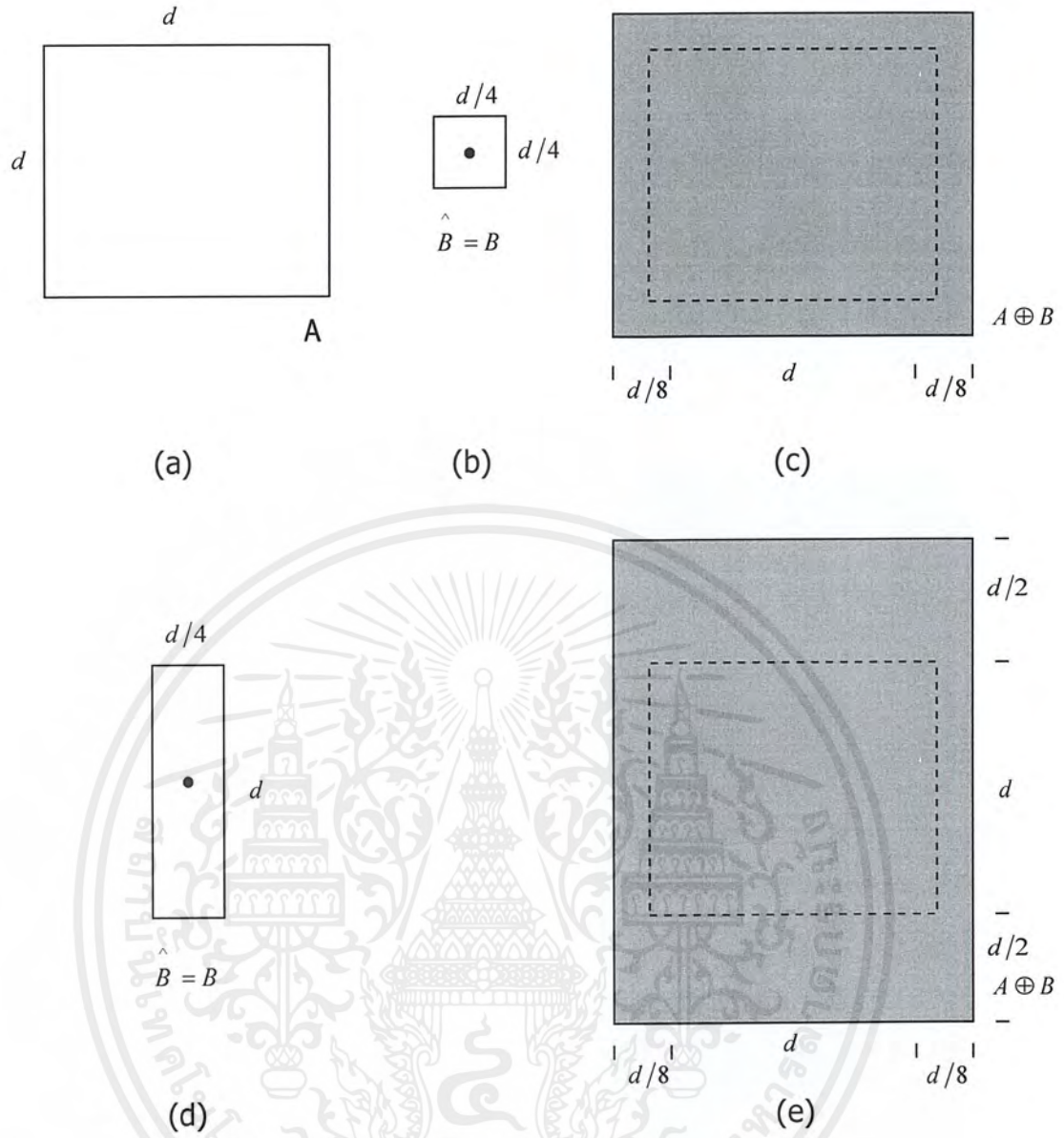
$$A \oplus B = \{ x \mid (\hat{B})_x \cap A \neq \varnothing \} \quad (5)$$

ดังนั้นขบวนการ การขยายออก ประกอบด้วย การได้มาจาก การสะท้อนของ B ที่จุดกำเนิด แล้วเลื่อนจากภาพสะท้อนนี้ไป x การขยายของ A ด้วย B ซึ่งเป็นการกระจัดเซตของ x ทั้งหมด ซึ่ง $\hat{B}$ และ A ซ้อนทับโดยอย่างน้อยมีจุดใดจุดหนึ่ง ที่ไม่เป็นศูนย์ การตีความของสมการ (5) อาจเขียนแทนด้วย

$$A \oplus B = \{ x \mid [(\hat{B})_x \cap A] \subseteq A \}$$

<u>ตัวอย่าง</u> รูปที่ 2.24 (a) แสดงเซตหนึ่ง และ รูปที่ 2.24 (b) แสดงจุดโครงสร้าง และการสะท้อน ในกรณีนี้โครงสร้าง และการสะท้อนจะเท่ากัน เพราะ B สมมาตร ที่จุดกำเนิด เส้นปะในรูปที่ 2.24 (c) แสดงจุดกำเนิดของเซต สำหรับการอ้างอิง และเส้นทึบแสดงเป็นเส้นจำกัดเหนือขึ้นไป การแทนที่ของจุดกำเนิดของ $\hat{B}$ ด้วย x และเป็นสาเหตุให้เกิดส่วนร่วม (intersection) ของ $\hat{B}$ และ A เป็นเซตว่าง ดังนั้น จุดภายในขอบได้มาจาก การขยายออกของ A ด้วย B รูปที่ 2.24 (d) แสดงโครงสร้างที่ถูกออกแบบเพื่อการขยายออกตามแนวตั้งมากกว่าแนวนอน รูปที่ 2.24 (e) แสดงผลลัพธ์ของการขยายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 (a) **เซต** A **เริ่มต้น** (b) **การสร้างโครงสร้างสี่เหลี่ยมย่อย และการสะท้อน**
(c) **การขยายออกของ** A **แสดงด้วยเงา** (d) **โครงสร้างย่อยถูกยืดออก**
(e) **การขยายออกของ** A **โดยใช้โครงสร้างที่ยืดออกนี้**

2.2.3.3 การกัดกร่อน (Erosion)

สำหรับเซต A และ B ในปริภูมิ Z^2 การกัดกร่อนของ A ด้วย B เขียนแทนด้วย $A \ominus B$ นิยามโดย

$$A \ominus B = \{x | (B)_x \subseteq A\} \quad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำว่าการกัดกร่อนของ A ด้วย B เป็นเซตของจุด x ทั้งหมด เช่น เซต B ถูกเลื่อนขนาน (translate) ด้วย x ถูกบรรจุอยู่ใน A

<u>ตัวอย่าง</u> รูปที่ 2.25 แสดงขบวนการคล้ายกับแสดงใน รูปที่ 2.25 ซึ่งเซต A ถูกแสดงด้วยเส้นประ สำหรับอ้างอิงในรูปที่ 2.25 (c) และเส้นทึบแสดงการแทนที่ของจุดกำเนิดของ B จะเป็นเหตุของกรณีนี้ ถูกบรรจุสมบูรณ์ใน A ดังนั้น ตำแหน่งของจุดในขอบนี้ เกิดจากการกัดกร่อนของ A ด้วย B รูปที่ 2.25 (d) แสดงโครงสร้างที่ถูกทำให้ยืดออก และ รูปที่ 2.25 (e) แสดงการกัดกร่อนของ A ด้วย ส่วนนี้ สังเกตว่าเซตเริ่มต้นจะถูกกัดกร่อนลงถึงเส้นแกนกลาง

ทั้งคู่ การขยายออก และการกัดกร่อนของแต่ละจุด เมื่อใช้ส่วนเติมเต็ม (complement) และ การสะท้อน (reflection) ซึ่งจะได้

$$(A \ominus B)^c = A^c \oplus \hat{B} \tag{7}$$

พิสูจน์ได้โดย

$$(A \ominus B)^c = \{x \mid (B)_x \subseteq A\}^c \tag{8}$$

ถ้าเซต $(B)_x$ บรรจุใน เซต A แล้ว $(B)_x \cap A^c = \varnothing$ ซึ่งกรณีนี้สมการที่ 8 จะกลายเป็น

$$(A \ominus B)^c = \{x \mid (B)_x \cap A^c = \varnothing\}^c$$

แต่ ส่วนเติมเต็ม (complement) ของเซต x ที่ซึ่ง $(B)_x \cap A^c = \varnothing$ เป็นเซตของ x จะได้ $(B)_x \cap A^c \neq \varnothing$

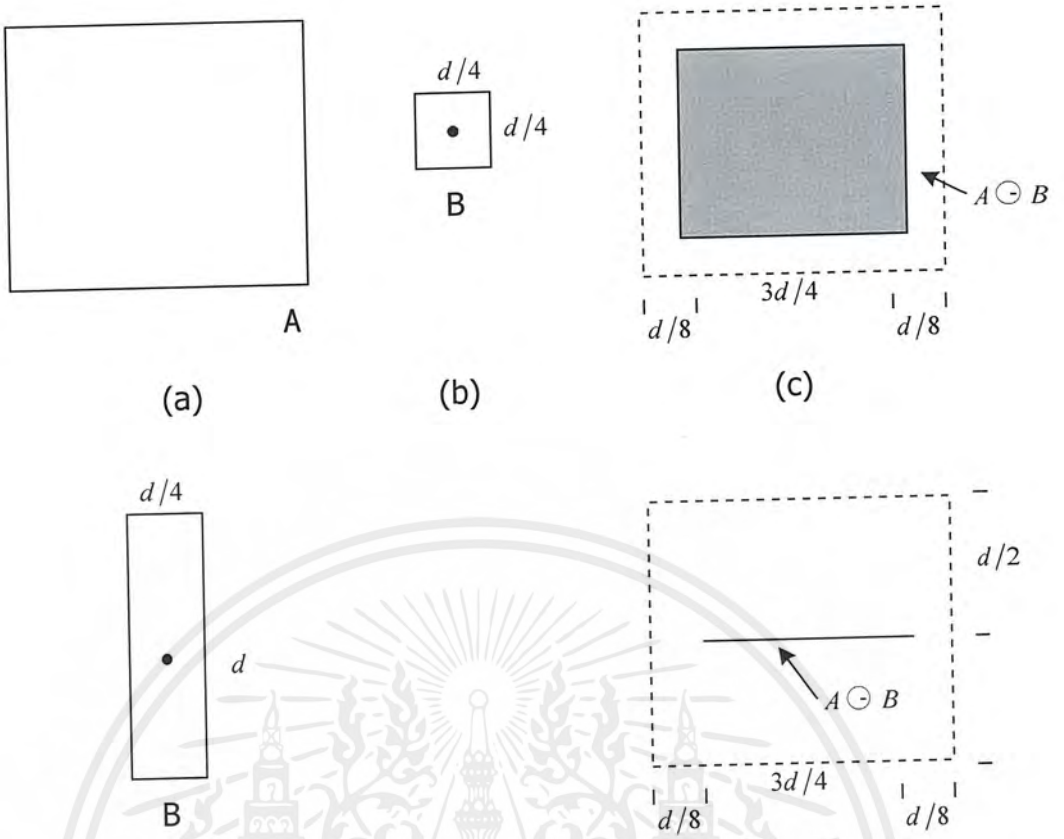
ดังนั้น

$$(A \ominus B)^c = \{x \mid (B)_x \cap A^c \neq \varnothing\}$$

$$= A^c \oplus \hat{B}$$

ซึ่งจะได้ขั้นตอนสุดท้ายตามสมการ (5) ซึ่งเป็นบทสรุปการพิสูจน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 (a) เซต A เริ่มต้น (b) การสร้างโครงสร้างย่อย B (c) การกัดกร่อนของ A ด้วย B แสดงด้วยเงา (d) ยืดโครงสร้างย่อยออก (e) การกัดกร่อนของ A ด้วยโครงสร้างที่ยืดออกนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

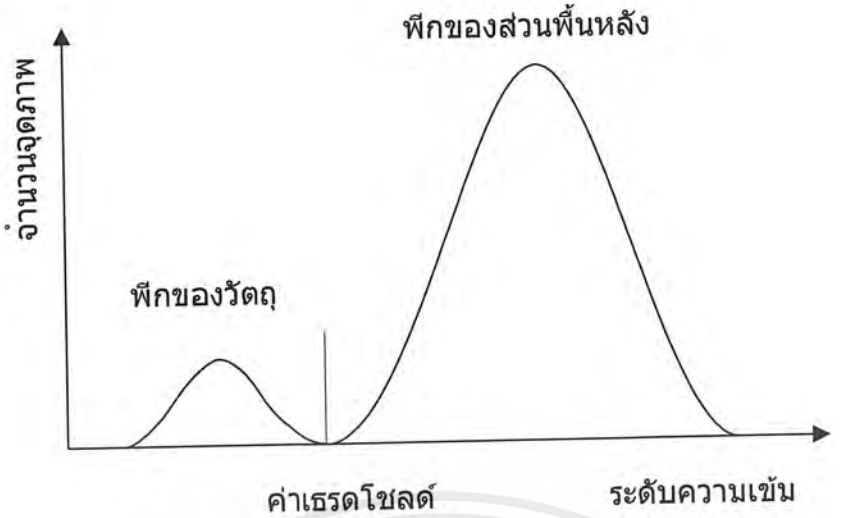
2.2.4 การทำเธรดโซลด์ (Thresholding)

การทำเธรดโซลด์ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพในส่วนของการเซกเมนต์ภาพ ซึ่งจุดประสงค์ของการเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพออกไปเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลผลในส่วนอื่นต่อไป ซึ่งการเซกเมนต์ภาพจะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกันกับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเธรดโซลด์ (Thresholding technique) ถือว่าเป็นเทคนิคในการแบ่งแยกองค์ประกอบภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่ง ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติของภาพอยู่ในช่วงหนึ่งจะถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ หนึ่ง โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งสามารถที่จะแบ่งกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน คือ กลุ่มของวัตถุ (Object) กับกลุ่มของส่วนพื้นหลัง (Background) ดังเช่นภาพที่ 2.26 ซึ่งแสดงฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ที่มีองค์ประกอบส่วนที่เป็นวัตถุค่อนข้างมืดบนส่วนพื้นหลังที่สว่าง ดังนั้นการแยกกลุ่มทั้งสองออกจากกันอย่างชัดเจนสามารถทำได้โดยเลือกค่าเธรดโซลด์ที่มีค่าระดับความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองบนฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ และ ทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพ ถ้าค่า g(x,y) น้อยกว่าค่าเธรดโซลด์ (g(x,y)< Thr) ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุ และถ้ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเธรดโซลด์ (g(x,y)≥Thr) ถือว่าเป็นจุดภาพของส่วนพื้นหลัง ดังนั้นข้อมูลภาพ g_{thr} (x,y) ที่ผ่านการทำเธรดโซลด์สามารถนิยามด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$g_{thr}(x,y) = \begin{cases} 1 \ if \quad g(x,y) < Thr \\ 0 \ if \quad g(x,y) \geq Thr \end{cases} \qquad (1)$$

จุดภาพที่นิยามด้วย 1 คือ จุดภาพของส่วนที่เป็นวัตถุ และจุดภาพที่นิยามด้วย 0 จะเป็นจุดภาพของพื้นหลังของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 แสดงฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ที่องค์ประกอบภาพ ส่วนที่เป็นวัตถุค่อนข้างมืดอยู่บนส่วนของพื้นหลังที่สว่าง

การเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคการทำเธรดโชลด์เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นสิ่งสำคัญที่สุด คือ ค่าเธรดโชลด์ที่ใช้ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเธรดโชลด์ที่ไม่มีเหมาะสมกับภาพผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเธรดโชลด์นี้ก็คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเธรดโชลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเธรดโชลด์หลายวิธี โดยแต่ละวิธีอาจเหมาะสมกับภาพเฉพาะอย่างที่แตกต่างกันออกไป

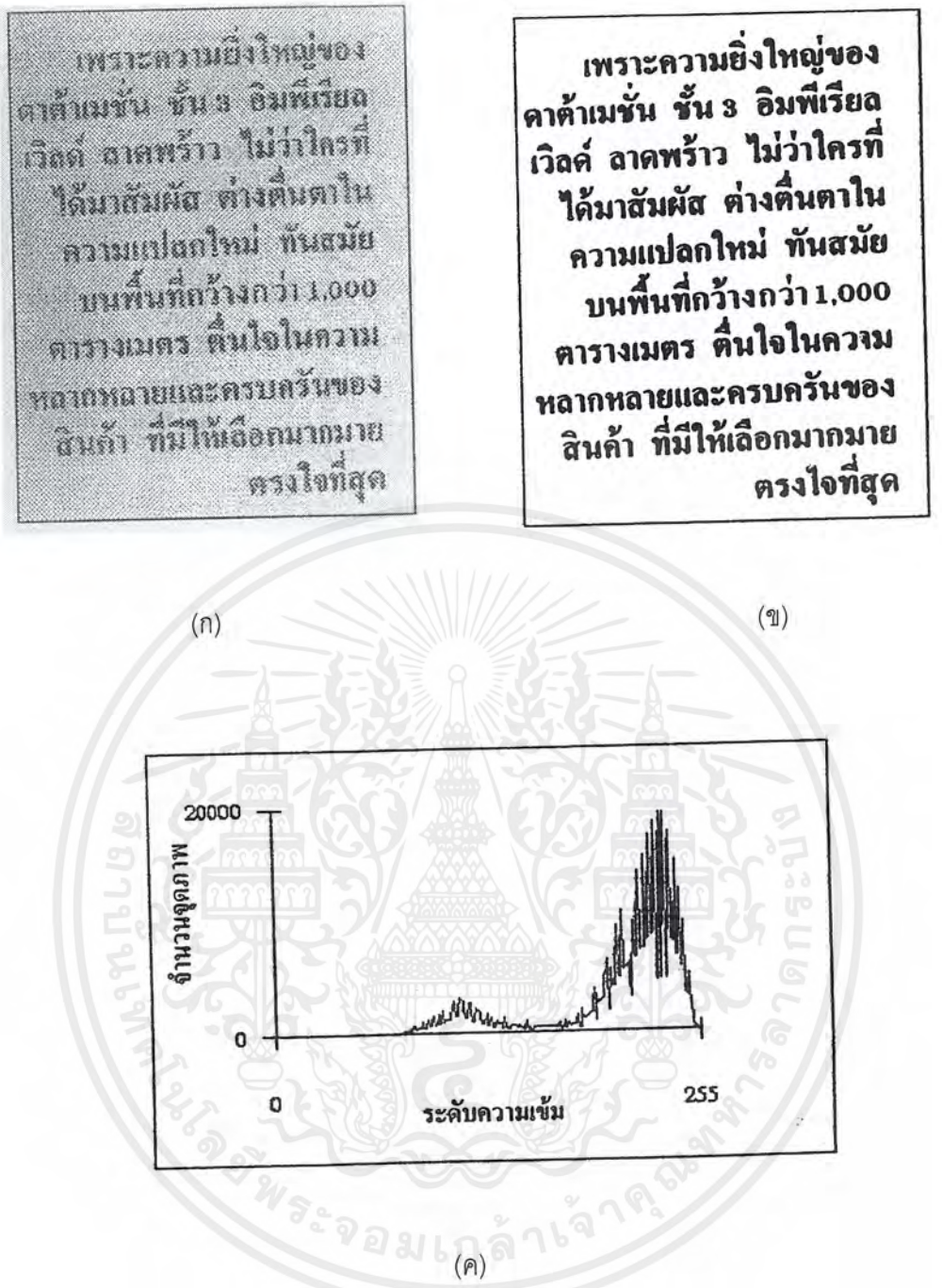
ส่วนรูปแบบในการทำการเธรดโชลด์กับจุดภาพนั้น ภาพที่จุดภาพของส่วนที่เป็นวัตถุกับจุดภาพของส่วนพื้นหลังในแต่ละส่วนมีระดับความเข้มที่ความสม่ำเสมอ และระดับความเข้มระหว่างทั้ง 2 ส่วนแตกต่างกันอย่างชัดเจนทั่วทั้งภาพ ซึ่งภาพลักษณะดังกล่าวนี้สามารถใช้ค่าเธรดโชลด์เพียงค่าเดียวทำเธรดโชลด์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพได้ เรียกการทำเธรดโชลด์ในลักษณะนี้ว่า การทำเธรดโชลด์แบบครอบคลุม (Global Thresholding) แต่ถ้าภาพที่มีระดับความเข้มไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุหรือส่วนของพื้นหลังหรือทั้งสองส่วน ค่าโกลบอลเธรดโชลเพียงค่าเดียวไม่เหมาะสำหรับการทำเธรดโชลด์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพ ค่าเธรดโชลด์ที่ดีควรมีการปรับเปลี่ยนค่าตามตำแหน่งของจุดภาพนั้น คือ การใช้ค่าเธรดโชลด์ที่ต่างกันสำหรับจุดภาพที่ตำแหน่งต่างกัน และเรียกการทำเธรดโชลด์ในลักษณะดังกล่าวว่า การทำเธรดโชลด์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเธรดโซลด์แบบครอบคลุม (Global Thresholding) สำหรับขั้นตอนการหาค่าเธรดโซลด์ที่ครอบคลุมภาพทั้งภาพโดยอัตโนมัติ โดยทั่วไปแล้วจะมีพื้นฐานของการดำเนินการอยู่บนฮีสโทแกรมระดับความเข้มของจุดภาพ ซึ่งฮีสโทแกรมระดับความเข้มสามารถคำนวณจาก จำนวนของจุดภาพในแต่ละระดับความเข้มของภาพ และทำการหาค่าเธรดโซลด์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถแบ่งฮีสโทแกรมระดับของความเข้มของภาพออกเป็น 2 ส่วนไว้อย่างถูกต้อง คือ ส่วนที่เป็นระดับความเข้มของวัตถุ กับส่วนที่เป็นระดับความเข้มของพื้นหลัง ตัวอย่างเช่น กรณีของภาพที่มีอัตราความแตกต่างของระดับความเข้มระหว่างส่วนที่เป็นวัตถุ กับส่วนของพื้นหลังสูง และระดับความเข้มที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนมีความสม่ำเสมอ กรณีนี้สามารถใช้ระดับความเข้มที่มีจำนวนของจุดภาพที่ต่ำที่สุดและอยู่ระหว่างกลุ่มระดับความเข้ม (Peak) ทั้ง 2 กลุ่มบนฮีสโทแกรมเป็นค่าเธรดโซลด์ดังเช่นตัวอย่างในรูปที่ 2.27 หรือในกรณีทั่ว ๆ ไปค่าเธรดโซลด์อาจจะพิจารณาจากค่าระดับความเข้มที่สามารถแบ่งฮีสโทแกรมออกเป็น 2 กลุ่มแล้วทำให้ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่ามากที่สุด และความแปรปรวนที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มมีค่าต่ำสุด หลังจากนั้นนำค่าเธรดโซลด์ที่คำนวณหาได้ไปทำเธรดโซลด์กับแต่ละจุดภาพทั่วทั้งภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์

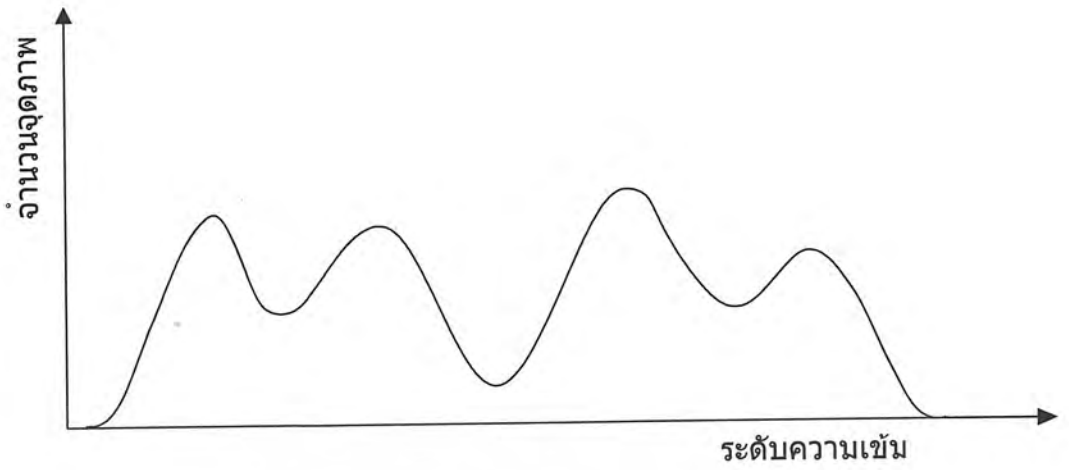
การทำเธรดโซลด์แบบปรับค่า (Adaptive Thresholding) กรณีที่ข้อมูลของภาพมีความไม่สม่ำเสมอเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุหรือส่วนของพื้นหลัง หรือทั้งสองส่วน ซึ่งภาพในลักษณะเช่นนี้ฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพจะมีลักษณะดังเช่นภาพที่ 2.28 การใช้ค่าเธรดโซลด์แบบครอบคลุมเพียงค่าเดียวกับภาพทั้งภาพอาจทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ถูกต้อง จากปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถ แก้ไขได้โดยแบ่งข้อมูลภาพทั้งภาพออกเป็นภาพย่อย ๆ ที่แสดงดังภาพที่ 2.29 และแต่ละภาพย่อยก็จะมีการหาค่าเธรดโซลด์ในรูปแบบที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าเธรดโซลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพย่อยนั้น และใช้ค่าเธรดโซลด์นั้นทำเซกเมนต์เทชันกับแต่ละภาพย่อย ขั้นตอนสุดท้ายนำแต่ละภาพย่อยที่ผ่านการเซกเมนต์เทชันมารวมกันตามพิกัดเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

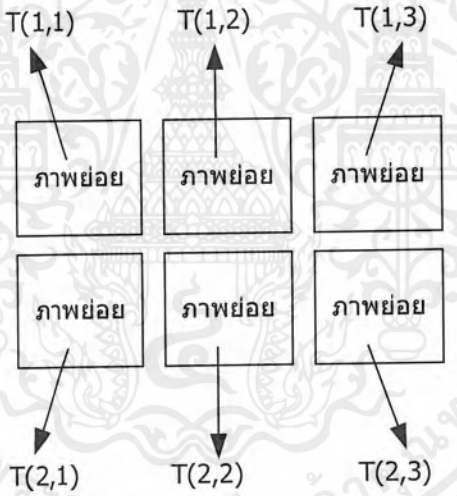


รูปที่ 2.27 แสดงผลของการเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเธรดโซลด์แบบครอบคลุม (ก) ภาพอินพุท (ข) ภาพผลลัพธ์ (ค) ฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

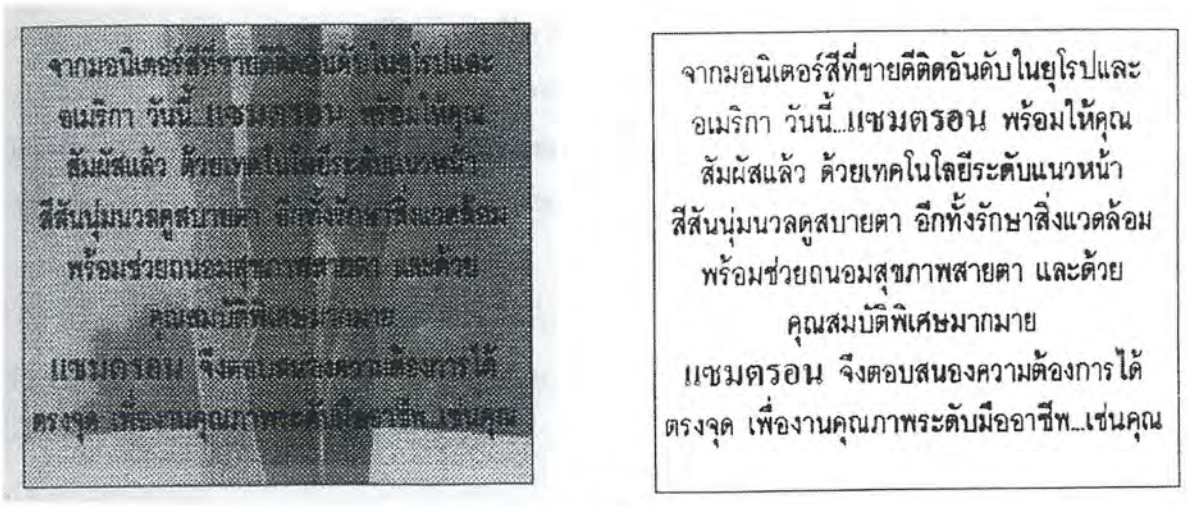


รูปที่ 2.28 แส ดงฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพ g(x,y) ที่มีความไม่สม่ำเสมอของระดับความเข้มในองค์ประกอบของภาพ



รูปที่ 2.29 แสดงการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็นภาพย่อย ๆและหาค่าเธรดโชลด์ในแต่ละภาพย่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงผลของการเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเธรดโซลด์แบบปรับค่า (ก)ภาพอินพุท (ข)ภาพผลลัพธ์ (ค) ฮีสโทแกรมระดับความเข้มของภาพอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้า

ในปัญหาพิเศษนี้วิธีที่ใช้ศึกษาค้นคว้า เป็นการวิจัยการทดลอง คือ จะมีการนำภาพวงปีที่ถ่ายได้จากกล้องดิจิตอล นำมาเข้าโปรแกรม และทำการปรับค่าเธรดโชลด์ เพื่อให้ได้ภาพที่เหมาะสม จากนั้นโปรแกรมก็จะดำเนินการนับอายุของวงปี และแสดงผลที่ได้ออกมา

3.2 ลักษณะข้อมูล การเลือกข้อมูล และเหตุผลในการคัดเลือก

ลักษณะของข้อมูลที่นำเข้าไปประมวลผลในโปรแกรมจะเป็นไฟล์ภาพที่มีนามสกุล .JPG ซึ่งจะได้มาจากการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลโดยตรง ข้อมูลที่จะนำมาเข้าไปประมวลผลในโปรแกรมนี้จะต้องทำการคัดเลือก และควบคุมคุณสมบัติบางอย่าง คือ

- สถานที่ ที่จะทำการถ่ายภาพวงปี จะต้องไม่มืด หรือสว่างจนเกินไป และจะต้องควบคุมแสงให้ตกกระทบที่วงปีในทุกทิศโดยรอบของวงปีเท่ากัน เพราะถ้าแสงตกกระทบไม่เท่ากัน จะทำให้การตัดเธรดโชลด์ของภาพในด้านที่สว่างมากกว่า กับด้านที่มืดกว่าจะมีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้
- การเลือกวงปีที่จะนำมาประมวลผลภาพในปัญหาพิเศษนี้ เพื่อให้เกิดการประมวลผลที่ดี ควรเลือกลักษณะที่มีสีของวงปีต่างกันอย่างชัดเจน ระหว่างวงปีที่เกิดจากช่วงเวลาที่ได้รับความอุดมสมบูรณ์ กับช่วงระยะเวลาที่แห้งแล้งของแต่ละปี
- ภาพวงปีที่ได้จากตอไม้ หรือการตัดบางส่วนของต้นไม้ จะต้องไม่เกิดการแตกร้าว หรือรอยแยกใด ๆ เกิดขึ้น เพราะอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลภาพได้
- ไม้ที่ได้รับการตัด หรือ เลื่อย เสร็จใหม่ ๆ ผิวหน้าไม้จะไม่เรียบ ซึ่งจะเห็นเป็นรอยของวัสดุที่นำมาตัด หรือเลื่อย ทำให้วงปีที่เห็นครั้งแรกไม่ชัดเจน ดังนั้น จึงควรนำไม้ที่ได้จากการตัดหรือเลื่อยนั้นมาทำการขัดด้วยกระดาษทราย หรือ อาจขัดด้วยเครื่องขัดไม้เพื่อให้ผิวหน้าไม้เรียบและ ทำให้เห็นวงปีที่ชัดเจนขึ้น ไม้บางชนิดเมื่อตัดหรือเลื่อยแล้วจะต้องลงแลคเกอร์ หรือ ทำการเคลือบเงาทันที เพราะถ้าทิ้งไว้นานไม้จะแห้งและแตกร้าว
- ไม้ที่นำมาตัดเพื่อตรวจสอบวงปี จะต้องเป็นไม้ยืนต้นเท่านั้น จึงจะสามารถเห็นวงปีได้ เพราะวงปีเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ ที่ต้นไม้อาศัยอยู่
- ภาพที่ได้ควรนำมาจากการถ่ายด้วยกล้องดิจิตอล หรืออุปกรณ์การถ่ายภาพที่มีความละเอียดสูง และสามารถนำเข้าคอมพิวเตอร์ได้อย่างไม่มีข้อผิดพลาด หรือเกิดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิดพลาดน้อยที่สุด ถ้าการถ่ายภาพได้จากการถ่ายด้วยกล้องถ่ายรูปปกติ แล้วนำมาเข้าเครื่องสแกนเนอร์ เพื่อนำข้อมูลลงสู่ระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะทำให้เกิดความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ค่อนข้างมาก ซึ่งอาจเกิดจากความละเอียดของเครื่องสแกนเนอร์ หรือแสงจากเครื่องสแกนเนอร์ที่เกิดขึ้นระหว่างสแกนภาพ หรือ อาจเกิดจากภาพที่นำมาสแกนมีรอยตำหนิ

3.3 เครื่องมือและวิธีการ

เครื่องมือ ประกอบไปด้วย กล้องดิจิตอล ท่อนไม้ที่ได้จากการตัดตามภาคตัดขวางของต้นไม้เพื่อให้เห็นวงปี, กระดาษทราย, เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

- นำท่อนไม้ที่ได้จากการตัดขวางของต้นไม้ มาขัดด้วยกระดาษทราย หรือเครื่องขัดไม้จนกระทั่งผิวหน้าไม้เรียบ และสามารถมองเห็นวงปีได้ชัดเจน
- เลือกสถานที่ ที่เหมาะสมในการถ่ายภาพ คือ ลักษณะพื้นหลังที่จะนำท่อนไม้ไปวางจะต้องเป็นผิวที่เรียบ และควรมีสีขาว
- นำท่อนไม้ไปวางบนพื้นที่ที่เตรียมไว้และทำการจัดแสง โดยอาจใช้เครื่องมือในการให้แสง หรือบังแสงบางอย่างเข้าช่วยเพื่อให้แสงที่ตกกระทบลงบนท่อนไม้ในทุกทิศบนท่อนไม้เท่ากัน
- นำกล้องดิจิตอลมาถ่ายภาพท่อนไม้ที่ได้จัดเตรียมไว้ และนำท่อนไม้ท่อนอื่นที่ได้เตรียมไว้เพื่อที่จะทำการทดสอบมาถ่ายภาพทั้งหมด ณ สถานที่เดียวกันนี้
- ทำการเปลี่ยนสถานที่ในการถ่ายภาพ หรือ ปรับเปลี่ยนความเข้มแสง และทำการถ่ายซ้ำกับท่อนไม้ชุดเดิมอีก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแตกต่างกันนำไปทดลอง
- นำข้อมูลออกจากกล้องดิจิตอลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์
- ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของภาพที่ได้ ถ้าภาพที่ได้มีความผิดพลาดเนื่องจากการควบคุมแสง หรือสถานที่ที่ทำการถ่ายภาพจะต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพของภาพก่อน โดยใช้โปรแกรมที่ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ ซึ่งในปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกโปรแกรม Paint Shop Pro มาทำการจัดการก่อนนำไปประมวลผล
- นำภาพที่ได้รับการตรวจสอบแล้วมาเข้าไปทำการประมวลผลด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วย MATLAB และการประมวลผลสุดท้าย จะแสดงอายุของวงปีที่ สามารถประมวลผลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

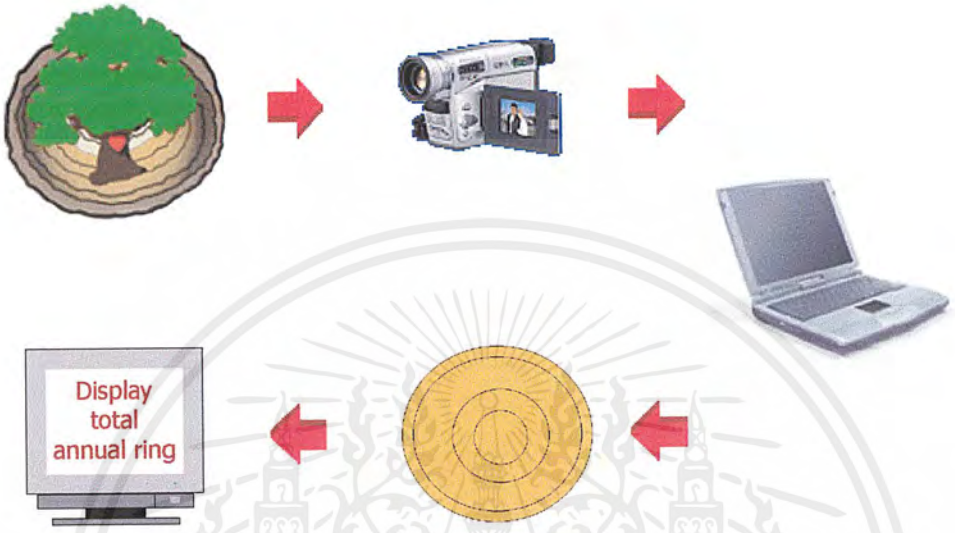
3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้นำมาทดลองในปัญหาพิเศษนี้ ได้มาจาก 2 สถานที่ คือ สถานที่แรก ที่กรมป่าไม้ ข้อมูลที่ได้เป็นไม้สักทอง ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อนไม้ ที่ได้ทำการขัดไว้แล้ว และสถานที่ ที่สองได้มาจากคณะวนศาสตร์ และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ได้เป็นไม้สัก และไม้สน ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อนไม้ ที่ขัดแล้ว และที่ยังไม่ได้ขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ขั้นตอนในการทำปัญหาพิเศษ

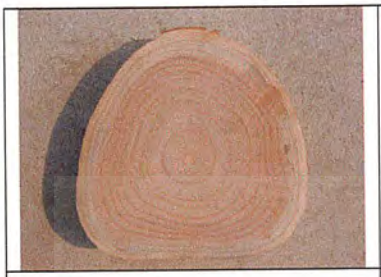
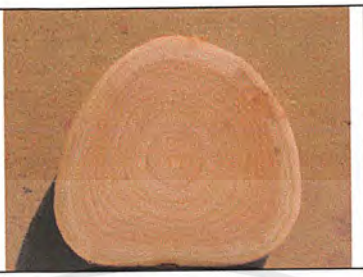
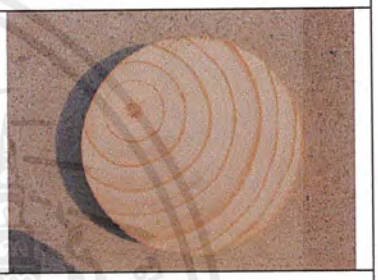


วิธีการในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่นำมาทำการทดลองนั้น ประกอบด้วย รูปภาพวงปี ทั้งหมด 9 รูป ซึ่งรูปที่นำแสดงข้างล่างนี้ เป็นรูปที่ถ่ายจากกล้องดิจิตอล และนำจากอินเตอร์เน็ต

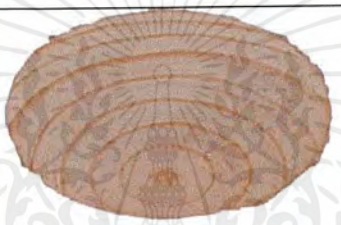
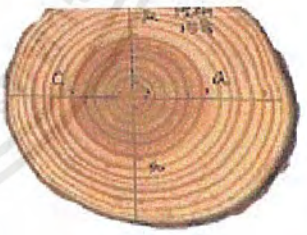
ตารางที่ 4.1 แสดงภาพถ่ายวงปีที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้

		
Dsuck1.jpg	Dsuck2.jpg	Dsuck3.jpg
		
Dspruce1.jpg	Dspruce2.jpg	Dspruce3.jpg
Ring1.jpg	Ring2.jpg	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

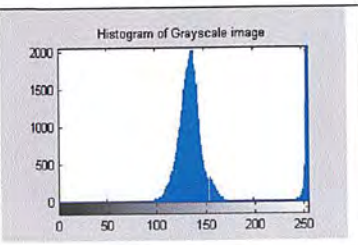
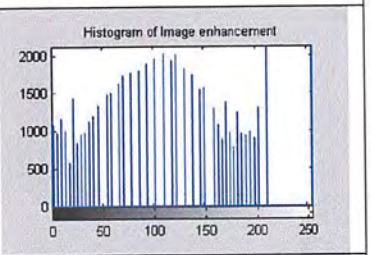
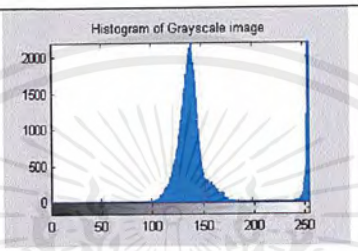
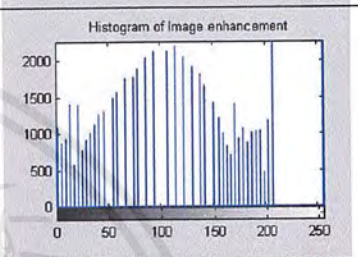
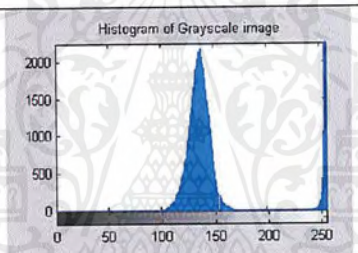
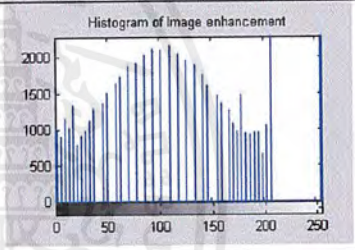
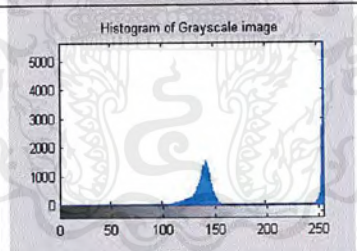
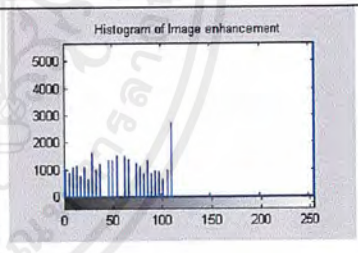
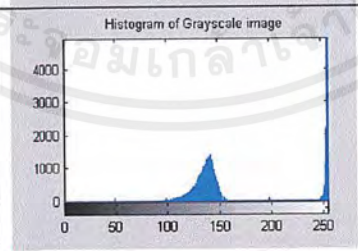
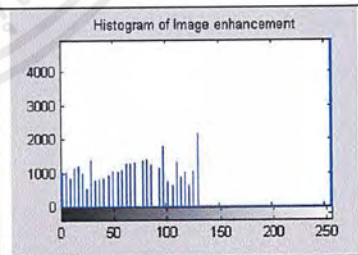
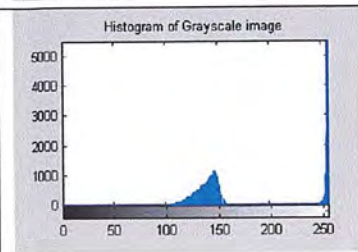
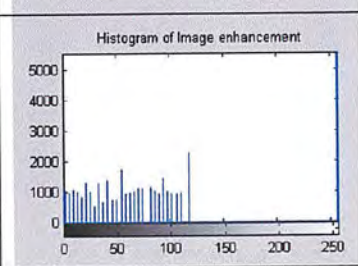
เมื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้สามารถนำไปประมวลผลได้ ซึ่งจะได้ภาพดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงวงปีที่ได้ปรับแต่ง เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในปัญหาพิเศษได้

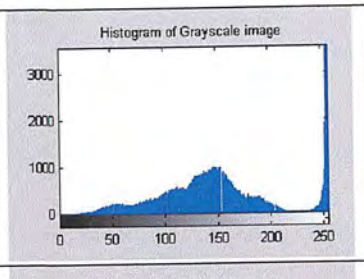
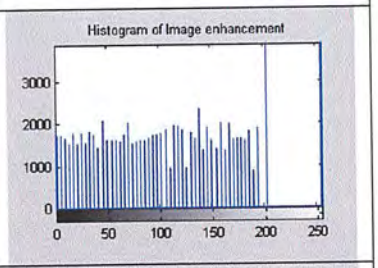
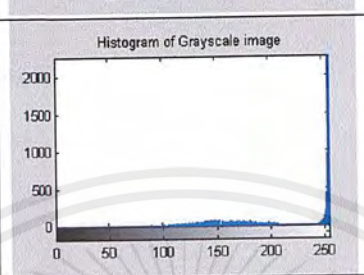
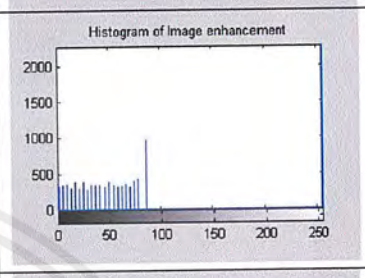
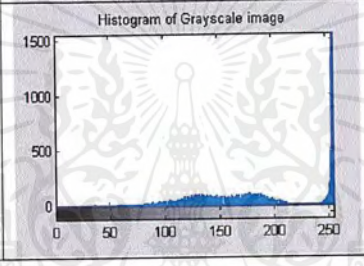
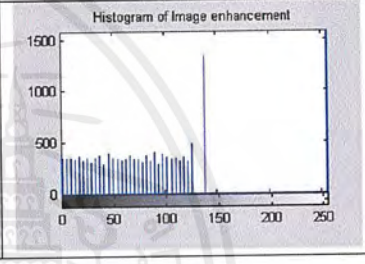
Suck1.jpg	Suck2.jpg	Suck3.jpg
		
Spruce1.jpg	Spruce2.jpg	Spruce3.jpg
		
Tree1.jpg	Tree2.jpg	Tree3.jpg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบกราฟฮิสโทแกรมระหว่างภาพที่ได้ทำเกรย์สเกล กับภาพที่นำไปทำฮิสโทแกรมอีควอไลซ์เซชั่นแล้ว

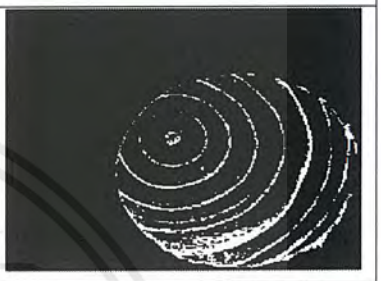
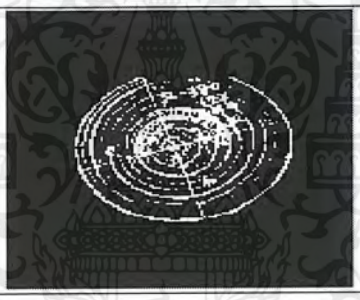
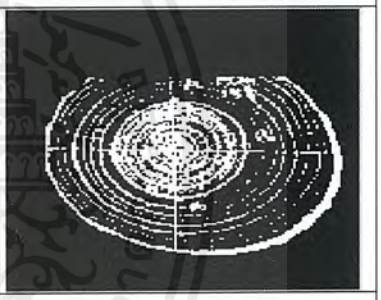
ชื่อรูปภาพ	กราฟแสดงฮิสโทแกรมที่ได้ปรับระดับเกรย์สเกลแล้ว	กราฟแสดงฮิสโทแกรมที่ได้ปรับปรุงคุณภาพ ของภาพแล้ว
Suck1.jpg		
Suck2.jpg		
Suck3.jpg		
Spruce1.jpg		
Spruce2.jpg		
Spruce3.jpg		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อรูปภาพ	กราฟแสดงฮิสโทแกรมที่ได้ปรับระดับเกรย์สเกลแล้ว	กราฟแสดงฮิสโทแกรมที่ได้ปรับปรุงคุณภาพ ของภาพแล้ว
Tree1.jpg		
Tree2.jpg		
Tree3.jpg		

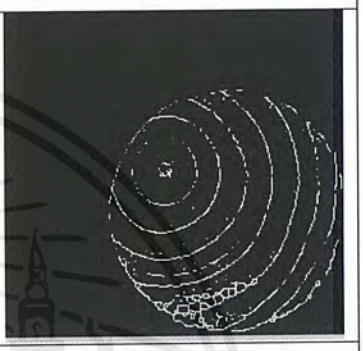
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงภาพที่ผ่านการตัดเธรดโซลด์แล้ว

Suck1	Suck2	Suck3
		
Spruce1	Spruce2	Spruce3
		
Tree1	Tree2	Tree3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงภาพที่ผ่านการทำรูปให้บางลงแล้ว

Suck1	Suck2	Suck3
		
Spruce1	Spruce2	Spruce3
Tree1	Tree2	Tree3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟฮิสโทแกรมที่ได้ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการเลือกค่าที่จะทำการตัดเธรดโซลด์ในโปรแกรมได้เป็นอย่างดี สามารถดูได้จากตารางผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 4.6.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษ โดยทดสอบกับไม้สักที่ถ่าย ที่ระดับความเข้มแสงต่างกัน

ชื่อไฟล์ภาพ / อายุจริงของวงปี	ค่าที่ตัดเธรดโซลด์	อายุที่นับได้ (ปี)	จำนวนรอบที่ใช้ในการทำ thinning	เปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อน
Suck1 (11 ปี)	20	8	9	27.27
	30	10	16	9.09
	40	11	20	0
	50	10	20	9.09
	60	11	27	0
Suck2 (11 ปี)	20	9	11	18.18
	30	10	19	9.09
	40	9	15	18.18
	50	9	20	18.18
	60	11	30	0
Suck3 (11ปี)	20	6	14	45.45
	30	7	19	36.36
	40	11	24	0
	50	10	20	9.09
	60	11	22	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6.2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษ โดยทดสอบกับไม้สนที่ถ่าย ที่ระดับความเข้มแสงต่างกัน

ชื่อไฟล์ภาพ / อายุจริงของวงปี	ค่าที่ดัดเธรดโซลด์	อายุที่นับได้ (ปี)	จำนวนรอบที่ใช้ในการทำ thinning	เปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อน
Spruce1 (7 ปี)	15	7	8	0
	20	7	10	0
	25	9	15	28.57
	30	9	18	28.57
	35	12	20	71.42
Spruce2 (7 ปี)	15	6	11	14.28
	20	8	11	14.28
	25	8	13	14.28
	30	9	18	28.57
	35	10	18	42.86
Spruce3 (7 ปี)	15	7	11	0
	20	8	21	14.28
	25	10	24	42.86
	30	8	24	14.28
	35	10	27	42.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาพิเศษ โดยทดสอบกับภาพวงปีที่นำมาจากอินเตอร์เน็ต

ชื่อไฟล์ภาพ / อายุจริงของวงปี	ค่าที่ตัดเธรดโซลด์	อายุที่นับได้ (ปี)	จำนวนรอบที่ใช้ในการทำ thinning	เปอร์เซ็นต์ความคาดเคลื่อน
Tree1 (27 ปี)	40	20	39	25.92
	45	20	40	25.92
	50	20	35	25.92
	55	20	36	25.92
	60	21	37	22.22
Tree2 (8 ปี)	15	8	5	0
	20	9	9	12.5
	23	10	11	25
	25	10	19	25
	30	10	31	25
Tree3 (12 ปี)	15	8	7	33.33
	20	8	6	33.33
	25	7	6	41.67
	30	8	8	33.33
	40	9	11	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
อภิปรายผล

ผลการประเมินจากการทดลองโปรแกรมการออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์ มีดังนี้

5.1 ความดึงดูดความสนใจในการใช้โปรแกรม

เนื่องจากรูปแบบของโปรแกรม เป็นการใส่ข้อมูลโดยตรงกับโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่าย ไม่มีความสลับซับซ้อน ไม่ต้องมีการเรียนรู้การใช้โปรแกรมมากนัก

5.2 ความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้

เนื่องจากโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย คือ เมื่อพิมพ์ชื่อโปรแกรมลงไปที่โปรแกรม MATLAB แล้ว ตัวโปรแกรมจะดำเนินงานเองโดยอัตโนมัติ และมีการติดต่อกับผู้ใช้บ้าง เป็นการถาม-ตอบ ด้วยคำถามที่เข้าใจง่าย ผู้ใช้สามารถใส่ข้อมูลได้ทันที เช่น การให้ผู้ใช้ใส่ชื่อรูปภาพที่จะนำเข้าไปประมวลผล และให้ใส่ค่าที่ต้องการตัดเธรดโชลด์ แล้วโปรแกรมจะดำเนินการต่อไปเองจนกระทั่งแสดงผลลัพธ์ออกมา

5.3 ความเข้าใจในสิ่งที่โปรแกรมต้องการสื่อต่อผู้ใช้

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของโปรแกรมการออกแบบวิธีการหาอายุต้นไม้จากวงปีด้วยคอมพิวเตอร์ นี้คือ เป็นการนำความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการนำทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้มีผู้ทำการคิดค้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ไว้แล้ว มาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม ซึ่งเมื่อนำมาทดลองใช้ก็ปรากฏว่า ได้ผลดีในระดับหนึ่ง คือ สามารถบอกอายุของต้นไม้จากวงปีได้ดี ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จริงด้วยการนับด้วยมือ

5.4 ความพิเศษของโปรแกรมนี้

เนื่องจาก การหาอายุของวงปีที่ได้จากภาพถ่าย และนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อไปประมวลผลหาอายุของวงปีนั้น จากการศึกษาและค้นคว้า พบว่าปัจจุบันยังไม่มีผู้ที่คิดค้น หรือทำการทดลอง โดยข้อมูลที่นำเข้าเป็นภาพถ่าย ดังการทดลองในปัญหาพิเศษนี้ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาพิเศษนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีนี้ และสามารถเป็นประโยชน์ต่อการนำไปดำเนินการวิจัย หรือศึกษาต่อไปได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองที่ได้จากปัญหาพิเศษนี้ แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้การคำนวณและทฤษฎีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ซึ่งจะเห็นได้ว่าทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้ล้วนได้มาจาก การคำนวณทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นทฤษฎีการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Enhancement), ทฤษฎีการทำเธรดโซลด์ และทฤษฎีการทำรูปให้บางลง (Thinning) หรือแม้แต่การสร้างกราฟฮิสโทแกรม

หลังจากที่ปัญหาพิเศษนี้ได้นำทฤษฎีเหล่านี้มาใช้ในการทดลองเพื่อหาอายุของต้นไม้ ที่ได้จากวงปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อนำรูปภาพที่เราได้คัดเลือกมาแล้ว มาทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วนำมาตัดค่าเธรดโซลด์ที่เหมาะสม จะทำให้ทราบอายุของวงปีที่ถูกต้อง หรือใกล้เคียงกับอายุความเป็นจริงมาก ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองของปัญหาพิเศษนี้

จากทฤษฎีการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ ซึ่งได้จากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ดังที่ได้แสดงไว้แล้วในปัญหาพิเศษนี้ เป็นการทำให้รูปภาพมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น เมื่อนำมาทดสอบกับรูปภาพของปัญหาพิเศษนี้แล้ว ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎี คือ รูปภาพที่ได้ผ่านการคำนวณตามทฤษฎีฮิสโทแกรมอีควอไลซ์เซชัน (Histogram Equalization) ที่เป็นทฤษฎีของการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพวิธีหนึ่งนั้น ได้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ คือ รูปภาพมีคุณภาพดีขึ้น ถึงแม้ว่ารูปที่เราเห็นบนจอคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการทดลอง จะดูไม่สวยกว่ารูปเดิมก่อนการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ แต่การประมวลผลในขั้นตอนต่อไปนั้น ภาพที่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพแล้ว จะได้ผลการทดลองที่ดีกว่า ภาพที่ยังไม่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ

กราฟฮิสโทแกรม ช่วยแสดงให้เป็นถึงการ กระจายสีของรูปภาพ ซึ่งทำให้เราได้เห็นข้อแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างรูปภาพต้นฉบับ กับรูปภาพที่ได้ผ่านการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้ว และยังช่วยในการตัดสินใจในการเลือกค่าที่จะตัดเทรดโฮลด์ได้เป็นอย่างดี

จากทฤษฎีการทำรูปให้บางลง (Thinning) ซึ่งทฤษฎีนี้ได้มีผู้ที่ทำการทดลองเป็นจำนวนมาก และมีหลายวิธีที่เป็นที่นิยมนำมาใช้กันอยู่หลายวิธีการ แต่ทฤษฎีที่ได้เลือกใช้ในปัญหาพิเศษนี้ เป็นทฤษฎีของ Zhang & Suen ซึ่งได้รับคำแนะนำมาจากผู้ที่มีประสบการณ์ชำนาญทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นอย่างดี เมื่อนำมาใช้กับปัญหาพิเศษนี้ ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามทฤษฎีคือสามารถทำให้เส้นวงปีที่ได้จากการตัดค่าเธรดโซลด์แล้วมีลักษณะบางลง สามารถนำไปประมวลผลภาพเพื่อหาอายุของวงปีได้เป็นอย่างดี

ผลการทดลองของปัญหาพิเศษนี้ หัวใจสำคัญอยู่ที่การเลือกภาพและการตัดค่าเธรดโซลด์ที่เหมาะสม เมื่อได้ภาพที่เหมาะสมแล้วต้องนำมาทดลองใส่ค่าเธรดโซลด์ในโปรแกรม เพื่อหาค่าที่สามารถทำให้เห็นภาพวงปีที่ได้ชัดเจนมากที่สุด ซึ่งจะเป็นผลทำให้ได้อายุของวงปีที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหลังจากที่ได้ทำการศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ทางด้านการประมวลผลภาพ ระหว่างการทำปัญหาพิเศษนี้ ทำให้ทราบว่า ยังมีทฤษฎีอีกเป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาพิเศษนี้ เช่น ทฤษฎีคอนทัวร์ (Contour) เป็นทฤษฎีที่ กระทำการรวมกลุ่มสีที่บริเวณใกล้เคียงกัน ซึ่งได้มาจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์เช่นกัน และทฤษฎีเกี่ยวกับการตรวจจับลายเส้น (Edge detection) ซึ่งมีขั้นตอนวิธีการที่ถูกคิดค้นขึ้นเป็นจำนวนมาก และยังมีอีกหลาย ๆ ทฤษฎีที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ หรือปรับปรุงปัญหาพิเศษนี้ต่อไปได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

1. โปรแกรมที่สร้างขึ้นจากซอฟท์แวร์ MATLAB version 5.3 สามารถช่วยให้นับวงปีจากภาพภาคตัดขวางได้ง่ายขึ้น เนื่องจากภายในโปรแกรม MATLAB มีคำสั่งที่ช่วยในการประมวลผลภาพต่างๆมากมายให้เลือกใช้ได้ตามต้องการ ซึ่งช่วยให้เกิดความสะดวกสบายในขั้นตอนของการเขียนโปรแกรม อีกทั้งยังมีการอธิบายรายละเอียดของการใช้คำสั่งแต่ละคำสั่ง ง่ายต่อการเข้าใจ
2. ทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาใช้สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี ให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ และช่วยให้ขั้นตอนการประมวลผลรวดเร็วขึ้น
3. การหาอายุของต้นไม้จากวงปีโดยอาศัยโปรแกรมที่สร้างขึ้นพบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีทั้งที่ถูกต้องและเกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากข้อจำกัดต่างๆ

6.2 ปัญหาในการศึกษาและข้อจำกัดต่างๆ

1. การถ่ายภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมแสงให้เหมาะสมกับการถ่ายภาพเพราะถ้ามีการควบคุมแสงไม่ดีพอ เช่น สว่างมากเกินไป มืดเกินไป หรือแสงที่ตกกระทบในทุกทิศทุกทางมีความเข้าแสงไม่เท่ากัน จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการประมวลผล จากการเลือกค่าเธรดโชลด์ที่เหมาะสม
2. ปัญหาที่เกิดจากภาพภาคตัดขวางของต้นไม้ เช่น เส้นวงปีของต้นไม้มีสีแตกต่างกันตามฤดูกาลที่เปลี่ยนไป วงปีเรียงชิดติดกันในบางช่วง เกิดรอยแตกร้าวภายในตอไม้ วงปีปลอมซึ่งเป็นวงปีที่มีเส้นวงไม่ครบรอบอาจขาดหายไปในบางช่วง เหล่านี้ล้วนทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลได้
3. ไม้ตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการทดลองหายากเนื่องจากเราไม่สามารถตัดต้นไม้จริงๆ เพื่อมาใช้ในการทดลองได้โดยเฉพาะต้นไม้ที่มีอายุหลายร้อยปี
4. โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาไม่สามารถสร้างเป็นไฟล์ที่เรียกใช้งานได้ทันที (.EXE) เนื่องจากภายในโปรแกรม MATLAB ไม่ได้บรรจุแพ็คเกจสำหรับสร้างไฟล์ .EXE ดังนั้นการใช้งานโปรแกรมจะต้องมีการติดตั้งโปรแกรม MATLAB ก่อนเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. กล้องดิจิตอลที่นำมาใช้ถ่ายภาพควรมีกำลังขยายสูง เพื่อเก็บรายละเอียดของภาพให้มากที่สุด
2. คอมพิวเตอร์ที่ใช้การประมวลผลภาพ ควรมีหน่วยประมวลผลที่มีความเร็วสูงช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้น
3. ถ้าต้องการสร้างไฟล์ที่สามารถเรียกใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องมีโปรแกรม MATLAB บรรจุอยู่ภายเครื่องคอมพิวเตอร์ จะต้องติดต่อขอซื้อแพ็คเกจนี้ได้จากบริษัทที่เป็นเจ้าของลิขสิทธ์ หรือเปลี่ยนไปเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมอื่นก็ได้ที่สามารถสร้างไฟล์ .EXE ได้เช่น Visual Basic , Delphi , Visual C++ ฯ
4. ก่อนการถ่ายภาพควรควบคุมแสงให้พอเหมาะสำหรับถ่ายภาพโดยมีความเข้มแสงเท่ากันทุกทิศทุกทาง ไม่สว่างจนเกินไปหรือมืดจนเกินไป
5. ไม้ที่ถูกตัดหรือเลื่อยตามขวาง ควรมีการขัดผิวหน้าให้เรียบจะช่วยทำให้เส้นวงปีชัดขึ้น และไม้บางชนิดต้องลงแลคเกอร์หรือทำการเคลือบเงาทันทีเพราะถ้าทิ้งไว้นาน ไม้จะแห้งแตกหรือถ้าเปียกชื้นจะทำให้เกิดเชื่อรา เส้นวงปีจะเลือนไป
6. นอกจากทฤษฎีที่นำมาใช้ในครั้งนี้แล้วยังมีทฤษฎีอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้และอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า เช่น ทฤษฎีการทำคอนทัวร์ (Contour) หรือทฤษฎีการตรวจจับลายเส้น (Edge Detection) ฯ
7. สำหรับผู้ที่สนใจสามารถศึกษารายละเอียดขั้นตอนการนับอายุต้นไม้จากวงปีได้จากตัวอย่างโปรแกรมในภาคผนวก ซึ่งอาจเป็นแนวทางให้เกิดวิธีการใหม่ๆ ที่สามารถนับวงปีได้ดีและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น
8. ระบบ sensor วงปีของต้นไม้อาจใช้หลายๆระบบเข้าด้วยกันนอกจากภาพที่ได้จากกล้องดิจิตอลแล้ว
9. ในการวิเคราะห์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์มีความเป็นไปได้ที่จะให้คอมพิวเตอร์ตรวจหาศูนย์กลางของภาพตัดขวางต้นไม้โดยอัตโนมัติ เพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการหาจำนวนเส้นวงปีได้ซึ่งน่าจะทำให้ระบบทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ซอร์ดโค้ดโปรแกรม MATLAB

- Function Enhancement
- Function Thresholding
- Function Thinning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function [name_in,row_size,column_size]=Enhancement()
  ring_name=input('Enter image: ','s');
  original=imread(ring_name,'jpg');
  figure(1);imshow(original);
  title('Original Image');
  pause;
  close(1);
  gray_image=rgb2gray(original);
  figure(2);subplot(2,2,1);
  colormap(gray(256));image(gray_image);axis off;
  title('GrayScale Image');
  pause;
  subplot(2,2,3);imhist(gray_image);
  title('Histogram of Grayscale image');
  pause;
  hist_image=histeq(gray_image);
  subplot(2,2,2);image(hist_image);axis off
  title('Image Enhancement');
  pause;
  subplot(2,2,4);imhist(hist_image);
  title('Histogram of Image enhancement');
  [x,y]=size(hist_image);
  name_in=hist_image;
  row_size=x;
  column_size=y;
  pause;
  close all;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function [im_th]=Threshold(im_hist,a,b)
check='y';
while ((upper(check)=='Y'))
  thres=input('Enter Threshold value:');
  h = waitbar(0,'Please wait...');
  if((thres>=0)&(thres<=255))
   for i=1:a
    for j=1:b
      if(im_hist(i,j)<thres) im_thres(i,j)=255;
      else im_thres(i,j)=0;
      end
    end
    waitbar(i/a);
   end
   close(h)
   figure;colormap(gray(256));
     image(im_thres);axis off;
     title('Thresholded image');
     disp('Press Any key...');
   pause;
   im_th=im2uint8(im_thres);
   check='n';
   close all;
  else
   clc;
   disp('Threshold value is lager than equal to 0 and less than equal to 255');
   check=input('Please try again(y/n)...','s');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    %check_up=upper(check);
    if ((upper(check)=='N'))
      disp('Good bye..');
      im_th=-1;close all;
    end
  end
end
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% Thining image by Zhang & Suen[1984]
% Input image is cross-section of tree in formort JPG
% size of image dectect automatically;
%*****************************************************
%Call Function Enhancement
[image_hist,x,y]=Enhancement;
%*****************************************************
% Call Function Thresholding
pretest=Threshold(image_hist,x,y);
[N,M]=size(pretest);
if (pretest~=-1)
z=zeros(N,M);
ok=0;
turn=0;

% Thinning processing
while (ok==0)
    ok=1; turn = turn+1; turn = mod(turn,2);
     h = waitbar(0,'Please wait...');
     for (k=2:(N-1))
       for (l=2:(M-1))
           if (pretest(k,l)==255)
              count=0;
              for (i=-1:1)
                for (j=-1:1)
                  if (pretest((k+i),(l+j))==255)
                     count = count+1;
                  end
                end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end
        if((count>2)&(count<7))
            y(1)=pretest(k-1,l-1); y(2)=pretest(k-1,l);
            y(3)=pretest(k-1,l+1); y(4)=pretest(k,l+1);
            y(5)=pretest(k+1,l+1); y(6)=pretest(k+1,l);
            y(7)=pretest(k+1,l-1); y(8)=pretest(k,l-1);
            y(9)=pretest(k-1,l-1);
            trans = 0;
            for (m=1:8)
              if ((y(m)==0) & (y(m+1)==255))
                trans = trans +1;
              end
            end
              if (trans == 1)
               if ((turn==0) & ((y(4)==0)|(y(6)==0)|((y(2)==0)&(y(8)==0))))
                 z(k,l)=1;ok=0;
               else
                 if ((turn==1) & ((y(2)==0)|(y(8)==0)|((y(4)==0)&(y(6)==0))))
                   z(k,l)=1;ok=0;
                 end
               end
              end
            end % if((count>2)&(cont<7))
      end % if (pretest(k,l)==255)
    end
    waitbar(k/N);
  end
  close(h);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        % Delete flagged pixels %
        for (k=2:N-1)
          for (l=2:M-1)
            if (z(k,l)==1) pretest(k,l)=0;
            end
          end
        end
fprintf('Canculating..[%d]\n',turn);
end % end while
figure;imshow(pretest);axis off;
title('Thined image');
pause;

n_right=0;
n_left=0;
n_up=0;
n_down=0;

% Count Annual Ring by scaning next 4 dimention
   RN=round(N/2);
     RM=round(M/2);
   for (i=RN:N-1)
    if ((pretest(i,RM)==0) & (pretest(i+1,RM)==255))
       n_down=n_down+1;
    end
     end
     for (i=RM:M-1)
    if ((pretest(RN,i)==0) & (pretest(RN,i+1)==255))
       n_right=n_right+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end
   end
   for (i=1:RN-1)
  if ((pretest(i,RM)==0) & (pretest(i+1,RM)==255))
     n_up=n_up+1;
  end
   end
   for (i=1:RM-1)
  if ((pretest(RN,i)==0) & (pretest(RN,i+1)==255))
     n_left=n_left+1;
  end
   end

if (n_right>n_left)
  max=n_right;
else
  max=n_left;
end
if (max<n_up)
  max=n_up;
end
if (max<n_down)
  max=n_down;
end
fprintf('Annual Ring : %d',max);
close all;
end     %if
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

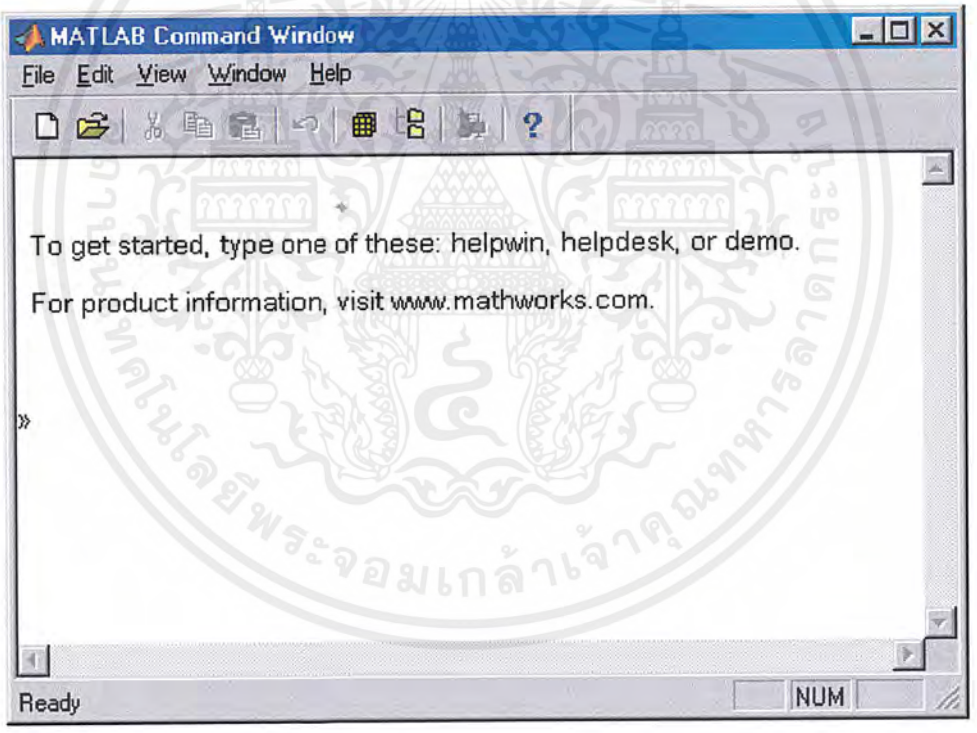
คู่มือการใช้โปรแกรมในปัญหาพิเศษนี้

ผลการทดลองของปัญหาพิเศษนี้ ได้มาจากการใส่ข้อมูลทางโปรแกรม MATLAB และต่อไปนี้เราจะแสดงให้เห็นโปรแกรมที่ได้ทำการทดลองในปัญหาพิเศษนี้

เริ่มด้วยการแนะนำการเข้าโปรแกรม MATLAB โดยการเลือกไอคอนของ MATLAB ที่เดสก์ทอป ดังรูป

รูปที่ 1 แสดงไอคอนเพื่อเข้าโปรแกรม MATLAB

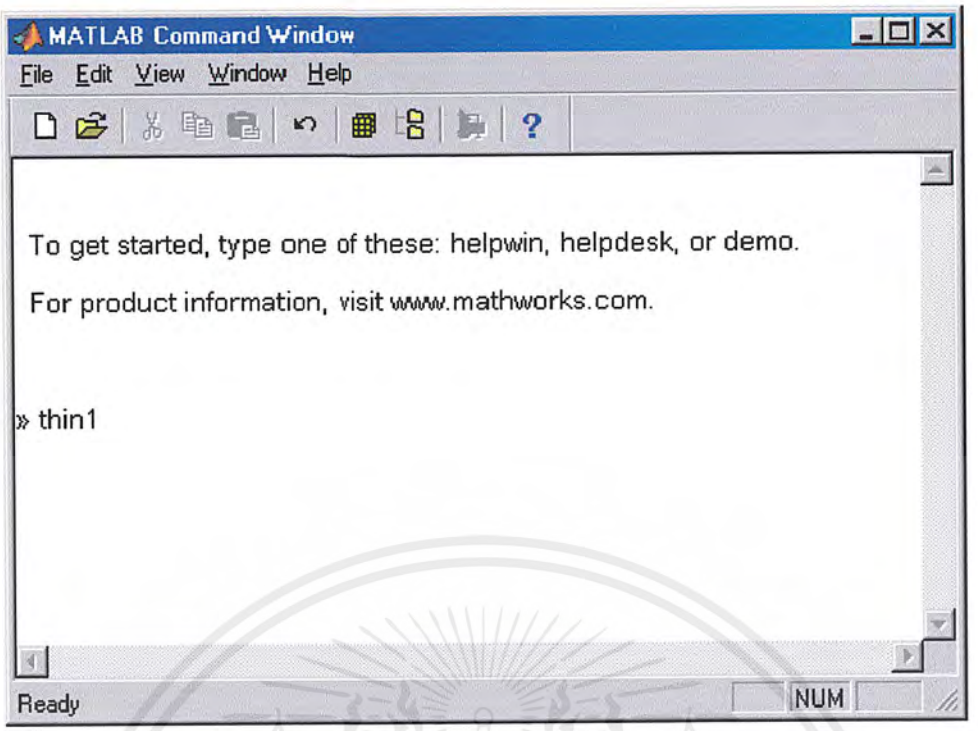
เมื่อคลิกสองครั้งติดกัน ที่ไอคอน MATLAB แล้ว จะทำให้โปรแกรม MATLAB ถูกเปิดขึ้นมา ดังรูป



รูปที่ 2 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม MATLAB

เมื่อเราต้องการที่จะติดต่อกับโปรแกรมของปัญหาพิเศษนี้ ให้พิมพ์ชื่อโปรแกรมลงไป ก็คือ thin1 ซึ่งเป็นไฟล์โปรแกรมหลักของปัญหาพิเศษนี้ (ชื่อเต็มของไฟล์โปรแกรมนี้คือ thin1.m) แสดงการพิมพ์ได้ดังนี้

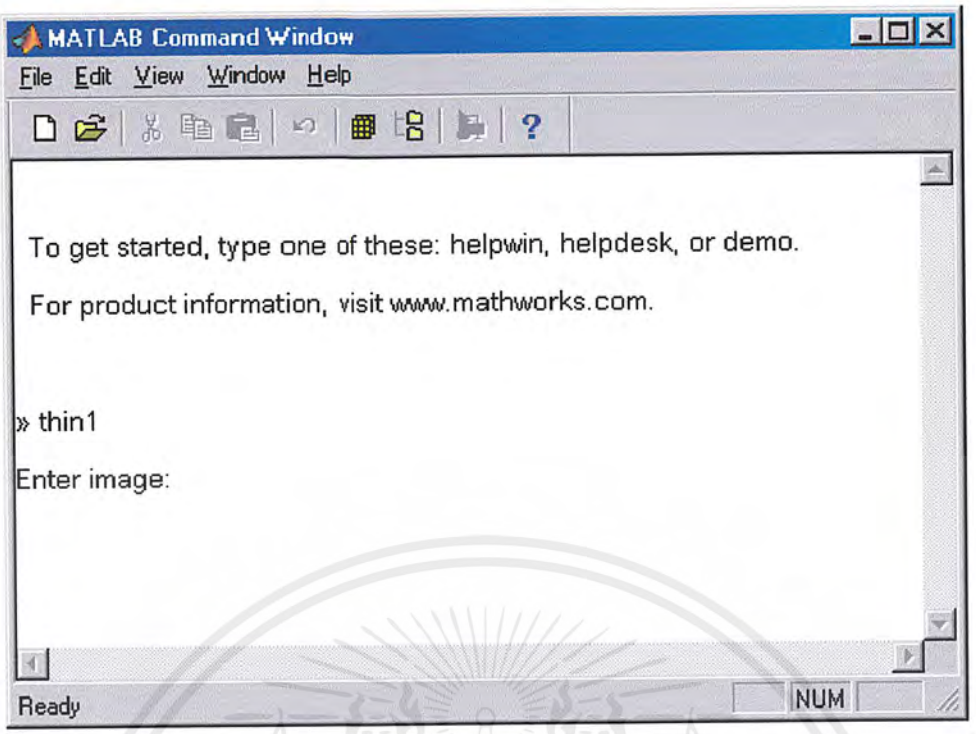
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 แสดงการพิมพ์ชื่อโปรแกรมหลักเพื่อนำเข้าสู่ปัญหาพิเศษนี้

หลังจากพิมพ์ชื่อโปรแกรมแล้วกด ตกลง (Enter) โปรแกรมจะทำการถามหารูปภาพที่จะนำเข้าไปประมวลผล ดังนี้

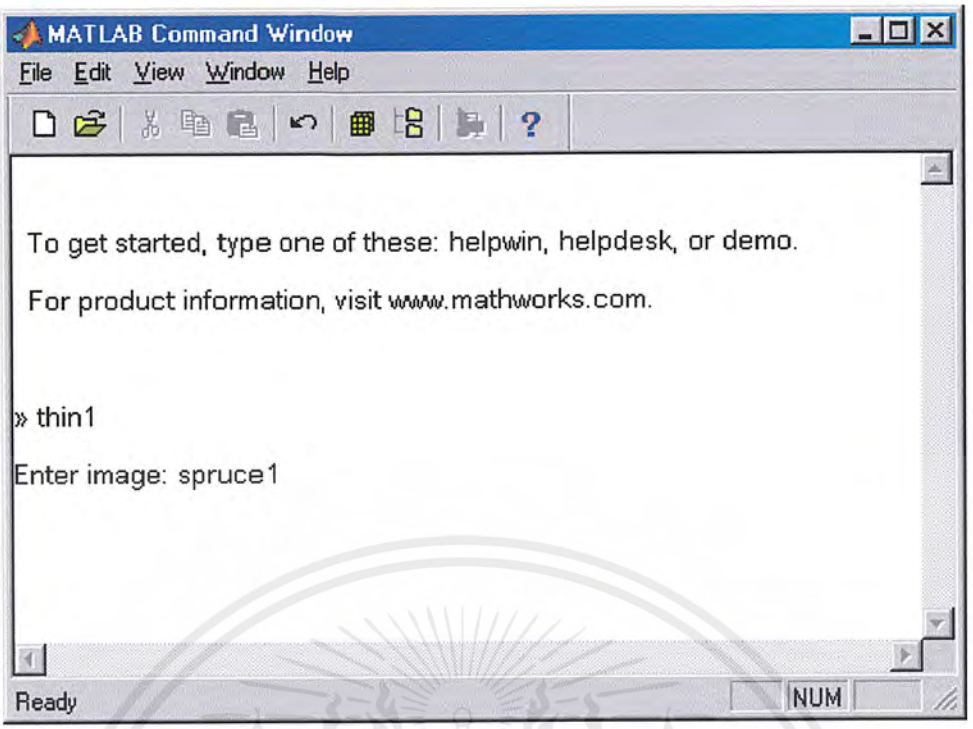
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมที่ทำการถามหารูปภาพที่จะนำไปประมวลผล

ทำการใส่ชื่อไฟล์รูปภาพที่ต้องการนำไปประมวลผล (จะต้องเป็นไฟล์ภาพที่มีนามสกุล .JPG เท่านั้น) ในการใส่ชื่อไฟล์ ให้ใส่แค่ชื่อของไฟล์ภาพเท่านั้น ไม่ต้องใส่นามสกุลของไฟล์ภาพ ดังนี้

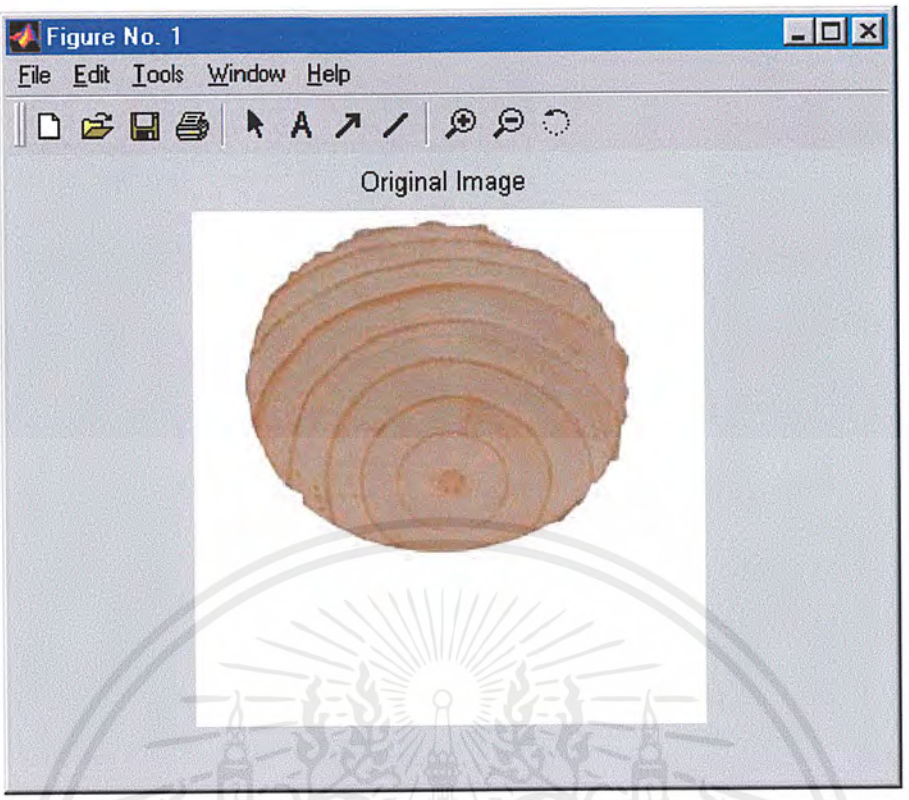
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 แสดงการใส่ชื่อไฟล์ภาพที่จะนำเข้าไปประมวลผลในปัญหาพิเศษนี้

ในที่นี้จะยกตัวอย่างไฟล์ภาพที่ชื่อ spruce1.jpg ซึ่งเป็นภาพต้นสนที่สามารถเห็นวงปีได้ชัดเจน หลังจากการพิมพ์ชื่อไฟล์ภาพแล้วกดตกลง (Enter) จะได้ภาพดังนี้

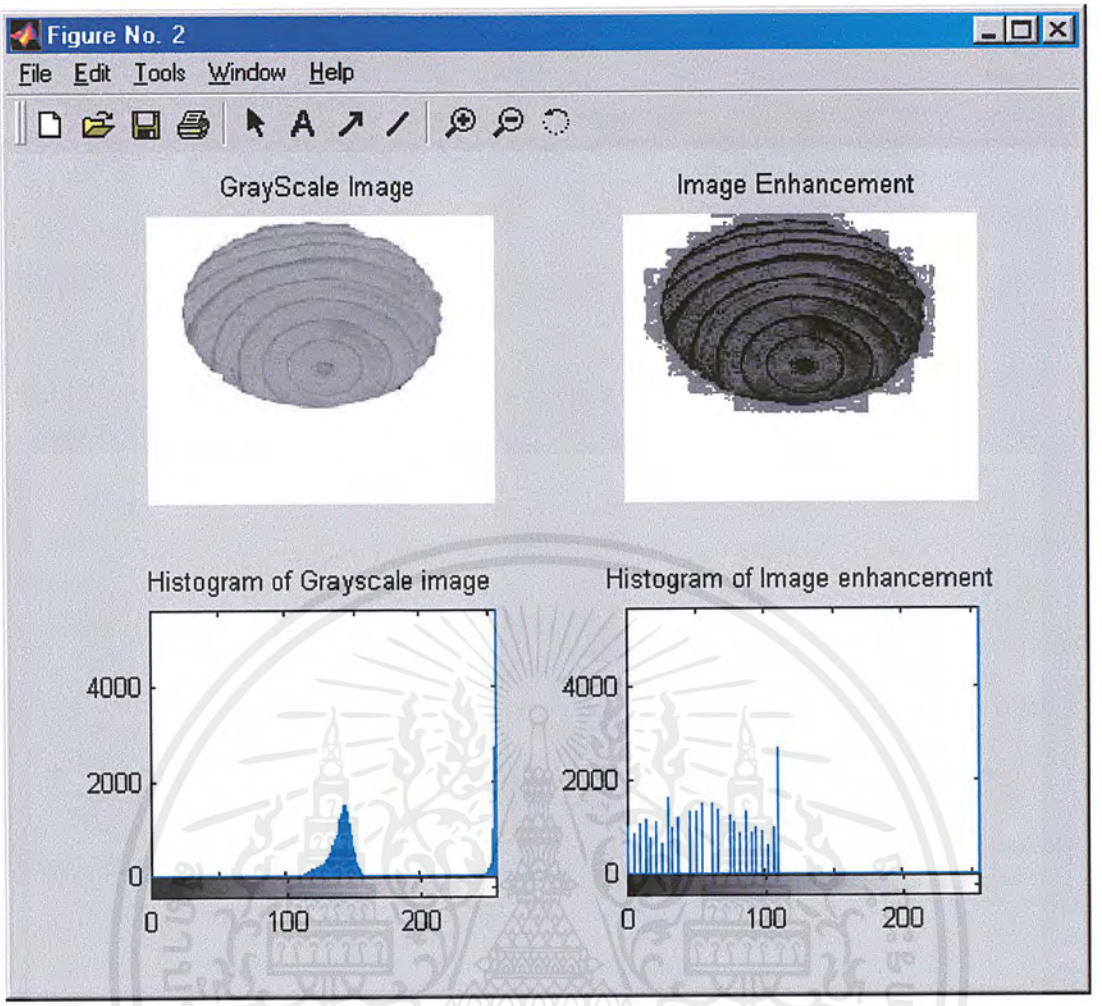
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงภาพภาพที่ปรากฏหลังจากระบุ ไฟล์ภาพ spruce1.jpg

เมื่อกดตกลง จะได้ภาพที่แสดงการปรับระดับภาพเป็นเกรย์สเกล, แสดงภาพที่ได้ทำฮิสโทแกรมอีควอไลซ์เซชัน และ แสดงกราฟฮิสโทแกรม เพื่อบอกถึงความแตกต่างของระดับสี ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

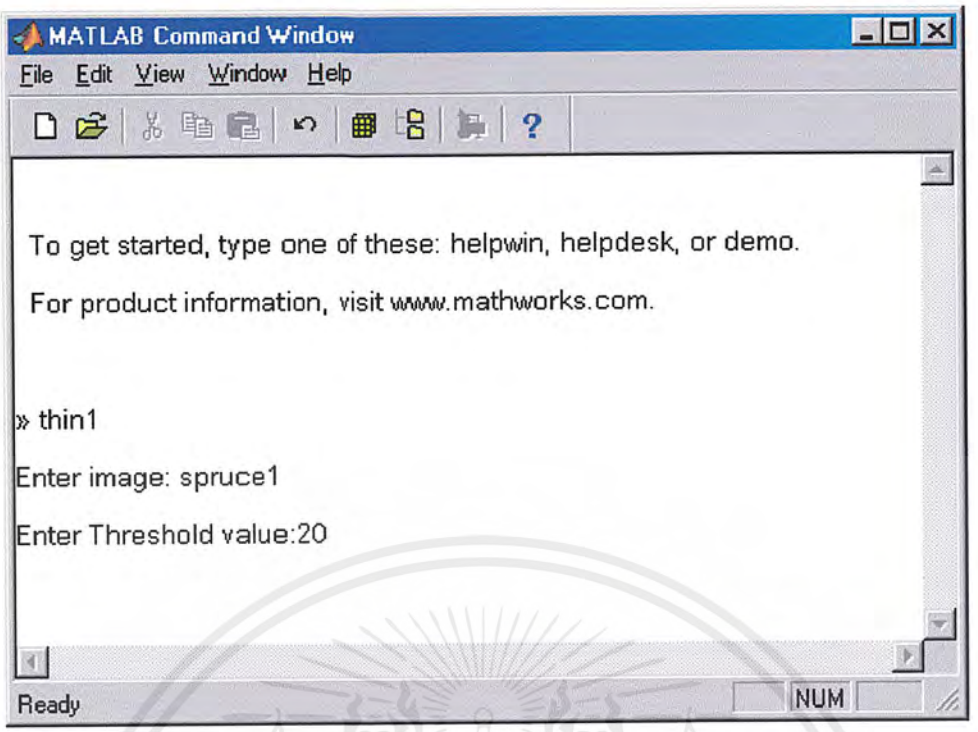


รูปที่ 7 แสดงภาพที่ผ่านการทำเกรย์สเกล, ผ่านการทำฮิสโทแกรมอีควอไลซ์เซชัน และกราฟฮิสโทแกรม

เมื่อกดตกลง (Enter) ผ่านไป ที่หน้าต่างโปรแกรม MATLAB จะขึ้นถามว่าต้องการตัดค่าเทรดโฮสด์ที่เท่าไร ซึ่งสามารถดูและวิเคราะห์ได้จาก กราฟฮิสโทแกรม

จากรูป จะเห็นได้ว่ารูปที่ผ่านการทำฮิสโทแกรมอีควอไลซ์เซชันแล้ว จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 เศษ ๆ และจากการสังเกตที่รูปภาพจะเห็นว่า เส้นวงปีที่เราจะทำการนับนั้น มีสีที่ค่อนข้างดำ ดังนั้น เราจึงควรเลือกค่าเธรดโซลด์ที่จะนำมาตัด ให้อยู่เข้าใกล้ค่าศูนย์ (ค่าศูนย์ คือ ค่าของสีดำ) ดังนั้น ในที่นี้จึงได้เลือกทำการทดลองตัดค่าเธรดโซลด์ที่ค่า 20 ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป

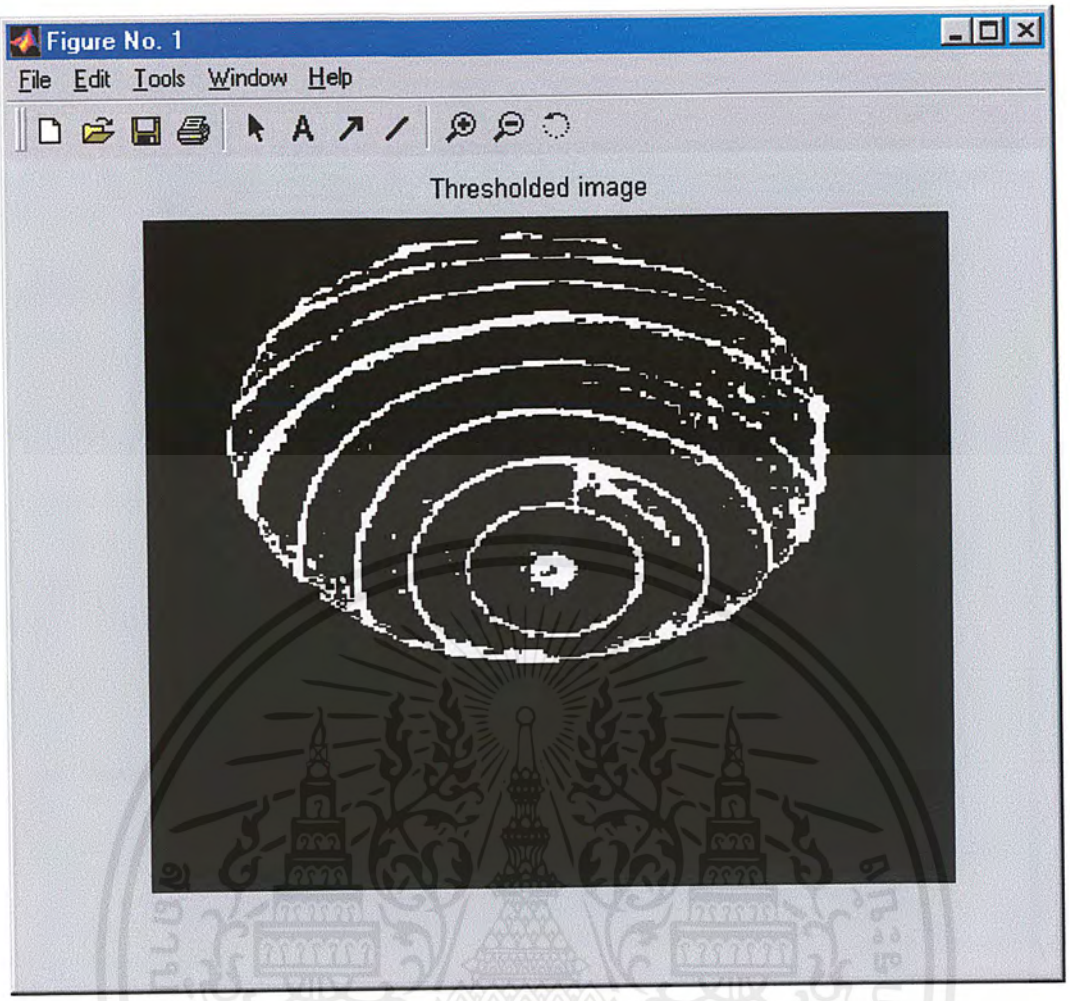
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการทดลองใส่ค่าที่จะทำการตัดเธรดโซลด์

เมื่อตอบตกลง โปรแกรมจะทำการแสดงภาพที่ได้ทำการตัดเธรดโซลด์ตามค่าที่ได้พิมพ์เข้ามา ดังรูป

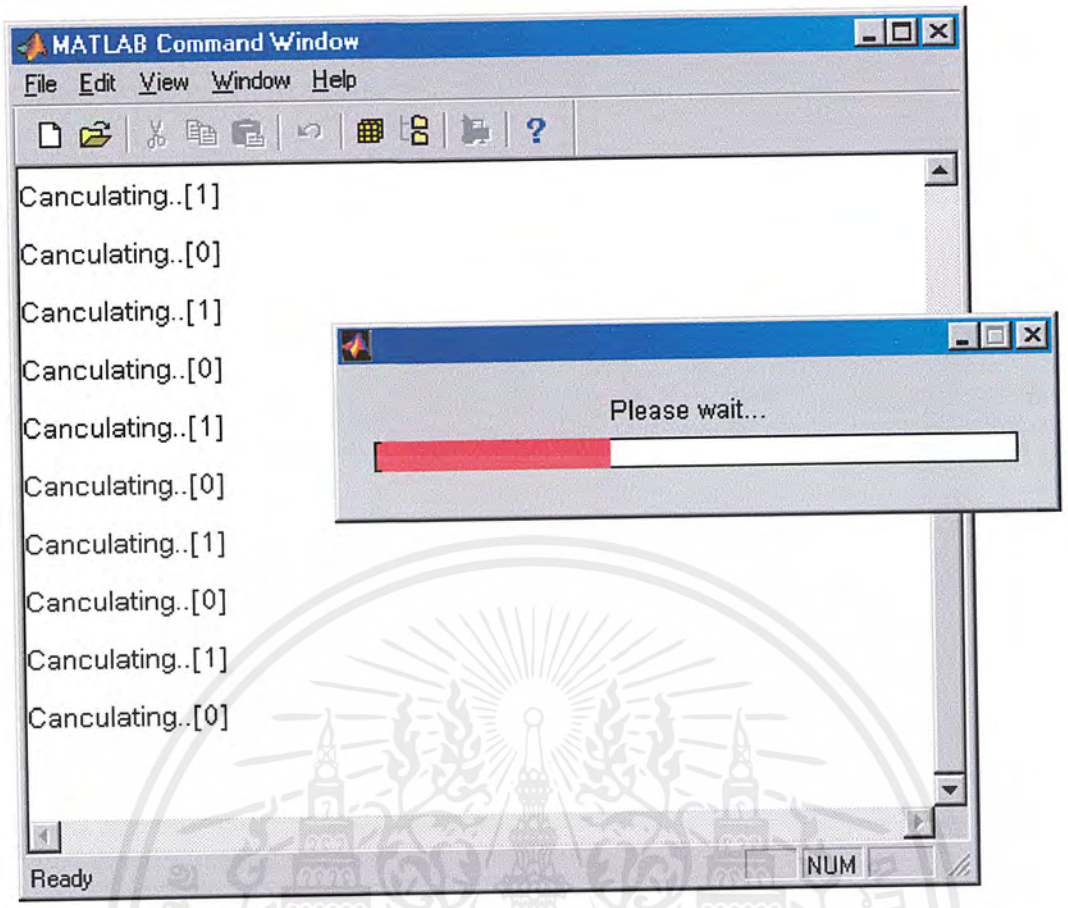
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 แสดงรูปภาพ spruce1 ที่ได้ทำการตัดค่าเทรดที่ค่า 20 แล้ว

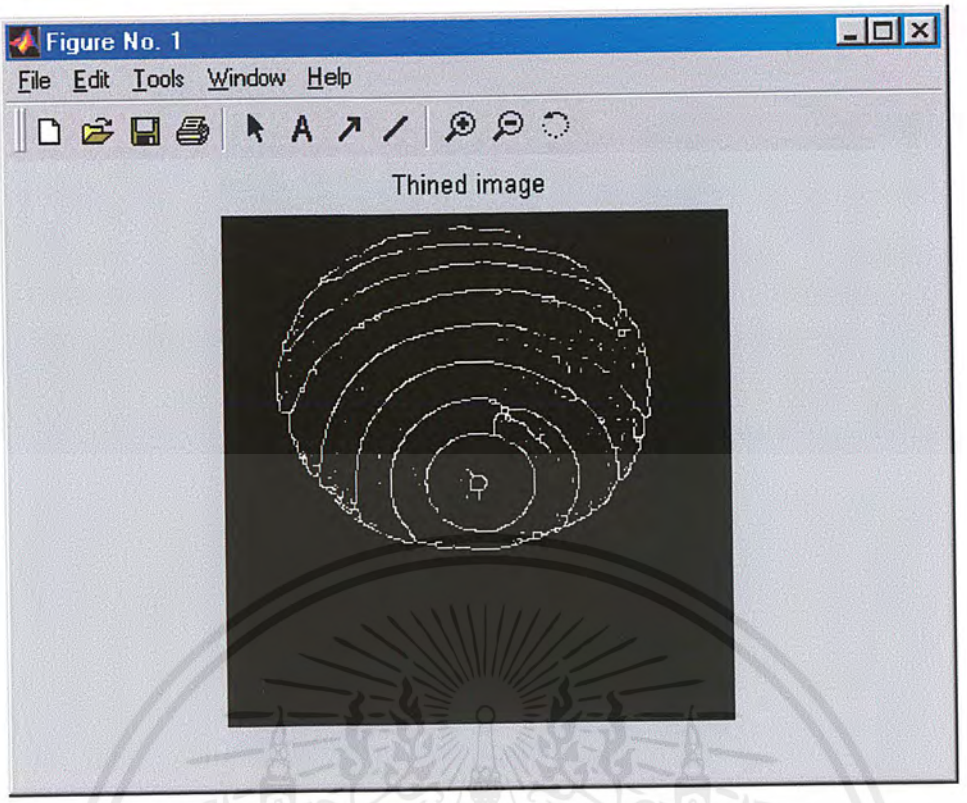
เมื่อกดตกลง ต่อไปจะเป็นการเข้าสู่กระบวนการทำรูปให้บางลง (thinning) ซึ่งผลของกระบวนการนี้จะแสดงที่โปรแกรม MATLAB เป็นการแสดงการวนเพื่อตรวจสอบการทำรูปให้บางลงของแต่ละรอบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 แสดงให้เห็นถึงการวนรอบของกระบวนการทำรูปให้บางลง

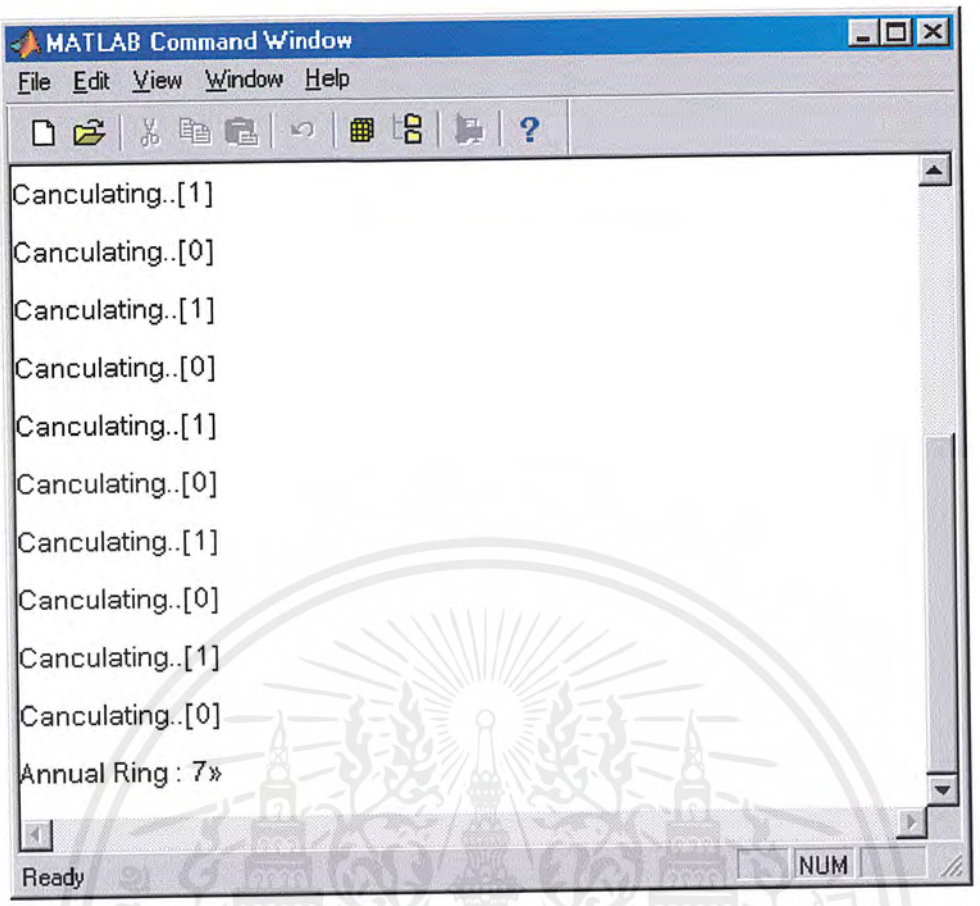
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แสดงรูปภาพวงปีที่ผ่านการทำรูปให้บางลงแล้ว

เมื่อกดตกลงอีกครั้ง จะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของปัญหาพิเศษนี้ คือ แสดงจำนวนอายุของต้นไม้ที่นับได้จากภาพวงปีที่นำเข้าไปประมวลผลนี้ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 แสดงอายุของต้นไม้ที่ได้จากภาพวงปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แนะนำโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATLAB คืออะไร

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (High-level Language) สำหรับการคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข กราฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพพจน์ได้ง่ายและชัดเจน ชื่อของ MATLAB ย่อมาจาก matrix laboratory เดิมโปรแกรม MATLAB ได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณทาง matrix หรือเป็น matrix software ที่พัฒนาจากโปรเจ็คที่ชื่อ LINKPACK และ EISPACK

MATLAB ได้พัฒนามาด้วยการแก้ปัญหาที่ส่งมาจากหลายๆ ผู้ใช้เป็นระยะเวลาหลายปี จึงทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย ในบางมหาวิทยาลัยได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นหลักสูตรพื้นฐานในการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรม และวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ ตลอดจนในด้านอุตสาหกรรมได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในงานวิจัย พัฒนาและวิเคราะห์

โปแกรม MATLAB จะมีกล่องเครื่องมือที่ใช้ในการหาคำตอบเรียกว่า Toolbox โดยโปรแกรม MATLAB จะมี toolbox ในแต่ละสาขา เช่น การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing Toolbox) การประมวลผลภาพ (Image Processing Toolbox) ระบบควบคุม (Control System Toolbox) โครงข่ายประสาท (Neural Networks Toolbox) ฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic Toolbox) เวฟเลท (Wavelet Toolbox) การติดต่อสื่อสาร (Communication Toolbox) สถิติ (Statistics Toolbox) และสาขาอื่นๆมากมาย ภายใน toolbox แต่ละสาขาก็จะมีฟังก์ชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในสาขานั้นๆ ให้เลือกประยุกต์ใช้งานเป็นจำนวนมาก

โปรแกรม MATLAB ดีอย่างไร

สำหรับผู้ที่ยังไม่เคยใช้งานโปรแกรม MATLAB อาจสงสัยว่าโปรแกรม MATLAB มีข้อดีอย่างไร ทำไมถึงไม่ใช้งานภาษาโปรแกรมอื่นๆ และแตกต่างจากโปรแกรมภาษาอื่นอย่างไร ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงได้จำแนกลักษณะเด่นที่ง่ายต่อการใช้งานโปรแกรม MATLAB ดังนี้คือ

- มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากมายตลอดจนเราสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เองในสาขาที่ต้องการ
- Algorithm พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่าย และรวดเร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่นๆ เช่น C Fortran Basic เป็นต้น
- มีโครงสร้างแบบจำลอง (Simulink) ซึ่งเป็นแพ็คเกจที่เรานำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบและประเมินผลระบบ Dynamic ต่างๆ ก่อนนำไปใช้งานจริง
- สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำไปใช้งานทางด้านกราฟฟิกได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติที่เป็น rectangular polar stair bar รวมทั้งภาพสามมิติในรูปแบบพื้นผิว (surface) และระดับสูงต่ำ (contour) ตลอดจนสามารถนำภาพมาต่อกัน และเก็บไว้เพื่อที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย
- ประยุกต์ใช้ในการสร้างรูปแบบ Graphical User Interface ได้โดยการเลือกใช้ object และเมนูต่างๆ โดยโปรแกรม MATLAB จะมีเครื่องมือให้เลือกใช้ เช่น เมนูรายการ ปุ่มกด และ field object ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกนำไปใช้ในการทำงานปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
- ทำการประมวลผลร่วมกับโปรแกรมอื่นได้เช่น Fortran , Borland C/C++ , Microsoft Visual C++ และ Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชันที่เป็น mex ไฟล์โดยโปรแกรม MATLAB จะเรียกใช้รูทีนจากโปรแกรมภาษา C และ Fortran
- โปรแกรม MATLAB เป็นระบบ interactive ซึ่งส่วนของข้อมูลพื้นฐานเป็นอาร์เรย์ที่ไม่ต้องการมิติ ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการแก้ปัญหาทางเทคนิคต่างๆ ได้มากใช้เวลาในการประมวลผลน้อย และดีกว่าโปรแกรมภาษา C และ Fortran

โครงสร้างของ MATLAB

โครงสร้างของโปรแกรม MATLAB ประกอบด้วย 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ภาษาโปรแกรม MATLAB (The MATLAB language)

   MATLAB เป็นโปรแกรมภาษาชั้นสูงที่ใช้ควบคุม flow statements ฟังก์ชัน โครงสร้างข้อมูล input/output และลักษณะโปรแกรม Object-oriented Programing ทำให้การเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยากเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาอื่นๆ เช่น C , Fortran , Basic เป็นต้น

2. สถาปัตยกรรมในการทำงานของ MATLAB (The MATLAB working environment)

   MATLAB จะมีกลุ่มของเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการทำงานของผู้ใช้โปรแกรม หรือโปรแกรมเมอร์ประโยชนที่กล่าวนี้ก็คือการจัดการตัวแปรใน workspace การนำข้อมูลหรือการผ่านค่าตัวแปรเข้า/ออก และกลุ่มของเครื่องมือต่างๆ นี้ก็จะใช้สำหรับพัฒนา จัดการ ตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรม (debugging) ที่ได้เขียนขึ้น

3. ฟังก์ชันในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (The MATLAB mathematical function library)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATLAB จะมีไลบราลีทั่วไปที่ใช้ในการคำนวณอย่างกว้าง เช่น sine , cosine และพีชคณิตเชิงซ้อน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟังก์ชันหรือไลบรารีเพิ่มเติมขึ้นจากไลบรารีที่ใช้กันโดยทั่วไป เช่น ฟังก์ชันในการหา eigenvalues หรือ eigenvector การแยกตัวประกอบและส่วนประกอบของเมตริก ซ์ด้วยวิธีต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูล การหาความน่าจะเป็น และการแก้ปัญหาระบบของสมการเชิงเส้นที่เป็นพื้นฐานของสาขาวิชาต่างๆ เป็นต้น ทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันสำหรับใช้งานค่อนข้างมากและครอบคลุมในรายละเอียดของการคำนวณในสาขาวิชาต่างๆ ได้มากขึ้น

4. Handle Graphics

ระบบกราฟฟิกของ MATLAB จะประกอบด้วยคำสั่งชั้นสูงสำหรับการพล็อตกราฟ โดยมีพื้นฐานอยู่บนแนวความคิดที่ว่าทุก ๆ สิ่งบนหน้าต่างรูปภาพของโปรแกรม MATLAB จะเป็นวัตถุ (Object) ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว Handle Graphics ประกอบด้วยคำสั่งชั้นสูงให้คุณได้เลือกใช้ในการสร้าง Graphical User Interface บนพื้นฐานการประยุกต์ใช้งานของคุณ นอกจากนี้โปรแกรม MATLAB ยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการแสดงภาพสองมิติ ภาพสามมิติและการสร้างภาพเคลื่อนไหว

5. The MATLAB Application Program Interface(API)

API จะใช้เพื่อสนับสนุนการติดต่อจากภายนอกโดยใช้โปรแกรมที่เป็น mex ไฟล์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่เขียนขึ้นโดยใช้ mex ฟังก์ชันใน MATLAB ซึ่งเรียกใช้รู ทีนจาโปรแกรมภาษา C และ Fortran หรืออาจกล่าวได้ว่า API เป็นไลบรารีที่เขียนด้วยโปรแกรมภาษา C และ Fortran ที่มีการเชื่อมต่อกับโปรแกรม MATLAB ด้วยไฟล์ที่เป็น mex ฟังก์ชันอีกทั้ง MATLAB API นี้ยังมีความสามารถสำหรับการเรียก routine จาก MATLAB (dynamic linking) ก็ได้

นอกจากลักษณะเด่นของโปรแกรม MATLAB ทั้ง 5 ข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วโปรแกรม MATLAB ยังมีเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และทดสอบระบบโดยการจำลองขึ้นมาซึ่งก็คือ simulink

Simulink เป็นโปรแกรมที่ควบคู่กับ MATLAB ซึ่งเป็นระบบ interactive สำหรับการจำลองและวิเคราะห์ระบบไดนามิกต่างๆ ที่เป็นระบบเชิงเส้น (Linear) ระบบไม่เชิงเส้น (nonlinear) simulink เป็นโปรแกรม mouse-driver ที่ให้คุณใช้ระบบโมเดลโดยการวาดบล็อกไดอะแกรมบนจอภาพด้วยการเมาส์ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการจำลองระบบได้หลายรูปแบบ เช่น เชิงเส้น(linear) ไม่เชิงเส้น (nonlinear) เวลาต่อเนื่อง (continuos-times) เวลาไม่ต่อเนื่อง (discrete-time) และระบบหลายอัตรา (multirate) ซึ่งแต่ละรูปแบบที่นำมาสร้างแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองในการวิเคราะห์นี้ผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจพื้นฐานการทำงานของบล็อกแต่ละบล็อกได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเข้าใจระบบโดยรวมของงานที่จะกระทำด้วย

Blocksets เป็นสิ่งที่เพิ่มเติมใน simulink โดยจะเป็นไลบรารีของบล็อกสำหรับการประยุกต์เฉพาะ เช่นการติดต่อสื่อสาร (Communication) การประมวลผลข้อมูล (Signal Processing) และระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Systems)

Real-time Workshop เป็นโปรแกรมที่ให้คุณสร้าง c code จากบล็อกไดอะแกรมของคุณและสามารถกระทำกับบล็อกไดอะแกรมได้หลากหลายด้วยระบบเวลาจริง (real-time systems)

โปรแกรม MATLAB มีอยู่หลาย version ซึ่ง version ดั้งเดิมของโปรแกรม MATLAB จะใช้งานบน DOS ที่มีการคำนวณไม่ยุ่งยากเหมาะสำหรับผู้ที่เริ่มศึกษา คอมพิวเตอร์ที่ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่หน่วยความจำมาก ใช้ได้กับ CPU ที่มีความเร็วต่ำ แต่มีข้อเสียคือฟังก์ชันที่นำมาใช้งานมีน้อยทำให้เขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้ไม่ดีเท่าที่ควรเพราะมีประสิทธิภาพและความเร็วในการประมวลผลต่ำ ต่อมาเมื่อระบบคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงควบคู่กับโปรแกรม MATLAB ก็ได้มีการพัฒนาให้มีฟังก์ชันให้เลือกใช้ได้มากมายจึงทำให้โปรแกรม MATLAB มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น การประมวลผลโปรแกรมที่ซับซ้อนมีความเร็วสูงขึ้น และมีฟังก์ชันต่างๆให้เลือกใช้ในสาขาต่างๆ มากมาย แต่ก็ต้องใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีพื้นที่หน่วยความจำมาก CPU มีความเร็วสูง และต้องการ Co-processor ในการช่วยคำนวณแต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลดีที่ได้ก็ถือว่าคุ้ม

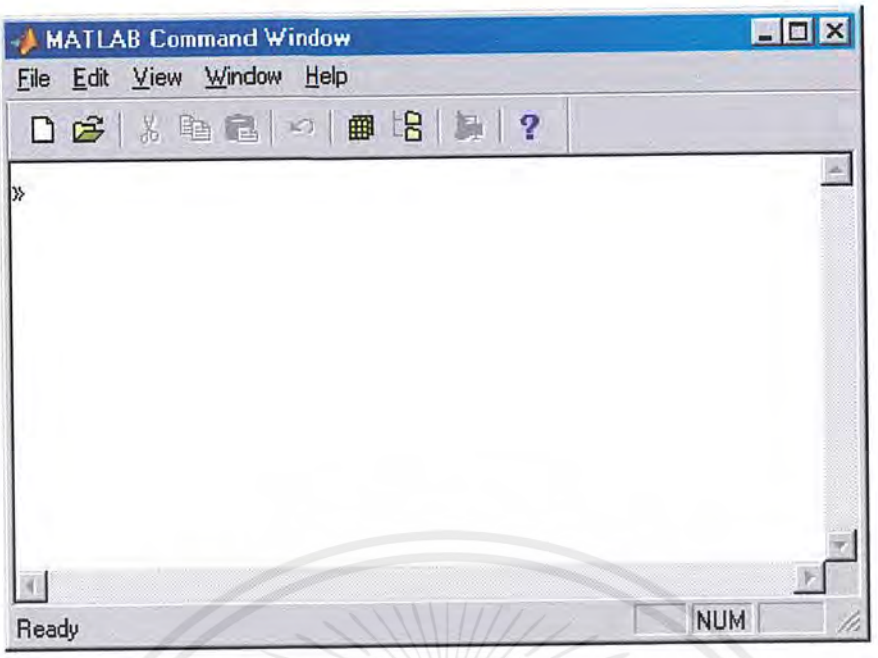
คอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรม MATLAB

เนื่องจากโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และกราฟฟิกที่ซับซ้อน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง คอมพิวเตอร์พีซีที่เหมาะสมกับโปรแกรม MATLAB คือมีซีพียูรุ่นเพนเทียมขึ้นไป แรมควรมีอย่างต่ำ 32 เมกกะไบต์ ส่วนฮาร์ดดิสก์ควรมีเนื้อที่ว่างเกินกว่า 80 เมกกะไบต์ขึ้นไป

การใช้งานโปรแกรม MATLAB เบื้องต้น

เมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม MATLAB หน้าต่างแรกที่พบก็คือหน้าต่างคำสั่ง บนหน้าต่างคำสั่งจะพบเครื่องหมาย MATLAB prompt (>>) ซึ่งเครื่องหมายนี้จะแสดงความหมายว่าพร้อมที่จะรอรับคำสั่งต่างๆ เพื่อทำการคำนวณและประมวลผล โดยที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์จะอยู่ทางด้านขวามือของเครื่องหมาย ">>" ของหน้าต่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



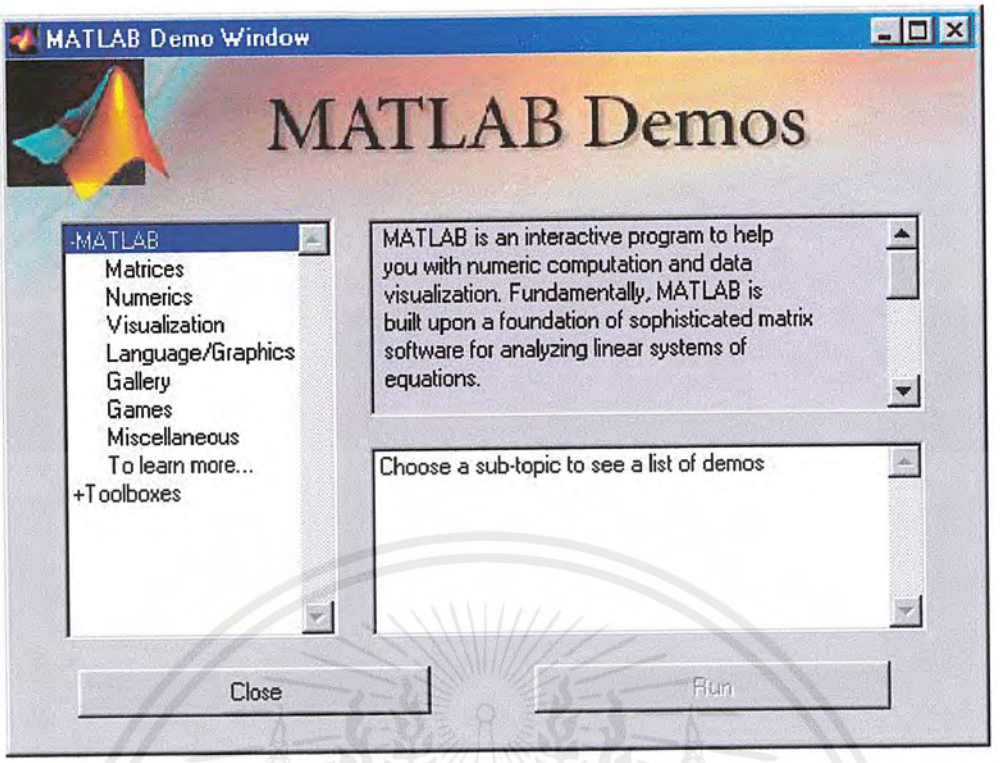
รูปที่ 13 แสดงหน้าต่างคำสั่งของ MATLAB

เนื่องจากโปรแกรม MATLAB ได้มีการแสดงในลักษณะ interactive mode ทำให้เมื่อพิมพ์คำสั่งในการคำนวณและประมวลผลโดยตรงที่เครื่องหมาย " >>" บนหน้าต่างคำสั่ง (command windows) แล้วกดที่ปุ่ม Enter บนคีย์บอร์ด โปรแกรม MATLAB ก็จะทำการคำนวณแล้วให้คำตอบทันทีบนหน้าต่างคำสั่ง ถ้าคุณไม่ต้องการป้อนคำสั่งบนเส้นคำสั่ง (command line) ก็สามารถกระทำได้โดยการเขียนคำสั่งบน editor หรือ word processor ใดๆ การเขียนคำสั่งต่างๆ ในลักษณะนี้จะเรียกว่า script M-file ซึ่งเก็บไว้ในไฟล์นามสกุล .m และสามารถนำมาใช้ในภายหลังได้

คำสั่งพื้นฐานที่ควรทราบ

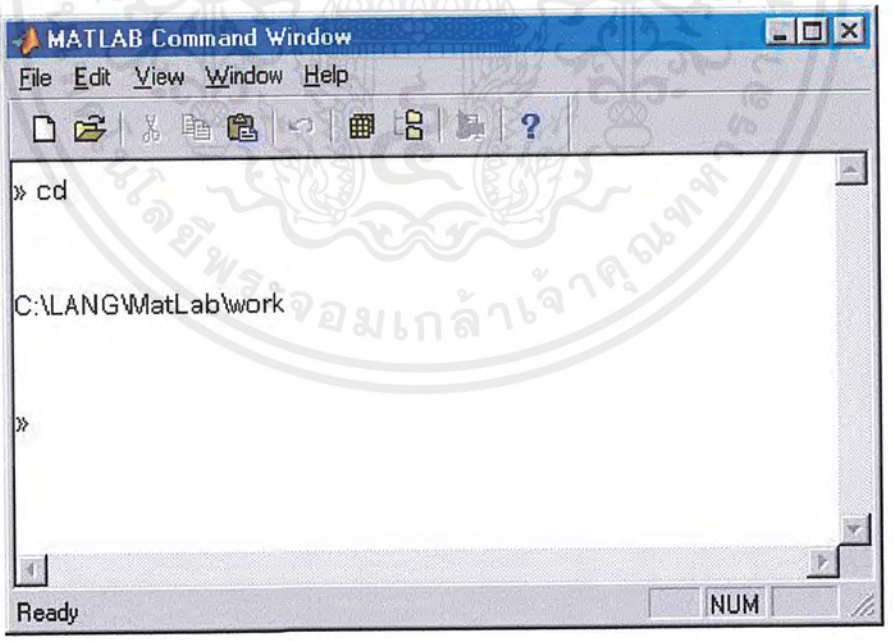
DEMO : เป็นการเรียกหน้าต่าง MATLAB Demo Window ขึ้นมาบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งภายใน DEMO จะประกอบด้วย toolbox ต่างๆ ซึ่งสามารถเข้าไปดูรายละเอียดและก็ตัวอย่างโปรแกรมได้ โดยเลือก toolbox ตามต้องการดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แสดงหน้าต่าง MATLAB Demo Window

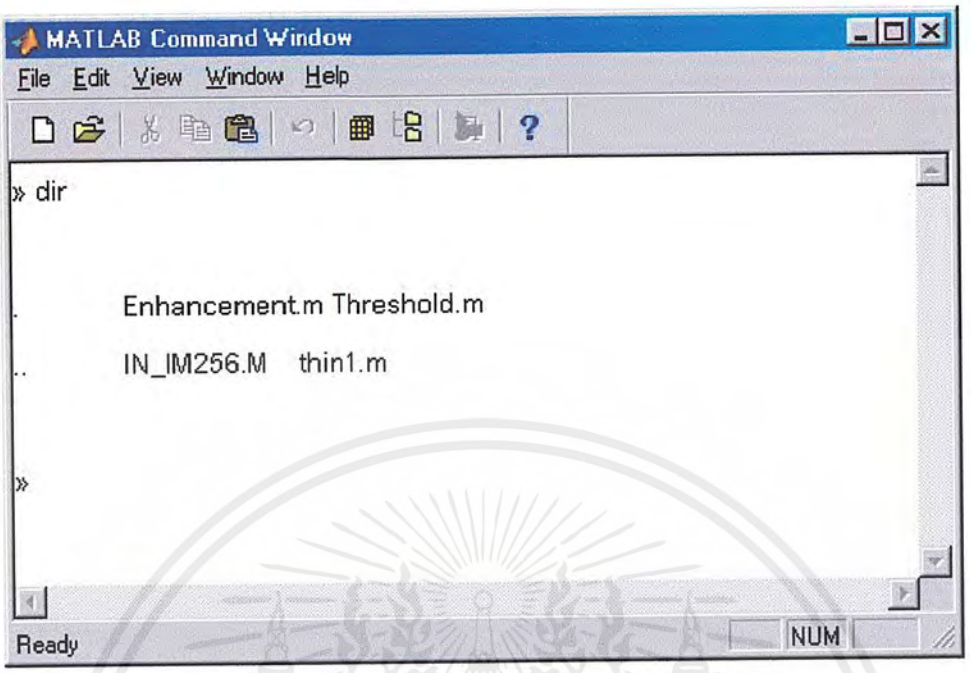
CD : ดูไดเร็คทอรีปัจจุบัน



รูปที่ 15 แสดงการใช้งานคำสั่ง CD

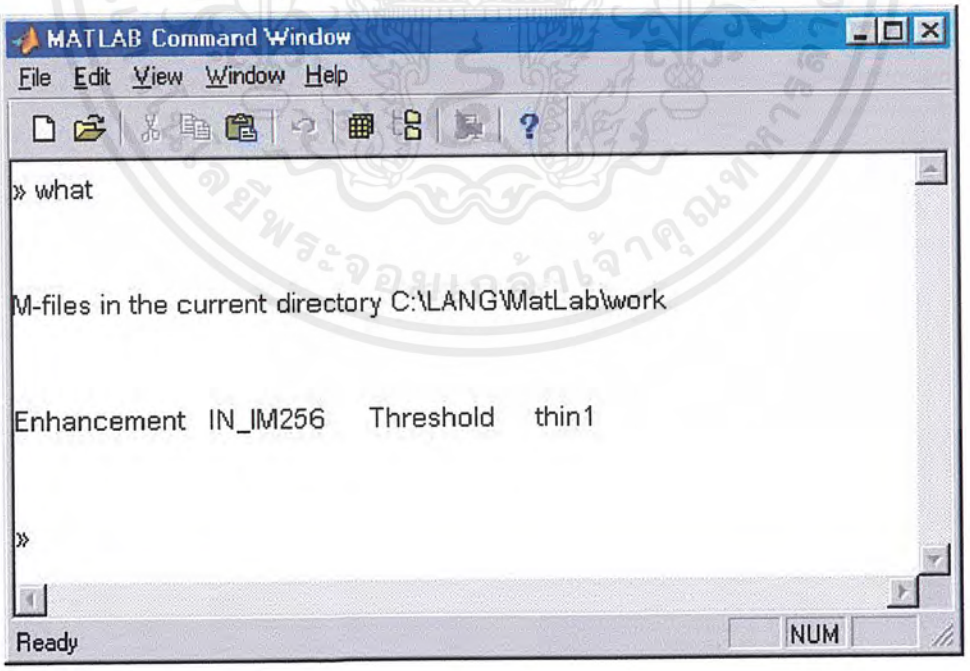
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIR : ดูไดเร็คทออรีของไฟล์บนดิสก์



รูปที่ 16 แสดงการใช้งานคำสั่ง DIR

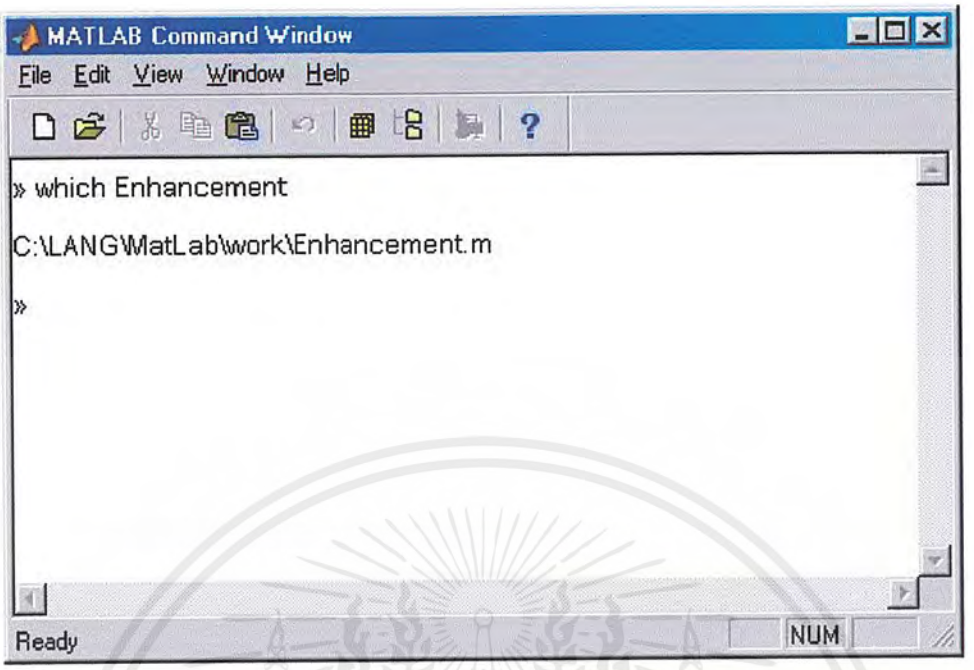
WHAT : แสดง M-files และ Mat-file ในไดเร็คทอรีปัจจุบัน



รูปที่ 17 แสดงการใช้งานคำสั่ง WHAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WHICH : ดูตำแหน่งไดเร็คทอรีที่เก็บไฟล์ (คำสั่ง which ตามด้วยชื่อฟังก์ชันที่ต้องการดูตำแหน่ง)



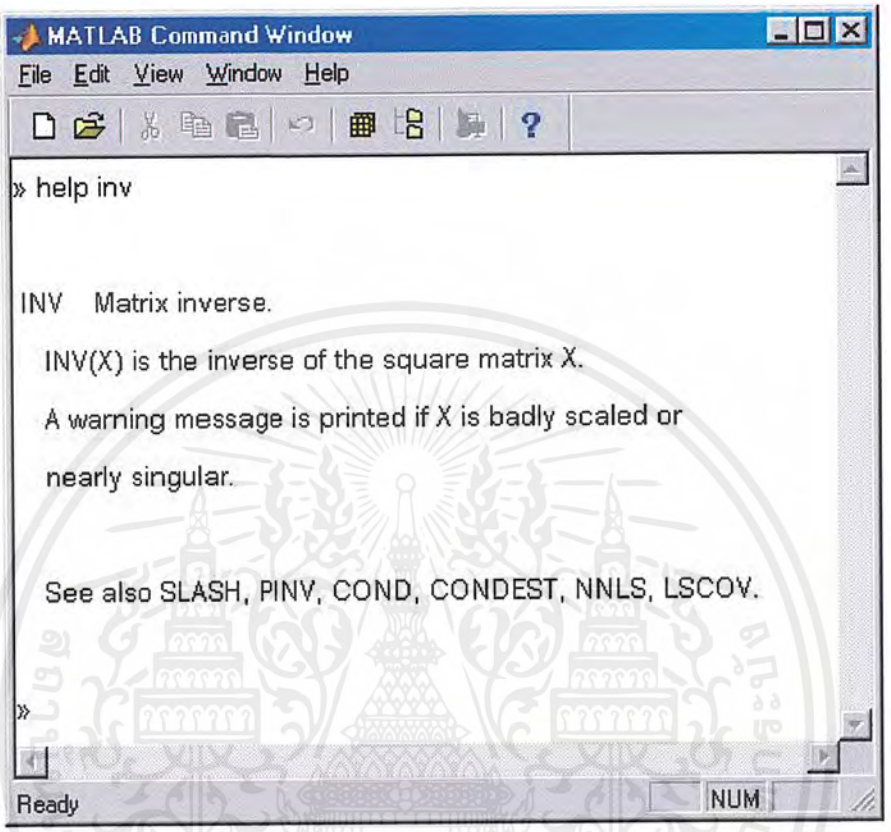
รูปที่ 18 แสดงการใช้งานคำสั่ง WHICH

TYPE : แสดงรายละเอียดของฟังก์ชันหรือไฟล์

CLC : เป็นคำสั่งลบข้อความต่างๆที่ปรากฏใน MATLAB Command Window ออกไป ให้เหลือหน้าต่างที่มีแต่เครื่องหมาย">>" และเคอร์เซอร์กระพริบอยู่ดังรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

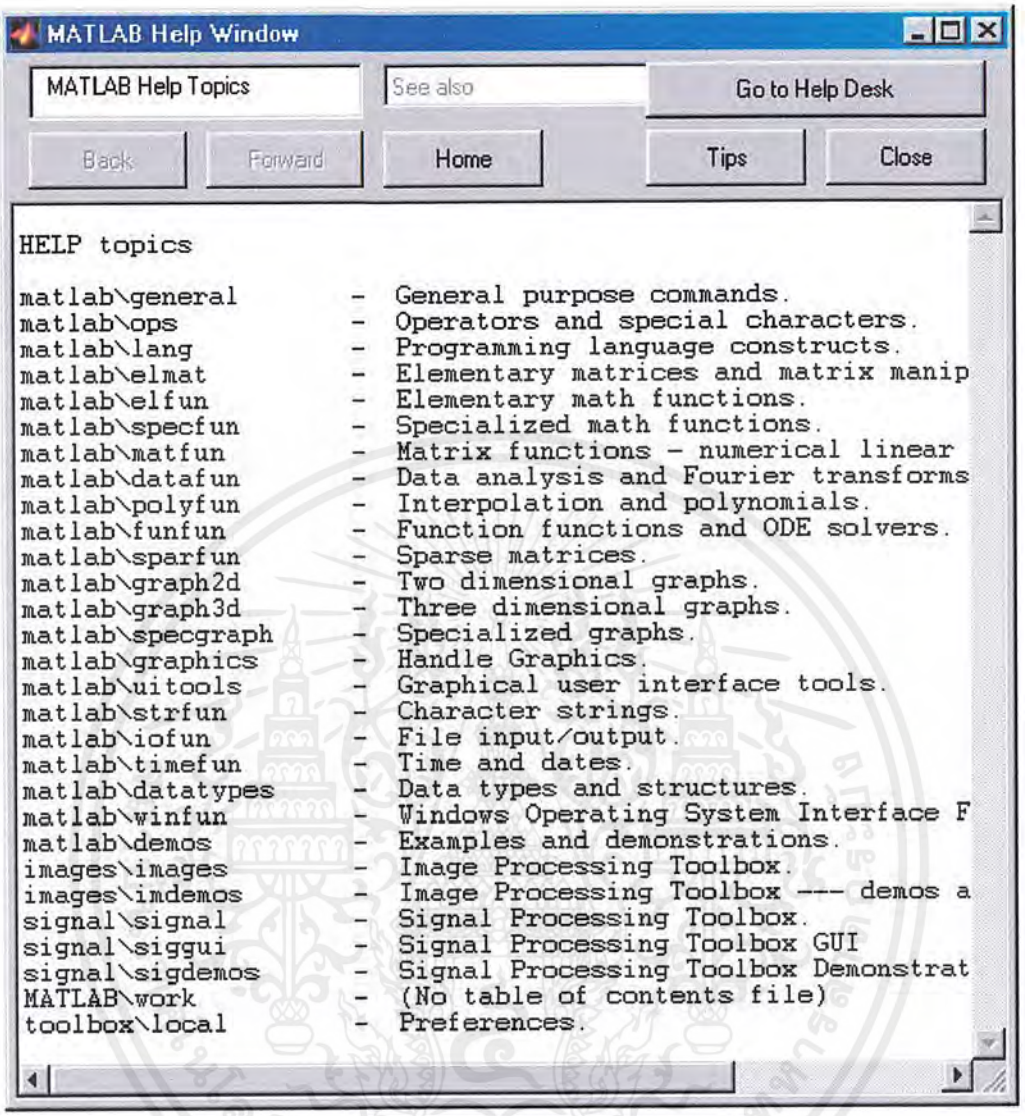
HELP : คุณสามารถอ่านความช่วยเหลือต่างๆ ที่ต้องการได้โดยการพิมพ์คำสั่งใน MATLAB Command Window ที่เครื่องหมาย ">>" ว่า help เว้นวรรคและตามด้วยคำสั่งของ MATLAB ที่คุณต้องการทราบรายละเอียดดังรูป



รูปที่ 19 แสดงการใช้งานคำสั่ง help

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือกดปุ่ม help window ? ในหน้าต่างคำสั่งก็จะปรากฏหน้าต่างของ Help ขึ้นมา



รูปที่ 20 แสดงหน้าต่าง MATLAB Help Window

การจัดการเกี่ยวกับไฟล์และไดเร็คทอรี (File and Directory Management)

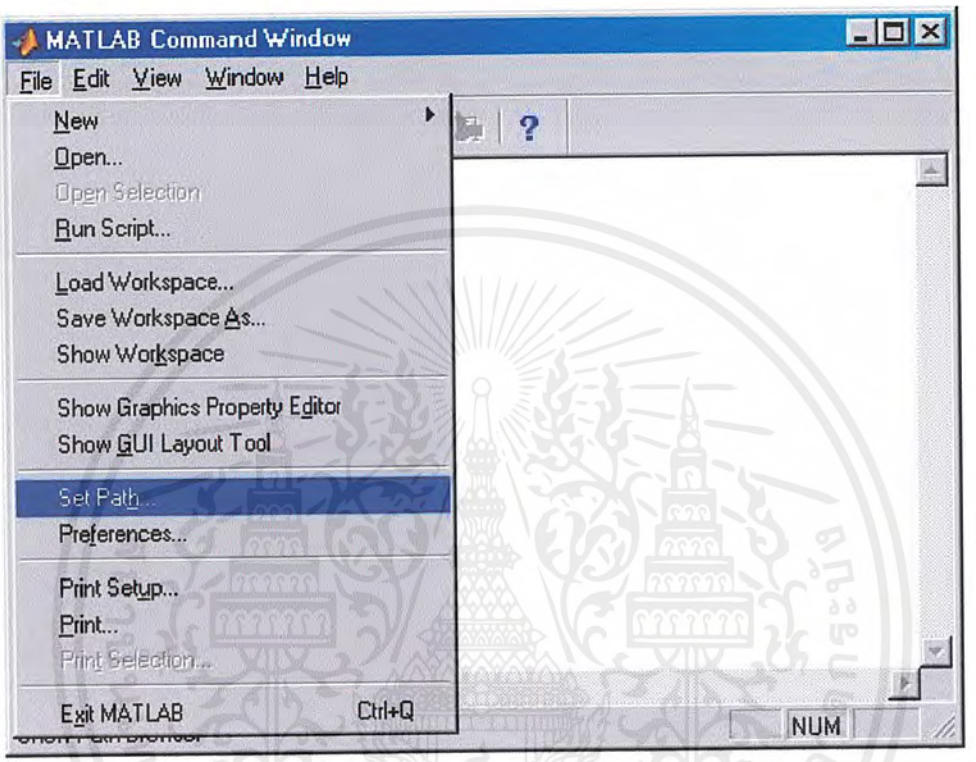
โปรแกรม MATLAB ใช้ search path เพื่อใช้ในการหาสคริปต์และฟังก์ชัน M-files ที่ได้สร้างไว้ในโฟลเดอร์ และไดเร็คทอรีย่อย (subdirectory or subfolders) รายการของไดเร็คทอรีต่างๆทั้งหมดที่มี M-files อยู่เรียกว่า the MATLAB search path หรือ MATLABPATH

การทำงานของคำสั่งหรือฟังก์ชัน M-files ต่างๆ ในโปรแกรม MATLAB จะกระทำใน search path ที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม MATLAB จะกระทำการค้นหาฟังก์ชันต่างๆตาม path ที่ตั้งไว้และไดเร็คทอรีปัจจุบันเท่านั้น การตรวจสอบไดเร็คทอรีปัจจุบันและไดเร็คทอรีที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน search path ที่มีไฟล์ต่างๆอยู่ ตลอดจนทำการเปลี่ยนไดเร็คทอรีปัจจุบันจาก Path Browser สามารถกระทำได้ดังนี้

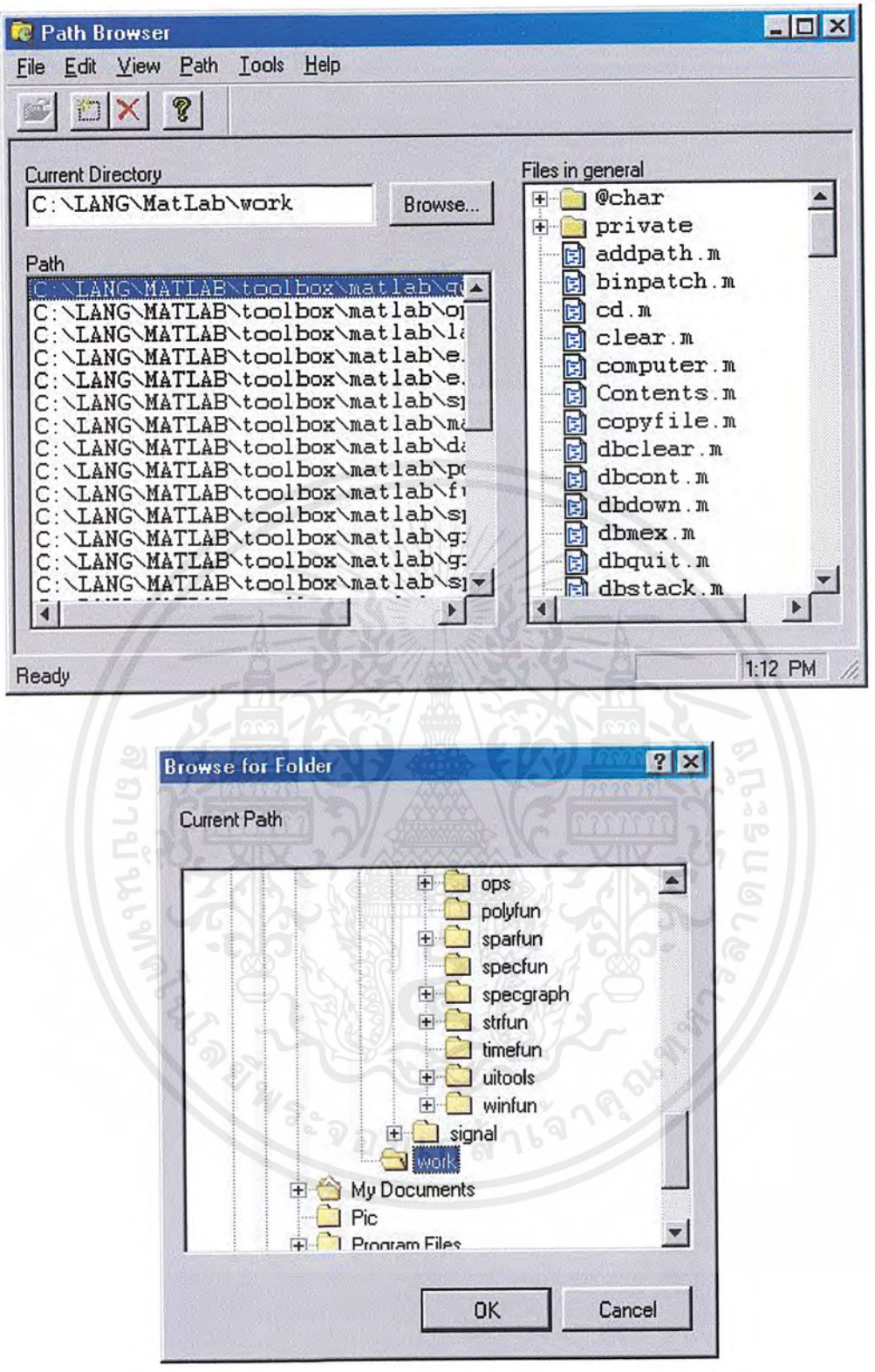
1. พิมพ์คำสั่ง editpath บนหน้าต่างคำสั่ง (>> editpath) หรือคลิกไปที่ไอคอน path browser ที่อยู่บนหน้าต่างคำสั่ง หรือเมนู File>set path ก็จะปรากฏหน้าต่าง Path Browser ขึ้นมา



รูปที่ 21 แสดงการกำหนด path ตามขั้นตอนที่ 1

2. คุณสามารถดูไดเร็คทอรีปัจจุบันได้จาก Current Directory
3. เมื่อคุณต้องการเปลี่ยนไดเร็คทอรีปัจจุบันก็สามารถกระทำได้โดยคลิกที่ปุ่ม Browse... แล้วไดอะล็อกบล็อก Browse for Folder จะปรากฏขึ้นมา
4. เลือกไดเร็คทอรีที่ต้องการเปลี่ยนจากไดอะล็อคบล็อก Browse for Folder ในที่นี้เปลี่ยนเป็น C:\LANG\MATLAB\work
5. คลิกปุ่ม OK เมื่อเลือกไดเร็คทอรีที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

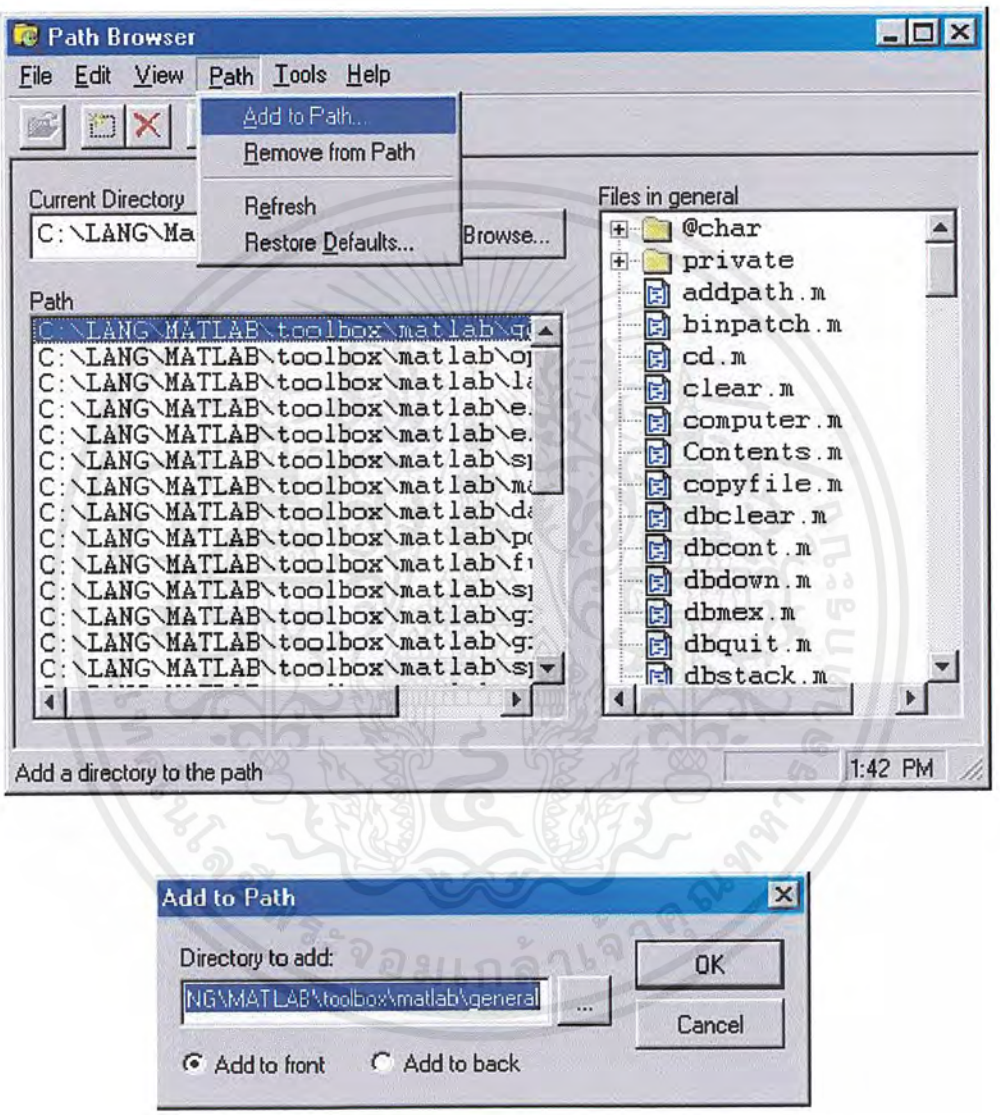


รูปที่ 22 แสดงการกำหนด path ตามขั้นตอนที่ 2-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากนี้คุณสามารถเพิ่มและลบ path เพื่อให้โปรแกรม MATLAB ค้นหาฟังก์ชันต่างๆ ที่จะกระทำคำสั่งหรือฟังก์ชัน M-file ต่างๆที่ต้องการได้ดังนี้

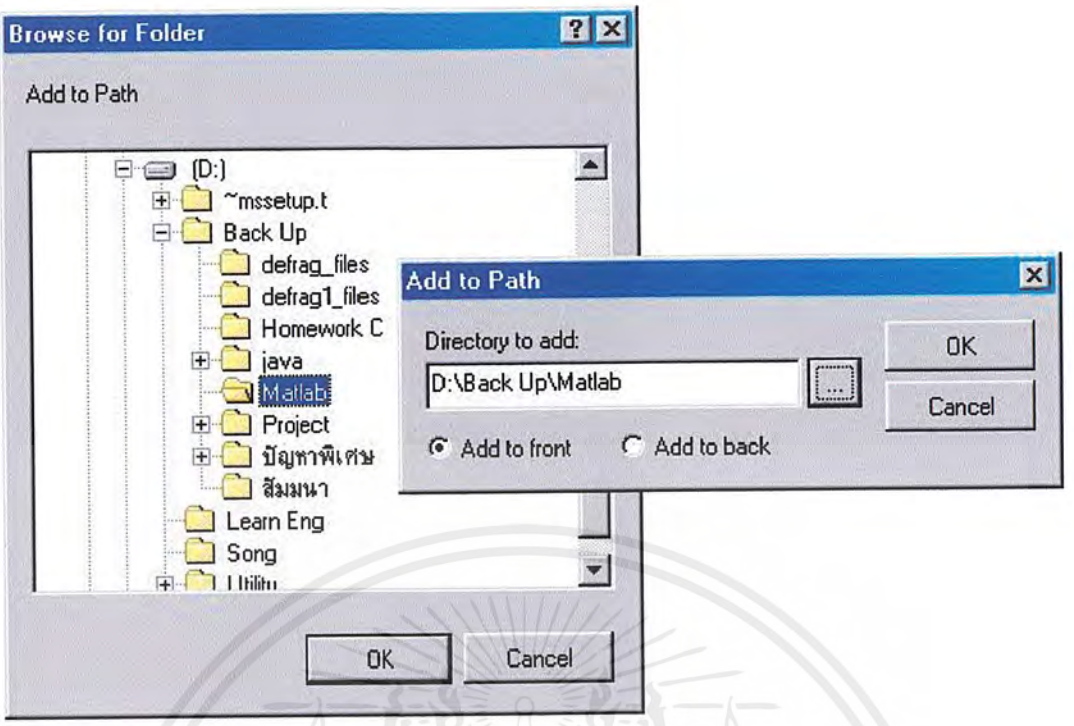
1. เลือกเมนู Path>Add to Path... จะปรากฏไดอะล็อก Add to Path ขึ้นมา
2. คลิกที่ปุ่ม ... เพื่อเพิ่มไดเร็คทอรีที่ต้องการจะปรากฏไดอะล็อกบล็อก Brows for Folder ขึ้นมา



รูปที่ 23 แสดงการเพิ่ม Path ตามขั้นตอนที่ 1-2

3. เลือกไดเร็คทอรีที่ต้องการเพิ่มในไดอะล็อกบล็อก Brows formFolder
4. คลิกที่ปุ่ม OK
5. ภายในกรอบ Directory to add จะเปลี่ยนเป็นไดเร็คทอรีที่ต้องการเพิ่ม
6. คลิกที่ปุ่ม OK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

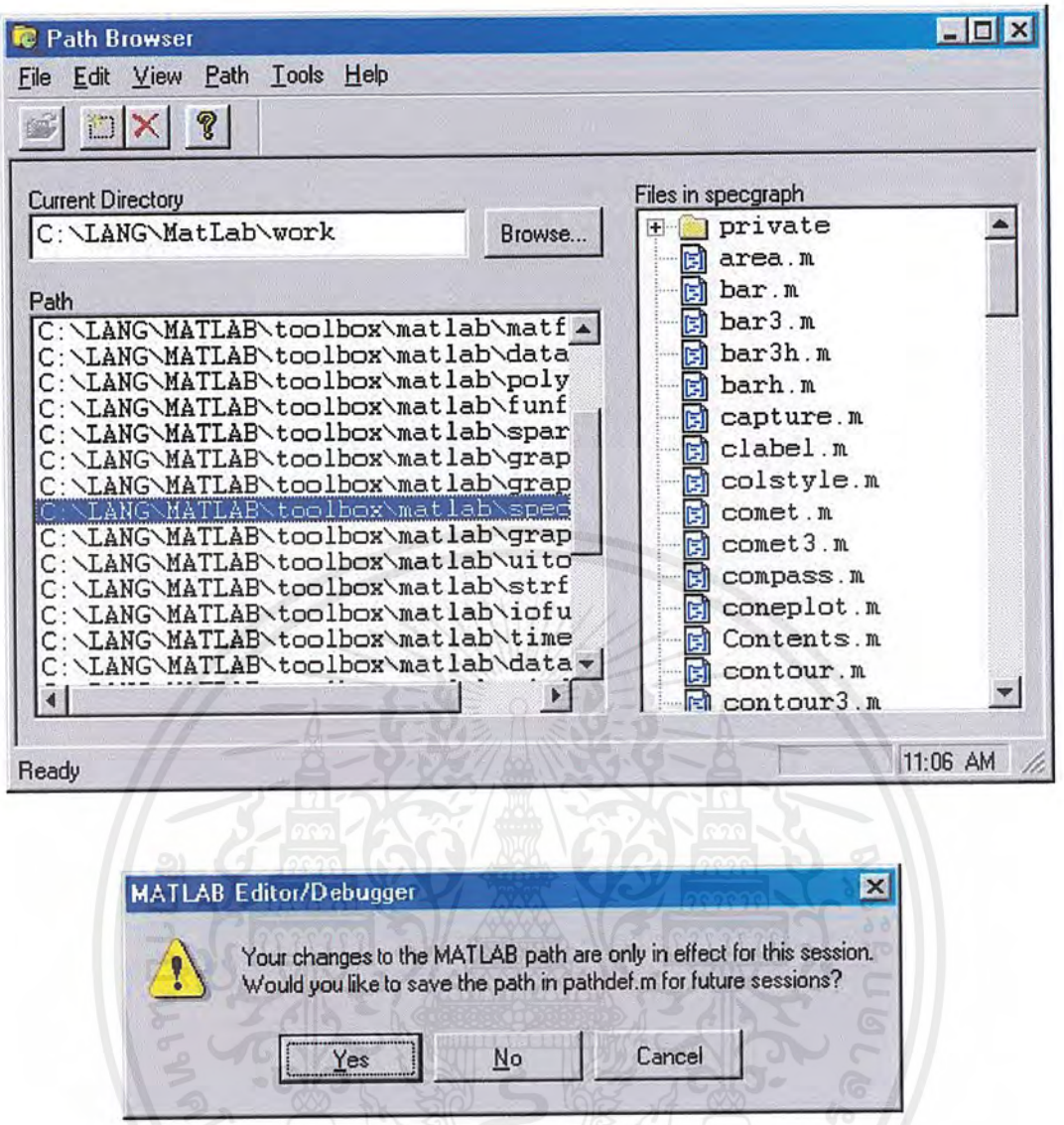


รูปที่ 24 แสดงการเพิ่ม Path ตามขั้นตอนที่ 3-6

ในกรณีที่คุณต้องการลบ Path ที่ไม่ต้องการให้โปรแกรม MATLAB กระทำคำสั่งหรือฟังก์ชัน M-files ที่อยู่ในไดเร็คทอรีนั้นก็สามารถกระทำได้ดังนี้

7. คลิกที่ตำแหน่งไดเร็คทอรีที่ต้องการลบใน Path Browser
8. คลิกที่ไอคอน Remove from path จากนั้นไดเร็คทอรีที่ต้องการลบก็จะหายไป
9. ถ้าคุณทำการเปลี่ยนไดเร็คทอรีเพิ่มหรือลบ path ที่ต้องการแล้วเมื่อปิดหน้าต่าง Path Browser โปรแกรม MATLAB จะถามว่าต้องการเก็บ path ต่างๆ ที่ได้เปลี่ยนแปลงไปใช้ในการใช้งานโปรแกรม MATLAB ครั้งต่อไปหรือไม่ ให้คลิก Yes ถ้าคุณต้องการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



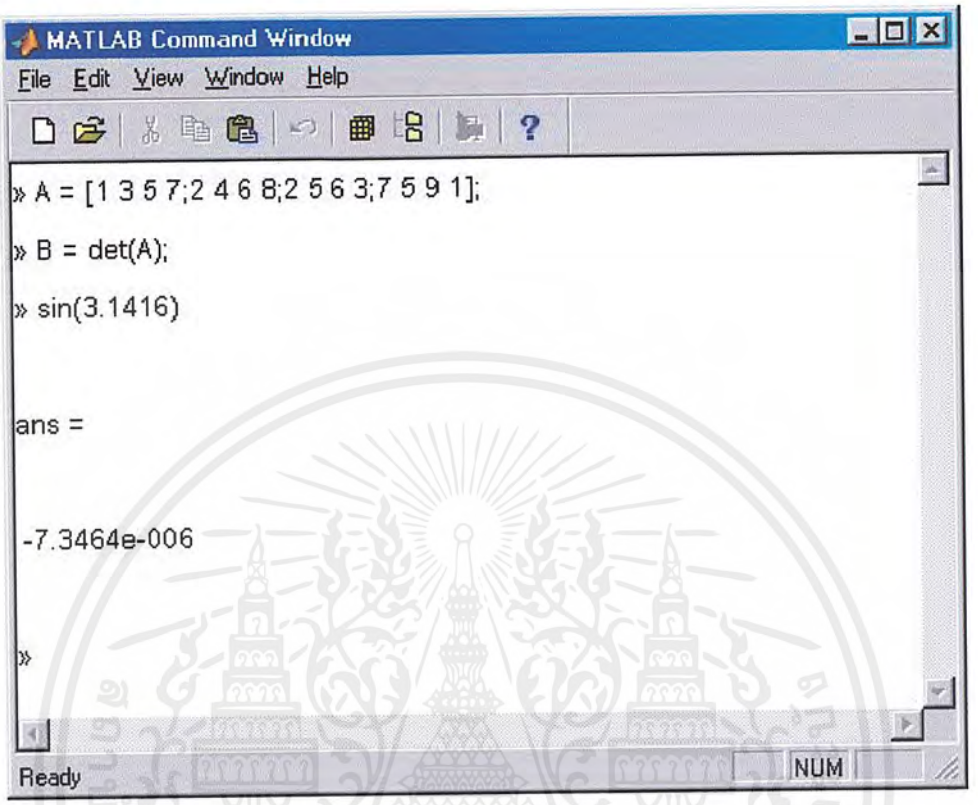
รูปที่ 25 แสดงการลบ Path ตามขั้นตอนที่ 7-9

การจัดการ MATLAB Workspace

ในหน้าต่างๆคำสั่งเมื่อคุณกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ และหาค่าผลลัพธ์จากการประมวลผลในโปรแกรม MATLAB คุณสามารถตรวจสอบชื่อของตัวแปรใน workspace ได้โดยใช้คำสั่ง who บนหน้าต่างคำสั่งซึ่งคำสั่งนี้จะแสดงชื่อตัวแปรต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ ส่วนคำสั่ง whos จะแสดงชื่อ ขนาด จำนวนและกลุ่ม (class) ของตัวแปรต่างๆที่ได้กำหนดไว้ในหน้าต่างคำสั่ง ในกรณีที่ทำการประมวลผลแล้วไม่ได้ตั้งชื่อไว้ โปรแกรม MATLAB จะใช้ตัวแปร ans เป็นตัวแปรชั่วคราวในการกำหนดค่าที่ได้ และถ้าทำการประมวลผลคำสั่งต่อไปโดยที่ไม่ได้กำหนดตัวแปร ผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จากคำสั่งที่ประมวลผลใหม่ก็จะทับค่าเดิมในชื่อตัวแปร ans ในการดูค่าตัวแปรที่

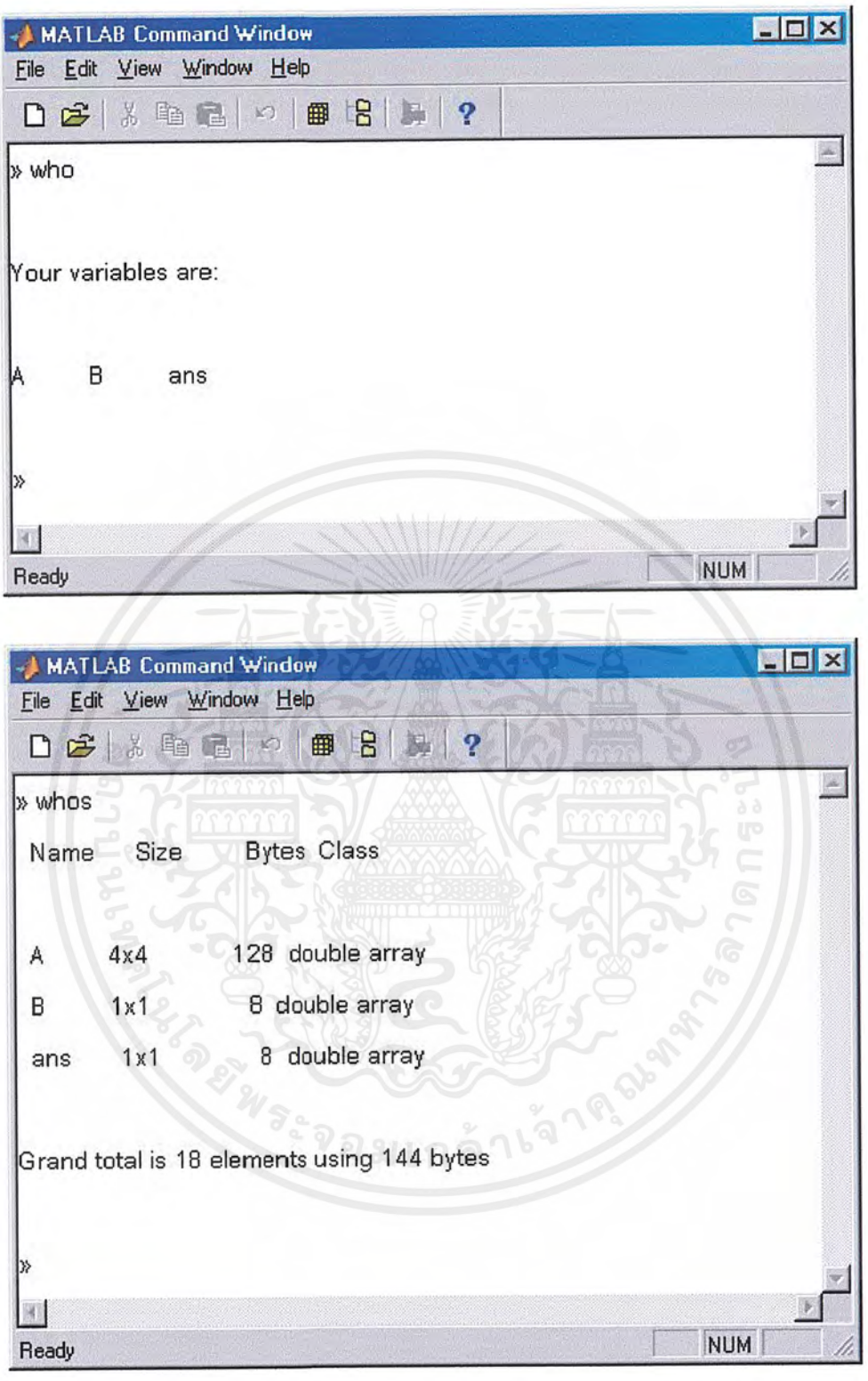
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้กำหนดหรือค่าข้อมูลที่ได้ทำการประมวลผลมาแล้วสามารถตรวจดูได้โดยการพิมพ์ชื่อตัวแปรที่ต้องการทราบค่าลงบนหน้าต่างคำสั่งแล้วค่าข้อมูลนั้นก็จะปรากฏออกมา ตัวอย่างเช่น



รูปที่ 26.1 แสดงตัวอย่างการกำหนดค่าตัวแปรที่สร้างขึ้นและการเรียกใช้ตัวแปรชั่วคราว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

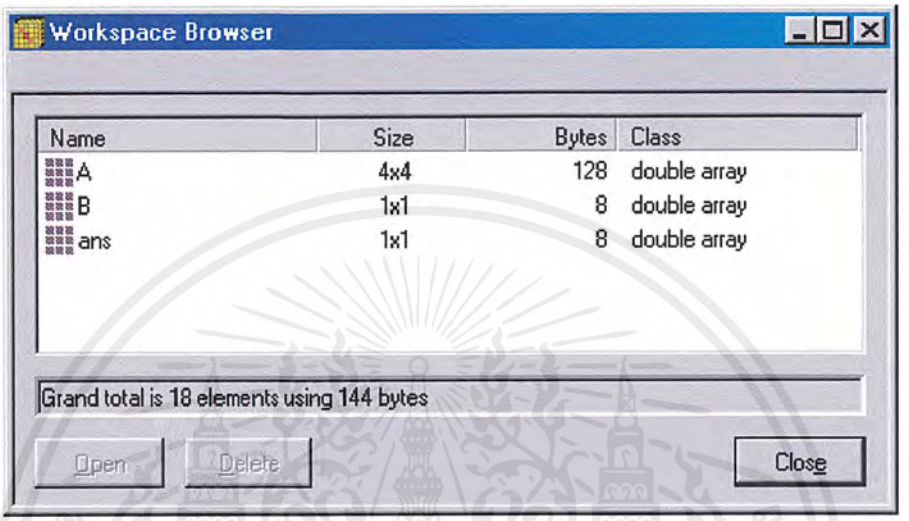


รูปที่ 26.2 แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง Who และ Whos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการใช้คำสั่ง who และ whos ในการดูชื่อ ขนาดและกลุ่ม (class) ของตัวแปร แล้วยังสามารถดูได้จากเมนูคำสั่งดังนี้

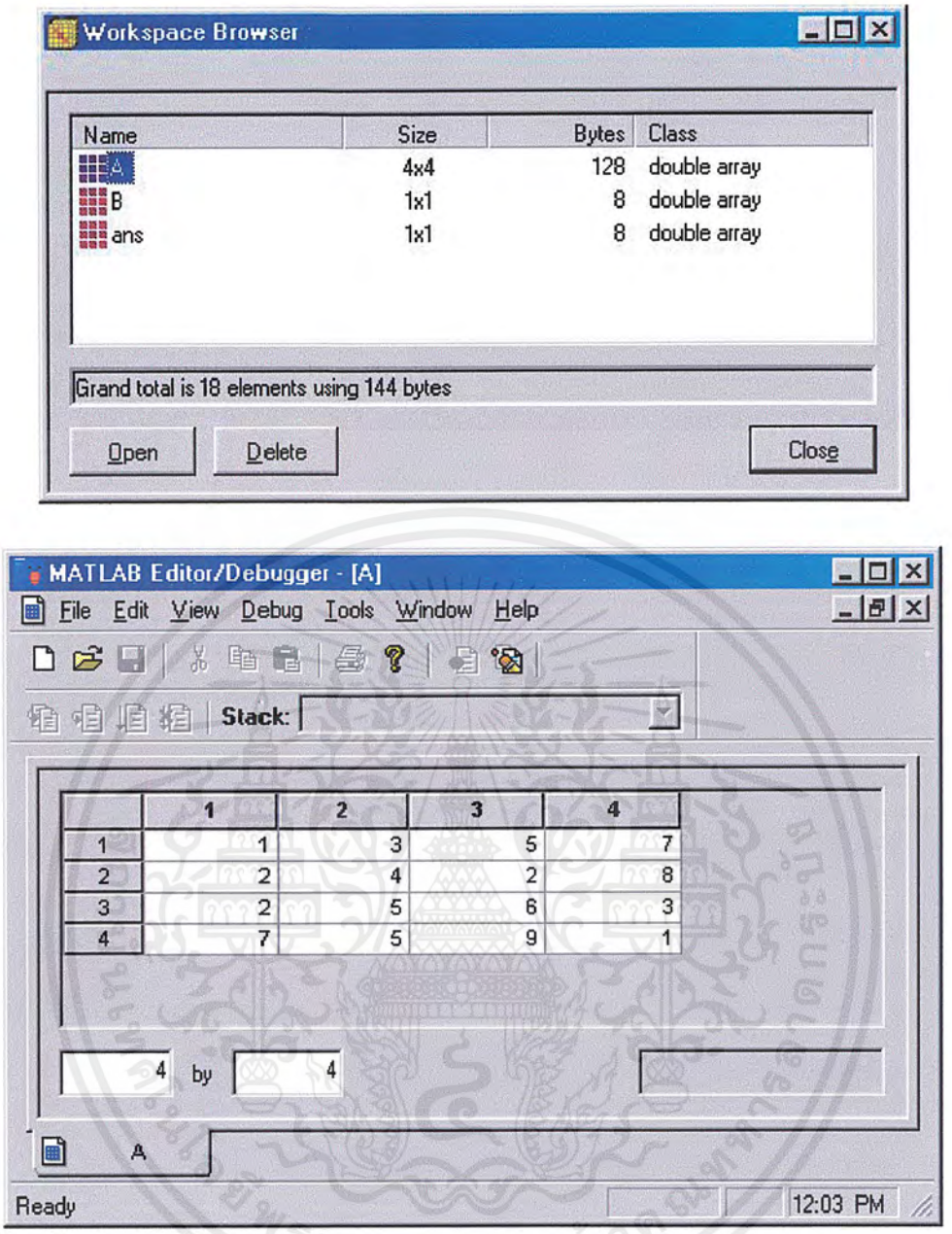
1. คลิกที่ไอคอน Workspace Browser
2. จะปรากฏหน้าต่าง Workspace Browser ขึ้นมาซึ่งหน้าต่างนี้จะบอกชื่อ ขนาด จำนวนและกลุ่มของตัวแปร



รูปที่ 27 แสดงหน้าต่าง Workspace Browser ตามขั้นตอนที่ 1-2

3. ตรวจดูค่าตัวแปรหรือค่าข้อมูลที่อยู่ใน Workspace ได้โดยดับเบิ้ลคลิกที่ตัวแปรที่ต้องการทราบค่าบนหน้าต่าง Workspace Browser เช่น ต้องการทราบค่าตัวแปร A ก็ดับเบิ้ลคลิกที่ตัวแปร A
4. จะปรากฏหน้าต่างที่แสดงค่าข้อมูลของ A ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 28 แสดงหน้าต่างแสดงค่าของข้อมูลที่เก็บในตัวแปร A ตามขั้นตอนที่ 3-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แนะนำโปรแกรม Paint Shop Pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำโปรแกรม Paint Shop Pro 6.0

โปรแกรม Paint Shop Pro มีความสามารถทางด้านกราฟฟิก ในการปรับปรุงภาพ เพื่อนำเสนอลงบนแผ่นกระดาษ, นำเสนอลงบนแผ่นฟิล์ม หรือ งานที่สามารถนำเสนอลงบนเว็บได้เป็นอย่างดี

เหตุผลที่ปัญหาพิเศษนี้ได้เลือกโปรแกรม Paint Shop Pro เป็นตัวจัดการทางด้านกราฟฟิก ก็เพราะว่า โปรแกรม Paint Shop Pro เป็นโปรแกรมแชร์แวร์ขนาดเล็ก สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรี โปรแกรม Paint Shop Pro นี้ใช้งานได้ง่าย มีเมนูที่ไม่สลับซับซ้อน และแฝงไปด้วยลูกเล่นรวมถึงประสิทธิภาพค่อนข้างมากมาย

ในที่นี้จะขอแนะนำ เครื่องมือที่ใช้ในโปรแกรมเพียงบางตัว ที่จำเป็นต่อการใช้ในปัญหาพิเศษนี้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำเครื่องมือ

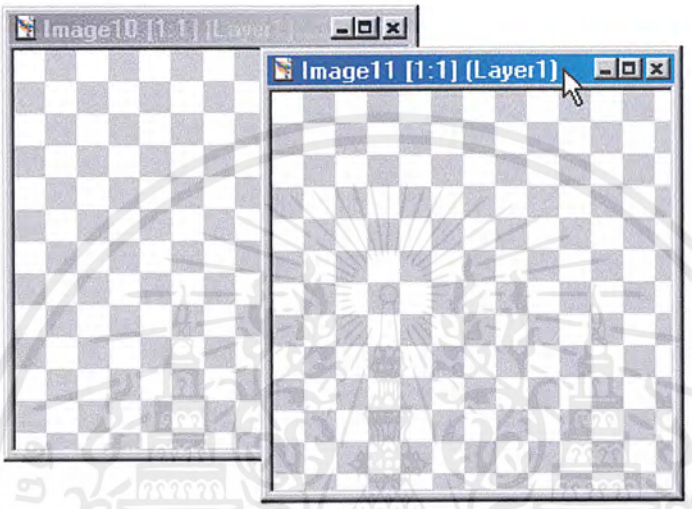
	Arrow Tool
	Zoom Tool
	Deform Tool
	Crop Tool
	Move Tool
	Selection Tool
	Freehand Tool
	Magic Wand Tool
	Eyedropper Tool
	Paint Brush Tool
	Clone Tool
	Color Replacer Tool
	Retouch Tool
	Eraser Tool
	Tubes Tool
	Airbrush Tool
	Flood Fill Tool
	Text Tool
	Draw Tool
	Preset Shapes
	Tool Vector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Object Selection Tool

Arrow Tool

เป็นเครื่องมือสำหรับชี้ เพื่อปรับหน้าต่างรอบ ๆ รูปภาพรูปหนึ่ง หน้าต่างของรูปภาพรูปหนึ่ง ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของรูปภาพ มันเหมือนกับการยืดออก, หดเข้า, การย้ายหน้าต่างไปข้างหลังหน้าต่างอันอื่น หรือนำเอามาไว้ด้านหน้า เมื่อมีหลาย ๆ หน้าต่างถูกเปิดในเวลาเดียวกัน เครื่องมือชี้นี้ จะไม่ทำการแก้ไขภาพ และมีเพียงหน้าต่างเท่านั้นที่อยู่รอบ ๆ รูปภาพและมีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 29 แสดงตัวอย่างการใช้ Arrow Tool

Zoom Tool

ใช้สำหรับการโฟกัสภาพเข้า และ ออก เครื่องมือซูมมีประโยชน์มาก ซึ่งจำเป็นสำหรับการแก้ไขพื้นที่ของรูปที่เล็กมาก ๆ และการโฟกัสพื้นที่ให้ดูใหญ่เป็นการทำเพื่อให้เห็นแต่ละ pixel ของรูปภาพบนพื้นที่ ที่ต้องการ

รูปที่ 30 แสดงตัวอย่างการใช้ Zoom Tool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Move Tool

เครื่องมือใช้ในการเคลื่อนย้าย layer แต่ละ layer หรือ เคลื่อนย้ายวัตถุแต่ละวัตถุ

Selection Tool

เครื่องมือการเลือก มีรูปร่างพื้นฐานให้เราเลือกใช้ คือ วงกลม, สี่เหลี่ยมจัตุรัส, สี่เหลี่ยมผืนผ้า และวงรี เพื่อประยุกต์ใช้บนพื้นที่ ที่เราต้องการหรือบนรูปภาพต่าง ๆ การเลือกนั้นเราสามารถทำการเพิ่ม หรือลบ การเลือกนั้นได้ โดยการใช้ mouse จัดการควบคู่กับ shift หรือ Ctrl คือ ใช้ shift เพื่อเป็นการเพิ่มส่วนที่เลือก และ ใช้ Ctrl เพื่อเป็นการลบส่วนที่เลือก

รูปที่ 31 แสดงตัวอย่างการใช้ Selection Tool

Freehand Tool

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการเลือกอีกตัวหนึ่ง การทำงานของเครื่องมือนี้จะใช้ควบคู่กับปุ่ม Option ที่แป้นพิมพ์ โดยการกดปุ่มนี้ค้างไว้จนกว่าจะทำงานเสร็จ ในขณะใช้งานผู้ใช้จะใช้การทำงานแบบกดและลาก เมื่อกดปุ่มครั้งแรก lasso จะยืดออกมาให้เราเลือกว่าขอบเขตของปุ่มต่อไปอยู่ที่ไหนแล้วจากนั้น เราก็กดและลากเพื่อสร้างอาณาเขตของการเลือกไปเรื่อง ๆ เมื่อสิ้นสุดการสร้างอาณาเขตแล้วก็ปล่อยปุ่ม Option โปรแกรมจะทำการต่อเส้นในเป็นเส้นปิดให้เอง

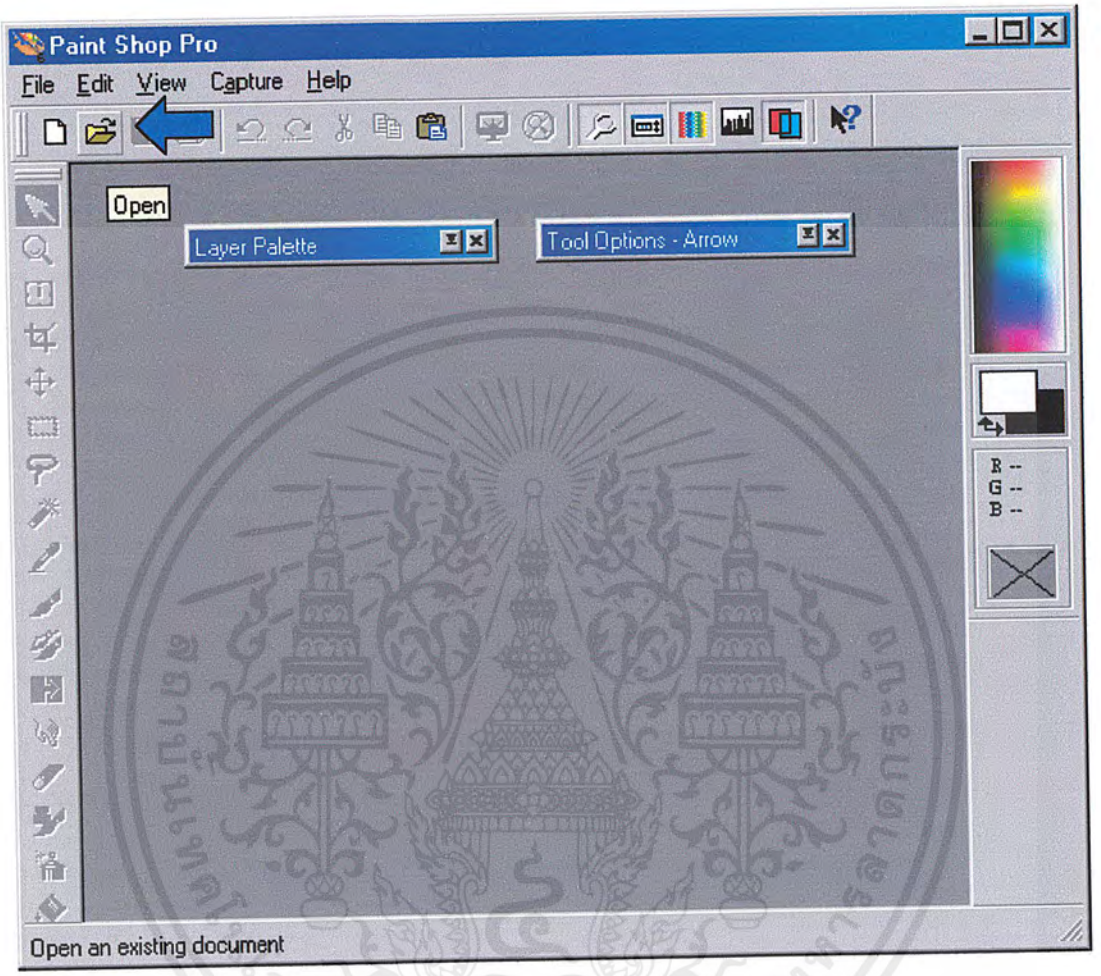
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 32 แสดงตัวอย่างการใช้ Freehand Tool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำ Menu Bar ที่ใช้ในปัญหาพิเศษนี้

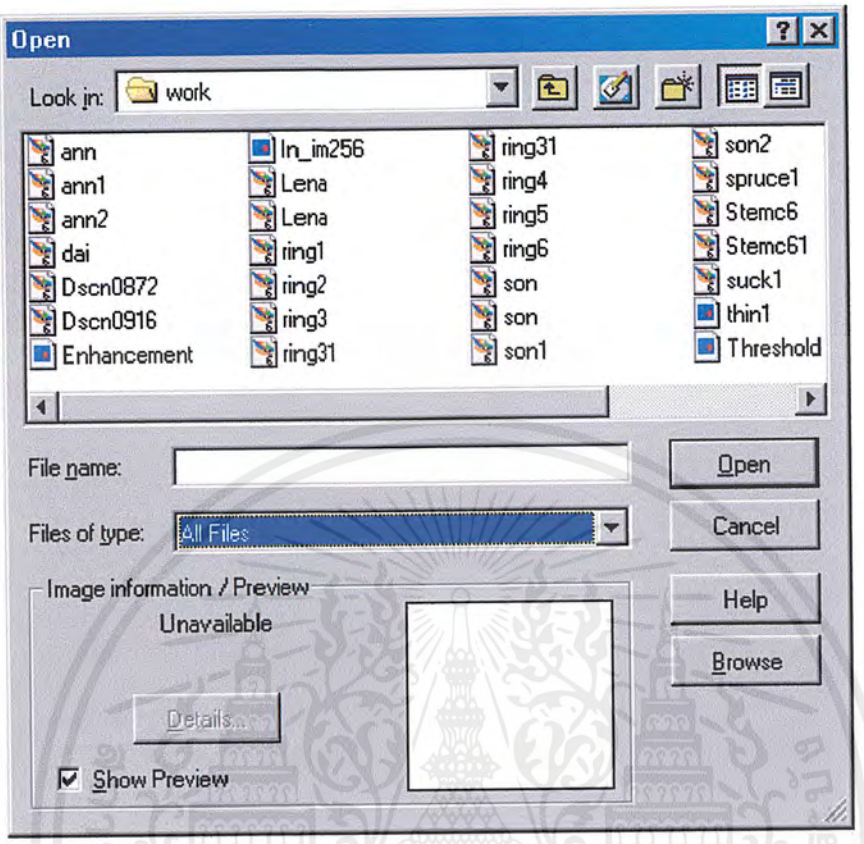
ปุ่มกดเปิด (Open Button) ใช้เพื่อทำการเปิดไฟล์ภาพที่เราต้องการ



รูปที่ 33 แสดงการใช้ปุ่มเพื่อเปิดไฟล์รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่มเปิดไฟล์ภาพจะปรากฏหน้าต่าง ดังรูป



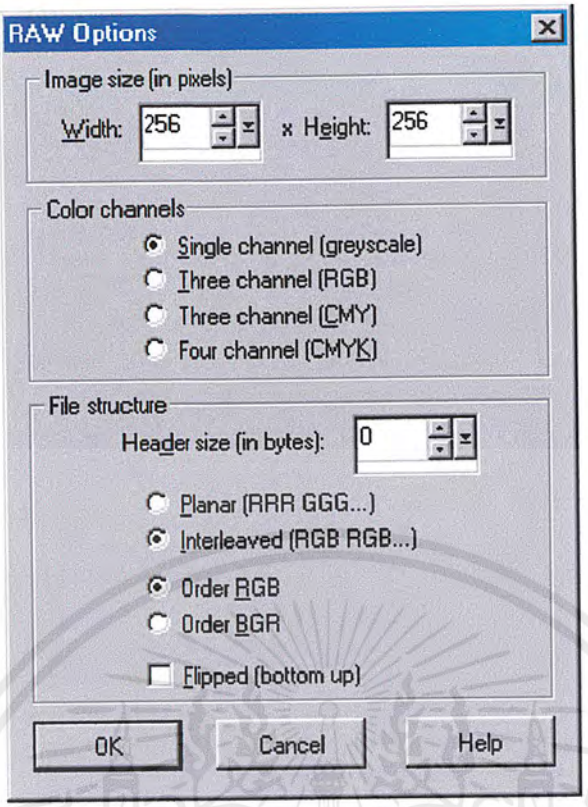
รูปที่ 34 แสดงหน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์ภาพ

เมื่อเลือกไฟล์ภาพที่ต้องการ แล้วกดปุ่ม ตกลง จะเห็นว่ามีหน้าต่างแสดงขึ้นมา

- ให้ใส่ขนาดรูปภาพ
- จำนวนสีที่ต้องการให้แสดง
- โครงสร้างของไฟล์ภาพ

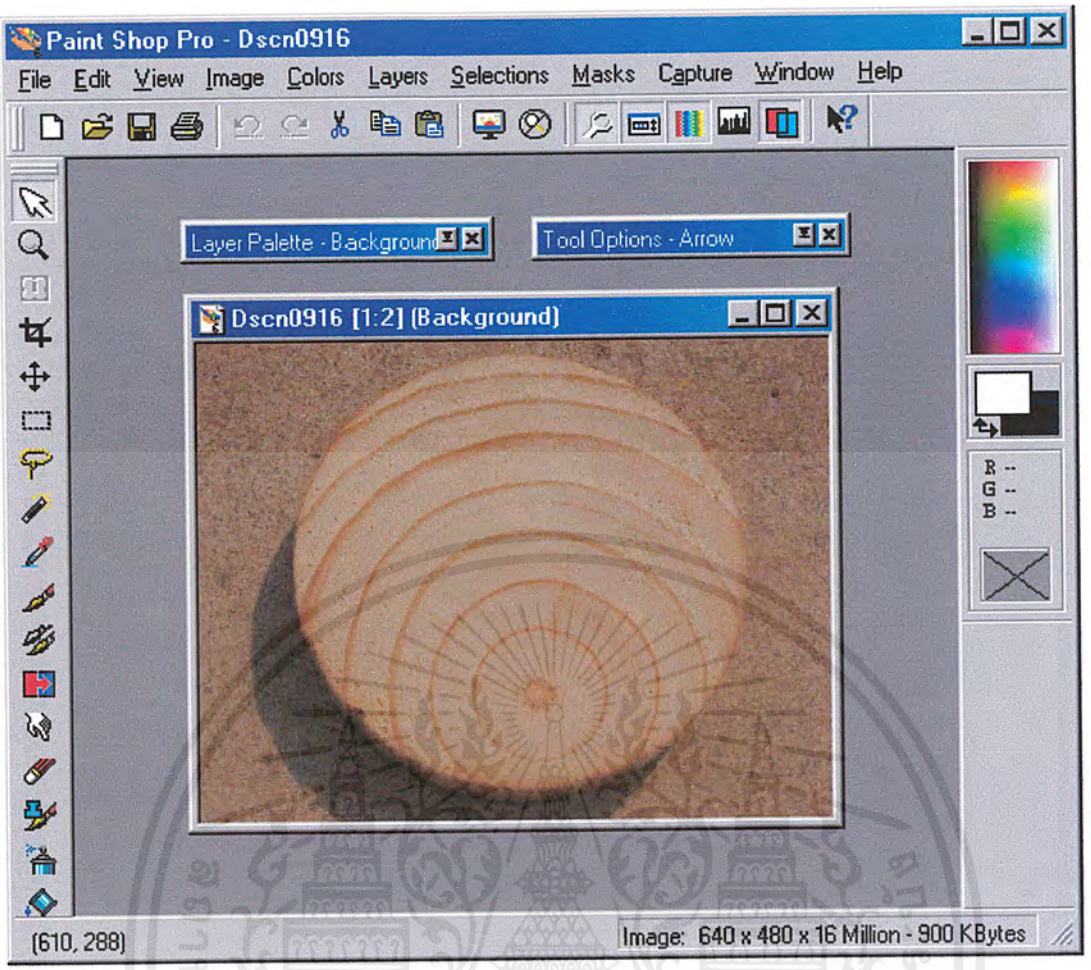
ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 35 แสดงหน้าต่างเพื่อกำหนดรายละเอียดของรูปภาพที่ต้องการเปิดแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 36 แสดงรูปภาพต้นฉบับที่เปิดจากไฟล์ภาพ

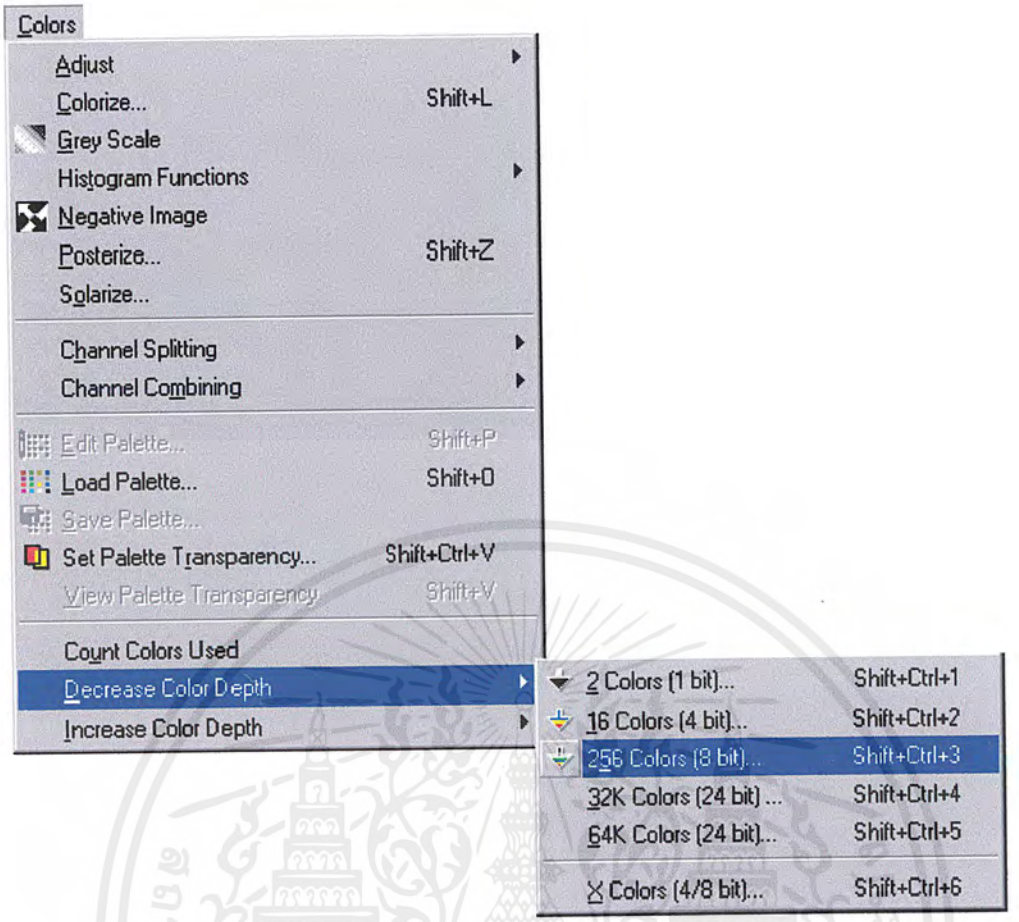
เราจะทำการปรับภาพเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในปัญหาพิเศษนี้ได้ โดยเริ่มแรกเราต้องทำการลดจำนวนสีต่อจุดภาพให้เหลือเพียง 256 สีต่อจุด หรือ 8 บิตต่อจุด

เลือก Colors

- Decrease Color Depth
- 256 Colors (8 bits)

ดังรูป

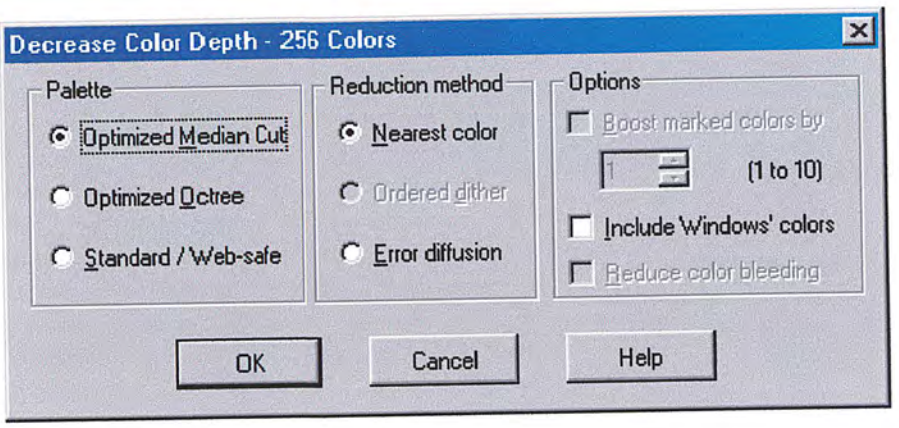
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



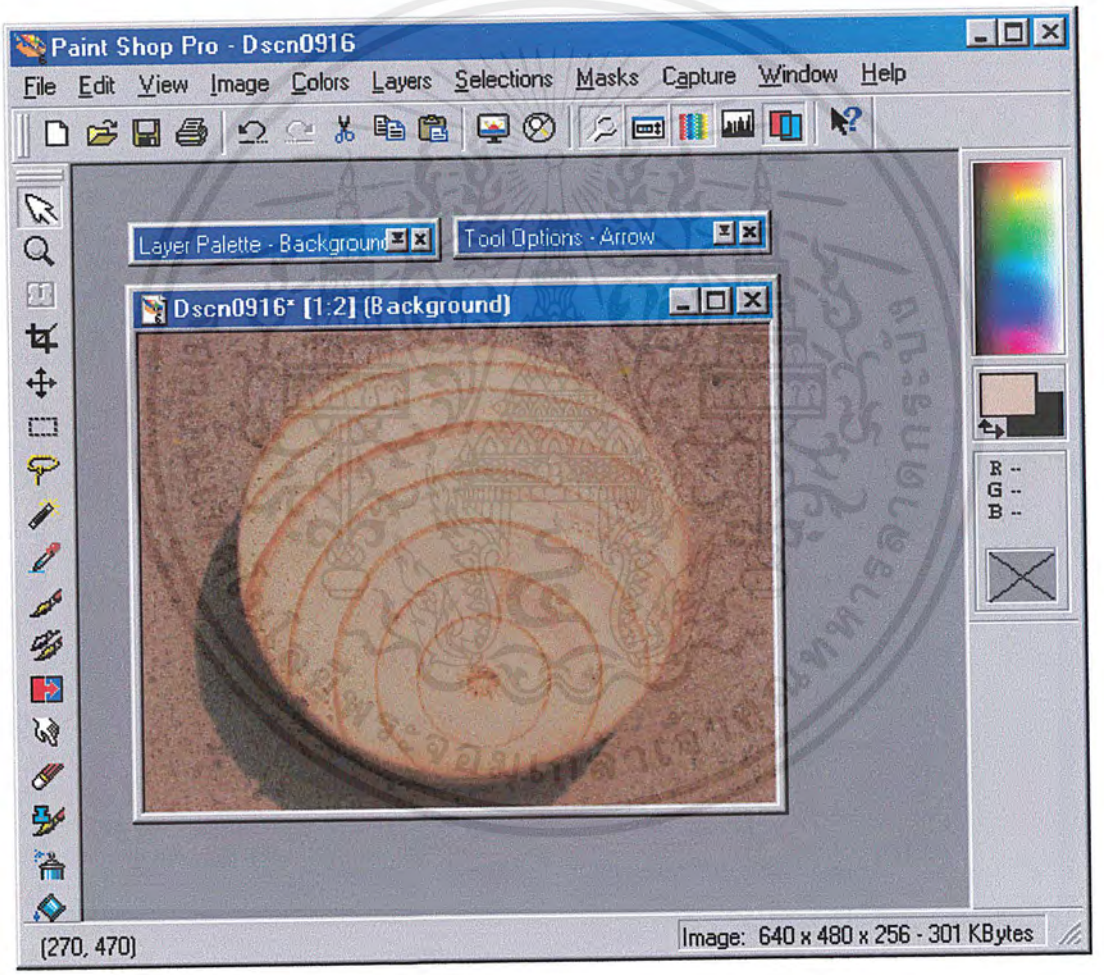
รูปที่ 37 แสดงการปรับภาพเพื่อลดจำนวนสีของภาพ

หลังจากนั้นจะปรากฏไดอะล็อกการตั้งค่าคุณสมบัติของการลดสีดังรูปที่ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 แสดงการตั้งค่าคุณสมบัติของการลดสีภาพ



รูปที่ 39 แสดงรูปภาพหลังจากการลดจำนวนสีให้มี 256 สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

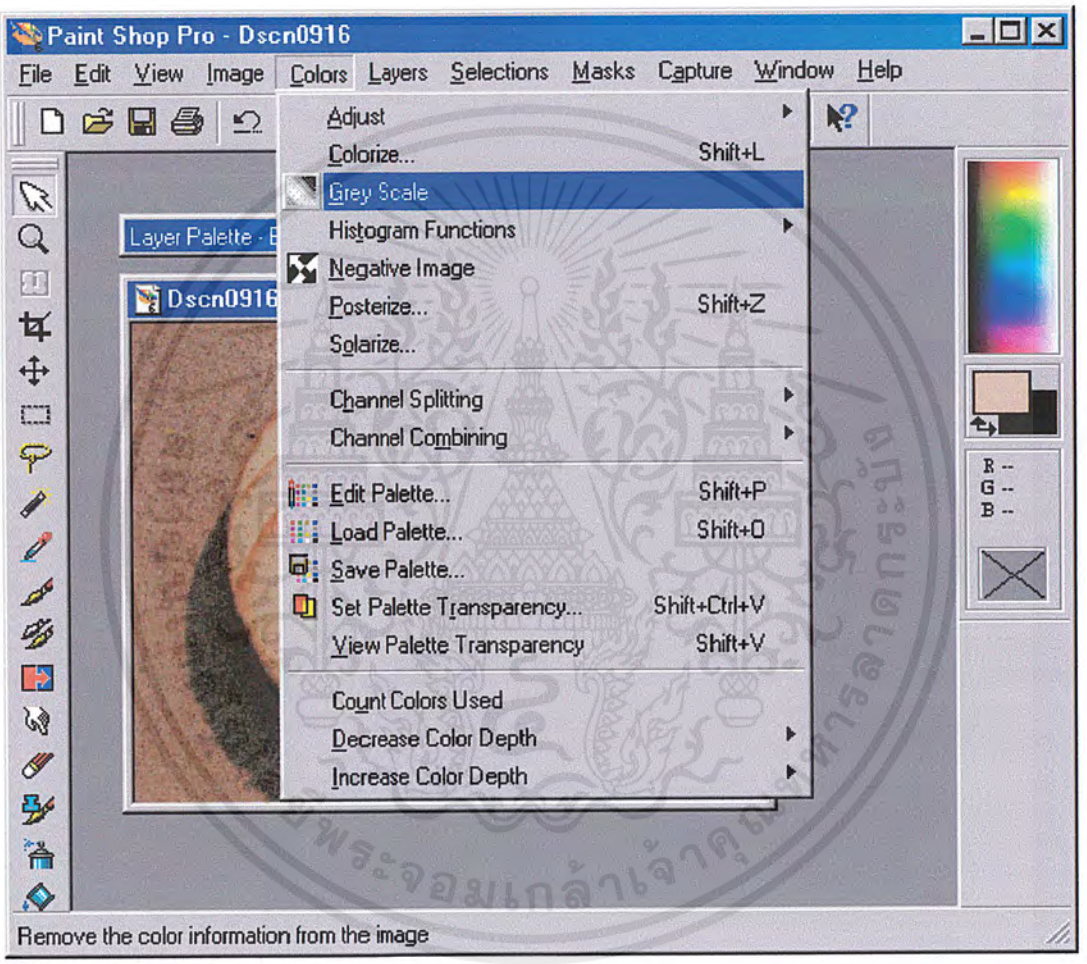
การทำเกรย์สเกล (gray scale) เป็นการปรับภาพให้มีระดับสีเทา 256 ระดับ เพื่อแสดงความสว่างที่ต่างกันของรูปภาพ

การปรับภาพให้เป็นเกรย์สเกล

เลือก Colors

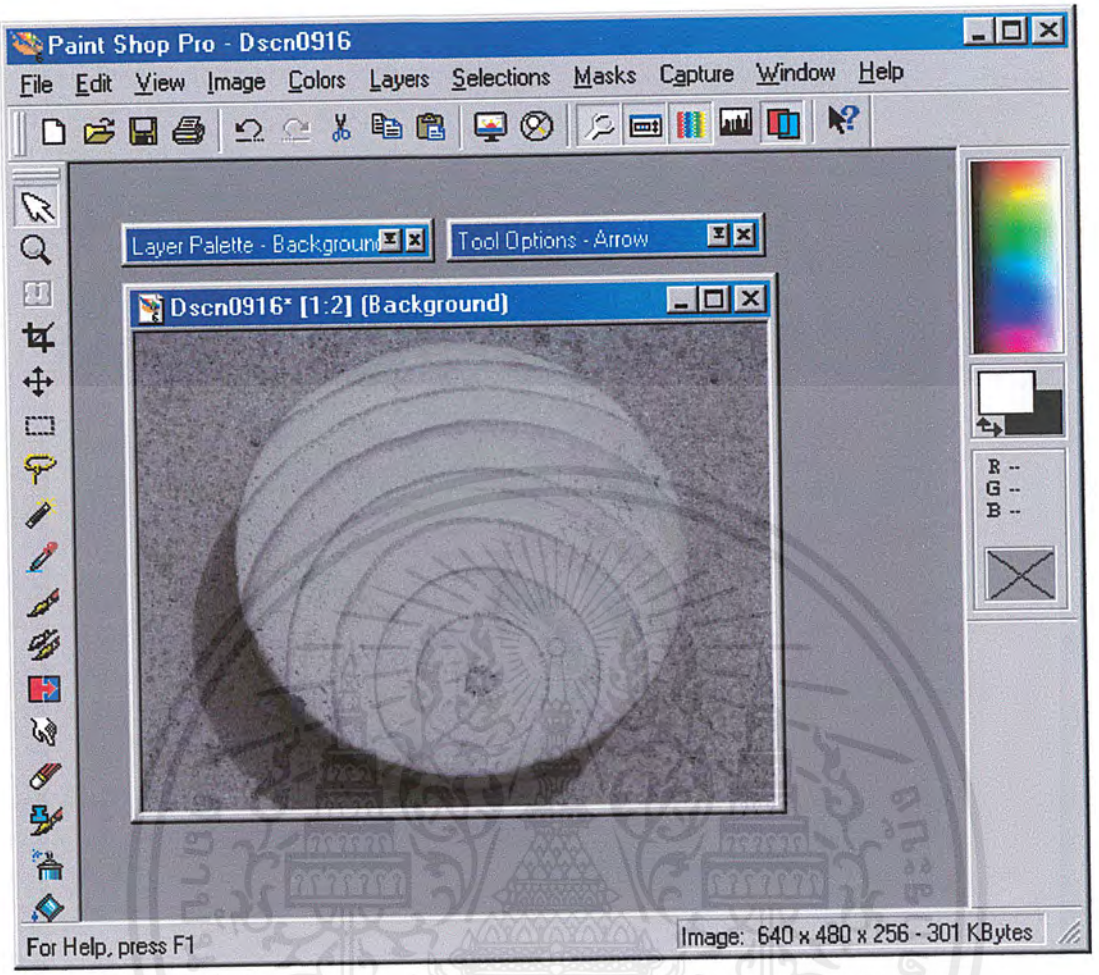
- gray scale

ดังรูป



รูปที่ 40 แสดงการเลือกเครื่องมือในการทำเกรย์สเกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 41 แสดงรูปภาพหลังจากทำเกรย์สเกลแล้ว

การปรับขนาดภาพ เป็นการปรับขนาดความกว้าง และ ความยาวของรูปภาพ ไม่ใช่เป็นการปรับหน้าต่าง แต่เป็นการกระทำกับรูปภาพ

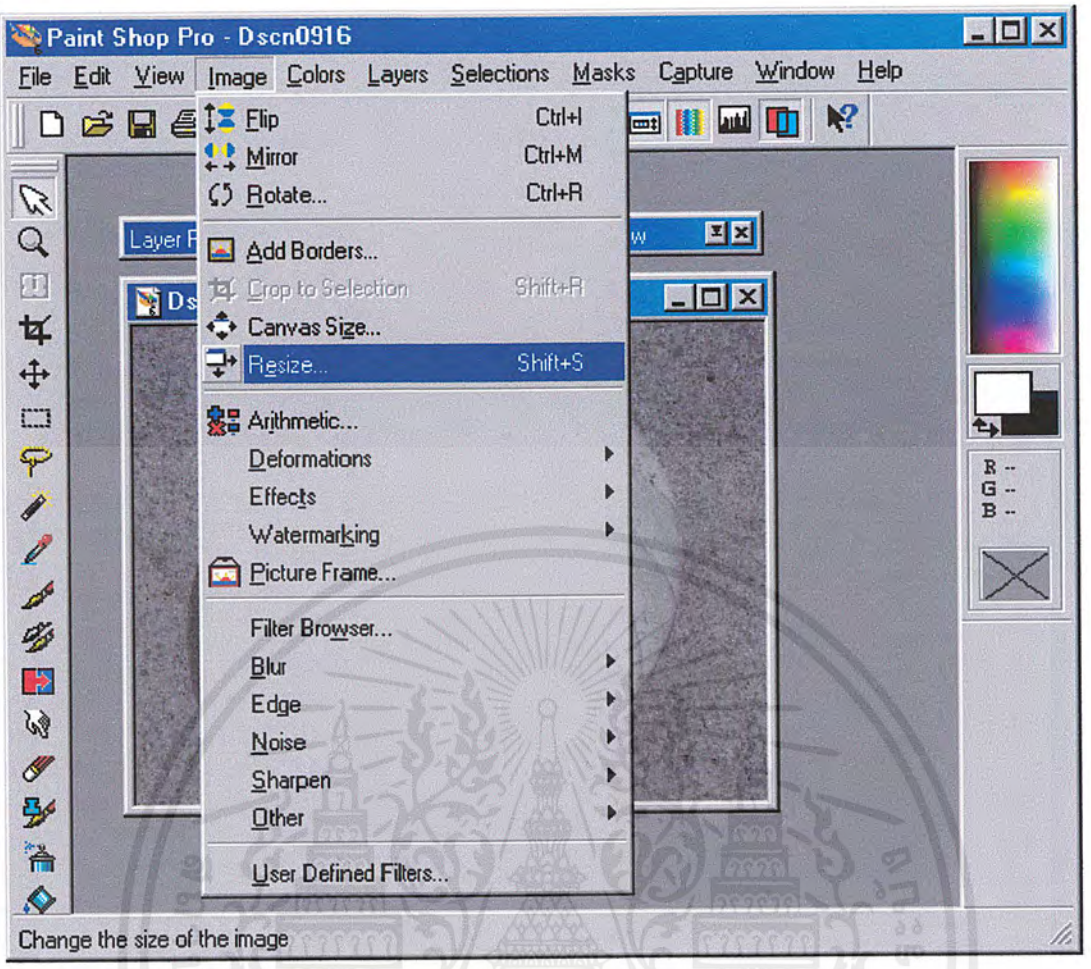
การปรับขนาดภาพ ทำได้ดังนี้

เลือก Image

-resize…

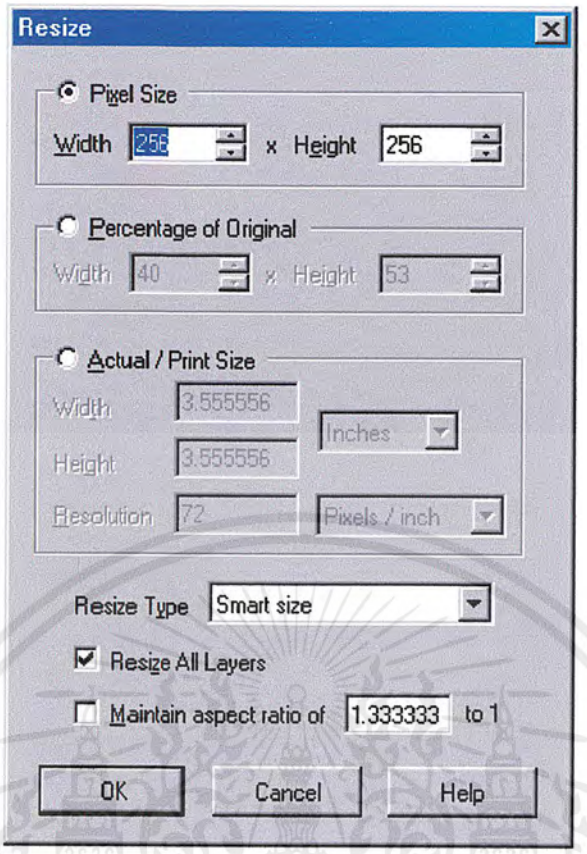
ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



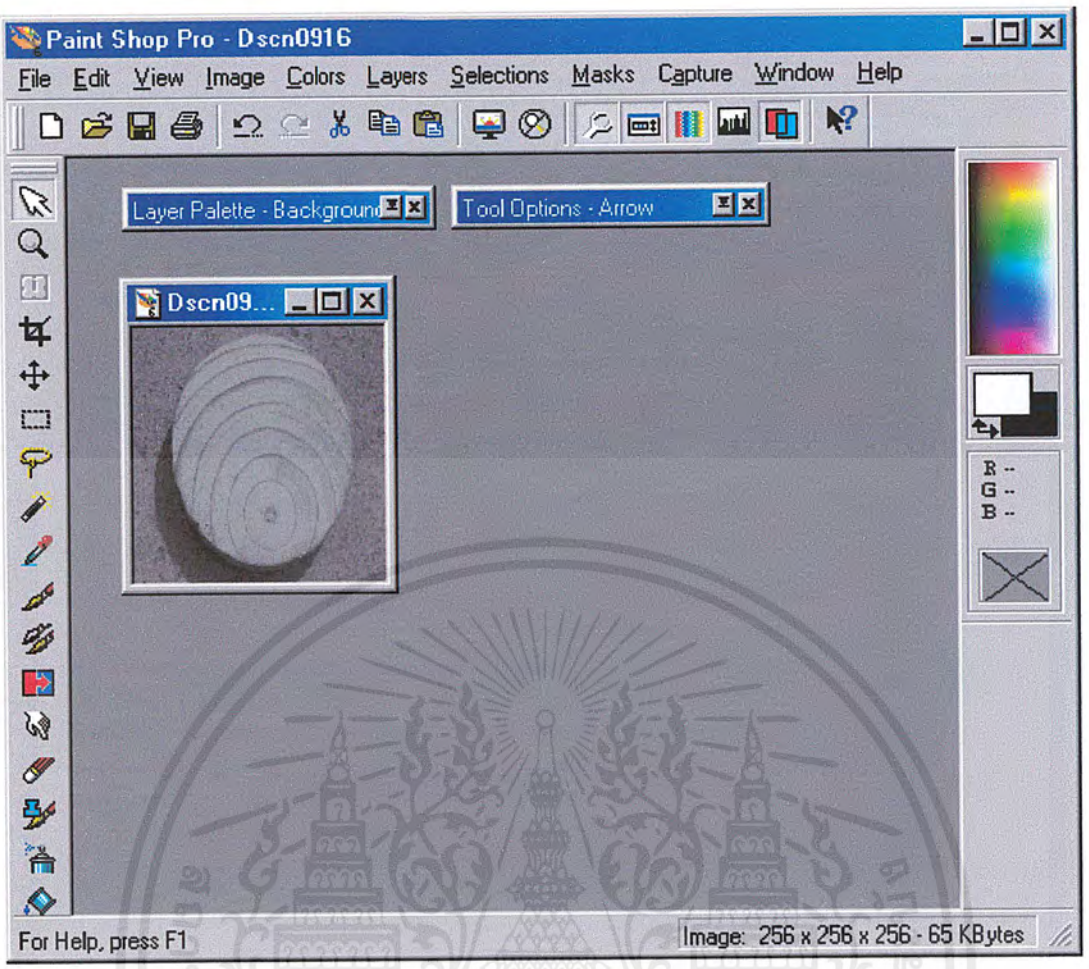
รูปที่ 42 แสดงการเลือกเครื่องมือเพื่อทำการปรับขนาดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 43 แสดงหน้าต่างเพื่อระบุความกว้าง และความยาวของภาพที่ต้องการปรับขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 44 แสดงรูปภาพที่เมื่อทำการปรับขนาด ให้มีขนาด 256 x 256 จุด

เธรดโซลด์ (threshold) เป็นการปรับภาพให้มีระดับสี 2 ระดับ ตามค่าที่กำหนด ถ้าระดับสีของภาพเดิมต่ำกว่าค่าที่กำหนด จะปรับให้มีค่าเป็นศูนย์ (สีดำ) และถ้าระดับสีของภาพเดิมสูงกว่าค่าที่กำหนด จะปรับให้มีค่าเป็นหนึ่ง (สีขาว)

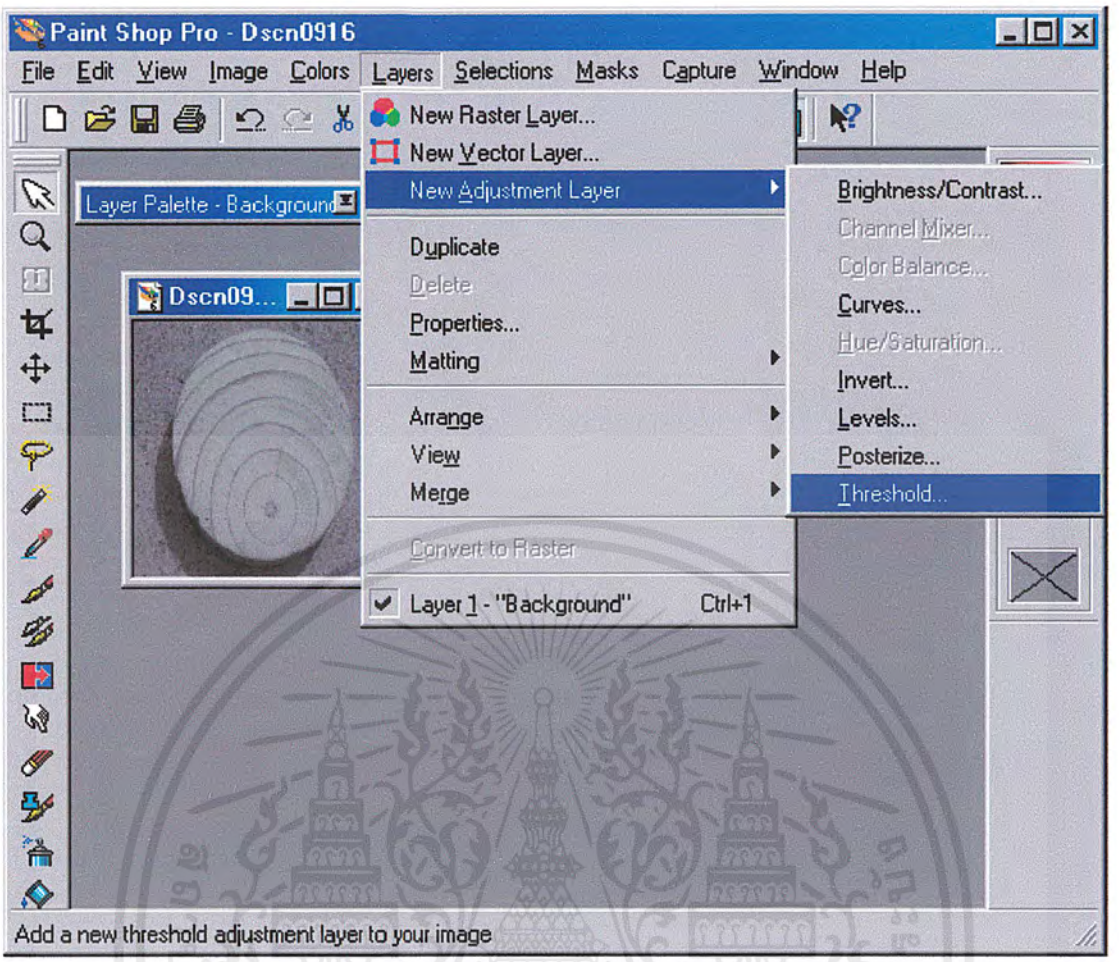
การทำเธรดโซลด์

เลือก Layers

- New Adjustment Layer
- Threshold...

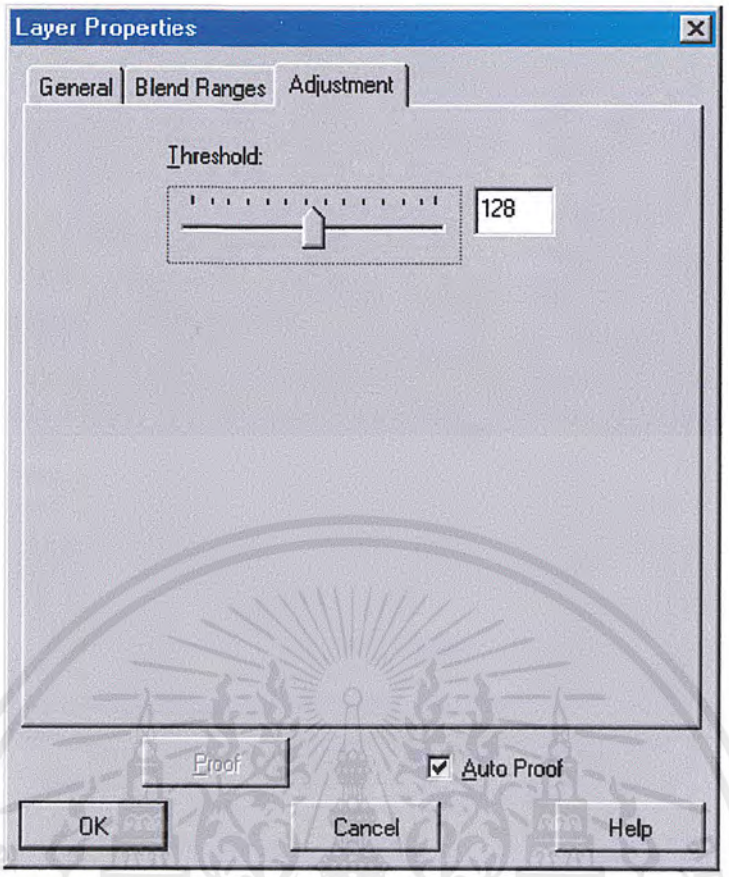
ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 45 แสดงการเลือกเครื่องมือเพื่อทำเธรดโซลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 46 แสดงหน้าต่างให้ระบุค่าเธรดโซลด์ที่ต้องการ

ฮิสโทแกรม (histogram) เป็นกราฟของระดับความสว่างของรูปภาพ กราฟจะบันทึกจำนวนจุดของแต่ละระดับความสว่าง

ฮิสโทแกรมอีควอไลซิ่ง (histogram equalizing) เป็นการปรับฮิสโทแกรม โดยการกระจายค่าความสว่างของค่าเฉลี่ยของทุก ๆ จุด

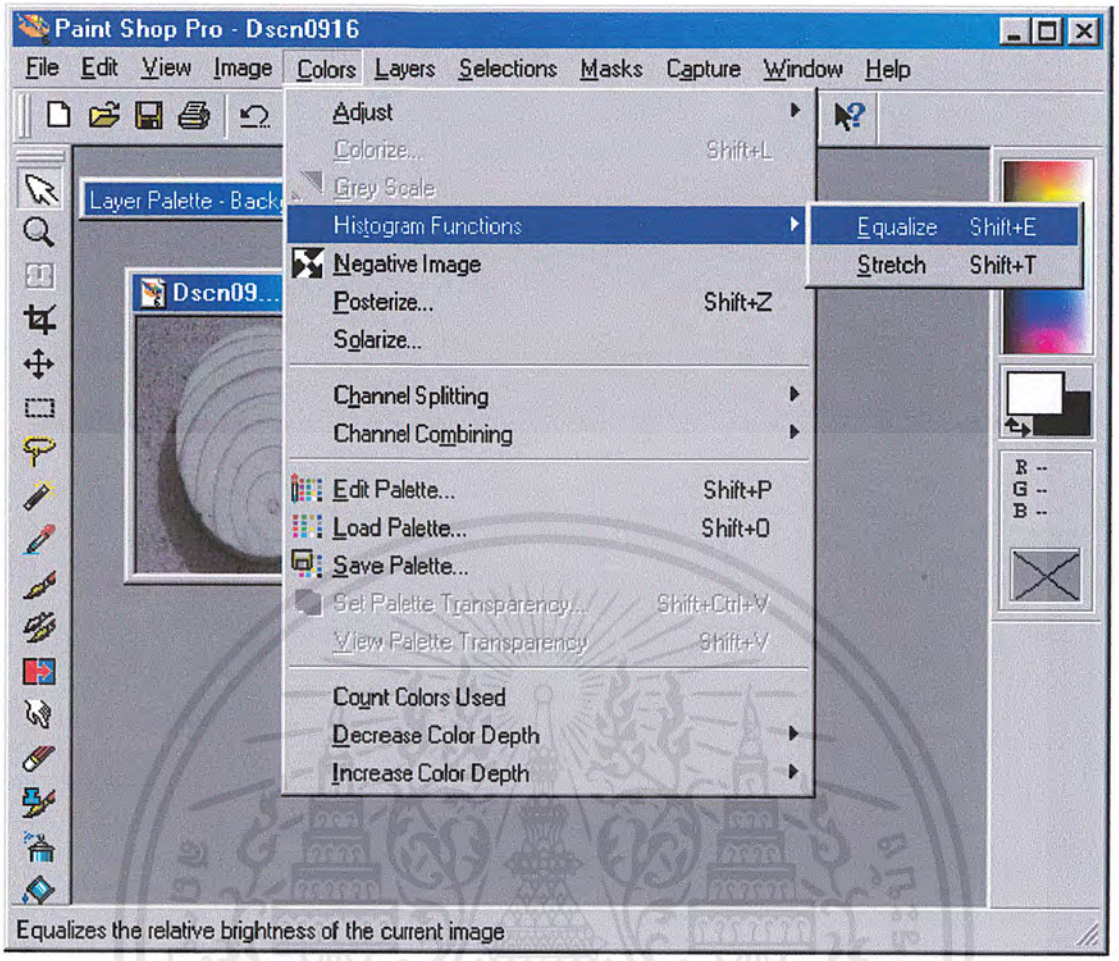
การทำฮิสโทแกรมอีควอไลซิ่ง

เลือก Colors

- Histogram Functions
- Equalize

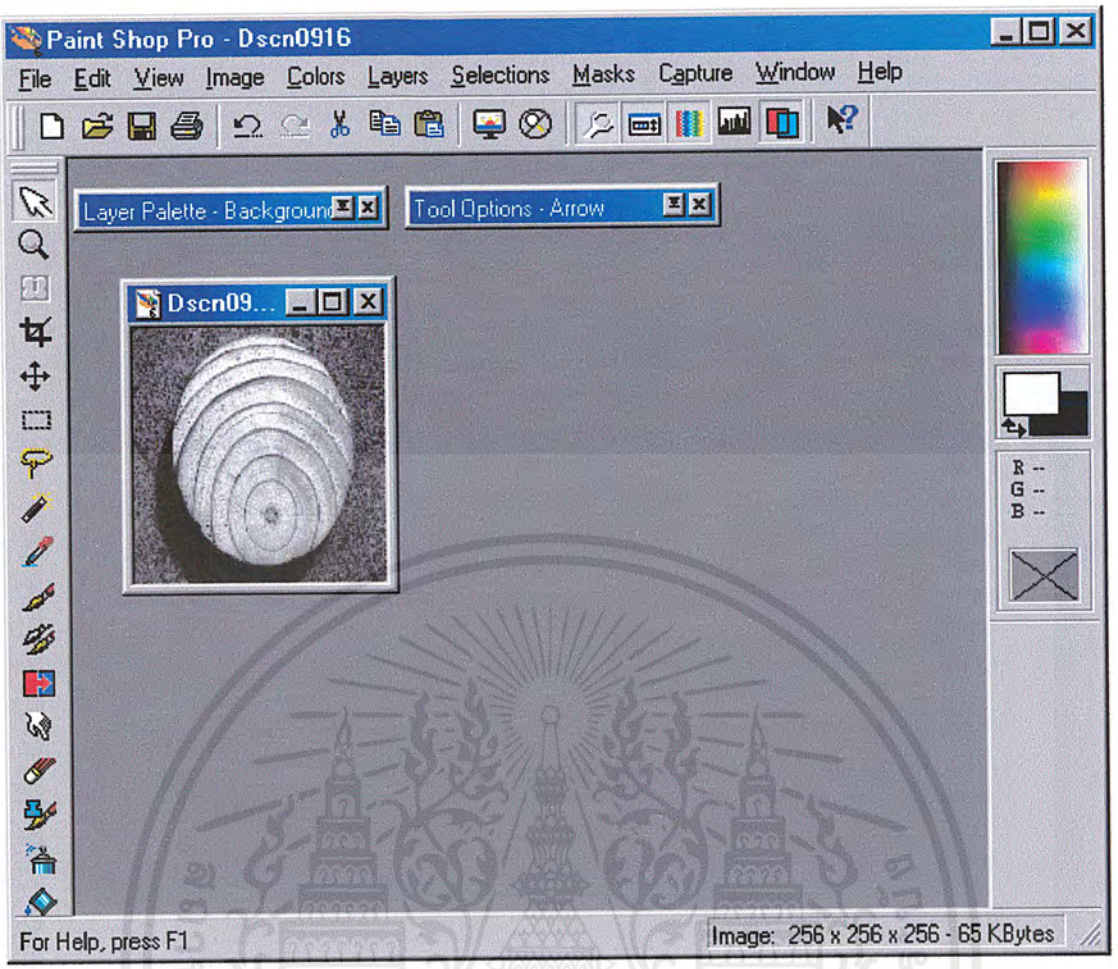
ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 47 แสดงการเลือกเครื่องมือในการทำ ฮิสโทแกรมอีควอไลซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 48 แสดงรูปภาพที่ทำการปรับฮิสโทแกรมอีควอไลซ์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวงปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดวงปี

วงปี ได้ถูกบันทึกว่าเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบเกี่ยวกับภูมิอากาศระหว่างช่วงที่ต้นไม้ยังมีชีวิตอยู่ ต้นไม้จำนวนมากมีอายุเป็นร้อย ๆ ปี และมีจำนวนน้อยที่มีชีวิตเป็นพัน ๆ ปี ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากวงปี เป็นสิ่งสำคัญที่ซึ่งไม่อาจหาได้จากการบันทึกตามหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

เนื้อเยื่อ (cambium) ในต้นไม้ต้นหนึ่ง เป็นเซลล์ซึ่งจะกลายเป็นไม้หรือเปลือกไม้ การเจริญเติบโตในชั้นที่สว่าง (light layer) ระหว่างปลายฤดูใบไม้ผลิ หรือ ตอนต้นฤดูร้อน และเปลี่ยนเป็นชั้นมืด (dark layer) ในตอนปลาย ๆ ฤดูร้อน หรือ เริ่มเข้าฤดูฝน สิ่งเหล่านี้เป็นรูปแบบในอลาสกา (Alaska) ชั้นสว่าง คือ ไม้ที่เพิ่งเกิด (early wood) เป็นรูปแบบของไม้ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว และชั้นมืด คือ ไม้ที่มีการเจริญเติบโตมานานแล้ว (late wood) มีการเจริญเติบโตอย่างช้า

การเจริญเติบโตเกิดขึ้นที่ด้านนอกของลำต้น ที่อยู่ภายใต้เปลือกไม้ ดังนั้น วงสว่างและวงมืดหนึ่งคู่จะแทนอายุ 1 ปี

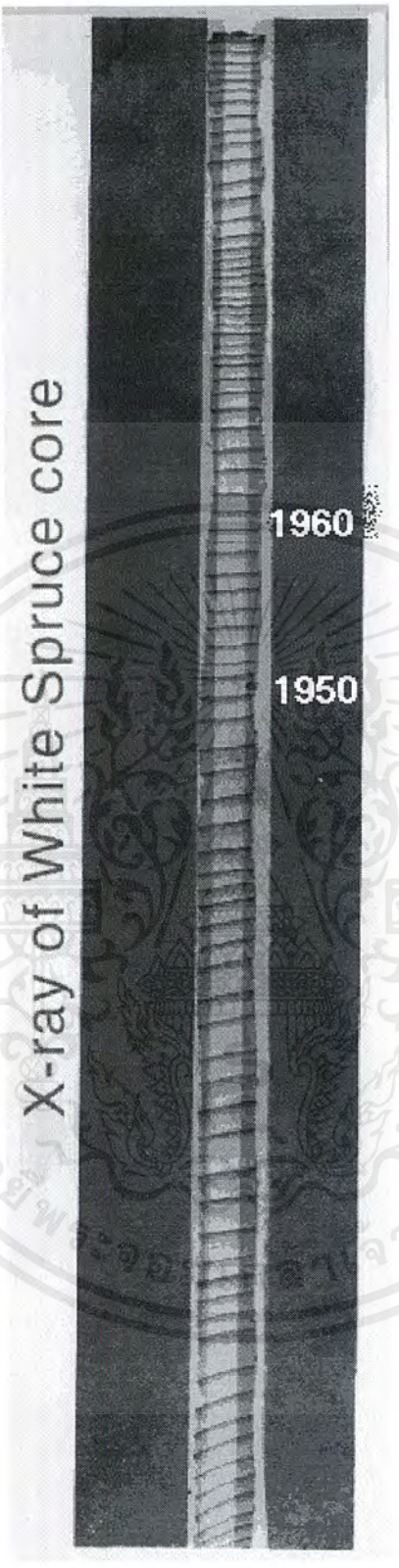
เนื่องจากวงปีสามารถถูกนับเพื่อบอกอายุของต้นไม้ และปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นไม้ สามารถเรียนรู้เพื่อใช้เป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ เช่น ไฟป่า, ภาวะแห้งแล้ง, การโจมตีของแมลง, น้ำท่วม หรือ พื้นที่เอียงลาด ซึ่งการศึกษาวงปี และภูมิอากาศถูกเรียกว่า dendroclimatology

การอ่านวงปีของต้นไม้สามารถอ่านได้ 2 แบบ คือ การอ่านจากภาคตัดขวางของต้นไม้ และ การอ่านจากแกนกลางของลำต้นของต้นไม้

การอ่านจากภาคตัดขวางของต้นไม้ เป็นวิธีที่ถูกใช้บ่อยครั้งกับต้นไม้ที่ตายแล้ว หรืออ่านที่ตอต้นไม้

การอ่านจากแกนกลางของลำต้นของต้นไม้ มักใช้อ่านกับต้นไม้ที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าเป็นเครื่องเจาะ คือ สว่าน ส่วนของชิ้นไม้ที่ดึงออกมา มีขนาดประมาณหลอดดูดน้ำ ซึ่งแสดงการเจริญเติบโตของวงปี การใช้วิธีการนี้ วงปีสามารถอ่านได้โดยไม่ต้องตัดต้นไม้ การเจริญเติบโตของวงปีต้นไม้ สัมพันธ์กับภูมิอากาศแต่ละพื้นที่ ถ้าอยู่ในช่วงฤดูร้อนที่แห้งแล้งต้นไม้จะไม่เจริญเติบโตมากระหว่างนั้น แต่ถ้าเป็นฤดูร้อนที่มีความชุ่มชื้น จะมีการเจริญเติบโตมากกว่า จากรูปหน้าถัดไปเป็น การถ่ายภาพด้วยรังสี (x-ray)ของแกนกลางจากต้นสนขาว จะสังเกตได้ว่าวงปีบางตลอดมาจนถึงปี 1950 และ เริ่มปีที่แห้งแล้งหลังทศวรรษที่ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 49 แสดงวงปีที่แกนกลางของต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

นิยามที่เกี่ยวข้องในปัญหาพิเศษนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยาม

วิถี (path)

วิถีจากพิกเซลที่ $[i_0,j_0]$ ไปยังพิกเซลที่ $[i_n,j_n]$ คือลำดับของ พิกเซลที่เริ่มจาก $[i_0,j_0],[i_1,j_1],[i_2,j_2],\ldots,[i_n,j_n]$ ซึ่ง พิกเซลที่ $[i_k,j_k]$ คือ พิกเซลใกล้เคียงที่ $[i_{k+1},j_{k+1}]$ สำหรับทุกๆ k ซึ่ง $0 \le k \le n-1$

พื้นหน้า (Foreground)

เซตของทุกพิกเซลในภาพที่มีค่าความสว่างเป็น 1 เรียกว่า "พื้นหน้า" แทนด้วย S

สภาพเชื่อมโยง (Connectivity)

ให้ p และ q เป็นพิกเซลใน S เรากล่าวว่า p จะเชื่อมโยงกับ q ถ้ามีวิถี (path)จาก p ไปยัง q อยู่ภายใน S

ข้อสังเกต สภาพเชื่อมโยงมีความสมมูลดังนี้

ให้ p,q,r อยู่ใน S ดังนั้น

1. พิกเซล p เชื่อมต่อไปยัง p (สมบัติการสะท้อน)
2. ถ้า p เชื่อมต่อไปยัง q แล้ว q เชื่อมต่อไปยัง p (สมบัติการสลับที่)
3. ถ้า p เชื่อมต่อไปยัง q และ q เชื่อมต่อไปยัง r แล้ว p จะเชื่อมต่อไปยัง r (สมบัติการถ่ายทอด)
4.

องค์ประกอบเชื่อมโยง (Connected Component)

เซตของพิกเซลซึ่งแต่ละพิกเซลที่เชื่อมโยงกับทุกพิกเซลอื่น ๆ เรียกว่า "องค์ประกอบเชื่อมโยง"

พื้นหลัง (Background)

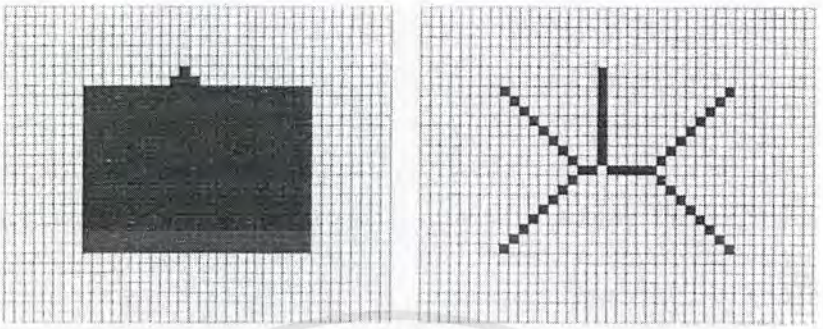
เซตของทุกองค์ประกอบเชื่อมโยงของ $\overline{S}$ (คอมพลีเมนต์ของ S) ซึ่งเป็นจุดขอบของภาพ จะเรียกว่า "พื้นหลัง"

เส้นแกนกลาง (Medial axis)

เรากล่าวว่า ระยะทาง $d([i,j],\overline{s})$ จากพิกเซล [i,j] ใน S ไปยัง $\overline{S}$ จะมีค่าสูงสุดเมื่อ $d([i,j],\overline{S}) \ge d([u,v],\overline{S})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับทุกพิกเซล [u,v] ในย่านใกล้เคียง (neighborhood)ของพิกเซลที่ [i,j] เซตของพิกเซลใน S ที่มีระยะทางสูงสุดจาก $\overline{S}$ เรียกว่า โครงร่าง (skeleton) , แกนสมมาตร (symmetric axis) หรือ เส้นแกนกลาง (Medial axis) ของ S ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทานธวัช สุขโสม และวราวุฒิ อรุณรัตนชัย. 2541. "การหาจุดเด่นของขอบภาพวัตถุ." ปริญญานิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สิทธิศักดิ์ รอดทุกข์. 2539. "การทำเธรดโซลด์ภาพสำหรับงานประยุกต์ที่ต้องการแยกภาพตัวอักษร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล. 2543. "เอกสารประกอบการเรียนวิชา Image Processing." สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Jenifer Coggins and Elena Sparrow . 1999. **Tree Rings;Study of Climate Change.** [Online]. Available : http://www.athena.ivv.nasa.gov/curric/land/global/greestel.html#life.

Linda Nieuwenstein. 1999-2001. **Paint Shop Pro 6 Tutorial.**[Online]. Available : http://www.jasc.com/default.jsp?.

Pitas Loannis. 1993. **Digital Image Processing Algorithm.** Prentice Hall.

Rafel C. Gonzalez and Richard E. Woods. 1992. **Digital Image Processing.** Addison – Wesley.

Ramiro Jord and Roberto Lotufo. 1997. **Data Representation.** [Online]. Available : http://www.eece.unm.edu/dip/html-dip/c1/s1/front-page.html.

Ramiro Jord and Roberto Lotufo. 1997. **Histogram Equalization.** [Online]. Available : http://sevilleta.unm.edu/~bmilne/khoros/html-dip/c4/s5/front-page.html.

Survey. [Online]. Available : http://cs.ffpri.affrc.go.jp/fdb/TRINGS/11-28/snap-e.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้