

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4



นายเรืองวุฒิ อิศระมงคลการ  
นางสาววิรัชชา เมฆประสาท

ร.พ.  
ร.8617  
2550

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... **81608**  
วัน,เดือน,ปี..... **19 ส.ย. 2551**

b..... **119.33A58**  
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# **Development of Image Analysis Software for Microscopic Object Size Measurement**

Mr. Ruangwut Itsaramongkonkarn

Miss Wanichaya Mekprasart



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the  
Requirement for the Degree of Bachelor of Science  
Department of Applied Physics  
Faculty of Science  
King Mongkut 's Institute of Technology Ladkrabang

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โครงการพิเศษเรื่อง** การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์

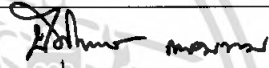



**นักศึกษา** นายเรืองวุฒิ อิศระมงคลการ  
นางสาววณิชยา เมฆประสาท


**ภาควิชา** ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

**สาขาวิชา** ฟิสิกส์ประยุกต์ – เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาลัดดา

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

	คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ดร. ปิติพร ถนอมงาม	
กรรมการ	ผศ. ดร.ปรีชา เทียนสมประสงค์	
กรรมการ	รศ.วิชาญ เตชิตธีระ	
กรรมการที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาลัดดา	

  
 .....  
 (รองศาสตราจารย์ วิชาญ เตชิตธีระ)  
 หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์
นักศึกษา	นายเรืองวุฒิ อิศระมงคลการ นางสาววณิชยา เมฆประสาธ
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ – เครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาด้ดดา

### บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โปรแกรมวิเคราะห์ภาพได้รับการพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 วัตถุขนาดเล็กจะถูกถ่ายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์พร้อมกับสเกลตา (เมื่อทราบกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์) หรือพร้อมกับสเกลอ้างอิงที่ระนาบของวัตถุ (เมื่อไม่ทราบกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์) ภาพของวัตถุจะถูกวิเคราะห์หาขนาดโดยโปรแกรมด้วยการเปรียบเทียบกับภาพของสเกลอ้างอิง ในโครงการพิเศษนี้ใช้สเกลตาแบบเชิงเส้นที่มีความละเอียด 100 ไมโครเมตร และใช้สเกลอ้างอิงที่ตำแหน่งของวัตถุเป็นตารางที่มีความละเอียด 100 ไมโครเมตร เช่นกัน โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดขนาดมุม และรัศมีความโค้งของวัตถุได้ ความแม่นยำของโปรแกรมถูกทดสอบโดยการเปรียบเทียบกับผลการวัดจากไมโครมิเตอร์แบบดิจิตอลที่มีความละเอียด 1 ไมโครเมตร ผลการทดสอบพบว่า การวัดโดยใช้สเกลตาเป็นสเกลอ้างอิงให้ความถูกต้องมากกว่าการวัดโดยใช้สเกลอ้างอิงที่ตำแหน่งวัตถุ

<b>Special Project Title</b>	Development of Image Analysis Software for Microscopic Object Size Measurement
<b>Name</b>	Mr. Ruangwut Itsaramongkonkarn Miss Wanichaya Mekprasart
<b>Department</b>	Applied Physics <b>Faculty of Science</b>
<b>Program</b>	Applied Physics - Science and Industry Instrumentation
<b>Academic Year</b>	2550
<b>Special Project Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Warawoot Thowladda

### ABSTRACT

This special project proposes the development of image analysis software for microscopic object size measurement. The image analysis program was developed by Microsoft Visual Basic 6.0. A small size object was photographed through a microscope either with a reticule in the eyepiece (known microscope magnification) or with a reference scale at object plane (unknown microscope magnification). The developed software identifies the object size by comparing the image of the object with the reference scale. The reticule with 100 micrometers resolution linear scale was placed in the eyepiece of microscope. The reference scale placed at object plane was 100 micrometers resolution grid array. The size, angle and radius of curvature of object could be measured by this software. The measurement results of this software were rechecked by digital micrometer with the resolution of 1 micrometer. The experiment showed that the measurement using eyepiece reticule as a reference scale were found to be much more accurate than the measurement using a object reference scale.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้ สามารถเสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความสนับสนุน ช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผศ. ดร. วราวุฒิ เถาสัตตดา

ผู้ซึ่งถ่ายทอดวิชาความรู้ทั้งด้านวิชาการและให้คำปรึกษาในการทำงานเป็นอย่างดีมาตลอดจนโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณ ศ.ทิพวรรณ คล้ายบุญมี

ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองของโครงการนี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ

คุณ สมภพ แซ่เจ็ย

ผู้ที่ให้คำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการเขียนโปรแกรมรวมทั้งตำราที่ใช้ประกอบการทำรายงานนี้

คุณ อมร เทศสกุลวงศ์

ผู้ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองของโครงการนี้ พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ

นายเรืองวุฒิ อิศระมงคลการ

นางสาววณิชชา เมฆประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น	4
2.1 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิทัล	4
2.2 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิทัล	5
2.3 ลักษณะข้อมูลภาพ	6
2.4 มาตรฐานของสี	7
2.5 การทำกระบวนการจุด Pixels (Point Processing)	8
2.5.1 ภาพระดับเทา (Gray Scale)	8
2.5.2 การสร้างภาพ Binary ด้วยการใช้เทคนิคการทำ Threshold	9
2.6 รูปภาพในระบบดิจิทัล	9
2.6.1 ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Graphic)	10
2.6.2 ภาพบิตแมป (Bitmap Image)	11
2.6.2.1 ความหมายและโครงสร้างไฟล์ภาพชนิด Bitmap หรือ BMP	11
2.6.2.2 โครงสร้างของไฟล์ Bitmap หรือ BMP	12
2.6.2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด Bitmap หรือ BMP	13
2.6.2.4 File Header	13
2.6.2.5 ตัวอย่างของไฟล์ Bitmap	15
2.7 ประเภทของรูปภาพ	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 อินเด็กซ์ อิมเมจ (Indexed Images)	16
2.7.2 อินเทนซิตี อิมเมจ (Intensity Images)	17
2.7.3 ไบนารี อิมเมจ (Binary Images)	18
2.7.4 อาร์ จี บี อิมเมจ (RGB Images)	19
บทที่ 3 การเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุ	20
3.1 โปรแกรมการวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์	20
3.2 การหาขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายโดยผ่านกล้องจุลทรรศน์	21
3.2.1 เมื่อไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์	21
3.2.2 เมื่อรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์	23
3.3 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์	24
3.3.1 การติดตั้งโปรแกรม	24
3.3.2 การใช้งานโปรแกรม	24
3.4 โฟลวชาร์ทของโปรแกรมการแสดงผลในแบบต่างๆ	26
บทที่ 4 การทดลอง ผลการทดลอง และอภิปรายผล	31
4.1 การทดลอง	31
4.1.1 อุปกรณ์และการจัดเตรียมการทดลอง	31
4.1.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	31
4.1.1.2 ขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	34
4.1.2 วิธีการทดลอง	35
4.2 วิธีการคำนวณหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องกราฟ	40
4.2.1 วิธีการหาค่าเฉลี่ย	41
4.2.2 วิธีการหาค่ามัธยฐาน	42
4.3 ผลการทดลองการวัดขนาดของวัตถุ	44
4.3.1 ผลการทดลองจากการวัดขนาดของวัตถุเมื่อไม่รู้กำลังขยายของ กล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลวัตถุเป็นสเกลอ้างอิง)	44
4.3.1.1 การวัดขนาดของแท่งเข็ม	44
4.3.1.2 การวัดขนาดของเส้นผม	45
4.3.1.3 การวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.1.4 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm.	47
4.3.1.5 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm.	48
4.3.1.6 การวัดขนาดของเส้นทองแดง	49
4.3.2 ผลการทดลองจากการวัดขนาดของวัตถุเมื่อรู้กำลังขยายของ กล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลตาเป็นสเกลอ้างอิง)	50
4.3.2.1 การวัดขนาดของแท่งเข็ม	50
4.3.2.2 การวัดขนาดของเส้นผม	51
4.3.2.3 การวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire	52
4.3.2.4 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm.	53
4.3.2.5 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm.	54
4.3.2.6 การวัดขนาดของเส้นทองแดง	55
4.4 ผลการทดลองการวัดขนาดของวัตถุโดยวางในแนวตั้งและแนวนอน	56
4.4.1 ผลการทดลองการวัดขนาดของแท่งเข็มจากการวางวัตถุใน แนวตั้งและแนวนอน	57
4.4.2 ผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน	58
4.4.3 ผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน	59
4.5 การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุ	60
4.5.1 การเปรียบเทียบสเกลวัตถุกับสเกลตา	60
4.5.2 การหาค่าความคลาดเคลื่อนของสเกลวัตถุโดยใช้สเกลตา เป็นมาตรฐาน	60
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผล	63
5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง	64
5.3 ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารอ้างอิง	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

### ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วิธีการใช้งานโปรแกรม

ภาคผนวก ข. ซอร์สโค้ดโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบายและพิกัดที่ใช้ในระบบภาพ	4
รูปที่ 2.2 ภาพดิจิทัลขนาด 64 x 64 Pixel <sup>2</sup>	6
รูปที่ 2.3 Gray Level และ Gray Scale	6
รูปที่ 2.4 การรวมกันของสี	7
รูปที่ 2.5 ภาพต้นฉบับและภาพที่ถูกทำเป็น Gray Scale	8
รูปที่ 2.6 ภาพต้นฉบับและภาพที่ถูกทำเป็น Threshold	9
รูปที่ 2.7 (A) ภาพแบบเวกเตอร์	10
(B) ภาพแบบเวกเตอร์ที่ขยายขนาด	
รูปที่ 2.8 (A) ภาพแบบ Bitmap	12
(B) ภาพแบบ Bitmap ที่ขยายขนาด	
รูปที่ 2.9 ลักษณะของข้อมูลภาพชนิด Bitmap	12
รูปที่ 2.10 (A) ภาพ JPEG คุณภาพ 0 ขนาดไฟล์ 4.52 KB	16
(B) ภาพ JPEG คุณภาพ 30 ขนาดไฟล์ 9.05 KB	
(C) ภาพ JPEG คุณภาพ 100 ขนาดไฟล์ 64.3 KB	
รูปที่ 2.11 รูปประเภทอินเด็กซ์ อิมเมจ (Indexed Images)	17
รูปที่ 2.12 (A) gray image และ pixel value ของ gray image	18
(B) 8 bit gray scale	
รูปที่ 2.13 รูปประเภทไบนารี อิมเมจ (Binary Images)	18
รูปที่ 2.14 รูปประเภทอาร์จีบี อิมเมจ (RGB Images)	19
รูปที่ 3.1 หน้าจอการแสดงผลของโปรแกรม	21
รูปที่ 3.2 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลวัตถุขณะยังไม่เพิ่มกำลังขยาย	22
รูปที่ 3.3 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลวัตถุที่เพิ่มกำลังขยายเป็น 2 เท่าจากรูปที่ 3.2	22
รูปที่ 3.4 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลตาขณะยังไม่เพิ่มกำลังขยาย	23
รูปที่ 3.5 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลตาที่เพิ่มกำลังขยายเป็น 2 เท่าจากรูปที่ 3.4	24
รูปที่ 3.6 โพลซาร์ทของโปรแกรมทั้งหมด	26
รูปที่ 3.6 (ต่อ) โพลซาร์ทของการคำนวณการวัดค่าต่าง ๆ ในโปรแกรม	27
รูปที่ 3.7 โพลซาร์ทการคำนวณหาค่า pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ	28
รูปที่ 3.8 โพลซาร์ทการคำนวณหาค่า pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลตา	29

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.9 โพลซาร์ทการคำนวณหาขนาดของวัตถุโดยใช้สเกลวัตถุ	30
รูปที่ 3.10 โพลซาร์ทการคำนวณหาขนาดของวัตถุโดยใช้สเกลตา	30
รูปที่ 4.1 กล้องจุลทรรศน์ชนิด Olympus SZ 11	31
รูปที่ 4.2 กล้องดิจิทัลชนิด Canon Powershot G7	32
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์เสริมที่ต่อกับกล้องดิจิทัล	32
รูปที่ 4.4 สเกลตา (Reticule in the eyepiece)	33
รูปที่ 4.5 สเกลวัตถุ (Reference scale at object plane)	33
รูปที่ 4.6 การต่ออุปกรณ์เสริมของกล้องดิจิทัลประกอบเข้ากับเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์	34
รูปที่ 4.7 การต่ออุปกรณ์เสริมของกล้องดิจิทัลประกอบเข้ากับกล้องดิจิทัล และกล้องจุลทรรศน์	34
รูปที่ 4.8 การต่อร่วมกันของอุปกรณ์การทดลองทั้งหมด	35
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลการเลือกโหมดการทำงาน	35
รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงผลการโหลดรูปวัตถุเข้ามาในโปรแกรม	36
รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลการระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์	36
รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงผลการ calibrate ที่สเกลตา	37
รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงผลการปรับค่า Threshold เมื่อกราฟของการ calibrate ไม่ชัดเจน	37
รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลตา	38
รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงผลการ Calibrate บริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัตถุ	38
รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงผลของกราฟจากการ Calibrate บนสเกลวัตถุ	39
รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลวัตถุ	40
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงผลการหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ	40
รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยใช้สเกลวัตถุ	44
รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นผมโดยใช้สเกลวัตถุ	45
รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยใช้สเกลวัตถุ	46
รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลวัตถุ	47
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลวัตถุ	48
รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกลวัตถุ	49
รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยใช้สเกลตา	50

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นผม โดยใช้สเกลตา	51
รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยใช้สเกลตา	52
รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลตา	53
รูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลตา	54
รูปที่ 4.30 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกลตา	55
รูปที่ 4.31 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็ม โดยวางวัตถุในแนวตั้ง	57
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็ม โดยวางวัตถุในแนวนอน	
รูปที่ 4.32 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยวางวัตถุในแนวตั้ง	58
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยวางวัตถุในแนวนอน	
รูปที่ 4.33 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยวางวัตถุในแนวตั้ง	59
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยวางวัตถุในแนวนอน	
รูปที่ 4.34 (A) การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุด้านกว้าง	60
(B) การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุด้านยาว	
รูปที่ 4.35 การหาค่าจำนวน pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลตา	61
รูปที่ 4.36 การหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ	61

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 File Header	13
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) File Header	14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

การวัดเป็นสิ่งจำเป็นในทุกสาขาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดประสงค์ของการวัดคือการบอกค่าเป็นตัวเลขของปริมาณที่ต้องการวัด เช่น ความยาวและน้ำหนัก เป็นต้น การวัดโดยทั่วไปจะทำโดยเครื่องมือวัด เช่น ไม้บรรทัด ไมโครมิเตอร์ และตาชั่ง เป็นต้น โดยเครื่องมือเหล่านี้จะต้องถูกสอบเทียบ โดยการเปรียบเทียบกับปริมาณที่ทราบขนาดมาก่อนเสมอ ตัวอย่างเช่น สเกลของไม้บรรทัดหรือไมโครมิเตอร์จะถูกสร้างขึ้นโดยเทียบกับความยาวมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนที่เป็นยอมรับ หรือสเกลของเครื่องชั่งก็ต้องสร้างขึ้น โดยการเทียบกับมวลมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนและเป็นที่ยอมรับมาก่อน เป็นต้น

สำหรับวัตถุบางชนิดที่มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าหรือมีลักษณะอ่อนนุ่มและไม่คงรูป เช่น เซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถวัดขนาดได้ด้วยเครื่องวัดปกติ อย่างไรก็ตาม การวัดขนาดของวัตถุลักษณะนี้สามารถทำได้โดยการวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ขนาดของวัตถุสามารถหาได้โดยการเปรียบเทียบกับสเกลที่อยู่ในกล้องจุลทรรศน์โดยตรงหรืออาจทำการถ่ายภาพของวัตถุนั้นแล้วจึงนำภาพมาวิเคราะห์หาขนาดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในภายหลังได้ แต่กล้องจุลทรรศน์ที่สามารถถ่ายภาพวัตถุด้วยกล้องดิจิทัลความละเอียดสูง โดยทั่วไปจะมีราคาสูงกว่ากล้องจุลทรรศน์แบบเดียวกันแต่ไม่มีกล้องถ่ายภาพมาก

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีในด้านต่างๆ เกิดขึ้นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้กล้องดิจิทัลในการถ่ายภาพ จะเห็นได้ว่าการผลิตและนำออกขายเป็นจำนวนมาก โดยกล้องแต่ละรุ่นจะมีฟังก์ชันการทำงานที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะตอบสนองการใช้กับผู้บริโภค กล้องถ่ายภาพดิจิทัลที่มีความละเอียดระดับ 5 – 10 ล้าน พิกเซล เป็นสิ่งที่หาได้ทั่วไปในราคาที่เหมาะสม ถ้าสามารถติดตั้งกล้องเหล่านี้เข้ากับกล้องจุลทรรศน์ได้ ก็จะได้ประโยชน์การใช้งานสูงสุด จึงเป็นที่มาของโครงการพิเศษ ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับทำการวิเคราะห์ขนาดของวัตถุที่ถ่ายจากกล้องดิจิทัลโดยผ่านทางกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งโดยทั่วไปกล้องจุลทรรศน์จะแบ่งได้ 5 ประเภทคือ

1. Light microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่พบอยู่ทั่วไป โดยเวลาส่องดูจะเห็นพื้นหลังเป็นสีขาว และจะเห็นเชื้อจุลินทรีย์มีสีเข้มกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Dark field microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีพื้นหลังเป็นสีดำ เห็นเชื้อจุลินทรีย์สว่าง เหมาะสำหรับใช้ส่องจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก ที่ติดสียาก
3. Phase contrast microscope ใช้สำหรับส่องเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังไม่ได้ทำการย้อมสี จะเห็นชัดเจนกว่า Light microscope
4. Fluorescence microscope ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็น อัลตราไวโอเล็ต ส่องดูจุลินทรีย์ที่ย้อมด้วยสารเรืองแสง ซึ่งเมื่อกระทบกับแสง UV จะเปลี่ยนเป็นแสงช่วงที่มองเห็นได้ แล้วแต่ชนิดของสารที่ใช้ พื้นหลังมักมีสีดำ
5. Electron microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงมาก เพราะใช้ลำอิเล็กตรอน แทนลำแสงปกติและใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแทนเลนส์แก้ว เป็นกล้องที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้าง และส่วนประกอบของเซลล์ ได้อย่างละเอียด ที่กล้องชนิดอื่นไม่สามารถทำได้

โครงการพิเศษนี้จะใช้กล้องจุลทรรศน์แบบ Light microscope เพื่อใช้ส่องดูวัตถุ กล้องที่ใช้เป็นชนิด stereo microscope ซึ่งประกอบด้วยเลนส์วัตถุและเลนส์ตาอย่างละ 2 ชุด ทำมุมต่างกันเล็กน้อย ทำให้สามารถมองเห็นภาพเป็น 3 มิติได้ กล้องจุลทรรศน์นี้มีกำลังขยายในช่วง 18 – 110 เท่า กล้องถ่ายภาพดิจิทัลความละเอียด 10 ล้าน พิกเซล จะถูกติดตั้งเข้ากับเลนส์ตาข้างใดข้างหนึ่งผ่านทางอุปกรณ์เสริมที่ออกแบบมา ภาพของวัตถุจะถูกบันทึกด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิทัลความละเอียดสูงนี้ ในการวัดขนาดของวัตถุนี้จะต้องใช้โปรแกรมประมวลผล โดยในปัจจุบันนี้ได้มีการใช้โปรแกรมวัดขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายอยู่แล้ว แต่ก็ยังไม่แพร่หลายและต้องมีการจ่าย อีกทั้งในการถ่ายภาพยังต้องระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ด้วย ดังนั้นในโครงการนี้จึงมีความประสงค์ที่จะสร้างโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายขึ้นมาเอง โดยสามารถวัดที่กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ขนาดเท่าไรก็ได้ ภายใต้โครงการที่ชื่อว่า การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ส่วนโปรแกรมที่ใช้เขียนนั้นจะใช้โปรแกรม Visual Basic 6.0 โดยจะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนควบคุมเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

## 1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาวิธีการวัดขนาดของวัตถุในระดับจุลภาคจากภาพถ่ายผ่านกล้องจุลทรรศน์
- 2) เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวัดขนาดของวัตถุจากภาพถ่าย
- 3) เพื่อวัดขนาดของวัตถุระดับจุลภาคด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น
- 4) ฝึกการทำงานของนักศึกษาให้มีความรับผิดชอบ และมีความสามัคคีในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาโปรแกรม Visual Basic 6.0 ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งจะใช้ฟังก์ชันในการทำงานส่วนกราฟิก
- 2) ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อหาวิธีการวัดขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายดิจิทัล และต้องการมีการแสดงผลของโปรแกรมเป็นอย่างไร
- 3) เริ่มการเขียนโปรแกรมตามที่ได้วางแผนในข้อ 2
- 4) ทำการทดสอบวัดขนาดของวัตถุที่ทราบค่า ด้วยโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมา
- 5) แก้ไขโปรแกรมที่ผิดพลาด (ถ้ามี) และเพิ่มฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ของโปรแกรมตามความเหมาะสม
- 6) ทำการทดลองโปรแกรม โดยนำไปวัดขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัลผ่านทางกล้องจุลทรรศน์

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้รับความรู้ในการเขียนโปรแกรมจากโปรแกรม Visual Basic 6.0
- 2) ได้โปรแกรมที่สามารถนำไปใช้วัดขนาดของวัตถุระดับจุลภาคที่มาจากภาพถ่ายดิจิทัลได้จริง

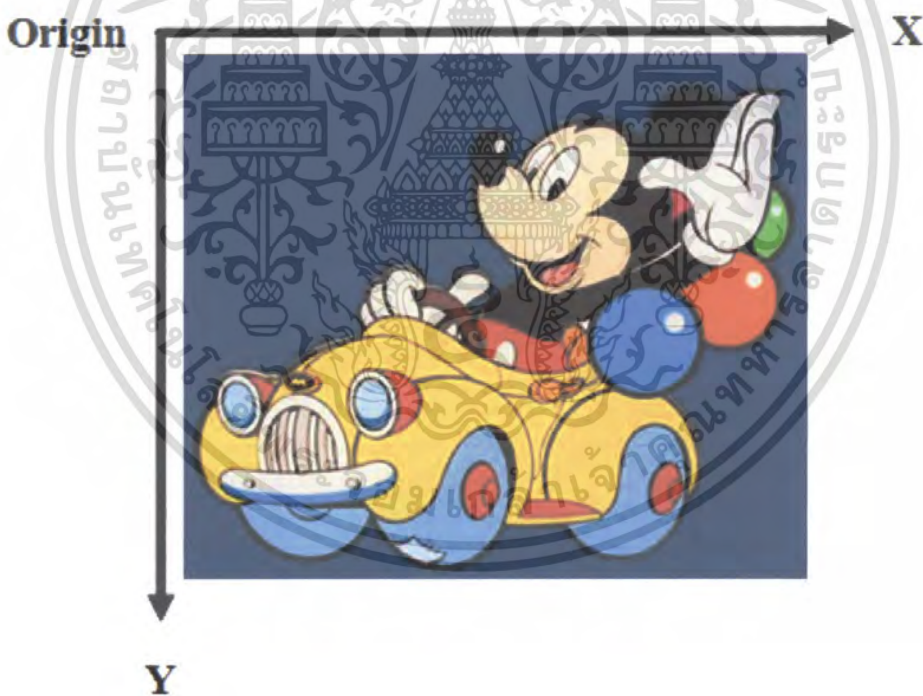
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น

#### 2.1 ความหมายและนิยามของภาพในระบบดิจิทัล

ภาพ (Image) ในเชิงคณิตศาสตร์จะหมายถึง ฟังก์ชัน 2 มิติ  $f(x,y)$  โดย  $x$  และ  $y$  เป็นแกนพิกัดในระนาบ 2 มิติ ค่าฟังก์ชัน  $f(x,y)$  จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง  $(x,y)$  ซึ่งเรียกว่า ระดับสีเทา (Gray level) ในรูปที่ 2.1 จะแสดงให้เห็นถึงระนาบและจุดพิกัดของภาพ ซึ่งปกติเราจะให้จุดกำเนิดของแกนพิกัด (Coordinate system) อยู่ทางมุมบนซ้ายของภาพ



รูปที่ 2.1 ระนาบและพิกัดที่ใช้ในระบบภาพ

ภาพ 2 มิติที่แทนด้วยฟังก์ชัน  $f(x,y)$  โดย  $x$  และ  $y$  เป็นแกนในระนาบของภาพ ค่าของฟังก์ชันที่จุด  $(x,y)$  คือความเข้มของแสงที่จุดนั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ดังนั้น  $f(x,y)$  ต้องไม่เป็นศูนย์ และมีค่า (finite) นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน  $0 < f(x,y) < \infty$  ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด (2.1.1) ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติธรรมชาติของแสง ซึ่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสงและส่วนที่สะท้อนของแสง ดังนั้น เราจะสามารถแยกฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ออกเป็น 2 ส่วนคือ อิลลูมินันซ์คอมโพเนนต์ (illumination component) และ รีเฟล็กแทนท์คอมโพเนนต์ (reflectant component) จะได้ว่า

$$f(x,y) = i(x,y) \times r(x,y) \quad (2.1.2)$$

เมื่อ

$$0 < i(x,y) < \infty \quad (2.1.3)$$

และ

$$0 < r(x,y) < 1 \quad (2.1.4)$$

สมการ (2.1.4) แสดงให้เห็นว่า ฟังก์ชันการสะท้อนถูกจำกัดขอบเขตระหว่าง 0 (ซึ่งหมายถึง การดูดซึมสมบูรณ์) และ 1 (ซึ่งหมายถึง การสะท้อนโดยสมบูรณ์) ธรรมชาติของ  $i(x,y)$  ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสง ในขณะที่  $r(x,y)$  ขึ้นอยู่กับวัตถุที่สะท้อนแสงมาเข้าตา

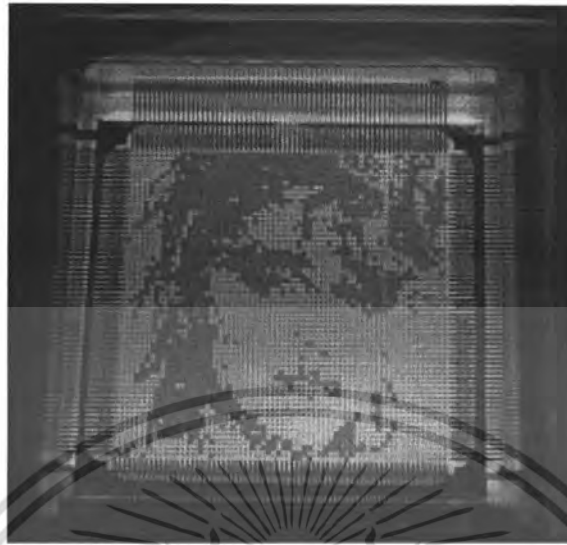
ดังที่กล่าวมาแล้ว ความเข้มของภาพที่จุด  $(x,y)$  เรียกว่า ระดับสีเทา (Gray level) จะแทนด้วยสัญลักษณ์  $\ell$  (แอล) จากสมการที่ (2.1.2) ถึง (2.1.4) จะเห็นว่า  $\ell$  ควรอยู่ในช่วง

$$L_{\min} \leq \ell \leq L_{\max} \quad (2.1.5)$$

ในทางทฤษฎี  $L_{\min}$  ต้องมีค่าบวก ในขณะที่  $L_{\max}$  ต้องมีค่าน้อยกว่าอนันต์ ในทางปฏิบัติ  $L_{\min} = L_{\min} r_{\min}$  และ  $L_{\max} = L_{\max} r_{\max}$  ช่วงของ  $(L_{\min}, L_{\max})$  เราเรียกว่า ช่วงของระดับสีเทา ในทางปฏิบัติโดยใช้หลักคณิตศาสตร์ เรานิยมปรับช่วง  $(L_{\min}, L_{\max})$  ให้เป็นช่วง  $(0, L)$  โดย  $\ell = 0$  จะหมายถึง ดำสนิท และ  $\ell = L$  หมายถึง ขาว

## 2.2 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิทัล

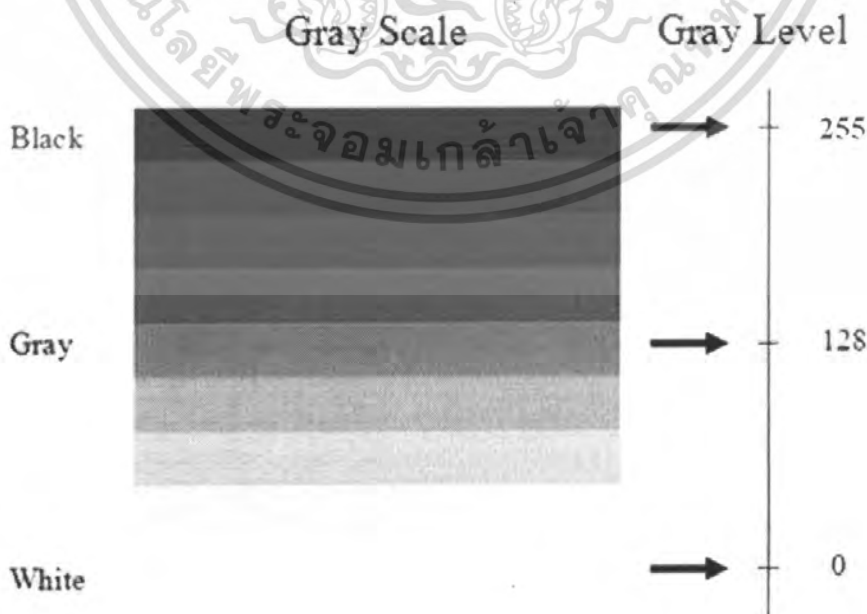
ภาพดิจิทัล (digital image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากภาพอนาลอกอยู่ในรูปตัวเลข โดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งโดย  $(x,y)$  และค่าระดับสีเทาของพิกเซลนั้น คือค่าของ  $f(x,y)$  รูป 2.2 จะเป็นการแสดงภาพดิจิทัลขนาด  $64 \times 64$  Pixel<sup>2</sup>



รูปที่ 2.2 ภาพดิจิทัลขนาด  $64 \times 64 \text{ Pixel}^2$

### 2.3 ลักษณะข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพจะถูกแทนด้วยอาร์เรย์เรขาคณิต (Rectangular Array) ของเลขจำนวนเต็ม โดยแสดงตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละพิกเซลซึ่งบอกเป็นแถวกับหลัก และระดับความเข้มของแต่ละพิกเซล (Gray Level) ซึ่งมีถึง 256 ระดับ ที่ระดับความเข้ม 256 แทนสีขาว สว่างมาก ที่ระดับความเข้ม 0 แทนสีดำ คือบริเวณมืด ดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 Gray Level และ Gray Scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 มาตรฐานของสี

มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกัน แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในสเปซ 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในสเปซ ซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่นในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงิน ในระบบ HLS จะมีแกนเป็น ค่าสี (Hue) ความสว่าง (Lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (Saturation) แต่ในที่นี้จะขอก้าวถึงระบบสี RGB เท่านั้น

### ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมตัวกันของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT ระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสงซึ่งเกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึม จะเกิดแถบสีที่เรียกว่า สเปกตรัม (Spectrum) ซึ่งแยกสีตามที่สายตามองเห็นได้ 7 สี คือ แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม ม่วง ซึ่งเป็นพลังงานอยู่ในรูปของรังสีที่มีช่วงคลื่นในย่านที่สายตาสามารถมองเห็นได้ แสงสีม่วงมีความถี่ของคลื่นสูงที่สุด คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าแสงสีม่วง เรียกว่า อุลตราไวโอเลต (Ultra Violet) และคลื่นแสงสีแดง มีความถี่คลื่นต่ำที่สุด คลื่นแสงที่ต่ำกว่าแสงสีแดงเรียกว่า อินฟราเรด (InfraRed) คลื่นแสงที่มีความถี่สูงกว่าสีม่วง และต่ำกว่าสีแดงนั้น สายตาของมนุษย์ไม่สามารถรับได้ และเมื่อศึกษาดูแล้วแสงสีทั้งหมดเกิดจากแสงสี 3 สี คือ สีแดง (Red) สีน้ำเงิน (Blue) และสีเขียว (Green) ทั้งสามสีถือเป็นแม่สีของแสง เมื่อนำมาฉายรวมกันจะทำให้เกิดสีใหม่ อีก 3 สี คือ สีแดงมาเงินดำ สีฟ้าไซแอน และสีเหลือง และถ้าฉายแสงสีทั้งหมดรวมกันจะได้แสงสีขาว

เนื่องจากระบบสี RGB เป็นระบบสีของแสง จึงทำให้ภาพที่ได้ออกมานั้นมีความสมจริงและสวยงาม จากคุณสมบัติของแสงนี้เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทั่วไปในการฉายภาพยนตร์ การบันทึกภาพวิดีโอ ภาพโทรทัศน์ การสร้างภาพเพื่อการนำเสนอทางจอคอมพิวเตอร์ และการจัดแสงสีในการแสดง เป็นต้น



รูปที่ 2.4 การรวมกันของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 การทำกระบวนการจุด Pixels (Point Processing)

การทำกระบวนการจุด Pixels จะเป็นการนำค่า Pixels ที่พิกัดนั้นๆ มาประมวลผลทีละจุด และกระทำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบทั้งภาพ หรือตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ (แล้วแต่การใช้งาน)

### 2.5.1 ภาพระดับเทา (Gray Scale)

ภาพระดับเทา (Gray Scale) เป็นกระบวนการที่ทำให้ความเข้มของแม่สีในภาพมีระดับเดียวกัน (Intensity Transformation) นั่นก็คือ ใน Pixels หนึ่งนั้นจะประกอบไปด้วยสี R, G, B จะเห็นได้ว่ามีถึง 3 ค่าใน 1 Pixels ซึ่งจะทำให้ยากในการประมวลผล ดังนั้นก็ควรทำให้ภาพมีความเข้มสีในระดับเดียวกันทั้งหมดก่อน ด้วยการทำให้เป็น Gray Level (การทำให้แม่สี R, G, B ทั้ง 3 มีค่าเท่ากัน) ส่วน Algorithm ที่ใช้ในการทำ Gray Scale นั้นที่นิยมใช้มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ วิธีที่ 1 จะเป็นการหาค่าเฉลี่ยค่าของแม่สีทั้งสาม ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด แต่ก็อาจจะมีคามผิดเพี้ยนของสีได้ จึงมีแบบที่ 2 ซึ่งจะคิดตามความสว่างของสีแต่ละแม่สี โดยมีรูปแบบดังสมการ

$$R_R = \frac{(R_s + G_s + B_s)}{3} \quad (2.1.6)$$

$$G_R = \frac{(R_s + G_s + B_s)}{3} \quad (2.1.7)$$

$$B_R = \frac{(R_s + G_s + B_s)}{3} \quad (2.1.8)$$



รูปที่ 2.5 ภาพต้นฉบับและภาพที่ถูกทำเป็น Gray Scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.2 การสร้างภาพ Binary ด้วยการใช้เทคนิคการทำ Threshold

การสร้างภาพ Binary หมายถึง การแปลงข้อมูลภาพที่มีความเข้มหลายระดับ ให้เป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียง 2 ระดับคือ 1 จุดภาพ มีค่าได้แค่ 2 ค่าเท่านั้น โดยเป็น 0 กับ 1 ซึ่ง 1 จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีขาว และ 0 หมายถึงจุดภาพที่มีสีดำ การแปลงข้อมูลภาพหลายระดับให้เป็นภาพ Binary จึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์มากในการแสดงผลภาพที่มีระดับความเข้มของภาพหลายระดับบนอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ 2 ระดับ ประโยชน์อีกประการหนึ่งคือการลดเนื้อที่เก็บข้อมูลภาพให้เหลือเพียง 2 บิต



รูปที่ 2.6 ภาพต้นฉบับและภาพที่ถูกทำเป็น Threshold

ในการสร้างภาพ Binary นั้น สามารถทำได้โดยการใช้เทคนิคการทำเทรชโฮลด์ (Threshold Techniques) โดยพิจารณาว่าจุดใดควรจะเป็นจุดขาวหรือจุดดำ จะกระทำโดยการเปรียบเทียบกันระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่ง เรียกว่า ค่า Threshold ซึ่งจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 – 255 หากค่าของ pixels นั้นเป็น 0 และหาก pixels นั้นมีค่ามากกว่าค่า Threshold ก็ให้ pixels มีค่าเป็น 1

## 2.6 รูปภาพในระบบดิจิทัล

ปกติแล้วรูปภาพจะสามารถสร้างได้จากโปรแกรมกราฟิก อาทิ Adobe Photoshop, Macromedia Firework ฯลฯ แต่เมื่อใดก็ตามที่เราต้องการนำรูปภาพทั่วไปนำมาใช้งานจะต้องมีการใช้เครื่องมือมาช่วย เช่น เครื่องสแกนเนอร์, กล้องดิจิทัล, หรือกล้องวิดีโอ อย่างไรก็ตาม รูปภาพทั้งหมดในระบบดิจิทัลจะถูกเรียกในชื่อเดียวว่า “ภาพดิจิทัลกราฟิก” ซึ่งโดยหลักการแล้วภาพดิจิทัลกราฟิกแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.1 ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Graphic)

เทคนิคภาพแบบเวกเตอร์ เป็นภาพที่สร้างด้วยส่วนประกอบของจุดภาพเส้นลักษณะต่าง ๆ และเก็บข้อมูลภาพกราฟิกไว้ในรูปแบบสูตรทางคณิตศาสตร์ที่บอกตำแหน่งของเส้นหรือจุดและความสัมพันธ์ว่า จุดใดหรือเส้นใดเชื่อมโยงกันบ้าง จึงสามารถปรับขนาดของภาพได้ง่าย และไม่ทำให้เสียรูปทรง ภาพที่ใช้เทคนิคนี้จึงประกอบด้วยวัตถุที่เห็นได้ชัดเจน เช่น เส้น วงกลม วงรี และรูปเหลี่ยมชนิดต่าง ๆ วัตถุแต่ละชิ้นที่ประกอบเป็นภาพแบบเวกเตอร์นั้นจะเป็นเอกเทศสามารถแก้ไขได้อย่างอิสระ

ตัวอย่างของภาพแบบเวกเตอร์ที่พบโดยทั่วไป คือ ชุดแบบอักษร (font) ที่ใช้กันในโปรแกรมต่าง ๆ ซึ่งพบว่าเมื่อปรับขนาดของตัวอักษรจะไม่ทำให้สัดส่วนของภาพเสียไป และภาพที่มีส่วนขยายเป็น wmf ซึ่งเป็นคลิปอาร์ต (clipart) ของไมโครซอฟต์ออฟฟิศ

ภาพแบบเวกเตอร์นี้ พบได้ในงานออกแบบด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม การร่างโครงร่างต่าง ๆ งานวิทยาศาสตร์ งานออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย และงานที่ต้องการภาพที่มีสัดส่วนแน่นอน เป็นต้น ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพประเภทนี้ ได้แก่ โปรแกรมออโตแคด (AutoCAD) โปรแกรมอะโดบีอิลลัสเตรเตอร์ (Adobe illustrator) และโปรแกรมมาโครมีเดียฟรีแฮนด์ (Macromedia Freehand)

#### ข้อดีของภาพแบบเวกเตอร์

- ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยกว่าภาพแบบ Bitmap
- สามารถเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพโดยที่ความละเอียดของภาพไม่ลดลงเช่น การย่อ ขยาย การหมุน

#### ข้อเสียของภาพแบบเวกเตอร์

- ไม่สามารถเก็บรายละเอียดของสีต่าง ๆ ได้ดี เนื่องจากเก็บในรูปแบบสูตรของเส้น



รูปที่ 2.7 (A) ภาพแบบเวกเตอร์

(B) ภาพแบบเวกเตอร์ที่ขยายขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.2 ภาพบิตแมป (Bitmap Image)

### 2.6.2.1 ความหมายและโครงสร้างไฟล์ภาพชนิด Bitmap หรือ BMP

ภาพแบบ Bitmap หรืออาจจะเรียกว่าภาพแบบราสเตอร์ (Raster) เป็นภาพที่เกิดจากจุดสีที่เรียกว่า “พิกเซล (Pixels)” ซึ่งประกอบกันเป็นรูปร่างบนพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเส้นตาราง (Grid) แต่ละ Pixels จะมีค่าตำแหน่งและค่าสีของตนเอง ภาพหนึ่งภาพจะประกอบด้วย Pixels หลายๆ Pixels ผสมกัน โดยจะคล้ายกับการแปรอักษรของกองเชียร์บนอัฒจันทร์ แต่เนื่องจาก Pixels มีขนาดเล็กมาก จึงเห็นภาพมีความละเอียดสวยงาม ไม่เห็นลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยม จึงเป็นภาพที่เหมาะสมต่อการแสดงภาพที่มีเฉดและสีสันจำนวนมาก เช่น ภาพถ่ายหรือภาพวาด ภาพแบบ Bitmap เป็นภาพที่ขึ้นอยู่กับความละเอียดหรือความคมชัด (Resolution) ซึ่งก็คือ จำนวน Pixels ที่แน่นอนในการแสดงภาพ ดังนั้นเมื่อมีการขยายภาพจะเกิดปัญหาคือ เห็นเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ หลาย ๆ จุดประกอบกัน เพราะ Grid ของภาพมีขนาดที่แน่นอนนั่นเอง

เพิ่มข้อมูลประเภทบิตแมปได้แก่

เพิ่มข้อมูลที่มีส่วนขยาย (extension) เป็น bmp, tif, gif, jpg, msp, pcd และ pct เป็นต้น และตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพประเภทนี้ ได้แก่ โปรแกรม Adobe Photoshop โปรแกรมไมโครซอฟต์เพนต์ (Microsoft Paint)

#### ข้อดีของภาพแบบ Bitmap

- สามารถเก็บรายละเอียดของภาพให้มีสีสันต่าง ๆ ได้ดีกว่า
- เหมาะสำหรับภาพที่ต้องการตกแต่งและเพิ่มรายละเอียดพิเศษ ที่น่าสนใจ เช่น ปรับความเข้มแสง ปรับแต่งสี แรเงา

#### ข้อเสียของภาพแบบ Bitmap

- ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บเพิ่มภาพมากกว่าแบบอื่น
- การปรับขนาดหรือตัดส่วนภาพและการหมุนภาพทำให้ความสวยงามและความละเอียดของภาพลดลง

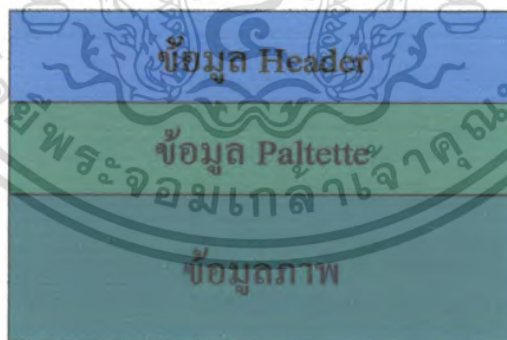


รูปที่ 2.8 (A) ภาพแบบ Bitmap

(B) ภาพแบบ Bitmap ที่ขยายขนาด

### 2.6.2.2 โครงสร้างของไฟล์ Bitmap หรือ BMP

ในส่วนของโครงสร้างของไฟล์ BMP นั้นจะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่คือ



รูปที่ 2.9 ลักษณะของข้อมูลภาพชนิด Bitmap

1). ข้อมูลเฮดเดอร์ (Header) คือ ข้อมูลที่อยู่บริเวณหัวของไฟล์ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่บอกรายละเอียดต่าง ๆ ของภาพ เช่น ความกว้างและความยาวของภาพ จำนวนสี จำนวนบิต ความละเอียด เป็นต้น

2). ข้อมูลจานสี (Palette) คือ ข้อมูลที่บอกถึงชุดจานสีที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสามคือ แอ็กส์ยานี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใ้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า Red Green Blue มาผสมกันได้เป็นสีต่าง ๆ ตามจำนวนสีของภาพ เช่น รูปขนาด 4 บิต จะมี 16 สี ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปขนาด 8 บิต จะมี 256 สี เป็นต้น ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อย ๆ ก็จะมีการเก็บค่า Palette นี้ลงไฟล์ไปด้วย แต่ถ้าเป็นรูปประเภท 24 บิต จะไม่มีค่า Palette แต่จะใช้วิธีการเก็บค่าแม่สีทั้งสามลงไปเป็นข้อมูลแทน เพราะถ้าเก็บค่า Palette ที่มีถึง 16.7 ล้านสีลงไปด้วย จะเปลืองพื้นที่มาก ข้อแตกต่างของ BMP คือ ไฟล์ BMP จะเก็บค่าของ Palette = ชุดละ 4 ไบต์ คือ Red Green Blue อย่างละ 1 ไบต์

3). ข้อมูลภาพ (Data) คือข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดบนจอภาพที่มาประกอบกันเป็นรูปภาพ ซึ่งค่าที่เก็บนี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการชี้หมายเลขตาราง Palette เช่น จุดแรกมีค่าเป็น 10 ก็ไปเปิดตาราง Palette หมายเลข 10 สมมติว่า ได้ความเข้มของแม่สีเป็น  $R = 0, G = 0, B = 100$  ก็จะได้จุดนี้เป็นสีน้ำเงิน ซึ่งถ้าเป็นในกรณีของรูป 24 บิต จะเป็นการอ่านข้อมูลขึ้นมา 3 ค่า เป็นค่าของแม่สี RGB แล้วนำไปผสมบนจอแทน

### 2.6.2.3 การจัดเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด Bitmap หรือ BMP

การเก็บไฟล์ข้อมูลภาพชนิด BMP มีการเก็บ 2 แบบคือ

- 1). แบบบีบอัดข้อมูล RLE4 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run Length Encoder แบบ 4 บิต และ RLE8 เป็นการบีบอัดข้อมูลแบบ Run Length Encoder แบบ 8 บิต
- 2). แบบไม่ได้บีบอัดข้อมูล เป็นการเก็บข้อมูลจริง ๆ ซึ่งทำให้ไฟล์ภาพค่อนข้างใหญ่ แต่จะทำการแสดงผลภาพได้รวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการคลายข้อมูล

### 2.6.2.4 File Header

ไฟล์ภาพ BMP จะเก็บข้อมูลเป็น 4 ส่วนคือ File Header, Info Header, Color Table และ Bitmap Data ซึ่งจะแสดงดังตาราง 2.1

ชื่อ	ตำแหน่ง	ขนาด	รายละเอียด
File Header	1	14	เก็บรายละเอียดของไฟล์
Info Header	Signature	1	ต้องเป็นตัวอักษร 'BM' เสมอ
	File Size	3	ขนาดของไฟล์
	Reserved 1	7	ไม่ได้ใช้งาน มีค่าเป็น 0
	Reserved 2	9	ไม่ได้ใช้งาน มีค่าเป็น 0
	Bit Offset	11	ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลรูปภาพ นับจากต้นไฟล์

ตารางที่ 2.1 File Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ	ตำแหน่ง	ขนาด	รายละเอียด
Info Header	15	40	เก็บรายละเอียดของภาพ
Size	15	40	ขนาดของ Info Header = 40
Width	19	4	ความกว้างของภาพ
Height	23	4	ความสูงของภาพ
Planes	27	2	จำนวนชุดของตารางสี (=1)
Bit count	29	2	จำนวนบิตของภาพต่อ 1 Pixels สามารถมีค่าได้ดังนี้ 1 บิต = รูปขาวดำ 4 บิต = 16 สี 8 บิต = 256 สี 16 บิต = 65536 สี 24 บิต = 16 ล้านสี 32 บิต = 16 ล้านสี + ความโปร่งใสของรูป (Alpha)
Compression	31	4	รูปแบบของการบีบอัดข้อมูลรูปภาพ 0 = BI_RGB ไม่มีการบีบอัด 1 = BI_RLE8 บีบอัดโดยการเข้ารหัสแบบ 8 bit RLE 2 = BI_RLE4 บีบอัดโดยการเข้ารหัสแบบ 4 bit RLE 3 = BI_BITFIELDS บีบอัดโดยการเข้ารหัสแบบ Bit Fields
Image Size	35	4	ขนาดของภาพ ใช้ในกรณีที่มีการบีบอัดรูปภาพ ถ้าไม่มีการบีบอัดควรกำหนดเป็น 0

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) File Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.2.5) ตัวอย่างของไฟล์ Bitmap

ภาพแบบ Bitmap ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ JPEG เนื่องจากประสิทธิภาพ ในการบีบอัดข้อมูล เช่น ภาพแบบ Bitmap ที่มีขนาด 1 เมกกาไบต์ อาจมีขนาดเพียง 40 กิโลไบต์ ในฟอร์แมทของ JPEG วิธีการบีบอัดข้อมูลแบบ JPEG ไม่ได้ใช้ความสัมพันธ์ของเลขฐานสอง ที่เป็นบิตของข้อมูลมาบีบอัดข้อมูล ซึ่งเป็นวิธีการของ TIFF และ GIF แต่อาศัยความสัมพันธ์เชิงกายภาพของสี (Physical Meaning) ในภาพโดยตรง ซึ่งเป็นวิธีการที่ฉลาดกว่า ซึ่งในภาพทั่วไป บางส่วนของภาพไม่จำเป็นต้องเก็บลงไปทั้งหมด แต่สามารถใช้ข้อมูลตัวแทนขนาดเล็กๆ ได้ ด้วยเหตุนี้การเก็บภาพแบบ JPEG จึงได้ภาพที่คุณภาพไม่คงเดิม อันเนื่องมาจากการบีบอัดข้อมูล

JPEG (Joint Photographic Experts Group - "เจพีค") คือรูปแบบการบีบอัดเพิ่มภาพแบบสูญเสีย โดยยังให้เสียความละเอียดน้อยที่สุด รูปแบบเพิ่มสำหรับวิธีการนี้ได้แก่ .jpeg, .jpg, .jpe, .jif, .jfif (อาจจะเป็นตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้) รูปแบบเพิ่ม JPEG นี้ เป็นรูปแบบเพิ่มที่ใช้กันในการจัดเก็บและแลกเปลี่ยนรูปภาพบนเว็ลด์ไวด์เว็บ (www.) มากที่สุด โดยเฉพาะภาพถ่าย เนื่องจากสามารถเก็บความละเอียดสูงได้โดยใช้ขนาดไฟล์ที่เล็ก สามารถเก็บภาพสีได้หลากหลายระดับความแม่นยำของสี (Bit Depth) ความสามารถในการย่อขนาดไฟล์ของเพิ่ม JPEG นั้นเกิดจากการใช้เทคนิคการย่อขนาดภาพแบบการบีบอัดคงข้อมูลหลัก (Lossy Compression) หรือการบีบอัดแบบมีความสูญเสียทำให้ไม่นิยมใช้กับภาพที่เป็น ลายเส้น หรือไอคอนต่าง ๆ เนื่องจากจะไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าการเก็บในรูปแบบอื่น อย่าง PNG หรือ GIF

การบีบอัดของ JPEG นั้นจะใช้เทคนิคที่เรียกว่า DCT (Discrete Cosine Transform) ซึ่งเป็นการแปลงค่าความสว่างของภาพให้อยู่ในรูปแบบเชิงความถี่ (Frequency Domain) ทำให้สามารถเลือกแทนค่าของสัมประสิทธิ์หรือในที่นี้คือแอมพลิจูดของค่าความถี่ต่างๆ ได้โดยอาศัยตัวแปรที่มีนัยสำคัญที่ต่างกัน ได้ การที่สามารถลดนัยสำคัญของค่าตัวเลขลงไปได้ทำให้สามารถลดขนาดของหน่วยความจำหรือขนาดไฟล์ที่ใช้เก็บตามไปได้



(A)

(B)

(C)

รูปที่ 2.10 (A) ภาพ JPEG คุณภาพ 0 ขนาดไฟล์ 4.52 KB

(B) ภาพ JPEG คุณภาพ 30 ขนาดไฟล์ 9.05 KB

(C) ภาพ JPEG คุณภาพ 100 ขนาดไฟล์ 64.3 KB

## 2.7 ประเภทของรูปภาพ

ประเภทของรูปภาพ โดยพื้นฐานแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

1. อินเด็กซ์ อิมเมจ (Indexed Images)
2. อินเทนซิติ อิมเมจ (Intensity Images)
3. ไบนารี อิมเมจ (Binary Images)
4. อาร์ จี บี อิมเมจ (RGB Images)

### 2.7.1 อินเด็กซ์ อิมเมจ (Indexed Images)

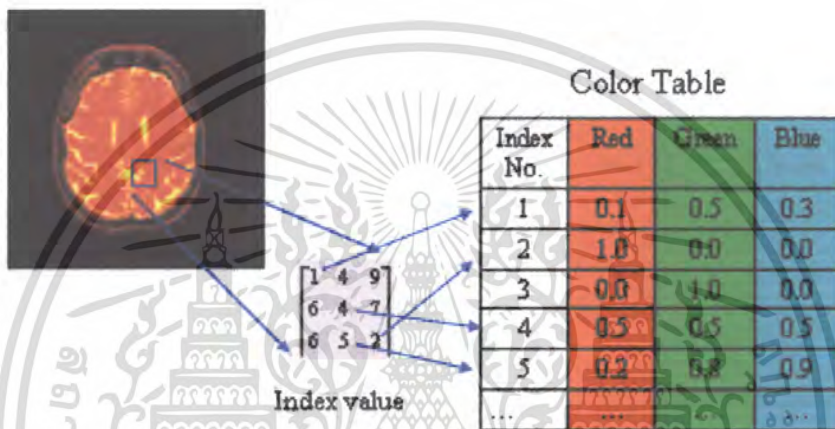
รูปประเภทนี้จะประกอบไปด้วย แมทริกซ์ข้อมูล (data matrix) อยู่ในรูปของ  $[x]$  เป็นตัวแปรประเภทจำนวนเต็ม และแมทริกสี (colormap matrix) อยู่ในรูปของ  $[m \times 3]$  เป็นตัวแปรประเภททศนิยม ก็อยู่ในช่วง  $[0-1]$  ในแต่ละแถวจะแทนด้วยสีแดง น้ำเงิน เขียว ตามลำดับ เรียกวิธีการนี้ว่า ไคเร็กแมปปีง (direct mapping) โดยแต่ละพิกเซลจะเก็บอยู่ในแมทริกซ์ข้อมูลประเภทตัวแปรไม่มีเครื่องหมาย (unsigned 8-bit (uint8) or 16-bit (uint16) integer) ซึ่งจะเป็นตัวชี้ค่าในแมทริกสี ในแต่ละแถว เช่น พิกเซล  $[1 \ 1]$  ในแมทริกซ์ข้อมูลคือค่า 0 ตัวเลขนี้คือตัวชี้ในแมทริกสีในแถวที่ 1 แต่ถ้าหากแมทริกซ์ข้อมูลประเภทดับเบิลพริซิชั่น (double precision) ค่าตัวชี้ 1 จะหมายถึงแถวที่ 1 แทน

ใน MATLAB สามารถอ่านค่ารูปประเภทนี้โดยใช้คำสั่ง imread อ่านค่าแมทริกซ์ข้อมูล ส่วน

ค่าของแมทริกสี จะถูกกำหนดโดยอัตโนมัติในตัวแปร map และใน MATLAB ยังไม่สนับสนุนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

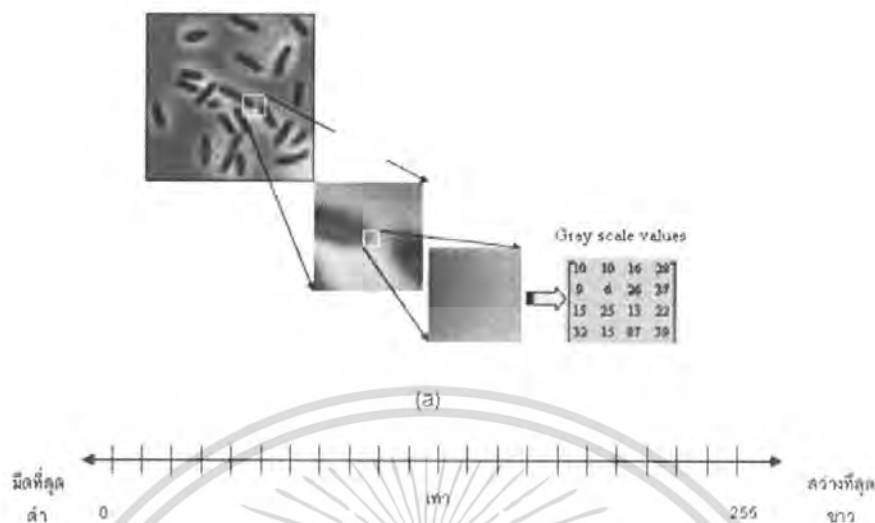
ประเภทตัวแปรไม่มีเครื่องหมาย 16 bit (uint16) ของรูปประเภทนี้ แต่ถ้าเรามีรูปประเภทนี้ เราต้องทำการเปลี่ยนให้อยู่ในประเภทดับเบิลพริซิชั่น (double precision) โดยใช้คำสั่ง `im2double` ก่อนที่จะนำไปทำการประมวลผล รูปประเภทนี้ใช้ตารางเทียบสีโดยใช้ข้อมูลจำนวน 8 bit ในโหมดนี้สามารถแสดงสีได้สูงสุด 256 สีต่อพิกเซล



รูปที่ 2.11 รูปประเภทอินเด็กซ์ อิมเมจ (Indexed Images)

### 2.7.2) อินเทนซิตี อิมเมจ (Intensity Images)

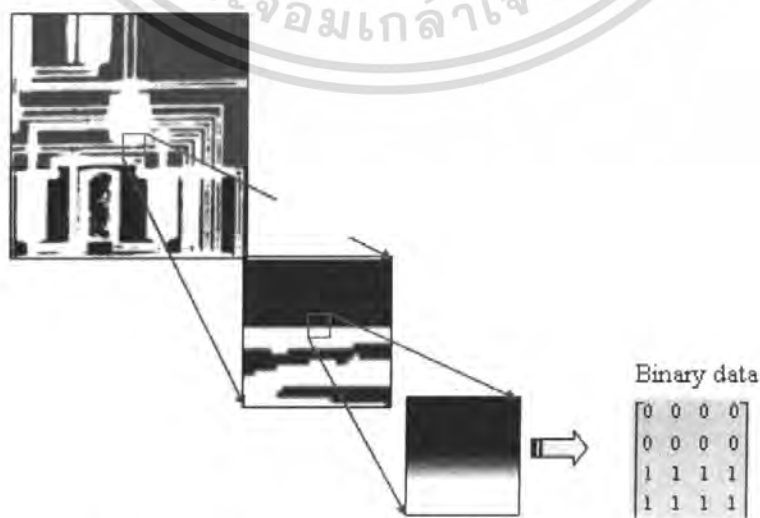
โดยทั่วไปจะเรียกรูปประเภทนี้ว่า เกรสเกล (grayscale) จะประกอบไปด้วยแมทริกเดี่ยว ในโหมดดับเบิล ตัวแปรไม่มีเครื่องหมาย 8 bit และตัวแปรไม่มีเครื่องหมาย 16 bit จะแบ่งระดับขาวและดำออกเป็น 256 หรือ 65535 ระดับ 8 bit ขึ้นกับโหมดใช้งาน แต่ที่ค่าแมทริกซ์ข้อมูล 0 จะหมายถึง รูปสีดำ



รูปที่ 2.12 (A) gray image และ pixel value ของ gray image  
(B) 8 bit gray scale

2.7.3) ไบนารี อิมเมจ (Binary Images)

ในแต่ละพิกเซลจะประกอบไปด้วยค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น เลข 0 แทนด้วยพิกเซลมืด (off pixel) และเลข 1 แทนด้วยพิกเซลสว่าง (on pixel) จะอยู่ในโหมดดับเบิล และตัวแปรไม่มีเครื่องหมาย 8 bit เท่านั้น

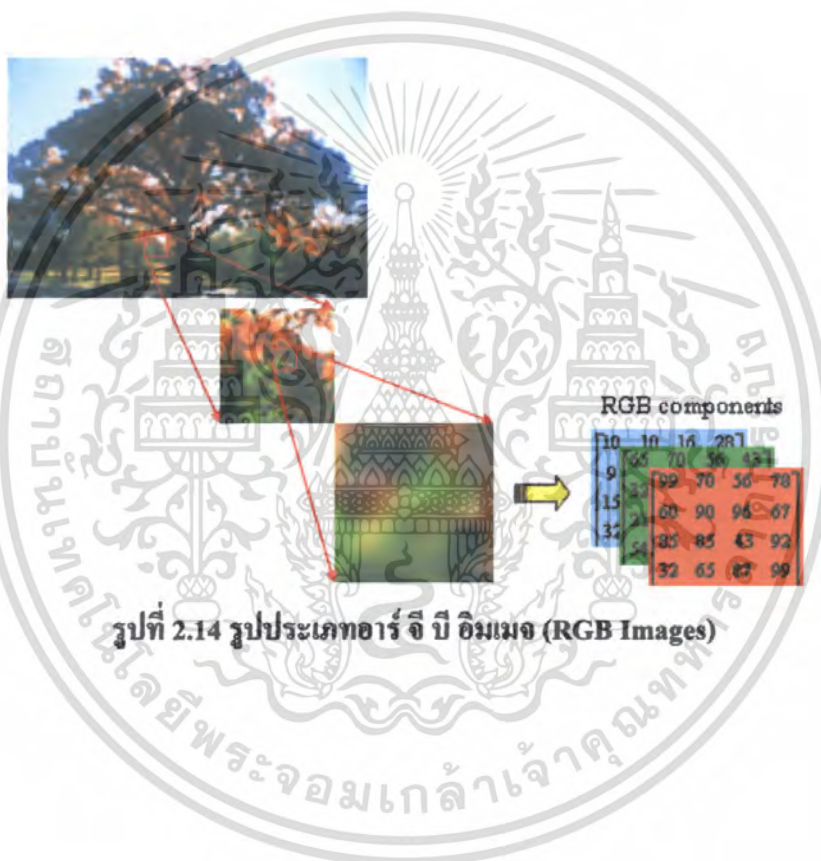


รูปที่ 2.13 รูปประเภทไบนารี อิมเมจ (Binary Images)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.7.4) อาร์ จี บี อิมเมจ (RGB Images)

บางครั้งเรียกรูปแบบนี้ว่า สีจริง (true color) จะอยู่ในรูปเมทริก  $[m \times n \times 3]$  แต่ละเมทริก จะแสดงความสว่างของแต่ละสี ในเมทริกแรกคือ สีแดง น้ำเงิน เขียว ตามลำดับ ในแต่ละสีจะมี ระดับอยู่ 255 ระดับ เมื่อรวมกันทั้งสามเมทริก แล้วจะได้ขนาดของข้อมูล 24 bit จะสามารถแสดงสี ได้สูงสุด 16.7 ล้านสี จึงเป็นรูปประเภทเหมือนจริงมากที่สุด และเป็นแบบเดียวที่ใช้ในจอมอนิเตอร์ อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุ

#### 3.1 โปรแกรมการวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ในโครงการพิเศษนี้ได้ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิกเวอร์ชัน 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) มาใช้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อมาวิเคราะห์ขนาดของวัตถุที่ส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยมีขอบเขตการทำงาน คือ

- การแสดงภาพที่เป็นไฟล์ Bitmap (.bmp) และไฟล์ Jpeg (.jpg) ในตัวโปรแกรม
- โหมดการทำงานของโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ
  - Eye Scale จะใช้โหมดนี้เมื่อถ่ายภาพโดยใช้สเกลตาเป็นสเกลอ้างอิง
  - Referent Scale จะใช้โหมดนี้เมื่อถ่ายภาพโดยใช้สเกลอ้างอิงวางไว้ที่เดียวกับวัตถุ
- การแสดงค่าขนาดของวัตถุในจุดที่ได้เลือกไว้โดยจะเลือกการวัดได้ 2 วิธี คือ
  - Manual Measurement จะใช้วิธีนี้เมื่อต้องการวัดขนาดของวัตถุโดยเลือกตำแหน่งเริ่มและตำแหน่งสุดท้ายในการวัด
  - Auto Detect จะใช้วิธีนี้เมื่อต้องการให้โปรแกรมวัดขนาดของวัตถุอัตโนมัติ โดยแค่เพียงเลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดเพียงตำแหน่งเดียวเท่านั้น
- การแสดงตำแหน่งของเมาท์ (Pointer Position) และค่า Gray Scale ที่ตำแหน่งเดียวกันกับเมาท์ออกมาทางหน้าจอ
- การแสดงผลค่าความยาวของรัศมีเมื่อวาดวงกลมลงใน Picture box รวมทั้งแสดงค่ามุมเมื่อต้องการทราบค่าของมุมในภาพ
- สามารถแสดงผลการ Calibration ของสเกล โดยแสดงในรูปของกราฟบนสเกลที่ต้องการ calibrate

โดยซอฟต์แวร์ที่ได้สร้างขึ้นมานี้ประกอบด้วยฟอร์มและโมดูลในโปรแกรมไมโครซอฟท์วิซวลเบสิกเวอร์ชัน 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) โดยได้นำ Toolbar และ Menu รวมทั้งการแสดงผลค่าต่าง ๆ ไว้ที่หน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 หน้าจอการแสดงผลของโปรแกรม

### 3.2 วิธีการหาขนาดของวัตถุจากภาพถ่ายโดยผ่านกล้องจุลทรรศน์

#### 3.2.1 เมื่อไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

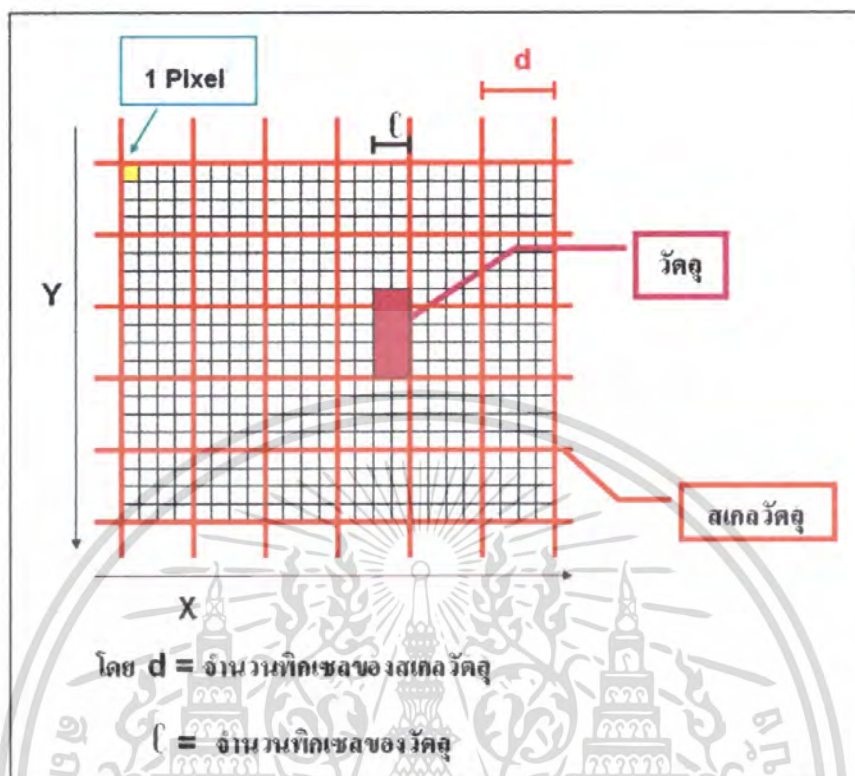
เมื่อไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์จำเป็นจะต้องมีสเกลวัตถุเป็นสเกลอ้างอิงที่ขยายตามขนาดของกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ (วางไว้ที่ฐานของกล้องจุลทรรศน์ระนาบเดียวกับตำแหน่งของวัตถุ) ดังรูปที่ 3.2

วิธีคิดในการเขียน โปรแกรม

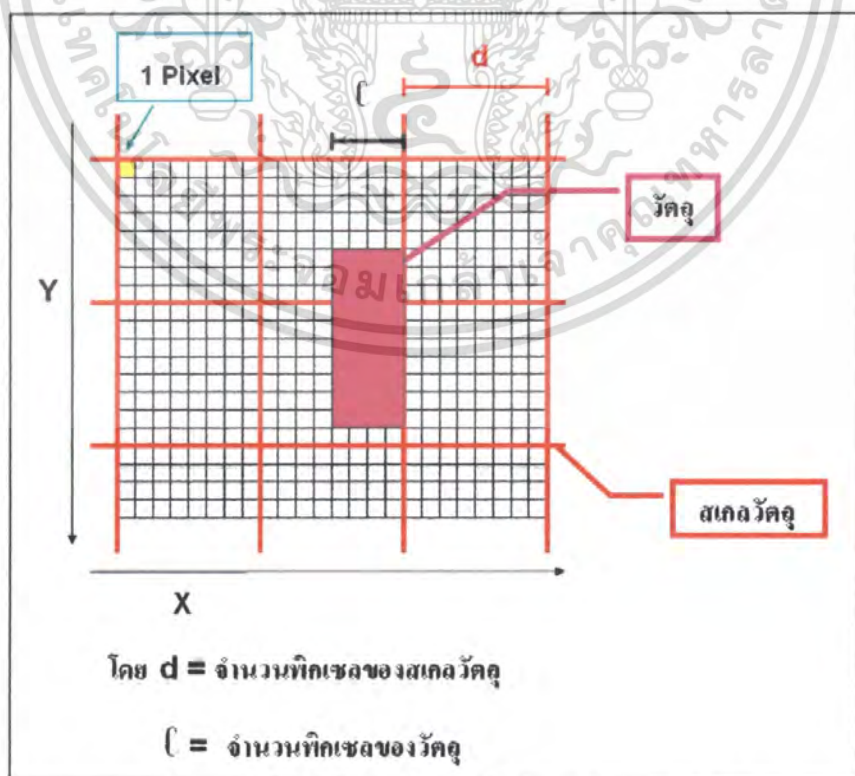
1. ทำการนับ pixel ในแนวแกน X หาจำนวน pixel ของสเกลอ้างอิง (d)
2. ทำการนับ pixel ในแนวแกน X หาจำนวน pixel ของวัตถุ (ℓ)
3. นำมาคำนวณหาขนาดโดย

$$\frac{\ell}{d} \times \text{ขนาดของสเกลอ้างอิง} = \text{ขนาดของวัตถุ} \quad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลวัตถุขณะยังไม่เพิ่มกำลังขยาย



รูปที่ 3.3 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลวัตถุขณะที่เพิ่มกำลังขยายเป็น 2 เท่าจากรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบสเกลจำลองในรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์จะทำให้รูปภาพขนาดของสเกลและขนาดของวัตถุมีขนาดใหญ่ขึ้นตามกำลังขยาย จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

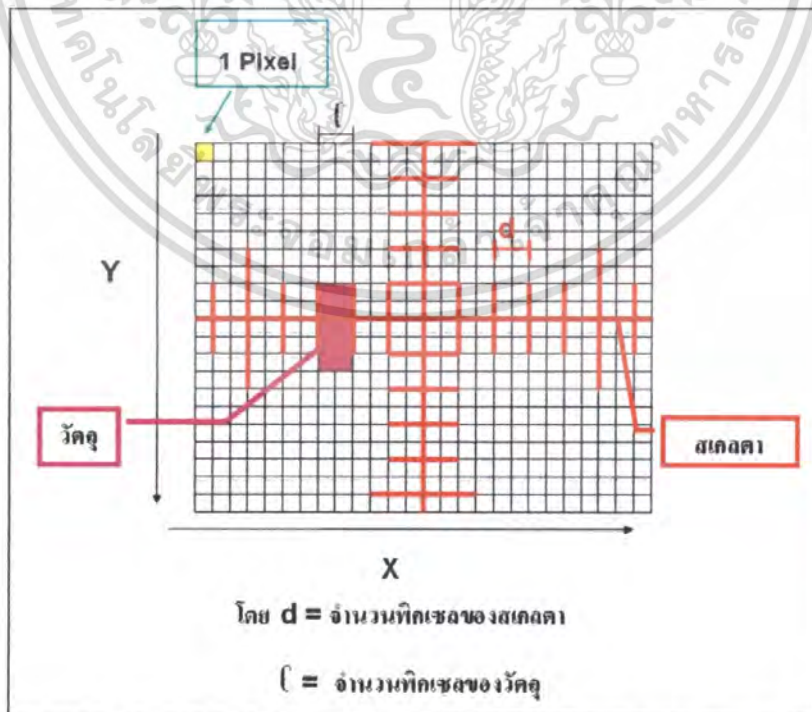
### 3.2.2 เมื่อรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

เมื่อรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์เราจะใช้สเกลที่เลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์ที่มีขนาดคงที่ เมื่อกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์เปลี่ยน ดังรูปที่ 3.3

วิธีคิดในการเขียน โปรแกรม

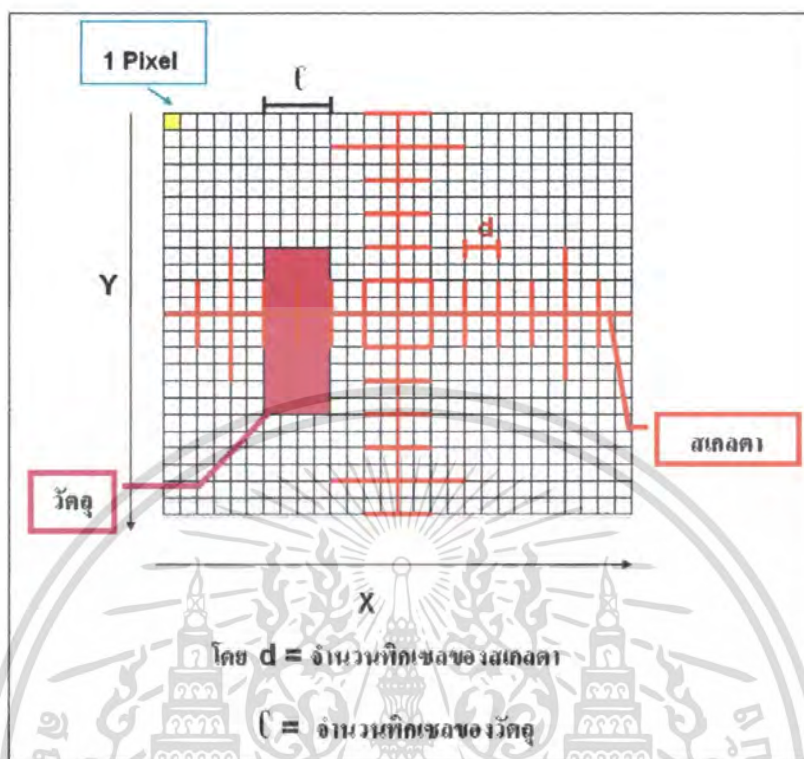
1. ทำการนับ pixel ในแนวแกน X หาจำนวน pixel ของสเกลอ้างอิง (d)
2. ทำการนับ pixel ในแนวแกน X หาจำนวน pixel ของวัตถุ (l)
3. นำมาคำนวณหาขนาด โดย

$$\frac{l/d}{\text{กำลังขยาย}} \times \text{ขนาดของสเกลอ้างอิง} = \text{ขนาดของวัตถุ} \quad (3.2)$$



รูปที่ 3.4 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลตาขณะยังไม่เพิ่มกำลังขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 รูปแบบสเกลจำลองของสเกลตาขณะที่เพิ่มกำลังขยายเป็น 2 เท่าจากรูปที่ 3.4

จากรูปแบบสเกลจำลองในรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์จะทำให้ขนาดรูปภาพของวัตถุมีขนาดใหญ่ขึ้นตามกำลังขยาย แต่ขนาดของสเกลตายังคงเท่าเดิม จึงจำเป็นต้องรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

### 3.3 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดของวัตถุภายใต้กล้องจุลทรรศน์

#### 3.3.1 การติดตั้งโปรแกรม









การติดตั้งโปรแกรมสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ทำการรวบรวมไฟล์ของ โปรแกรมทั้งหมดลงในฟังก์ชัน Package & Deployment Wizard เพื่อช่วยให้ทำเป็นแผ่น โปรแกรมที่สามารถนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น
2. ถ้าในคอมพิวเตอร์มีโปรแกรมวิซวลเบสิก 6.0 อยู่สามารถ copy ไฟล์ของ โปรแกรมไปใช้งานได้ทันที

#### 3.3.2 การใช้งานโปรแกรม

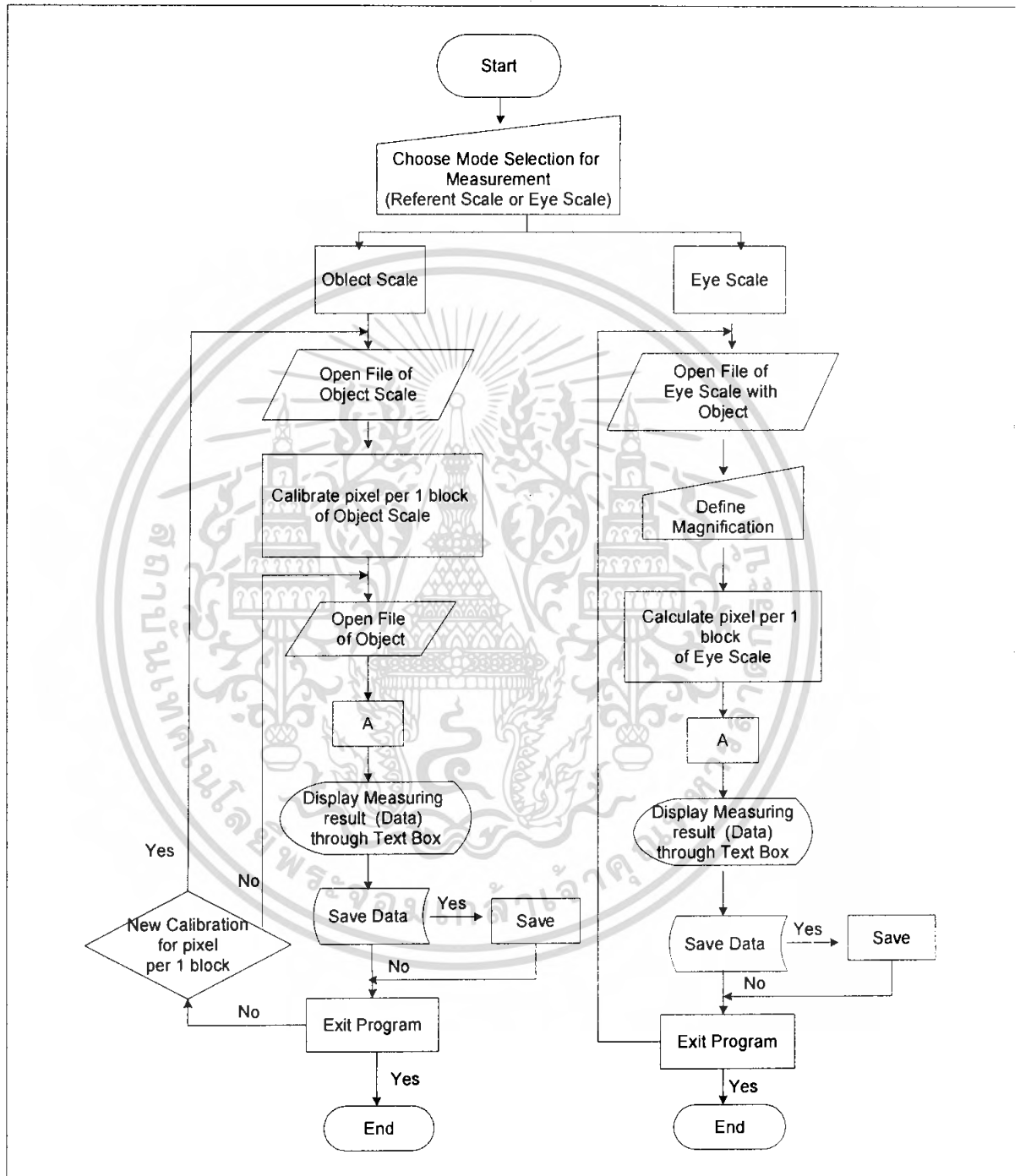
##### 1. ทำการรันโปรแกรม

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น หากมีการนำเนื้อหาไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมคการวัด โดยรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ หรือใช้สเกลตาเป็นสเกลอ้างอิง
  - โหมคการวัด โดยไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ หรือใช้สเกลอ้างอิงวางไว้ที่เดียวกันกับวัตถุ
3. เมื่อเลือกโหมคการทำงานแล้ว ให้ทำการ Calibrate สเกลก่อน
  4. หากเลือกโหมคการใช้สเกลตาจะสามารถวัดขนาดของวัตถุได้ทันที แต่ถ้าใช้สเกลวัตถุ จะต้องโหลครูปวัตถุที่ต้องการวัดเข้ามาใหม่
  5. การวัดขนาดของวัตถุสามารถทำได้ 2 วิธี คือ
    - เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยระบุตำแหน่ง (Manual Measurement) โดยเลือกที่เมนู Measurement – Draw – Line หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + L ซึ่งก่อนทำการวัดจะต้องระบุความกว้างของสเกลอ้างอิงด้วย โดยในโปรแกรมจะระบุเป็น 100  $\mu\text{m}$
    - เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้ (Auto Detect) โดยเลือกที่เมนู Measurement – Auto หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + A แต่ก่อนทำการวัดจะต้องระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ด้วย
  6. ถ้าต้องการขยายหรือย่อภาพที่แสดงผลอยู่นั้น ให้เลือกเมนู Image ตามด้วยเมนู
    - Zoom – Zoom in หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + I
    - Zoom – Zoom out หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + J
  7. หากต้องการลบฟังก์ชันการทำงานที่กระทำบนภาพอยู่ ให้เลือกเมนู Image – Clear Image หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + D
  8. ถ้าต้องการ save ข้อมูลการวัดต่าง ๆ ให้เลือกเมนู File – Save Text หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + S
  9. ในโปรแกรมนี้สามารถวัดขนาดของรัศมีของวงกลมหรือวัดขนาดของมุมที่สร้างขึ้นมาบนภาพได้ โดยเลือกเมนู Measurement – Draw – Circle หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + C สำหรับวัดรัศมีของวงกลม และเลือกเมนู Measurement – Angular Dimension หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + R สำหรับวัดมุมที่ต้องการทราบของวัตถุ
  10. ถ้าต้องการออกจากโปรแกรม เลือกเมนู File – Exit หรือกดที่ Ctrl + E

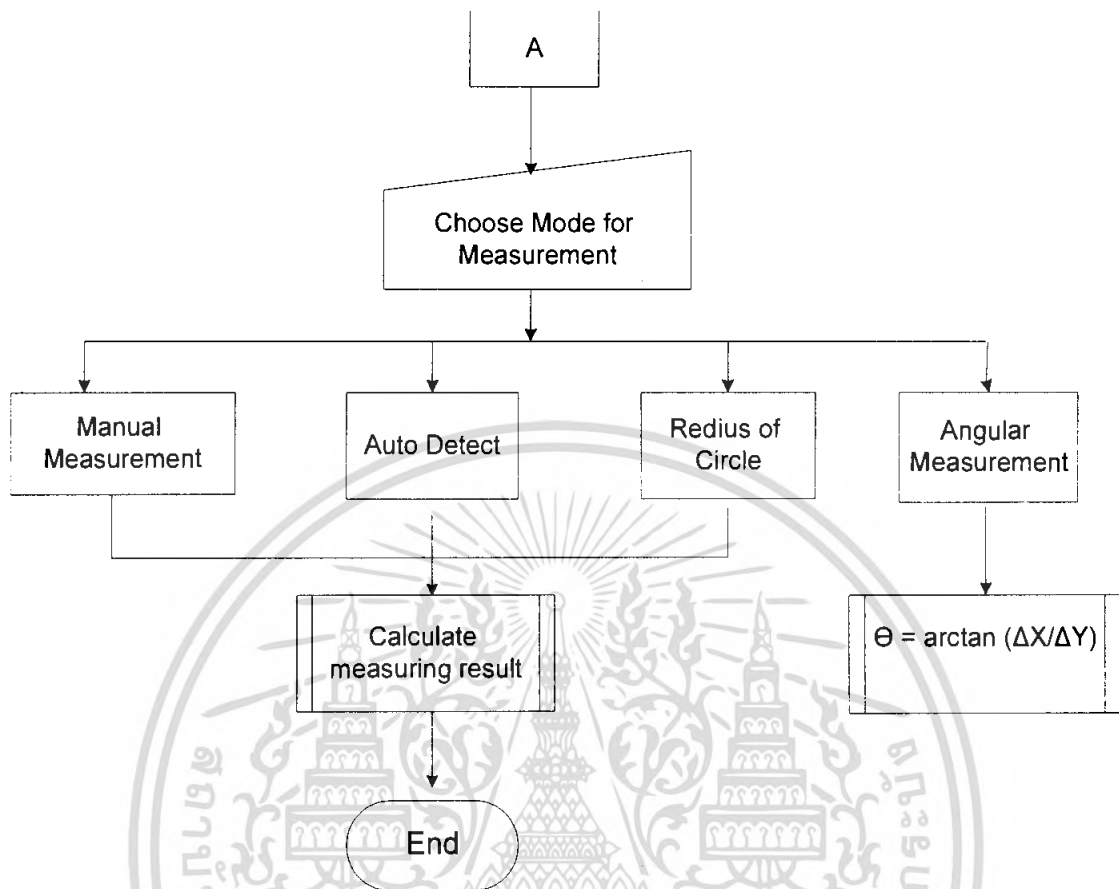
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมการแสดงผลในแบบต่างๆ



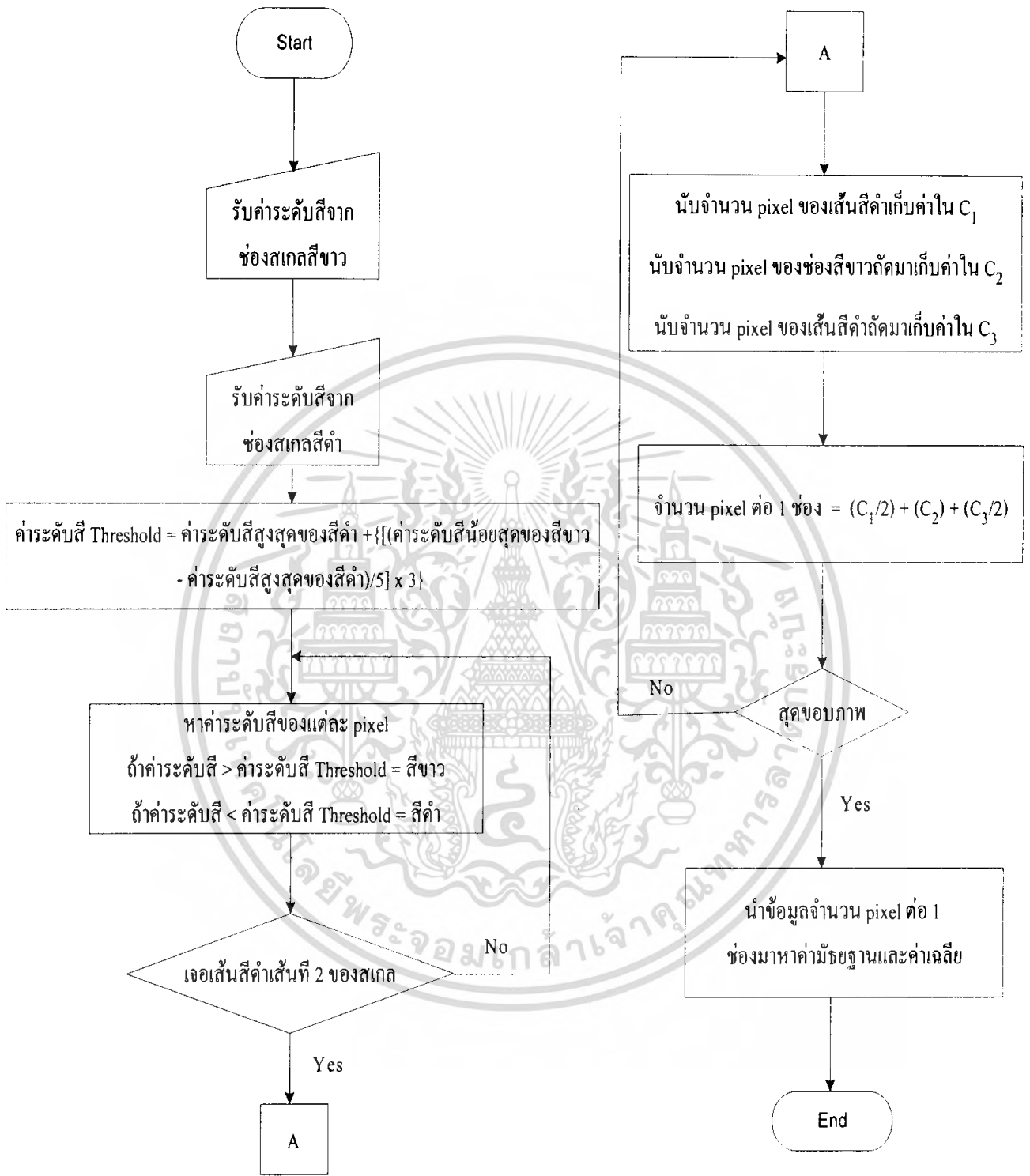
รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



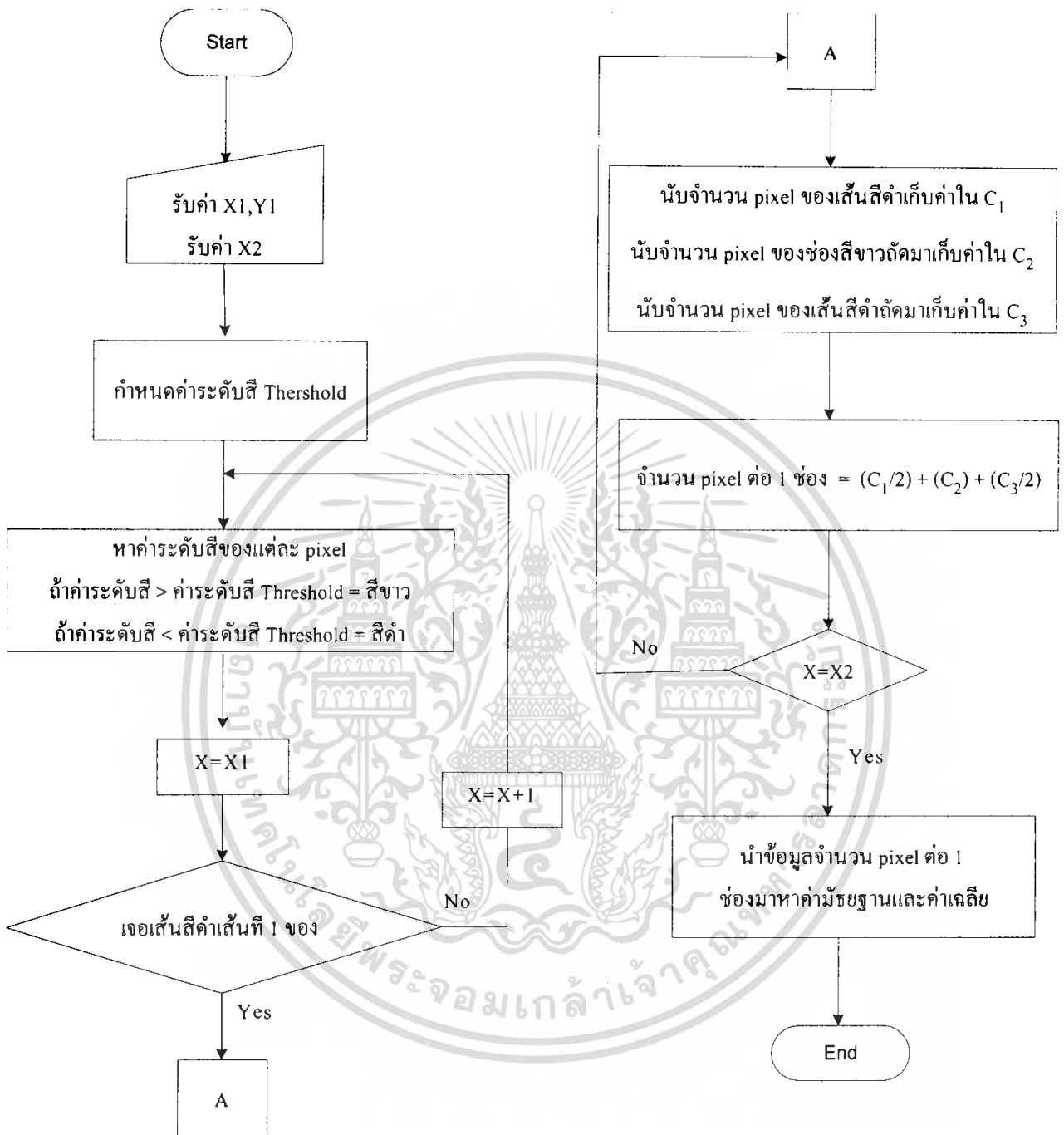
รูปที่ 3.6 (ต่อ) โฟลชาร์ทของการคำนวณการวัดค่าต่างๆ ในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



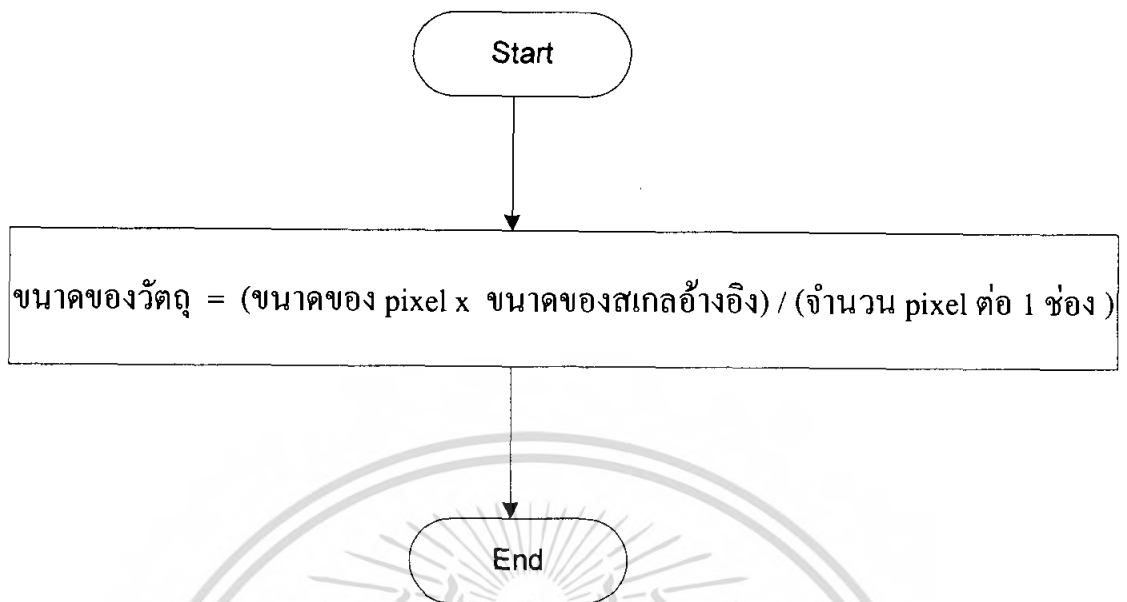
รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตการคำนวณหาค่า pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

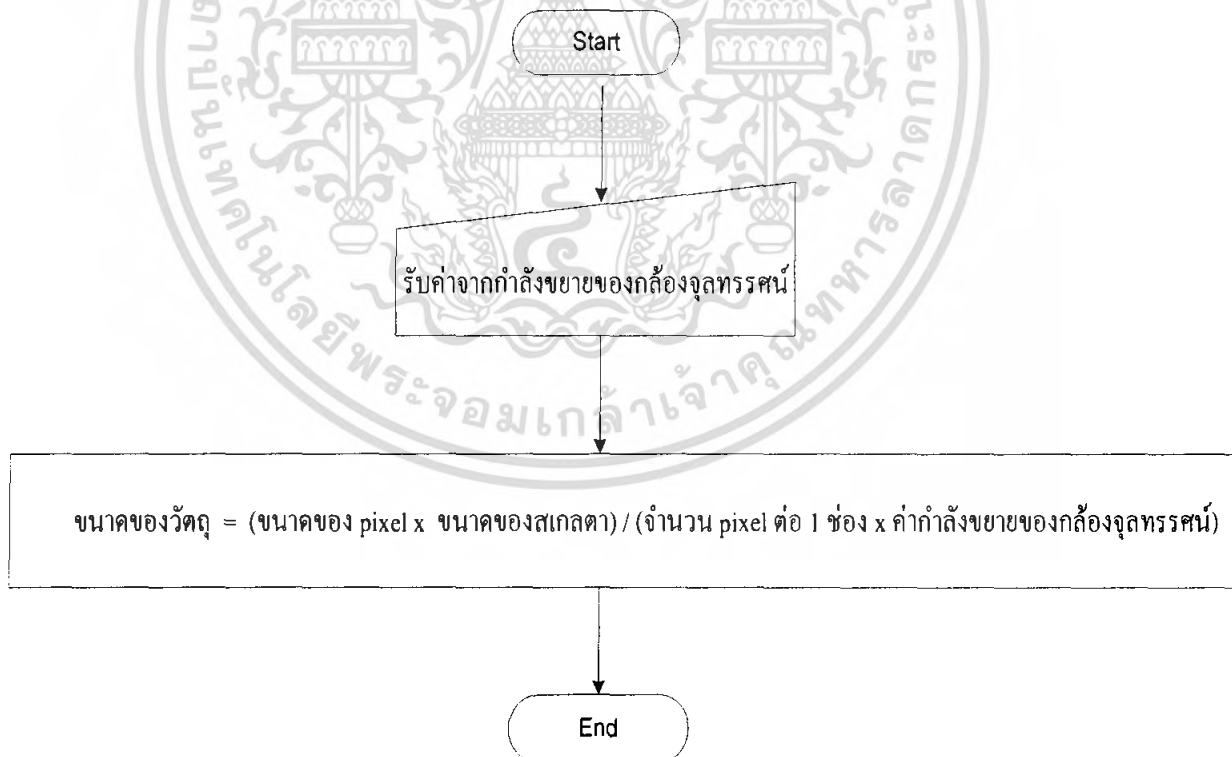


รูปที่ 3.8 โฟลชาร์ทการคำนวณหาค่า pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โฟลชาร์ทการคำนวณหาขนาดของวัตถุโดยใช้สเกลวัตถุ



รูปที่ 3.10 โฟลชาร์ทการคำนวณหาขนาดของวัตถุโดยใช้สเกลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กล้องดิจิทัลชนิด Canon Powershot G7



รูปที่ 4.2 กล้องดิจิทัลชนิด Canon Powershot G7

3) อุปกรณ์เสริมที่ต่อกับกล้องดิจิทัล

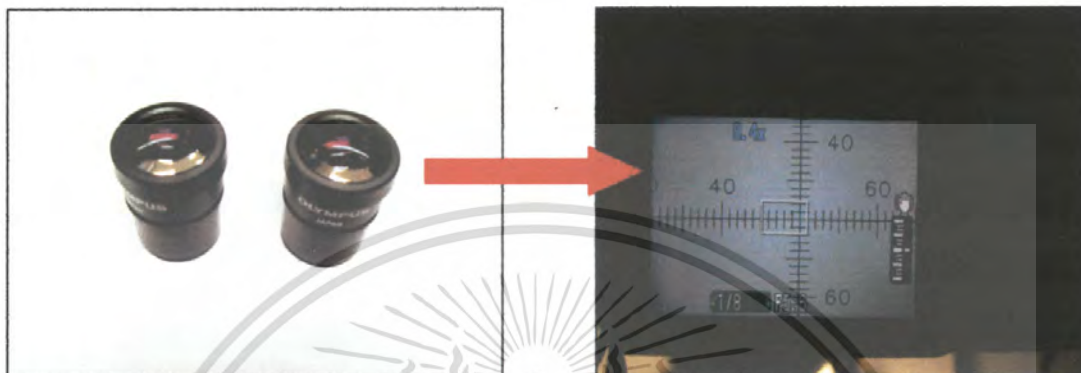


รูปที่ 4.3 อุปกรณ์เสริมที่ต่อกับกล้องดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

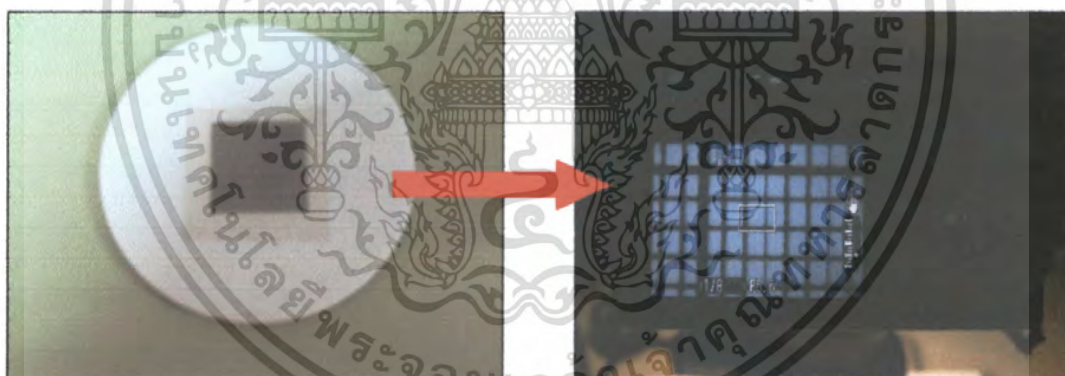
#### 4) สเตลตาที่ประกอบอยู่ในเลนส์ตาของกล้องจุลทรรศน์

(Reticule in the eyepiece)



รูปที่ 4.4 สเตลตา (Reticule in the eyepiece)

#### 5) สเตลวัตถุ (Reference scale at object plane)



รูปที่ 4.5 สเตลวัตถุ (Reference scale at object plane)

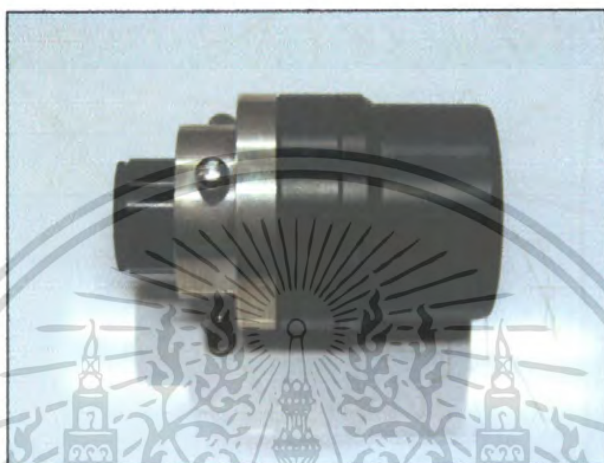
#### 6) วัตถุที่ใช้ในการวัดขนาด

- แท่งเข็มทั้งสแตนขนาด 300  $\mu\text{m}$
- เส้นผม
- เส้นลวดในสาย wire
- ไม้คินสอขนาด 2 mm.
- ไม้คินสอขนาด 0.5 mm.
- เส้นทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.2 ขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

- 1) นำอุปกรณ์เสริมของกล่องดิจิตอลประกอบเข้ากับแผ่นสตาของกล่องจุลทรรศน์ ดังรูป



รูปที่ 4.6 การต่ออุปกรณ์เสริมของกล่องดิจิตอลประกอบเข้ากับแผ่นสตาของกล่องจุลทรรศน์

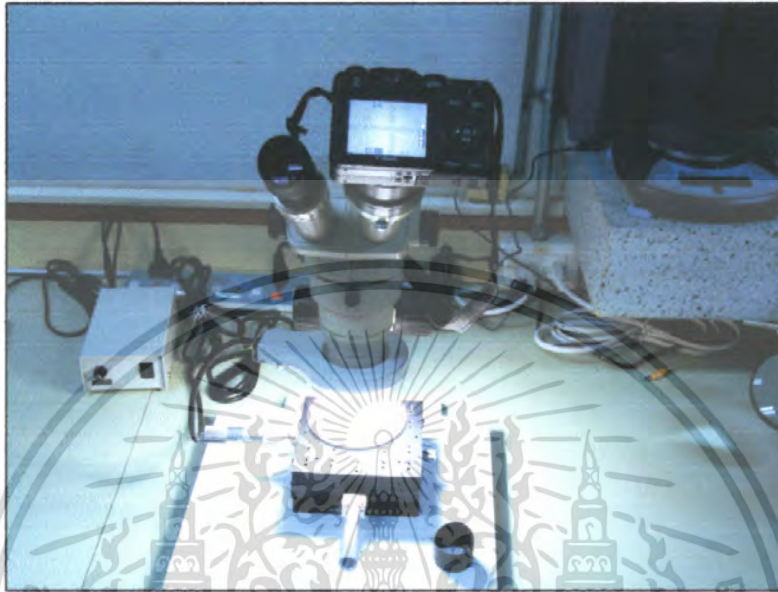
- 2) นำอุปกรณ์เสริมที่ได้ต่อไว้ในข้อ 1 มาต่อกับกล่องดิจิตอลและกล่องจุลทรรศน์ ดังรูป



รูปที่ 4.7 การต่ออุปกรณ์เสริมของกล่องดิจิตอลประกอบเข้ากับกล่องดิจิตอลและกล่องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

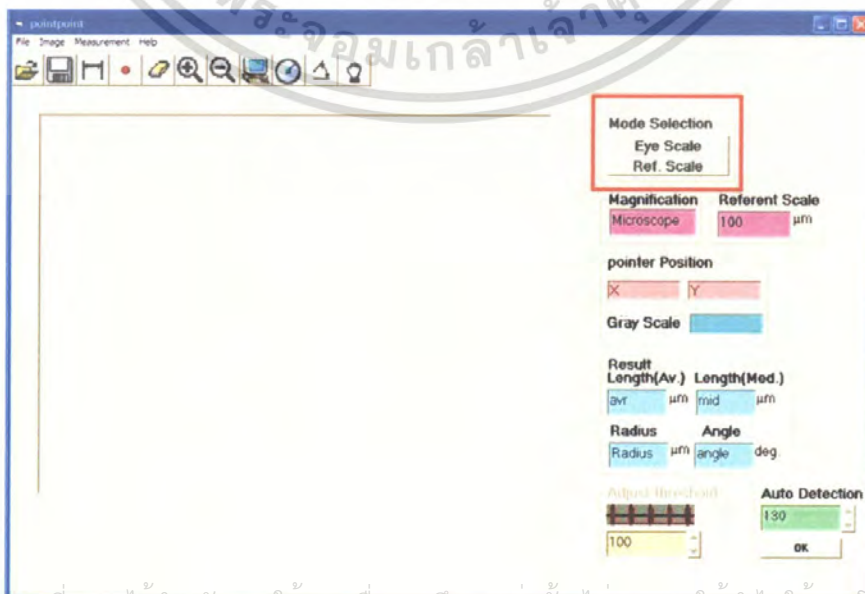
### 3) จะได้อุปกรณ์การทดลองคังรูป



รูปที่ 4.8 การต่อร่วมกันของอุปกรณ์การทดลองทั้งหมด

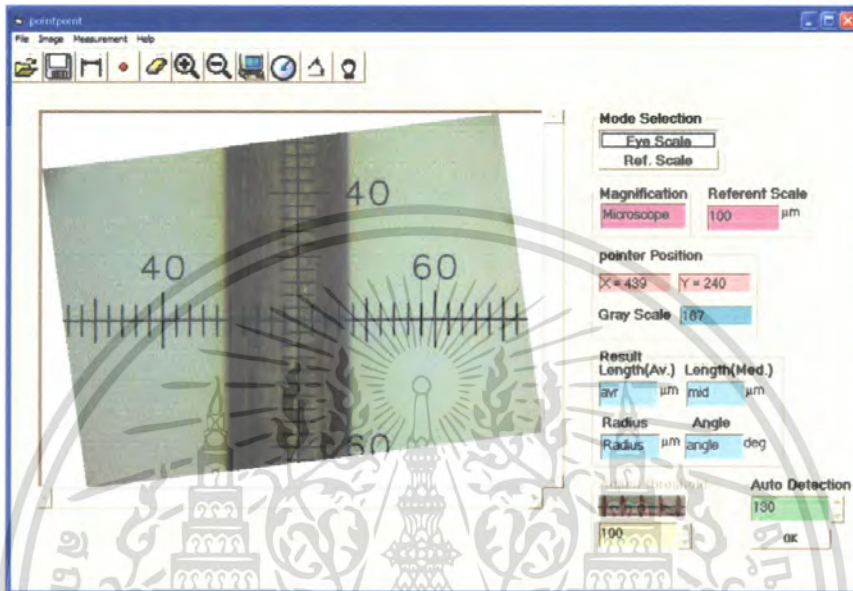
#### 4.1.2 วิธีการทดลอง

1. เมื่อทำการรัน โปรแกรมขึ้นมาจะได้หน้าจอแสดงผลคังรูป เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมได้เลือกโหมดการทำงานทั้ง 2 โหมด คือ การใช้สเกลตา และการใช้สเกลวัตถุ



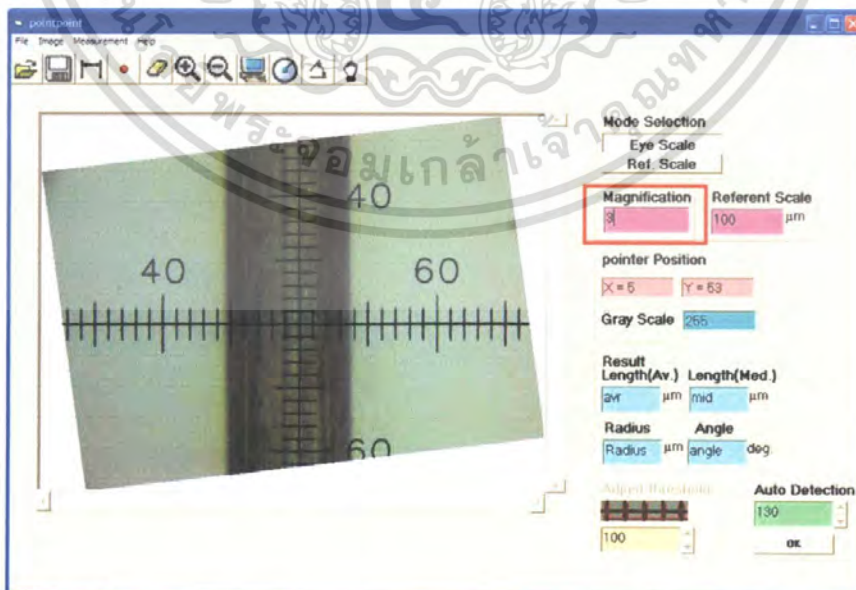
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือเผยแพร่ข้อมูลด้านการศึกษา  
**รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลการเลือกโหมดการทำงาน**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในกรณีที่เลือกการใช้สเกลตา โปรแกรมจะให้ผู้ผู้ใช้โหลดภาพวัตถุที่ถ่ายพร้อมกับสเกลตา
3. เมื่อเลือกรูปที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะโหลดรูปเข้ามาใน picture box ดังรูป



รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงผลการโหลดรูปวัตถุเข้ามาในโปรแกรม

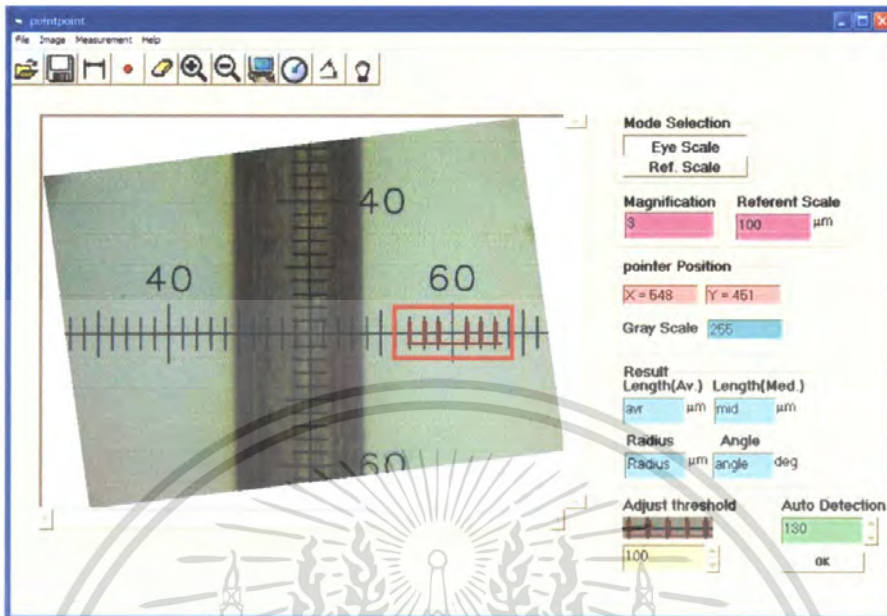
4. ต่อจากนั้นระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ในช่อง Magnification ขณะที่ทำการถ่ายรูป



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลการระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

5. ทำการ calibrate ที่สเกลตา โดยการลากเส้นบนสเกลตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงผลการ calibrate ที่สเกลตา

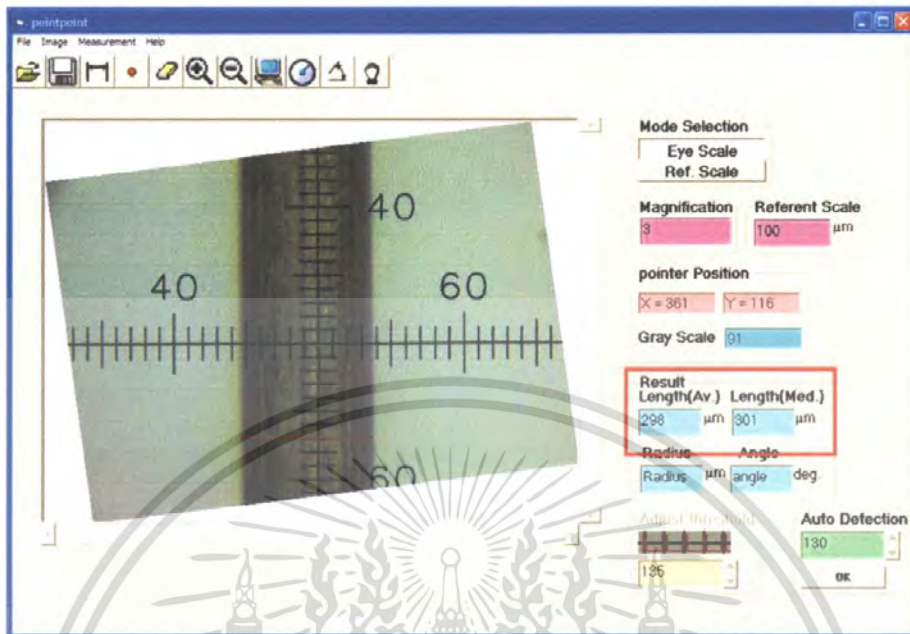
6. หากเห็นกราฟของการ calibrate ไม่ชัดเจน ให้ทำการปรับค่า Threshold ดังรูป



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงผลการปรับค่า Threshold เมื่อกราฟของการ calibrate ไม่ชัดเจน

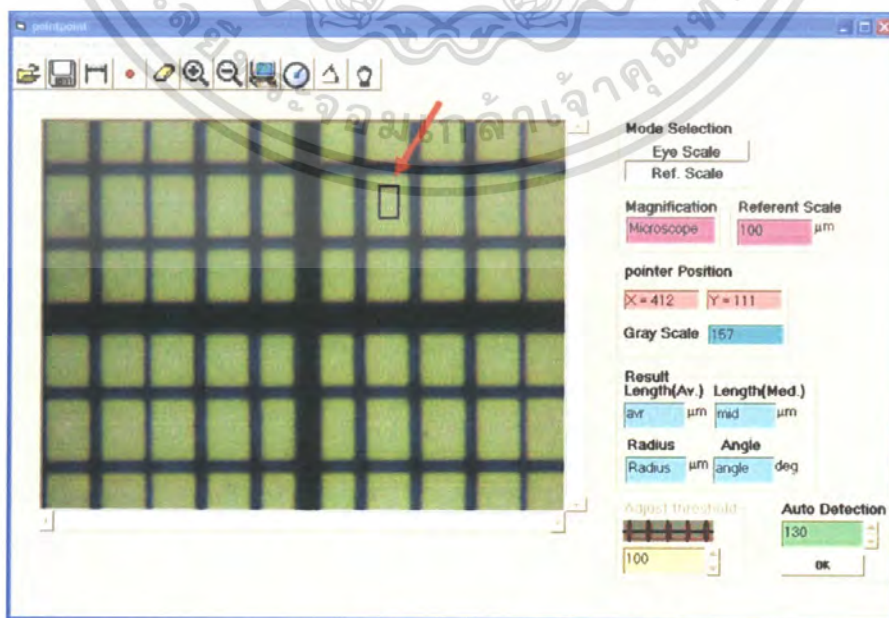
7. ต่อจากนั้นให้ทำการวัดขนาดของวัตถุ โดยสามารถเลือกที่จะวัดขนาดเอง หรือให้โปรแกรมวัดขนาดให้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลตา

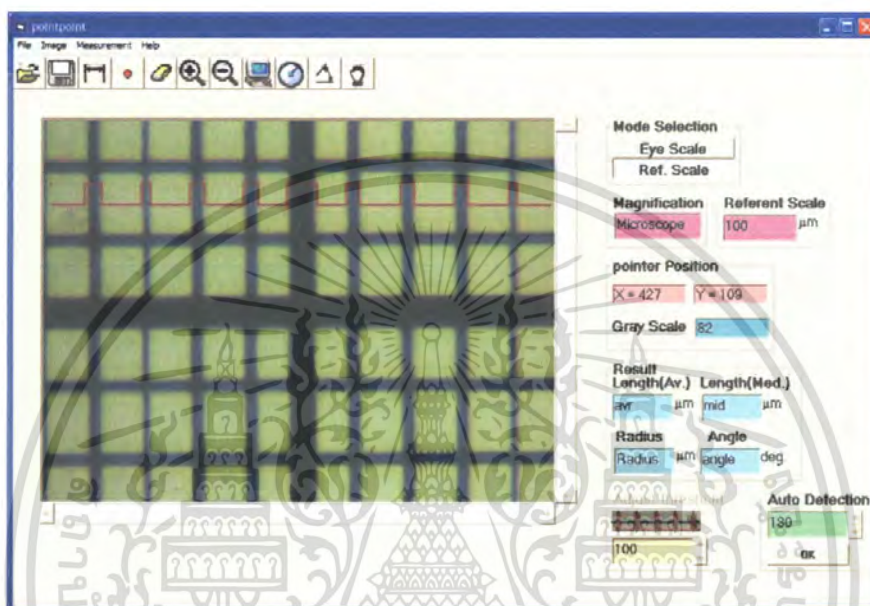
8. และในโปรแกรมสามารถเลือกที่จะวัดรัศมีของวงกลมและมุมที่ต้องการได้ภายในรูป
9. หากเลือกในกรณีการใช้สเกลวัตถุ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้โหลดภาพของสเกลวัตถุมาก่อนเพื่อทำการ Calibrate
10. วิธีการ Calibrate จะให้เลือกในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัตถุก่อน ดังรูป



รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงผลการ Calibrate บริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

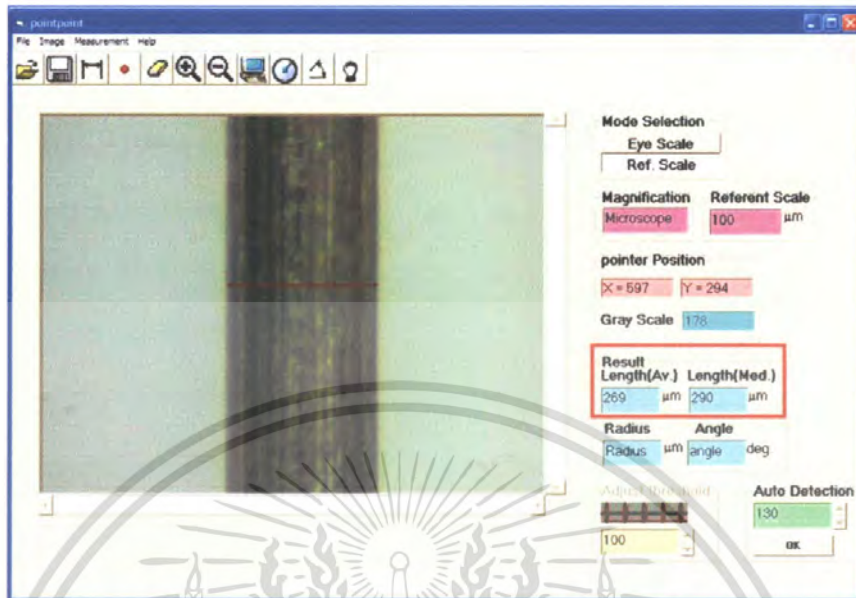
11. จากนั้นทำการ Calibrate ต่อ โดยเลือกในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีดำของสเกลวัตถุ ซึ่งจะใช้วิธีการเดียวกับข้อ 9 แต่จะต่างกันตรงที่ในข้อ 10 จะเลือกในพื้นที่ที่เป็นสีขาว
12. เมื่อ Calibrate สเกลวัตถุเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะขึ้นกราฟของการ Calibrate ดังรูป



รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงผลของกราฟจากการ Calibrate บนสเกลวัตถุ

13. ต่อจากนั้นให้ผู้ใช้โหลดรูปที่ต้องการวัดขนาดเข้ามาใน โปรแกรม แต่มีข้อจำกัดว่า รูปของวัตถุนี้จะต้องถ่ายภาพ โดยมีเงื่อนไขเดียวกันกับตอนที่ถ่ายภาพสเกลวัตถุ เช่น การถ่ายภาพของสเกลมีกำลังขยายที่ค่าหนึ่ง การถ่ายภาพวัตถุก็จะต้องมีค่ากำลังขยายเท่ากับการถ่ายภาพสเกล จะปรับเปลี่ยนกำลังขยายไม่ได้ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องในการวัดขนาด
14. ต่อจากนั้นให้ทำการวัดขนาดของวัตถุ โดยสามารถเลือกที่จะวัดขนาดเอง หรือให้โปรแกรมวัดขนาดให้ก็ได้ ดังรูป 4.17
15. ทำการตรวจสอบค่าของขนาดของวัตถุที่ได้จากโปรแกรม โดยไม่ว่าจะเป็นการใช้สเกลตาหรือสเกลวัตถุ ซึ่งจะดูว่ามีค่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยการวัดเทียบกับไมโครมิเตอร์
16. และใน โปรแกรมสามารถเลือกที่จะวัดรัศมีของวงกลมและมุมที่ต้องการได้ภายในรูป

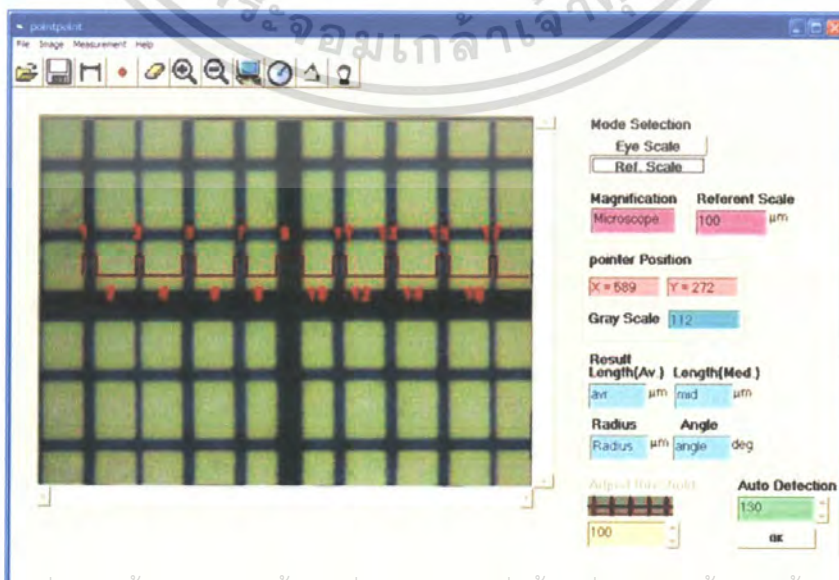
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลวัตถุ

#### 4.2 วิธีการคำนวณหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องกราฟ

ในการทดลองนี้จะต้องมีการคำนวณหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องกราฟ โดยคำนวณจากสเกลวัตถุและสเกลตา ซึ่งทั้ง 2 สเกล มีวิธีการหาเหมือนกัน ในที่นี้จึงยกตัวอย่างการคำนวณหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องกราฟของสเกลวัตถุ ดังรูป 4.18 เพื่อใช้หาค่าจำนวน pixels ซึ่งใช้การหา 2 วิธี คือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงผลการหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1 วิธีการหาค่าเฉลี่ย

วิธีการหาค่าเฉลี่ยจะเป็นการนำจำนวน pixels ทั้งหมดในแถวที่ได้ทำการเลือกไว้ในรูป 4.18 มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งวิธีการคิดนั้นจะหาได้ดังนี้

- ให้นำจำนวน pixels ตั้งแต่เลข 1-16 มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย  
เลขที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 จะเป็นตัวแทนจำนวน pixels ของเส้นตารางสีดำ  
เลขที่ 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 จะเป็นตัวแทน pixels ของช่องสีขาว
- จากนั้นให้หารออกด้วยจำนวน pixels ของเส้นที่เป็นสีดำของตาราง โดยจะเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่อง} = \frac{\text{หมายเลข (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16)}}{\text{เส้นสีดำของตาราง}} \quad (4.1)$$

โดยเส้นสีดำของตารางในรูปที่ใช้ คือ 1,3,5,7,9,11,13,15

ตารางแสดงผลการทดลองจากรูปที่ 4.18 เพื่อหาค่า pixel ที่จุดต่างๆ ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย

เลขที่	จำนวน pixel
1	16
2	50
3	7
4	50
5	14
6	50
7	14
8	38

เลขที่	จำนวน pixel
9	31
10	39
11	14
12	50
13	13
14	50
15	14
16	51
<b>รวม</b>	<b>501</b>

จากตารางผลการทดลองจะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องจากวิธีการคำนวณ =  $501/8 = 62.63$  pixel  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2 วิธีหาค่ามัธยฐาน

วิธีหาค่ามัธยฐานคือ การนำข้อมูลมาเรียงจากค่าน้อยไปหาค่ามากแล้วนำค่ากลางมาใช้ค่ากลางที่ได้เรียกว่า ค่ามัธยฐาน ซึ่งหาได้จากสมการ

ถ้าจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่ จะได้ว่า

$$\text{ค่ามัธยฐาน} = \frac{(\text{ค่าของตำแหน่ง } N/2) + (\text{ค่าของตำแหน่ง } (N/2)+1)}{2} \quad (4.2)$$

ถ้าจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคี่ จะได้ว่า

$$\text{ค่ามัธยฐาน} = \text{ค่าของตำแหน่ง } ((N/2) + 0.5) \quad (4.3)$$

โดย  $N =$  จำนวนข้อมูล

วิธีการหาค่า pixel ต่อ 1 ช่อง โดยใช้วิธีมัธยฐานมีดังนี้

- เริ่มวัดจำนวนของ pixels ใน 1 ช่องจากกึ่งกลางของเส้นสีดำของตาราง รวมกับ pixels ที่เป็นพื้นที่สีขาวของตาราง จนถึงกึ่งกลางของเส้นสีดำของตารางที่อยู่ถัดจากเส้นสีดำของตารางที่นับเป็นเส้นแรก ซึ่งจะได้อันดับของ pixels แรกออกมา โดยเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{จำนวน pixel ต่อ 1 ช่อง} = (1/2) + (2) + (3/2) \quad (4.4)$$

- ส่วนในช่องถัดไปให้ทำตามดังสมการที่ 4.4 จนครบทุกช่อง (ในที่นี้จะเป็นเลข 1-17) จากนั้นนำค่าที่ได้มาเรียงจากค่าน้อยไปหาค่ามาก แล้วทำการหาค่ามัธยฐาน ซึ่งจะนำค่าในตำแหน่งกึ่งกลางมาเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวน pixels ต่อ 1 ช่อง สมมติว่าค่า pixel ที่ได้ในแต่ละช่องมีค่าดังนี้

2	6	5	1	3	7	4
---	---	---	---	---	---	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการหาค่ามัธยฐานจะต้องนำข้อมูลมาเรียงจากน้อยไปมาก ดังนี้

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

ตำแหน่งกึ่งกลาง

จากตารางจะเห็นว่าค่ามัธยฐานคือ 4

ตารางผลการทดลองจากรูปที่ 4.18 เพื่อหาค่า pixel ที่จุดต่างๆ ด้วยวิธีหาค่ามัธยฐาน

ช่องที่	จำนวน pixel
1	62.50
2	62.00
3	60.50
4	60.00
5	59.50
6	63.50
7	64.00
8	64.50

นำค่า pixel แต่ละช่องจากตารางผลการทดลองมาเรียงจากน้อยไปมาก ได้ผลดังนี้

59.50	60.00	60.50	62.00	62.50	63.50	64.00	64.50
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ตำแหน่งกึ่งกลาง

เพราะฉะนั้น ค่ามัธยฐานของข้อมูลในตารางคือ  $(62.00+62.50)/2 = 62.25$  pixel

ดังนั้นจำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องจากวิธีหาค่ามัธยฐาน = 62.25 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการหาค่าจำนวน Pixel ต่อ 1 ช่อง ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยและวิธีหาค่ามัธยฐาน มีค่าดังนี้

- จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องจากวิธีการค่าเฉลี่ย = 62.63 pixel
- จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องจากวิธีหาค่ามัธยฐาน = 62.25 pixel

### 4.3 ผลการทดลองการวัดขนาดของวัตถุ

ผลการทดลองนี้จะมี 2 แบบ คือ

- ผลการทดลองจากการวัดขนาดของวัตถุเมื่อไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลวัตถุ)
- ผลการทดลองการวัดขนาดของวัตถุเมื่อรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลตา)

ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 ผลการทดลองจากการวัดขนาดของวัตถุเมื่อไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลวัตถุ)

##### 4.3.1.1 การวัดขนาดของแท่งเข็ม



รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยใช้สเกลวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยใช้สเกลวัตถุ

สิ่งที่ใช้ใน กาททดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
แท่งเข็ม	1	300	297	300
	2	296	298	302
	3	299	297	300
	4	302	297	300
	5	308	298	302
	ค่าเฉลี่ย	301	297.40	300.80

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 1.20 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 0.07%

#### 4.3.1.2 การวัดขนาดของเส้นผม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นผมโดยใช้สเกลวัตถุ**  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นผมโดยใช้สเกลวัตถุ

สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
เส้นผม	1	64	94	95
	2	64	95	97
	3	66	95	96
	4	60	95	96
	5	66	95	96
	ค่าเฉลี่ย	64	94.80	96.00

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจาก โปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับ ไมโครมิเตอร์ คือ 48.13 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจาก โปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับ ไมโครมิเตอร์ คือ 50%

#### 4.3.1.3 การวัดขนาดของเส้นดัดในสาย wire



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

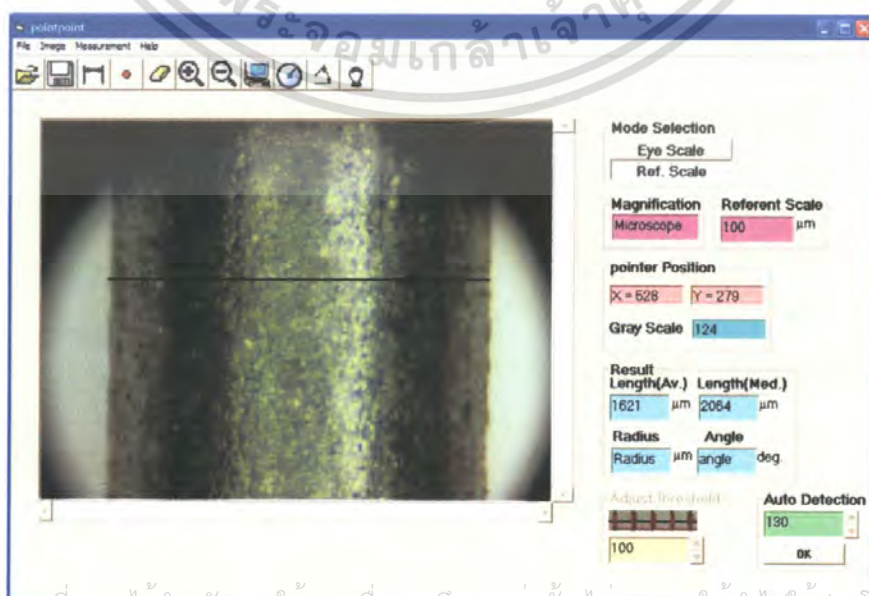
### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยใช้สเกลวัดดู

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
wire	1	243	226	227
	2	234	230	231
	3	243	228	229
	4	243	228	229
	5	236	230	231
	ค่าเฉลี่ย	239.80	228.40	229.40

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 4.75 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 4.43 %

#### 4.3.1.4 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลวัดดู  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกทางนามเหตดแบงลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลวัตถุ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
ไส้ดินสอด 2 mm.	1	2005	1621	2064
	2	2008	1621	2064
	3	2023	1614	2055
	4	2013	1618	2059
	5	2023	1621	2064
	ค่าเฉลี่ย	2014.40	1619.00	2061.20

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 19.63 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 2.32%

#### 4.3.1.5 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลด้านการค้า  
รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลวัตถุ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

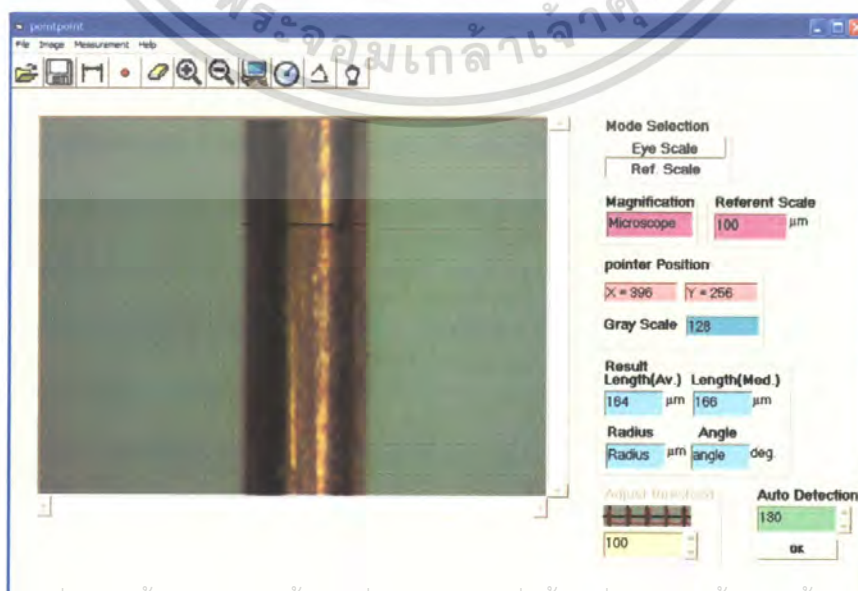
ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลวัตถุ

สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัชฌิมฐาน
ไส้ดินสอด 0.5 mm.	1	551	520	520
	2	556	523	523
	3	553	525	525
	4	552	527	527
	5	554	525	525
	ค่าเฉลี่ย	553.20	524	524

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 5.28 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัชฌิมฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 5.28 %

#### 4.3.1.6 การวัดขนาดของเส้นทองแดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า  
รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกลวัตถุ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกลวัตถุ

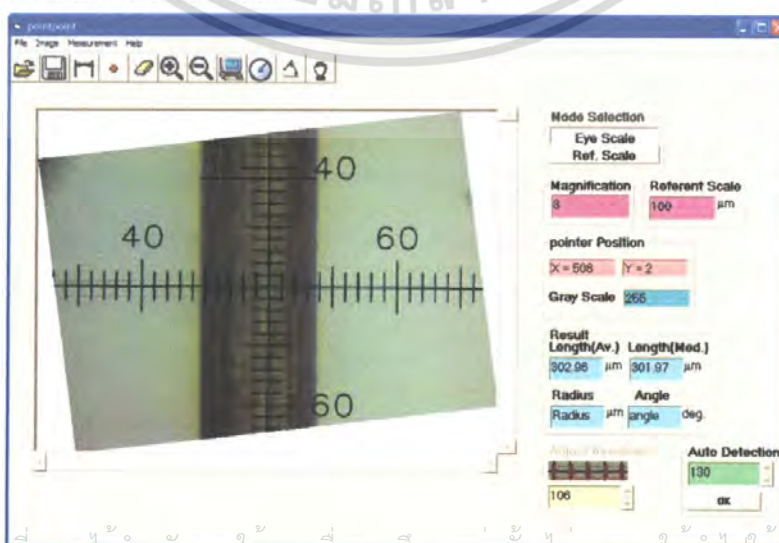
สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
ทองแดง	1	152	161	163
	2	156	162	164
	3	155	160	162
	4	153	160	162
	5	161	164	162
	ค่าเฉลี่ย	155.40	161.40	162.60

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 3.86 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 4.63 %

#### 4.3.2 ผลการทดลองจากการวัดขนาดของวัตถุเมื่อรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ (ใช้สเกลตาเป็นสเกลอ้างอิง)

##### 4.3.2.1 การวัดขนาดของแท่งเซมิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเซมิโดยใช้สเกลตา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเบล่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

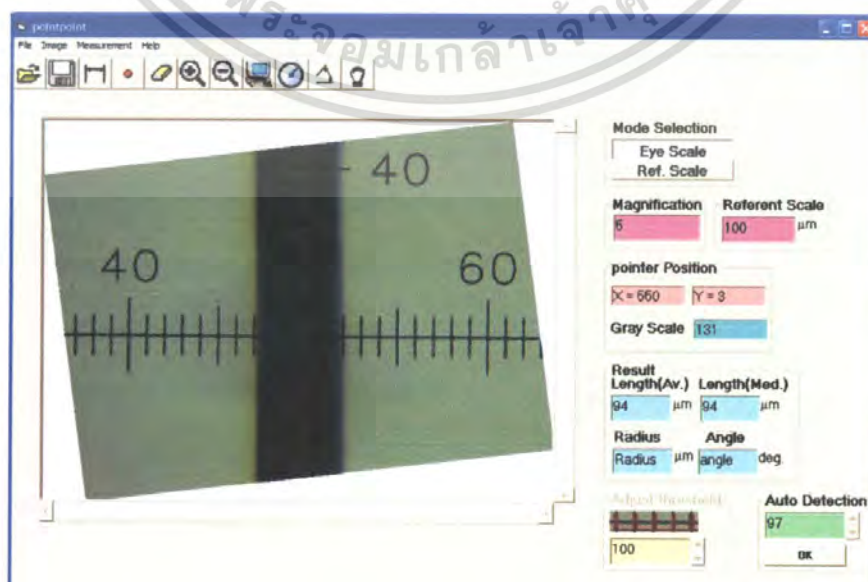
### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยใช้สเกลตา

สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
แท่งเข็ม	1	300	301	300
	2	296	299	298
	3	299	300	300
	4	302	300	300
	5	308	303	302
	ค่าเฉลี่ย	301	300.60	300

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 0.13 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 0.33 %

#### 4.3.2.2 การวัดขนาดของเส้นผม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.26 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นผมโดยใช้สเกลตา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

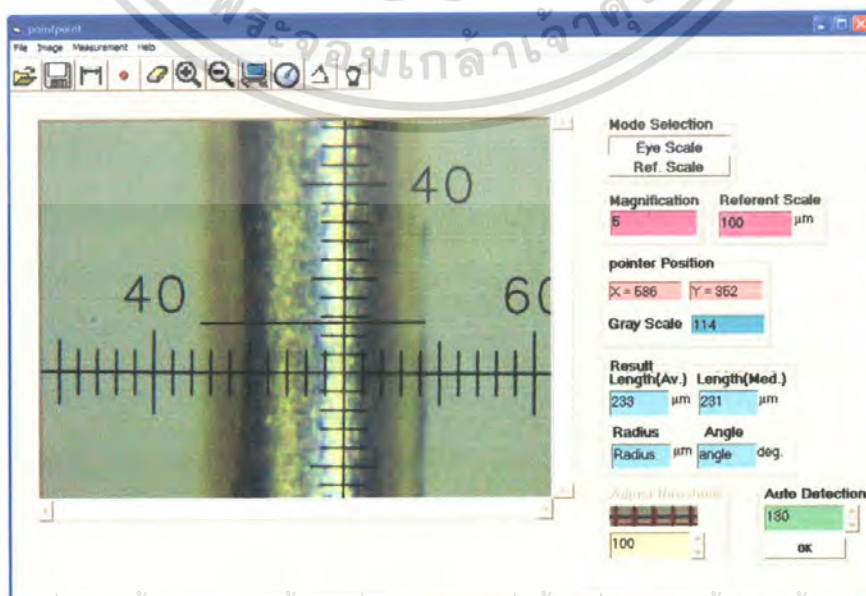
### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นผมโดยใช้สเกลตา

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
เส้นผม	1	64	93	93
	2	64	94	94
	3	66	96	96
	4	60	95	95
	5	66	94	94
	ค่าเฉลี่ย	64	94.40	94.40

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับ ไมโครมิเตอร์ คือ 47.50 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับ ไมโครมิเตอร์ คือ 47.50 %

#### 4.3.2.3 การวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 4.27 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยใช้สเกลตา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

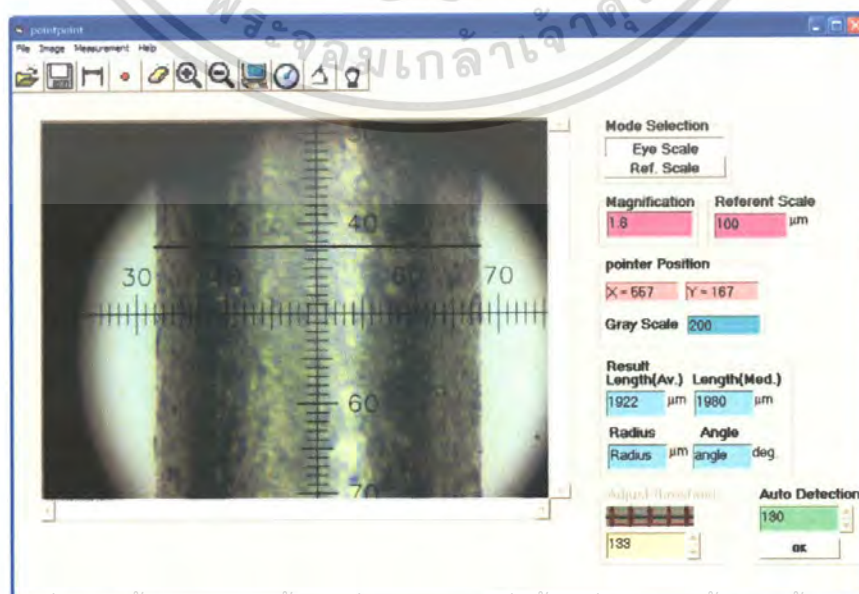
### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยใช้สเกลตา

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
wire	1	243	230	228
	2	234	231	229
	3	243	236	234
	4	243	238	236
	5	236	233	231
	ค่าเฉลี่ย	239.80	233.60	231.60

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 2.59 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 3.42 %

#### 4.3.2.4 การวัดขนาดของไส้ดินสอดะขนาด 2 mm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปโดยไม่ได้รับอนุญาตการคำ  
รูปที่ 4.28 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดะขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลตา  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

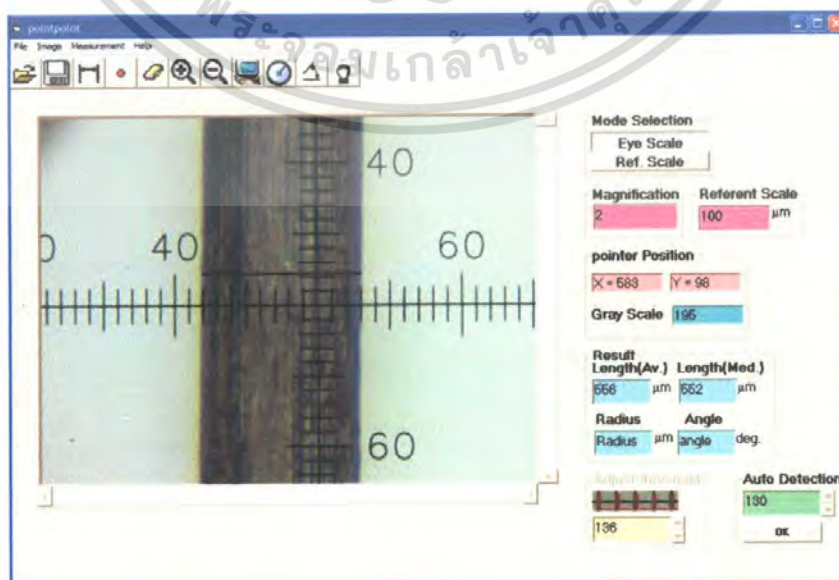
### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 2 mm. โดยใช้สเกลตา

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
ไส้ดินสอด 2 mm.	1	2005	1917	1975
	2	2008	1926	1985
	3	2023	1946	2005
	4	2013	1917	1975
	5	2023	1922	1980
	ค่าเฉลี่ย	2014.40	1925.60	1984.00

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 4.41 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 1.51 %

#### 4.3.2.5 การวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm.



เอกสารนี้เป็นรูปที่ 4.29 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลตา ด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

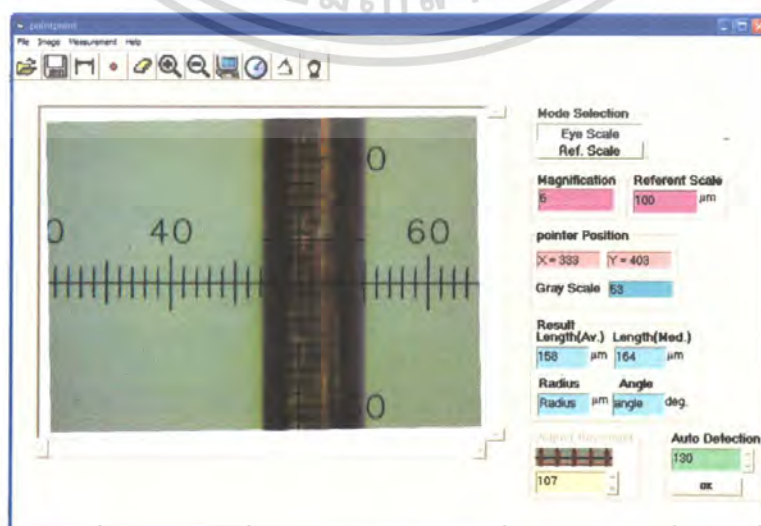
ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดขนาด 0.5 mm. โดยใช้สเกลตา

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
ไส้ดินสอด 0.5 mm.	1	551	562	558
	2	556	562	558
	3	553	556	552
	4	552	556	552
	5	554	556	552
	ค่าเฉลี่ย	553.20	558.40	554.40

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 0.94 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 0.22 %

#### 4.3.2.6 การวัดขนาดของเส้นทองแดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับใช้อ้างอิงเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**รูปที่ 4.30** หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกลตา  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นทองแดงโดยใช้สเกตตา

สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุ ด้วยไมโครมิเตอร์( $\mu\text{m}$ )	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
			วิธีการหาค่าเฉลี่ย	วิธีการหาค่ามัธยฐาน
ทองแดง	1	152	158	164
	2	156	156	161
	3	155	157	162
	4	153	157	162
	5	161	158	164
	ค่าเฉลี่ย	155.40	157.20	162.60

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่าเฉลี่ยเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 1.16 %
- ค่าความคลาดเคลื่อนการวัดขนาดจากโปรแกรมด้วยการหาค่ามัธยฐานเทียบกับไมโครมิเตอร์ คือ 4.63 %

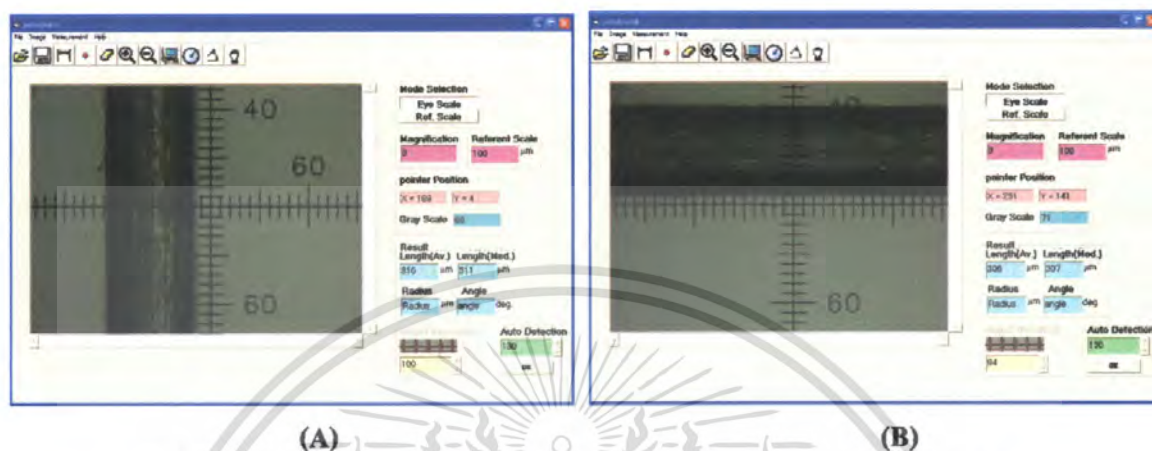
#### 4.4 ผลการทดลองการวัดขนาดของวัตถุโดยวางในแนวตั้งและแนวนอน

ในผลการทดลองนี้จะเป็นการตรวจสอบว่า การวัดวัตถุในแนวตั้งและแนวนอนมีค่าเท่ากันหรือไม่ เนื่องจากช่องของ pixels อาจมีขนาดไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งจะดูว่าเมื่อวัดค่าขนาดของวัตถุออกมาจะมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันหรือไม่ โดยผลการทดลองจะมี 2 แบบ คือ

- ผลการทดลองจากการวางวัตถุในแนวตั้ง
- ผลการทดลองจากการวางวัตถุในแนวนอน

ซึ่งจะได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

#### 4.4.1 ผลการทดลองการวัดขนาดของแท่งเข็มจากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 4.31 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยวางวัตถุในแนวตั้ง  
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของแท่งเข็มโดยวางวัตถุในแนวนอน

ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของแท่งเข็มจากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน

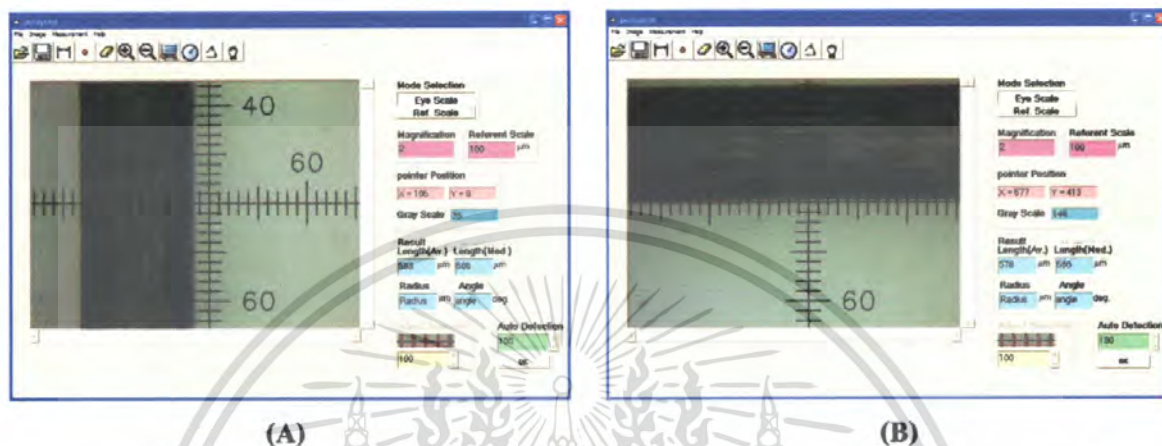
สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม (µm)	
		การวางวัตถุในแนวตั้ง	การวางวัตถุในแนวนอน
แท่งเข็ม	1	309	304
	2	307	306
	3	307	307
	4	307	302
	5	311	307
	เฉลี่ย	308.20	305.20

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

ผลการทดลองของค่าการวัดขนาดของแท่งเข็มเมื่อวางในแนวตั้งและแนวนอน จะมีค่าขนาดของวัตถุใกล้เคียงกัน โดยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการวางวัตถุในแนวตั้ง เท่ากับ 0.97 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 ผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดำขนาด 0.5 mm. จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 4.32 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดำขนาด 0.5 mm. โดยวางวัตถุในแนวตั้ง  
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของไส้ดินสอดำขนาด 0.5 mm. โดยวางวัตถุในแนวนอน

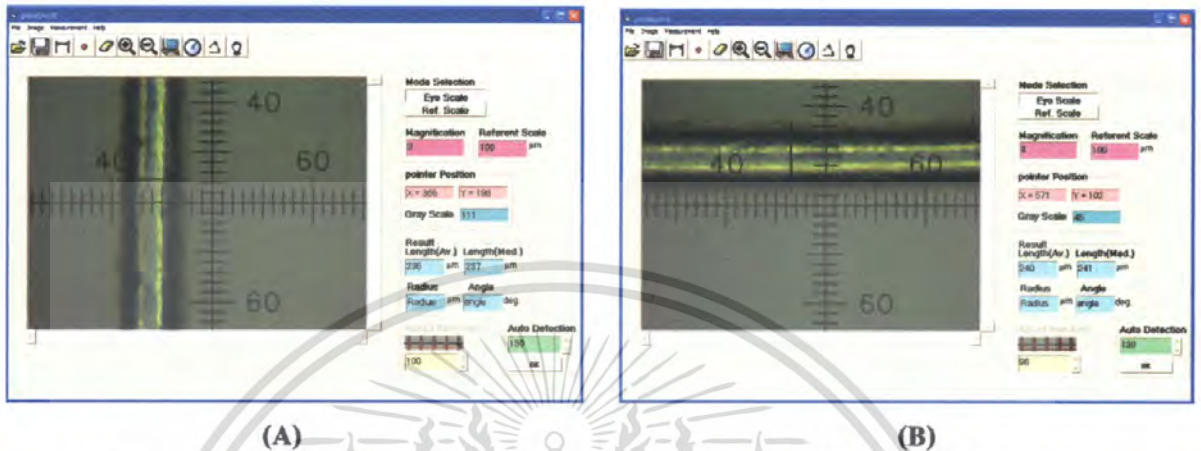
ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของไส้ดินสอดำขนาด 0.5 mm. จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน

สิ่งที่ใช้ใน การทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม ( $\mu\text{m}$ )	
		การวางวัตถุในแนวตั้ง	การวางวัตถุในแนวนอน
ไส้ดินสอดำ 0.5 mm	1	586	583
	2	581	581
	3	581	583
	4	583	581
	5	586	586
	เฉลี่ย	583.40	582.80

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

ผลการทดลองของค่าการวัดขนาดของไส้ดินสอดำขนาด 0.5 mm. เมื่อวางในแนวตั้งและแนวนอน จะมีค่าขนาดของวัตถุใกล้เคียงกัน โดยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการวางวัตถุในเอกสแนวตั้ง เท่ากับ 0.10% ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.3 ผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 4.33 (A) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยวางวัตถุในแนวตั้ง  
(B) หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire โดยวางวัตถุในแนวนอน

ตารางบันทึกผลการทดลองการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire จากการวางวัตถุในแนวตั้งและแนวนอน

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง	ครั้งที่	การวัดขนาดของวัตถุด้วยโปรแกรม (μm)	
		การวางวัตถุในแนวตั้ง	การวางวัตถุในแนวนอน
wire	1	239	241
	2	239	241
	3	243	235
	4	230	241
	5	237	241
	เฉลี่ย	237.60	239.80

จากตารางบันทึกผลการทดลองจะได้ว่า

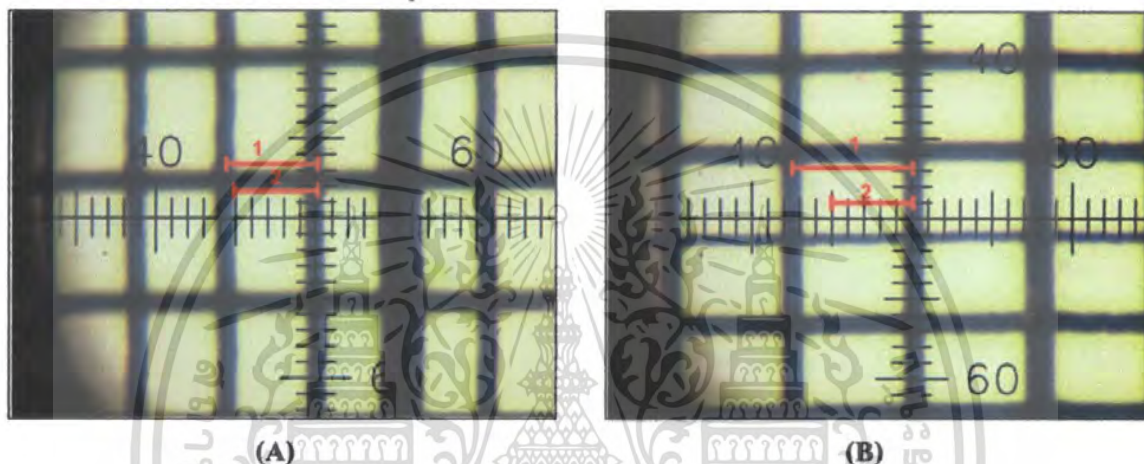
ผลการทดลองของค่าการวัดขนาดของเส้นลวดในสาย wire เมื่อวางในแนวตั้งและแนวนอน จะมีค่าขนาดของวัตถุใกล้เคียงกัน โดยจะมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการวางวัตถุในแนวตั้ง เท่ากับ 0.93 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปจากผลการทดลองที่ได้ (ในหัวข้อ 4.4) จะเห็นว่าค่าที่วัดได้ในแนวดิ่งและแนวนอนมีค่าใกล้เคียงกันมากซึ่งถือว่าไม่มีผลต่อการวัด ไม่ว่าจะวัดในแนวใดจะถือว่าค่าเท่ากัน คือถือว่า pixels มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

#### 4.5 การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุ

##### 4.5.1 เปรียบเทียบสเกลวัตถุกับสเกลตา



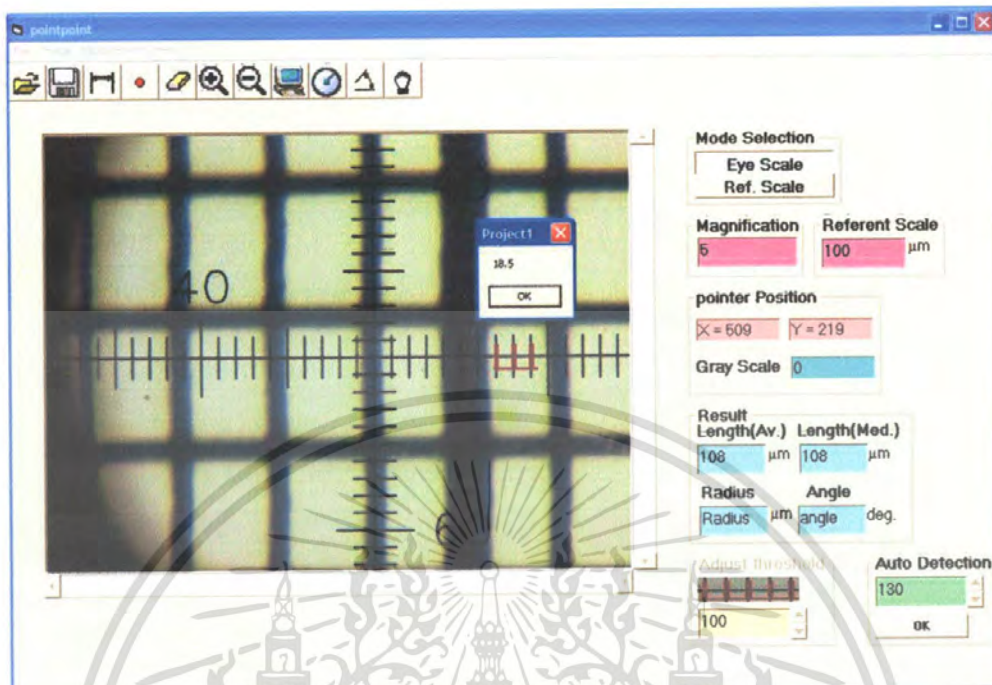
รูปที่ 4.34 (A) การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุด้านกว้าง  
(B) การทดสอบความถูกต้องของสเกลวัตถุด้านยาว

การทดสอบความถูกต้องของสเกล จากรูปที่ 4.37 ใช้กำลังขยายของ Microscope เป็น 5 เท่า ดังนั้นความกว้างของ 1 ช่องสเกลวัตถุควรจะมีค่าเท่ากับ 5 ช่องของสเกลตา แต่จากรูปทั้งสองจะเห็นว่า 5 ช่องของสเกลตา จะมีขนาดเท่ากับเส้นหมายเลข 2 ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากับเส้นหมายเลข 1 ซึ่งก็คือ 1 ช่องของสเกลวัตถุ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสเกลวัตถุ มีขนาดไม่เท่ากับ  $100 \mu\text{m}$  และจากรูปทั้งสองจะเห็นว่าสเกลวัตถุในด้านกว้าง (รูปซ้าย) และด้านยาว (รูปขวา) มีขนาดไม่เท่ากันคือไม่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังนั้นใช้การใช้งานจึงนำด้านที่ใกล้เคียงมาใช้ซึ่งก็คือด้านกว้าง

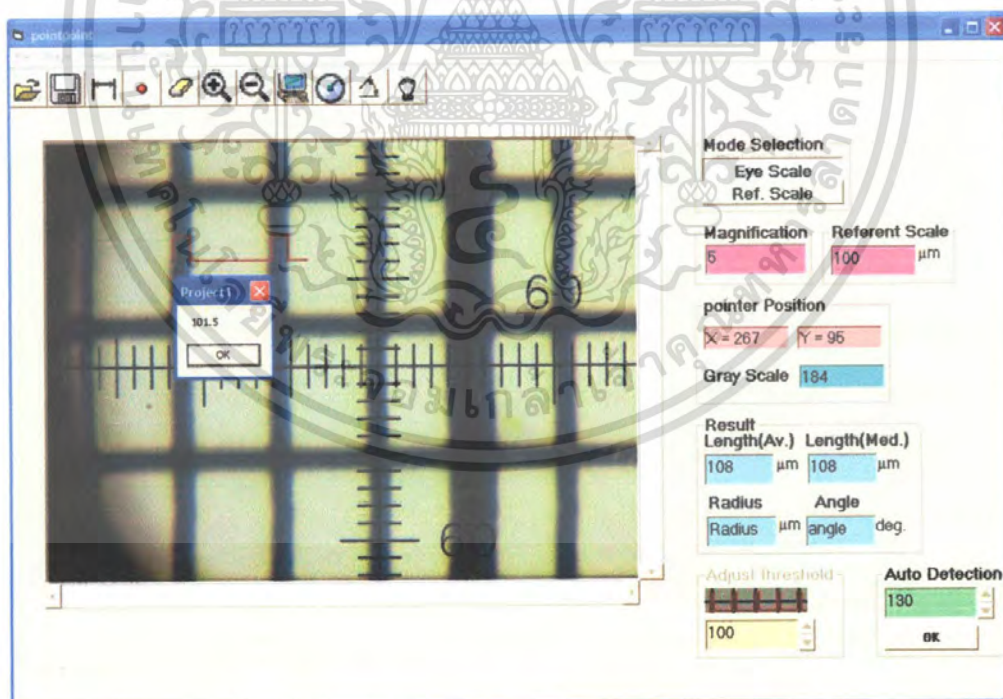
##### 4.5.2 หาค่าความคลาดเคลื่อนของสเกลวัตถุโดยใช้สเกลตาเป็นมาตรฐาน

จากรูปที่ 4.38 และ รูปที่ 4.39 เป็นการหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลตาและสเกลวัตถุตามลำดับ ซึ่งในการถ่ายภาพจะใช้กำลังขยายของ Microscope เป็น 5 เท่า เพื่อนำมาทำการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโดยใช้ค่าของสเกลตาเป็นมาตรฐาน ซึ่งทำการคำนวณดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 การหาค่าจำนวน pixel ต่อ 1 ช่องของสเกลตา



รูปที่ 4.36 การหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผลการทดลองหาค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องของสเกลตาและสเกลวัตถุ**

ชนิดสเกล	ค่าจำนวน pixels ต่อ 1 ช่องสเกล
สเกลตา	18.5
สเกลวัตถุ	101.5

จากผลการทดลองนำมาคำนวณหาขนาดของสเกลวัตถุเมื่อขนาดของสเกลตาเท่ากับ 100  $\mu\text{m}$  และ กำลังขยายของ Microscope เป็น 5 เท่า

$$\text{ขนาดของสเกลวัตถุ} = (100/18.5) * (101.5/5) = 109.73 \mu\text{m}$$

ดังนั้นเมื่อใช้สเกลเป็นมาตรฐานสเกลวัตถุมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ

$$((109.73-100)/100) * 100 = 9.73 \%$$

จากค่าความคลาดเคลื่อนนี้น่าจะเป็นสาเหตุให้สเกลตามีความแม่นยำมากกว่าสเกลวัตถุ

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผล

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้กับวัตถุที่มีขนาดเล็กๆ โดยการถ่ายภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์ เพื่อที่จะต้องการทราบขนาดที่แท้จริงของวัตถุ ภายในตัวโปรแกรมจะสามารถวัดขนาดของวัตถุ โดยที่ทราบหรือไม่ทราบกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ได้ หากใช้วิธีไม่ทราบกำลังขยายจะต้องมีสเกลวัตถุด้วยเพื่อใช้ในการวัดขนาดของวัตถุ

จากการทดลองจะพบว่าการวัดในโหมดที่ใช้สเกลตาจะมีความแม่นยำกว่าการวัดในโหมดที่ใช้สเกลวัตถุซึ่งสังเกตได้จากค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยกว่าทุกๆ วัตถุที่ใช้วัด แต่มีข้อเสียคือต้องรู้ขนาดกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่แน่นอน แต่ในการใช้สเกลอ้างนั้นไม่จำเป็นต้องรู้กำลังขยาย และในการหาค่าพิกเซลใน 1 ช่องสเกลด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยกับวิธีมาตรฐาน เมื่อนำค่าพิกเซลใน 1 ช่องที่ได้มาคำนวณหาขนาดของวัตถุจะพบว่าโดยส่วนมากค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ในการวัดไส้ดินสอด 2 mm ซึ่งมีขนาดใหญ่ทำให้เราเห็นสเกลมีขนาดเล็กลงจึงทำให้โปรแกรมข้ามการนับขนาดพิกเซลของบางเส้นไปเนื่องจากมองว่าเป็น noise ของภาพจึงทำให้การหาค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซลใน 1 ช่องของสเกลผิดพลาดไป แต่การหาค่ามาตรฐานนั้นยังคงมีความถูกต้องอยู่เนื่องจากถ้าโปรแกรมข้ามบางเส้นไปทำให้ค่าพิกเซลใน 1 ช่องนั้นมีค่าใหญ่ในการนำมาคำนวณแล้วเฉลี่ยจึงเกิดความผิดพลาด ส่วนการหาค่ามาตรฐานนำค่ากลางมาใช้ค่าที่ผิดพลาดจึงถูกตัดทิ้งไป และผลการทดลองที่ได้พบในการวัดขนาดของเส้นผมมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ส่วนการวัดขนาดของวัตถุไม่ว่าจะวัดในในแนวนอน (แกน x) และแนวตั้ง (แกน y) จะให้ผลเหมือนกัน

จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่าถ้าเราสามารถรู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ที่แน่นอนได้ ใช้การวัดในโหมดสเกลตาจะมีความแม่นยำสูงกว่า แต่ถ้าไม่รู้กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ก็ควรใช้การวัดในโหมดสเกลวัตถุ และในการหาค่าพิกเซลใน 1 ช่องควรใช้วิธีการหาค่ามาตรฐานมากกว่าการหาค่าเฉลี่ย ในโปรแกรมจึงจะเลือกใช้วิธีการหาค่ามาตรฐาน

## 5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะพบว่า การวัดในโหมคสเกลดาแม่นยำกว่าเป็นเพราะว่าในการทดลองนี้สเกลตานั้นมีมาตรฐานความแม่นยำดีกว่าสเกลวัตถุที่เรานำกระดาษกราฟไปย่อขนาดมาซึ่งจะเห็นจากการทดลองว่าสเกลวัตถุมีความคลาดเคลื่อนจากสเกลดาที่มีมาตรฐาน 9.73 % ทำให้ขนาดของวัตถุที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนไป ในโปรแกรมนี้ถ้าวัดเส้นผมที่มีขนาดเล็กกว่า 100  $\mu\text{m}$  จะทำให้มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมีค่ามากเมื่อเทียบกับค่าจริง น่าจะเป็นเพราะสเกลที่ใช้มีขนาด 100  $\mu\text{m}$  จึงไม่เหมาะสมกับการวัดขนาดของวัตถุที่เล็กกว่าสเกลวัตถุ และเส้นผมมีความอ่อนอาจทำให้เกิดการบีบเล็กน้อยเมื่อวัดด้วยไมโครมิเตอร์ดังนั้นเมื่อนำค่าเปรียบเทียบกับ การวัดด้วยโปรแกรมจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนมาก และโปรแกรมนี้อย่างนี้ยังไม่สมบูรณ์จึงควรจะต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการพัฒนาโปรแกรมมีดังต่อไปนี้

- มีการสร้างสเกลวัตถุที่มีความแม่นยำสูงๆมาใช้ในการวัด
- หาสเกลวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า 100  $\mu\text{m}$  เพื่อจะได้วัดวัตถุที่เล็กๆลงไปได้
- ปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้ได้ง่ายและสวยงาม

## เอกสารอ้างอิง

ศิริศักดิ์ วรชื่น, เรืองศักดิ์ โตอร่ามรัตน์. 2539. การประมวลผลภาพ (Image Processing).

โครงการพิเศษหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑามาส อุดมศิริรัตน์, นวลทิพย์ งามเจตนาธรรมย์. 2531. การประมวลผลภาพดิจิทัล (Image Processing). วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า -  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วีรภัทร สู่พานิช, เอก ช่อไม้ทอง. 2538. การประมวลผลภาพ (Image Processing)

โครงการพิเศษหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิทธิโชค ยอดระยับ. 2550. การเขียน โปรแกรม Digital Image Processing ด้วย Visual Basic,  
กรุงเทพฯ.

[www.campus.en.kku.ac.th/.../COE2004-20/image.html](http://www.campus.en.kku.ac.th/.../COE2004-20/image.html)

<http://nanotech.sc.mahidol.ac.th/comlab/image/type.htm>

<http://www.student.chula.ac.th/~49702413/jpeggif.htm>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



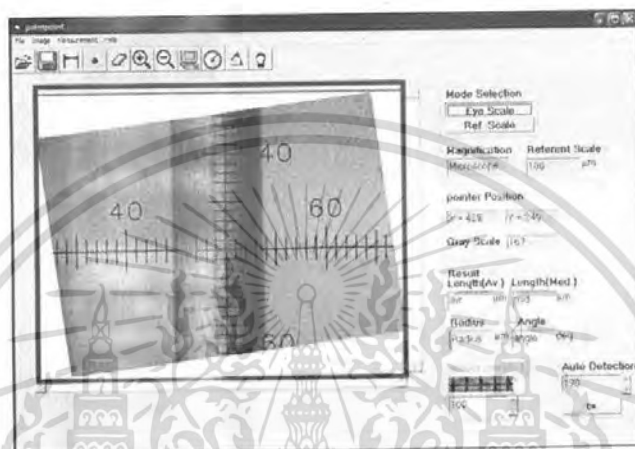
**ภาคผนวก ก.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการใช้โปรแกรมวัดขนาดของวัตถุ

### ในกรณีที่เลือกการใช้สเกลตา

1. ในขั้นตอนแรกโปรแกรมจะให้ผู้ใช้โหลดภาพวัตถุที่ถ่ายพร้อมกับสเกลตาเมื่อเลือกรูปที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะโหลดรูปเข้ามาใน picture box ดังรูป



รูปที่ A-1 หน้าจอแสดงผลการโหลดรูปวัตถุเข้ามาในโปรแกรม

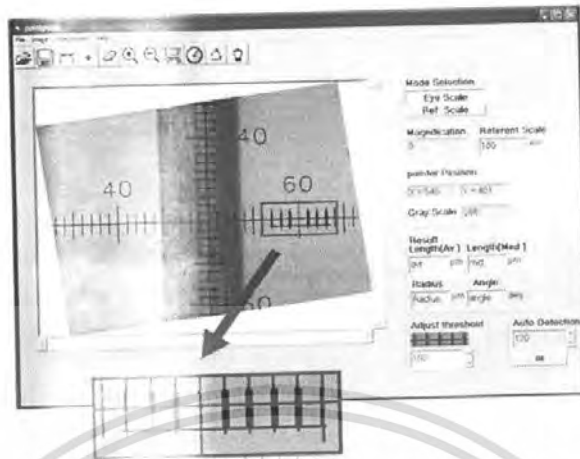
2. ระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ในช่อง Magnification ขณะที่ทำการถ่ายรูป



รูปที่ A-2 หน้าจอแสดง ผลการระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์

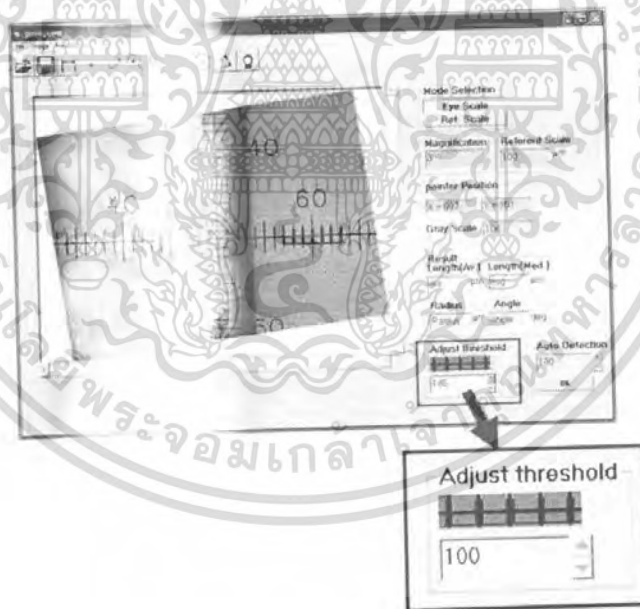
3. ทำการ calibrate ที่สเกลตา โดยการลากเส้นบนสเกลตา แล้วจะได้กราฟของการ calibrate ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ A-3 หน้าจอแสดงผลการ calibrate ที่สเกลตา

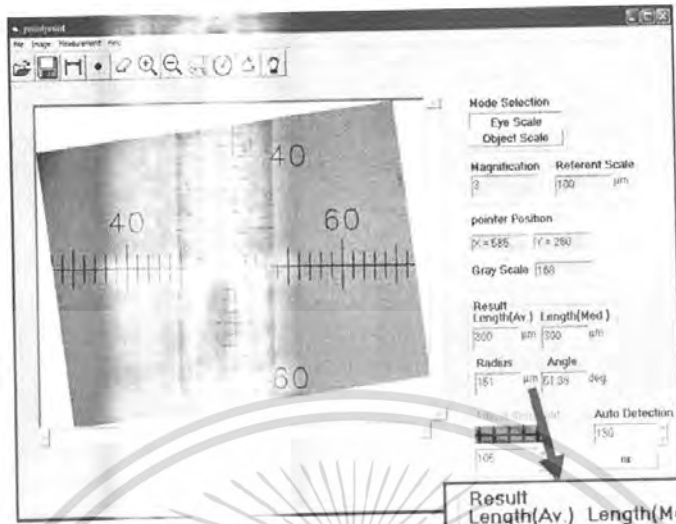
4. หากเห็นกราฟของการ calibrate ไม่ชัดเจน ให้ทำการปรับค่า Threshold ดังรูป



รูปที่ A-4 หน้าจอแสดงผลการ ปรับค่า Threshold เมื่อกราฟของการ calibrate ไม่ชัดเจน


5. ทำการวัดขนาดของวัตถุ โดยสามารถเลือกที่จะวัดขนาดเอง หรือให้โปรแกรมวัดขนาดให้ก็ได้ พร้อมทั้งสามารถเลือกชนิดครีสมิของวงกลมและมุมที่ต้องการได้ภายในรูป โดยจะแสดงผลในส่วนของ Result

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




Result	Length(Av.)	Length(Med.)
	300 μm	300 μm
Radius	Angle	
161 μm	51.39 deg.	

รูปที่ A-5 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลตา

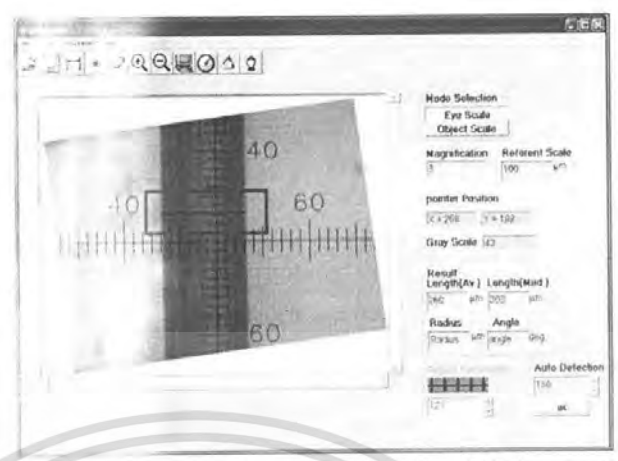
5.1 เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยระบุตำแหน่ง (Manual Measurement) โดยเลือกเมนู Measurement -> Draw - Line หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + L



รูปที่ A-6 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการระบุตำแหน่ง

5.2 เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้ (Auto Detect) โดยเลือกที่เมนู Measurement - Auto หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ A-7 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้


5.3 ในโปรแกรม AutoCAD การวัดขนาดของรัศมีของวงกลม โดยเลือกเมนู Measurement

- Draw = Circle (รัศมี) ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + C สำหรับวัดรัศมีของวงกลม

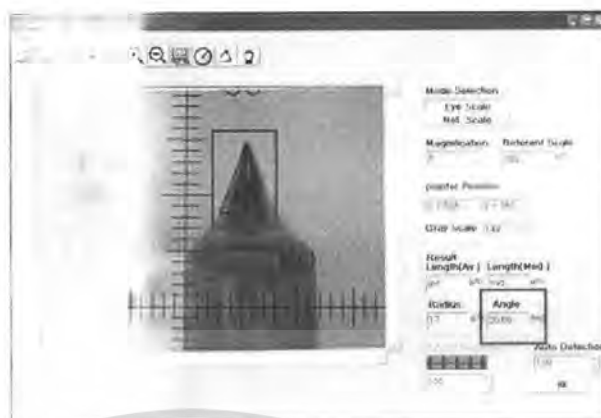


รูปที่ A-8 หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของรัศมีของวงกลม

5.4 และวัดขนาดของมุมที่มองเห็นขึ้นมาบนภาพได้ และเลือกเมนู Measurement -

Angular Dimension (มุม) ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + R สำหรับวัดมุมที่ต้องการทราบขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าจอแสดงผลการวัดขนาดของมุม


6. ถ้าต้องการขยายหรือย่อภาพ ผลลัพธ์อยู่นั้นให้เลือกเมนู Image ตามด้วยเมนู

6.1 Zoom – Zoom in  ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + I

6.2 Zoom – Zoom out  ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + J

7. หากต้องการลบฟังก์ชันภาพบนที่กระทำบนภาพอยู่ ให้เลือกเมนู Image – Clear Image

หรือกดที่ไอคอน  หรือ Ctrl + D

8. ถ้าต้องการ save ข้อมูลภาพ ให้เลือกเมนู File – Save Text หรือกดที่ไอคอน 

หรือกดที่ Ctrl + S

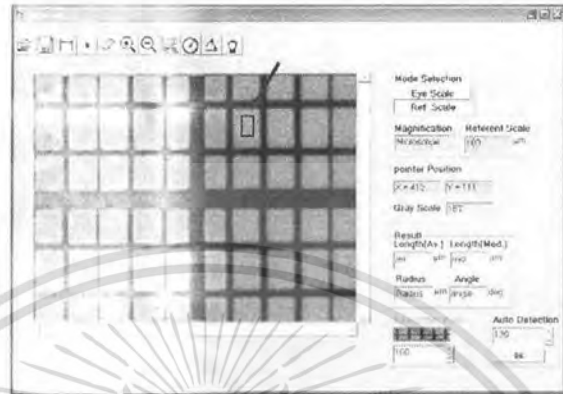
9. ถ้าต้องการออกจากโปรแกรม ให้เลือกเมนู File – Exit หรือกดที่ Ctrl + E

#### หากเลือกในกรณีการใช้งาน

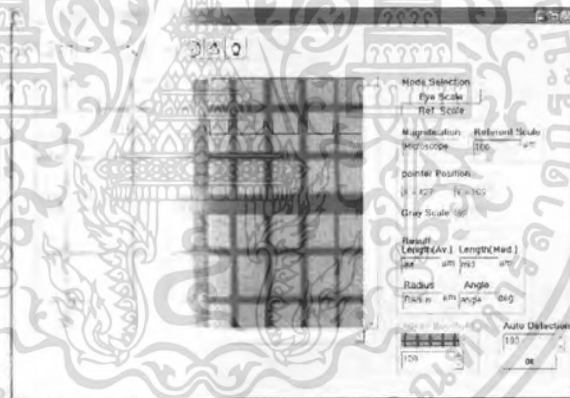
1. ในขั้นตอนแรกโปรแกรมจะให้ผู้ใช้โหลดภาพของสเกลวัตถุมาก่อนเพื่อทำการ Calibrate
2. วิธีการ Calibrate จะใช้สเกลในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัตถุก่อน ดังรูป A-10
3. จากนั้นทำการ Calibrate โดยเลือกในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีดำของสเกลวัตถุ ซึ่งจะใช้วิธีการเดียวกับข้อ 2
4. เมื่อ Calibrate สเกลวัตถุเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะขึ้นกราฟของการ Calibrate ดังรูป A-11
5. ต่อจากนั้นให้ผู้ใช้โปรแกรมที่ต้องการวัดขนาดเข้ามาในโปรแกรม แต่มีข้อจำกัดว่า รูปของวัตถุนี้จะต้องถ่ายด้วยเลนส์เดียวกันกับตอนที่ถ่ายภาพสเกลวัตถุ เช่น การถ่ายภาพของสเกลที่มีขนาดยาวที่ค่าหนึ่ง การถ่ายภาพวัตถุก็จะต้องมีค่ากำลังขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับการถ่ายภาพสเกล จะปรับเปลี่ยนกำลังขยายไม่ได้ เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องในการวัดขนาด



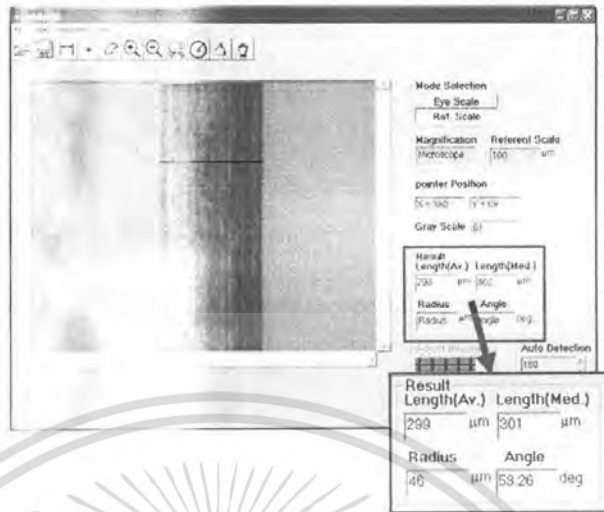
รูปที่ A-10 หน้าจอของโปรแกรม Calibrate บริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัดดู




รูปที่ A-11 หน้าจอของกราฟจากการ Calibrate บนสเกลวัดดู

- ทำการวัดขนาดของวัตถุ สามารถเลือกที่จะวัดขนาดเอง หรือให้โปรแกรมวัดขนาดให้ก็ได้ พร้อมกับโปรแกรม จะบันทึกประวัติของวงกลมและมุมที่ต้องการได้ภายในรูป โดยจะแสดงผลในหน่วย มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ A-12 ผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการใช้สเกลวัตถุ

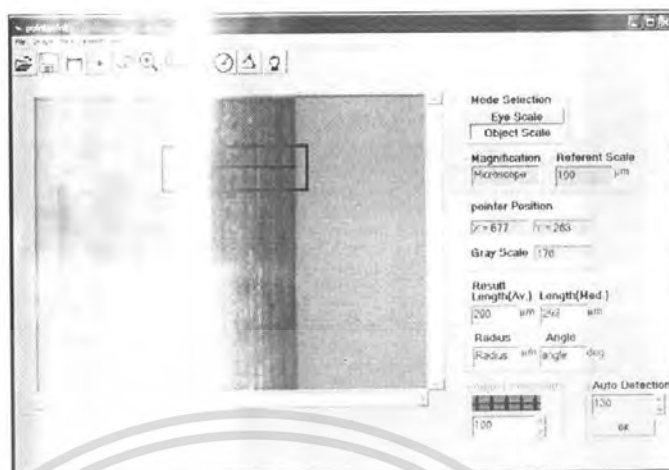
6.1 เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยระบุตำแหน่ง (Manual Measurement) โดยเลือกที่เมนู Measure -> Draw - Line หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + L จะเกิดหน้าต่างที่จะต้องระบุขนาดของสเกลอ้างอิงด้วย โดยในโปรแกรมจะระบุเป็น 100 μm ซึ่งจะได้ผลของโปรแกรมดังรูป




รูปที่ A-13 ผลการวัดขนาดของวัตถุด้วยการระบุตำแหน่ง

6.2 เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้ (Auto Detect) โดยเลือกที่เมนู Measure -> Auto หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + A แต่ก่อนทำการวัดจะปรากฏกล่องขยายของกล้องจุลทรรศน์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ A-14 วิธีการวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้

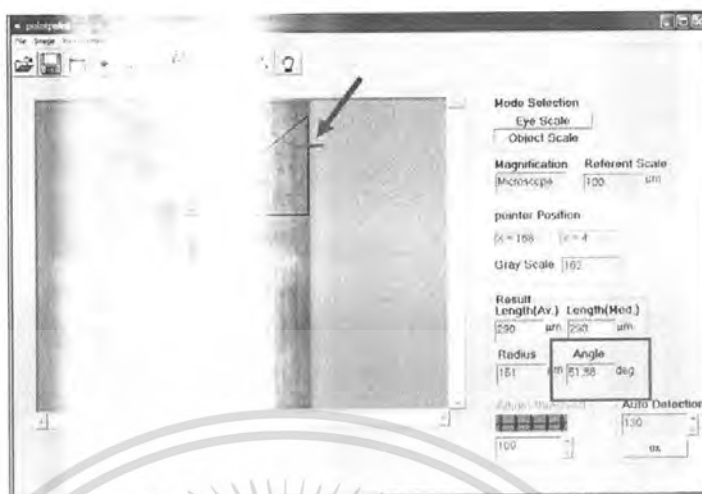
6.3 ในโปรแกรมให้วัดขนาดของรัศมีของวงกลม โดยเลือกเมนู Measurement - Circle หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + C สำหรับวงกลม



รูปที่ A-15 ผลการวัดขนาดของรัศมีของวงกลม

6.4 วัดขนาดของมุมภาพได้ และเลือกเมนู Measurement - Angular หรือกดที่ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + R สำหรับวัดมุมที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงผลการวัดขนาดของมูม

7. ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นให้คลิกเมนู Image ตามด้วยเมนู
  - 7.1 Zoom – Zoom In หรือคลิกที่ ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + I
  - 7.2 Zoom – Zoom Out หรือคลิกที่ ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + J
8. หากต้องการลบงานที่กระทำบนภาพอยู่ ให้คลิกเมนู Image – Clear หรือคลิกที่ ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + D
9. ถ้าต้องการ save งาน ให้คลิกเมนู File – Save Text หรือคลิกที่ ไอคอน  หรือกดที่ Ctrl + S
10. ถ้าต้องการออกงาน ให้คลิกเมนู File – Exit หรือคลิกที่ Ctrl + E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Option Explicit
Private thefile As String
Private thefile_delete As String
Private File_Img As String
Private Const LR_LOADFROMFILE = &H10
Private b As Integer           'blue
Private r As Integer           'red
Private g As Integer           'green
Private rg As Integer          'gray
Private Gr As gray             'gray ref
Private poi As poi
Private rs As Double           'zoom
Private wid As Single
Private hig As Single
Private h As Double
Private v As Double
Private x1 As Integer
Private y1 As Integer
Private Gr_threshold As Integer
Private start_x1 As Integer
Private last_x1 As Integer
Private start_y1 As Integer
Private color1 As Long
Private click1 As Integer
Private d As Integer
Private sr As Single           'pixel of 1 blank method average
Private sr_eye As Single
Private mid_sr As Single       'pixel of 1 blank method medium
Private midsr_eye As Single
Private flag1 As Boolean       'set pencil
Private flag2 As Boolean       'set draw line
Private flag3 As Boolean       'set pixel out of rang
Private flag4 As Boolean       'set load pic meaument scale
Private flag5 As Boolean       'select cal result 2 method

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Private flag6 As Boolean  
 Private flag7 As Boolean 'set draw square  
 Private flag8 As Boolean 'set draw square  
 Private flag9 As Boolean  
 Private flag10 As Boolean 'set draw circle  
 Private flag11 As Boolean 'set draw circle  
 Private flag12 As Boolean  
 Private flag13 As Boolean  
 Private flag14 As Boolean  
 Private flag15 As Boolean  
 Private flag16 As Boolean 'press cancel  
 Private flag17 As Boolean 'choose mode  
 Private flag18 As Boolean 'move pic  
 Private flag19 As Boolean 'move pic  
 Private df As Boolean  
 Private dis As Single  
 Private x11 As Single  
 Private x12 As Single  
 Private y11 As Single  
 Private y12 As Single  
 Private dx As Single  
 Private dy As Single  
 Private s1 As Integer  
 Private s2 As Integer  
 Private s3 As Integer  
 Private s4 As Integer  
 Private s5 As Integer  
 Private T7 As Integer  
 Private Result As Single  
 Private mid\_result As Single  
 Private directory\_img As String  
 Private directory\_text As String  
 Private Result\_Radius As Single  
 Private Radius As Integer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private ATan As Single
Private ref_scale As Integer
Private Y_Auto As Integer
Private Auto As Integer
Private Microscope As Single
Private fso As New FileSystemObject
Private objfile As File
Private objts As TextStream
Private Type gray
Blmin As Integer
Blmax As Integer
Wmin As Integer
Wmax As Integer
Threshold As Integer
End Type
Private Type poi
Blmin As Long
Blmax As Long
Wmin As Long
Wmax As Long
End Type

Private Sub CmdResult_Click()
If flag9 = True Then
dis = dis / sr
If (dis <> 0) Then
If flag5 = True Then
Result = (dis / sr) * ref_scale
'result miduim
mid_result = (dis / (mid_sr)) * ref_scale
Text11.Text = Result
Text12.Text = mid_result
'MsgBox "result = " & result, vbOKCancel, result

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
On Error GoTo Err_Microscope_result
Microscope = CSng(Text7.Text)
'MsgBox "s =" & midsr_eye
Result = (100 / sr_eye) * (dis / Microscope)
mid_result = (100 / midsr_eye) * (dis / Microscope)
Text11.Text = Result
Text12.Text = mid_result
'MsgBox "result =" & result & vbCrLf & "mid_result =" & mid_result, vbOKCancel, result
Exit Sub
Err_Microscope_result:
MsgBox "Plese input Microscope not 0 ", vbOKCancel + vbExclamation, "Error!"
Exit Sub
End If
Else
    MsgBox "error"
End If
End If
End Sub

Private Sub Cmdup_Click()
Picture2.Cls
Gr_threshold = Gr_threshold + 1
If Gr_threshold > 150 Then
Gr_threshold = 150
MsgBox "can't up"
End If
Text9.Text = Gr_threshold
sr_eye = epixel_sc(start_x1, last_x1, start_y1, Gr_threshold)
midsr_eye = medium_eye()
End Sub

Private Sub Cmddown_Click()
Picture2.Cls
Gr_threshold = Gr_threshold - 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If Gr_threshold < 50 Then
Gr_threshold = 50
MsgBox "can't down"
End If
Text9.Text = Gr_threshold
sr_eye = epixel_sc(start_x1, last_x1, start_y1, Gr_threshold)
midsr_eye = medium_eye()
End Sub

```

```

Private Sub CmdAuto_up_Click()
If flag9 = True Then
Auto = Auto + 1
If Auto > 255 Then
Auto = 255
End If
Text10.Text = Auto
dis = 0
Picture2.Cls
dis = Auto_line(Y_Auto, Auto, rs, flag5)
End If
End Sub

```

```

Private Sub CmdAuto_down_Click()
If flag9 = True Then
Auto = Auto - 1
If Auto < 0 Then
Auto = 0
End If
Text10.Text = Auto
dis = 0
Picture2.Cls
dis = Auto_line(Y_Auto, Auto, rs, flag5)
End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub Form_Load()
Form1.Left = 500
Form1.Top = 500
Form1.Width = 15500
Form1.Height = 10700
Picture1.ScaleMode = vbPixels
Picture2.ScaleMode = vbPixels
Picture2.AutoRedraw = True
Picture2.DrawWidth = 2
Picture2.Visible = False
Picture1.Left = 500
Picture1.Top = 500 + Toolbar1.Height
Picture1.Width = ScaleX(607 + ScaleX(Picture1.Width, ScaleMode, vbPixels) - Picture1.ScaleWidth, vbPixels,
ScaleMode)
Picture1.Visible = True
Picture1.Height = ScaleY(455 + ScaleY(Picture1.Height, ScaleMode, vbPixels) - Picture1.ScaleHeight,
vbPixels, ScaleMode)
VScroll1.Width = ScaleX(25, vbPixels, ScaleMode)
HScroll1.Height = ScaleX(25, vbPixels, ScaleMode)
VScroll1.Move Picture1.Left + Picture1.Width, Picture1.Top, VScroll1.Width, Picture1.Height
VScroll1.Max = 100
VScroll1.Min = 0
VScroll1.Enabled = False
VScroll1.Visible = False
HScroll1.Move Picture1.Left, Picture1.Top + Picture1.Height, Picture1.Width, HScroll1.Height
HScroll1.Max = 100
HScroll1.Min = 0
HScroll1.Enabled = False
HScroll1.Visible = False
Frame1.Top = Picture1.Top
Frame1.Left = VScroll1.Left + VScroll1.Width + 500
Frame2.Top = Frame1.Top + Frame1.Height + 150
Frame2.Left = Frame1.Left

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Frame4.Top = Frame2.Top
Frame4.Left = Frame2.Left + Frame2.width + 150
Frame3.Top = Frame2.Top + Frame2.Height + 150
Frame3.Left = Frame2.Left
Frame7.Top = Frame3.Top + Frame3.Height + 150
Frame7.Left = Frame3.Left
Frame5.Top = Frame7.Top + Frame7.Height + 150
Frame5.Left = Frame7.Left
Frame6.Top = Frame5.Top
Frame6.Left = Frame5.Left + Frame5.width + 500
Frame5.Enabled = False
Text1.Text = "X"
Text2.Text = "Y"
Text5.Text = ""
Text6.Text = "Radius"
Text7.Text = "Microscope"
Text8.Text = "100"
Text11.Text = "avr"
Text12.Text = "mid"
Text13.Text = "angle"
rs = 1
flag1 = False
flag2 = False
flag3 = True
flag5 = False
flag4 = False
flag6 = True
flag7 = False
flag8 = False
flag9 = False
flag10 = False
flag11 = False
flag12 = False
flag13 = False

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

flag14 = False
flag15 = False
flag16 = False
flag17 = False
flag18 = False
flag19 = False
df = False
ref_scale = 100
Toolbar1.Enabled = False
Gr_threshold = 100
Text9.Text = Gr_threshold
Auto = 130
Text10.Text = Auto
End Sub
Private Sub reset_flag()
flag1 = False
flag2 = False
flag3 = True
flag5 = False
flag4 = False
flag7 = False
flag8 = False
flag9 = False
flag10 = False
flag11 = False
flag12 = False
flag13 = False
flag14 = False
flag15 = False
click1 = 0
End Sub
Private Sub reset_variable()
y1 = 185
x1 = 0

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rs = 1
sr = 0
mid_sr = 0
d = 0
click1 = 0
End Sub

```

```

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
If flag6 = True Then
MsgBox "Plase Choose Mode selection in measurment" & vbCrLf & "Eye Scale (when known
magnification)" & vbCrLf & "Object Scale (when unknown magnification)"
flag6 = False
End If
End Sub

```

```

Private Sub Form_Resize()
On Error Resume Next
Form1.Width = 15500
Form1.Height = 10700
Err.Clear
End Sub

```

```

Private Sub mnuangle_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(10))
End Sub

```

```

Private Sub mnuAuto_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(4))
End Sub

```

```

Private Sub mnuCal_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(8))
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub mnuCircle_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(9))
End Sub
```

```
Private Sub mnuClearimage_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(5))
End Sub
```

```
Private Sub mnuDraw1_Click()
Picture2.DrawWidth = 1
End Sub
```

```
Private Sub mnuDraw2_Click()
Picture2.DrawWidth = 2
End Sub
```

```
Private Sub mnuDraw3_Click()
Picture2.DrawWidth = 3
End Sub
```

```
Private Sub mnuDraw4_Click()
Picture2.DrawWidth = 4
End Sub
```

```
Private Sub mnuDraw5_Click()
Picture2.DrawWidth = 5
End Sub
```

```
Private Sub mnuExit_Click()
If directory_text <> "" Then
objts.Close
End If
If df = True Then
fso.DeleteFile (thefile_delete)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

df = False
End If
Unload Me
End Sub
Private Sub mnuLine_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(3))
End Sub

```

```

Private Sub mnuNew_Text_Click()
    On Error GoTo ErrHandler_save
    If directory_text <> "" Then
        objts.Close
    End If
    CommonDialog1.Filter = "Text File(*.txt)|*.txt"
    CommonDialog1.ShowSave
    directory_text = CommonDialog1.FileName
    s5 = Len(directory_text)
    s5 = s5 - 3
    directory_text = Left(directory_text, s5) + ".txt"
    fso.CreateTextFile (directory_text)
    Set objfile = fso.GetFile(directory_text)
    Set objts = objfile.OpenAsTextStream(ForWriting)
    objts.Write "Name" + Space(10) + "Length(Av.)" + Space(10) + "Length(Med.)" + Space(10)
+ "Radius" + Space(10) + "Angle"
    objts.WriteLine
    Exit Sub

```

```

ErrHandler_save:
    If Err.Number = cdlCancel Then
        Exit Sub
    End If
End Sub

```

```

Private Sub mnuOpen_Click()
Dim Cancel As Boolean

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim f As Integer
On Error GoTo ErrHandler
CommonDialog1.Filter = "Bitmap(*.bmp)|*.bmp|Jpeg(*.JPG)|*.JPG"
CommonDialog1.CancelError = True
CommonDialog1.ShowOpen

If Not Cancel Then
    thefile = CommonDialog1.FileName
    directory_img = dir(thefile)
    f = jpg_to_bmp(thefile, directory_img)
    If df = True Then
        fso.DeleteFile (thefile_delete)
        df = False
    End If
    If (f = 0) Then
        thefile = CommonDialog1.FileName
    Else
        thefile = directory_img
        thefile_delete = thefile
        df = True
    End If
    Picture1.Visible = True
    VScroll1.Visible = True
    HScroll1.Visible = True
    Picture2.Visible = True
    Picture2.Left = 0
    Picture2.Top = 0
    Picture2.Refresh
    Picture2.width = ScaleX(Picture1.width, ScaleMode, vbPixels)
    Picture2.Height = ScaleY(Picture1.Height, ScaleMode, vbPixels)
    Picture2.Line (0, 0)-(Picture2.ScaleWidth, Picture2.ScaleHeight), Picture2.BackColor, BF
    Picture2.Picture = Picture2.image
    Call resize(thefile, 608, 456, LR_LOADFROMFILE)
    Picture2.Picture = Picture2.image
    Frame5.Enabled = False

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Picture2.DrawWidth = 2
rs = 1
If flag4 = True Then
    Call reset_flag
    rs = 1
    Gr_threshold = 100
    HScroll1.Enabled = False
    VScroll1.Enabled = False
    HScroll1.Value = 0
    VScroll1.Value = 0
    Text9.Text = Gr_threshold
    flag5 = True
    'choose mode cal
    Text7.Locked = True
    Text8.Locked = False
    Call reset_variable
    'show file resize
    'keep data of pixel

    MsgBox "plase draw square in write"
    flag7 = True
    'square calibrate
    Toolbar1.Enabled = False
Else
If flag5 = False Then
    Call reset_flag
    rs = 1
    Gr_threshold = 100
    Text9.Text = Gr_threshold
    HScroll1.Enabled = False
    VScroll1.Enabled = False
    HScroll1.Value = 0
    VScroll1.Value = 0
    If T7 > 1 Then
        flag12 = True
        'line calibrate
    End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Text7.Locked = False
Text8.Locked = True
Toolbar1.Enabled = False
End If
End If
End If
Exit Sub

```

```

ErrorHandler:

```

```

If Err.Number = cdlCancel Then
    flag16 = True
    Cancel = True
    Resume Next
End If
End Sub

```

```

Private Sub mnuPro_Click()
Form2.Visible = True
End Sub

```

```

Private Sub mnuSave_Text_Click()
    s4 = Len(thefile)
    s4 = s4 - 6
    File_Img = mid(thefile, s4, 3)
    s1 = 21 - Len(Text11.Text)
    s2 = 22 - Len(Text12.Text)
    s3 = 16 - Len(Text6.Text)
    objts.Write File_Img + Space(11) + Text11.Text + Space(s1) + Text12.Text + Space(s2) +
Text6.Text + Space(s3) + Text13.Text
    objts.WriteLine
End Sub

```

```

Private Sub mnuZoomin_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(6))
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub mnuZoomout_Click()
Call Toolbar1_ButtonClick(Toolbar1.Buttons(7))
End Sub
```

```
Private Sub Option1_Click()
flag5 = False
flag4 = False
flag17 = True
Call mnuOpen_Click
End Sub
```

```
Private Sub Option2_Click()
flag5 = True
flag4 = True
flag17 = False
Call mnuOpen_Click
End Sub
```

```
Private Sub Text11_Change()
Text11.Text = Format(Text11.Text, "#0")
End Sub
```

```
Private Sub Text12_Change()
Text12.Text = Format(Text12.Text, "#0")
End Sub
```

```
Private Sub Text13_Change()
Text13.Text = Format(Text13.Text, "#0.00")
End Sub
```

```
Private Sub Text6_Change()
Text6.Text = Format(Text6.Text, "#0")
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub Text7_Change()
T7 = T7 + 1
If T7 = 2 Then
flag12 = True           'line calibrate
End If
End Sub

Private Sub Text8_Change()
ref_scale = CInt(Text8.Text)
End Sub

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
Dim aey As Integer
Select Case Button.Key
Case "pencil"
Picture2.Cls
flag1 = True
flag9 = False
flag10 = False
flag14 = False
flag2 = False
flag11 = False
flag15 = False
flag18 = False
click1 = 0
Picture2.MousePointer = 99
Picture2.MouseIcon = LoadPicture("F:\aey\icon\cross_r.cur")
Case "save"
If directory_text = "" Then
On Error GoTo ErrHandler_save
CommonDialog1.Filter = "Text File(*.txt)*.txt"
CommonDialog1.ShowSave
directory_text = CommonDialog1.FileName

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s5 = Len(directory_text)
s5 = s5 - 3
directory_text = Left(directory_text, s5) + ".txt"
fso.CreateTextFile (directory_text)
Set objfile = fso.GetFile(directory_text)
Set objts = objfile.OpenAsTextStream(ForWriting)
objts.Write "Name" + Space(10) + "Length(Av.)" + Space(10) + "Length(Med.)" + Space(10)
+ "Radius" + Space(10) + "Angle"
objts.WriteLine
End If

s4 = Len(thefile)
s4 = s4 - 6
File_Img = mid(thefile, s4, 3)
s1 = 21 - Len(Text11.Text)
s2 = 22 - Len(Text12.Text)
s3 = 16 - Len(Text6.Text)
objts.Write File_Img + Space(11) + Text11.Text + Space(s1) + Text12.Text + Space(s2) +
Text6.Text + Space(s3) + Text13.Text
objts.WriteLine
Frame5.Enabled = False
Exit Sub

ErrorHandler_save:
If Err.Number = cdlCancel Then
Frame5.Enabled = False
Exit Sub
End If

Case "point"
Picture2.Cls
flag1 = False
flag9 = True
flag10 = False
flag14 = False
flag2 = False
flag11 = False

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

flag15 = False
flag18 = False
click1 = 0
Picture2.MousePointer = 99
Picture2.MouseIcon = LoadPicture("F:\ae\icon\cross_r.cur")
Case "rubber"
    Picture2.Cls
    flag2 = False
    flag11 = False
    flag15 = False
    click1 = 0
Case "zoom"
    rs = rs + 0.5
    If rs <= 5 Then
        wid = Fwidth(rs)
        hig = Fheight(rs)
        Picture2.width = wid + Picture2.width - Picture2.ScaleWidth
        Picture2.Height = hig + Picture2.Height - Picture2.ScaleHeight
        Picture2.Picture = LoadPicture("")
        Picture2.Line (0, 0)-(Picture2.ScaleWidth, Picture2.ScaleHeight), Picture2.BackColor, BF
        Call resize(thefile, wid, hig, LR_LOADFROMFILE)
        Picture2.Picture = Picture2.image
        flag2 = False
        flag11 = False
        flag15 = False
        click1 = 0
        domove
    Else
        rs = 5
    End If
Case "out"
    rs = rs - 0.5
    If rs >= 1 Then
        wid = Fwidth(rs) + 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hig = Fheight(rs) + 1
Picture2.width = wid + Picture2.width - Picture2.ScaleWidth
Picture2.Height = hig + Picture2.Height - Picture2.ScaleHeight
Picture2.Picture = LoadPicture("")
Picture2.Line (0, 0)-(Picture2.ScaleWidth, Picture2.ScaleHeight), Picture2.BackColor, BF
Call resize(thefile, wid, hig, LR_LOADFROMFILE)
Picture2.Picture = Picture2.image
flag2 = False
flag11 = False
flag15 = False
click1 = 0
domove
Else
rs = 1
End If
Case "open"
flag4 = False
Call mnuOpen_Click
Case "calibrate"
Picture2.DrawWidth = 2
Picture2.Cls
flag2 = False
flag11 = False
flag15 = False
flag18 = False
click1 = 0
If flag17 = False Then
Call reset_flag
flag5 = True 'choose mode cal
Text8.Locked = False
Call reset_variable
MsgBox "plase draw square in write"
flag7 = True 'square calibrate
Toolbar1.Enabled = False

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
    Call reset_flag
    flag12 = True           'line calibrate
    flag5 = False
    Text8.Locked = True
    Toolbar1.Enabled = False
End If

Case "circle"
    Picture2.Cls
    flag10 = True
    flag1 = False
    flag9 = False
    flag14 = False
    flag2 = False
    flag11 = False
    flag15 = False
    flag18 = False
    click1 = 0
    Picture2.MousePointer = 99
    Picture2.MouseIcon = LoadPicture("F:\aey\icon\cross_r.cur")

Case "angle"
    Picture2.Cls
    flag14 = True
    flag10 = False
    flag1 = False
    flag9 = False
    flag2 = False
    flag11 = False
    flag15 = False
    flag18 = False
    click1 = 0
    Picture2.MousePointer = 99
    Picture2.MouseIcon = LoadPicture("F:\aey\icon\cross_r.cur")

Case "Move"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Picture2.Circle (x11, y11, Radius)
flag18 = True
flag14 = False
flag10 = False
flag1 = False
flag9 = False
flag2 = False
flag11 = False
flag15 = False
click1 = 0
Picture2.MousePointer = 99
Picture2.MouseIcon = LoadPicture("F:\ae\icon\hmove.cur")
End Select
Frame5.Enabled = False
End Sub
Private Sub picture2_KeyDown (KeyCode As Integer, Shift As Integer)
Select Case KeyCode
Case vbKeyPageDown
If flag10 = True Then
MsgBox "page down"
Picture2.Circle (x11, y11, Radius)
Radius = Radius - 1
If Radius < 0 Then
Radius = 0
End If
Picture2.Circle (x11, y11, Radius)
If flag5 = True Then
Result_Radius = ((Radius / (mid_sr)) * ref_scale) / rs
Text6.Text = Result_Radius
Exit Sub
Else
On Error GoTo Err_NonScope_Down
Microscope = CSng(Text6.Text)
Result_Radius = ((100 - Mid_eye) * (Radius / Microscope)) / rs

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Text6.Text = Result_Radius

Exit Sub

End If

Err_Microscope_Down:
MsgBox "Plese input microscope not 0 ", vbOKCancel + vbExclamation, "Error!"

Picture2.Cls

flag11 = False

Exit Sub

End If

Case vbKeyPageUp

If flag10 = True Then

Picture2.Cls

Radius = Radius + 1

Picture2.Circle (x1, y1, Radius)

If flag5 = True Then

Result_Radius = ((3.14159 * (mid_sr) * ref_scale) / rs

Text6.Text = Result_Radius

Exit Sub

Else

On Error GoTo Err_Microscope_Up

Microscope = CSng(Text6.Text)

Result_Radius = ((3.14159 * sr_eye) * (Radius / Microscope)) / rs

Text6.Text = Result_Radius

Exit Sub

End If

Err_Microscope_Up:

MsgBox "Plese input microscope not 0 ", vbOKCancel + vbExclamation, "Error!"

Picture2.Cls

flag11 = False

Exit Sub

End If

Case vbKeyUp

If flag10 = True Then

Picture2.Cls

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    y11 = y11 - 1
    Picture2.Circle (x11, y11, radius)
End If

Case vbKeyDown
    If flag10 = True Then
        Picture2.Cls
        y11 = y11 + 1
        Picture2.Circle (x11, y11, radius)
    End If

Case vbKeyLeft
    If flag10 = True Then
        Picture2.Cls
        x11 = x11 - 1
        Picture2.Circle (x11, y11, radius)
    End If

Case vbKeyRight
    If flag10 = True Then
        Picture2.Cls
        x11 = x11 + 1
        Picture2.Circle (x11, y11, radius)
    End If

Case vbKeyEscape
    Picture2.Cls
    flag2 = False
    flag11 = False
    flag15 = False
    click1 = 0

End Select

End Sub

Private Sub Color_to_RGB (color As Long)
    r = color And &HFF&
    g = (color And &HFF00&) \ 256
    b = (color And &HFF0000&) \ 65536
    rg = (r + g + b) / 3

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End Sub

Private Sub Picture2_MouseDown(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
Dim delX As Integer
Dim delY As Integer
If flag9 = True Then
dis = 0
Picture2.Cls
Y_Auto = y
dis = Auto_line(Y_Auto, delX, delY, flag5)
dis = dis / rs
If (dis <> 0) Then
If flag5 = True Then
Result = (dis / sr) * ref_scale
Text11.Text = Result
Text12.Text = mid_result
Else
On Error GoTo Err_Microscope_Auto
Microscope = CSng(Text11.Text)
Result = (100 / sr_eye) * (dis / Microscope)
mid_result = (100 / mids_eye) * (dis / Microscope)
Text11.Text = Result
Text12.Text = mid_result
click1 = 0
Exit Sub
Err_Microscope_Auto:
MsgBox "Plese input Microscope not 0 ", vbOKOnly + vbExclamation, "Error!"
Picture2.Cls
Exit Sub
End If
Else
MsgBox "please Click Zoom Microscope" & vbCrLf & "Choose at the Object ", vbOKOnly +
vbExclamation, "Error!"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        click1 = 0
    End If
End If
.....

If flag1 = True Then
    click1 = click1 + 1
    If click1 = 1 Then
        x11 = x
        y11 = y
    End If
    If click1 = 2 Then
        x12 = x
        y12 = y
        dis = (((((x11 - x12) ^ 2) + ((y11 - y12) ^ 2)) ^ (1 / 2)) + 1) / rs
        If flag5 = True Then
            Result = (dis / sr) * ref_scale
            'result miduim
            mid_result = (dis / (mid_sr * ref_scale)
            Text11.Text = Result
            Text12.Text = mid_result
            click1 = 0
        Else
            On Error GoTo Err_Microscope
            Microscope = CSng(Text11.Text)
            Result = (100 / sr_eye) * (dis / Microscope)
            mid_result = (100 / midsr_eye) * (dis / Microscope)
            Text11.Text = Result
            Text12.Text = mid_result
            click1 = 0
        End If
    End If
    flag2 = flag2 Xor True
Exit Sub
Err_Microscope:

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MsgBox "Plese input Mic ... be not 0 ", vbOKCancel + vbExclamation, "Error!"
```

```
Picture2.Cls
```

```
click1 = 0
```

```
flag2 = flag2 Xor True
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
.....
```

```
If flag7 = True Then
```

```
click1 = click1 + 1
```

```
If click1 = 1 Then
```

```
x11 = x
```

```
y11 = y
```

```
End If
```

```
If click1 = 2 Then
```

```
x12 = x
```

```
y12 = y
```

```
click1 = 0
```

```
flag7 = False
```

```
Picture2.Cls
```

```
Call maxmin(x11, x12, y11)
```

```
Call Save_Maxmin
```

```
End If
```

```
flag8 = flag8 Xor True
```

```
End If
```

```
.....
```

```
If flag10 = True Then
```

```
click1 = click1 + 1
```

```
If click1 = 1 Then
```

```
    x11 = x
```

```
    y11 = y
```

```
    flag11 = True
```

```
End If
```

```
If click1 = 2 Then
```

```
    flag11 = False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

click1 = 0
End If
End If
.....

If flag12 = True Then
click1 = click1 + 1
If click1 = 1 Then
x11 = x
y11 = y
End If
If click1 = 2 Then
x12 = x
y12 = y
Picture2.Cls
start_x1 = x11
last_x1 = x12
start_y1 = y11
sr_eye = epixel_sc(start_x1, start_x1, start_y1, Gr_threshold)
midsr_eye = medium_eye(sr_eye)
If (midsr_eye = 0 Or midsr_eye = 1000) Then
MsgBox "plese choose at some place"
click1 = 0
flag13 = flag13 Xor True
Exit Sub
End If
Frame5.Enabled = True
flag12 = False
Toolbar1.Enabled = True
click1 = 0
End If
flag13 = flag13 Xor True
End If
.....

If flag14 = True Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

click1 = click1 + 1
If click1 = 1 Then
x11 = x
y11 = y
End If
If click1 = 2 Then
x12 = x
y12 = y
delX = Abs(x12 - x11)
delY = Abs(y12 - y11)
ATan = ATan2(delX, delY)
Picture2.Line (x11, y11)-(x12, y11)
Picture2.Line (x12, y11)-(x12, y12)
Text13.Text = ATan
click1 = 0
End If
flag15 = flag15 Xor True
End If
.....
If flag18 = True Then
x11 = x
y11 = y
flag19 = True
End If
End Sub

Private Sub Picture2_MouseUp(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
If flag19 = True Then
flag19 = False
End If
End Sub

Private Sub Picture2_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, x As Single, y As Single)
DoEvents
Text11.Text = "X = " & x

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Text2.Text = "Y = " & y
Color_to_RGB (Picture2.Point(x, y))
Text5.Text = rg
If flag2 = True Then
Picture2.Cls
Picture2.Line (x11, y11)-(x, y)
End If
If flag8 = True Then
Picture2.Cls
Picture2.Line (x11, y11)-(x, y), , B
End If
If flag11 = True Then
Picture2.Cls
Radius = ((x11 - x) ^ 2 + (y11 - y) ^ 2) ^ (1 / 2)
Radius = Radius \ 1
Picture2.Circle (x11, y11), (Radius)
If flag5 = True Then
Result_Radius = ((Radius / (mid_sr)) * ref_scale) / rs
Text6.Text = Result_Radius
Exit Sub
Else
On Error GoTo Err_Microscope_circle
Microscope = CSng(Text7.Text)
Result_Radius = ((100 / midsr_eye) * (Radius / Microscope)) / rs
Text6.Text = Result_Radius
Exit Sub
End If
Err_Microscope_circle:
MsgBox "Plese input Microscope not 0 ", vbOKCancel + vbExclamation, "Error!"
Picture2.Cls
flag11 = False
click1 = 0
Exit Sub
End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If flag13 = True Then
Picture2.Cls
Picture2.Line (x11, y11)-(x, y)
End If
If flag15 = True Then
Picture2.Cls
Picture2.Line (x11, y11)-(x, y)
End If
If flag19 = True Then
dx = x - x11
dy = y - y11
If HScroll1.Enabled = True And VScroll1.Enabled = True Then
dx = (dx / h)
dy = (dy / v)
dx = HScroll1.Value + dx
dy = VScroll1.Value + dy
If dx >= 0 And dx <= 100 Then
HScroll1.Value = dx
End If
If dy >= 0 And dy <= 100 Then
VScroll1.Value = dy
End If
End If
End If
End Sub

```

```

Private Sub VScroll1_Change()
Picture2.Move h * HScroll1.Value, v * VScroll1.Value
Picture2.Refresh
End Sub
Private Sub HScroll1_Change()
Picture2.Move h * HScroll1.Value, v * VScroll1.Value
Picture2.Refresh
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Public Sub domove()
If rs <= 1 Then
HScroll1.Enabled = False
VScroll1.Enabled = False
Else
HScroll1.Enabled = True
VScroll1.Enabled = True
End If
v = -(hig - 456) / 100
h = -(wid - 608) / 100
Picture2.Move h * HScroll1.Value, v * VScroll1.Value
End Sub
=====
Private Function pixel_sc() As Integer
Dim r1 As Single
Dim sr As Single
On Error GoTo Err_pixel_sc
r1 = read_pixel
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
sr = r1
sr = sr / d
pixel_sc = sr
Err_pixel_sc:
Exit Function
End Function
Private Function read_pixel() As Single
Dim g As Integer
Dim sum_pixel As Single
On Error GoTo err_readpixel
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
If (rg < Gr.Threshold) Then 'Black
Do
x1 = x1 + 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
Loop While (rg < Gr.Threshold)
Do
x1 = x1 + 1
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
Loop While (rg > Gr.Threshold)
sum_pixel = st_pixel(x1, y1)
rg = Gr.Threshold - 1
End If
If (rg > Gr.Threshold) Then
Do
x1 = x1 + 1
Debug.Print x1
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
If (rg < Gr.Threshold) Then
g = g + 1
End If
Loop While (rg > Gr.Threshold Or g < 2)
x1 = x1 - 2
sum_pixel = st_pixel(x1, y1)
End If
read_pixel = sum_pixel
err_readpixel:
Exit Function
End Function
Private Function st_pixel(x1, y1) As Single
Dim c1 As Integer
Dim c2 As Integer
Dim c3 As Integer
Dim c4 As Integer
Dim sc As Single

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim cx As Integer
Dim frist_bc As Integer
cx = 1
d = 0
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
Do While (cx)
  If (rg <= Gr.Threshold) Then
    c1 = c1 + 1
    sc = sc + 1
    Picture2.PSet (x1, y1), QBColor(4)
    x1 = x1 + 1
    If (c2 > 2) Then
      c4 = c2
      c2 = 0 'keep c2 into c4
    End If
    If c1 = 3 Then
      d = d + 1
      Picture2.Line (x1 - 3, y1 + 25)-(x1 - 3, y1), QBColor(4)
      If (d > 1) Then
        Call keep_b2(c4)
      End If
    End If
    flag3 = False
    color1 = Picture2.Point(x1, y1)
    Color_to_RGB (color1)
  End If
  If (rg > Gr.Threshold) Then
    c2 = c2 + 1
    sc = sc + 1
    Picture2.PSet (x1, y1 + 25), QBColor(4)
    x1 = x1 + 1
    If (c2 = 3) Then
      If c1 > 2 Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

c3 = c1
Picture2.Line (x1 - 3, y1)-(x1 - 3, y1 + 25), QBColor(4)
If (d = 1) Then
Call keep_b1(c3)
frist_bc = c3
Else
Call keep_b3(c3)
Call keep_b1(c3)
End If
.....
End If
c1 = 0
End If
color1 = Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color1)
flag3 = False
End If
If (flag3 = True) Then
x1 = x1 + 1
End If
If (x1 > 600) Then
cx = 0
End If
flag3 = True
Loop
color1 = Picture2.Point(x1 - 1, y1)
Color_to_RGB (color1)
If (rg < Gr.Threshold) Then
sc = sc - c1 - c4 - (c3 / 2) - (frist_bc / 2) 'reset sc too
d = d - 2
End If
If (rg > Gr.Threshold) Then
sc = sc - c2 - (c3 / 2) - (frist_bc / 2)
d = d - 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
st_pixel = sc
End Function
Public Sub Save_Maxmin()
Static w As Integer
Dim aey As Long
Dim c As Long
w = w + 1
If (w = 1) Then
yl = yll
flag7 = True
Gr.Wmin = Grmin()
MsgBox "plase draw square in black"
End If
If (w = 2) Then
Gr.Blmax = Grmax()
w = 0
If (Gr.Wmin > Gr.Blmax) Then
aey = Gr.Wmin - Gr.Blmax
aey = aey / 5
Gr.Threshold = Gr.Blmax + (3 * aey)
Else
Gr.Wmin = Gr.Wmin
Gr.Blmax = Gr.Blmax
End If
Picture2.Cls
sr = pixel_sc()
mid_sr = medium(d)
Gr.Threshold = 0
If mid_sr = 0 Then
MsgBox "Plese choose scale again"
MsgBox "plase draw square in write"
flag7 = True
Call reset_variable 'square calibrate

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





```

OE = 0
Call Object_Scale
End Sub
Private Sub Form_Load()
Form2.ScaleMode = vbPixels
Form2.width = 10000
Form2.Height = 9000
Form2.Left = Screen.width - Form2.width - 100
Form2.Top = 100
CmdEye.width = 200
CmdEye.Height = 50
CmdObject.width = 200
CmdObject.Height = 50
CmdBack.width = 95
CmdBack.Height = 35
CmdNext.width = 95
CmdNext.Height = 35
CmdCancel.width = 95
CmdCancel.Height = 35
Label1.Height = 20
Label2.Height = 20
Label1.width = 600
Label2.width = 615
Label1.Visible = False
Label2.Visible = False
Image1.width = 602
Image1.Height = 411
Image1.Visible = False
CmdBack.Visible = False
CmdNext.Visible = False
CmdCancel.Visible = False
CmdEye.Visible = True
CmdObject.Visible = True
CmdEye.Caption = "Eye Scale"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CmdObject.Caption = "Object Scale"
CmdBack.Caption = "Back"
CmdNext.Caption = "Next"
CmdCancel.Caption = "Cancel"
CmdEye.Left = ScaleX((Form2.width / 2), vbTwips, vbPixels) - (CmdEye.width / 2)
CmdEye.Top = ScaleY((Form2.Height / 2), vbTwips, vbPixels) - (CmdEye.Height) - 50
CmdObject.Left = ScaleX((Form2.width / 2), vbTwips, vbPixels) - (CmdEye.width / 2)
CmdObject.Top = ScaleY((Form2.Height / 2), vbTwips, vbPixels) - 50
End Sub

Private Sub Form_Resize()
Form2.width = 10000
Form2.Height = 9000
End Sub

Private Sub Eye_Scale()
Select Case step
Case 1
Label1.Caption = "1. โปรแกรมจะให้ผู้ใช้โหลดภาพวัตถุที่ถ่ายพร้อมกับสเกลตาโดยจะโหลดรูปเข้า
มา picture box"
Label2.Caption = "คั่งรูป"
Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help_pic\EYE\1.jpg")
Case 2
Label1.Caption = "2. ระบุกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ในช่อง Magnification ขณะที่ทำการ
ถ่ายรูป"
Label2.Caption = ""
Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help_pic\EYE\b_1.jpg")
Case 3
Label1.Caption = "3. ทำการ Calibrate ที่สเกลตา โดยการลากเส้นบนสเกลตาแล้วจะได้กราฟของ
การ Calibrate คั่งรูป"
Label2.Caption = ""
Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help_pic\EYE\c_1.jpg")
Case 4
Label1.Caption = "4. หากเห็นกราฟของการ Calibrate ไม่ชัดเจน ให้ทำการปรับค่า Threshold คั่งรูป"
Label2.Caption = ""

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\d\_1.jpg")

Case 5

Label1.Caption = "5. เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยระบุตำแหน่ง (Manual Measurement) โดยเลือก"

Label2.Caption = "เมนู Measurement – Draw – Line หรือกดที่ Ctrl + L หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\l\_1.jpg")

Case 6

Label1.Caption = "6. เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้ (Auto Detect) โดยเลือก"

Label2.Caption = "เมนู Measurement - Auto หรือกดที่ Ctrl + A หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\A\_1.jpg")

Case 7

Label1.Caption = "7. เลือกที่จะวัดขนาดของรัศมีวงกลม โดยเลือกเมนู Measurement - Draw - Circle"

Label2.Caption = "หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\g\_1.jpg")

Case 8

Label1.Caption = "8. เลือกที่จะวัดขนาดของมุมที่สร้างขึ้นมานบนภาพ โดยเลือกเมนู"

Label2.Caption = "Measurement - Angular Dimension หรือกดที่ Ctrl + R หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\h\_1.jpg")

Case 9

Label1.Caption = "9. ถ้าต้องการขยายหรือย่อภาพที่แสดงผลอยู่นั้นให้เลือกเมนู Imageตามด้วยเมนู"

Label2.Caption = "Zoom in หรือกดที่ Ctrl + I และ Zoom out หรือกดที่ Ctrl + J หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\i\_1.jpg")

Case 10

Label1.Caption = "10. หากต้องการลบฟังก์ชันการทำงานที่กระทำบนภาพอยู่ ให้เลือกเมนู Image - Clear Image"

Label2.Caption = "หรือกดที่ Ctrl + D หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\j\_1.jpg")

Case 11

Label1.Caption = "11. ถ้าต้องการ save ข้อมูลการวัดต่าง ๆ ให้เลือกเมนู File - Save Text หรือกดที่ Ctrl + S"

Label2.Caption = "หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\EYE\k\_I.jpg")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End Select

End Sub

Private Sub Object\_Scale()

Select Case step

Case 1

Label1.Caption = "1. ในขั้นตอนแรกโปรแกรมจะให้ผู้ใช้โหลดภาพของสเกลวัตถุมาก่อนเพื่อทำการ Calibrate"

Label2.Caption = ""

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\A\_0\_O.jpg")

Case 2

Label1.Caption = "2. การ Calibrate นั้นจะให้เลือกในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีขาวของสเกลวัตถุก่อนจากนั้นทำการ"

Label2.Caption = "Calibrate ต่อ โดยเลือกในบริเวณที่เป็นพื้นที่สีดำของสเกลวัตถุ"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\A\_1\_O.jpg")

Case 3

Label1.Caption = "3. เมื่อ Calibrate สเกลวัตถุเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะขึ้นกราฟของการ Calibrate ดังรูป"

Label2.Caption = ""

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\B\_1\_O.jpg")

Case 4

Label1.Caption = "4. ต่อจากนั้นให้ผู้ใช้โหลดรูปที่ต้องการวัดขนาดเข้ามาในโปรแกรม แต่มีข้อจำกัดว่า รูปของวัตถุนี้"

Label2.Caption = "จะต้องถ่ายภาพโดยมีเงื่อนไขเดียวกันกับตอนที่ถ่ายภาพสเกลวัตถุ"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\C\_1\_O.jpg")

Case 5

Label1.Caption = "5. เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยระบุตำแหน่ง (Manual Measurement) โดยเลือก"

Label2.Caption = "เมนู Measurement – Draw – Line หรือกดที่ Ctrl + L หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\D\_1\_O.jpg")

Case 6

Label1.Caption = "6. เลือกที่จะวัดขนาดของวัตถุโดยให้โปรแกรมวัดขนาดให้ (Auto Detect) โดยเลือก"

Label2.Caption = "เมนู Measurement - Auto หรือกดที่ Ctrl + A หรือกดที่ไอคอน"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\e\_1\_O.jpg")

Case 7

Label1.Caption = "7. เลือกที่จะวัดขนาดของรัศมีวงกลม โดยเลือกเมนู Measurement - Draw - Circle"

Label2.Caption = "หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\f\_1\_O.jpg")

Case 8

Label1.Caption = "8. เลือกที่จะวัดขนาดของมุมที่สร้างขึ้นมาบนภาพ โดยเลือกเมนู"

Label2.Caption = "Measurement - Angular Dimension หรือกดที่ Ctrl + R หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\g\_1\_O.jpg")

Case 9

Label1.Caption = "9. ถ้าต้องการขยายหรือย่อภาพที่แสดงผลอยู่นั้นให้เลือกเมนู Imageตามด้วยเมนู"

Label2.Caption = "Zoom in หรือกดที่ Ctrl + I และ Zoom out หรือกดที่ Ctrl + J หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\h\_1\_O.jpg")

Case 10

Label1.Caption = "10. หากต้องการลบฟังก์ชันการทำงานที่กระทำบนภาพอยู่ ให้เลือกเมนู Image - Clear Image"

Label2.Caption = "หรือกดที่ Ctrl + D หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\i\_1\_O.jpg")

Case 11

Label1.Caption = "11. ถ้าต้องการ save ข้อมูลการวัดต่าง ๆ ให้เลือกเมนู File - Save Text หรือกดที่ Ctrl + S"

Label2.Caption = "หรือกดที่ไอคอน"

Image1.Picture = LoadPicture("F:\aey\Help\_pic\OBJ\j\_1\_O.jpg")

End Select

End Sub



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

Dim mem\_dc As Long

Private Const SRCCOPY = &HCC0020

Dim hbmp As Long

Public Declare Function LoadImage Lib "user32" Alias "LoadImageA" (ByVal hInst As Long, ByVal lpsz As String, ByVal un1 As Long, ByVal n1 As Long, ByVal n2 As Long, ByVal un2 As Long) As Long

Public Declare Function SelectObject Lib "gdi32" (ByVal hdc As Long, ByVal hObject As Long) As Long

Public Declare Function CreateCompatibleDC Lib "gdi32" (ByVal hdc As Long) As Long

Public Declare Function BitBlt Lib "gdi32" (ByVal hDestDC As Long, ByVal x As Long, ByVal y As Long, ByVal nWidth As Long, ByVal nHeight As Long, ByVal hSrcDC As Long, ByVal xSrc As Long, ByVal ySrc As Long, ByVal dwRop As Long) As Long

Public Declare Function DeleteDC Lib "gdi32" (ByVal hdc As Long) As Long

Public Declare Function DeleteObject Lib "gdi32" (ByVal hObject As Long) As Long

'ข้อ-๗๗๗ bitmap file

Public Sub resize(ByVal The\_File As String, ByVal wid As Single, ByVal hig As Single, ByVal LR\_LOADFROMFILE As Integer)

    hbmp = LoadImage(ByVal 0&, The\_File, 0, wid, hig, LR\_LOADFROMFILE)

    mem\_dc = CreateCompatibleDC(0)

    SelectObject mem\_dc, hbmp

    BitBlt Form1.Picture2.hdc, 0, 0, wid, hig, mem\_dc, 0, 0, SRCCOPY

    DeleteDC mem\_dc

    DeleteObject hbmp

End Sub

Public Function Fwidth(ByVal rs As Double) As Single

    Dim w As Single

        w = ((rs \* 608) - 1) \ 1

        Fwidth = w

End Function

Public Function Fheight(ByVal rs As Double) As Single

    Dim h As Single

        h = ((rs \* 456) - 1) \ 1

        Fheight = h

End Function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of Rajabhat Buriram University is a circular emblem. It features a central sunburst with a flame-like base. Below the sunburst are three tiered stupas. The entire emblem is surrounded by a decorative border with Thai script. The text around the border reads "มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์" at the top and "พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง" at the bottom.

## โมดูล การสร้าง directory ให้กับ Bitmap File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'สร้าง directory ให้ bitmap file

Public Function dir(ByVal The\_File As String) As String

Dim L As Integer

L = Len(The\_File)

L = L - 3

The\_File = Left(The\_File, L)

The\_File = The\_File + ".bmp"

dir = The\_File

End Function



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'find max min of color value

Private Vpoimax As Long

Private Vpoimin As Long

Private VGrmax As Integer

Private VGrmin As Integer

Private b As Integer

Private r As Integer

Private g As Integer

Private rg As Integer

Public Function poimax() As Long

Dim p As Long

p = Vpoimax

poimax = p

End Function

Public Function poimin() As Long

Dim p As Long

p = Vpoimin

poimin = p

End Function

Public Function Grmax() As Integer

Dim p As Integer

p = VGrmax

Grmax = p

End Function

Public Function Grmin() As Integer

Dim p As Integer

p = VGrmin

Grmin = p

End Function

Public Sub maxmin(ByVal x1 As Integer, ByVal x2 As Integer, ByVal y1 As Integer, ByVal y2 As Integer)

Dim color2 As Long

Dim x1 As Integer

Dim y1 As Integer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

color2 = Form1.Picture2.Point(x11, y11)
Color_to_RGB (color2)
VGmax = rg
VGmin = rg
For y1 = y11 To y12 Step 1
For x1 = x11 To x12 Step 1
color2 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
Color_to_RGB (color2)
If (VGmax < rg) Then
VGmax = rg
End If
If (VGmin > rg) Then
VGmin = rg
End If
Next x1
Next y1
Form1.Picture2.Line (x11, y11)-(x12, y12), , B
End Sub
Private Sub Color_to_RGB(color As Long)
r = color And &HFF&
g = (color And &HFF00&) \ &H100&
b = (color And &HFF0000) \ &H10000
rg = (r + g + b) / 3
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

Private r As Integer

Private g As Integer

Private b As Integer

Private rg As Integer

'Auto Detect

Public Function Auto\_line(ByVal y As Single, ByVal Auto As Integer, ByVal rs As Double, ByVal flags As Boolean)

Dim x1 As Single

Dim x2 As Single

Dim x3 As Single

Dim ref As Integer

Dim ref1 As Long

Dim dis\_Auto As Integer

Dim i As Integer

Dim il As Integer

Dim L As Integer

ref = Auto

x1 = 1

x2 = 600 \* rs

x3 = x2 - 50

ref1 = Form1.Picture2.Point(x1, y)

Color\_to\_RGB (ref1)

Do While (rg = -1)

x1 = x1 + 1

ref1 = Form1.Picture2.Point(x1, y)

Color\_to\_RGB (ref1)

Loop

Do While (rg <= ref And x1 < x3)

x1 = x1 + 1

ref1 = Form1.Picture2.Point(x1, y)

Color\_to\_RGB (ref1)

If (rg > ref And i <= 5) Then

rg = ref

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

i = i + 1
Else
i = 0
End If
Loop
i = 0
Do While (rg >= ref And x1 < x3)
x1 = x1 + 1
ref1 = Form1.Picture2.Point(x1, y)
Color_to_RGB (ref1)
If (flags = False) Then
On Error GoTo Err_Auto_line
L = CInt(Form1.Text7.Text)
L = L * rs
If (rg < ref And i <= L) Then
rg = ref
i = i + 1
Else
il = i
i = 0
End If
End If
Loop
x1 = x1 - il
il = 0
i = 0

```

```

.....
ref1 = Form1.Picture2.Point(x2, y)
Color_to_RGB (ref1)
Do While (rg = -1)
x2 = x2 - 1
ref1 = Form1.Picture2.Point(x2, y)
Color_to_RGB (ref1)
Loop

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Do While (rg <= ref And x1 < x3)
x2 = x2 - 1
ref1 = Form1.Picture2.Point(x2, y)
Color_to_RGB (ref1)
If (rg > ref And i <= 5) Then
rg = ref
i = i + 1
Else
i = 0
End If
Loop
.....
Do While (rg >= ref And x1 < x3)
x2 = x2 - 1
ref1 = Form1.Picture2.Point(x2, y)
Color_to_RGB (ref1)
If (flags = False) Then
If (rg < ref And i <= L) Then
rg = ref
i = i + 1
Else
i1 = i
i = 0
End If
End If
Loop
x2 = x2 + i1
i1 = 0
i = 0
.....
If x1 < x3 Then
dis_Auto = x2 - x1
Form1.Picture2.Line (x1, y)-(x2, y), QBColor(4)
Else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Auto_line = 0
End If
Auto_line = dis_Auto
Err_Auto_line:
Exit Function
End Function
Private Sub Color_to_RGB(color As Long)
    r = color And &HFF&
    g = (color And &HFF00&) \ &H100&
    b = (color And &HFF0000) \ &H10000
    rg = (r + g + b) / 3
End Sub

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'แปลง jpg ไปเป็น bmp

Type imgdes

ibuff As Long

stx As Long

sty As Long

endx As Long

endy As Long

buffwidth As Long

palette As Long

colors As Long

imgtype As Long

bmh As Long

hBitmap As Long

End Type

Type JpegData

ftype As Long

width As Long

length As Long

comps As Long

precision As Long

sampfac0 As Long

sampfac1 As Long

sampfac2 As Long

sampfac3 As Long

vbitcount As Long

End Type

Const No\_Error = 0

Dim jdat As JpegData ' Reserve space for JPEG file info

Declare Function jpeginfo Lib "VIC32.DLL" (ByVal Fname As String, jdat As JpegData) As Long

Declare Function allocimage Lib "VIC32.DLL" (image As imgdes, ByVal wid As Long, ByVal leng As Long, ByVal BPPixel As Long) As Long

Declare Function loadjpg Lib "VIC32.DLL" (ByVal Fname As String, desimg As imgdes) As Long

Declare Sub freeimage Lib "VIC32.DLL" (image As imgdes)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Declare Function savebmp Lib "VIC32.DLL" (ByVal FName As String, srcimg As imgdes, ByVal compression
As Long) As Long

Public Function jpg_to_bmp(ByVal jpg_fname As String, ByVal bmp_fname As String)

Dim tmpimage As imgdes

    Dim rcode As Long
    ' Get info on the file we're to load
    rcode = jpeginfo(jpg_fname, jdat)
    If (rcode <> No_Error) Then
        MsgBox "Cannot find file", 0, "Error encountered!"
        jpg_to_bmp = 0
        Exit Function
    End If
    ' Allocate space for an image
    rcode = allocimage(tmpimage, jdat.width, jdat.length, jdat.vbitcount)
    If (rcode <> No_Error) Then
        MsgBox "Not enough memory", 0, "Error encountered!"
        Exit Function
    End If
    ' Load image
    rcode = loadjpg(jpg_fname, tmpimage)
    If (rcode <> No_Error) Then
        freeimage tmpimage ' Free image on error
        MsgBox "Cannot load file", 0, "Error encountered!"
        Exit Function
    End If
    ' Save image
    rcode = savebmp(bmp_fname, tmpimage, 0)
    freeimage tmpimage
    jpg_to_bmp = 1
End Function

Public Sub jpg_info()
End Sub

```

## โมดูล การหาค่ามัธยฐานของค่าจำนวน Pixel ต่อ 1 ช่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'หาค่ามัธยฐานของค่า จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่อง

Private b1 As Integer

Private b2 As Integer

Private b3 As Integer

Private avr As Single

Private a As Integer

Private AvrAry(100) As Single

Public Sub keep\_b1(ByVal c3 As Integer)

b1 = c3

End Sub

Public Sub keep\_b2(ByVal c4 As Integer)

b2 = c4

End Sub

Public Sub keep\_b3(ByVal c5 As Integer)

b3 = c5

Call avr\_one\_block

End Sub

Public Sub avr\_one\_block()

avr = (b1 / 2) + (b2) + (b3 / 2)

Call keep\_avr

End Sub

Public Sub keep\_avr()

AvrAry(a) = avr

a = a + 1

End Sub

Public Function medium(ByVal d As Double)

On Error GoTo Err\_medium

Dim midAry() As Single

ReDim midAry(d - 1) As Single

Dim ar As Single

Dim L As Integer

Dim k As Integer

Dim c As Integer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim d1 As Double
Dim d2 As Double
Dim mid As Single
ar = 1000
For L = 0 To (d - 1) Step 1
For k = 0 To (d - 1) Step 1
If (ar > AvrAry(k) And AvrAry(k) <> 0) Then
ar = AvrAry(k)
c = k
Debug.Print "ar" & ar & c
End If
Debug.Print "k=" & k
Next k
midAry(L) = ar
AvrAry(c) = 0
ar = 1000
Next L
d1 = d Mod 2
If (d1 <> 0) Then
d2 = d \ 2
mid = midAry(d2)
Else
d2 = d / 2
mid = ((midAry(d2) + midAry(d2 - 1)) / 2)
End If
medium = mid
a = 0
Exit Function
Err_medium:
a = 0
medium = 0
Exit Function
End Function

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โมดูล การหาค่าจำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องของสเตลตา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'หาค่า จำนวน Pixel ต่อ 1 ช่องของ Eye-Scale

Private ecolor1 As Long

Private b As Integer

Private r As Integer

Private g As Integer

Private rg As Integer

Private x1 As Integer

Private y1 As Integer

Private x2 As Integer

Private d As Integer

Private Gr\_threshold As Integer

Private flag3 As Boolean

Public Function epixel\_sc(ByVal start\_x1 As Integer, ByVal last\_x1 As Integer, ByVal start\_y1 As Integer, ByVal Gr As Integer) As Single

Dim r1 As Single

Dim sr As Single

On Error GoTo Err\_epixel\_sc

Gr\_threshold = Gr

x1 = start\_x1

y1 = start\_y1

x2 = last\_x1

r1 = erread\_pixel

ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)

sr = r1

sr = sr / d

'MsgBox "sr=" & sr

epixel\_sc = sr

Err\_epixel\_sc:

Exit Function

End Function

Public Function erread\_pixel() As Single

Dim g As Integer

Dim sum\_pixel As Single

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

On Error GoTo Err_eread_pixel
ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
eColor_to_RGB (ecolor1)
If (rg < Gr_threshold) Then                                'Black
Do
  x1 = x1 + 1
  ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
  eColor_to_RGB (ecolor1)
  Loop While (rg < Gr_threshold)
Do
  x1 = x1 + 1
  ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
  eColor_to_RGB (ecolor1)
  Loop While (rg > Gr_threshold)
  sum_pixel = est_pixel(x1, y1)
  rg = Gr_threshold - 1
End If
If (rg > Gr_threshold) Then
Do
  x1 = x1 + 1
  Debug.Print x1
  ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
  eColor_to_RGB (ecolor1)
  If (rg < Gr_threshold) Then
    g = g + 1
  End If
  Loop While (rg > Gr_threshold Or g < 2)
  x1 = x1 - 2
  'MsgBox "x1=====" & x1
  sum_pixel = est_pixel(x1, y1)
  'MsgBox "out of sum" & sum_pixel
End If
eread_pixel = sum_pixel

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Err\_eread\_pixel:

Exit Function

End Function

Public Function est\_pixel(x1, y1) As Single

Dim c1 As Integer

Dim c2 As Integer

Dim c3 As Integer

Dim c4 As Integer

Dim sc As Single

Dim cx As Integer

Dim frist\_bc As Integer

cx = 1

d = 0

ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)

eColor\_to\_RGB (ecolor1)

Do While (cx)

If (rg <= Gr\_threshold) Then

c1 = c1 + 1

sc = sc + 1

Form1.Picture2.PSet (x1, y1), QBColor(4)

x1 = x1 + 1

If (c2 > 2) Then

c4 = c2

c2 = 0 'keep c2 into c4

End If

If c1 = 2 Then

d = d + 1

'MsgBox d

Form1.Picture2.Line (x1 - 2, y1 + 25)-(x1 - 2, y1), QBColor(4)

If (d > 1) Then

Call keep\_b2(c4)

End If

End If

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

flag3 = False
ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
eColor_to_RGB (ecolor1)
End If
If (rg > Gr_threshold) Then
c2 = c2 + 1
sc = sc + 1
Form1.Picture2.PSet (x1, y1 + 25), QBColor(4)
x1 = x1 + 1
If (c2 = 3) Then
If c1 > 1 Then
c3 = c1
Form1.Picture2.Line (x1 - 2, y1)-(x1 - 2, y1 + 25), QBColor(4)
'inclese
If (d = 1) Then
Call keep_b1(c3)
frist_bc = c3
'MsgBox "frist_bc = " & frist_bc
Else
Call keep_b3(c3)
Call keep_b1(c3)
End If
.....
End If
c1 = 0
End If
ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1, y1)
eColor_to_RGB (ecolor1)
flag3 = False
End If
If (flag3 = True) Then
x1 = x1 + 1
End If
If (x1 > x2) Then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cx = 0
End If
flag3 = True
Loop

ecolor1 = Form1.Picture2.Point(x1 - 1, y1)
eColor_to_RGB (ecolor1)
If (rg < Gr_threshold) Then
sc = sc - c1 - c4 - (c3 / 2) - (frist_bc / 2) 'reset sc too
d = d - 2
End If
If (rg > Gr_threshold) Then
sc = sc - c2 - (c3 / 2) - (frist_bc / 2)
d = d - 1
End If
'MsgBox "sc=" & sc
est_pixel = sc
'MsgBox "d=" & d
End Function
Private Sub eColor_to_RGB(color As Long)
r = color And &HFF&
g = (color And &HFF00&) \ &H100&
b = (color And &HFF0000) \ &H10000
rg = (r + g + b) / 3
End Sub
Public Function medium_eye() As Single
Dim mid_eye As Single
'MsgBox "medium eye" & d
mid_eye = medium(d)
'MsgBox "mid_eye = " & mid_eye
medium_eye = mid_eye
End Function

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option Explicit

'คำนวณค่า arctan

Public Function ATan2(ByVal dy As Single, ByVal dx As Single) As Single

Const PI = 3.14159265

Dim theta As Single

If Abs(dx) < 0.01 Then

If dy < 0 Then

theta = -PI / 2

Else

theta = PI / 2

End If

Else

theta = Atn(dy / dx)

If dx < 0 Then theta = PI + theta

End If

theta = theta \* 180 / PI

ATan2 = theta

End Function



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้