

การสร้างภาพแบบสามมิติของลามินาไครโบซา
ในผู้ป่วยโรคต้อหินและสุขภาพตาดี

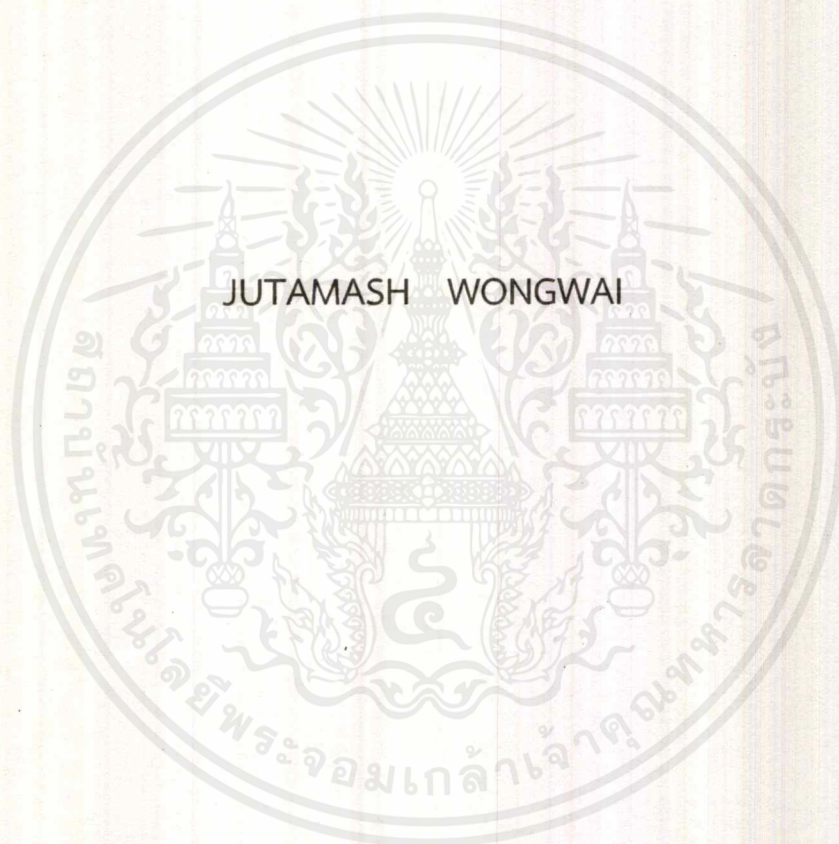
IN VIVO 3D RECONSTRUCTION OF LAMINA CRIBROSA
BETWEEN GLAUCOMA AND HEALTHY SUBJECTS



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IN VIVO 3D RECONSTRUCTION OF LAMINA CRIBROSA
BETWEEN GLAUCOMA AND HEALTHY SUBJECTS



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

การสร้างภาพแบบสามมิติของลามินาไครโบซาในผู้ป่วยโรคต้อหิน และสุขภาพตาดี

In Vivo 3D Reconstruction of Lamina Cribrosa between Glaucoma and Healthy Subjects

ชื่อนักศึกษา

นางสาวจุฑามาศ ว่องไว รหัสนักศึกษา 58051046

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

ภาควิชา

ฟิสิกส์

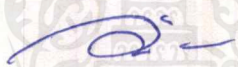

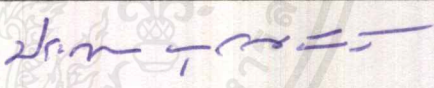
ปีการศึกษา

2561

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. ประธาน บุรณศิริ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิฑูรย์ ยินดีสุข ประธานกรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
ผศ.ดร.ประธาน บุรณศิริ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การสร้างภาพแบบสามมิติของลามินาไครโบซาในผู้ป่วยโรคต้อหิน และสุขภาพตาดี	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจุฑามาศ ว่องไว	รหัสนักศึกษา 58051046
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)	
ภาควิชา	ฟิสิกส์	
คณะ	วิทยาศาสตร์	
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	
ปีการศึกษา	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ประธาน บุรณศิริ	

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ชั้นจอประสาทตา (Optical Coherence Tomography ; OCT) ประยุกต์ใช้ภาพถ่ายที่ได้จากเครื่อง OCT ในคนปกติ และผู้ป่วยที่เป็นโรคต้อหิน และเปรียบเทียบภาพถ่ายที่ได้จากเครื่อง SS-OCT (Swept Source OCT) กับภาพถ่ายที่ได้จากการปรับปรุง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยโรคต้อหิน จำแนกเป็นกลุ่มที่ 1 ผู้ป่วยที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป จำนวน 40 คน ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นต้อหินโดยจักษุแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านต้อหิน โดยอาศัยเกณฑ์การวินิจฉัยคือ พบความผิดปกติของชั้นประสาทตาและลานสายตาที่ผิดปกติ ได้รับการถ่ายภาพชั้นประสาทตา ตรวจลานสายตา และ OCT ห่างกันไม่เกิน 6 เดือน และกลุ่มที่ 2 อาสาสมัครมีอายุ 40 ปีขึ้นไป จำนวน 40 คน สุขภาพตาปกติ ไม่พบความผิดปกติจากการตรวจตา ด้วยภาพถ่ายชั้นประสาทตา ลานสายตา และ OCT วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำภาพถ่ายชั้นประสาทตา ที่ผิดปกติไปสร้างเป็นภาพโครงสร้างสามมิติของ Lamina Cribrosa (LC) นำไปเปรียบเทียบโครงสร้าง และปริมาตร ผลการวิจัยพบว่า ภาพโครงสร้างสามมิติของ LC ในอาสาสมัครตาปกติมีความสมบูรณ์มากกว่าผู้ป่วยโรคต้อหิน และมีปริมาตรของ LC น้อยกว่าผู้ป่วยโรคต้อหิน ซึ่งระยะของโรคจะมีผลกระทบต่อโครงสร้างและปริมาตร

คำสำคัญ : เครื่องวิเคราะห์ชั้นจอประสาทตา โรคต้อหิน ลามินาไครโบซา

Title	In Vivo 3D Reconstruction of Lamina Cribrosa between Glaucoma and Healthy Subjects
Students	Miss Jutamash Wongwai Student ID 58051046
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Asst.Prof Dr. Prathan Buranasiri

Abstract

The purpose of this study was to the reconstruction of lamina cribrosa (LC) in human eyes in vivo by using the image from swept source optical coherence tomography (SS-OCT). The study used the image from glaucoma subjects where glaucoma subjects have an abnormally optic disc and visual field. In another case, we used the image from healthy subjects that have not to find an abnormally in the eyes. In our study, we used 40 subjects in each case. In our methods, we used the 2D images from OCT and bring it into image processing steps and then reconstructed into a 3D image. The result showed that the 3D structure of LC in glaucoma and healthy subjects where the structure of LC in healthy subjects is more complete than other subjects, but the volume of this structure is less than another subject.

Keywords : Glaucoma, Lamina Cribrosa (LC), Optical Coherence Tomography (OCT)

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับการจัดทำโครงการพิเศษเรื่องการสร้างภาพแบบสามมิติของลามินาโครโบซาในผู้ป่วยโรคต่อหินและสุขภาพตาดี ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ ผศ.พญ.อนिता มนัสสากร ซึ่งเป็นจักษุแพทย์โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ผู้ที่แนะนำงานวิจัยชิ้นนี้ ให้ความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับจักษุแพทย์และโรคต่อหิน และเป็นผู้ประสานงานในการขอข้อมูลเพื่อนำมาทำงานวิจัยชิ้นนี้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา อาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สอนในรายวิชา Image Processing สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ และสำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือ คำแนะนำต่าง ๆ ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน รวมถึงการช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำวิจัย เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด ต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.ประธาน บุรณศิริ เป็นอย่างสูง นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือในการทำโครงการพิเศษนี้ รวมถึงทีมงานนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ภาควิชาจักษุวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ผู้ซึ่งเป็นคนเก็บข้อมูลสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายผู้จัดทำต้องขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ผู้ให้โอกาสทางการศึกษา และให้กำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด และขอบคุณอาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ทุกท่าน คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ช่วยให้ความรู้ในการทำโครงการพิเศษนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

จุฬามาศ ว่องไว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 Optical Coherence Tomography (OCT).....	4
2.1.1 Optical Coherence Tomography Angiography (OCTA).....	6
2.1.2 OCT ที่ใช้ในงานวิจัย.....	7
2.2 โรคต้อหิน (Glaucoma).....	9
2.2.1 อาการ.....	9
2.2.2 สาเหตุ.....	9
2.2.3 กลไกการเกิดโรค.....	10
2.2.4 การรักษา.....	10
2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing).....	11
2.3.1 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement).....	12
2.3.2 Image Thresholding.....	12
2.4 การสร้างภาพสามมิติ (3D reconstruction image).....	13
2.4.1 Surface to Volume.....	13
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review).....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	15
3.1 การรวบรวมข้อมูล.....	15
3.1.1 ผู้ป่วยโรคต่อหิน	15
3.1.2 อาสาสมัครสุขภาพตาดี.....	15
3.1.3 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ	15
3.1.4 การเลือกใช้ภาพ.....	16
3.2 การใช้งานโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพและสร้างภาพ	16
3.2.1 การใช้งานโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพ	17
3.2.2 การใช้งานโปรแกรมสำหรับการสร้างภาพ 3 มิติ	18
3.3 การเลือกช่วงข้อมูลที่เหมาะสม.....	19
3.3.1 การแบ่งช่วงข้อมูลเพื่อนำไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติ.....	19
3.3.2 สร้างภาพ 3 มิติ	19
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	21
4.1 ผลการเลือกช่วงข้อมูลที่เหมาะสม	21
4.2 ผลการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติ.....	21
4.2.1 ผู้ป่วยโรคต่อหิน	22
4.2.2 คนสุขภาพตาดี.....	25
4.3 การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาตร.....	27
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	31
เอกสารอ้างอิง	32

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการวิจัย	3
4.1 ตารางแสดงผลของระยะห่างของข้อมูลที่มีผลต่อปริมาตรโครงสร้าง LC 3 มิติ.....	21
4.2 ตารางแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรของผู้ป่วยโรคต่อหิน.....	28
4.3 ตารางแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรของคนสุขภาพปกติ.....	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบแทรกสอดแบบไมเคิลสัน (Michelson Interferometry)	4
2.2 ระบบ TD-OCT.....	5
2.3 ระบบ FD-OCT หรือ SD-OCT	6
2.4 การทำงานของ OCTA ในตำแหน่งของการทำ B-Scan ซ้ำ ๆ ที่ตำแหน่งเดิม.....	6
2.5 คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ.....	8
2.6 โครงสร้างของ LC.....	10
2.7 รูป LC ที่ได้จากการถ่ายจากเครื่อง OCT.....	11
2.8 รูปที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (ขวา) จากภาพต้นฉบับ (ซ้าย).....	12
2.9 ภาพ Gray scale นำเข้าขนาด 10 x 10 Pixel (ซ้าย) เมื่อกำหนดค่า Threshold เท่ากับ 120 จะได้ภาพขาวดำ (ขวา)	13
2.10 รูปที่ผ่านกระบวนการ thresholding (ขวา) จากภาพต้นฉบับ (ซ้าย).....	13
2.11 ภาพตัดขวางสองมิติ (ขวา) ภาพสามมิติที่ผ่านกระบวนการ Surface to Volume (ซ้าย).....	14
3.1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของกระบวนการประมวลผลภาพ.....	17
4.1 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 1 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 1 (ขวา).....	22
4.2 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 2 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 2 (ขวา).....	23
4.3 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 3 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 3 (ขวา).....	23
4.4 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 4 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 4 (ขวา).....	24
4.5 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 5 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 5 (ขวา).....	24
4.6 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพปกติคนที่ 1 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพปกติคนที่ 1 (ขวา)	25
4.7 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพปกติคนที่ 2 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพปกติคนที่ 2 (ขวา)	25

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.8	โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 3 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 3 (ขวา)	26
4.9	โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 4 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 4 (ขวา)	26
4.10	โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 5 (ซ้าย) ภาพ LC สองมิติของคนสุภาพตาดีคนที่ 5 (ขวา)	27



คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
LC	Lamina Cribrosa
OCT	Optical Coherence Tomography
SS-OCT	Swept Source OCT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาด้านสุขภาพของคนไทยได้มีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะดวงตา ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญ แต่คนส่วนใหญ่มักไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการดูแลดวงตา เราจึงได้สนใจเกี่ยวกับโรคต้อหิน ที่เป็นสาเหตุของตาบอดเป็นอันดับสอง รองจากโรคต้อกระจก โดยใช้เครื่อง Optical Coherence Tomography (OCT) ในการวิเคราะห์ชั้นจอประสาทตาของคนเป็นโรคต้อหิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรค และโอกาสในการรักษา

โรคต้อหินเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของขั้วประสาทตาส่งผลให้มีการสูญเสียลานสายตา โดยมีภาวะความดันลูกตาสูงเป็นปัจจัยส่งเสริม ทำให้ขั้วประสาทตาถูกทำลายอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยง ส่งผลให้ขั้วประสาทตาเสื่อมหรือฝ่อไปที่ละน้อยจนบอดในที่สุด นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ อีก คือ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ผู้ที่มีสายตาสั้นหรือยาวมาก ๆ ผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือความดันโลหิตสูง ผู้ที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป เป็นต้น สามารถรักษาได้โดยการใช้หยอดยา เลเซอร์ หรือผ่าตัด

เนื่องด้วยในปัจจุบันมีเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เข้ามาอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน เช่น ด้านความบันเทิง การรับข่าวสาร พุดคุย หรือเพื่อการคลายเครียด ผ่านทางโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน โทรทัศน์ หรือคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้งานนาน ๆ ก่อให้เกิดการล้าของสายตาเนื่องจากการที่จ้องตัวอักษรขนาดเล็ก เช่น ตาแห้ง แสบตา ปวดกระบอกตา สายตาพร่ามัว บางคนมีอาการปวดหัวไมเกรนร่วมด้วย โดยสิ่งเหล่านี้เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อการเกิดโรคต้อหินได้

จากสถิติปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยโรคต้อหินมากกว่า 70 ล้านคนทั่วโลก โดยประมาณ 10% ของผู้ป่วยหรือ 6.7 ล้านคน สูญเสียการมองเห็นอย่างถาวร สำหรับในประเทศไทยพบว่ามีผู้ป่วยประมาณ 3.8-5% ของจำนวนคนทั้งประเทศ หรือ 1.7-2.4 ล้านคน มีรายงานว่าผู้ป่วยจำนวนมากต้องสูญเสียการมองเห็น เนื่องจากไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้อง เพราะโรคไม่ได้แสดงอาการใด ๆ ในระยะแรก จึงไม่ได้ทำการรักษาตั้งแต่แรกเริ่ม เมื่อรู้ตัวก็สูญเสียการมองเห็นไปมากแล้ว และผู้ที่มีความเสี่ยงมากคือ ผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี ดังนั้นต้องตรวจตาอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และผู้สูงอายุที่อายุมากกว่า 60 ปี ต้องตรวจตาอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง เพื่อตรวจดูความผิดปกติของดวงตา เพื่อที่จะทำการรักษาได้ทัน

ในการวินิจฉัยโรคต้อหิน จักษุแพทย์จะทำการตรวจเช็คตาโดยละเอียด รวมทั้งการซักประวัติทางร่างกาย ประวัติครอบครัว วัตสายตา ความดันภายในลูกตา การตรวจดูขั้วประสาทและจอตา การตรวจพิเศษโดยเฉพาะสำหรับโรคต้อหิน คือ การตรวจดูมุมตาด้วยเลนส์สัมผัสพิเศษ (Gonioscopy) การตรวจวัดลานสายตา (Visual Field) ซึ่งนิยมวัดด้วยเครื่องตรวจลานสายตาอัตโนมัติ เนื่องจากให้

ข้อมูลละเอียด และการตรวจดูการกระจายของเส้นใยประสาท นอกจากนี้จะมีการใช้เครื่อง OCT เพื่อวัดความหนาของชั้นเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของจอตา (Nerve Fiber Layer)

โดยงานวิจัยนี้จะใช้รูปถ่ายที่ได้จากเครื่อง SS-OCT ซึ่งเป็นภาพของ Lamina Cribrosa (LC) มีโครงสร้างเหมือนแผ่นตะแกรงหลายชั้นที่ทำหน้าที่อุดช่องว่างระหว่างใยประสาทแต่ละเส้น เพื่อรักษาแรงดันภายในลูกตาเอาไว้ให้คงที่ไม่ให้ของเหลวในลูกตารั่วซึมออกมาได้ แล้วนำภาพที่ได้ไปผ่านการประมวลผลเพื่อให้ภาพชัดเจนมากขึ้น แล้วนำไปผ่านวิธีการ Image Processing เพื่อสร้างภาพโครงสร้างของ LC สามมิติของผู้ป่วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่อง Optical Coherence Tomography (OCT)
- 2) เพื่อศึกษากระบวนการ 3D Image Reconstruction
- 3) เพื่อเปรียบเทียบภาพ 3 มิติของ LC ในผู้ป่วยและคนสุขภาพปกติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ศึกษาการใช้งานเครื่อง OCT และซอฟต์แวร์ในการแสดงผล
- 2) ศึกษาวิธีการ Image Processing เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ โดยใช้วิธีการ Image Enhancement และ Image Thresholding
- 3) ศึกษาวิธีการสร้างภาพภาพสามมิติ โดยใช้วิธีการ Surface2Volume
- 4) ศึกษาโครงสร้างของ LC ที่มีผลต่อโรคต้อหิน

1.4 ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

1) เชิญอาสาสมัครที่มีสุขภาพตาดีและเป็นโรคต้อหิน โดยผู้วิจัยจะดำเนินการขอความยินยอมที่หอผู้ป่วยนอก สธ. 13-14 ฝายจักษุวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยอธิบายถึงวัตถุประสงค์ วิธีการตรวจ ดำเนินการ ประโยชน์ และผลกระทบที่ได้รับ ให้การตัดสินใจโดยอิสระ ก่อนลงนามให้ความยินยอมร่วมโครงการวิจัย

2) ถ่ายรูปขั้วประสาทตาโดยใช้เครื่อง OCT ของผู้ป่วยโรคต้อหิน และอาสาสมัครที่มีสุขภาพตาดี จำนวน 40 คน

3) คัดเลือกรูปถ่ายขั้วประสาทตาของผู้ป่วยโรคต้อหินที่ชัดเจน จำนวน 40 คน

4) นำภาพถ่ายที่ได้ในแต่ละชั้นสแกนไปผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพให้ดีขึ้น เพื่อให้ภาพมีความคมชัด จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ Imaging Processing เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน ออกจากภาพ แล้วเลือกส่วนของภาพที่สนใจ นำไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ

5) วิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้

6) สรุปผลการวิจัย

7) เขียนรูปเล่ม

ตารางที่ 1.1 แผนดำเนินการวิจัย

งานที่ต้องทำใน แต่ละเดือน	ส.ค. 2018	ก.ย. 2018	ต.ค. 2018	พ.ย. 2018	ธ.ค. 2018	ม.ค. 2019	ก.พ. 2019	มี.ค. 2019	เม.ย. 2019	พ.ค. 2019
ทบทวน วรรณกรรม (Review Paper)										
การเตรียมเก็บ ตัวอย่าง										
วิเคราะห์ ข้อมูลภาพ										
สรุปผลงานวิจัย										
เขียนรูปเล่ม										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคต่อหินจากภาพถ่ายขั้วประสาท โดยงานวิจัยนี้จะเพิ่มความคมชัดของภาพและสร้างโครงสร้างของ LC เป็น 3 มิติ เปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณเบื้องต้นของคนสุขภาพปกติกับผู้ป่วยโรคต่อหิน เพื่อช่วยต่อการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของโรค

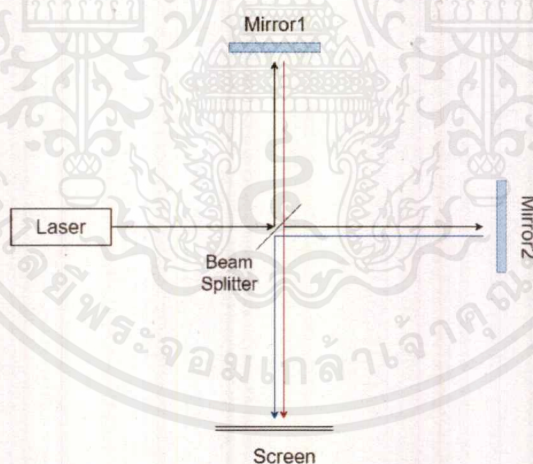
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของโครงการพิเศษนี้ จัดทำเพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของ LC ในผู้ป่วยโรคต้อหิน และสุขภาพตาดี โดยในส่วนนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล จะมีอธิบายถึงหลักการ ทำงาน ประเภทของเครื่องมือ และคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ โครงสร้างของ LC ที่มีผลต่อการ เป็นโรคต้อหิน และวิธีการประมวลผลภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนการนำข้อมูล ที่วิเคราะห์แล้วไปสร้างใหม่เป็นภาพสามมิติ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะโครงสร้าง LC ในผู้ป่วยโรค ต้อหิน และคนสุขภาพตาดี

2.1 Optical Coherence Tomography (OCT)

Optical Coherence Tomography (OCT) ถูกคิดค้นโดยทีมนักวิจัยของ MIT ในปี ค.ศ. 1991 เป็นเทคนิคการถ่ายภาพตัดขวาง (tomography) โดยใช้สมบัติ low temporal coherence ของแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นกว้าง (broadband light source)

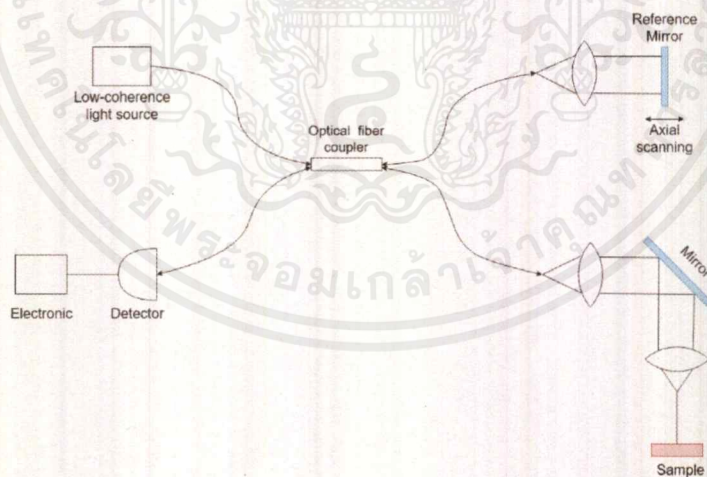


รูปที่ 2.1 ระบบแทรกสอดแบบไมเคิลสัน (Michelson Interferometry)

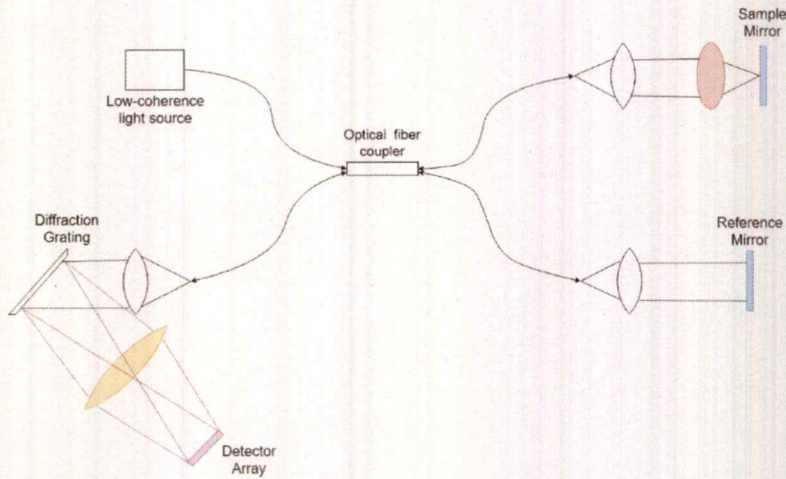
หลักการการทำงานของ OCT โดยทั่วไปจะเป็นระบบแทรกสอดแบบไมเคิลสัน (Michelson Interferometry) แสงจาก Broadband Laser ผ่าน Beam Splitter แล้วแยกเป็น 2 ลำ ลำหนึ่งผ่านไปยังกระจกอ้างอิง ลำสองผ่านไปยังตัวอย่าง แล้ววัดสัญญาณที่สะท้อนมาจากตัวอย่างและกระจก อ้างอิง จะเกิดเป็นรูปแบบการแทรกสอดของสัญญาณขึ้น แล้วมี Photodetector เป็นอุปกรณ์ ตรวจวัดแสง หากเปลี่ยนระยะของกระจกอ้างอิง จะทำให้รูปแบบสัญญาณที่ได้มาจากระดับความลึก

ต่าง ๆ ของตัวอย่าง คล้ายกับการทำ A-Scan ในทางกลับกันถ้าเปลี่ยนระยะของตัวอย่าง สัญญาณที่ได้จะเป็นภาคตัดขวางของชั้นต่าง ๆ ของโครงสร้างตัวอย่าง คล้ายกับการทำ B-Scan สัญญาณภาพที่ตรวจจับได้จะเป็นสัญญาณที่สะท้อนกลับมากจากตัวอย่าง (Backscattering) และความไม่สม่ำเสมอของของค่าดัชนีหักเหของแสงที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในตัวอย่าง ทำให้แสงที่สะท้อนจากตัวอย่างถูกแทรกสอดโดยแสงอ้างอิง

การพัฒนาของ OCT เริ่มต้นเป็นการสแกนภาพโดยใช้ Reference Beam คือ เลื่อนตำแหน่งของกระจกอ้างอิง เพื่อให้แสงเกิดการแทรกสอดกัน ได้สัญญาณภาพที่มีมาจากระดับความลึกต่าง ๆ ของตัวอย่าง เรียกว่า Time-Domain OCT (TD-OCT) แต่มีข้อจำกัดในด้านความเร็วในการตรวจจับสัญญาณ จึงได้นำความรู้เกี่ยวกับการแทรกสอดในโดเมนความถี่มาประยุกต์ใช้ เรียกว่า Frequency-Domain OCT (FD-OCT) หรือ Spectral-Domain OCT (SD-OCT) ซึ่งมีข้อดี คือ ความไวในการตรวจจับสัญญาณ ความเร็วในการวัด การสร้างภาพตัดขวางของตัวอย่าง เกิดจากการฉายแสงลงไปบนผิวตัวอย่าง แล้ววัดสัญญาณ Spectral Interference ระหว่างสัญญาณที่สะท้อนมาจากตัวอย่าง และกระจกอ้างอิง ใช้สเปกโตรมิเตอร์เชิงแสง (Optical Spectrometer) วัด แล้วนำไปผ่านการแปลงฟูริเยร์จะได้สัญญาณเชิงเส้นในโดเมนพื้นที่ (Spatial Domain) ที่สะท้อนที่ระดับความลึกต่าง ๆ ของตัวอย่าง และ Swept-Source OCT (SS-OCT) การทำงานเหมือนกับ SD-OCT เพียงแต่มีการสแกนความถี่เพิ่มเติมเข้ามา



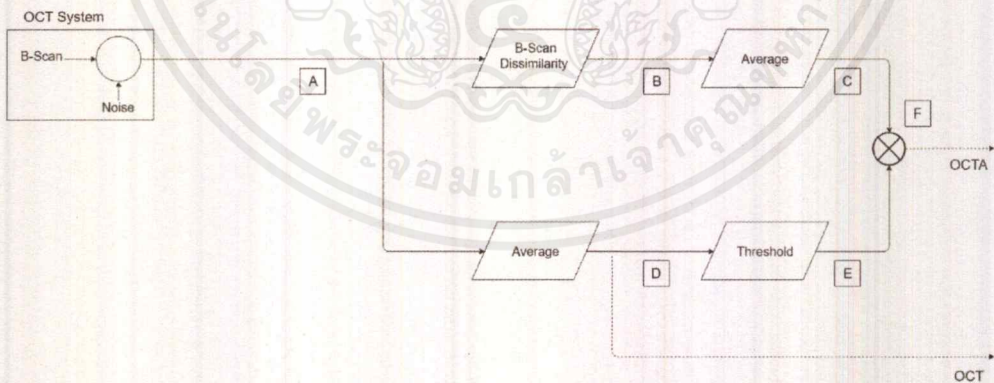
รูปที่ 2.2 ระบบ TD-OCT



รูปที่ 2.3 ระบบ FD-OCT หรือ SD-OCT

2.1.1 Optical Coherence Tomography Angiography (OCTA)

OCT Angiography (OCTA) เป็นการวัดสัญญาณที่สะท้อนของตัวอย่างที่สามารถเคลื่อนที่ใน ตัวกลางที่เป็นของไหล จะใช้การเปรียบเทียบระหว่าง A-Scan ที่อยู่ติดกันตามลำดับ ที่สัมพันธ์กับ B-Scan โดยอาศัยเทคนิคต่าง ๆ เพื่อให้ได้สัญญาณที่ต้องการ นอกจากนี้มีการนำซอฟต์แวร์เข้ามาช่วยใน การประมวลสัญญาณแล้วสร้างเป็นภาพ ทำให้ภาพที่ได้ถูกกำจัดสัญญาณรบกวนออกไปแล้ว ซึ่ง OCT ไม่สามารถทำได้



รูปที่ 2.4 การทำงานของ OCTA ในตำแหน่งของการทำ B-Scan ซ้ำ ๆ ที่ตำแหน่งเดิม

การประมวลผล เมื่อได้ภาพจากการทำ B-Scan ซ้ำ ๆ ในตำแหน่งเดิม (รูป 2.4 A) ภาพ เหล่านี้จะมีสัญญาณรบกวนด้วย แยกเป็นสองส่วน หนึ่งนำไปผ่านกระบวนการ B-Scan Dissimilarity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดสัญญาณรบกวน เพื่อให้อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนมีค่าสูง (รูป 2.4 B) นำภาพไปเฉลี่ยความเข้มของสัญญาณ ให้เหลือเพียงหนึ่งภาพ (รูป 2.4 C) ภาพที่ได้จะเป็นภาพที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ Threshold คือ ทำให้ความเข้มของสัญญาณซัดที่สุด ส่วนที่สอง นำภาพจากการทำ B-Scan ซ้ำ ๆ ในตำแหน่งเดิม (รูป 2.4 A) ทำการเฉลี่ยความเข้มของสัญญาณ ให้เหลือหนึ่งภาพ (รูป 2.4 D) แล้วนำไปผ่านกระบวนการ Threshold (รูป 2.4 E) แล้วภาพที่ได้จากขั้นตอนสุดท้ายในแต่ละส่วนมารวมกัน (รูป 2.4 F)

2.1.2 OCT ที่ใช้ในงานวิจัย

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงคุณสมบัติของเครื่องมือที่ใช้ในโครงการพิเศษ เพื่อใช้ในการเก็บภาพข้อมูล และนำไปประมวลผลในขั้นตอนถัดไป

Swept Source OCT DRI Triton (© Topcon Corporation)

คุณสมบัติหลักของเครื่องมือ

- 1) สามารถสแกนภาพแบบ A-scan ได้มากถึง 100,000 ภาพ/วินาที เมื่อเทียบกับ OCT ปกติ, สามารถลดผลกระทบจากการที่ดวงตาเคลื่อนไหวในขณะที่สแกนภาพ, และสามารถจัดเก็บข้อมูลภาพจำนวนมาก ๆ ได้
- 2) แหล่งกำเนิดแสงเป็นชนิด Multimode Swept Source มีความยาวคลื่น 1,050 นาโนเมตร
- 3) มีการกระเจิงของแสงน้อย ในตัวเครื่องมือมีฟังก์ชันในการปรับปรุงคุณภาพของภาพ สามารถใช้สแกนภาพในชั้นจอประสาทตาของผู้ป่วยที่สายตาสั้นได้
- 4) การใช้โหมด widefield สามารถคำนวณหาความหนาของชั้นเนื้อเยื่อได้
- 5) การแยกประเภทของชั้นเนื้อเยื่อจะใช้ซอฟต์แวร์ Topcon Advanced Boundary Software (TABSTM) ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Topcon เท่านั้น
- 6) รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภาพมี 2 ขนาด คือ 512x256 pixel และ 512x128 pixel
- 7) ซอฟต์แวร์ในการแสดงผล คือ IMAGEnet@6 ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปแบบสามมิติ และสองมิติได้
- 8) ภาพ En face เกิดจากการใช้ภาพตัดขวางของชั้นเนื้อเยื่อหลาย ๆ ชั้นจากชั้นจอประสาทตา

คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ

Observation & Photography of Fundus Image	
Photography Type	Color, FA*, FAF*, Red-free**
Picture Angle	45° Equivalent 30° (Digital Zoom)
Operating Distance	34.8mm
Photographable Diameter of Pupil	Normal: ϕ 4.0mm or more Small pupil diameter: ϕ 3.3mm or more
Observation & Photography of Fundus Tomogram	
Scanning Range (on fundus)	Horizontal Within 3 to 12mm Vertical Within 3 to 12mm
Scan Pattern	3D scan Linear scan (Line-scan/Cross-scan/Radial-scan)
Scan Speed	100,000 A-Scans per second
Lateral Resolution	20 μ m
In-depth Resolution	Digital: 2.6 μ m Optical function: 8 μ m
Photographable Diameter of Pupil	ϕ 2.5mm or more
Observation & Photography of Fundus Image / Fundus Tomogram	
Fixation target	Internal fixation target : Dot matrix type organic EL The display position can be changed and adjusted. The displaying method can be changed. Peripheral fixation target : This is displayed according to the internal fixation target displayed position. External fixation target
Observation & photography of anterior segment***	
Photography type	IR
Operating distance	17mm
Observation & photography of anterior segment tomogram***	
Operating distance	17mm
Scan range (on cornea)	Horizontal Within 3 to 16mm Vertical Within 3 to 16mm
Scan pattern	3D scan Linear scan (Line-scan/Radial-scan)
Scan speed	100,000 A-Scans per second
Fixation target	Internal fixation target External fixation target
Electric Rating	
Power Source	Voltage: 100-240V Frequency: 50-60Hz
Power input	250VA
Dimensions / Weight	
Dimensions	320-359 mm(W) X 523-554 mm(D) X 560-590 mm(H)
Weight	21.8kg (DRI OCT Triton) 23.8kg(DRI OCT Triton plus)

* FA photography and FAF photography can be performed in only DRI OCT Triton plus.

** In this digital red-free photography, the color image is processed and is displayed as a pseudo red-free photographed image.

*** Observation & photography of anterior segment can be performed only when the anterior segment attachment kit is used.

รูปที่ 2.5 คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ

ในโครงการพิเศษได้ใช้เครื่อง OCT แบบ SS-OCT รุ่น DRI OCT Triton, Swept Source OCT ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย เพื่อเก็บภาพข้อมูล และนำในส่วนของ LC มาประมวลผลเพื่อสร้างเป็นรูปแบบสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โรคต้อหิน (Glaucoma)

เป็นกลุ่มโรคที่มีการเสื่อมของขั้วประสาทตา ส่งผลให้เกิดการสูญเสียการมองเห็น และเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะตาบอดที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิดต้อหิน ได้แก่ ความดันตาที่สูง

โรคต้อหินมี 2 ประเภท

1) ต้อหินมุมเปิด (primary open angle glaucoma) เกิดจากเนื้อเยื่อกรองน้ำเลี้ยงลูกตาค่อย ๆ ทำงานมีประสิทธิภาพลดลง ความดันในต้ามักสูงขึ้นและทำลายขั้วประสาทตาในที่สุด ซึ่งในระยะแรกของโรค ชนิดมุมเปิดนี้จะไม่มีอาการแสดง ในช่วงแรกลานสายตาแคบลงเพียงเล็กน้อย ไม่สามารถสังเกตได้ จนเมื่อประสาทตาถูกทำลายไปมาก การมองเห็นจะลดลงอย่างชัดเจน และจะค่อย ๆ ทำลายมากขึ้น จนส่งผลให้ตาบอดได้ ในบางรายความดันในตาไม่สูง ขั้วประสาทตาถูกทำลายไปเรื่อย ๆ ทำให้ลานสายตาแคบลง

2) ต้อหินมุมปิด (angle-closure glaucoma) เกิดจากความผิดปกติของโครงสร้างของตา ความดันในตาสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในกรณีที่เกิดขึ้นเฉียบพลันจะมีอาการ คือ ปวดตา หรือปวดศีรษะข้างเดียวกันร่วมด้วย มีตาแดงภายใน 30-60 นาที และมีแสงสีรุ้งรอบดวงไฟ และมองเห็นลดลง มีอาการคลื่นไส้ และอาเจียนร่วมด้วย และในกรณีเกิดขึ้นเรื้อรัง มุมของม่านตาจะค่อย ๆ ปิดลง ผู้ป่วยมักปวดเรื้อรัง เป็นๆหายๆโดยไม่ทราบสาเหตุว่าเป็นโรค

2.2.1 อาการ

อาการของโรคต้อหินจึงมีที่มาจาก 2 ส่วน คือ อาการปวดจากเส้นเลือดด้านหลังลูกตาไปพอง และอาการมองเห็นผิดปกติจากการทำงานที่ผิดปกติของเซลล์ประสาทในลูกตาเนื่องจากได้รับเลือดมาหล่อเลี้ยงไม่เพียงพอ

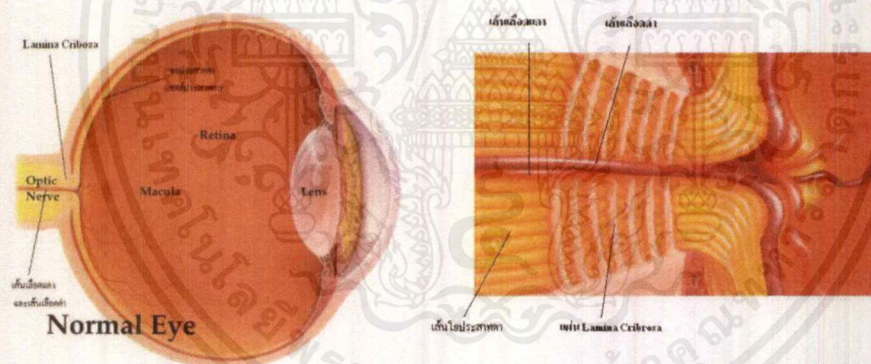
2.2.2 สาเหตุ

1) เกิดจากความดันภายในลูกตา (Ocular tension) ไปทำลายเซลล์และใยประสาทภายในลูกตา ทำให้เซลล์และใยประสาทตาค่อยๆตายไปเรื่อยๆ โดยผู้ป่วยไม่รู้ตัว จะทราบก็ต่อเมื่อสายตาใกล้บอดเสียแล้ว การรักษาจึงมุ่งที่จะลดความดันลูกตาให้ต่ำไว้ เพื่อหวังว่าจะหยุดโรคหรือประคับประคองไม่ให้โรคร้ายแรงขึ้น ซึ่งการรักษาในปัจจุบัน อยู่ในแนวนี้ทั้งหมด

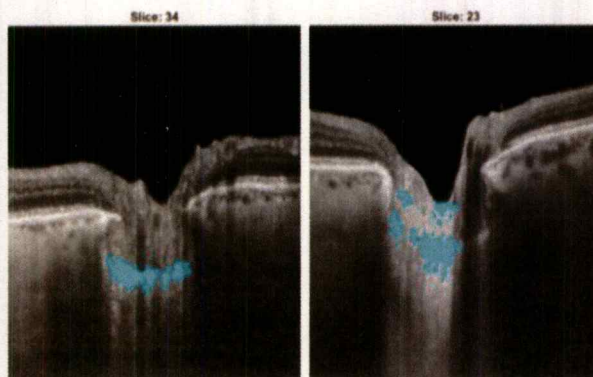
2) เกิดจากระบบไหลเวียนโลหิต (Ocular blood flow) ที่ไม่สามารถส่งเลือดเข้ามาหล่อเลี้ยงเซลล์และใยประสาทตาในลูกตาได้พอเพียง ทำให้เซลล์และใยประสาทตาค่อย ๆ ตายไปเรื่อย ๆ จนตาบอดในที่สุด ในขณะนี้มีการค้นคว้าวิจัย อยู่ในศูนย์วิจัยโรคต้อหินชั้นนำในต่างประเทศ เพื่อหากลไกที่แท้จริงและวิธีการรักษาด้วยการเพิ่มเลือดเข้าไปในลูกตา (Enhance ocular blood flow)

2.2.3 กลไกการเกิดโรค

เกิดจากการเสียสมดุลระหว่างปริมาณเลือดแดงที่เข้ามาหล่อเลี้ยงเซลล์และใยประสาทตา กับสภาวะการใช้สายตา (Ganglion cells work load) ปกติเลือดแดงที่สูบฉีดมาจากหัวใจจะมีแรงดันโดยเฉลี่ยประมาณ 120 มม.ปรอท แต่เมื่อจะเข้ามาหล่อเลี้ยงภายในลูกตา แรงดันเลือดแดงจะถูกปรับลดลงมาให้เหลือน้อยลงจนกระทั่งไม่มีแรงดันของชีพจร (Pulsation) ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่า การเต้นของเส้นเลือดแดงจะมีผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงสัญญาณภาพ (แสง) ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งไปตามใยประสาทเพื่อนำข้อมูลการมองเห็นไปยังสมอง อย่างไรก็ตาม แรงดันเลือดแดงที่ถูกปรับลดลงจะต้องมีค่ามากกว่าความดันภายในลูกตา จึงจะสามารถสูบฉีดเลือดแดงเข้าไปในลูกตาได้ โดยกลไกการปรับลดแรงดัน จะมีโครงสร้างเหมือนแผ่นตะแกรงหลายชั้นที่ทำหน้าที่อุดช่องว่างระหว่างใยประสาทตาแต่ละเส้น รวมทั้งเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำ (Central retinal artery and vein) ที่เข้าและออกจากลูกตา เพื่อรักษาแรงดันภายในลูกตาเอาไว้ให้คงที่ไม่ให้ของเหลวในลูกตารั่วซึมออกมาได้ เนื่องจากลูกตาของเราจะทำงานได้ดีจะต้องมีความต่งคงที่ในขนาดที่พอดี คือไม่สูงเกินไปและไม่ต่ำเกินไป แผ่นตะแกรงเหล่านี้ คือ ลามินาไครโบซา (Lamina Cribrosa) ซึ่งแผ่นจะทำหน้าที่ปรับลดแรงดันเลือดแดง



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของ LC



รูปที่ 2.7 รูป LC ที่ได้จากการถ่ายจากเครื่อง OCT

2.2.4 การรักษา

1) การรักษาด้วยยา เพื่อลดความดันตาให้อยู่ในระดับที่ประสาทตาไม่ถูกทำลายมากขึ้น ในปัจจุบัน ยารักษาต้อหินมีหลายกลุ่ม ซึ่งยาหยอดเหล่านี้จะออกฤทธิ์ลดการสร้างน้ำหล่อเลี้ยงลูกตาหรือช่วยให้การไหลเวียนออกของน้ำหล่อเลี้ยงลูกตาดีขึ้น การรักษาด้วยยาจำเป็นต้องหยอดยาอย่างสม่ำเสมอตามแพทย์สั่ง และแพทย์จะนัดติดตามอาการเป็นระยะ ๆ เพื่อประเมินผลการรักษา การดำเนินโรค และผลข้างเคียงจากยา

2) การใช้เลเซอร์ โดยประเภทของเลเซอร์ที่ใช้จะขึ้นกับชนิดของต้อหินและระยะของโรค

-Selective laser trabeculoplasty (SLT) เป็นการรักษาต้อหินมุมเปิด ใช้ในกรณีที่รักษาด้วยยาหยอดตาแล้วได้ผลไม่ดีนัก มักเลือกใช้ร่วมกับการรักษาอื่น ๆ

-Laser peripheral iridotomy (LPI) เป็นการรักษาต้อหินมุมปิด

-Argon laser peripheral iridoplasty (ALPI) ใช้ร่วมกับ LPI หรือในกรณีไม่สามารถใช้ LPI รักษาได้

-Laser cyclophotocoagulation มักใช้ในกรณีที่การรักษาด้วยวิธีอื่น ๆ ไม่ได้ผล

3) การผ่าตัด ใช้รักษาผู้ป่วยที่การรักษาด้วยยาหรือเลเซอร์ไม่สามารถควบคุมความดันตาได้

-Trabeculectomy เป็นการผ่าตัดทำทางระบายสำหรับน้ำหล่อเลี้ยงลูกตาใหม่เพื่อลดความดันตา

-Aqueous shunt surgery กรณีที่ผ่าตัดวิธีแรกไม่ได้ผล อาจทำการผ่าตัดด้วยการใส่ท่อระบายเพื่อลดความดันตา

2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การนำภาพมาประมวลผลหรือคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไป

วิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ ซึ่งระบบจำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะนี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่นี้แทนมนุษย์ และคอมพิวเตอร์ก็มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ

2.3.1 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement)

เป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนค่าของจุดภาพหรือค่าระดับสีเทา เพื่อเพิ่มรายละเอียด ความชัดเจนของข้อมูลภาพ หรือการเพิ่มระดับความแตกต่างระหว่างวัตถุ ทำให้สังเกตเห็นขอบเขตของวัตถุต่างชนิดกันได้ชัดเจนมากขึ้น หรือสามารถที่จะเน้นความคมชัดเฉพาะในส่วนที่ต้องการศึกษาช่วยให้การตีความประเภทวัตถุง่ายขึ้น แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์ด้วยสายตา (Visual interpretation) เพื่อกำหนดประเภทข้อมูล ก่อนที่นำไปใช้เพื่อการจำแนกประเภทข้อมูล เทคนิคต่าง ๆ ที่จะใช้ในการเน้นข้อมูลภาพนั้นอยู่กับ ค่าจุดภาพ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลจากหลายช่วงคลื่นของข้อมูลจากเครื่องมือ การเน้นข้อมูล คือ ต้องเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพื่อให้เห็นรายละเอียดต่าง ๆ ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 รูปที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ (ขาว) จากภาพต้นฉบับ (ซ้าย)

2.3.2 Image Thresholding

เป็นหลักการที่ใช้ค่าคงที่ค่าหนึ่ง ในการเปรียบเทียบกับค่าของ Pixel ในแต่ละพื้นที่ ถ้าค่าของ Pixel ในพื้นที่นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าคงที่ ก็จะเปลี่ยนค่า Pixel ของพื้นที่นั้นเป็น 0 แต่ถ้าค่าของ Pixel ในพื้นที่นั้นมีค่ามากกว่าก็จะเปลี่ยนค่า Pixel ของพื้นที่นั้นเป็น 255 โดยภาพที่นำเข้าจะต้องเป็นภาพระดับสีเทา (Gray scale) ตามสมการ

$$g(x,y) = \begin{cases} 0 & ; f(x,y) \geq \text{threshold value} \\ 255 & ; f(x,y) < \text{threshold value} \end{cases} \quad (1)$$

เมื่อ $f(x,y)$ คือ ตำแหน่ง pixel ของภาพต้นฉบับ

$g(x,y)$ คือ ตำแหน่ง pixel ของภาพผลลัพธ์

230	255	210	231	255	170	200	150	230	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
240	230	199	222	255	240	230	230	240	230	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
245	240	0	150	170	20	120	119	245	240	255	255	0	255	255	0	0	255	255	255
244	244	20	230	240	15	150	90	244	244	255	255	0	255	255	0	255	0	255	255
210	231	20	200	150	16	230	80	210	231	255	255	0	255	255	0	255	0	255	255
199	222	20	230	230	89	100	100	199	222	255	255	0	255	255	0	0	0	255	255
200	150	15	17	170	90	210	231	200	150	255	255	0	0	255	0	255	255	255	255
230	230	16	18	240	95	199	222	230	230	255	255	0	0	255	0	255	255	255	255
255	170	255	170	210	231	255	170	255	170	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255
255	240	255	240	199	222	255	240	255	240	255	255	255	255	255	255	255	255	255	255

รูปที่ 2.9 ภาพ Gray scale นำเข้าขนาด 10 x 10 Pixel (ข้าว)
เมื่อกำหนดค่า Threshold เท่ากับ 120 จะได้ภาพขาวดำ (ขาว)



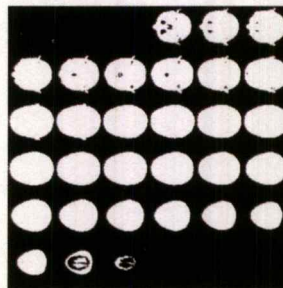
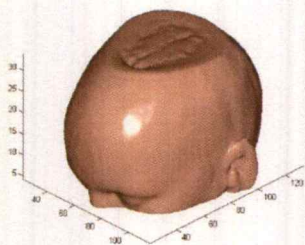
รูปที่ 2.10 รูปที่ผ่านกระบวนการ thresholding (ขาว) จากภาพต้นฉบับ (ข้าว)

2.4 การสร้างภาพสามมิติ (3D image reconstruction)

เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองภาพสามมิติจากภาพสองมิติ โดยแบบจำลองสามมิตินี้ จะถูกสร้างขึ้นและประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และแสดงผลภาพในแบบสามมิติ และจำลองพื้นผิวของวัตถุตัวอย่าง

2.4.1 Surface to volume

เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพสองมิติ (ระนาบ x-y) หลาย ๆ ภาพ โดยแต่ละภาพมีตำแหน่งที่เหมือนกัน แต่ค่าสีต่างกัน สามารถนำต่อเรียงต่อกันเป็นทรงลูกบาศก์ได้ (ระนาบ x-z หรือ y-z) และสร้างเป็น วิวอกเซล (voxel) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร (volumetric) กับค่าของสีในแต่ละจุดของภาพ (pixel)



รูปที่ 2.11 ภาพตัดขวางสองมิติ (ขวา) ภาพสามมิติที่ผ่านกระบวนการ Surface to Volume (ซ้าย)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

2.5.1 Piotr Syga, Cezary Slezuzkycki, Patrycja Krzyzanowska-Berkowska, และ D. Robert Iskander ได้ศึกษาการสร้างภาพแบบสามมิติของลามินาไครโบซาในดวงตาของมนุษย์ที่ได้จากเครื่อง OCT โดยการนำภาพที่ได้ไปประมวลผลเป็นภาพสามมิติของขั้วประสาท ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปถ้วย แล้ววิเคราะห์ในแต่ละ Voxel เพื่อดูความหนาแน่นของลามินาไครโบซา ผลการวิจัยพบว่าลามินาไครโบซาในคนปกติมีความหนาแน่นน้อยกว่าคนที่ เป็นโรคต้อหิน

2.5.2 Zach Nadler, Bo Wang, Joel S. Schuman, R. Daniel Ferguson, Ankit Patel, Daniel X. Hammer, Fichard A. Bilonick, Hiroshi Ishikawa, Larry Kagemann, Ian A. Sigal, และ Gadi Wollstein ได้ศึกษาถึงลักษณะของลามินาไครโบซาที่ผ่านการสร้างภาพเป็นแบบสามมิติ ในตัวอย่างสุขภาพตาดี โดยใช้ SD-OCT แบบ A-Scan 6x6 ถ่ายภาพลามินาไครโบซาในตัวอย่างสุขภาพตาดี แล้วนำไปสร้างภาพแบบสามมิติในแต่ละชั้นของเนื้อเยื่อและช่องว่างของรูพรุน แล้วใช้ซอฟต์แวร์การคำนวณทางสถิติเข้ามาช่วย ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของภาพที่สร้างขึ้นมาดีกว่าที่ได้จากเครื่อง OCT โดยตรง

2.5.3 Tae-Woo Kim, Larry Kagemann, Michel J. A. Girad, Nicholas G. Struthidis, Kyung Rim Sung, Christopher K. Leung, Joel S. Schuman, และ Gadi Wollstein ได้ใช้ SD-OCT ถ่ายภาพลามินาไครโบซาในผู้ป่วยโรคต้อหิน ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของภาพที่ได้โดยตรงจากเครื่องมือมีความสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างภาพและแถบแสงที่แคบลง จึงส่งผลต่อการวิเคราะห์คุณภาพลามินาไครโบซา ในส่วนนี้จักษุแพทย์จะวินิจฉัยต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการดำเนินการของงานวิจัย โดยแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้ 1. การรวบรวมข้อมูล จะกล่าวถึงหลักการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2. การใช้งานโปรแกรมในการประมวลผลภาพและสร้างภาพ จะกล่าวถึงคำสั่งและชุดคำสั่งของโปรแกรมในการสร้างภาพ 3. การเลือกชุดข้อมูลที่เหมาะสม จะกล่าวถึงการดำเนินการเลือกจำนวนข้อมูลภายใน 1 ตัวอย่าง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือที่สุด 4. การเปรียบเทียบข้อมูลโครงสร้าง LC ซึ่งเป็นส่วนสุดท้าย โดยจะอธิบายถึงเกณฑ์การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของภาพที่สร้างขึ้นมาใหม่

3.1 การรวบรวมข้อมูล

มีเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ป่วยโรคต้อหิน จะใช้รูปถ่ายขั้วประสาทตาเดิมของผู้ป่วยมาทำการวิเคราะห์ และอาสาสมัครสุขภาพตาดี จะเป็นภาพถ่ายใหม่ หลังเช็ญและคัดเลือกเข้าร่วมโครงการ

3.1.1 ผู้ป่วยโรคต้อหิน

- 1) อายุมากกว่า 40 ปี
- 2) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคต้อหินโดยจักษุแพทย์ที่เชี่ยวชาญด้านต้อหิน โดยการวินิจฉัยคือ พบความผิดปกติของขั้วประสาทตาและลานตาที่ผิดปกติ
- 3) ได้รับการถ่ายภาพขั้วประสาทตาโดยเครื่อง OCT ระยะเวลาไม่เกิน 6 เดือน

3.1.2 อาสาสมัครสุขภาพตาดี

- 1) อายุมากกว่า 40 ปี
- 2) ไม่พบความผิดปกติจากการถ่ายภาพขั้วประสาทตาด้วยเครื่อง OCT และลานสายตา
- 3) ไม่เป็นโรคจอตาและโรคทางระบบประสาท
- 4) ผู้ป่วยโรคต้อกระจก หรือหลังผ่าตัดต้อกระจก สามารถร่วมงานวิจัยได้
- 5) สายตาสั้นไม่เกิน 600 ยาวไม่เกิน 300 และเอียงไม่เกิน 300
- 6) ไม่มีประวัติอุบัติเหตุที่ตา

3.1.3 เกณฑ์การประเมินคุณภาพ

- 1) ภาพจากเครื่อง OCT คือ ภาพถ่ายขั้วประสาทตาอยู่กลางภาพ มองเห็นขอบขั้วประสาทตา และเส้นเลือดชัดเจน ไม่มีแถบหรือเงาดำบังในบริเวณภาพ
- 2) ลานสายตา คือ มี fixation loss, false positive negative errors น้อยกว่า 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การเลือกใช้ภาพ

1) เลือกภาพถ่ายชั่วคราวของผู้ป่วยโรคต้อหินที่เคยได้รับการตรวจแล้ว โดยเลือกรูปที่ถ่ายไว้แล้วไม่เกิน 6 เดือน

2) เชิญอาสาสมัครที่มีสุขภาพตาดีและเป็นโรคต้อหิน โดยผู้วิจัยจะดำเนินการขอความยินยอมที่หอผู้ป่วยนอก สธ. 13-14 ฝายจักษุวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยอธิบายถึงวัตถุประสงค์ วิธีการตรวจ ดำเนินการ ประโยชน์ และผลกระทบที่ได้รับ ให้การตัดสินใจโดยอิสระ ก่อนลงนามให้ความยินยอมร่วมโครงการวิจัย

3) ถ่ายรูปชั่วคราวของตาโดยใช้เครื่อง OCT ของผู้ป่วยโรคต้อหิน และอาสาสมัครที่มีสุขภาพตาดี จำนวน 40 คน เลือกภาพจากตา 1 ข้างเพื่อใช้ในการวิจัย โดยเปรียบเทียบจากร้อยละของคุณภาพของภาพถ่าย

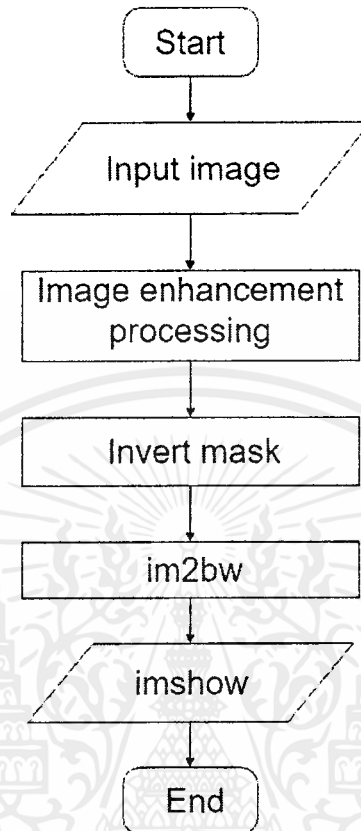
3.2 การใช้งานโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพและสร้างภาพ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาในหัวข้อ Image Processing โดยจะใช้ Toolbox ดังนี้

- 1) imread เป็นคำสั่งสำหรับอ่านข้อมูลภาพเป็นเลขฐานสองในรูปของเมทริกซ์
- 2) imtool เป็นคำสั่งสำหรับการเรียกแถบเครื่องมือ
- 3) imshow เป็นคำสั่งสำหรับการแสดงผลภาพ
- 4) imfilter เป็นคำสั่งกรองความถี่ของภาพ โดยใช้วิธีการกำหนดค่าหลายมิติ
- 5) im2bw เป็นคำสั่งสำหรับข้อมูลเป็นเลขฐานสอง โดยใช้วิธีการปรับค่าเทรชโฮลด์
- 6) imcrop เป็นคำสั่งสำหรับการเลือกพื้นที่ของภาพที่สนใจ
- 7) invert mask เป็นเครื่องมือสำหรับแปลงค่าข้อมูลภาพ จาก 0 เป็น 255 และ จาก 255 เป็น 0
- 8) if else เป็นคำสั่งในการเปรียบเทียบเงื่อนไข
- 9) montage เป็นคำสั่งสำหรับการแสดงผลภาพ หลายๆภาพ ในกรอบเดียวกัน
- 10) surface2volume เป็นคำสั่งในการแปลงภาพชุด 2 มิติ เป็น 3 มิติ
- 11) bwarea เป็นคำสั่งในการคำนวณพื้นที่ของภาพขาวดำ

3.2.1 การใช้โปรแกรมสำหรับการประมวลผลภาพ

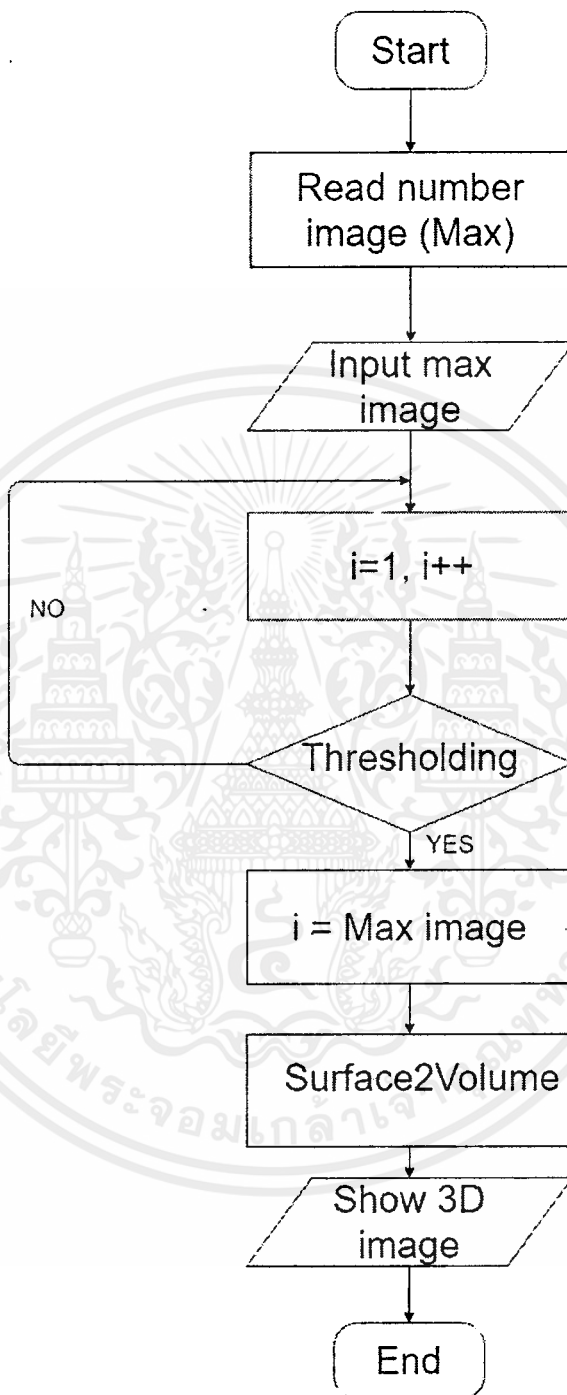
โดยวิธีการทำงานสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมได้ ดังนี้



รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของกระบวนการประมวลผลภาพ

3.2.2 การใช้โปรแกรมสำหรับการสร้างภาพ 3 มิติ

โดยวิธีการทำงานสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมได้ ดังนี้



รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมแสดงการสร้างภาพ 3 มิติ จากภาพ 2 มิติ

3.3 การเลือกช่วงข้อมูลที่เหมาะสม

ในส่วนนี้จะผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบภาพโครงสร้าง LC 3 มิติของผู้ป่วยโรคต่อหินและสุขภาพตาดี โดยการเปรียบเทียบเชิงปริมาตรของโครงสร้าง ใช้วิธีการคำนวณพื้นที่ของโครงสร้างในแต่ละชั้นและนำมารวมกัน จึงได้เป็นผลลัพธ์เป็นปริมาตรของโครงสร้าง LC

3.3.1 การแบ่งช่วงข้อมูลเพื่อนำไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติ

ในส่วนนี้จะเป็นการแบ่งข้อมูลภาพที่เป็นช่วงติด ๆ กัน 1 ชุดข้อมูล แล้วนำไปแบ่งช่วงภายในแล้วทำการประมวลผลภาพในแต่ละชั้นโครงสร้าง แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกัน เพื่อเลือกช่วงภาพที่ให้ความละเอียดมากที่สุด

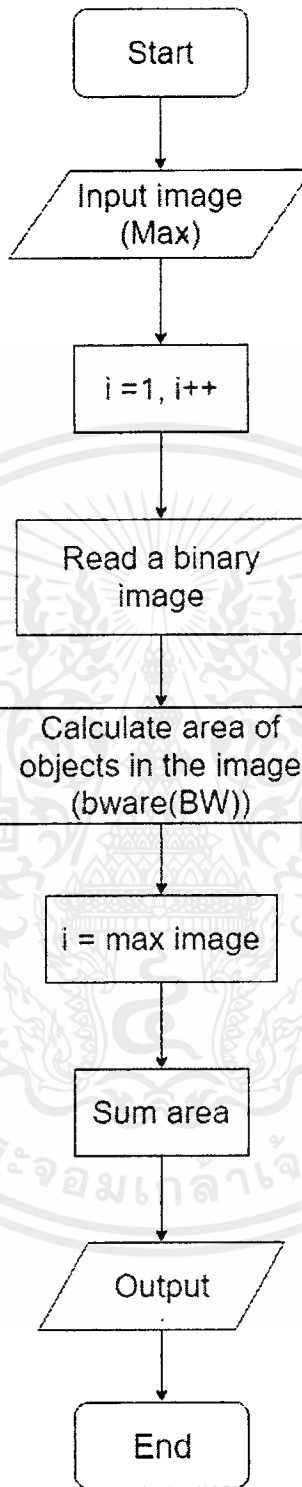
3.3.2 สร้างภาพ 3 มิติ

ในส่วนนี้จะนำช่วงข้อมูลภาพที่ถูกเลือกจากการแบ่งช่วงภายในมาใช้ในการสร้างภาพสามมิติต่อไป ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.2

3.4 การเปรียบเทียบข้อมูลโครงสร้าง LC

ในส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลโครงสร้าง LC ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบโดยการวัดปริมาตรของโครงสร้าง LC จากภาพสามมิติที่สร้างขึ้นมาได้ เนื่องด้วยการสร้างภาพนี้ใช้โปรแกรมในการคำนวณอาจจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้

โดยวิธีการทำงานสามารถเขียนเป็นไดอะแกรมได้ ดังนี้



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมแสดงการคำนวณข้อมูลเชิงปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในบทนี้จะเป็นผลจากการสร้างภาพโครงสร้าง LC สามมิติ จากโปรแกรม ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยในตอนนี้จะแสดงถึงผลการเลือกช่วงข้อมูล, ภาพสามมิติที่สร้างได้, และการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณ

4.1 ผลการเลือกช่วงข้อมูลที่เหมาะสม

ในตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งช่วงข้อมูลเป็น 1 ช่วง โดยใช้ข้อมูลเป็นจำนวน 10 ตัว

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลของระยะห่างของข้อมูลที่มีผลต่อปริมาตรโครงสร้าง LC 3 มิติ

ระยะห่างระหว่างข้อมูล (ภาพ)	ปริมาตรของโครงสร้าง LC 3 มิติ (Pixel ³)		
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3
1	23,121.125	24,574.625	20,678.000
2	23,109.375	24,576.125	20,986.625
3	23,230.000	24,580.625	21,003.125
5	20,145.250	21,403.375	17,409.500
7	17,552.375	17,241.500	14,098.000
10	19,987.125	20,437.750	17,005.625

จากตารางข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกระยะห่างของข้อมูลภาพเป็น 5 ภาพ เพื่อนำไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติ จะเห็นได้ว่าเมื่อแบ่งระยะห่างของข้อมูลเป็น 1, 2, และ 3 จะได้ปริมาตรใกล้เคียงกันและมีความละเอียดของข้อมูลสูง แต่ข้อมูลภาพทั้งหมดมีจำนวนมาก จึงต้องแบ่งเป็นช่วงกว้างๆ เพื่อให้สะดวกต่อการสร้างเป็นภาพโครงสร้าง ผู้วิจัยจึงเลือกแบ่งภาพเป็นระยะ 5 ภาพ เนื่องจากมีความละเอียดใกล้เคียงกับการแบ่งระยะภาพที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเท่ากับ 13.89%, 13.81%, และ 13.17% เมื่อเทียบกับปริมาตรเฉลี่ยของการแบ่งระยะภาพเป็น 1, 2, และ 3 ซึ่งเท่ากับ 23,153.500, 24,577.133, และ 20,889.25 Pixel³ ตามลำดับ

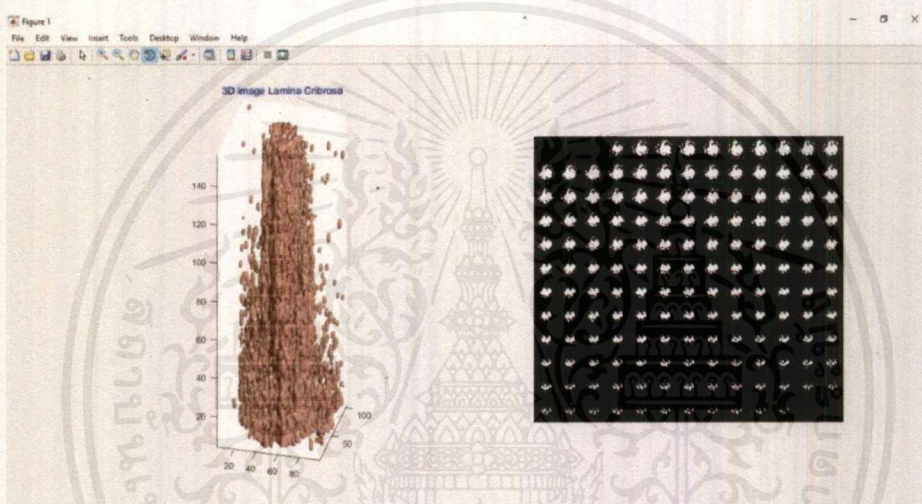
4.2 ผลการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติ

ในตอนนี้จะแสดงถึงผลของการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติ มีข้อมูลภาพ 2 ส่วน คือ ผู้ป่วยโรคต้อหิน และคนสุขภาพปกติ โดยจะนำข้อมูลภาพส่วนของ optic disc มาผ่านการสร้างภาพ

สามมิติ เพื่อให้ได้โครงสร้าง LC ซึ่งได้รับมาจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย จึงไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลของผู้ป่วยได้ ทั้งนี้สามารถเปิดเผยได้แค่ภาพที่ได้เครื่อง OCT เท่านั้น

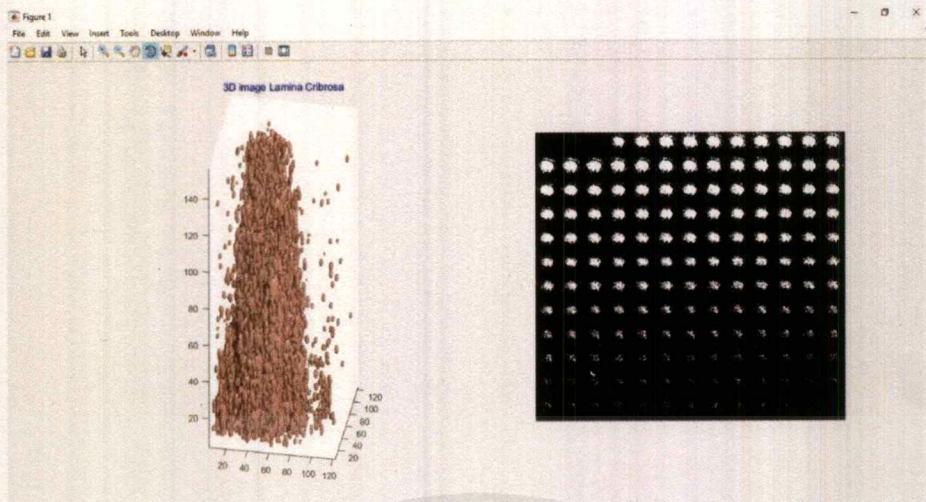
4.2.1 ผู้ป่วยโรคต้อหิน

ในส่วนนี้จะเป็นการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติของผู้ป่วยโรคต้อหิน ซึ่งไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวรวมถึงผลการรักษาทางการแพทย์ได้ สามารถเปิดเผยได้เพียงภาพสามมิติ ที่ผ่านการประมวลผลภาพและการสร้างภาพสามมิติขึ้นมาใหม่ได้เท่านั้น ซึ่งภาพที่นำมาสร้างภาพใหม่ทั้งหมดได้ผ่านกระบวนการประมวลผลภาพตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 โดยจะแสดงผลภาพโครงสร้างเพียง 5 ตัวอย่างเท่านั้น เพื่อสังเกตลักษณะโครงสร้างว่ามีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน



รูปที่ 4.1 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 1 (ชาย)

ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 1 (ขวา)

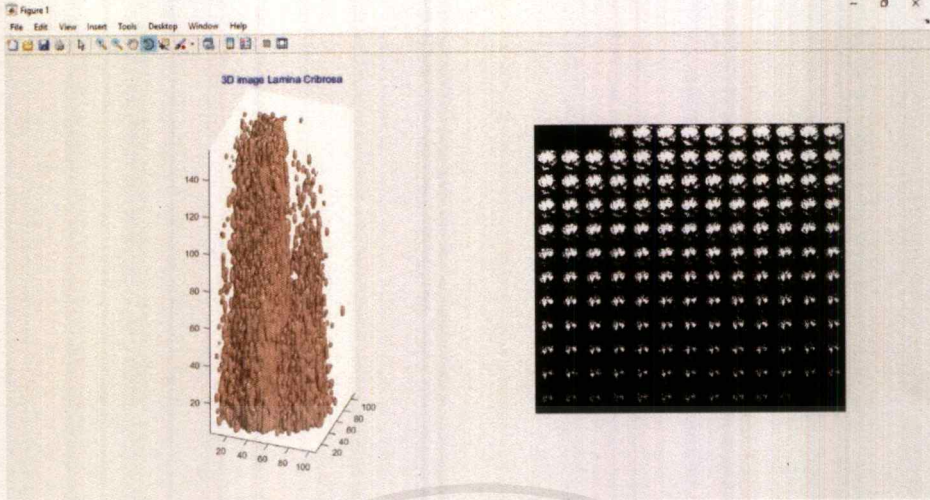


รูปที่ 4.2 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 2 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 2 (ชาย)



รูปที่ 4.3 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 3 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 3 (ชาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 4 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 4 (ขวา)

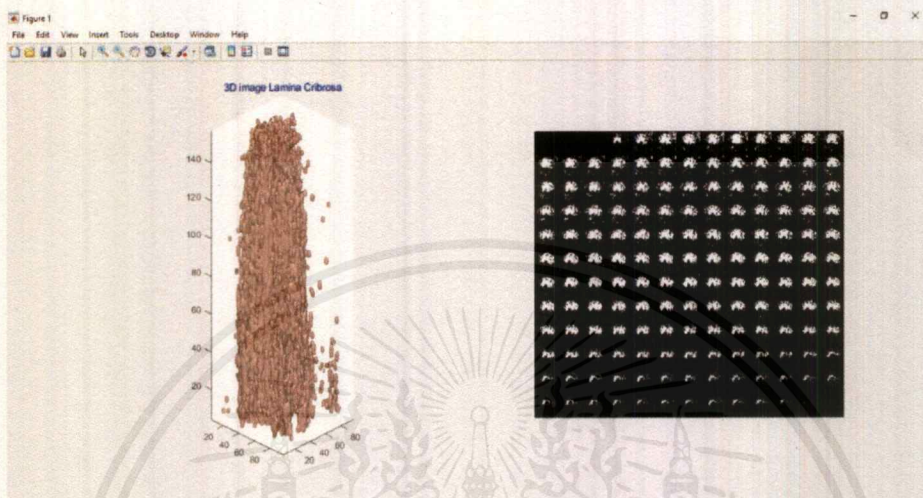


รูปที่ 4.5 โครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยคนที่ 5 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของผู้ป่วยคนที่ 5 (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 คนสุขภาพตาดี

ในส่วนนี้จะแสดงผลการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติของคนสุขภาพตาดี ซึ่งได้มาจากกลุ่มอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยใน เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้ป่วยโรคต้อหิน

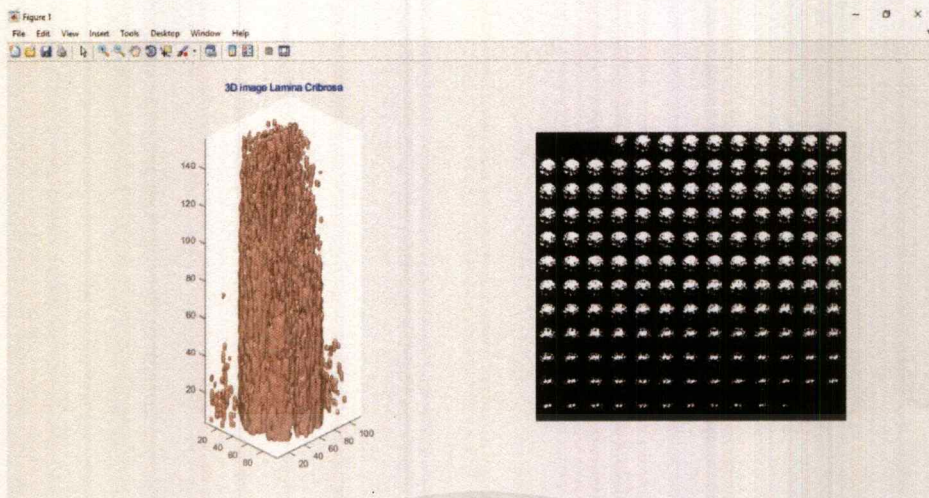


รูปที่ 4.6 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 1 (ซ้าย)
ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 1 (ขวา)

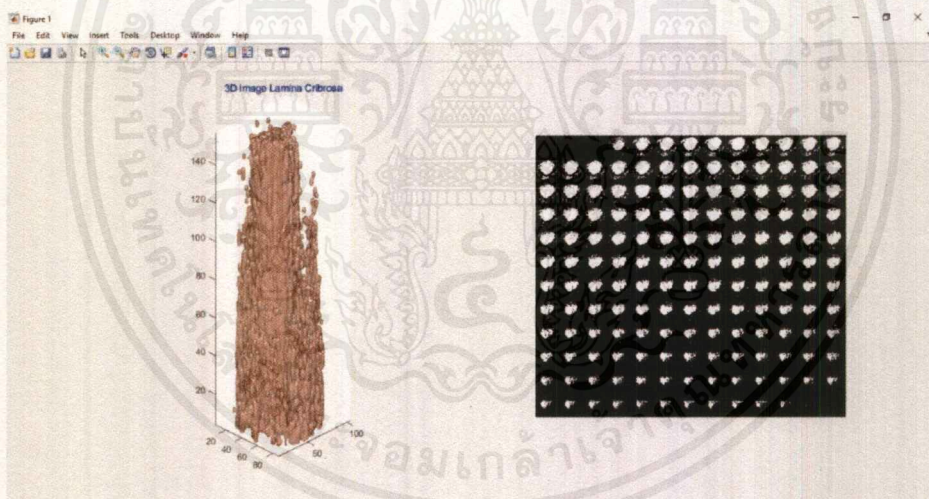


รูปที่ 4.7 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 2 (ซ้าย)
ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 2 (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

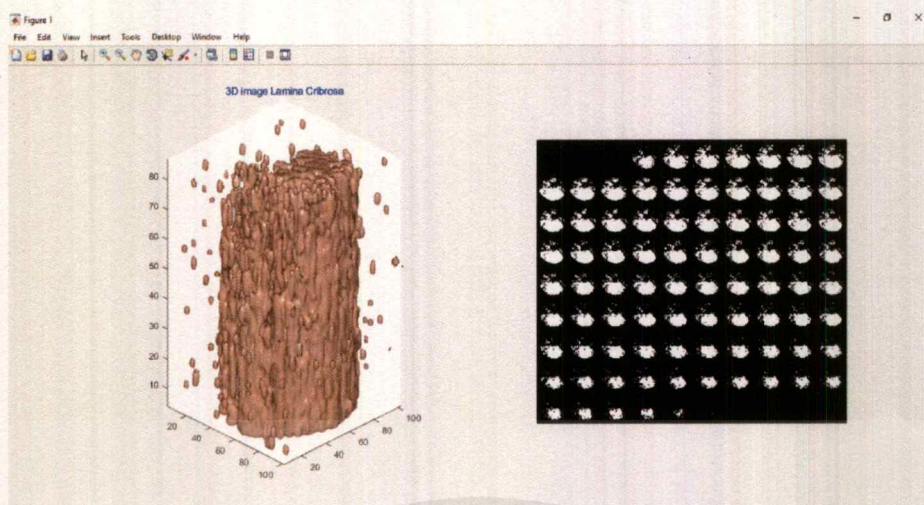


รูปที่ 4.8 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 3 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 3 (ขวา)



รูปที่ 4.9 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 4 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 4 (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



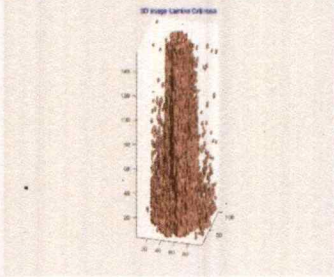


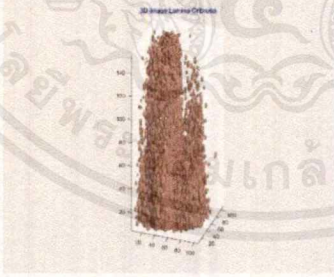
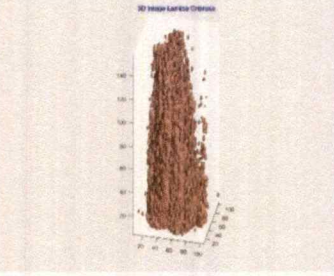
รูปที่ 4.10 โครงสร้าง LC สามมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 5 (ชาย)
ภาพ LC สองมิติของคนสุขภาพตาดีคนที่ 5 (ชาย)

จากการรูปแบบโครงสร้าง LC สามมิติ ของผู้ป่วยโรคต้อหินและคนสุขภาพตาดี จะสังเกตเห็นว่ารูปแบบโครงสร้างของผู้ป่วยโรคต้อหินมีลักษณะเป็นแท่งที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากโครงสร้าง LC ของผู้ป่วยโรคต้อหินมีขนาดใหญ่ ทำให้ขนาดช่องว่างระหว่างโครงสร้างมีขนาดแคบ เลือดไม่สามารถไหลได้อย่างสะดวก ความดันเลือดจึงสูง สำหรับคนสุขภาพตาดี จะมีโครงสร้าง LC เป็นแท่งที่สมบูรณ์ โครงสร้างมีขนาดเล็กกว่าของผู้ป่วยโรคต้อหิน ช่องว่างระหว่างโครงสร้างมีขนาดปกติ ซึ่งตรงกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 2

4.3 การเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาตร

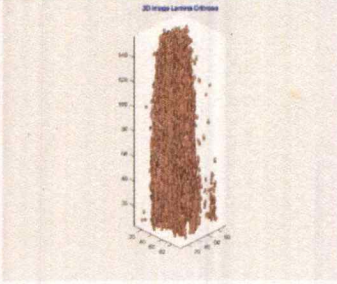
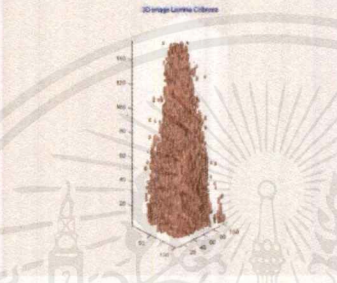
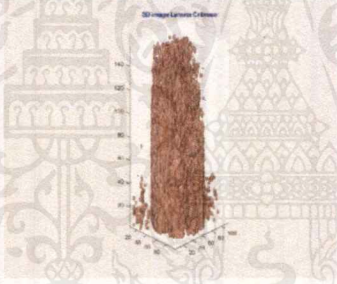
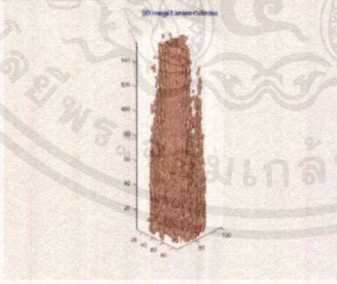
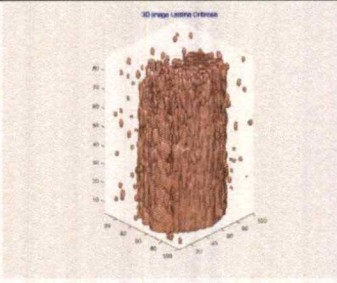
ในส่วนนี้จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาตร โดยการคำนวณปริมาตรของโครงสร้าง LC สามมิติของผู้ป่วยโรคต้อหินและคนสุขภาพตาดี ซึ่งจะใช้หลักการคำนวณพื้นที่ภาพสองมิติทั้งหมดของส่วนที่ต้องการนำมาสร้างรูปใหม่มารวมกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรของผู้ป่วยโรคต่อหิน

No.	รูป	ปริมาตร(Pixel ³)
1		92,270.875
2		98,780.75
3		111,293.750
4		112,038.125
5		112,028.500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงข้อมูลเชิงปริมาตรของคนสุขภาพตาดี

No.	รูป	ปริมาตร(Pixel ³)
1		67,511.250
2		85,263.875
3		114,143.000
4		109,106.875
5		98,209.625

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณหาปริมาตรของโครงสร้าง LC สามมิติข้างต้น จะเห็นได้ว่าในโครงสร้างของผู้ป่วยโรคต่อหินโดยเฉลี่ยมีปริมาตรมากกว่าโครงสร้างของคนสุขภาพปกติ ซึ่งเป็นตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 ว่าผู้ป่วยโรคต่อหินจะมีโครงสร้าง LC ที่หนาขึ้น ส่งผลให้ช่องว่างระหว่างโครงสร้างมีขนาดเล็กลง เลือดจึงไหลผ่านได้ไม่สะดวก จึงเป็นสาเหตุให้ความดันเลือดในลูกตาสูงขึ้น ซึ่งเป็นอาการของโรคต่อหิน แต่เนื่องด้วยไม่ได้มีการแบ่งระยะโรคของผู้ป่วยอย่างชัดเจน ทำให้ข้อมูลบางช่วงของสองกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะใกล้เคียงกัน



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างภาพโครงสร้าง LC แบบสามมิติ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของโครงสร้างระหว่างผู้ป่วยโรคต่อหินและคนสุขภาพปกติ โดยใช้การประมวลผลภาพเข้ามาช่วยให้ด้านการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้ดีขึ้น แล้วนำมาสร้างเป็นโครงสร้างสามมิติ แสดงให้เห็นว่า จากภาพของโครงสร้าง LC ของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โครงสร้างในผู้ป่วยโรคต่อหินจะเป็นลักษณะแท่งที่ไม่สมบูรณ์ มีบางส่วนขาดหายไป แต่ในคนสุขภาพปกติจะมีลักษณะเป็นแท่งที่สมบูรณ์ที่กว่าและมีความหนาแน่นของโครงสร้างมากกว่า และเมื่อทำการคำนวณปริมาตรของโครงสร้าง ในผู้ป่วยโรคต่อหินจะมีปริมาตรโดยเฉลี่ยของโครงสร้างมากกว่าในคนสุขภาพปกติ แต่ทั้งนี้ระยะของโรคและความรุนแรงของโรคก็มีผลต่อรูปแบบโครงสร้างและปริมาตรของโครงสร้างเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาพิเศษนี้ ได้นำเสนอวิธีการสร้างภาพสามมิติของโครงสร้าง LC ระหว่างผู้ป่วยโรคต่อหินและคนสุขภาพปกติ โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพในภาพสองมิติ แล้วนำมาสร้างเป็นภาพสามมิติด้วยวิธีการ Surface2Volume ซึ่งผลลัพธ์จากการสร้างภาพนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ Deep Learning เพื่อแยกผู้ป่วยโรคต่อหินออกจากคนสุขภาพปกติได้ ตลอดจนใช้ในการทำนายระยะต่าง ๆ ของโรคหรือแนวโน้มที่จะเป็นโรคของคนสุขภาพปกติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ในกรุงเทพฯ [ค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2561] **ต้อหิน** สืบค้นจาก :
<https://www.bumrungrad.com/th/conditions/glaucoma>
- [2] Bo Wang, Jessica E. Nevins, Zach Nadler, Gadi Wollstein, Hiroshi Ishikawa, Richard A. Bilonick, Larry Kagemann, Ian A. Sigal, Ireneusz Grulkowski, Jonathan J. Liu, Martin Kraus, Chen D. Lu, Joachim Hornegger, James G. Fujimoto, and Joel S. Schumann, “In Vivo Lamina Cribrosa Micro-Architecture in Healthy and Glaucoma Eyes as Assessed by Optical Coherence Tomography,” Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 54, No. 13, 8270-8274 December 2013.
- [3] Chieh-Li Chen and Ruikang K. Wang, “Optical coherence tomography based angiography [invited],” Biomedical Optic Express, Vol. 8, No. 2, 1056-1082 Feb 2017.
- [4] Daniel Guellmar [ค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2561] **Surface2Volume** สืบค้นจาก :
<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/8772-surface2volume>
- [5] Mathworks [ค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2561] **Image Processing Toolbox** สืบค้นจาก :
<https://www.mathworks.com/products/image.html>
- [6] Tae-Woo Kim, Larry Kagemann, Michel J. A. Girard, Nicholas G. Strouthids, Kyung-Rim Sung, Christopher K. Leung, Joel S. Schuman, and Gadi Wollstein, “Imaging of the Lamina Cribrosa in Glaucoma: perspectives of Pathogenesis and Clinical Applications,” Curr Eye Res, 903-909 Sep 2013.
- [7] Zach Nadler, Bo Wang, Gadi Wollstein, Jessica E Nevins, Hiroshi Ishikawa, Richard Bilonick, Larry Kagemann, Ian A. Sigal, R Daniel Ferguson, Ankit Patel, Daniel X. Hammer, and Joel S. Schuman, “Repeatability of in vivo 3D lamina cribrosa microarchitecture using adaptive optics spectral domain optical coherence tomography,” Biomedical Optics Express, Vol. 5, No. 4, 1114-1123 Apr 2014.