แอพพลิเคชั่นโทรศัพท์มือถือสำหรับวิเคราะห์เซลล์

A SMARTPHONE APPLICATION FOR CELLS ANALYSIS

รเมศ รุ่งนิรันดร์พร
RAMES ROONGNIRUNPORN
รัชพล อุนนานนท์
RACHAPOL OUNNANONT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แอพพลิเคชั่นโทรศัพท์มือถือสำหรับวิเคราะห์เซลล์

A SMARTPHONE APPLICATION FOR CELLS ANALYSIS

T143952

โดย

รเมศ รุ่งนิรันดร์พร รหัส 55011021

รัชพลอุนนานนท์ รหัส 55011036

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

b.12800983
l.

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 143952
วัน.เดือน.ปี 04 มี.ค. 2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แอพพลิเคชั่นโทรศัพท์มือถือสำหรับวิเคราะห์เซลล์

A SMARTPHONE APPLICATION FOR CELLS ANALYSIS

ผู้จัดทำ นายรเมศ รุ่งนิรันดร์พร รหัสประจำตัว 55011021

นายรัชพล อุนนานนท์ รหัสประจำตัว 55011036

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	แอพพลิเคชั่นในการวิเคราะห์เซลล์
นักศึกษา	นายรเมศ รุ่งนิรันดร์พร รหัสประจำตัว 55011021
	นายรัชพล อุนนานนท์ รหัสประจำตัว 55011036
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร. วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้การศึกษาเซลล์ขนาดเล็กได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลาย ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าโทรศัพท์มือถือมีเทคโนโลยีต่างๆที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำการวิเคราะห์เซลล์ได้ จึงได้มีการจัดทำแอพพลิเคชั่นและอุปกรณ์ไมโครสโคปอย่างง่ายขึ้นสำหรับใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาเซลล์ขนาดเล็ก โดยส่วนของแอนดรอยด์แอพพลิเคชั่นสร้างขึ้นโดยโปรแกรม Android studio และใช้ OpenCV ขึ้นเป็น open source สำหรับการใช้งาน image processing บนโทรศัพท์มือถือในระบบแอนดรอยด์ แอพพลิเคชั่นนี้จะทำหน้าที่สั่งการการถ่ายภาพของกล้องภายในโทรศัพท์มือถือและจัดเก็บภาพที่ถ่ายได้ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเลือกภาพถ่ายเซลล์ที่ต้องการวิเคราะห์และทำการวิเคราะห์หาจำนวนเซลล์ทั้งหมดในภาพรวมถึงแยกสี 3 สีหลักได้จากภายในแอพพลิเคชั่นเดียวในส่วนของอุปกรณ์ไมโครสโคปอย่างง่ายทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ให้ผู้ใช้งานสามารถพกพาได้สะดวกและนำไปใช้งานร่วมกับมือถือได้หลากหลายรุ่นถึงแม้ว่าโทรศัพท์มือถือจะมีขนาดและตำแหน่งของกล้องที่แตกต่างกันก็ตาม โดยการออกแบบนี้เราจะใช้โปรแกรม Solidworks และพิมพ์ออกมาเป็นรูป 3 มิติด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	A smartphone application for cell Analysis	
Student	Mr. Rames Roongnirunporn	ID 55011021
	Mr. Rachapol Ounnannont	ID 55011036
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2015	
Thesis Advisor	Wibool Piyawattanametha, PhD	

Abstract

Nowadays many people are interested in cells or very small object not only the scientists. There are many technologies to capture and research cells. So the objective of this project are creating smartphone application for cells analysis and simple portable microscope to use with a smartphone that made people easier to learn and use everywhere. Application parts base on android operating system. This application created by using Android studio program® to develop codes and OpenCV the open source for image processing on android application. There are three functions. First, capturing and saving images. Second, choose image in gallery and show image before analyze. The last function is analyzing image, counting cells and separate counting in three main colors red, green and blue. Hardware part, basic microscope we make it portable and it can use with every smartphone. The hardware design model by using Solidworks program® and make a prototype by 3D printer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบ application บนระบบ android นั้นสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับการอนุเคราะห์อย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวความคิดต่างๆ และเสียสละเวลาในการช่วยแก้ไขข้อพกพร่องของชิ้นงานด้วยความเอาใจใส่อย่างดี ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ภายในภาควิชาทุกท่าน และเพื่อนในภาคที่ได้ให้การสนับสนุน รวมทั้งให้การช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้ชิ้นงานสำเร็จด้วยดี

รเมศ รุ่งนิรันดร์พร
รัชพล อุนนานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อไทย.....I
บทคัดย่ออังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....V
สารบัญรูป.....VI

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา..... 1
1.4 ขอบเขตการวิจัย..... 1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี..... 2
2.1 การประมาณผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)..... 2
2.2 กล้องจุลทรรศน์..... 10
2.3 เลนส์..... 12

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 16
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานไมโครสโคปและแอพพลิเคชั่น..... 16
3.2 ขั้นตอนการออกแบบ.....16
3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่าย..... 16
3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่น..... 20

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง..... 22
4.1 ผลการทดสอบฟังก์ชัน camera และ gallery..... 22
4.2 ผลการทดสอบการนับจำนวนเซลล์..... 24
4.3 ผลการทดสอบการนับจำนวนเซลล์ภายใต้เงื่อนไขของขนาดและการซ้อนทับ..... 27

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....29
5.1 สรุปผลการทดลอง..... 29
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง.....29
5.3 ข้อเสนอแนะ.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ตารางแสดงผลการนับเซลล์เมื่อเซลล์มีขนาดแตกต่างกัน..... 27
4.2 ตารางแสดงผลการนับเซลล์เมื่อเซลล์เกิดการซ้อนทับกัน..... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 SamplingและQuantization 2
2.2 แบบจำลองสี RGB 4
2.3 แบบจำลองสี HSV 4
2.4 ภาพแสดงระดับสีเทา 5
2.5 Grayscale Image 6
2.6 ผลของการทำ threshold 6
2.7 ผลของการ Dilate แบบ 3x3 7
2.8 ผลของการ Distance Transform 8
2.9 Contour trace pattern 8
2.10 การ contour traced แบบสมบูรณ์ 8
2.11 ตำแหน่งเริ่มต้นของพิกเซล 9
2.12 Moore Neighbor of pixel 10
2.13 แสดงกล้องจุลทรรศน์ 10
2.14 ส่วนประกอบต่างๆของกล้องจุลทรรศน์ 12
2.15 หลักการหักเหของแสง 13
2.16 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์นูน 13
2.17 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์เว้า 14
3.1 ที่วางโทรศัพท์ 16
3.2 ช่องสำหรับใส่เลนส์ 17
3.3 ฐาน 17
3.4 ที่วางสไลด์ 17
3.5 ช่องใส่หลอดไฟ LED 18
3.6 ชิ้นงานไมโคสโคปอย่างง่าย 18
3.7 เครื่องพิมพ์สามมิติและชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้ว 18
3.8 การใช้งานไมโครสโคปอย่างง่ายร่วมกับโทรศัพท์ 19
3.9 Flow cart ระบบการทำงานของแอพพลิเคชั่น 20
3.10 โปรแกรมและภาษาที่ใช้งาน 21
3.11 ตัวอย่างหน้าต่างแอพพลิเคชั่นและการใช้งาน 21
4.1 ภาพหน้าจอหลักของแอพพลิเคชั่น 22
4.2 ภาพหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Camera 22
4.3 ภาพแสดงหน้าจอหลังจากการถ่ายภาพ 23
4.4 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกใช้งานภาพที่ถ่ายไว้ 23
4.5 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Gallery 24
4.6 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกภาพจาก Gallery 24
4.7 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกภาพที่ต้องการ 25
4.8 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง All cells counting 25

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.9 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Red cells counting..... 26
4.10 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Green cells counting..... 26
4.11 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Blue cells counting.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้การศึกษาเซลล์ขนาดเล็กได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลาย ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าโทรศัพท์มือถือมีเทคโนโลยีต่างๆที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำการวิเคราะห์เซลล์ได้ จึงได้มีการจัดทำแอพพลิเคชั่นและอุปกรณ์ไมโครสโคปอย่างง่ายขึ้นสำหรับใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาเซลล์ขนาดเล็ก โดยในส่วนของแอพพลิเคชั่นนี้จะทำหน้าที่สั่งการการถ่ายภาพของกล้องภายในโทรศัพท์มือถือและจัดเก็บภาพที่ถ่ายได้ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเลือกภาพถ่ายเซลล์ที่ต้องการวิเคราะห์และทำการวิเคราะห์หาจำนวนเซลล์ทั้งหมดในภาพได้จากภายในแอพพลิเคชั่นเดียว และในส่วนของอุปกรณ์ไมโครสโคปอย่างง่ายทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ให้ผู้ใช้งานสามารถพกพาได้สะดวกและนำไปใช้งานร่วมกับมือถือได้หลากหลายรุ่นถึงแม้ว่าโทรศัพท์มือถือจะมีขนาดและตำแหน่งของกล้องที่แตกต่างกันก็ตาม

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ออกแบบแอพพลิเคชั่นสำหรับทำการวิเคราะห์หาจำนวนเซลล์จากภาพถ่าย

1.2.2 ออกแบบอุปกรณ์เพื่อทำกล้องไมโครสโคปอย่างง่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

แอพพลิเคชั่นสามารถทำงานร่วมกับโทรศัพท์มือถือเพื่อทำการถ่ายภาพและนำภาพที่ได้ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนเซลล์ได้ อีกทั้งชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่ายที่ได้ทำการออกแบบสามารถนำมาใช้งานร่วมกับโทรศัพท์มือถือได้หลากหลายรุ่น

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ออกแบบอุปกรณ์ทำหรับทำกล้องไมโครสโคปอย่างง่ายและสร้างแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้งานร่วมกับมือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และทำการวิเคราะห์หาจำนวนเซลล์จากภาพที่ทำการถ่ายผ่านกล้องไมโครสโคปอย่างง่าย ในระหว่างวันที่ 22 ม.ค. 59 – 30 เม.ย. 59

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การวิเคราะห์เซลล์ขนาดเล็กสามารถทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้นเนื่องจากกล้องไมโครสโคปและแอพพลิเคชั่นซึ่งอยู่ในโทรศัพท์มือถือสามารถพกพาได้ง่าย

1.5.2 การวิเคราะห์เซลล์ขนาดเล็กสามารถทำได้ง่ายขึ้น

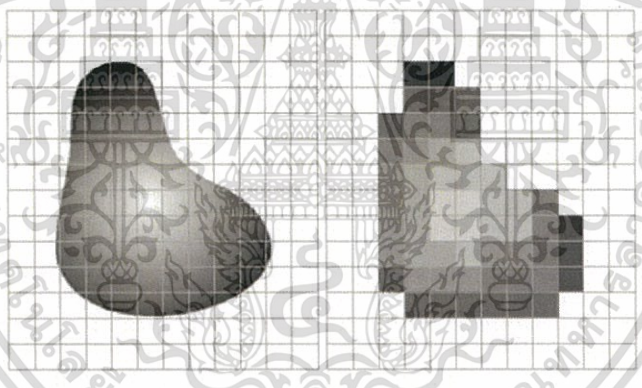
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การประมาณผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

2.1.1 การแทนภาพด้วยภาพแบบดิจิตอลภาพแบบดิจิตอล (Digital Image)

เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากอนาลอก ให้อยู่ในรูปของตัวเลขโดยภาพอนาลอกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลียมเล็กๆที่เรียกว่าพิกเซล ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งด้วยคู่โคออติเนต x,y และค่าระดับความเข้มของแสงของพิกเซลนั้นๆ โดยสามารถแปลงภาพเป็นแบบดิจิตอลโดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้คือเมื่อเรานำสัญญาณอนาลอกที่ต้องการประมวลผลผ่านส่วนที่เรียกว่าดิจิไทเซอร์ (Digitizer) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลจากนั้นทำการควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อแปลงค่าความเข้มของแสงให้เป็นตัวเลขฟังก์ชั่นของภาพ f (x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเรียกว่า การสุ่มภาพ (Image Sampling) ฟังก์ชั่นที่ได้จะถูกเรียกว่าการควอนไตซ์ระดับความเข้มของแสง (Greasy Level Quantization) ซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอลดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 SamplingและQuantization

2.1.2 ลักษณะการจัดเก็บมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้วภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไปแต่ที่นิยมใช้กันมากคือค่าระดับความเข้มของพิกเซลที่เท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของพิกเซลอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลขนาด 1 ไบต์หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1 พิกเซล (256) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความเข้มสูงอาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คืออาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยจะแยกความแตกต่างของภาพแต่ละประเภทให้เห็นอย่างชัดเจนได้ดังนี้

2.1.2.1 ภาพ 2 ระดับ คือ มีพิกเซลสีขาวกับสีดำเท่านั้นโดยแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิต

2.1.2.2 ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดข้องข้อมูล 8 บิต ซึ่งสามารถแสดงภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ

2.1.2.4 ภาพทรูคัลเลอร์ (True Color) คือในแต่ละพิกเซลจะมีขนาดของข้อมูล 24 บิตทำให้สามารถแสดงภาพออกมาได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงเป็นภาพขาวดำได้

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้วัตถุในภาพได้นั้นแบ่งออกได้เป็นสองระดับด้วยกันคือ การประมาณผลภาพในระดับต่ำ (Low-Level Image) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-Level Image Processing) การประมาณผลภาพในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่างๆมาอธิบายข้อมูลภาพโดยมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไป โดยทั่วไปแล้วการประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบด้วย การประมวลผลภาพก่อน(Preprocessing) เช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน หรือการทำให้ภาพคมชัด เป็นต้น

การประมวลผลระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพระดับต่ำมาตีความหรือประมวลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพทั้ง 2 ประเภท คือ การประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดภาพ (พิกเซล) ส่วนการประมวลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปสัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดถึงสิ่งต่างๆที่อยู่ในภาพเช่น ขนาดของวัตถุรูปร่างและความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพ

2.1.3 การสร้างภาพไบนารี

การสร้างภาพไบนารีสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลสีขาวหรือสีดำ จะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่หนึ่งเรียกกว่า ค่าเทรชโฮล (Threshold Value) ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัดสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ค่าเทรชโฮล เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่มีค่าน้อยเกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้อาจจะสว่างน้อยเกินไป หรือสว่างมากเกินไป หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน(Noise) เกิดขึ้นอันเป็นผลทำให้ภาพที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควรดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีซึ่งมีวิธีคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value)

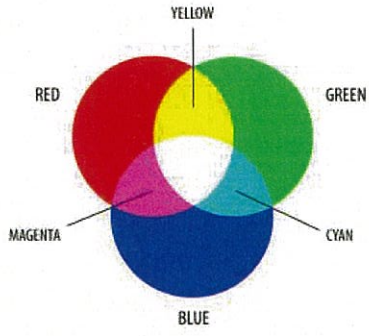
2.1.4 แบบจำลองสี (Color Model)

แบบจำลองสี (Color Model) เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่างๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วจะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งใช้ วิธีการวัดซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานช่วงของสเปคตรัม (Spectrum) แต่จะเป็น Empirical Model ที่ได้รับสัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใดๆจากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มีการรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึงแบบจำลองสีสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.1.4.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model) เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับจอภาพคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก RGB Model ได้ทำการสร้างสีต่างๆ ขึ้นโดยการใช้แหล่งกำเนิดแสดงจำนวนสามสี ได้แก่สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ที่เกิดจากการเรืองแสงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามลำดับ ซึ่งแสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่และอุปกรณ์ นอกเสียจากว่ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสารเรืองแสงและการตั้งค่าจอภาพและสภาพแวดล้อมที่จอภาพคอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปดังที่แสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แบบจำลองสี RGB

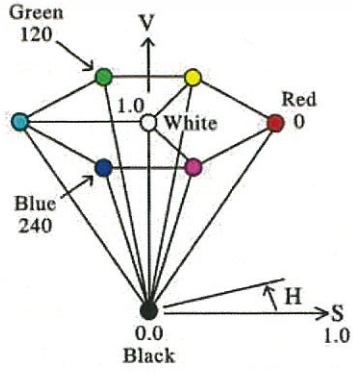
แบบจำลองสี RGB ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนสามส่วนคือ ค่า Intensity ของสีทั้งสามซึ่งได้แก่สีแดงสีเขียวและสีน้ำเงิน

2.1.4.2 แบบจำลองสี HSV (HSV Color Model) เป็นแบบจำลองสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกโดยแบบจำลองสี HSV ดังที่แสดงในรูปที่ 2.3 จะให้ความหมายที่ดีกว่าเมื่อกล่าวถึงสีต่างๆในเชิงศิลปะ เช่นเมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อน สีเหลืองแก่ หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสีคือสีเหลืองนั้นเองที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่แตกต่างกัน ดังนั้นสีในแบบจำลองสี HSV จึงให้ความรู้สึกที่เข้าใจได้มากกว่าสำหรับมนุษย์ซึ่งจำลองสี HSV ประกอบด้วยสามส่วนคือ

H หมายถึง Hue หรือสีที่มีค่าที่แตกต่างออกไปตามความถี่ของแสง เช่น แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน หรือ ม่วง เป็นต้น

S หมายถึง Saturation หรือความอิ่มตัวของ Hue นั้นๆ

V หมายถึง Value หรือค่าความสว่างของสี โดยที่ค่า Value ต่ำสุดหมายถึงสีดำไม่ว่าจะมี Hue หรือ Saturation เท่าใด และค่า Value สูงสุดหมายถึงสีขาว ซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของ Hue และ Saturation นั้นๆ เช่น Hue ใด ๆ มีค่า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ Value สูงที่สุดคือสีเหลืองและ Value ต่ำสุดคือสีดำ



รูปที่ 2.3 แบบจำลองสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction)

การแยกลักษณะเฉพาะของภาพเป็นการแยกหรือสกัดเอาข้อมูลที่สำคัญของภาพออกมา ซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถหาได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยที่ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วนคือสี รูปร่างและพื้นผิว

2.1.5.1 สี (Color) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนภาพเช่น ฮิสโตแกรมสีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสีที่ถูกนำมาใช้บ่อยๆเนื่องจากสีเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้ง่ายและเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพนอกจากนี้ สียังสามารถใช้ ในการแยกแยะกลุ่มของภาพออกตามเนื้อหาได้เป็นอย่างดีเช่น สีฟ้าของน้ำทะเล สีแดงของดอกไม้ สีเขียวของต้นไม้เป็นต้น

2.1.5.2 รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่างและลักษณะรวมถึงขนาดของวัตถุภายในภาพซึ่งทำให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังหรือแยกแยะระหว่างวัตถุที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันได้

2.1.5.3 พื้นผิว (Texture) เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายความหยาบความละเอียดหรือความ ซับซ้อนของวัตถุภายในภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกันออกไปการวิเคราะห์พื้นผิวจะช่วยให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุได้ ดียิ่งขึ้น การค้นคืนภาพที่ใช้พื้นผิวเป็นลักษณะเฉพาะของภาพส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการค้นหาภาพจากกลุ่มภาพพื้นผิวเช่นชุดภาพพื้นผิวของหินชุดภาพพื้นผิวของใบไม้เป็นต้น

2.1.6 Grayscale

ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image) ภาพระดับสีเทาเป็นภาพซึ่งค่าในแต่ละจุดภาพคือค่าความเข้มของสีแต่ละตำแหน่งของจุดภาพนั้น ซึ่งค่าที่เป็นไม่ได้ของภาพระดับสีเทาทั้งหมดขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ ตัวอย่าง เช่น ภาพระดับสี เทา 8 บิตที่ระดับสี ทั้งหมด 256 ระดับ โดยนิยมระบุในช่วง 0-1 ห รือ 0-255 แสดงระดับสีเทาดังในรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ภาพแสดงระดับสีเทา

ภาพระดับสีเทาจะมีการไล่ระดับความอ่อนแก่ของสี ซึ่งอยู่ระหว่างสีขาวและสีดำ Halftone Image อย่างต่อเนื่อง โดยที่ค่าแต่ละพิกเซล ของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของพิกเซลที่อยู่ในรูประดับสีเทาการเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็น ระดับสีเทา (Gray Scale) จะใช้สมการดังนี้ในการเปลี่ยน

$$Y = 0.3R+0.59G+0.11B \quad (2.1)$$

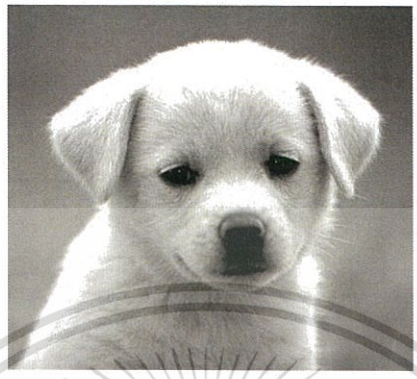
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Y แทน ค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซล ที่เราต้องการหา

R แทน ค่าสีแดง ณ จุด ที่ต้องการหา

G แทน ค่าสีเขียว ณ จุด ที่ต้องการหา

B แทน ค่าสีน้ำเงิน ณ จุด ที่ต้องการหา



รูปที่ 2.5 Grayscale Image

2.1.7 Threshold

ในการใช้งานภาพบางครั้งเราต้องการเห็น วัตถุที่เราต้องการเห็นจริงๆเท่านั้น ดังนั้น threshold จึงถือเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก เพื่อใช้ในการแบ่งแยก foreground และ background regions ของภาพอย่างชัดเจน

รูปที่ 2.6 ผลของการทำ threshold

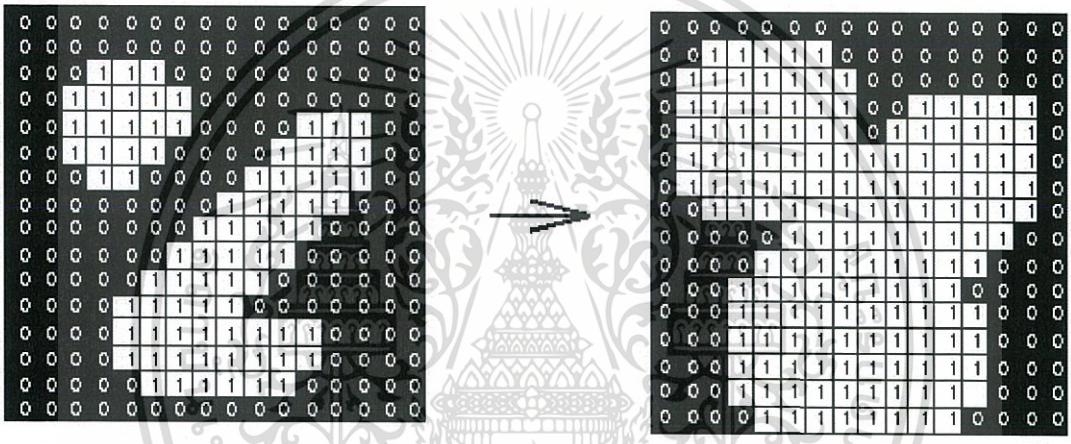
ในการป้อนข้อมูลเริ่มต้น ส่วนใหญ่ภาพจะผ่านกระบวนการ grayscale มาแล้ว ข้อมูลขาออกควรจะเกิดการแบ่งภาพที่ต้องการได้ สมมติให้สีดำคือภาพพื้นหลัง สีขาวของภาพพื้นหน้าการแบ่งส่วนจะถูกกำหนดโดยพารามิเตอร์เดียวเรียกว่า intensity threshold ทำให้แต่ละพิกเซลถูกนำมาเปรียบเทียบกับ threshold ถ้า Intensity มากกว่า threshold พิกเซลจะถูกเปลี่ยนเป็นสีขาวและถ้า Intensity น้อยกว่าthreshold พิกเซลจะถูกเปลี่ยนเป็นสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 Dilate

Dilation เป็นหนึ่งในสองกระบวนการพื้นฐานของสัณฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในภาพไบนารี แต่ก็ยังมีการใช้ในภาพที่เป็นภาพแบบ grayscale โดยหลักการของ Dilate นั้นคือจะค่อยๆขยายขอบเขตพิกเซลของภาพ เช่น ถ้าเป็นวงกลมสีขาว การ Dilate นั้นจะค่อยๆขยายขอบของวงกลมสีขาว ดังนั้นการทำ Dilate นั้นจะทำให้เกิดการขยายของภาพขึ้น แล้วทำให้ลดช่องว่างของภาพไปโดยปริยาย

การใช้งานกระบวนการนี้ส่วนใช้จะเน้นการใช้ภาพแบบไบนารี เราให้ foreground pixels มีค่า pixel เป็น 255และ background pixels มีค่า pixel เป็น 0 ภาพที่จะนำมาใช้ส่วนใหญ่มักจะผ่านการ thresholding มาแล้ว โครงสร้างของภาพอาจต้องทำให้เป็นภาพไบนารีขนาดเล็กหรือทำให้อยู่ในรูปเมตริกแบบพิเศษ ในกรณีหลัง โครงสร้างสี่เหลี่ยมแบบ 3x3 จะช่วยให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าภาพจะเกิดการขยาย foreground pixels ขึ้น ดังรูปที่ 2.7



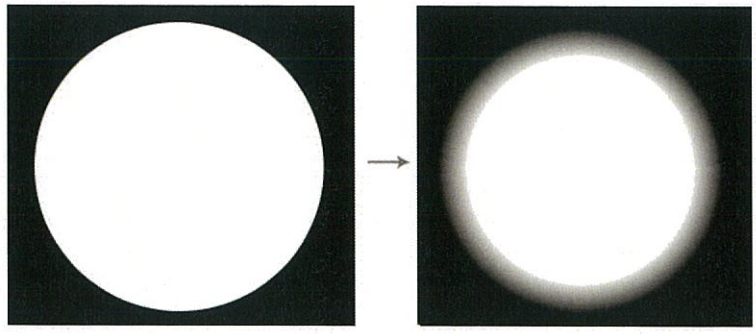
รูปที่ 2.7 ผลของการ Dilate แบบ 3x3

โครงสร้างสี่เหลี่ยมแบบ 3x3 จะเป็นพื้นฐานส่วนใหญ่ในกระบวนการ Dilate ซึ่งในบางครั้งก็มีการคิดค้นให้โครงสร้างใหญ่ขึ้นและละเอียดขึ้นแต่ก็ทำให้ส่งผลเสียมากขึ้น นั่นก็คือการ Dilate จะขยายมากเกินกว่าที่ต้องการ โดยมีวิธีแก้นั้นก็คือทำให้คำสั่ง Dilate ให้ foreground pixels ขยายได้น้อยลง วิธีการดังกล่าวช่วยในเติมจุดช่องว่างของภาพที่ไม่ต้องการ

2.1.9 Distance transform

Distance transform เป็นกระบวนการที่ใช้เฉพาะกับภาพไบนารี ซึ่งจะได้ภาพ grayscale ที่มีความคล้ายคลึงกับภาพเริ่มต้น ต่างกันที่ภาพพื้นหน้าจะรวมตัวเข้าสู่จุดศูนย์กลางของภาพพื้นหน้าที่อยู่ใกล้กันมากที่สุด วิธีดังกล่าวนี้ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องภาพที่ติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

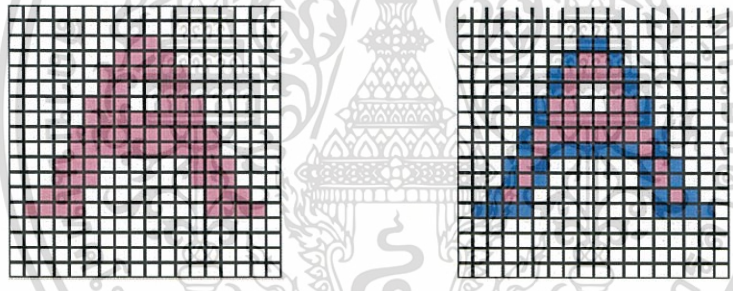


รูปที่ 2.8 ผลของการ Distance Transform

2.1.10 Contour Tracing Algorithm

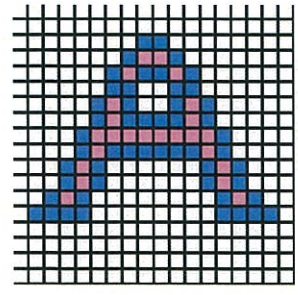
วิธีที่ใช้มากใน Contour Tracing Algorithm 2 วิธีแรก คือ Square Tracing algorithm และ Moore-Neighbor Tracing เป็นวิธีที่ง่ายต่อการใช้งาน แต่เป็นที่น่าเสียดายที่ทั้งสองวิธีข้างต้น ที่มีข้อเสียนั้นก็คือการ Contour รูปที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้

ขั้นตอนวิธีการต่อไปนี้ คือก่อนอื่นเราจะไม่สนใจ Holes ซึ่งจะนำเสนอแบบ pattern ยกตัวอย่าง ถ้ากำหนด pattern ตาม Figure 1 contour traced จะเป็นกระบวนการตาม Figure 2



รูปที่ 2.9 Contour trace pattern

โดยที่ contour traced คือเส้นสีฟ้า ซึ่งนี่เองเป็นการใช้งาน application ที่ยอมรับได้ในบางส่วน แต่ในการใช้งานอื่นๆ เช่นการจำตัวอักษร ซึ่งต้องการ trace ตัววงกลมตรงกลางของตัวอักษร A ดัง Figure 3 ที่แสดงการ contour traced แบบสมบูรณ์ ซึ่งผลลัพธ์นี่เองนำมาสู่การค้นหา hole ซึ่งเป็นวิธีแรกๆในการใช้งาน



รูปที่ 2.10 การ contour traced แบบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10.1 Square Tracing Algorithm

วิธีการของ Square Tracing Algorithm ถือเป็นวิธีการที่ง่ายมาก ซึ่งถ้านำมาประกอบรวมไปกับข้อเท็จจริงก็คือ algorithm เป็นหนึ่งในความพยายามครั้งแรกในการดึงรูปร่างในรูปแบบไบนารี เพื่อที่จะเข้าใจจำเป็นต้องใช้จินตนากาโดยกำหนดรูปแบบดิจิตอล เช่น พิกเซลสีดำบนพื้นหลัง พิกเซลขาวเป็นตาราง แล้วหาพิกเซลสีดำและประกาศเป็นจุดเริ่มต้น (ตำแหน่ง "เริ่มต้น" พิกเซลสามารถทำได้ในหลายวิธีโดยจะเริ่มต้นที่มุมซ้ายด้านล่างของตารางสแกนคอลัมน์พิกเซลจากด้านล่างขึ้นไปจนบนสุด จากคอลัมน์ซ้ายสุดไปขวาสุด จนกว่าเราจะพบพิกเซลสีดำและจะประกาศพิกเซลที่เป็นตำแหน่ง "เริ่มต้น" ของพิกเซล)

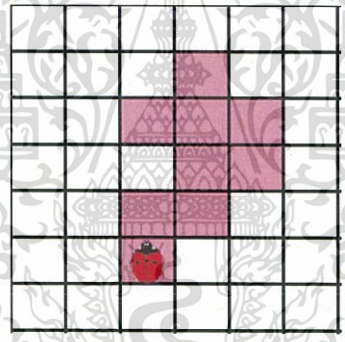
เพื่อที่จะค้นหารูปร่างที่แท้จริง จึงจำเป็นต้องทำดังขึ้นตอนต่อไปนี้โดยมีตำแหน่งเริ่มต้นของพิกเซล ดังรูปที่ 2.11

1) เมื่อใดก็ตามที่อยู่พิกเซลสีดำ ให้แล้วซ้าย

2) เมื่อใดก็ตามที่อยู่พิกเซลสีขาว ให้แล้วขวา

3) ทำจนกว่าจะย้อนกลับจุดเริ่มต้นของตนเอง

ซึ่งการเดินทางนี่เองทำให้เกิดรูปร่างขึ้นมา สิ่งที่สำคัญของวิธีนี้นั่นก็คือต้องรู้ทิศทางที่จะกำหนดอย่างแน่นอน



รูปที่ 2.11 ตำแหน่งเริ่มต้นของพิกเซล

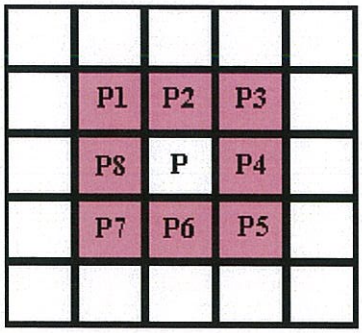
จุดอ่อนที่สำคัญของวิธีการ Square Tracing Algorithm เรียกว่า The Stopping Criterion นั่นก็คือ เมื่อไหร่ที่เกิด Stopping Criterion Algorithm ถึงจะหยุดทำงาน ในคำอธิบายเดิมของ Square Tracing Algorithm เมื่อเกิด Stopping Criterion เข้าหาตำแหน่งเริ่มต้นของพิกเซล Algorithm นี้จะหยุดทำงานทำให้ไม่สามารถระบุรูปร่างแท้จริงได้

2.1.10.2 Moore Neighbor Tracing

ไอเดียหลักของ Moore Neighbor Tracing ก่อนที่จะอธิบายมัน จำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่สำคัญคือ Moore Neighbor of pixel

Moore Neighbor of pixel ให้ P เป็นเซตของ 8 พิกเซล โดยที่ 8 พิกเซลล้อมเป็นกรอบกับ P โดยตั้งชื่อว่า p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 และ p8 ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 Moore Neighbor of pixel

ถึงตอนนี้ ก็สามารถศึกษาไอเดียหลักของ Moore Neighbor Tracing ได้แล้ว โดยกำหนด pattern เป็นดิจิตอล คล้ายๆกับ Square Tracing Algorithm หลังจากนี้จินตนาการว่าแมลงเต่าทองยืนอยู่ตรงตำแหน่ง start โดยจะสามารถระบุรูปร่างได้ โดยกำหนดให้แมลงตัวนี้เดินแบบตามเข็มนาฬิกา (ไม่สำคัญว่าจะเริ่มเดินตั้งแต่ตรงไหน เริ่มจาก p6) หลักการของมันก็คือทุกครั้งที่ชนพิกเซลสีดำให้ย้อนกลับไปพิกเซลสีขาวแล้วเริ่มเดินตามเข็มนาฬิกาจนกว่าจะกลับไปสู่ตำแหน่ง Start เพราะสาเหตุนี้เองทำให้รูปร่างขึ้นมา

2.2 กล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าไมโครสโคป ซึ่งเป็นกล้องสำหรับมองวัตถุที่ตาเปล่าไม่สามารถมองเห็นหรือวิเคราะห์ภาพที่เกิดจากการมองวัตถุได้ จากอดีตจนถึงปัจจุบันพบว่ากล้องจุลทรรศน์ได้มีการพัฒนาไปมาก สามารถมองวัตถุในระดับไมครอนหรือเล็กกว่าไมครอนได้ ดังนั้น กล้องจุลทรรศน์จึงถูกนำไปใช้ในทุกอุตสาหกรรมกันอย่างกว้างขวาง จนกระทรวงศึกษาธิการได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์ จึงได้มีการบรรจุวิชาการใช้กล้องจุลทรรศน์ตั้งแต่มัธยมต้นจนถึงมัธยมปลาย เพื่อให้มีพื้นฐานในการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆจากการใช้กล้อง

รูปที่ 2.13 แสดงกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ชนิดของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (optical microscopes) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscopes) ชนิดที่พบได้มากที่สุด คือชนิดที่ประดิษฐ์ขึ้นเป็นครั้งแรก เรียกว่า กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เป็นอุปกรณ์ใช้แสงอย่างหนึ่ง มีเลนส์อย่างน้อย 1 ชิ้น เพื่อทำการขยายภาพวัตถุที่วางในระนาบโฟกัสของเลนส์นั้น ๆ

2.2.1.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

1) Light microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่พบอยู่ทั่วไป โดยเวลาส่องดูจะเห็นพื้นหลังเป็นสีขาว และจะเห็นเชื้อจุลินทรีย์มีสีเข้มกว่า

2) Stereo microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ส่องดูสิ่งมีชีวิตที่ไม่เล็กมาก ส่องดูเป็น 3 มิติ ส่วนใหญ่จะใช้ในการศึกษาแมลง

3) Dark field microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีพื้นหลังเป็นสีดำ เห็นเชื้อจุลินทรีย์สว่าง เหมาะสำหรับใช้ส่องจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กที่ติดสียาก

4) Phase contrast microscope ใช้สำหรับส่องเชื้อจุลินทรีย์ที่ยังไม่ได้ทำการย้อมสี จะเห็นชัดเจนกว่า Light microscope

5) Fluorescence microscope ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นอัลตราไวโอเลต ส่องดูจุลินทรีย์ที่ย้อมด้วยสารเรืองแสง ซึ่งเมื่อกระทบกับแสง UV จะเปลี่ยนเป็นแสงช่วงที่มองเห็นได้แล้วแต่ชนิดของสารที่ใช้ พื้นหลังมักมีสีดำ

2.2.1.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังการขยายสูงมาก เพราะใช้ลำแสงอิเล็กตรอนแทนแสงปกติและใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแทนเลนส์แก้ว เป็นกล้องที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้าง และส่วนประกอบของเซลล์ ได้อย่างละเอียด ที่กล้องชนิดอื่นไม่สามารถทำได้ มีกำลังขยาย 1,600 เท่า

2.2.2 ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์

2.2.2.1 ฐาน (Base) เป็นส่วนที่ใช้วางบนโต๊ะ ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์ มีรูปร่างสี่เหลี่ยม หรือวงกลม ที่ฐานจะมีปุ่มสำหรับปิดเปิดไฟฟ้า

2.2.2.2 แขน (Arm) เป็นส่วนเชื่อมตัวลำกล้องกับฐาน ใช้เป็นที่จับเวลาเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์

2.2.2.3 ลำกล้อง (Body tube) เป็นส่วนที่ปลายด้านบนมีเลนส์ตา ส่วนปลายด้านล่างติดกับเลนส์วัตถุ ซึ่งติดกับแผ่นหมุนได้ เพื่อเปลี่ยนเลนส์ขนาดต่าง ๆ ติดอยู่กับจานหมุนที่เรียกว่า Revolving Nosepiece

2.2.2.4 ปุ่มปรับภาพหยาบ (Coarse adjustment) ทำหน้าที่ปรับภาพโดยเปลี่ยนระยะโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ (เลื่อนลำกล้องหรือแท่นวางวัตถุขึ้นลง) เพื่อทำให้เห็นภาพชัดเจน

2.2.2.5 ปุ่มปรับภาพละเอียด (Fine adjustment) ทำหน้าที่ปรับภาพ ทำให้ได้ภาพที่ชัดเจนมากขึ้น

2.2.2.6 เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) เป็นเลนส์ที่อยู่ใกล้กับแผ่นสไลด์ หรือวัตถุปกติติดกับแป้นวงกลมซึ่งมีประมาณ 3-4 อัน แต่ละอันมีกำลังบอกเอาไว้ เช่น x3.2, x4, x10, x40 และ x100 เป็นต้น ภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุเป็นภาพจริงหัวกลับ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.7 เลนส์ใกล้ตา (Eye piece) เป็นเลนส์ที่อยู่บนสุดของลำกล้อง โดยทั่วไปมีกำลังขยาย 10x หรือ 15x ทำหน้าที่ขยายภาพที่ได้จากเลนส์ใกล้วัตถุให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดภาพที่ตาผู้ศึกษาสามารถมองเห็นได้ โดยภาพที่ได้เป็นภาพเสมือนหัวกลับ

2.2.2.8 เลนส์รวมแสง (Condenser) ทำหน้าที่รวมแสงให้เข้มขึ้นเพื่อส่งไปยังวัตถุที่ต้องการศึกษา

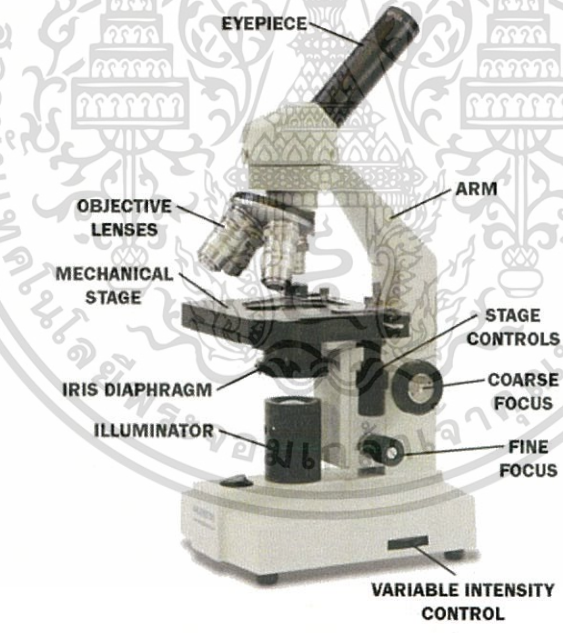
2.2.2.9 กระจกเงา (Mirror) ทำหน้าที่สะท้อนแสงจากธรรมชาติหรือแสงจากหลอดไฟภายในห้องให้ส่องผ่านวัตถุโดยทั่วไปกระจกเงามี 2 ด้าน ด้านหนึ่งเป็นกระจกเงาเว้า อีกด้านเป็นกระจกเงาระนาบ สำหรับกล้องรุ่นใหม่จะใช้หลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งสะดวกและชัดเจนกว่า

2.2.2.10 ไดอะแฟรม (Diaphragm) อยู่ใต้เลนส์รวมแสงทำหน้าที่ปรับปริมาณแสงให้เข้าสู่เลนส์ในปริมาณที่ต้องการ

2.2.2.11 แท่นวางวัตถุ (Speciment Stage) เป็นแท่นใช้วางแผ่นสไลด์ที่ต้องการศึกษา

2.2.2.12 ที่หนีบสไลด์ (Stage Clip) ใช้หนีบสไลด์ให้ติดอยู่กับแท่นวางวัตถุ ในกล้องรุ่นใหม่จะมี Mechanical stage แทนเพื่อควบคุมการเลื่อนสไลด์ให้สะดวกยิ่งขึ้น

2.2.2.13 จานหมุน (Revolving nosepiece) ใช้หมุนเมื่อต้องการเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

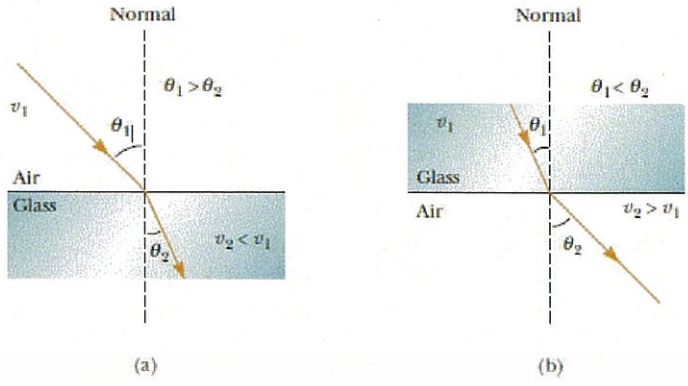


รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบต่างๆของกล้องจุลทรรศน์

2.3 เลนส์

เลนส์ (Lens) คือ ตัวกลางโปร่งใสซึ่งมีผิวหน้าเป็นผิวโค้ง โดยทั่วไปเลนส์ธรรมดามักทำด้วยแก้วมีผิวหน้าทั้ง 2 ข้างเป็นส่วนโค้งของทรงกลม แต่เลนส์ที่ทำพิเศษอาจจะเป็นเลนส์ที่ทำด้วยตัวกลางอื่นๆ หรือที่เป็นของเหลวก็ได้ เช่น เอากระจกนาฬิกาซึ่งเป็นแก้วบางๆ มีผิวโค้งนำมาประกบกัน โดยบรรจุน้ำไว้ข้างใน ก็กลายเป็นเลนส์ทำด้วยน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 หลักการหักเหของแสง

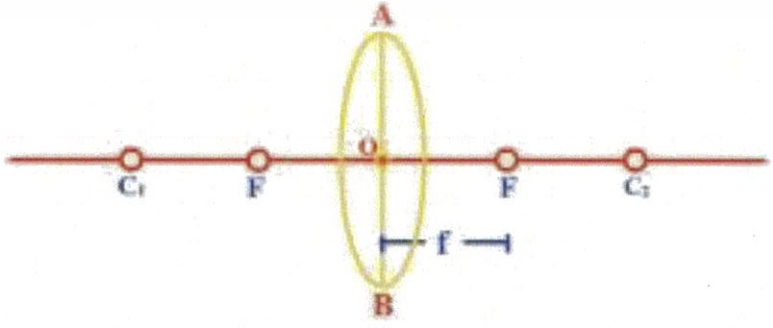
2.3.1 ชนิดของเลนส์

2.3.1.1 เลนส์นูน (Convex Lens) หรือ เลนส์ชนิดตีบแสง (Converging Lens) คือ เลนส์ที่มีความหนาตรงกลางระหว่างผิวหน้าทั้งสองมากกว่าตรงขอบ เลนส์ชนิดนี้ เมื่อมีแสงขนานกับแกนมุขสำคัญกระทบเลนส์แล้ว การหักเหซึ่งเกิดที่ผิวหน้าทั้ง 2 ของเลนส์ จะทำให้รังสีของแสงตีบเข้าหากัน และแสงจะไปตัดกันจริงๆ ณ จุด ๆ หนึ่งบนแกนมุขสำคัญของเลนส์ เรียกว่า จุดโฟกัสจริง (Real Focus)

2.3.1.2 เลนส์เว้า (Concave Lens) หรือ เลนส์ชนิดถ่างแสง (Diverging Lens) คือ เลนส์ที่มีความหนาตรงกลางระหว่างผิวหน้าทั้งสอง น้อยกว่าทางขอบ เลนส์ชนิดนี้เมื่อมีแสงขนานกับแกนมุขสำคัญกระทบเลนส์แล้ว การหักเหที่เกิดที่ผิวหน้าทั้งสองของเลนส์ จะทำให้รังสีของแสงถ่างออกจากกัน ถ้าต่อแนวรังสีที่ถ่างออกเหล่านั้นไปจะพบกัน ณ จุดหนึ่งบนแกนมุขสำคัญเรียกว่า จุดโฟกัสเสมือน (Virtual Focus) ซึ่งเสมือนว่ารังสีเหล่านั้นออกจากจุดตัดร่วมกันนั้น

2.3.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์

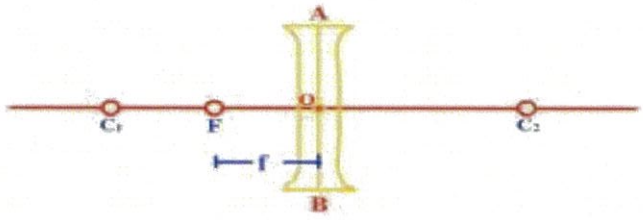
2.3.2.1 เลนส์นูน



รูปที่ 2.16 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์นูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 เลนส์เว้า



รูปที่ 2.17 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเลนส์เว้า

1) แกนมุขสำคัญ (Principle Axis) ของเลนส์ (C1C2) คือเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้ง

2) จุดโฟกัสของเลนส์นูน (Principle Focus ,จุด F) คือ จุดที่รังสีขนานเดิมตีบไปตัดกัน

3) Optical Center ของเลนส์ (จุด O) คือ จุดที่อยู่บนแกนมุขสำคัญ ซึ่งรังสีเมื่อผ่านเข้าเลนส์และผ่านจุดนี้แล้ว แสงที่ผ่านออกมาจะมีแนวขนานกับรังสีเดิม

4) จุดโฟกัสจริง เป็นจุดที่อยู่บนแกนมุขสำคัญของเลนส์นูน ลำแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์นูนจะหักเหไปตัดกันจริงที่จุดโฟกัส ซึ่งอยู่ในด้านตรงข้ามกับวัตถุ

5) จุดโฟกัสเสมือน เป็นจุดที่อยู่บนแกนมุขสำคัญของเลนส์เว้า ลำแสงขนานเมื่อผ่านเลนส์เว้าจะหักเหออกจากกัน โดยมีแนวรังสีเสมือนไปตัดกันที่จุดโฟกัสเสมือน ซึ่งอยู่ด้านเดียวกับวัตถุ

6) ความยาวโฟกัส (f) คือ ระยะจากจุดโฟกัสถึงจุด Optical Center ดังรูปด้านบน

2.3.3 สูตรที่ใช้ในการคำนวณสำหรับเลนส์

สูตรหาตำแหน่งภาพ

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{s}=\frac{1}{s'} \qquad (2.2)$$

เมื่อ f = ความยาวโฟกัส

s = ระยะวัตถุ

s’ = ระยะภาพ

ความยาวโฟกัส เลนส์นูนเป็นบวก เลนส์เว้าเป็นลบ

ระยะวัตถุ วัตถุอยู่หน้าเลนส์ระยะวัตถุเป็นบวก วัตถุอยู่หลังเลนส์ระยะวัตถุเป็นลบ

ระยะภาพ ภาพอยู่หลังเลนส์ระยะภาพเป็นบวก ภาพอยู่หน้าเลนส์ระยะภาพเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรกำลังขยาย (ไม่พิจารณาเครื่องหมาย)

$$m = \frac{i}{o} = \frac{s'}{s} \qquad (2.3)$$

เมื่อ m = กำลังขยาย

I = ขนาดภาพ

O = ขนาดวัตถุ

S = ระยะวัตถุ

S' = ระยะภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานไมโครสโคปและแอพพลิเคชั่น

3.1.1 สมาทโฟนในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	1 ชิ้น
3.1.2 PLA Filament	1 ม้วน
3.1.3 หลอดไฟ LED	3 ดวง
3.1.4 ถ่านไฟฉาย	2 ก้อน
3.1.4 สวิตช์	1 ตัว
3.1.5 Plano-Convex Lens	1 ชิ้น

3.2 ขั้นตอนการออกแบบ

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่าย

3.2.1.1 ศึกษาหลักการทำงานของกล้องไมโครสโคปเพื่อนำหลักการไปประยุกต์ใช้กับกล้องของโทรศัพท์

3.2.1.2 ออกแบบชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่ายโดยใช้โปรแกรม Solidwork ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนดังต่อไปนี้

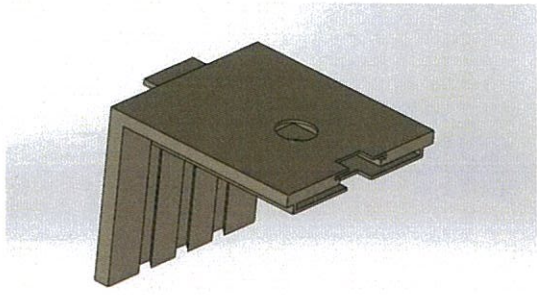
1) ที่วางโทรศัพท์ ซึ่งออกแบบให้สามารถปรับขนาดได้เพื่อให้ชิ้นงานสามารถใช้งานร่วมกับโทรศัพท์ได้หลายขนาด

รูปที่ 3.1 ที่วางโทรศัพท์

2) ช่องสำหรับใส่เลนส์ ซึ่งออกแบบให้มีช่องสำหรับใส่เลนส์เพื่อทำหน้าที่ขยายขนาดของภาพและสามารถประกอบเข้ากับส่วนของที่วางโทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

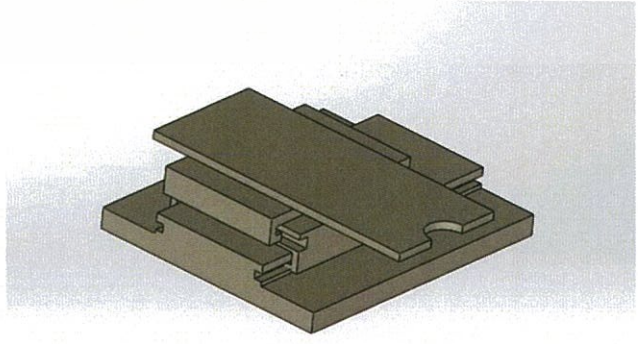


รูปที่ 3.2 ช่องสำหรับใส่เลนส์

3) ฐาน โดยส่วนนี้ออกแบบให้มีเกลียวเพื่อทำหน้าที่ในการปรับโฟกัสของภาพและสามารถประกอบเข้ากับส่วนของช่องใส่เลนส์

รูปที่ 3.3 ฐาน

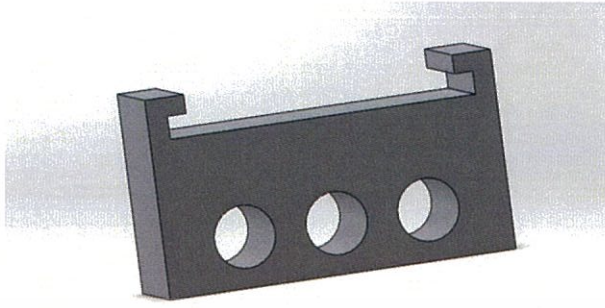
4) ที่วางสไลด์ ใช้สำหรับวางเซลล์ตัวอย่างซึ่งออกแบบให้สามารถปรับตำแหน่งได้ทั้งแกนตั้งและแกนนอน



รูปที่ 3.4 ที่วางสไลด์

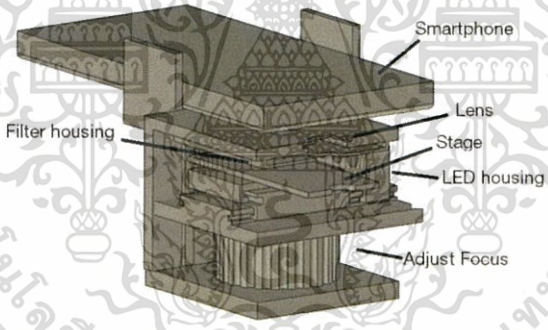
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143952

5) ช่องใส่หลอดไฟ LED ซึ่งการใส่หลอดไฟ LED จะทำภาพเซลล์ตัวอย่างที่ถ่ายได้นั้นมีความชัดเจนมากขึ้น



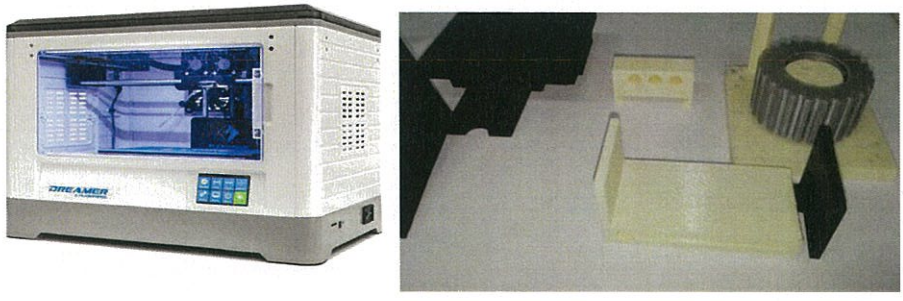
รูปที่ 3.5 ช่องใส่หลอดไฟ LED

เมื่อประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้เข้าด้วยกัน จะได้ชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่าย ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่าย

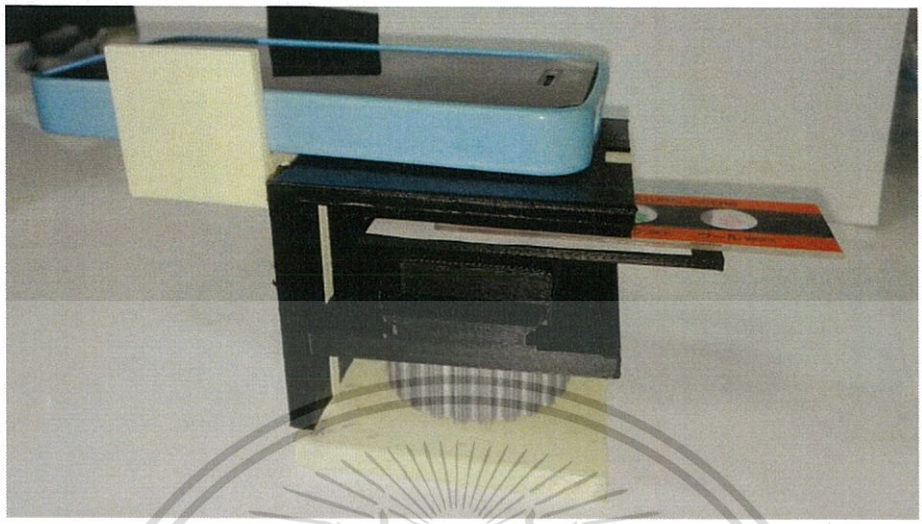
3.2.1.3 นำชิ้นงานที่ออกแบบไว้ไปทำการขึ้นรูปโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ



รูปที่ 3.7 เครื่องพิมพ์สามมิติและชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.4 ทดสอบการใช้ชิ้นงานไมโครสโคปอย่างง่ายร่วมกับโทรศัพท์

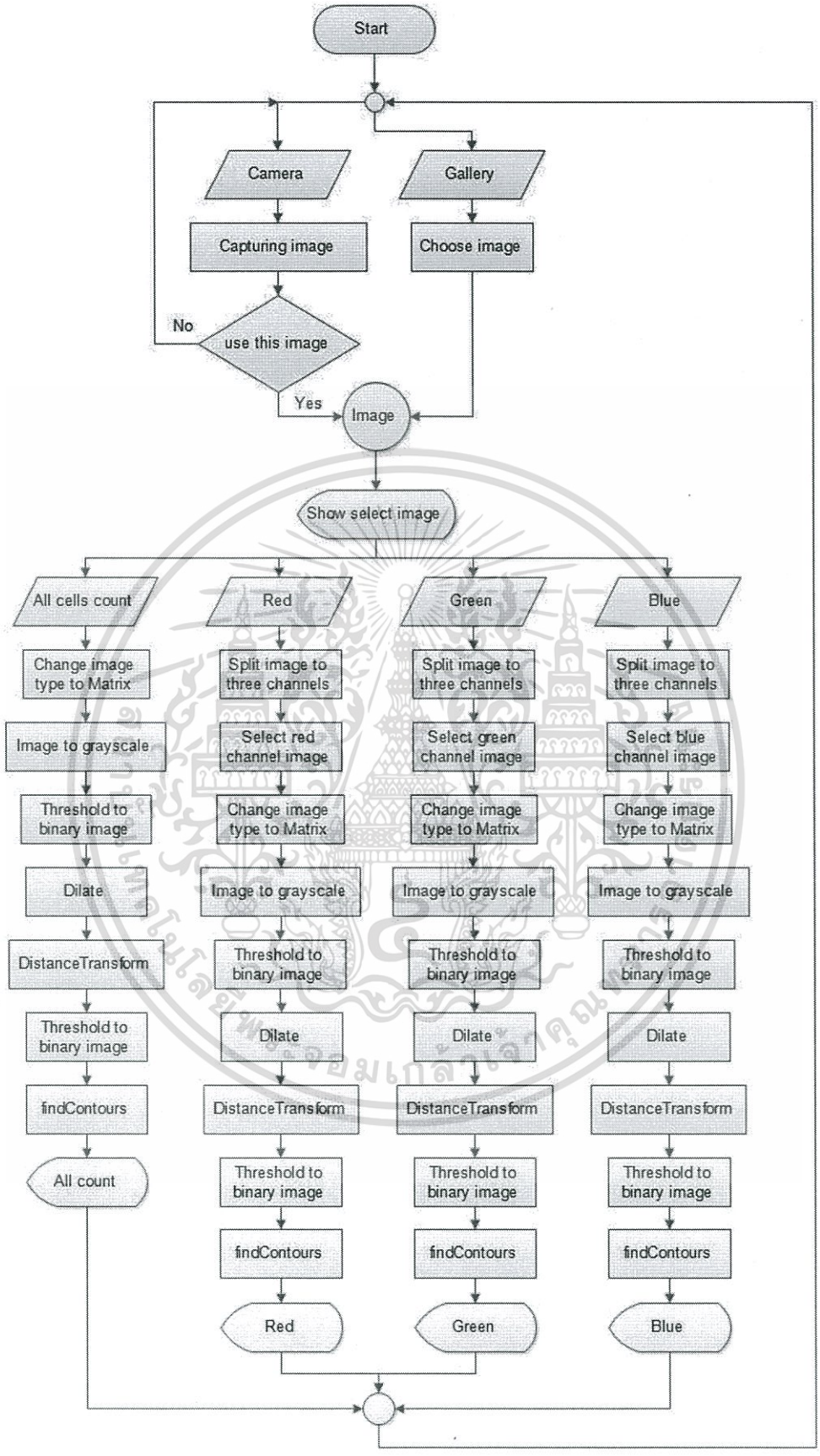


รูปที่ 3.8 การใช้งานไมโครสโคปอย่างง่ายร่วมกับโทรศัพท์

3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างแอพพลิเคชั่น

3.2.2.1 ออกแบบขั้นตอนการทำงานของแอพพลิเคชั่นเพื่อใช้ในการนับจำนวนเซลล์ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Flow cart ระบบการทำงานของแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.2 เขียนแอพพลิเคชั่นโดยใช้โปรแกรม android studio เพื่อใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการ android ซึ่งภาษาที่นำมาใช้เขียน คือภาษา java

รูปที่ 3.10 โปรแกรมและภาษาที่ใช้งาน

3.2.2.3 ทดสอบการใช้งานแอพพลิเคชั่นกับรูปภาพเซลล์ตัวอย่าง

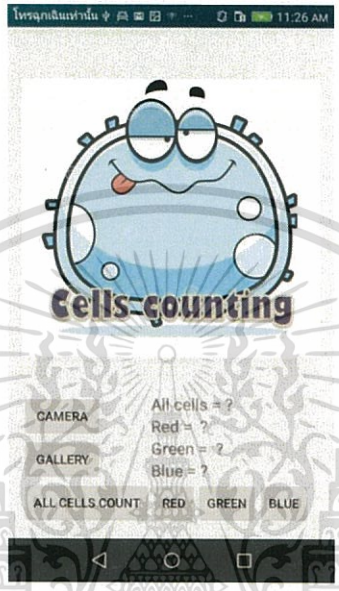
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างหน้าต่างแอพพลิเคชั่นและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบฟังก์ชัน camera และ gallery

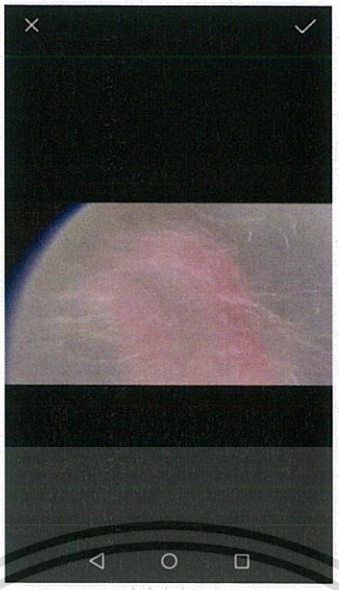
การทดสอบการรับข้อมูลภาพผ่านฟังก์ชัน camera และ gallery



รูปที่ 4.1 ภาพหน้าจอหลักของแอพพลิเคชั่น

รูปที่ 4.2 ภาพหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Camera

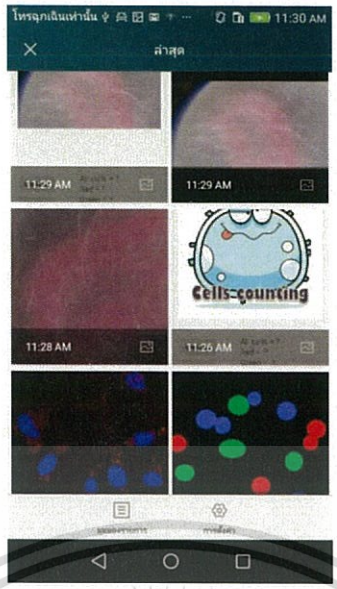
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



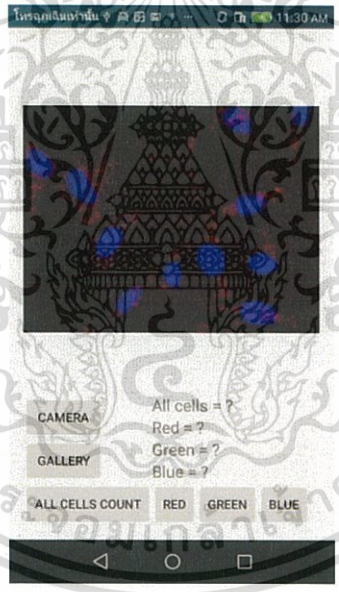
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงหน้าจอหลังจากการถ่ายภาพ

รูปที่ 4.4 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกใช้งานภาพที่ถ่ายไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Gallery

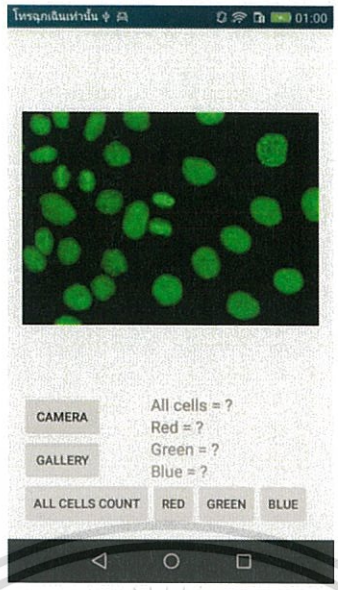


รูปที่ 4.6 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกภาพจาก Gallery

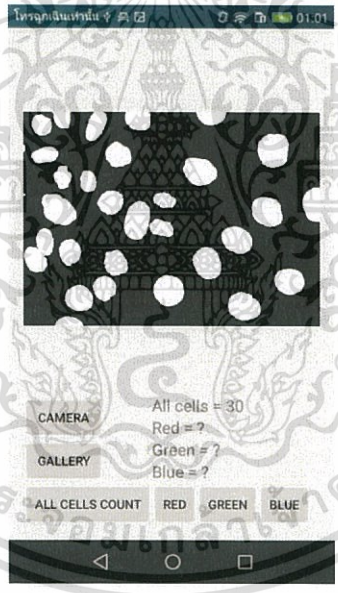
4.2 ผลการทดสอบการนับจำนวนเซลล์

การทดสอบนับจำนวนเซลล์จากภาพเซลล์ตัวอย่างผ่านแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

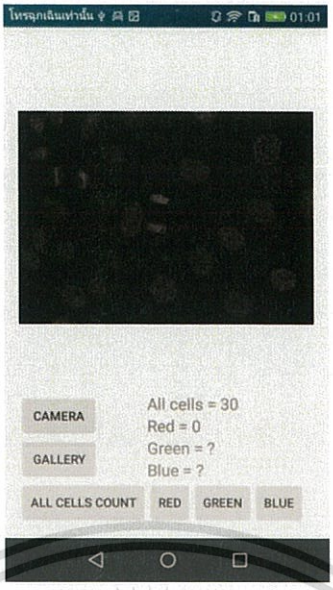


รูปที่ 4.7 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อเลือกภาพที่ต้องการ



รูปที่ 4.8 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง All cells counting

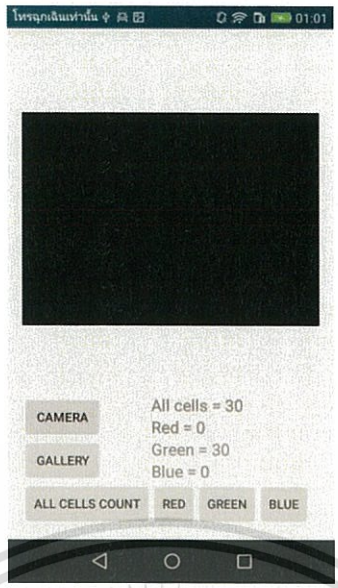
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Red cells counting

รูปที่ 4.10 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Green cells counting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ภาพแสดงหน้าจอเมื่อใช้งานคำสั่ง Blue cells counting

4.3 ผลการทดสอบการนับจำนวนเซลล์ภายใต้เงื่อนไขของขนาดและการซ้อนทับ

การทดสอบการนับจำนวนเซลล์เมื่อเซลล์มีขนาดแตกต่างกันที่แอพพลิเคชั่นยังสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการนับเซลล์เมื่อเซลล์มีขนาดแตกต่างกัน

ขนาดของเซลล์ที่ต่างกัน	ผลการนับ
1.25 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
1.50 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
1.75 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
2.00 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
2.25 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
2.50 เท่า	นับได้อย่างถูกต้อง
2.75 เท่า	นับเฉพาะเซลล์ใหญ่
3.00 เท่า	นับเฉพาะเซลล์ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการนับจำนวนเซลล์เมื่อเซลล์มีการซ้อนทับกันที่แอพพลิเคชั่นยังสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการนับเซลล์เมื่อเซลล์เกิดการซ้อนทับกัน

ปริมาณการซ้อนทับกันของเซลล์	ผลการนับ
5%	นับได้อย่างถูกต้อง
10%	นับได้อย่างถูกต้อง
15%	นับได้อย่างถูกต้อง
20%	นับได้อย่างถูกต้อง
25%	นับได้อย่างถูกต้อง
30%	นับรวมกันเป็นเซลล์เดียว
35%	นับรวมกันเป็นเซลล์เดียว
40%	นับรวมกันเป็นเซลล์เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดสอบการใช้งานฟังก์ชัน camera และ gallery พบว่าทั้งสองฟังก์ชันสามารถใช้งานได้จริงโดยสามารถนำภาพที่ถ่ายได้หรือภาพที่เลือกมาใช้วิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป การทดสอบการนับเซลล์ตัวอย่างผ่านแอพพลิเคชั่นพบว่าแอพพลิเคชั่นสามารถนับจำนวนเซลล์ตัวอย่างแบบไม่มีการซ้อนทับกันได้อย่างถูกต้อง ส่วนเซลล์ที่มีการซ้อนทับกันแอพพลิเคชั่นอาจไม่สามารถนับได้ถูกต้อง โดยจะนับเซลล์ทั้งสองที่ซ้อนทับกันเป็นเซลล์เดียวในบางกรณี

จากการหาขอบเขตของขนาดเซลล์ที่ต่างกันที่ทำให้แอพพลิเคชั่นยังสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง พบว่าขนาดที่ต่างกันของเซลล์ที่แอพพลิเคชั่นยังทำงานได้อย่างถูกต้อง คือ 2.5 เท่า และ การซ้อนทับกันของเซลล์ที่มากที่สุดที่แอพพลิเคชั่นยังสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง คือ ทับกันประมาณ 30 %

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่ผลการทดสอบการใช้งานกล้องไมโครสโคปอย่างง่ายพบว่ากำลังขยายของกล้องแตกต่างจากกล้องไมโครสโคปที่ใช้กันโดยทั่วไปอยู่ค่อนข้างมาก เนื่องจากใช้เป็นเลนส์เดี่ยวเพื่อเพิ่มกำลังขยาย ทำให้ไม่สามารถถ่ายให้เห็นถึงระดับเซลล์ตามที่ต้องการใช้งานได้ จึงต้องรับภาพเข้ามาด้วยวิธีการอื่นแทนส่วนนี้ ส่วนทางด้านแอพพลิเคชั่นทดสอบนับจำนวนเซลล์ แอพพลิเคชั่นยังมีความผิดพลาดเมื่อมีเซลล์หลายขนาดอยู่รวมกัน หรือเมื่อเกิดการทับของจำนวนเซลล์ที่มากขึ้น หากเพิ่มฟังก์ชันบางส่วนเพื่อเพิ่มเติมส่วนนี้ จะทำให้แอพพลิเคชั่นสามารถใช้งานร่วมกับเซลล์ได้หลากหลายชนิดมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 หากเปลี่ยนชนิดของเลนส์ หรือคำนวณเรื่องการใช้เลนส์มากกว่า 1 เลนส์ขึ้นไป อาจทำให้กำลังขยายของภาพที่ได้มาสูงขึ้น

5.3.2 ควรทำให้ชิ้นงานมีความเสถียรมากขึ้น

5.3.3 ควรเสริมฟังก์ชั่นหรือเปลี่ยนวิธีการนับเพื่อทำให้การนับเซลล์ถูกต้องมากขึ้น

5.3.4 ควรทำให้เหมาะกับการไปให้กับเซลล์ได้หลากหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Zhao C, Lee Y-K, Xu R, Liang C, Liu D Y, Ma W, Piyawattanametha W, Zohar Y. Isolation of circulating tumor cells under hydrodynamic loading using microfluidic technology. Advances in Mechanics, 2014, 44: 201412.

[2] K. Gray "Circulating tumor cells (CTCs) and cancer stem cells (CSCs) market report 2013", Select Biosciences Ltd, Sudbury, UK, Jan, 2013.

[3] J. P. Gleghorn, E. D. Pratt, D. Denning, H. Liu, N. H. Bander, S. T. Tagawa, D. M. Nanus, P. A. Giannakakou, B. J. Kirby, Lab Chip 2010, 10, 27.

[4] Salil Kapur, Nisarg Thakkar. Mastering OpenCV Android Application Programming, July 2015

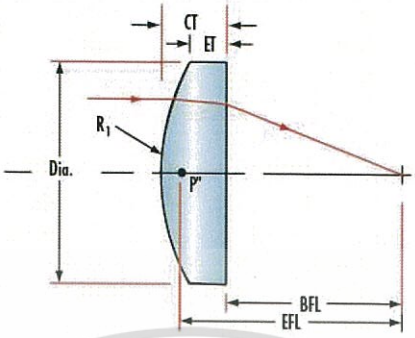
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

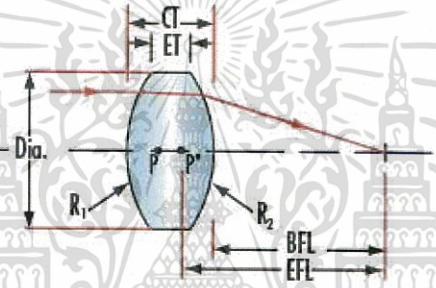
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปทรงทางเรขาคณิตทั่วไปของเลนส์

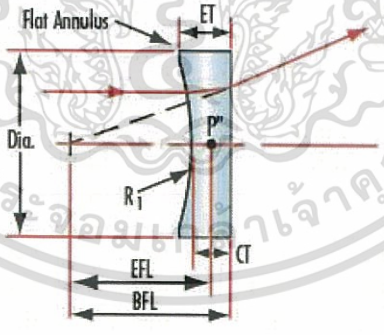
Plano-Convex (PCX) Lens



Double-Convex (DCX)

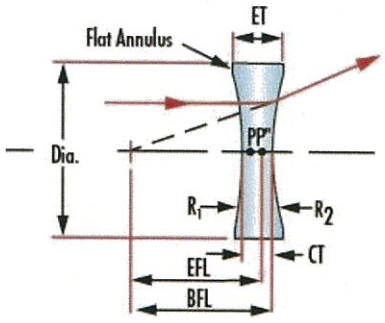


Plano-Concave (PCV) Lens

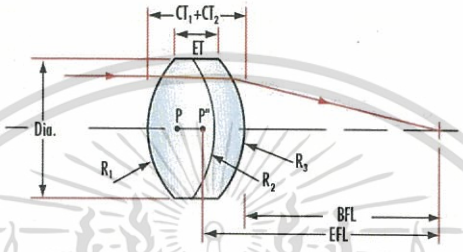


Double-Concave (DCV) Lens

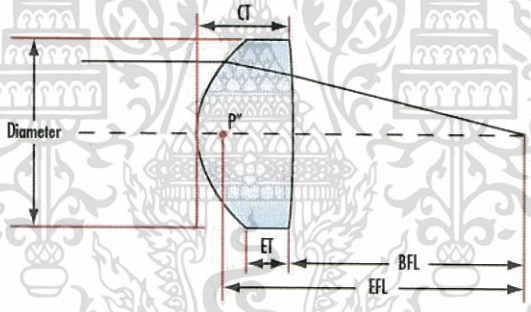
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



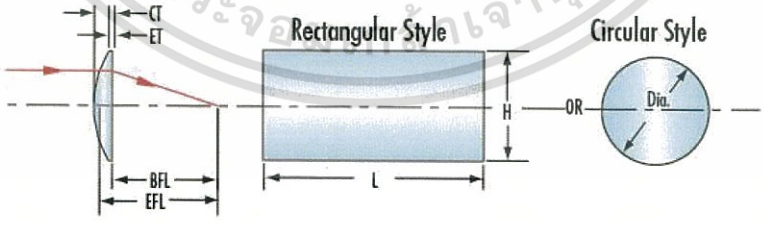
Positive Achromatic Lens



Aspheric Lens

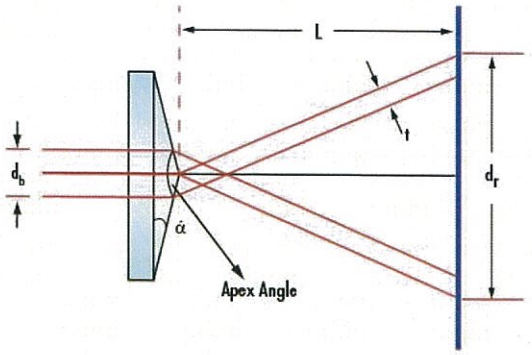


Positive Cylinder Lens

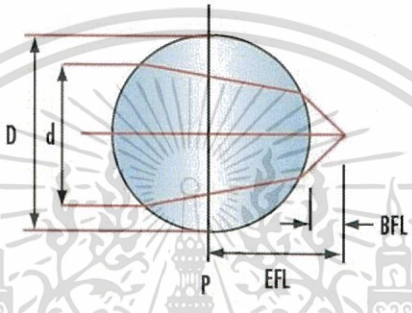


Plano-Convex (PCX) Axicons

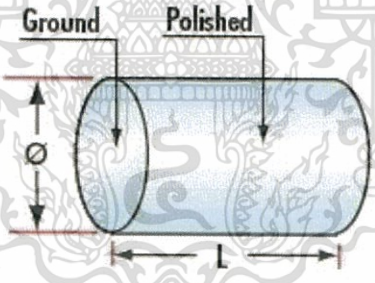
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ball Lens



Rod Lens



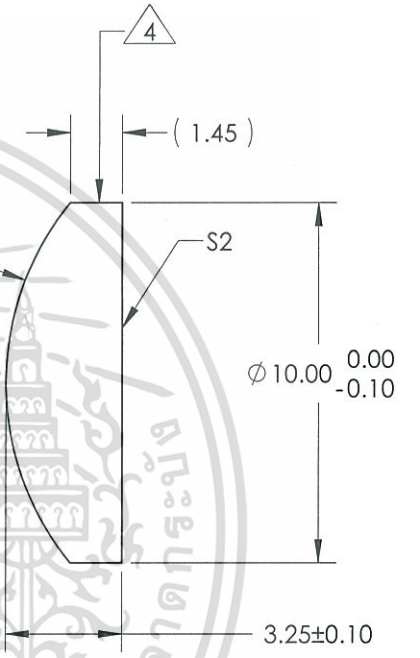
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES:

1. ALLOWABLE OPTICAL MATERIAL: GRADE A FINE ANNEALED
   SCHOTT: SF11 785/258
2. CENTERING TOLERANCE:
   BEAM DEVIATION: 3-5 arc min.
3. COATING (APPLY ACROSS COATING APERTURE)
   S1: NONE
   S2: NONE

4. FINE GROUND SURFACE

5. FOCAL LENGTH TOLERANCE: ± 1%



FOR INFORMATION ONLY:
DO NOT MANUFACTURE PARTS TO THIS DRAWING

	S1	S2
SHAPE	CONVEX	PLANO
RADIUS	7.85	INFINITY
SURFACE QUALITY	40-20	40-20
CLEAR APERTURE	≥ 9.00	≥ 9.00
BEVEL MAX FACE	0.25mm x 45°	0.25mm x 45°

EFL (AT 587.6nm)	10.00
BFL (AT 587.6nm)	8.18
ALL DIMS IN	mm

Edmund Optics®

TITLE	LENS PCX 10mm DIA X 10mm FL UNCOATED
DWG NO	prnt_63471