



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์
เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา
Digital image processing virtual image 3 dimension for model drug
laboratory identification

อ.ภักดี สุขพรสวรรค์
รศ.ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม
ภก.ดร. วัชรพงษ์ แจ่มสว่าง
ผศ.ดร. อรุณรัฐ สุขสวัสดิ์ชน

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยบูรพา

สัญญาเลขที่ 61/2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์
เอกลักษณ์ของยาในรูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา
Digital image processing virtual image 3 dimension for model drug
laboratory identification

อ.ภักดี สุขพรสวรรค์
รศ.ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม
ภก.ดร. วีชรพงษ์ แจ่มสว่าง
ผศ.ดร.อุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชน

กุมภาพันธ์ 2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 61/2561

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้การสนับสนุนการทำโครงการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัยคณะเภสัชศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกให้กับคณะผู้วิจัย ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

อ.ภักดี สุขพรสวรรค์

รศ.ดร. สมชาติ โชคชัยธรรม

ภก.ดร. วัชรพงษ์ แจ่มสว่าง

ผศ.ดร.อุรีรัฐ สุขสวัสดิ์ชื่น

คณะผู้วิจัย

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

ข้าพเจ้า อ.ภักดี สุขพรสวรรค์ ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา ประเภท
งบประมาณรายได้ จากกองทุนวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยบูรพา

โครงการวิจัยเรื่อง (ภาษาไทย) ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์
ของยาในรูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา

(ภาษาอังกฤษ) Digital image processing virtual image 3 dimension for model drug laboratory
identification

สัญญาเลขที่ 61/2561 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 450,000 บาท (สี่แสนห้าหมื่นบาทถ้วน) ระยะเวลา
ดำเนินการ 1 ปี (ระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2561)

- บทคัดย่อ
- Output/ Outcome
- ข้อเสนอแนะ

ประมวลสัญญาณภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยารูปแบบ
เม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา

Digital image processing virtual image 3 dimension for model drug laboratory
identification

ภักดี สุขพรสวรรค์, วัชรพงษ์ แจ่มสว่าง, อรุณรัฐ สุขสวัสดิ์ชน, สมชาติ โชคชัยธรรม

บทคัดย่อ

การจำลองภาพยาสามมิติในปัจจุบันเพื่อการศึกษาการเคลื่อนยาที่ได้จากผลิตยาปฏิบัติการ โดยการพัฒนาวิธีการ 2 มิติให้เป็นเทคโนโลยีภาพ 3 มิติ การนำเสนอข้อมูลออกมาเป็นกราฟิก 3 มิติ เห็นได้ว่าบทบาทของคอมพิวเตอร์กราฟิกในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้จ่าย ผลการศึกษารายละเอียด โครงสร้างทางกายภาพชั้นเคลือบยา อาศัยเทคนิคการตอบสนองของยาด้วยแสง UV-A งานวิจัยนี้ได้นำเสนอ ขั้นตอนวิธีการสร้างโมเดลเม็ดยา 3 มิติจากภาพถ่าย 2 มิติหลายภาพ จากการดำเนินการผลิตยา diclofenac sodium เคลือบฟิล์มต้นแบบด้วย พอลิเมอร์ชนิด Hydroxypropylmethyl cellulose ไม่เติมสีโดยการผลิต ยาตัวอย่างจำนวน 7 กลุ่ม การวิเคราะห์พื้นผิวของยาที่เคลือบบนยา diclofenac sodium จากห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ไม่เคลือบ จนทำการเคลือบ 60 นาที โดยเก็บตัวอย่างเม็ดยาทุกๆ 10 นาที สังเกตได้ว่าการเคลือบผิวยาที่ 40 นาทีตอบสนองการการสะท้อน UV-A ได้ดีที่สุด การสร้างพื้นผิวให้กับโมเดลสร้างจำลองเม็ดยา 3 มิติ นำใช้ประโยชน์ด้านเภสัชอุตสาหกรรมผลิตยา การศึกษารูปร่าง ขนาดเม็ดยาเสมือนจริง ก็สามารถจำลองการผลิตและแสดงผลได้เสมือนจริง

คำสำคัญ: การพิสูจน์เอกลักษณ์ของยากุ่มแก้ปวด การประมวลผลภาพยา

Digital image processing virtual image 3 dimension for model drug laboratory identification

Phakdee Sukpornawan, Watcharaphong Chaemsawang, Ureerat Suksawatchon, Somchart Chokchaitam

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Burapha University, Chonburi 20131

Faculty of Informatics, Burapha University, Chonburi 20131

Faculty of Engineering, Thammasat University, Pathumthani 12121

Abstract

Three-dimensional simulation of medicine for medicine coatings produced by the laboratory with development of 2D methods into 3D imaging technology. The presentation of drug information in 3D graphics shows the computer graphics in medicine support systems. The study results of the physical structure of the medicine layer based on the texture response technique with UV-A light, this research proposes an algorithm to create a 3D tablet model from multiple 2D images from the production of diclofenac sodium film coated with the original film. Polymer type Hydroxypropylmethyl cellulose does not add color, producing sample drugs 7 groups. Surface analysis of drugs coated on diclofenac sodium from the laboratory since no coating. Until the coating is 60 minutes by collecting the tablet sample every 10 minutes. The coating conclusion of medicine at 40 minutes responds to the UV-A the best reflection. 3D brings benefits to the pharmaceutical industry, pharmaceutical production Shape study Virtual tablet size Able to simulate the production and display the result

Keyword: drug image 3D, Drug Identification 3D

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.....	ข
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1.....	1
บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 ทบทวนวรรณกรรม	4
1.2.ทฤษฎี สมมุติฐาน 1	4
การแปลงเรดอน (Radon transform)	10
การสร้างภาพแบบแบกโพรเจกชัน (Backprojection)	14
Delaunay triangulation	18
1.2.3 วิธีการสร้างและได้มาของภาพ 2 มิติ.....	23
1.2.3มิติ วิธีการสอบเทียบระบบสีของภาพ 3.....	25
1.2.3มิติ จากสมองแปลความหมายให้เกิดภาพ วิธีได้มาของภาพ 4.....	26
1.2.5 การสร้างเมตาดาต้าแบบในท้องปฏิบัติการ	26
วัตถุประสงค์	27
ขอบเขตการวิจัย	27

กรอบแนวคิดการวิจัย	27
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	28
บทที่ 2.....	29
วิธีดำเนินการวิจัย	29
ระยะที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือการถ่ายภาพในการพิสูจน์เอกลักษณ์ยาในเก็บข้อมูลยาต้นแบบ 3 มิติ และการสร้างเม็ดยาต้นแบบ.....	29
2.1 Prepare equipment.....	31
2.1.1 เตรียมอุปกรณ์แบบแท่นหมุนสำหรับวางเม็ดยาเพื่อถ่าย.....	31
2.1.2 เตรียมอุปกรณ์แบบ Foldio360 แท่นหมุน 360 องศา.....	33
2.2 Set of images.....	35
2.3 Preprocessing1	35
2.4 Basic image processing.....	36
2.5 Preprocessing2	37
2.6 Radon Transform	39
2.7 Invert Radon Transform.....	41
2.8 Edge Detection.....	42
2.9 3D point cloud forming.....	43
2.10 Create 3D surface	44
ระยะที่ 2 เป็นการทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์ภาพหาความถูกต้อง	46
2.11 การได้มาของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง (Drug sample for data method)	47
บทที่ 3.....	48
ผลการวิจัย.....	48
ผลการวิจัย.....	48
3.1 ผลการทดลองจากภาพที่สังเคราะห์หรือสร้างขึ้นจากห้องปฏิบัติการ	48
3.2 ผลการทดลองจากภาพถ่ายด้วยอุปกรณ์แบบที่ 1	52

3. ผลการทดลองจากภพยาแบบที่ 31 ด้วยอุปกรณ์แบบที่ 2.....	57
บทที่ 4.....	66
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	66
4.1 สรุปผลและวิจารณ์ผลการดำเนินโครงการ	66
4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	67
4.3 ข้อจำกัดของโครงการ.....	67
4.4 ข้อเสนอแนะ	67
บทที่ 5.....	69
ผลผลิต.....	69
5.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในระดับชาติและนานาชาติ	69
รายงานสรุปการเงิน	70
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก	75
จำนวนนักวิจัย	84
ผู้ร่วมโครงการวิจัย 2.....	86
ผู้ร่วมโครงการวิจัย 3.....	87

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-2อธิบาย Algorithm ที่ใช้ในการตัดพื้นหลัง	38
ตารางที่ 3-1 แสดงค่าการวิเคราะห์สี.....	62

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1- 1 แสดงการได้มาของ beam splitter lens ทำให้เกิดภาพในกล้องถ่ายภาพ 5

ภาพที่ 1- 2 แสดงการ Stereo Pairs 5

ภาพที่ 1- 3 แสดงการเกิดภาพที่ตวงตามนุษย์..... 6

ภาพที่ 1- 4 แสดงเซลล์รับแสงของเรตินา..... 8

ภาพที่ 1- 5 แสดงกระบวนการการรับรู้สีของมนุษย์ 9

ภาพที่ 1- 6 แสดง Stereopsis การรวมข้อมูลภาพจากตาซ้าย-ขวา โดยสมอง..... 10

ภาพที่ 1- 7 การแปลงเรดอนแบบ **Parallel Beam**..... 11

ภาพที่ 1- 8 ความหนาแน่นสะสมของฟิสิกเซลในแต่ละมุมมอง θ และ แต่ละระยะทาง ρ 11

ภาพที่ 1- 9 ตัวอย่างการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 19^\circ$ 12

ภาพที่ 1- 10 ผลจากการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 19^\circ$ 12

ภาพที่ 1- 11 ตัวอย่างการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 64^\circ$ 13

ภาพที่ 1- 12 ผลจากการแปลงเรดอนที่ $\theta = 64^\circ$ 13

ภาพที่ 1- 13 Sinogram ของการแปลงเรดอน..... 14

ภาพที่ 1- 14 ภาพต้นฉบับการทำ Backprojection 15

ภาพที่ 1- 15 แสดง sinogram การทำ Backprojection 15

ภาพที่ 1- 16 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$ 16

ภาพที่ 1- 17 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 80^\circ$ 17

ภาพที่ 1- 18 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$ ถึง $\theta = 80^\circ$ 18

ภาพที่ 1- 19 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$ ถึง $\theta = 360^\circ$ 18

ภาพที่ 1- 20 จุดจำนวนมากรอบเส้นวงกลม 19

ภาพที่ 1- 21 สร้างจุดค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มขนาดเล็ก..... 19

ภาพที่ 1- 22 การเชื่อมจุดแบบรูปสามเหลี่ยมตามวิธีของ Delaunay triangulation 19

ภาพที่ 1- 23 แสดง Diagram of the CIE 1931 color space 21

ภาพที่ 1- 24 แสดง Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)..... 22

ภาพที่ 2- 1 แสดงขั้นตอนวิธีที่การสร้างเม็ดยาต้นแบบจากห้องปฏิบัติการผลิตยาในการเตรียมเก็บข้อมูล	
ภาพถ่าย 2 กลุ่มเปรียบเทียบ	30
ภาพที่ 2- 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	31
ภาพที่ 2- 3 ภาพแทนที่ใช้สำหรับหมุนถ่ายภาพยาและกล่องควบคุมแสง	32
ภาพที่ 2- 4 ภาพยาที่อยู่บนแท่นหมุน	32
ภาพที่ 2- 5 ภาพกล้องโทรศัพท์ที่ใช้ถ่ายภาพยา.....	33
ภาพที่ 2- 6 ภาพแทน Foldio360 ที่ใช้สำหรับหมุนถ่ายภาพยาและกล่อง Foldio2 ควบคุมแสง	34
ภาพที่ 2- 7 ภาพยาที่อยู่บนแท่นหมุน	34
ภาพที่ 2- 8 ตัวอย่างภาพถ่ายรอบเม็ดยา	35
ภาพที่ 2- 9 ภาพก่อนและหลังการตัดส่วนที่ต้องการ.....	36
ภาพที่ 2- 10 ภาพก่อนและหลังการแปลงภาพระดับเทา.....	36
ภาพที่ 2- 11 ภาพหลังการแปลงเป็นภาพขาวดำ	37
ภาพที่ 2- 12 ภาพก่อนและหลังการกรองสัญญาณรบกวน.....	37
ภาพที่ 2- 13 ภาพก่อนและหลังการตัดพื้นหลัง.....	38
ภาพที่ 2- 14 ภาพแสดงขนาด matrix.....	39
ภาพที่ 2- 15 ภาพการตัดเฉพาะแถวที่ต้องการแปลงเรดอน	40
ภาพที่ 2- 16 ภาพตัดขวางในแถวที่ 1 ของภาพยา.....	40
ภาพที่ 2- 17 Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 1	40
ภาพที่ 2- 18 ภาพ Backprojection ของภาพยา	42
ภาพที่ 2- 19 ภาพมุมมองด้านบนของเม็ดยา	42
ภาพที่ 2- 20 ภาพก่อนและหลังการหาขอบภาพ.....	43
ภาพที่ 2- 21 ภาพการแสดงจุดในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน	44
ภาพที่ 2- 22 โมเดล 3 มิติที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ	44
ภาพที่ 2- 23 ตัวอย่างการเชื่อมจุดของแต่ละค่า z ด้วยวิธีการ Delaunay Triangulation	45
ภาพที่ 2- 24 ภาพหลังการเชื่อมจุดของขอบภาพ Backprojection ที่ 1	45
ภาพที่ 2- 25 ภาพหลังการเชื่อมจุดของขอบภาพ Backprojection ทั้ง 100 ภาพ.....	46
ภาพที่ 2- 26 แสดงขั้นตอนการทำงาน.....	47

ภาพที่ 3- 1 ภาพถ่ายของตัวยา	48
ภาพที่ 3- 2 ภาพตัวยาที่ได้จากการสังเคราะห์หรือสร้างขึ้น	48
ภาพที่ 3- 3 ภาพระดับเทาของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์.....	49
ภาพที่ 3- 4 ภาพขาวดำของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์	49
ภาพที่ 3- 5 ภาพหลังการกำจัดพื้นหลังของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์.....	49
ภาพที่ 3- 6 ภาพหลังการแสดงในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์.....	50
ภาพที่ 3- 7 โมเดลยา 3 มิติ จากภาพที่ได้จากการสังเคราะห์.....	51
ภาพที่ 3- 8 ภาพยาแบบที่ 1 ทั้งหมด.....	53
ภาพที่ 3- 9 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการตัดส่วนที่ไม่ต้องการ.....	54
ภาพที่ 3- 10 ภาพระดับเทาของภาพยาแบบที่ 1	54
ภาพที่ 3- 11 ภาพขาวดำของภาพยาแบบที่ 1.....	54
ภาพที่ 3- 12 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกรองสัญญาณรบกวน.....	55
ภาพที่ 3- 13 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกำจัดพื้นหลัง.....	55
ภาพที่ 3- 14 ภาพหลังการแสดงในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนของภาพยาแบบที่ 1	56
ภาพที่ 3- 15 โมเดลยา 3 มิติ ของภาพยาแบบที่ 1	57
ภาพที่ 3- 16 ภาพยาแบบที่ 1 ทั้งหมด.....	59
ภาพที่ 3- 17 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการตัดส่วนที่ไม่ต้องการ	59
ภาพที่ 3- 18 ภาพระดับเทาของภาพยาแบบที่ 1	60
ภาพที่ 3- 19 ภาพขาวดำของภาพยาแบบที่ 1.....	60
ภาพที่ 3- 20 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกรองสัญญาณรบกวน	60
ภาพที่ 3- 21 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกำจัดพื้นหลัง.....	60
ภาพที่ 3- 22 ภาพหลังการแสดงในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนของภาพยาแบบที่ 1	61
ภาพที่ 3- 23 โมเดลยา 3 มิติ ของภาพยาแบบที่ 1	62
ภาพที่ 3- 24 coating film_10 min.....	63
ภาพที่ 3- 25 coating film_20 min.....	64
ภาพที่ 3- 26 coating film_30 min.....	64
ภาพที่ 3- 27 coating film_40 min.....	64
ภาพที่ 3- 28 coating film_50 min.....	65
ภาพที่ 3- 29 coating film_60 min.....	65

ภาพที่ 4- 1 แสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแสง UV-A ที่ตอบสนองต่อชั้นการเคลือบฟิล์มของยา 67

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การวิเคราะห์ภาพดิจิทัล (digital image processing) การเอาภาพมาประมวลผลในเมเดียซึ่งมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีประโยชน์แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นเป็นการนำเอาสีแต่ละจุด (Pixel) มาคิดหาสี (Color), การคิดคำนวณเป็นบริเวณหลายๆจุดรวมๆกัน (Area) เช่น การดูลวดลาย (Pattern, Texture), การวิเคราะห์หารูปปร่าง (Shape) ของเมเดียเพราะวิธีการที่ใช้ความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากการประมวลผลสัญญาณใน 1 มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำมาใช้กับ 2 มิติ จนกระทั่งมีความซับซ้อนมากขึ้นในภาพ 3 มิติ การใช้เทคนิคและการออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบภาพดิจิทัลเนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัลจึงได้รับความนิยมมากกว่าทั้งมีความสามารถในการวิเคราะห์ได้ต่อเนื่องใช้ต้นทุนต่ำกว่าใช้มนุษย์เป็นผู้วิเคราะห์ลดปัญหา human error ทั้งนี้ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้าส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ และแสดงผลด้วยการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์และคำนวณได้อย่างรวดเร็ว เพราะการประมวลผลที่ได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติในการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้งานโดยการวิเคราะห์นั้นก็ไม่มีการทำลายเวชผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ ซึ่งมีความสำคัญในด้านการกระบวนกรปรับปรุงให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของเมเดียที่ให้ความสนใจออกมาจากภาพ การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) การใช้เทคนิควิธีการแบ่งส่วนภาพที่กำลังได้รับความนิยมในงานที่เกี่ยวกับภาพเมเดียโดยทำแอ็กทีฟคอนทัวร์ (Active Contour) หรือ Snakes หาเส้นโค้งขอบภาพ และ แอ็กทีฟเซอร์เฟซ (Active Surface) การหาพื้นผิวเมเดีย เพื่อนำภาพเมเดียที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณตัวเลข ค่าทางสถิติ เช่น ขนาด รูปร่าง การสร้างภาพโดยการซ้อนทับภาพ (Image Registration) ในการวิเคราะห์ภาพเริ่มมีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบันสามารถที่ใช้งานอย่างกว้างขวาง การถ่ายภาพสามมิติ (Stereoscopy หรือ stereoscopic imaging หรือ 3-D imaging) เทคนิคที่สามารถเก็บข้อมูลภาพเป็นสามมิติหรือที่สามารถสร้างภาวะลวงตาให้เห็นความลึกของภาพนั้นได้ ภาวะความลึกลวงตา (illusion of depth) ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในพิสูจน์เอกลักษณ์ทางยา (Drug identification) ได้ดีขึ้น ข้อดีของการสร้างภาพเมเดียเป็นภาพ 3 มิติ นั้นเพื่อให้เพิ่มความสามารถในเรื่องของการพิจารณาถึงลักษณะของเมเดียในเชิงของข้อมูลปริมาตร (scalar) หรือข้อมูลขนาด (vector) ได้ ทำให้สามารถตรวจหาความผิดปกติของเมเดีย โดยดูจากขนาดที่เห็น หรือดูจากค่าที่

คำนวณออกมาเป็นตัวเลข เช่น ปริมาตร หรือค่าความบ่งชี้ต่าง ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของตัวยานั้นๆ เพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจว่าเป็นเม็ดยาชนิดใด ผสมผสานศาสตร์แบบบูรณาการทั้งสองนั้นด้านความรู้ทางเภสัชกรรมและวิศวกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพในการประมวลผลภาพเม็ดยาได้สูงขึ้น

การจำลองภาพสามมิตินั้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนากล้องต่อยอดมาเป็นเทคโนโลยีภาพ 3 มิติ ซึ่งการทำงานคล้ายดวงตาของมนุษย์โดยภาพที่ได้มีการเพิ่มความลึกในการมองเห็น นอกเหนือจากกำลังขยายของเลนส์ กล้องสามารถการเก็บบันทึกภาพได้หลากหลายความสว่าง หลากหลายชนิดของแสงสะท้อน และจากหลากหลายมุมมอง(1) ในความสามารถคอมพิวเตอร์ทำการประมวลวิเคราะห์ภาพโดยนำข้อมูลทั้งหมดจากรูปภาพมาประมวลผล digital image processing โดยใช้หลักการของ Stereoscopic vision ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับการทำงานของสมองมนุษย์ในการประมาณการพื้นผิว 3 มิติจากตาเปล่า โดยการนำรูปภาพจากตาซ้ายและตาขวาประกอบกัน ภาพที่มีมุมต่างกันเล็กน้อยแต่ก็เพียงพอสำหรับทำภาพสามมิติ เพื่อโยกความสัมพันธ์ของตำแหน่ง 3 มิติของแต่ละรูปภาพ และเนื่องจากรูปภาพที่ได้มาจากเทคโนโลยีนี้มาจากกล้องหลากหลายมุมมองและ หลากหลายความสว่างและชนิดของแสงสะท้อน ที่มีจำนวนมากมาย ซึ่งก็จะเพิ่มความแม่นยำให้กับการคำนวณพื้นผิว 3 มิติ(2, 3) ทั้งทางการแพทย์ในการใช้เทคโนโลยีเป็นแบบ 3 มิติที่สามารถมองเห็นมุมมองภาพ ทั้งความกว้าง ยาว และลึกขณะที่ทำผ่าตัดได้ จึงช่วยเพิ่มความแม่นยำและปลอดภัยในการผ่าตัด การงานเภสัชสารสนเทศด้านการใช้ยาที่ซับซ้อน แพทย์ เภสัชกร พยาบาล หรือกระทั่งบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำการศึกษาค่าการใช้ยาสามารถเห็นรูปร่าง ขนาดเม็ดยาได้เสมือนจริง ด้านเภสัชอุตสาหกรรมการผลิตยาก็สามารถจำลองการผลิตและแสดงผลได้เสมือนจริง ในการศึกษาภาพแบบ classical studies ในการศึกษาภาพระดับสีเทาหรือภาพสี RGB ในนำมาเพื่อการวิเคราะห์ของภาพที่เก็บรวบรวมโดยใช้ช่องทางสเปกตรัม(4) ล่าสุดเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการจำลองภาพถ่ายให้ได้ภาพเสมือนจริงมากขึ้น งานวิจัยนำมาประยุกต์การใช้งานด้านเวชภัณฑ์ยา ในรูปแบบภาพถ่าย 3 มิติ นำใช้ประโยชน์จากการแสดงผลด้วยภาพเม็ดยาที่สร้างเป็นภาพ 3 มิติที่สามารถมองเห็นเหมือนจริง (Virtual reality image) ภาพที่เป็น 3 มิติ ที่มีการเก็บไว้ในลักษณะของคลังข้อมูลและฐานข้อมูลยานั้นภาพที่เราสามารถเห็นมิติของภาพ ตื้นลึก หนา บาง จะนำไปเก็บไว้ในรูปแบบฐานข้อมูลที่สามารถอธิบายให้ประชาชนและหน่วยงาน สามารถเข้าใจข้อมูลยาเชิงทางกายภาพของยาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การจำลองภาพเสมือนจริงของยาเพื่อนำเสนอรูปทรง สี ขนาดของเม็ดยามีการวางจำหน่ายในท้องตลาด ร้านขายยา ห้างสรรพสินค้า โดยฐานข้อมูลยาจำลองแบบ 3 มิตินี้ความสามารถที่นำภาพ 3 มิติ ไปประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องแสดงผลในลักษณะกราฟิก (Graphics) เป็นปัจจัยสำคัญที่สุด ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการตัดสินใจของผู้บริโภค เข้าใจง่ายขึ้นเป็นอย่างมากจะช่วยให้การตัดสินใจใช้ยาได้มีความถูกต้องขึ้น ซึ่งวิธีการในการนำเสนอข้อมูลยาออกมาเป็นกราฟิก 3 มิติ เห็นได้ว่าบทบาทของคอมพิวเตอร์กราฟิกในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้ยาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

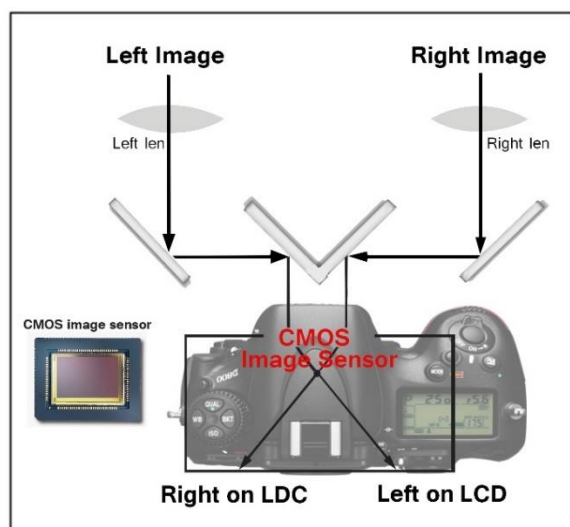
โดยนำโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์เป็นชื่อของชุดเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาการวิเคราะห์รูปร่างเม็ดยา สี ขนาดของเม็ดยา(5) ความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในความสามารถด้านการวิเคราะห์พื้นผิวสัมผัสของเม็ดยา(6)ซึ่งโดยความสามารถเห็นภาพแล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัล, ความสัมพันธ์ของข้อมูลและสรุปข้อมูลได้ชัดเจนขึ้นโดยการบันทึกข้อมูล 3 มิติ ในด้านการศึกษาข้อมูลความลึกในการสร้างสร้างจากภาพ 2 ภาพ (เสมือนภาพที่เกิดจากตา ด้าน ซ้าย-ขวา) (7)โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยด้วยการใส่จุดภาพสมนัย(8)ตามที่ได้ลงบนภาพซ้ายและภาพขวา การแก้ปัญหาความสมนัย (Correspondence problem)

ปัจจุบันเทคโนโลยีการทำแบบจำลอง 3 มิติด้วยซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมในการสร้างภาพ 3 มิติ ที่ได้ภาพจากการใช้กล้องถ่ายรูปจากหลายมุมมอง (Stereoscopic Scanner) การใช้กล้องถ่ายรูปจากหลายมุมมองควบคู่กับการใช้แสงที่เป็นรูปแบบ ด้วยการควบคุมสถานะแสงรอบวัตถุแบบทรงกลม (Spherical Illumination) ทางกายภาพเป็นภาพถ่ายทางรังสี บทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมากทุกอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตยา หรือจะเป็นอุตสาหกรรมภาพยนตร์ที่มีหนังที่เป็น 3 มิติมากขึ้น และเทคโนโลยีจอแสดงผลและกล้องบันทึกภาพ(9) ไม่ว่าจะเป็นจอแสดงผลโทรทัศน์ที่ใช้ตามบ้านรองรับแสดงผลแบบ 3 มิติ (10) กลไกการค้าของตลาดเสรีมีการแข่งขันราคาถูกลงประชาชนสามารถเข้าถึงได้มากขึ้น เมื่อการพัฒนาเทคโนโลยีเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วทำให้ 3D เริ่มเข้ามาแทนที่ 2D มากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของโลกยุคใหม่ การเก็บข้อมูลยาในลักษณะ 3 มิติ เพื่อใช้งานของอุตสาหกรรมการผลิตยา ตลอดไปถึงผู้บริโภคยาที่ เช่นกันการแสดงผลของเม็ดยา 3 มิติช่วยในการในการพิสูจน์ระบุลักษณะทางกายภาพของยาได้ชัดเจนว่าภาพ 2 มิติ ซึ่งเทคโนโลยีภาพ 3 มิติ มีความกระจ่ายของภาพและเห็นภาพมากยิ่งขึ้น สามารถพิจารณาให้เห็นมิติความกว้าง ความตื้นลึกของเม็ดยา สามารถนำไปใช้งานให้กับผู้บริโภค ผู้ป่วยในการรับประทานยาให้เห็นความแตกต่างในกรณีแพทย์ส่งเปลี่ยนยา เปลี่ยนบริษัทยา ลดการใช้ยาที่ซ้ำซ้อนมักเกิดจากการที่ผู้ป่วยผู้สูงอายุเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่พบได้บ่อยในการที่ผู้ป่วยไปรักษาพยาบาลหลายที่ ผู้ป่วยกลับมาก็รับประทานยาที่ทั้ง 2 แห่งให้มารวมกัน ซึ่งบางครั้งอาจเป็นยาตัวเดียวกันก็ได้ ทำให้ได้รับยาที่เกินความจำเป็น หรือบางรายพบว่าผู้ป่วยอาจไปรักษาที่สถานพยาบาลเดิม แต่ติดต่อกันหลายครั้ง แพทย์อาจให้ยาที่แรงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเห็นว่ายาเดิมที่ทานอยู่ไม่สามารถช่วยให้หายจากอาการป่วยได้ โดยแพทย์อาจจ่ายยาใหม่ที่รูปลักษณ์หรือบรรจุภัณฑ์เปลี่ยนไป (เปลี่ยนยา เปลี่ยนบริษัทยา) ระยะเวลาทานยาคงระยะเวลา ทำให้ผู้ป่วยคิดว่าเป็นยาคงชนิดก็นำมารับประทานร่วมกัน ทั้งที่จริงเป็นชนิดเดียวกัน การพัฒนาเทคโนโลยีการระบุเอกลักษณ์ทางยาในรูปแบบ 3 มิติ ขึ้นเพื่อให้รองรับการดูแลผู้ป่วยในกลุ่มผู้สูงอายุในการเพิ่มคุณภาพชีวิตในอนาคต

1.2 ทบทวนวรรณกรรม

1.2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน

Drug 3 dimension ภาพเมื่อยาให้เกิดเป็นภาพดิจิทัล 3 มิติ เกิดจากกระบวนการถ่ายภาพแบบ parallax photograph เหมือนภาพที่เกิดจากตาด้านซ้ายและขวา มองรับรู้ภาพโดยการนำภาพมาประมวลเข้าด้วยกัน ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีถ่ายแบบ กล้อง 1 ตัว ถ่ายภาพ 1 ภาพ ผ่านเลนส์ 1 ตัว ในเวลาเดียวกัน โดยอาศัย beam splitter lens แสดงในรูป 8.1.1(ก) เป็นวิธีการที่ใช้กระจกสะท้อนภาพ ไปกระทบบนชิปแสดงผลภาพของกล้องถ่ายภาพ Stereoscopic Photography ภาพที่แสดงความรู้สึกจากสองมุมมองที่แตกต่างกันในฉากเดียวกัน (7) ลักษณะทางเรขาคณิตของ Binocular stereo จะเห็นได้ว่าแบบจำลองพื้นฐานของกล้อง ทั้งสองจะแยกกันเพียงทิศทางแกน x เท่านั้นโดยมีระยะห่างเท่ากับระยะ Base line และระนาบของภาพ (Image plane) ของกล้องจะมีตัวเลนส์ตัวสองตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน ดังนั้น ทำให้จุดที่เราสนใจของภาพจากภายนอกปรากฏลงบนระนาบของกล้องที่ตำแหน่งต่างกันบน CMOS ซึ่งเป็นเซนเซอร์รับภาพ (Image sensor) ซึ่งระยะห่างของวัตถุระหว่างตำแหน่งภาพบนระนาบนั้นเรียกว่า Disparity และระนาบที่ผ่านจุดศูนย์กลางของเลนส์กล้องทั้งสองและจุดที่เราสนใจนั้นเรียกว่า Epipolar plane เส้นที่เกิดขึ้นจากการตัดกันของเส้นระนาบของภาพกับ Epipolar plane นั้นถูกกำหนดให้เป็น Epipolar line ซึ่งจากแบบจำลองของรูปที่ 8.1.1 (ก)



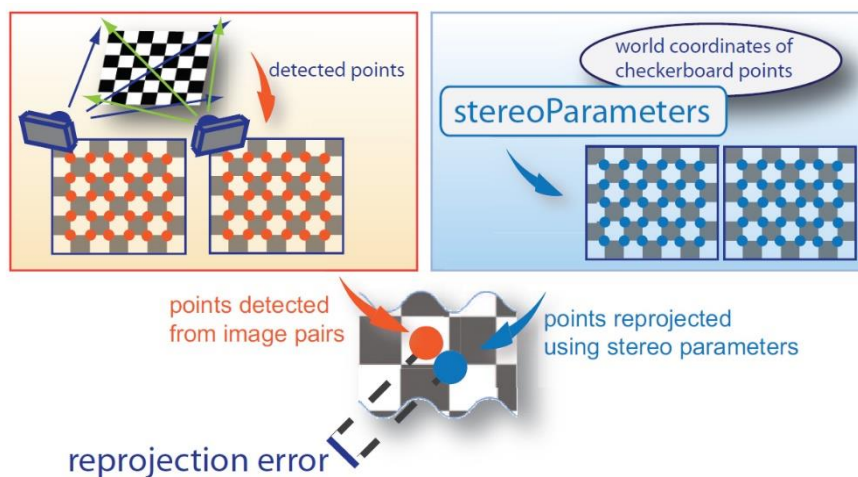
(ก) ภาพที่ได้ทำงานของ beam splitter lens



(ข) ภาพจาก beam splitter lens ปรากฏภาพใน Image Sensor

ภาพที่ 1- 1 แสดงการได้มาของ beam splitter lens ทำให้เกิดภาพในกล้องถ่ายภาพ

ภาพ 3 มิติ มีการสร้างภาพคู่ (Stereo Pairs) เป็นการสอบเทียบ calibration ภาพเลือกจุดที่มีความสัมพันธ์ในตำแหน่งภาพจากภาพในเลนส์ซ้ายและขวาแสดงในรูป 8.1.1(ข) ในขั้นตอนการวิเคราะห์หา reprojection errors เป็นการวัดระยะระหว่าง pixel เพื่อตรวจจับและหาจุด reprojected เปรียบเทียบ จุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งตรวจหาตำแหน่งที่สอดคล้องกันเส้นโครงอีกครั้งข้อผิดพลาดน้อยกว่าหรือหาโอกาสที่จะผิดพลาดน้อยที่สุดที่เป็นไปได้(11) นำมาสร้างภาพแบบ stereo matching method การประมวลผลภาพ แบบสเตอริโอเป็นการประมวลโดยการนำภาพ 2 ภาพที่มีทิศทางการถ่ายภาพขนานกันมาหาความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ ซึ่งผลที่ได้คือค่าความลึกที่สัมพันธ์กับระยะจริงใน 3 มิติ(12)

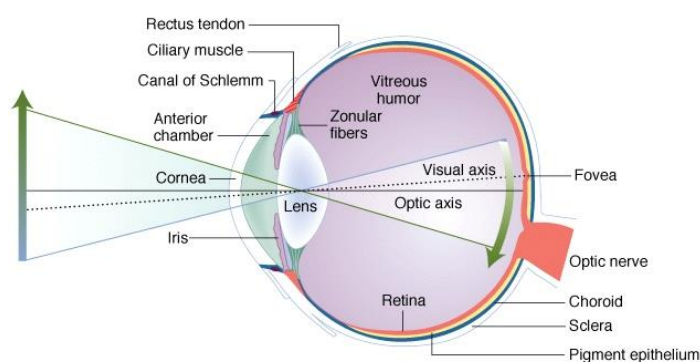


ภาพที่ 1- 2 แสดงการ Stereo Pairs

หลักการสร้างภาพแบบวิธีการสเตอริโอวิชัน (stereo matching method) การประมวลผลนำภาพ 2 ภาพมาประมวลผล ผลจากระบวนการดังกล่าวนอกจากจะหาตำแหน่งระหว่างกล้องถ่ายภาพกับวัตถุ โดยสามารถแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ (Segmentation) หาความเหมือนกันของภาพ สองภาพ รูป 8.1.2 โดยทำการหาแต่ละจุดที่อยู่ทีภาพซ้าย ที่เหมือนกับจุดที่อยู่บนภาพด้านขวาเพื่อที่จะนำข้อมูลมาหาค่า Disparity ต่อไป ในการทำ

Stereo matching ทำการ Filtering ภาพทั้งสองภาพเพื่อกำจัด noise กำหนด Threshold และหาขอบด้วยกระบวนการ Edge detection หาความเหมือนของภาพ

สรีรวิทยาของดวงตา (Physiology of eyes) ในด้านการมองเห็นจะประกอบด้วยองค์ประกอบของตา สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายๆส่วนด้วยกัน กระจกตา (Cornea), ม่านตา (Iris), เลนส์แก้วตา (Lens), รูม่านตา (Pupil), น้ำวุ้นตา (Vitreous), นัยน์ตาขาว(Sclera), เส้นประสาท (Optic Nerve), จอประสาทตา (Retina) ในกระบวนการมองเห็นวัตถุ เกิดจากการที่แสงตกกระทบสิ่งต่างๆ แล้วเกิดการสะท้อนเข้าสู่ตาผ่านทางเลนส์ตา(Lens) แล้วก็ผ่านเข้ามาในลูกตา ทำให้เกิดภาพบนเรตินา (Retina) ที่อยู่ด้านหลังของลูกตา แล้วส่งข้อมูลของวัตถุที่มองเห็นผ่านเส้นประสาท (Optic nerve) ไปสู่สมอง ดังรูปที่ 8.1.3 สมองจะทำการแปลข้อมูลเป็นภาพของวัตถุนั้นๆ (13)



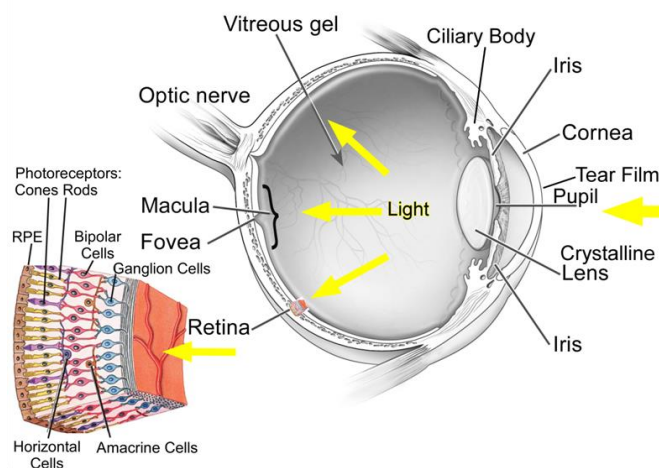
ภาพที่ 1- 3 แสดงการเกิดภาพที่ดวงตามนุษย์

ที่มา: http://www.bio.miami.edu/tom/courses/bil265/bil265goods/11_vision.html

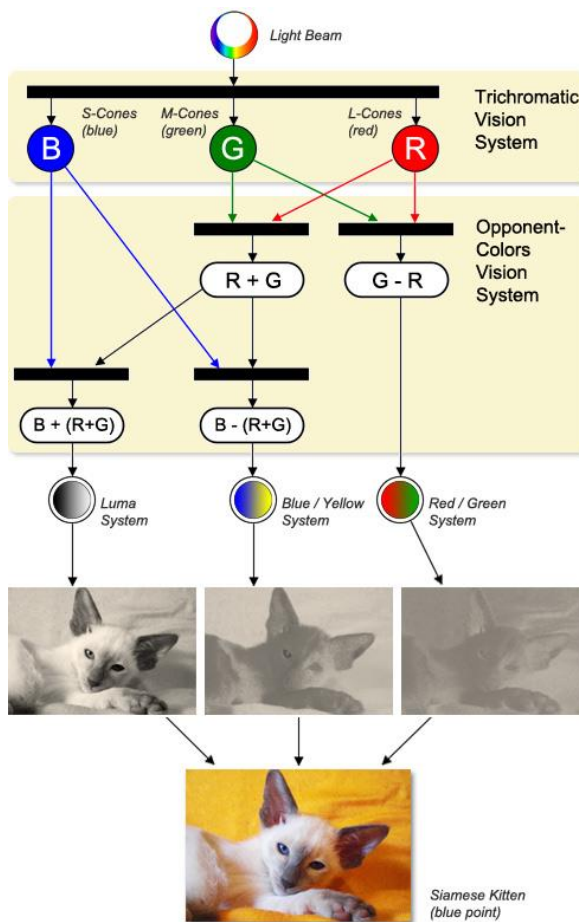
เรตินาทำหน้าที่เป็นจอรับภาพเนื่องจากมีเซลล์รับแสง 2 ชนิดคือ เซลล์รูปแท่ง (rod cell) ซึ่งไวต่อการรับแสงสว่าง แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ ส่วนเซลล์อีกประเภทหนึ่งเป็นเซลล์รูปกรวย (cone cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่แยกความแตกต่างของสีได้แต่ต้องการแสงสว่างมากจึงบอกสีของวัตถุได้ถูกต้อง จอตาหรือเรตินาข้างหนึ่งจะมีเซลล์รูปแท่งประมาณ 125 ล้านเซลล์และเซลล์รูปกรวยประมาณ 7 ล้านเซลล์ นอกจากนี้ชั้นเรตินาจะมีเซลล์ที่ไวต่อแสงดังกล่าวแล้ว ยังมีเซลล์ประสาทอื่นที่รับกระแสประสาทที่รวมกันเป็นมัดเพื่อส่งไปยังเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 การเกิดภาพที่เรตินาจะมีเซลล์รับแสง 2 ชนิด คือ(13, 14)

1. เซลล์รูปแท่ง(Rod Cell) ทำหน้าที่รับแสงสว่าง (สลัว) ที่ไวมาก สามารถมองเห็นภาพขาวดำ เซลล์ รูปแท่งจะไวเฉพาะต่อแสงที่มีความเข้มน้อย โดยจะไม่สามารถจำแนกสีของแสงนั้นได้

2. เซลล์รูปกรวย(Cone Cell) จะไวเฉพาะต่อแสงที่มีความเข้มสูงถัดจากความไวของเซลล์รูปแท่ง และสามารถจำแนกแสงแต่ละสีได้ด้วย เซลล์รูปกรวยมี 3 ชนิด แต่ละชนิดจะมีความไวต่อแสงสีปฐมภูมิต่างกัน ชนิดที่หนึ่งมีความไวสูงสุดต่อแสงสีน้ำเงิน ชนิดที่สองมีความไวสูงสุดต่อแสงสีเขียว และชนิดที่สามมีความไวสูงสุดต่อแสงสีแดง เมื่อมีแสงสีต่างๆ ผ่านเข้าตามากระทบเรตินา เซลล์รับแสงรูปกรวยจะถูกกระตุ้น และสัญญาณกระตุ้นนี้จะถูกส่งผ่านประสาทตาไปยังสมอง เพื่อแปลความหมายออกมาเป็นความรู้สึกเห็นเป็นสีของแสงนั้น ๆ



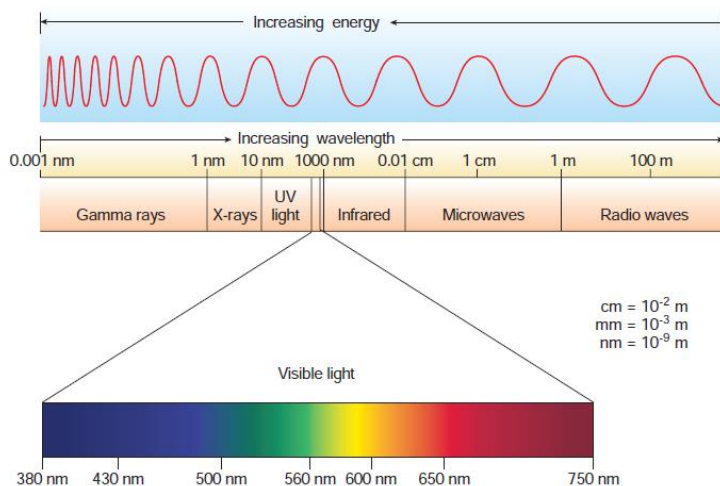
(ที่มา: <http://www.intechopen.com/source/html/26714/media/image1.png>)



(ที่มา: <http://www.workwithcolor.com/color-vision-1089.htm>)

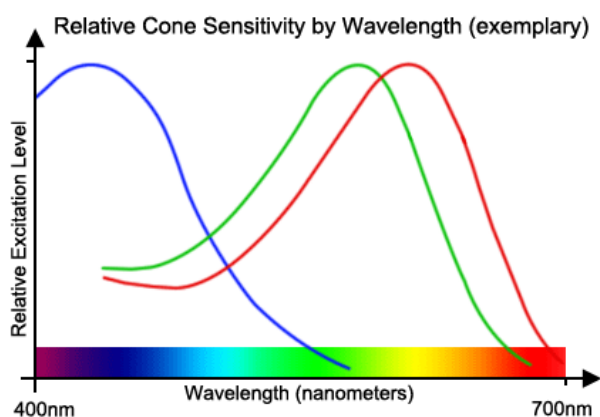
ภาพที่ 1- 4 แสดงเซลล์รับแสงของเรตินา

มนุษย์สามารถตอบสนองการมองเห็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ที่ความยาวคลื่น 380-720 นาโนเมตร(14) ซึ่งก็คือแสงขาวนั่นเอง ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และ แดง รวมกันเรียกว่า สเปกตรัมของแสง (Visible Light Spectrum) ดังรูป 8.1.5 (ก) เพื่อให้ง่ายในการจำแนกแสงสี เราจึงใช้ SPD (Spectral Power Distribution) ซึ่งเป็นกราฟพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงในแต่ละความยาวคลื่นที่ตอบสนองกับเซลล์รับแสงของเรตินา ดังรูป 1-5 (ข)



(ก) แสดงสเปกตรัมของแสง

(ที่มา: Rod R. Seeley et al. Anatomy & physiology, McGraw-Hill, p 529)

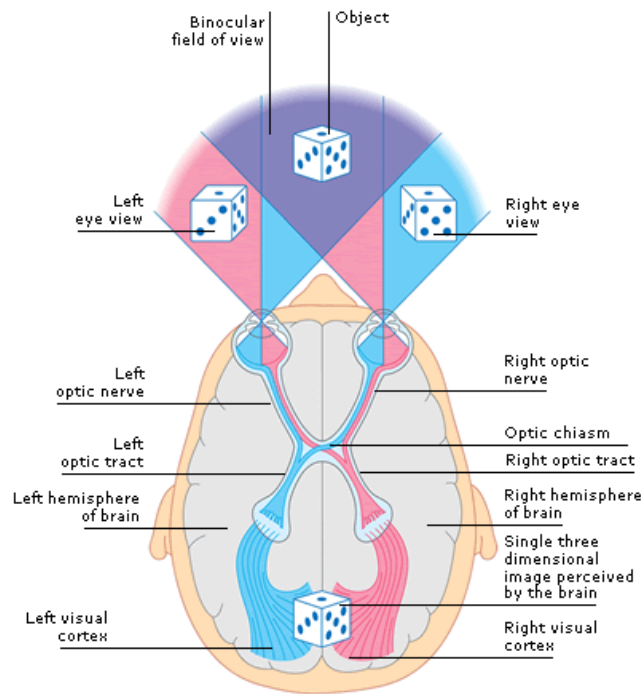


(ข) แสดงการตอบสนองของเซลล์รูปกรวย

(ที่มา: <http://www.workwithcolor.com/color-vision-1089.htm>)

ภาพที่ 1- 5 แสดงกระบวนการการรับรู้สีของมนุษย์

Stereopsis เป็นการมองเห็นภาพ 3 มิติ คือ เห็นความกว้าง ความยาว และความลึกของวัตถุได้ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้จะต้องมีการพัฒนา 2 ระดับแรกที่ดีเสียก่อนถือเป็นคุณภาพสูงสุดของการใช้ตา 2 ข้างร่วมกัน ภาพที่ได้จากตาขวาและซ้ายทั้ง 2 ภาพที่ได้รับจากตาแล้วนำเข้าสู่สมองซึ่งภาพแสดงเป็นมิติที่ได้เกิดจากการประมวลผลและแปลผลจากสมอง จากรูป 8.1.6 ให้สีแดงแทนวัตถุจริงด้านซ้ายโดยภาพจะส่งไปประมวลผลที่สมองขวา และสีฟ้าแทนวัตถุจริงด้านขวาโดยภาพจะส่งไปประมวลผลที่สมองซ้าย โดยที่มุมมองของตาแต่ละข้างจะต่างกันเล็กน้อย ทำให้รู้สึกถึงความเป็นสามมิติหรือความลึก(15) ในระยะใกล้ มุมมองของตาทั้งสองจะต่างกันเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 1- 6 แสดง Stereopsis การรวมข้อมูลภาพจากตาซ้าย-ขวา โดยสมอง

การแปลงเรดอน (Radon transform)

การประยุกต์ใช้ Radon transform บนรูปภาพ $f(x, y)$ สำหรับมุมที่กำหนด สามารถคิดได้ว่าเป็นการคำนวณการสร้างภาพตัดขวางตามมุมที่กำหนด ผลที่ได้คือผลรวมค่าความหนาแน่นสะสมของพิกเซลในแต่ละทิศทาง นั้นหมายถึงเส้นตรงที่ลากตัดผ่านรูปภาพ (ดังแสดงในภาพที่ 2-20) ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงเรดอนคือภาพใหม่ $R(\rho, \theta)$ สามารถกำหนดเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า

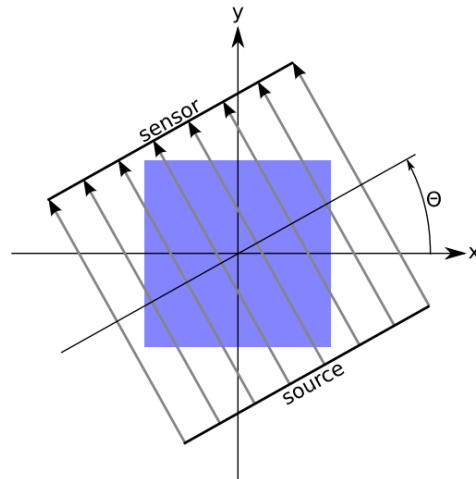
$$\rho = x \cos\theta + y \sin\theta \quad (2.7)$$

Radon transform สามารถกำหนดเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$R(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \delta(\rho - x \cos\theta - y \sin\theta) dx dy \quad (2.8)$$

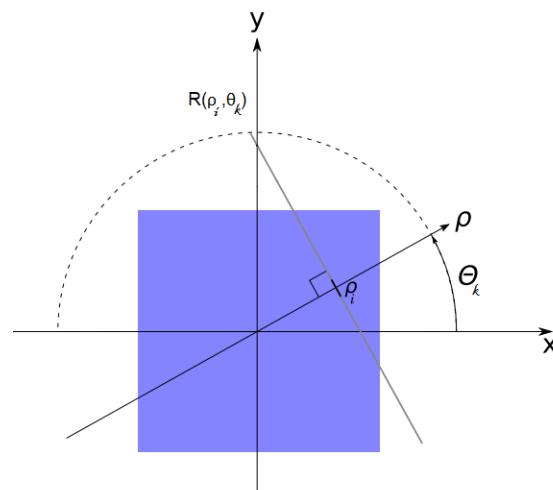
Type equation here.

การแปลงเรดอน คือการแปลงจากพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y) เป็น ระยะทาง (distance) และมุมองศา (angle) (ρ, θ) มีด้วยกันสองแบบ แบบที่หนึ่งคือ มีจุดกำเนิดหลายจุดเรียกว่า Parallel Beam (ดังแสดงในภาพที่ 2-20) แบบที่สองคือมีจุดกำเนิดจุดเดียวเรียกว่า Fan Beam งานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชัน radon ของ MATLAB ซึ่งฟังก์ชันนี้ใช้ Parallel Beam



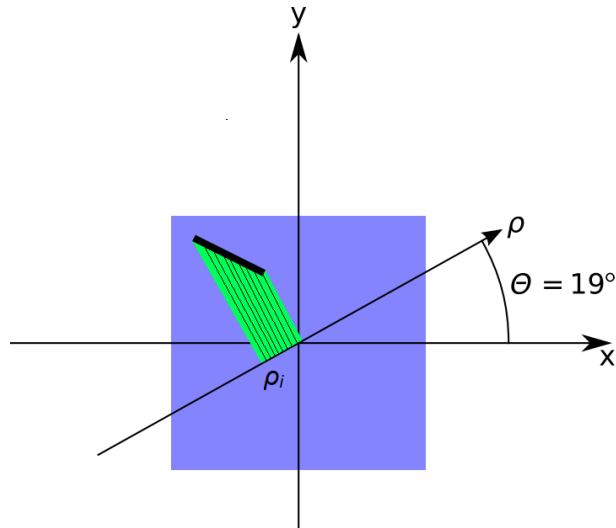
ภาพที่ 1- 7 การแปลงเรดอนแบบ *Parallel Beam*

จากภาพที่ 2-20 แหล่งกำเนิด (source) และ เซนเซอร์ (sensor) จะหมุนไปรอบๆ จุดศูนย์กลางของวัตถุ เพื่อให้แต่ละมุมมอง θ เกิดการสะสมความหนาแน่นของฟิสิกเซลจากแหล่งกำเนิด ไปยังเซนเซอร์ โดยกำหนดให้หมุนรอบจุดศูนย์กลางของวัตถุ 180 องศา ตั้งแต่ θ เท่ากับ 0 ถึง 179 องศา ไม่รวม 180 องศา เนื่องจาก 180 องศา ให้ผลลัพธ์เท่ากับ 0 องศา

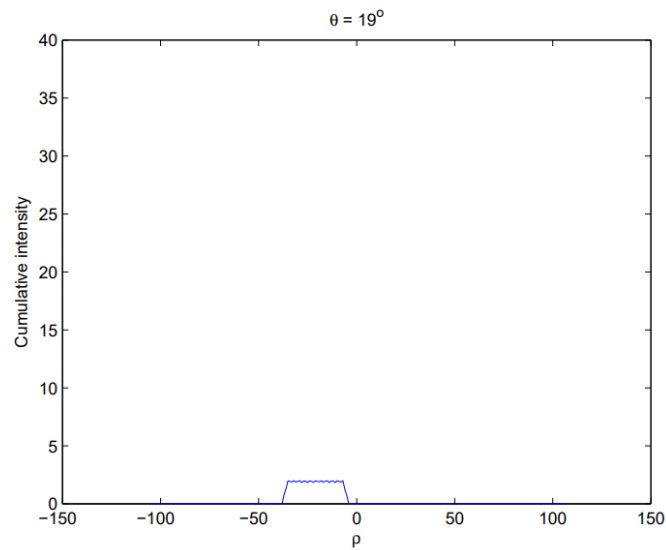


ภาพที่ 1- 8 ความหนาแน่นสะสมของฟิสิกเซลในแต่ละมุมมอง θ และ แต่ละระยะทาง ρ

จากภาพที่ 1-9 สำหรับแต่ละมุม θ_k และแต่ละระยะทาง ρ , ความหนาแน่นสะสมของฟิสิกเซล ของทิศทางที่ตั้งฉากกับแกน ρ จะถูกรวมที่ $R(\rho, \theta_k)$ และเมื่อรวมทุก $R(\rho, \theta_k)$ จะได้เท่ากับ $R(\rho, \theta_k)$ นั่นคือ projection ที่สมบูรณ์สำหรับแต่ละ θ_k

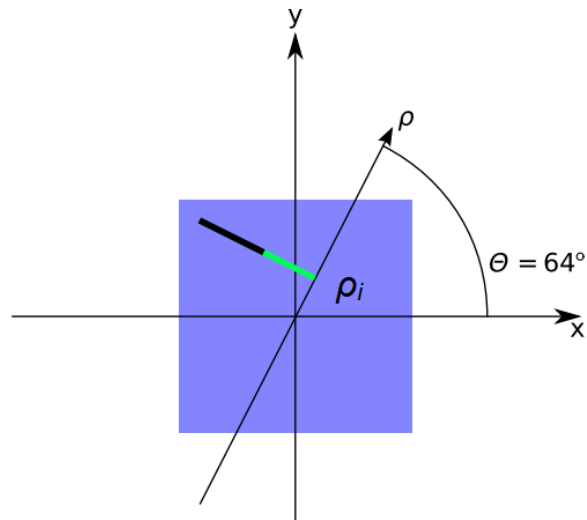


ภาพที่ 1- 9 ตัวอย่างการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 19^\circ$

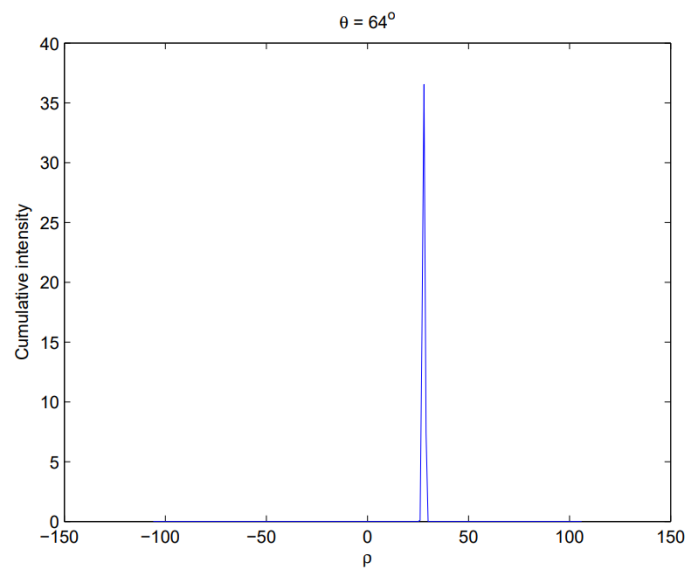


ภาพที่ 1- 10 ผลจากการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 19^\circ$

จากภาพที่ 1-10 ผลจากการแปลงเรดอนที่ $\theta = 19^\circ$ แกนแนวตั้งคือ ค่าความหนาแน่นสะสมของฟังก์ชัน แกนแนวนอนคือ ρ (ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง) จากภาพที่ 2-22 เส้น ρ ไม่ตั้งฉากกับรูปภาพ (สีเหลี่ยมสีดำ) จึงทำให้ไม่สามารถระบุค่าความหนาแน่นสะสมของฟังก์ชันที่สูงสุดได้

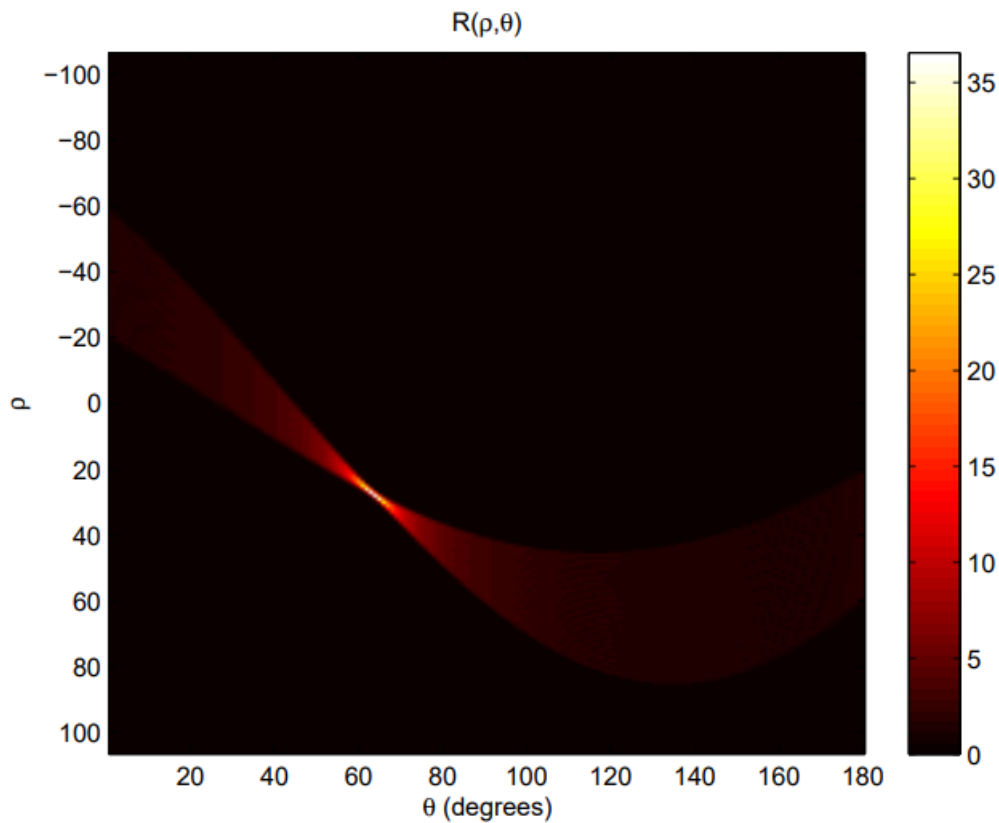


ภาพที่ 1- 11 ตัวอย่างการแปลงเรดอน ที่ $\theta = 64^\circ$



ภาพที่ 1- 12 ผลจากการแปลงเรดอนที่ $\theta = 64^\circ$

จากภาพที่ 1-13 ผลจากการแปลงเรดอนที่ $\theta = 64^\circ$ แกนแนวตั้งคือ ค่าความหนาแน่นสะสมของรังสี แกนแนวนอนคือ ρ_i (ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง) จากภาพที่ 2-24 เส้น ρ ตั้งฉากกับรูปภาพ (สี่เหลี่ยมสีดำ) จึงทำให้สามารถระบุค่าความหนาแน่นสะสมของรังสีที่สูงที่สุดได้



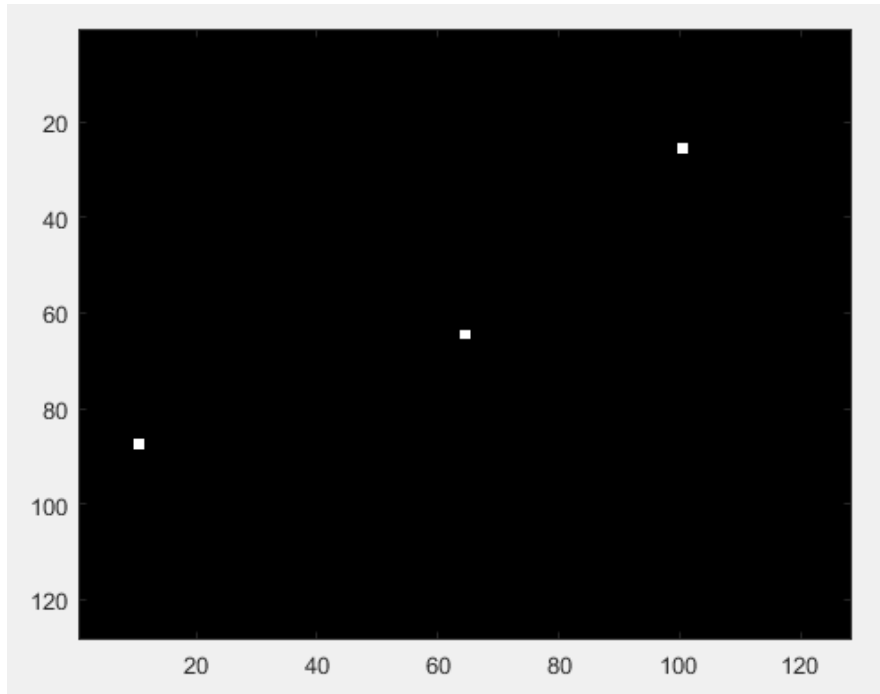
ภาพที่ 1- 13 Sinogram ของการแปลงเรดอน

จากภาพที่ 1-13 คือภาพที่ได้จากการแปลงเรดอนที่สมบูรณ์ $R(\rho, \theta)$ เรียกว่า sinogram จุดที่เป็นสีขาวคือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง ρ_i และ องศา θ_k คือตำแหน่งที่รวมความหนาแน่นที่สูงสุดของรูปภาพ

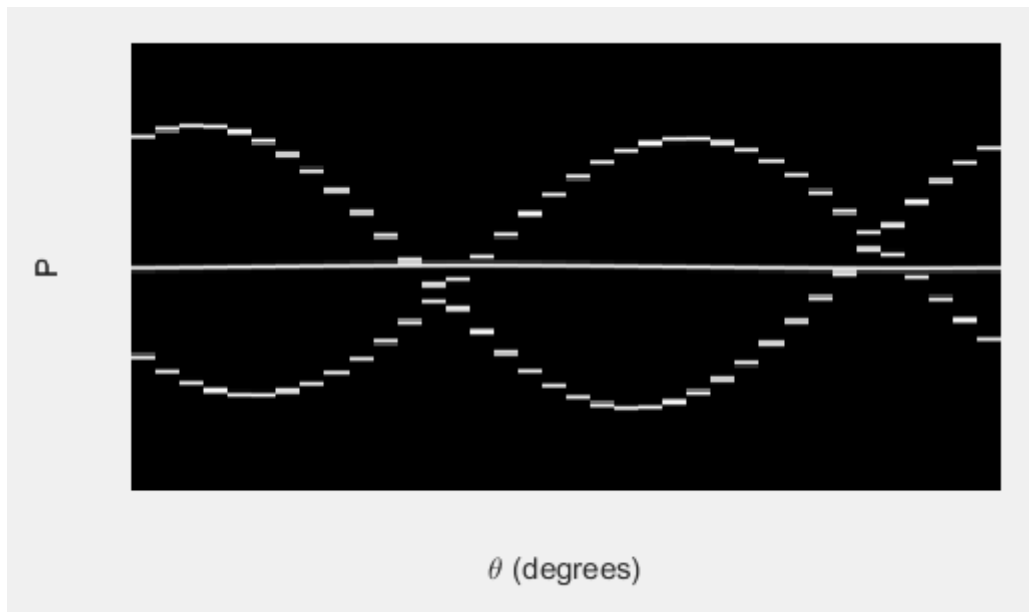
การสร้างภาพแบบแบกโพรเจกชัน (Backprojection)

การสร้างภาพแบบแบกโพรเจกชัน คือการนำ sinogram ในแต่ละ θ กลับเข้ามาในภาพตามเส้นทางการฉายภาพ (projection) ตามมุมที่กำหนด โดย Backprojection สามารถกำหนดเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ว่า

$$f_{BP}(x, y) = \int_0^\pi R(x \cos \theta + y \sin \theta, \theta) d\theta \quad (2.9)$$

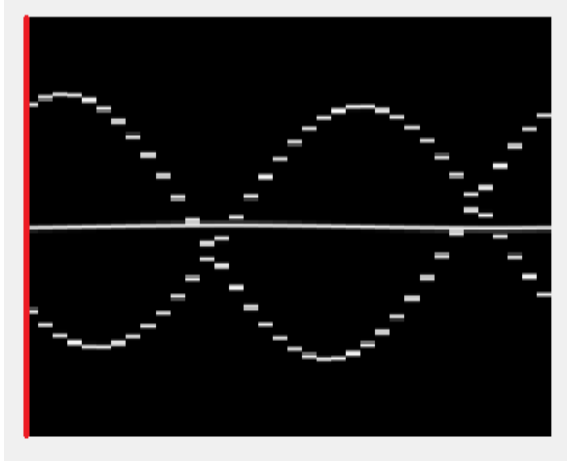


ภาพที่ 1- 14 ภาพต้นฉบับการทำ Backprojection

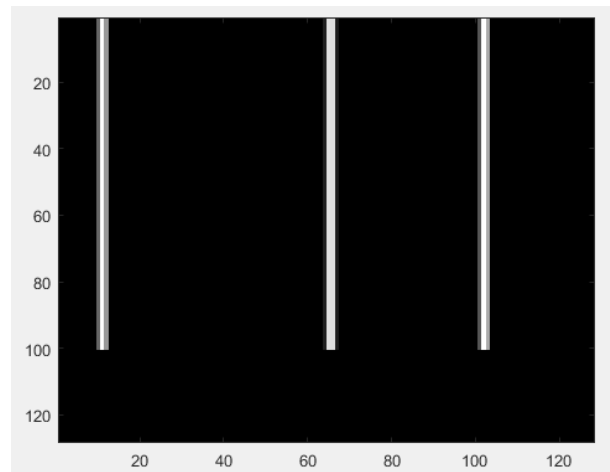


ภาพที่ 1- 15 แสดง sinogram การทำ Backprojection

จากภาพที่ 1-16 คือภาพต้นฉบับที่จะทำการแปลงเรดอนทุก 10 องศา จนครบ 360 องศา จำนวน 36 projection จากนั้นจะได้ sinogram ดังภาพที่ 2-27 แกนแนวตั้งคือ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง p , แกนแนวนอนคือ องศา θ_k

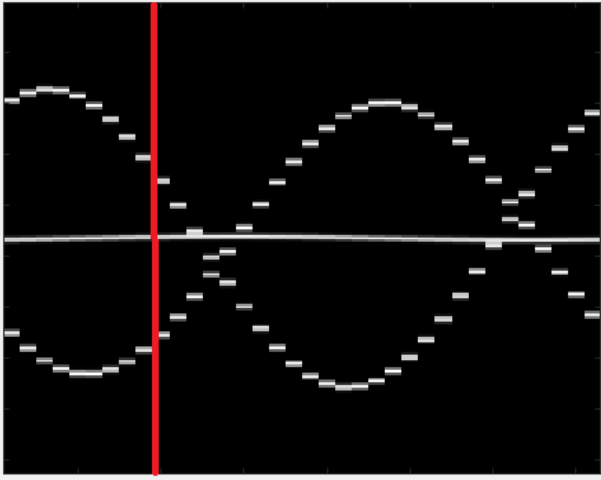


(ก) ตำแหน่งของ sinogram

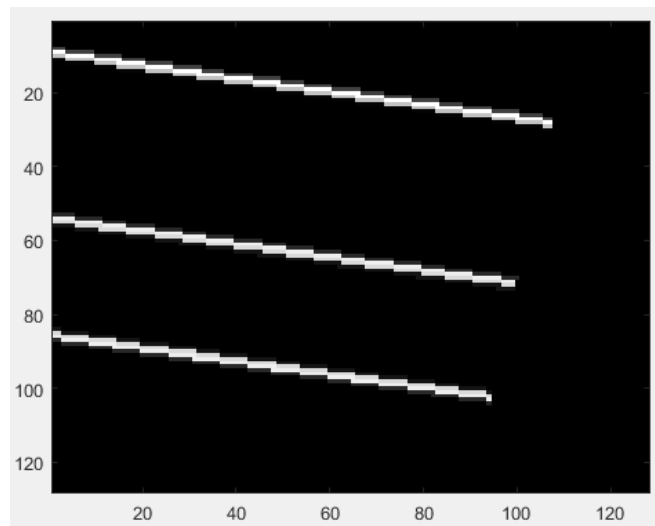
(ข) projection ที่ θ_k เมื่อ $k = 1$ (ค) Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$

ภาพที่ 1- 16 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$

จากภาพที่ 1-16 (ก) คือตำแหน่งของ projection ที่ 1 ที่ $\theta = 0^\circ$ บนภาพ sinogram เมื่อนำ projection ที่ 1 ดังภาพ (ข) มาทำการ Backprojection จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ (ค)

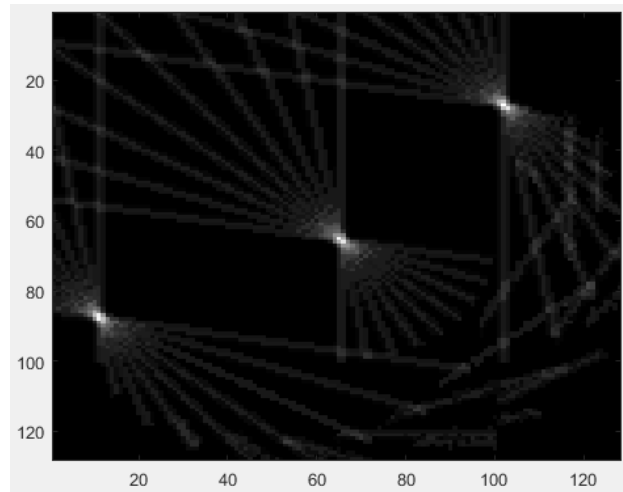


(ก) ตำแหน่งของ sinogram

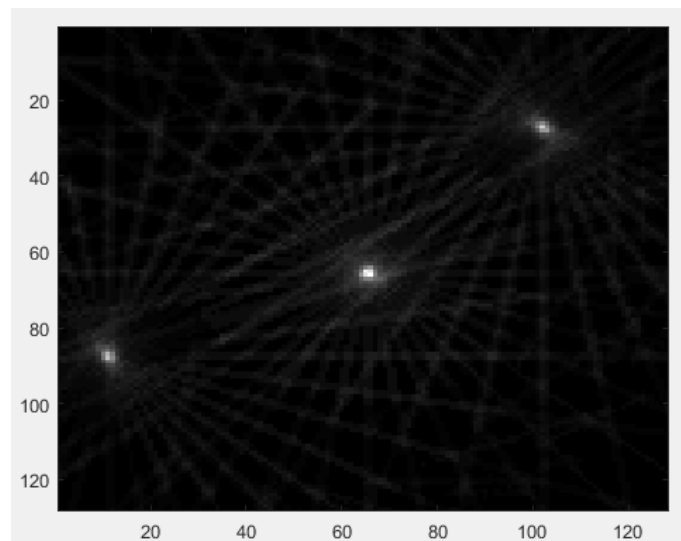
(ข) projection ที่ θ_k เมื่อ $k = 9$ (ค) Backprojection ที่ $\theta = 80^\circ$

ภาพที่ 1- 17 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 80^\circ$

จากภาพที่ 1-17 (ก) คือตำแหน่งของ projection ที่ 9 ที่ $\theta = 80^\circ$ บนภาพ sinogram เมื่อนำ projection ที่ 9 ดังภาพ (ข) มาทำการ Backprojection จะได้ผลลัพธ์ดังภาพ (ค)



ภาพที่ 1- 18 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$ ถึง $\theta = 80^\circ$



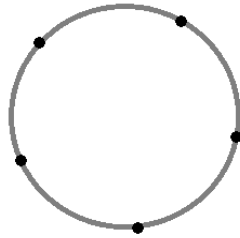
ภาพที่ 1- 19 ภาพการทำ Backprojection ที่ $\theta = 0^\circ$ ถึง $\theta = 360^\circ$

จากภาพที่ 1-18 และ จากภาพที่ 1-19 จะสังเกตได้ว่า เมื่อทำการ Backprojection แล้ว ตำแหน่งที่เป็นส่วนของวัตถุ คือจุดสีขาวจากภาพต้นฉบับจะเกิดการรวมแสงทำให้มีภาพใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ

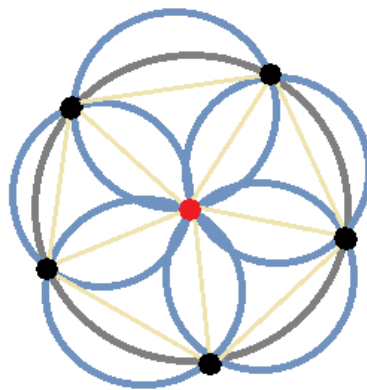
Delaunay triangulation

คือวิธีการเชื่อมจุดเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งคิดขึ้นโดย Boris Delaunay ในปี 1937 ตามนิยามของ Delaunay triangulation คือ สร้างวงกลมอย่างไรก็ได้ ให้เส้นรอบวงกลมผ่านจุดสามจุด โดยภายในวงกลมไม่มีจุดใดๆ อยู่ในวงกลม หากจะมีจุดอื่นอยู่ได้เฉพาะแต่ในเส้นรอบวงเท่านั้น หากมีจุดจำนวนมาก ดังภาพที่ 2-

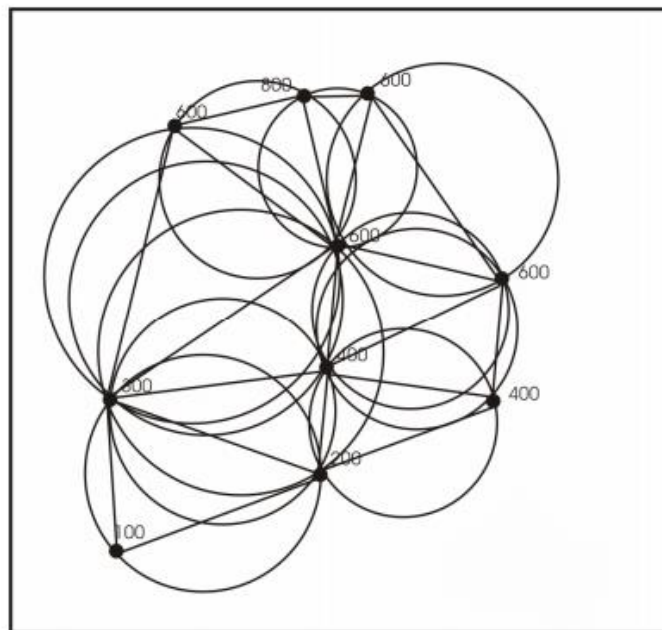
32 อาจหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มขนาดเล็ก เชื่อมสามเหลี่ยมที่ตำแหน่งจุดตัวแทน ดังภาพที่ 2-33 ภาพตัวอย่างของการเชื่อมสามเหลี่ยมด้วยวิธีการของ Delaunay triangulation ดังรูปที่ 1-20



ภาพที่ 1- 20 จุดจำนวนมากรอบเส้นวงกลม



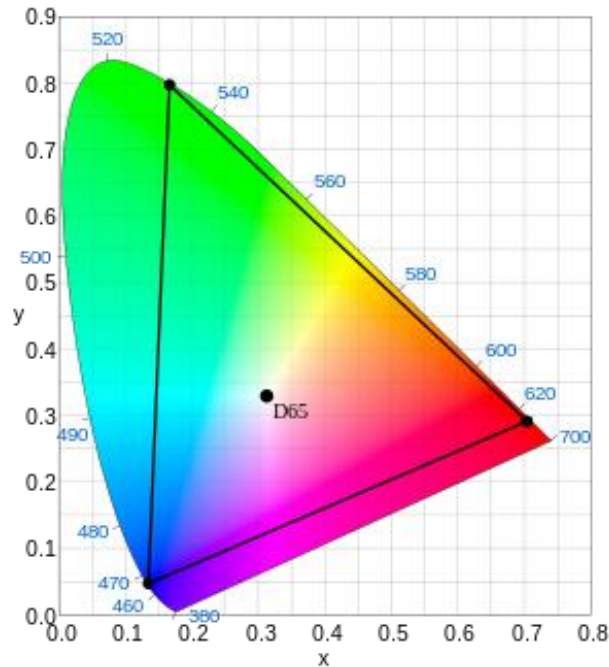
ภาพที่ 1- 21 สร้างจุดค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มขนาดเล็ก



ภาพที่ 1- 22 การเชื่อมจุดแบบรูปสามเหลี่ยมตามวิธีของ Delaunay triangulation

การวัด color stabilization ตัวอุปกรณ์ standard color chart ในการสอบเทียบระบบสี(16) CIE chromaticity diagram ได้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.1931 เมื่อ Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) or International Commission on Illumination(17) ได้เห็นความจำเป็นที่จะต้องมีระบบสีในรูปของ Objective ที่ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์หรือความคิดของมนุษย์ (human vision) ในการวัดสีโดยจะวัดสีออกมาเป็นตัวเลข ซึ่งเป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็นของแต่ละบุคคลทำให้ลดปัญหาขัดแย้งลงได้ที่มาโต้แย้งกัน ระบบ CIE ยังเป็นระบบที่บอกค่าของสีออกมาเป็นค่าตัวเลข ดังนั้นถึงแม้ตัวเมตยาจะซีดลง แต่ตัวเลขที่มีอยู่ก็ยังสามารถถือว่าสีเดิมก่อนเปลี่ยนไป ในการวัดสีของวัตถุจากเครื่องวัดสีต้องอาศัยแหล่งกำเนิดแสงประดิษฐ์(17) การเปรียบเทียบสี Calibration method ของอุณหภูมิสี(18) White Point: D65 (~6504 Kelvin) ดังรูปที่ 8.1.7 ที่เมื่อให้แสงออกมาแล้วสามารถที่จะวัดการกระจายพลังงานที่แต่ละความยาวคลื่นได้ด้วยเครื่อง Spectroradiometer และด้วยผลของแหล่งกำเนิดแสงที่ต่างกันจะมีผลให้การมองเห็นสีที่ต่างกัน ดังนั้นระบบ CIE(16) จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานของแหล่งกำเนิดแสงขึ้นซึ่งคุณภาพของการส่องสว่าง (Qualities of illumination) Illuminance: 70-120 cd/m² เป็นตัว กำหนดรูปแบบของระบบสี temperatures indicated(19) เป็นอุณหภูมิสีเป็นองศา Kelvin (Color Temperature) ได้ดังนี้ คือ(20-22)

- 1) Illuminant A มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่น (SPD) ใกล้เคียงกับหลอดไฟ ทั้งสแตนหรือแหล่งกำเนิดแสง Incandescence อื่นๆ ที่มีอุณหภูมิสีประมาณ 2848K
- 2) Illuminant B เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Illuminant A มาผ่านแผ่นกรองแสงมีอุณหภูมิสีประมาณ 4900K โดย Illuminant B จะใช้แทน แสงแดดตอนเที่ยง แต่ปัจจุบันมักไม่เป็นที่นิยมใช้แล้ว
- 3) Illuminant C เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ได้จากการนำ Illuminant A มาผ่านแผ่นกรองแสง มีอุณหภูมิสีประมาณ 6700K โดย Illuminant C จะใช้แทน แสงแดดตอนกลางวัน
- 4) Illuminant D เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีการกระจายพลังงานแต่ละความยาวคลื่น (SPD) ใกล้เคียงกับแสงแดดตอนกลางวันเช่นกัน แต่จะแบ่งละเอียดตามอุณหภูมิสีจากสีเหลืองจนถึงสีน้ำเงินโดย
 - a. D65: D = Daylight, 65 = อุณหภูมิสีของแสงแดดตอนกลางวัน 6500K
 - b. D75: D = Daylight, 75 = อุณหภูมิสีของแสงแดดตอนกลางวัน 7500K



(ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Rec._2020)

ภาพที่ 1- 23 แสดง Diagram of the CIE 1931 color space

CIE Tristimulus Values จากการที่สามารถหาปริมาณการกระจายพลังงานของแหล่งกำเนิดแสงการสะท้อนแสงของวัตถุ และการตอบสนองของตามนุษย์ที่ไวต่อแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน เป็นตัวเลขได้ดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้สามารถคำนวณสีหรือระบุสีของวัตถุได้ออกมาเป็นตัวเลขโดยนำค่าทั้งสามที่แต่ละความยาวคลื่นเดียวกันคูณกัน จากนั้นนำรวมกันตลอดความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ได้เป็นตัวเลข 3 ค่า X, Y และ Z ดังสมการ(23)

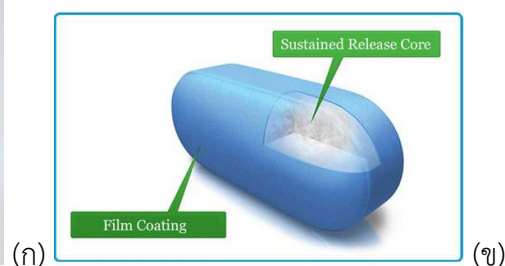
$$X = k \sum_{\lambda} \Phi(\lambda) \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (8.1.1)$$

$$Y = k \sum_{\lambda} \Phi(\lambda) \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (8.1.2)$$

$$Z = k \sum_{\lambda} \Phi(\lambda) \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (8.1.3)$$

ค่า X, Y และ Z ที่ได้เรียกว่า CIE Tristimulus Values โดย X จะบอกความเป็นสีแดงของวัตถุ Y จะบอกความเป็นสีเขียวของวัตถุ และ Z จะบอกความเป็นสีน้ำเงินของวัตถุ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ทำให้ปกติ, λ คือ ความยาวคลื่นของแสงสีเดียวเทียบเท่า, $\Phi(\lambda)$ เป็นฟังก์ชันกระตุ้นสีของแสงมองเห็นได้โดยผู้สังเกตการณ์, $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ ฟังก์ชันที่ตรงกับสีของ CIE 1931 สังเกตการณ์สีมาตรฐาน และ $\Delta\lambda$ ช่วงเวลาการสุ่มตัวอย่างความยาวคลื่น

Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) สามารถเรียกชื่อสั้นๆว่า Hypromellose เป็นสาร HPMC จัดเป็นประเภทโพลีเมอร์กึ่งสังเคราะห์ (Semisynthetic polymer) สารที่มีคุณสมบัติหลากหลายทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ถูกนำมาผสมในเภสัชผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาแต่โดยมากไม่ได้ใช้เป็นสาระสำคัญ หรือสารออกฤทธิ์ต่อร่างกายที่มีกลไกซับซ้อนมากนัก ลักษณะทั่วไปของสารHPMC(24) สถานะเป็นผงที่มีสีออกขาวหรืออาจจะเรียกว่าเป็นผงแกรนูล (Granule) ก็ได้ เมื่อนำไปกระจายตัวในน้ำHPMCจะลอยและแขวนตะกอนหรือที่เราเรียกว่าเป็นสารคอลลอยด์ (Colloids) HPMC ไม่ใช่สารที่มีพิษ แต่สามารถติดไฟได้ ใช้กับอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง น้ำยา/ผลิตภัณฑ์ซักล้างทำความสะอาด และใช้เป็นส่วนประกอบหลักของเภสัชผลิตภัณฑ์ประเภทยาหยอดตาที่เพิ่มความหล่อลื่นให้กับตา รวมถึงเป็นสารช่วยในสูตรตำรับของยาชนิดอื่นๆเช่น ใช้ในการออกแบบ Hydrophilic matrix tablets จะอยู่ในรูปของ gel layer รูปที่ 8.1.8 ใช้เป็นฟิล์มหน้าผิวของเม็ดยาชนิดรับประทานโดยทำตัวเหมือนกาวที่ยึดเกาะผงยาเป็นผลให้การตอกอัดเม็ดทำได้ง่ายขึ้น หรือทำให้การปลดปล่อยของตัวยาในระบบทางเดินอาหาร (During gastrointestinal transit) เป็นไปอย่างช้าๆหรือที่เราเรียกสูตรตำรับว่า ยาออกฤทธิ์เนิ่น/ยาออกฤทธิ์ได้นาน (Sustained release)โดยยาจะค่อยๆดูดซึมน้ำที่ดื่มพร้อมกับการรับประทานยา และเกิดการพองตัวของสาร HPMC (25) จนมีลักษณะหนืดข้นอย่างพอเหมาะ พร้อมกับยึดเกาะตัวยานที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร จากนั้นจะค่อยๆ ปลดปล่อยตัวยาทีละน้อยจึงทำให้การออกฤทธิ์ของยานานขึ้น(26)



ที่มา: (ก. <http://i.ytimg.com/vi/pkqfNVLQsMk/maxresdefault.jpg>)

(ข. <http://3.imimg.com/data3/QY/JW/MY-4594640/easycoat-sr-er-cr-mr-dr-sustained-release-500x500.jpg>)

ภาพที่ 1- 24 แสดง *Hydroxypropyl methylcellulose* (HPMC)

1.2.2 วิธีการสร้างและได้มาของภาพ 3 มิติ

การสร้างภาพ 3 มิติประดิษฐ์ขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Sir Charles Wheatstone เมื่อ พ.ศ. 2381 การถ่ายภาพ 3 มิติ Stereoscope ถูกนำมาใช้ในการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ (photogrammetry) รวมทั้งในด้านการบันเทิงโดยทำเป็นคู่ภาพทรวดทรง (stereograms) ซึ่งเป็นกล้องสองตาที่เป็นที่นิยมดูภาพสวยงามในสมัยก่อน การถ่ายภาพสามมิติมีประโยชน์ในการดูภาพเอนกมิติที่สร้างจากการรวมชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการทดลองต่างๆ ภาพถ่ายสามมิติในการอุตสาหกรรมสมัยใหม่อาจใช้เครื่องกราดภาพ 3 มิติ (3D scanners) สำหรับตรวจจับและบันทึกข้อมูล 3 มิติ ข้อมูลความลึกสร้างจากภาพ 2 ภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยด้วยการใส่จุดภาพสมนัยตามที่ได้ลงบนภาพซ้ายและภาพขวา การแก้ปัญหาความสมนัย (Correspondence problem) ในสนามภาพของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) มุ่งไปที่การสร้างข้อมูลความลึกที่มีความหมายจาก 2 ภาพ การถ่ายภาพสามมิติทั่วไปประกอบด้วยการสร้างภาพลง 3 มิติโดยเริ่มจากภาพ 2 มิติคู่ วิธีที่ง่ายที่สุดในการสร้างการรับรู้ทางลึกในสมอง คือการให้ตาของผู้มอง 2 ภาพที่ต่างกัน ให้เห็นทัศนมิติในวัตถุเดียวกัน ด้วยการเหลื่อมเพียงเล็กน้อยดังที่ตาเราแต่ละข้างมองเห็นเป็นภาพเดี่ยวด้วยสองตาตามธรรมชาติ เพื่อหลีกเลี่ยงการล้าตาหรือการบิดเลือนจากการมอง ภาพ 2 มิติทั้งสองภาพควรอยู่ในระยะชิดกันในระยะที่พอเหมาะ คุณลักษณะของภาพในศึกษาในการวิเคราะห์การฟิล์มเคลือบเม็ดยาด้วยการดูการปลดปล่อยของยา โดยนักวิจัย Louise Ho และคณะ ในปี 2009 ใช้ภาพ terahertz pulsed imaging (TPI) เพื่อทำการวิเคราะห์ติดตามการเคลือบฟิล์มศึกษาเคลือบฟิล์มความหนาของชั้นและรูปแบบความหนาแน่นของสารเคลือบผิว แล้วจำลองออกภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ (27) การศึกษาการเคลือบเม็ดยาความหนาและความสม่ำเสมอของชั้นฟิล์ม Miriam Haaser และคณะ ปี 2013 โดยใช้ TPI เช่นกันเพื่อใช้ในการอธิบายลักษณะการเคลือบของชั้นฟิล์มบนเม็ดยาได้รับการตรวจสอบในเชิงลึกในการประเมิน coating thickness, uniformity, surface morphology, density (28) การดูรูปแบบยาเม็ดชนิดการตอกเป็นเม็ดยา J. Axel Zeitler และ Lynn F. Gladden ปี 2008 ติดตามในการควบคุมคุณภาพและปล่อยกลไกของรูปแบบยาด้วยเทคโนโลยีภาพ Tomographic imaging เพื่อดูความหนาของชั้นฟิล์มนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบจำลอง 3 มิติ(5) ได้ผลสอดคล้องกับ Louise Ho และคณะวิจัย ปี 2008 ที่นำ terahertz pulsed imaging มาประยุกต์ใช้งานที่ศึกษาปล่อยกลไกของรูปแบบยาที่ดูคุณภาพการเคลือบของฟิล์ม เพื่อทำการประเมินการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพการสลายตัวของยา โดยการอาศัยภาพภายใต้การถ่ายภาพแบบไม่ทำลายเม็ดยาสร้างรูปแบบการสลายตัวยาเฉลี่ยในช่วงเวลาสร้างเป็นภาพยา 3 มิติ(29) มีผู้เสนอแนวคิดในการถ่ายภาพดิจิทัลอลคณณ์ผู้วิจัย H. Yanagi และ H. Chikatsu ในปี 2010 พิจารณาการใช้เลนส์มาโครที่จะดำเนินการในระยะใกล้ดิจิทัลอลคณณ์มากสำหรับถ่ายภาพวัตถุขนาดเล็กเพื่อประเมินการสร้างแบบจำลอง 3 มิติใน

ระยะใกล้(30) ได้ปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดโดยนักวิจัย Gianluca Percoco และคณะ นำแนวคิดมา ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงภาพ 3 มิติของผลิตภัณฑ์ขนาดมิลลิเมตรโดยวิธีการ Photogrammetry เช่นกัน ในปี 2015 โดยใช้การถ่ายภาพเป็นเทคนิคการแปลง 3D การถ่ายในเขตพื้นที่ของ ข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ในมุมมองที่มีด้านของความลึกของวัตถุภายใต้เงื่อนไขในการโฟกัสเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก และมีผลต่อความเป็นไปได้ของการปรับกล้องได้อย่างถูกต้องของลวดลายทั้งในแง่ของรูปทรงและตำแหน่ง 3 มิติของวัตถุ(31) เกิดแนวคิด Alvaro Goyanes และคณะวิจัย ปี 2015 จะนำเครื่องพิมพ์ 3มิติ มาสร้างรูปทรง เรขาคณิตในปลดปล่อยตัวยาออกมา พวกเขาศึกษารูปร่างเม็ดยาพิจารณาหาความแตกต่างสร้างพิกัดอ้างอิง ในยา paracetamol dosage forms ชนิดเม็ดโดยดูรูปทรงต่างๆ pyramid torus cube sphere cylinder เมื่อ drug released กับเวลาที่เปลี่ยนไปผลหน้าผิวสัมผัส(32) งานวิจัยที่ศึกษาผิวหน้าสัมผัส 3 มิติของ Joonghyun Ji. และ Kwang-Hee Ko ปี 2015 อาศัยเทคนิคการบิดเบี้ยวของวัตถุโดยการอาศัยสภาพแสงมา ช่วยในการวิเคราะห์ในเชิงตัวเลขและการรับรู้ถูกประเมินวิธีการความถูกต้องเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมิติ เสนอให้ใกล้เคียงกับไฮไลต์ตามกายภาพของภาพเพียงภาพเดียวซึ่งความหลากหลายของรูปแบบไฮไลต์บนวัตถุ ทรงกลม มีการวิเคราะห์ในการสร้างรูปแบบการประมาณค่าเริ่มต้นขึ้นอยู่กับรูปทรงเรขาคณิตทรงกลมคู่ด้วย วิธีการวิธีการได้โดยอัตโนมัติซ้ำการหมุนที่เหมาะสมและตำแหน่งที่มี ไฮไลต์จากผลการโค้งงอไปตามการตั้งค่า กล้องโดยใช้วงกลมเสนอโครงการติดตามเสมือนจริง(6) ในขั้นตอนของการวัดสามมิติสำหรับวัตถุสีพื้นผิววัตถุสี มีอิทธิพลอย่างมาก ในส่วนสีของแสงที่มีโครงสร้างที่นำไปสู่การเปลี่ยนสีของแสงที่มีโครงสร้างนี้จะทำให้เกิด ข้อผิดพลาดมากที่สุดในการบวกรถอตรหัส Fan Jianying และคณะ ปี 2013 เพื่อแก้ปัญหาที่รวมกับการ ตรวจวัดที่เกิดขึ้นจริงสำหรับวัตถุสี กระดาษสีเทาที่ยอมรับสำหรับในการเข้ารหัสและถอดรหัสแสงที่มีโครงสร้าง โดยการนำเสนอเทคนิคสำหรับส่วนประกอบของสีของแสงโครงสร้างการวิเคราะห์การถอดถอยสร้างแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์(33) วิธีการเปลี่ยนภาพสีเป็น histogram 3 มิติ Jan Morovic และ Pei-Li Sun ปี 2003 หา วิธีการที่จะทำถูกต้องตรงตามที่กำหนดเป็นวิธีการที่เกี่ยวข้อง colour quantisation การจัดกลุ่มอาศัยความ แตกต่างของ EMD histogram หลังจากดำเนินการจับคู่ 3 มิติกราฟ high spatial frequencies ในการวิเคราะห์ power spectrum การพิจารณา EMD algorithm เป็นที่บ่งชี้ colour distances ลดขั้นตอนเข้าไปมาใน ขั้นตอนกระบวนการและจำนวนสูงสุดของการแสดง จึงมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพนี้ ภาพที่ สามารถจะลดลงโดยการเพิ่มสูงสุดจำนวนทำซ้ำ(34) การประยุกต์ใช้งาน ภาพ 3 มิติการวิเคราะห์และการ ตรวจสอบ multifractal รูขุมขนบนแพ้มัด stereometric ของเคลือบเซรามิก เสนอโดย Sebastian Stach, Aleksander Lam`za และ Zygmunt Wróbel ปี 2014 ทำงานจะดำเนินการทั้งในการปรับปรุงอุปกรณ์ ทดสอบที่มีอยู่เช่นเดียวกับการพัฒนาวิธีการใหม่ของการสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์พื้นผิว วิธีการใหม่ ของพื้นผิวเพื่อให้ได้คุณภาพสูงภาพสามมิติของพื้นผิว(35)

1.2.3 วิธีการสอบเทียบระบบสีของภาพ 3 มิติ

ปัญหาเรื่องถ่ายรูปร่างด้วยกล้องดิจิทัลแล้วสีออกมาไม่เที่ยงตรงในการพัฒนามาเป็นระบบจัดการสี (Color Management System: CMS) ทั้งเรื่องของจอภาพ โปรแกรม และกล้องถ่ายภาพ Time-of-flight cameras (TOF) กล้องที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อจับภาพความลึกของข้อมูล โดย Miles Hansard และคณะ หาวิธีการสอบเทียบกล้องแบบ Cross-calibration ในปี 2015 ลักษณะวัดความเข้มแสงของภาพ ordinary images เป็นที่ต้องจะรวมความลึกและข้อมูลสีเป็นตัวแทนในข้อมูลนั้น แต่กล้องแต่ละคนจะมีมุมมองที่ต่างต่างกัน, ความละเอียดและเขตข้อมูลในมุมมองซึ่งหมายถึงจะต้องสอบเทียบร่วมกัน โดยนำเสนอกรอบการทำงานสำหรับรูปทรงเรขาคณิตที่เกิดขึ้น multi-view และปัญหาการสอบเทียบ multi-modal แสดงให้เห็นว่าสามมิติ projective transformations สามารถนำมาใช้ในการจัดความลึก และการแสดง Parallax ที่ใช้ในข้อมูลที่มีหรือไม่มีแผนที่ด้วย Euclidean ขั้นตอนการประเมินผลใหม่ ได้รับการพัฒนายังคงเป็นการช่วยหาข้อผิดพลาดของเส้นโครงอีกครั้งที่จะแตกประเด็นออกเป็นชิ้นส่วนของสอบเทียบและเซ็นเซอร์วิธีการที่สมบูรณ์จะแสดงให้เห็นอยู่บนเครือข่าย three time-of flight and six colour cameras เป็นออกแบบระบบให้ automatic scene-interpretation(36) การสอบเทียบเครื่องมือด้านการแพทย์มีความสำคัญด้วยเช่นกัน ซึ่งเครื่องมือช่วยในการผ่าตัด Autostereoscopic 3D ภาพซ้อนทับแบบ augmented reality (AR) มีระบบระบบนำทางผ่าตัดภาพ 3 มิติคาดว่าจะมีรูปร่างเป็นอวัยวะ geometric ต้นฉบับสามารถเปลี่ยนยังตำแหน่งที่ระบุไว้สำหรับภาพซ้อนทับความแม่นยำและการประเมินผลเชิงปริมาณของความถูกต้องทางเรขาคณิตของ 3D image นำเสนอหน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) จากการถ่ายภาพที่คอมพิวเตอร์สร้างภาพในเวลาจริง การแสดงผล 3D autostereoscopic แบบอัตโนมัติด้วยการแสดงผลภาพจากการสอบเทียบภาพ 3 มิติสำหรับการแสดงผลภาพ 3 มิติปิดเป็น การที่นำเสนออุปกรณ์ AR ใหม่สำหรับภาพ 3 มิติ กล้องถ่ายภาพแบบสเตอริโอ 3 มิติ สำหรับการตรวจวัดสำหรับการประมวลผลข้อมูล การประเมินผลการปฏิบัติงานในการแสดงผลภาพ 3 มิติ กับ 2560×1600 ความละเอียดของภาพที่แสดงให้เห็นธาตุความเร็วในการแสดงผล 50-60 เฟรมต่อวินาที (fps) สำหรับรุ่นที่แสดงพื้นผิว 5-8 เฟรมต่อวินาที สำหรับปริมาณทางการแพทย์ขนาดใหญ่ การประเมินผลของภาพ 3 มิติปิดเป็นหลังจากที่ถ่วงเฉลี่ยการสอบเทียบความถูกต้องทาง sub-millimeter geometric ผลการทดลองแสดงให้เห็นภาพการลงทะเลเปียนที่น่าพอใจและความถูกต้องภาพซ้อนทับและยืนยันการใช้งานระบบ(37)

1.2.4 วิธีได้มาของภาพ 3มิติ จากสมองแปลความหมายให้เกิดภาพ

ภาพจากลูกตาทั้งสองจะส่งไปรวมกันในสมองเพื่อให้สมองประมวลออกมาเป็นภาพสามมิติ การที่มนุษย์เห็นภาพสามมิตินั้นการรับรู้ภาพสามมิติ (3D) โดยโครงสร้างของตาของเรารู้สึกเพียงประมาณการ 2D บนหน้าจอประสาทตาโดยที่ภาพ 3 มิติของสภาพแวดล้อมของสมอง Parietal Cortex ทำการแปลผลของภาพด้วยการจับคู่ของภาพ 2D เกี่ยวข้องกับการไม่เชิงเส้นเป็นอย่างมากด้วยการกำหนดหลายมุมมองทางเรขาคณิต (multi-view geometry) ระบบการมองเห็นความสามารถในการสร้างภาพ 3 มิติจะขึ้นอยู่กับปฏิสัมพันธ์สภาพแวดล้อมบริเวณนั้น สำคัญของการวิจัยในห้องปฏิบัติการ นักวิจัย Ari Rosenberg ละคณะ ทำการศึกษาในปี 2013พวกเขาทุ่มเทให้กับการทำความเข้าใจว่าสมองแสดงภาพ 3 มิติ ที่มีถูกต้องและเชื่อถือได้ ตามลักษณะสำคัญของการมองเห็น 3 มิติในการเข้ารหัสของการปรับตัว 3 มิติของสมองในการแสดงเอียงเอียงของพื้นผิวระนาบของวัตถุ โดยใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล geomagnetic (ฟิงก์ซันบิงแฮม) การพัฒนาวิธีการเชิงปริมาณครั้งแรกสำหรับการการเลือกของเซลล์ประสาทการมองเห็น สำหรับการวางแนววัตถุ 3 มิติ เป็นวิธีการที่หลากหลาย รวมไปถึงการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการคำนวณ การศึกษา neurophysiological และทดลองจิตวิทยาของมนุษย์(38) ในการศึกษาแบบจำลองประสาทเข้ารหัสเพื่อคาดการณ์ในระบบในด้านการคำนวณที่จะใช้ประโยชน์จากแบบแผนในสภาพแวดล้อมเพื่อการตัดสินใจการรับรู้ของความรู้สึกในภาพสะท้อนให้เห็นถึงธรรมชาติของการเข้ารหัสระดับต่ำของความสว่างด้านสถิติ มีนักวิจัย Emily A. Cooper และ Anthony M. Norcia เป็นนักประสาทวิทยาศึกษา ปี 2014 ด้านธรรมชาติการมองเห็นด้านการวิเคราะห์ทางสถิติ reanalysis ของ single-unit dataการแจ้งเตือนจากพฤติกรรมลิงและพฤติกรรมในมนุษย์ในระบบการมองเห็น การวิเคราะห์สถิติธรรมชาติการมองเห็นแสดงให้เห็นว่าการแจจความน่าจะเป็นสำหรับการเพิ่มขึ้นของแสงและการลดลงจะล่าเอียงไปในทางที่สามารถใช้ประโยชน์จากระบบการมองเห็นในการประมาณความรู้สึกจากความสว่าง reanalysis ของข้อมูลสัตว์วิทยาจาก Samonds et al แสดงให้เห็นว่าการปรับแต่งของ V1cells สำหรับความสว่างและความแตกต่างกันสองตาจะถูกจับคู่กันที่จะคาดการณ์การกระจายตัวของความแตกต่างสองตา Percept ของความรู้สึกที่เพิ่มขึ้นสามารถนำออกมาในภาพโดยเกินความจริงความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างและความรู้สึก(39)

1.2.5 การสร้างเม็ดเยตาต้นแบบในห้องปฏิบัติการ

การเคลือบเม็ดเยตาในห้องปฏิบัติการโดยใช้ spray gun สิ่งที่น่าสนใจในศึกษาการตรวจสอบซึ่งมันเป็นระบบแบบ scale-up study พร้อมกับฟาดรอบ antibarding การศึกษาของ Ronny Mueller และ Peter Kleinebudde ทำการศึกษาในปี 2007 ในการ optimization กระบวนการเคลือบเม็ดเยตา เพื่อทำการ scale

up กระบวนการเคลือบระดับห้องปฏิบัติการ ไปสู่ระดับอุตสาหกรรม โดยใช้ spray gun เป็นหัวพ่นน้ำยาเคลือบ โดย ทีมผู้วิจัย ได้ทำการติดตามปัจจัยที่จะส่งผลต่อกระบวนการเคลือบ เช่น ขนาดหัวของเครื่อง spray gun ระยะห่างของหัวสเปรย์กับเม็ดยาในหม้อเคลือบรวมถึงแรงอัดอากาศที่ใช้อัดน้ำยาเคลือบผ่านหัว spray gun ในส่วนของน้ำยาเคลือบมีการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำยาเคลือบ HPMC ที่ความเข้มข้นต่างๆกัน และ ปริมาณอัตราการพ่นของน้ำยาเคลือบ โดยในการศึกษาทั้งหมดมีการติดตามค่า parameter ที่สำคัญ คือ ขนาด ละเอียดของน้ำยาเคลือบที่ถูกพ่นออกมา เพื่อเปรียบเทียบว่าระหว่างกระบวนการเคลือบในระดับห้องปฏิบัติการ และระดับอุตสาหกรรม วิธีการเคลือบสัดส่วนไหนมีเหมาะสมและมีความแตกต่างกันน้อย โดยใช้ค่าทางสถิติเป็นตัวประเมิน ค่าที่ดีที่สุดที่ได้จากการ optimization จะทำให้สามารถ scale up ในระดับอุตสาหกรรมได้ง่ายไม่ต้องมีกระบวนการ validate กระบวนการเคลือบ ซึ่งใช้เวลาที่นานและสิ้นเปลือง(40)

วัตถุประสงค์

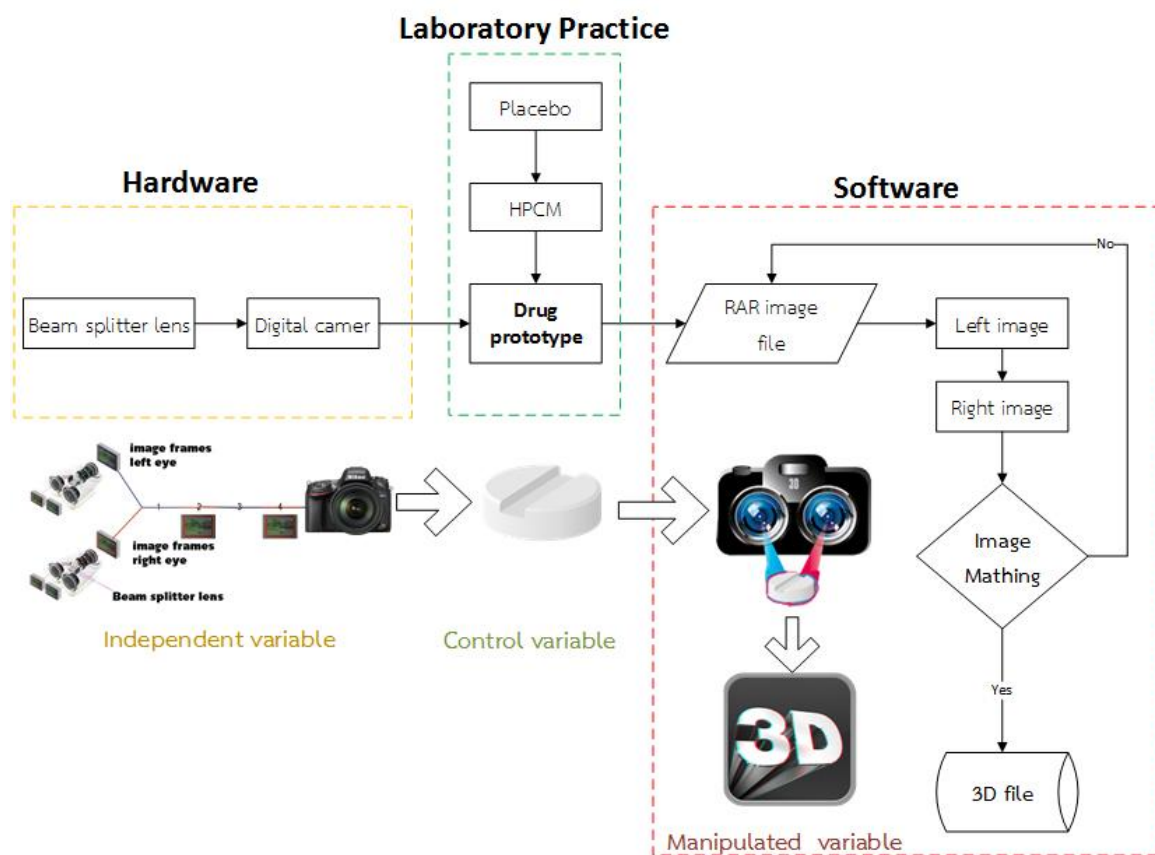
1. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของยาเม็ดในมิติความถี่คลื่นวิธีการสร้างโมเดล 3 มิติของเม็ดยา ด้วยวิธีการ Radon Transform เพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ยาด้วยการประมวลผลทางภาพถ่าย ดิจิตอล 3 มิติ
2. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของยาเม็ดในมิติด้านลักษณะของหน้าผิวสัมผัสตามคุณสมบัติของ วัสดุการเคลือบผิวชนิดฟิล์มพอลิเมอร์ ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ด้วยภาพ
3. การการศึกษาการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเม็ดยาที่เก็บรวบรวมไว้ เป็นภาพเม็ดยาที่แสดงภาพเป็น 3 มิติ

ขอบเขตการวิจัย

1. การถ่ายภาพดิจิตอลด้วยการใช้เลนส์แบบ beam splitter lens
2. เม็ดยาต้นแบบเพื่อนำมาเก็บข้อมูลได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ภายใต้การควบคุมวัตถุดิบ (raw materials) เพื่อการผลิตโดยคณะวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

8.2.1 กรอบแนวคิดของสร้างภาพยา 3 มิติ ในปี 1



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 11.1 ด้านวิชาการ การวิเคราะห์ด้านการพิสูจน์เอกลักษณ์ยาเม็ด 3 มิติ โดยสามารถระบุชั้นผิวในการเคลือบเม็ดยา ภายใต้ยาที่ผลิตในห้องปฏิบัติการผลิตยา
- 11.2 ด้านนโยบายเกิดกระบวนการพัฒนางานวิจัย พร้อมกับการประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อนำเสนอเทคโนโลยีทางเภสัชสนเทศของการผลิตยา
- 11.3 ด้านเศรษฐกิจ / พาณิชย ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ พัฒนาชุดอุปกรณ์เภสัชสนเทศที่สามารถเข้าถึงระดับ โรงพยาบาล เภสัชกรรมชุมชน (ร้านขายยา) และโรงงานผลิตยา
- 11.4 ด้านสังคม / ชุมชน การประเมินความเสี่ยงการวัสดุการเคลือบผิวยา แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเพื่อเร่งไปให้ความรู้การใช้ยาที่มีคุณภาพ

บทที่ 2

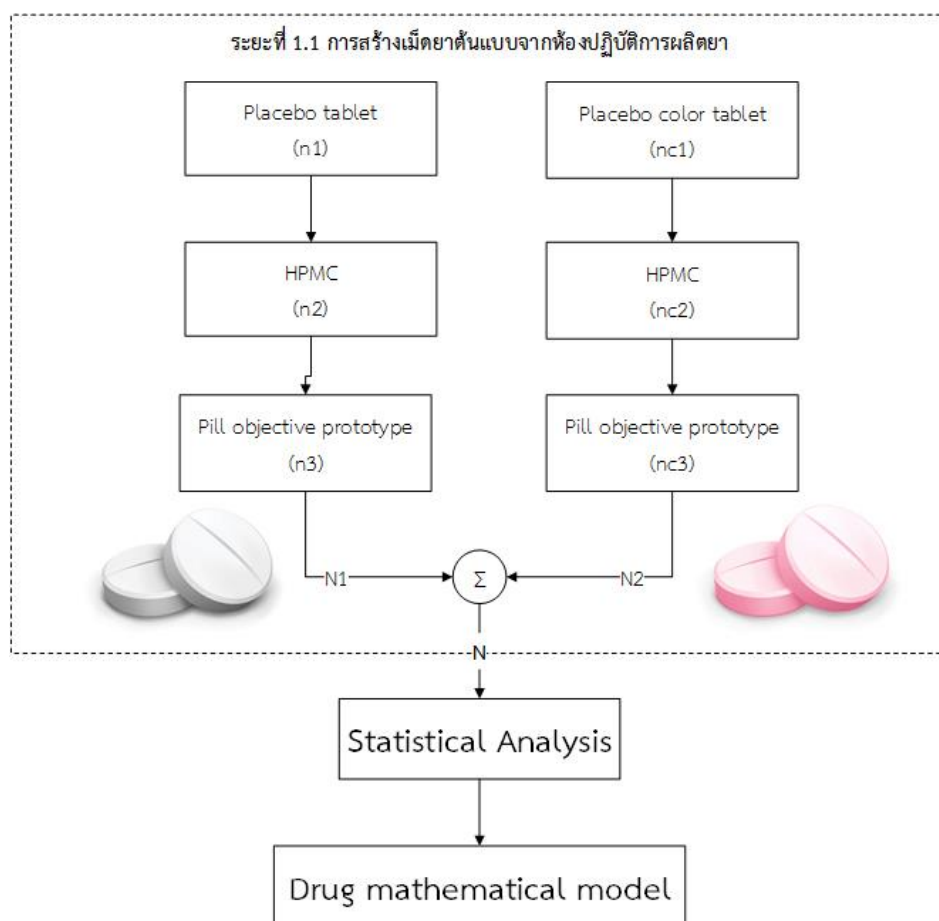
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยพัฒนาทดลอง ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 12 เดือนแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือการถ่ายภาพในการพิสูจน์เอกลักษณ์ยาในเก็บข้อมูลยาต้นแบบ 3 มิติ และการสร้างเม็ดยาต้นแบบ

ระยะที่ 1.1 การสร้างเม็ดยาต้นแบบจากห้องปฏิบัติการผลิตยา

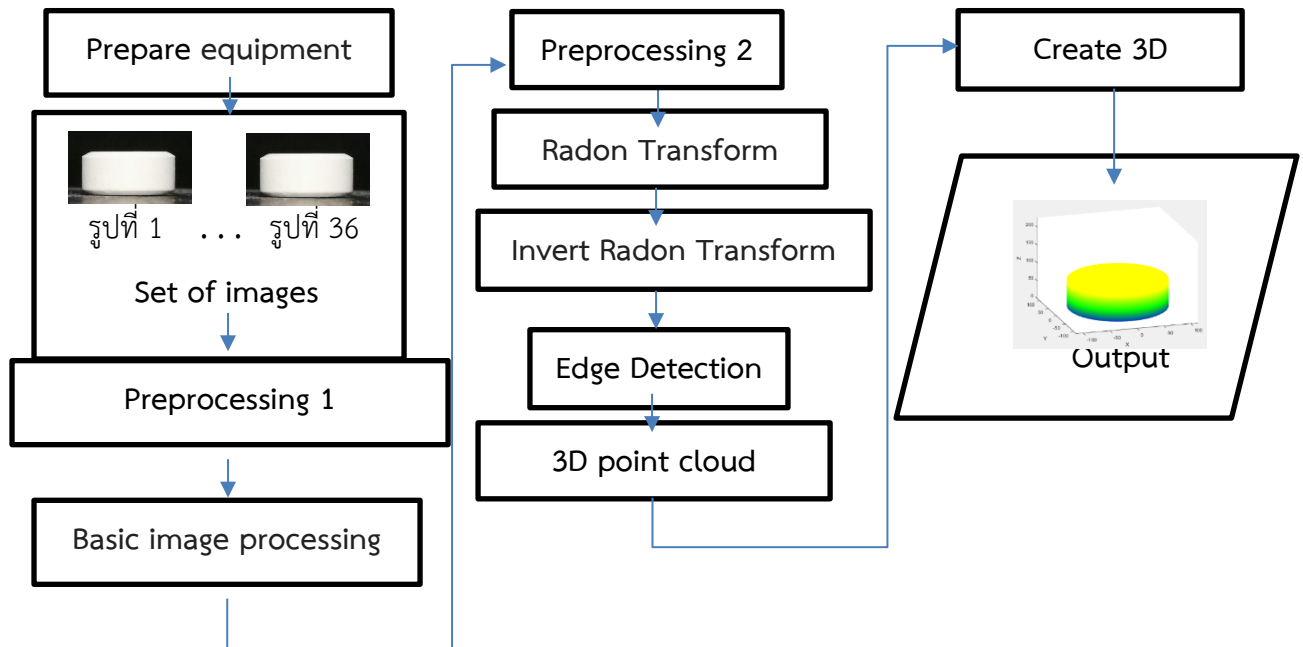
การผลิตยาเม็ดต้นแบบ สำหรับนำไปเคลือบฟิล์ม โดยใช้กระบวนการตอกยาเม็ดด้วยวิธี Direct compression เม็ดยาที่ได้จะอยู่ในรูปแบบเม็ดยาเปล่า (Placebo: กลุ่มภาพต้นแบบ n1, เติมน้ำลงใน Placebo nc1) นำเม็ดยาที่ตอกขึ้นมาไปผ่านกระบวนการเคลือบเม็ดยา โดยเลือกใช้สารก่อฟิล์มต้นแบบ คือ พอลิเมอร์ชนิด Hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC: กลุ่มภาพต้นแบบ n2, nc2) เนื่องจากเป็นฟิล์มที่นิยมใช้ในทางอุตสาหกรรมการเคลือบเม็ดยาชนิดหนึ่ง เม็ดยาที่ตอกได้จะถูกเคลือบด้วยสารละลายพอลิเมอร์ด้วยหัวสเปรย์การฉีดพ่นละอองจากหัวฉีด (air spray gun) ซึ่งใช้ในการฉีดพ่นสารเคลือบให้เป็นละอองฝอยลงบนเม็ดยาและหยดขนาดเล็กให้แตกกระจายเป็นหยดขนาดเล็กที่มีขนาดอนุภาค 20 - 200 μm ออกจากหัวพ่นสารเคลือบนี้สามารถเกาะติดอยู่บนผิวเม็ดยาแล้วแห้งตัวลงได้อย่างรวดเร็ว(กลุ่มภาพต้นแบบ n3, nc3) โดยยาเม็ดต้นแบบที่ตอกได้ทั้ง 2 กลุ่ม จะถูกแบ่งออกมาออกกลุ่มละครั้ง เพื่อนำมาเคลือบกับน้ำยาเคลือบ จำนวน 2 ชนิด คือ 1. ชนิด น้ำยาเคลือบ HPMC ที่ไม่มีการเติมน้ำหรือสารทึบแสง และ 2. น้ำยาเคลือบ HPMC ที่มีการผสมสีและสารทึบแสงลงไป เพื่อนำไปศึกษาในขั้นต่อไปโดยทำการเปรียบเทียบทั้งการเคลือบฟิล์มเปล่าและฟิล์มที่มีการผสมสีลงไป (เป็นกลุ่มภาพต้นแบบ N ทั้งหมด)นำไปสู่การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การเคลือบฟิล์มลงบนเม็ดยา โดยกระบวนการเคลือบจะมีการควบคุมอัตราการพ่นน้ำยาเคลือบอัตราคงที่ และความดันลม ในทุกตัวแปรของชนิดน้ำยาเคลือบ



ภาพที่ 2- 1 แสดงขั้นตอนวิธีการสร้างเม็ดยาต้นแบบจากห้องปฏิบัติการผลิตยาในการเตรียมเก็บข้อมูล
ภาพถ่าย 2 กลุ่มเปรียบเทียบ

เมื่อภาพกลุ่มภาพต้นแบบจำนวน N ทั้งหมดได้ทำการศึกษาการประมวลผลภาพในเชิงตัวเลขทั้งชนิดเม็ดยาเคลือบและไม่เคลือบ เพื่อหาความสัมพันธ์ในเชิงสถิตินำไปสู่การจำลองภาพเม็ดยาทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 1.2 การนำเทคนิคการสร้างภาพตัดขวางด้วย Radon Transform เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ งานวิจัยถูกแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 10 ขั้นตอน ได้แก่ 1) เตรียมอุปกรณ์สำหรับงานวิจัย 2) ถ่ายภาพยาทั้งหมดที่จะใช้ในการสร้างโมเดล 3) กระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ 4) ทำการแปลงภาพเป็นภาพระดับเทา แปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำเพื่อแยกระหว่างเม็ดยากับพื้นหลังด้วยเทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) และทำการกรองสัญญาณรบกวน (Noise) ออกจากภาพ 5) นำภาพมาทำการตัดพื้นหลังออกให้ได้มากที่สุด 6) สร้างภาพตัดขวางด้วย Radon Transform 7) นำภาพตัดขวางมาสร้างภาพแบบแบกโพรเจกชัน (Backprojection) 8) หาขอบของภาพ (Edge Detection) 9) นำขอบของภาพมาแสดงจุดเป็นโมเดล 3 มิติ 10) ขั้นตอนสุดท้ายคือการสร้างพื้นผิวให้กับโมเดล โดยมีขั้นตอน ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 2- 2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 Prepare equipment

2.1.1 เตรียมอุปกรณ์แบบแท่นหมุนสำหรับวางเม็ดยาเพื่อถ่าย

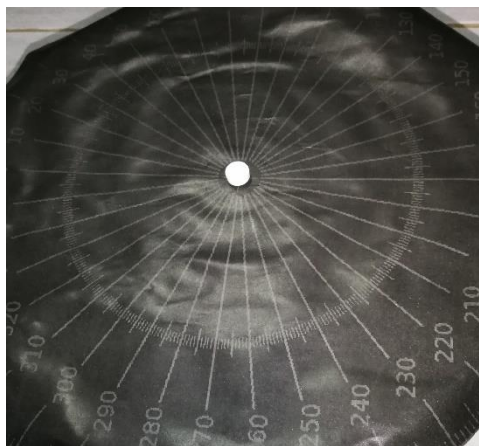
การเตรียมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ 6 ชิ้น ได้แก่ เม็ดยาที่ต้องการสร้างโมเดล 3 มิติ, กล้องโทรศัพท์สำหรับถ่ายภาพ, ขาตั้งกล้อง, แท่นหมุนสำหรับวางเม็ดยาเพื่อถ่ายภาพ, หลอดไฟ LED เพิ่มความสว่าง, กล้องสำหรับควบคุมแสงสว่างในการถ่ายภาพ โดยนำหลอดไฟ LED ติดไปยังด้านบนของกล้อง ควบคุมแสงสว่างในการถ่ายภาพ หลังจากติดหลอดไฟ LED สำเร็จแล้ว นำแท่นหมุนวางไว้ภายในกล่องควบคุมแสง (ดังภาพที่ 3-2) ซึ่งแท่นหมุนนี้สามารถหมุนได้ 360 องศา



ภาพที่ 2-2

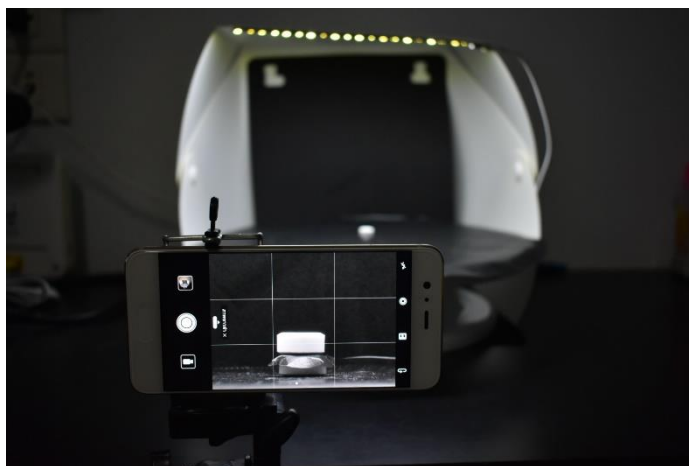
ภาพที่ 2- 3 ภาพแท่นที่ใช้สำหรับหมุนถ่ายภาพยาและกล่องควบคุมแสง

จากนั้นนำเม็ดยาที่ต้องการถ่ายภาพวางในจุดกึ่งกลางของแท่นหมุน เมื่อทำการหมุนแท่นหมุน เม็ดยาจะที่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแท่นหมุนจะหมุนตามและสามารถถ่ายภาพรอบตัวยาได้ ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 2- 4 ภาพยาที่อยู่บนแท่นหมุน

หลังจากที่จัดวางเม็ดยาไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแท่นหมุนแล้วจึงทำการติดตั้งกล้องโทรศัพท์เข้ากับขาตั้งกล้องเพื่อเตรียมสำหรับการถ่ายภาพ โดยโทรศัพท์ที่ใช้ชื่อ Huawei รุ่น p10 กำหนดให้จุดโฟกัสคือเม็ดยาที่อยู่ด้านหน้า และซูมใกล้ขนาด 10 เท่า ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 2- 5 ภาพกล้องโทรศัพท์ที่ใช้ถ่ายภาพยา

2.1.2 เตรียมอุปกรณ์แบบ Foldio360 แท่นหมุน 360 องศา

การเตรียมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ 6 ชิ้น ได้แก่ เม็ดยาที่ต้องการสร้างโมเดล 3 มิติ, กล้องโทรศัพท์สำหรับถ่ายภาพ, ขาตั้งกล้อง, Foldio360 แท่นหมุน 360 องศา สำหรับวางเม็ดยาเพื่อถ่ายภาพ, หลอดไฟ LED เพิ่มความสว่าง, Foldio2 กล้องสตูดิโอสำหรับควบคุมแสงสว่างในการถ่ายภาพ โดยนำหลอดไฟ LED ติดไปยังด้านบนของกล่องควบคุมแสงสว่างในการถ่ายภาพ หลังจากติดหลอดไฟ LED สำเร็จแล้ว นำแท่นหมุน Foldio360 วางไว้ภายในกล่อง Foldio2 ควบคุมแสง (ดังภาพที่ 3-5) ซึ่งแท่นหมุนนี้สามารถหมุนได้ 360 องศา



ภาพที่ 2- 6 ภาพแท่น Foldio360 ที่ใช้สำหรับหมุนถ่ายภาพยาและกล้อง Foldio2 ควบคุมแสง

จากนั้นนำเม็ดยาที่ต้องการถ่ายภาพวางในที่จุดกึ่งกลางของแท่นหมุน เมื่อทำการหมุนแท่นหมุน เม็ดยาจะที่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของแท่นหมุนจะหมุนตามและสามารถถ่ายภาพรอบตัวยาได้ ดังภาพที่ 3-6



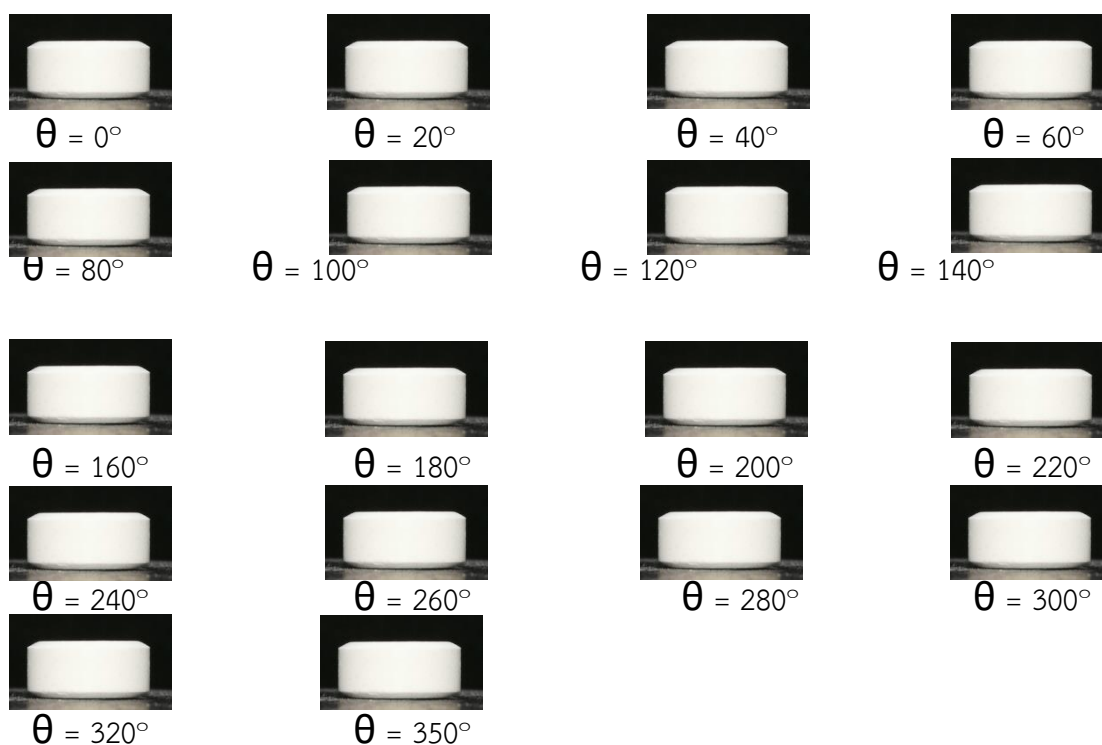
ภาพที่ 2- 7 ภาพยาที่อยู่บนแท่นหมุน

หลังจากที่จัดวางเม็ดยาไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแท่นหมุนแล้วจึงทำการติดตั้งกล้องโทรศัพท์เข้ากับขาตั้งกล้องเพื่อเตรียมสำหรับการถ่ายภาพ โดยโทรศัพท์ที่ใช้ยี่ห้อ Huawei รุ่น p10 กำหนดให้จุดโฟกัสคือเม็ดยา

ที่อยู่ด้านหน้า โดยการถ่ายภาพจะใช้ application ที่ชื่อว่า Foldio360 ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์กับแท่นหมุนด้วยสัญญาณ Bluetooth จากนั้นตั้งค่าถ่ายภาพจำนวน 36 ภาพ อัตโนมัติ ภาพที่ได้ จะได้ภาพขนาด 1080x1080 พิกเซล แต่ application ไม่สามารถซูมใกล้ได้

2.2 Set of images

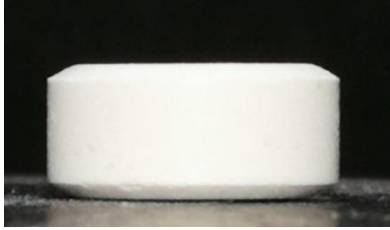
ขั้นตอนต่อมาคือการถ่ายภาพเม็ดยาที่จะใช้ในงานวิจัย ซึ่งต้องทำการถ่ายภาพทั้งหมด 36 ภาพ แต่ละภาพแทนมุมมองด้านข้างของเม็ดยาในแต่ละมุมมอง โดยวางเม็ดยาไว้บนแท่นหมุน จากนั้นทำการหมุนแท่นในแนวอนครึ่งละ 10 องศา และทำการถ่ายภาพทุกครั้งที่ทำกรหมุนเพื่อให้ได้ภาพรอบเม็ดยาด้วยกล้องโทรศัพท์ โดยกำหนดให้ถ่ายภาพตั้งแต่ 0 ถึง 350 องศา จะได้รูปภาพจำนวน 36 รูปภาพ แทนมุมมองที่แตกต่างกันรอบเม็ดยา จากภาพที่ 3-7 ภาพเม็ดยาจะมีลักษณะเหมือนกันเนื่องจากเม็ดยามีรูปร่างทรงกระบอก



ภาพที่ 2- 8 ตัวอย่างภาพถ่ายรอบเม็ดยา

2.3 Preprocessing 1

หลังจากนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายยาตั้งภาพที่ 3-8 (ก) เนื่องจากรูปภาพมีส่วนที่ไม่จำเป็นมากเกินไป จึงทำการตัดเฉพาะส่วนที่เป็นเม็ดยาที่ต้องการด้วยโปรแกรม Photoshop โดยการตัดส่วนที่เป็นเม็ดยานั้นจะพยายามตัดให้ได้เพียงส่วนที่เป็นเม็ดยาเท่านั้นเพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลขั้นตอนต่อไป ดังภาพที่ 3-8 (ข)



(ก) ภาพก่อนการตัดส่วนที่ต้องการ



(ข) ภาพที่ผ่านการตัดส่วนที่ต้องการ

ภาพที่ 2- 9 ภาพก่อนและหลังการตัดส่วนที่ต้องการ

2.4 Basic image processing

หลังจากทำการตัดเฉพาะส่วนที่เป็นเม็ดยาที่ต้องการแล้วขั้นตอนต่อมาคือการดำเนินการพื้นฐานกับรูปภาพซึ่งมีด้วยกัน 3 ขั้นตอน ได้แก่ แปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับเทา แปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำ และทำการกรองสัญญาณรบกวน (Noise) ออกจากภาพ ซึ่งรายละเอียดจะอธิบายต่อไป

2.4.1 Convert from RGB color to grayscale ภาพต้นฉบับที่เป็นภาพถ่ายจากกล้องโทรศัพท์ถูกเก็บด้วยระบบสีแบบ RGB ดังภาพที่ 3-9 (ก) ทำการแปลงภาพจากระบบสี RGB เป็นภาพระดับเทาเพื่อใช้ในการประมวลผลต่อไป ดังภาพที่ 2-9 (ข)



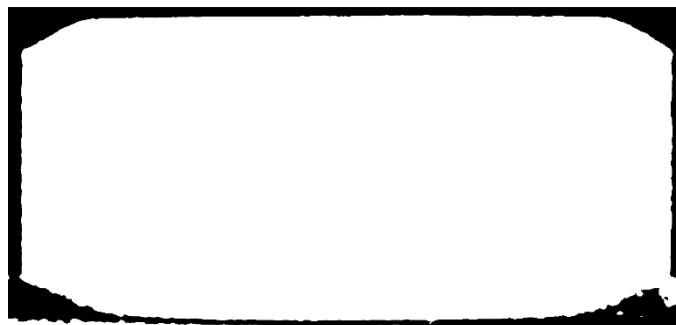
(ก) ภาพก่อนการแปลงภาพระดับเทา



(ข) ภาพที่ผ่านการแปลงภาพระดับเทา

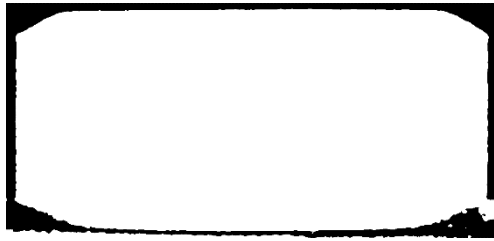
ภาพที่ 2- 10 ภาพก่อนและหลังการแปลงภาพระดับเทา

2.4.2 Convert from grayscale to binary การดึงภาพวัตถุที่เราสนใจออกจากพื้นหลังด้วยเทคนิคการทำขีดแบ่ง (Thresholding Techniques) เพื่อดึงส่วนที่เป็นเม็ดยาให้ชัดขึ้น ซึ่งผลที่ได้คือภาพขาวดำที่เม็ดยาเป็นสีขาวและพื้นหลังเป็นสีดำ (ดังภาพที่ 2-10) โดยจุดสีขาวมีค่าเท่ากับ 1 และจุดสีดำมีค่าเท่ากับ 0

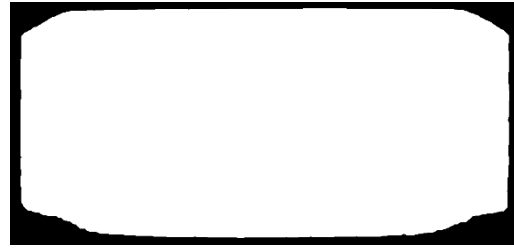


ภาพที่ 2- 11 ภาพหลังการแปลงเป็นภาพขาวดำ

2.4.3 Image filter ทำการกรองสัญญาณรบกวน (Noise) จากภาพที่ 2-11 (ก) จะสังเกตเห็นว่ามีจุดสีขาวที่ไม่ใช่เม็ดยาอยู่บนภาพ จึงต้องทำการกำจัดจุดสีขาวออกจากภาพ ดังภาพที่ 2-11 (ข) ด้วยวิธีการ Opening algorithm



(ก) ภาพก่อนการกรองสัญญาณรบกวน



(ข) ภาพหลังการกรองสัญญาณรบกวน

ภาพที่ 2- 12 ภาพก่อนและหลังการกรองสัญญาณรบกวน

2.5 Preprocessing 2

หลังจากดำเนินการพื้นฐานกับภาพสำเร็จแล้ว จากนั้นทำการตัดส่วนที่เป็นพื้นหลังของรูปภาพให้มีขนาดเท่ากับวัตถุหรือเม็ดยา จากภาพที่ 2-12 (ก) จะสังเกตเห็นว่ามีส่วนที่เป็นพื้นหลังสีดำซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ต้องการ จึงทำการกำจัดส่วนที่เป็นสีดำคือพื้นหลังให้ชิดกับขอบของตัววัตถุให้ได้มากที่สุด ดังภาพที่ 2-12 (ข)

Code ที่ใช้ในการตัดพื้นหลัง

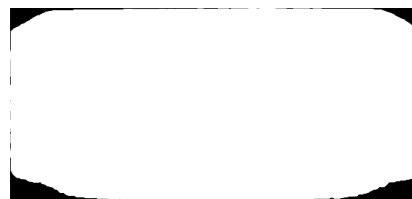
```

1   %find value=1 inside matrix binary(0,1)
2   obj = bwlabel(im);
3   [row , col] = find(obj==1);
4   %find size width
5   len = max(row) - min(row);
6   %find size height
7   breadth = max(col)-min(col);
8   %creat black background
9   target = zeros(len, breadth);
10
11  sx=min(row)-1;
12  sy=min(col)-1;
13  %put value=1 of object on index of black background
14  for i=1: size(row,1)
15      x = row(i,1)-sx;
16      y = col(i,1)-sy;
17      target(x,y) = im(row(i,1) , col(i,1));
18  end

```

ตารางที่ 2-1อธิบาย Algorithm ที่ใช้ในการตัดพื้นหลัง

1	ตำแหน่งของ column = ค้นหาตำแหน่งของ column ภายใน matrix ที่มีค่าเท่ากับ 1
2	ตำแหน่งของ row = ค้นหาตำแหน่งของ row ภายใน matrix ที่มีค่าเท่ากับ 1
3	หาความยาวของตัววัตถุที่ต้องการ
4	หาความสูงของตัววัตถุที่ต้องการ
5	สร้างพื้นหลังใหม่สีดำขนาดเท่ากับ (ความยาวของตัววัตถุที่ต้องการ x ความสูงของตัววัตถุที่ต้องการ)
6	หา row ที่น้อยที่สุด = (row ที่น้อยที่สุดที่ค่าภายใน matrix มีค่าเท่ากับ 1) - 1
7	หา column ที่น้อยที่สุด = (column ที่น้อยที่สุดที่ค่าภายใน matrix มีค่าเท่ากับ 1) - 1
8	ทำซ้ำจาก i เริ่มที่ 1 ตามจำนวน matrix ที่มีค่าเท่ากับ 1
9	ตำแหน่ง x = ตำแหน่งของ row ที่ i - ตำแหน่ง row ที่น้อยที่สุด
10	ตำแหน่ง y = ตำแหน่งของ column ที่ i - ตำแหน่ง column ที่น้อยที่สุด
11	พื้นหลังใหม่ตำแหน่งที่ (x, y) = matrix (ตำแหน่งของ row ที่ i , ตำแหน่งของ column ที่ i)
12	จบการทำซ้ำ

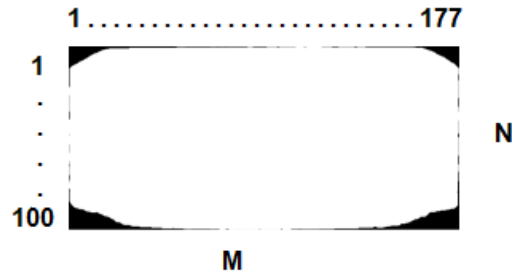


ภาพที่ 2- 13 ภาพก่อนและหลังการตัดพื้นหลัง

เมื่อได้ภาพที่ตัดพื้นหลังแล้วทำการกำหนดขนาดให้ภาพทั้งหมดใหม่ เนื่องจากหลังจากการตัดพื้นหลัง อาจมีบางภาพที่ขนาดความสูงและความกว้างของภาพไม่เท่ากัน จึงกำหนดค่าคงที่ค่าหนึ่งสำหรับแทนความสูงของภาพทั้ง 36 ภาพ โดยให้มีความสูงเท่ากับ 100 และความกว้างเท่ากับ N เพื่อให้ภาพทั้ง 36 ภาพนั้น มีความสูงของภาพเท่ากันคือ $100 \times N$ เมื่อทำการเปลี่ยนขนาดภาพให้มีความสูงเท่ากับ 100 ทุกภาพแล้ว จากนั้นค้นหาว่าภาพใดที่มีขนาดความกว้างมากที่สุด เมื่อได้ความกว้างมาแล้ว เช่น 177 นำมากำหนดขนาดความกว้างให้กับทุกภาพใหม่ เท่ากับ 100×177 pixel

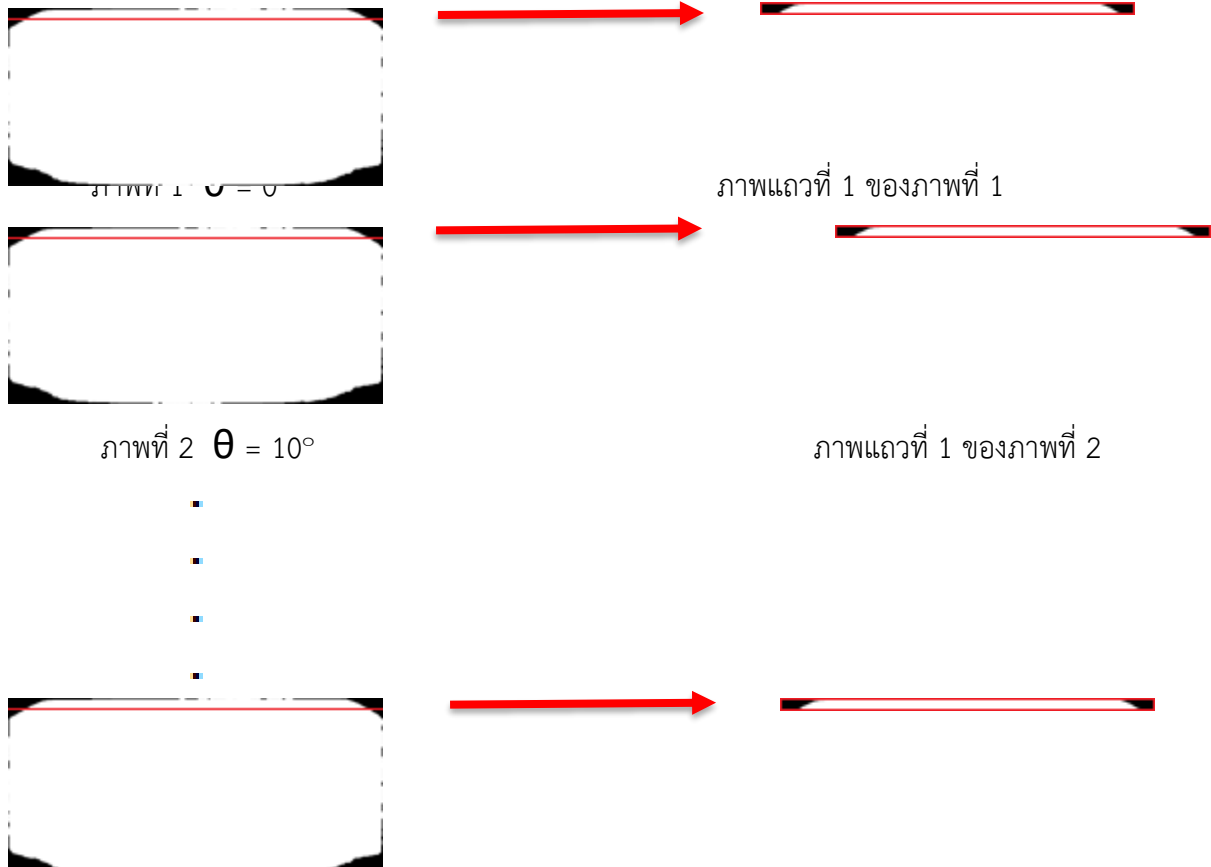
2.6 Radon Transform

หลังจากตัดพื้นหลังสำเร็จแล้วจึงนำภาพทั้ง 36 ภาพ มาทำการแปลงเรดอน โดยข้อมูลภาพที่ใช้จะถูกเก็บเป็น matrix ขนาด $M \times N$ (สูง \times กว้าง) จากภาพที่ 3-13 ภาพมีขนาดความกว้าง 177 pixel สูง 100 pixel



ภาพที่ 2- 14 ภาพแสดงขนาด matrix

โดยทำการแปลงเรดอนครั้งละ 1 แถว (แนวตั้ง) จากแถวที่ 1 ถึงแถวที่ 100 เริ่มต้นทำการดึงค่าทั้งหมดภายในแถวที่ 1 ของภาพ ทั้ง 36 ภาพ จะได้ภาพที่มีขนาดเท่ากับ 1×177 จำนวน 36 รูป ดังภาพที่ 3-14

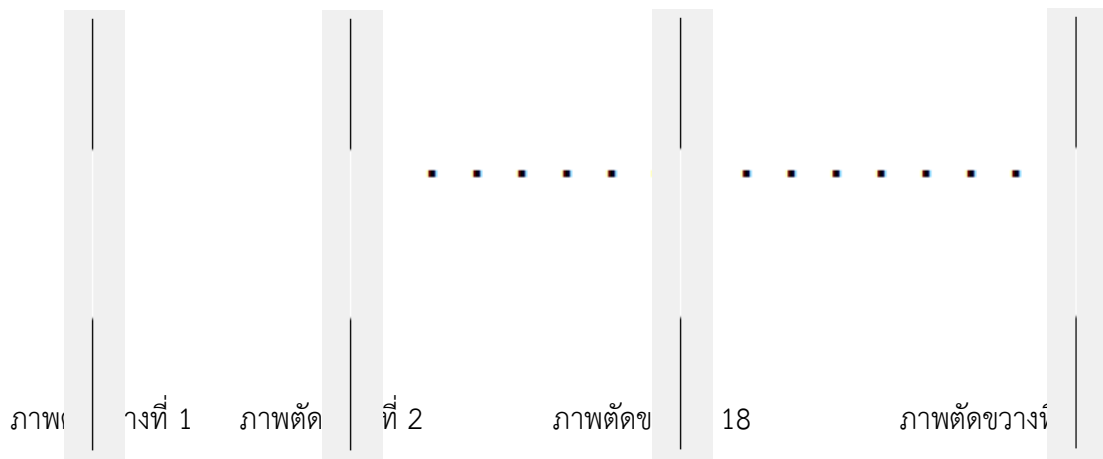


ภาพที่ 36 $\theta = 350^\circ$

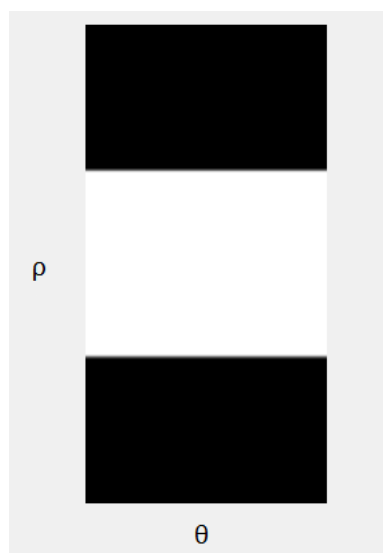
ภาพแถวที่ 1 ของภาพที่ 36

ภาพที่ 2- 15 ภาพการตัดเฉพาะแถวที่ต้องการแปลงเรดอน

นำภาพในแถวที่ 1 ของภาพทั้ง 36 ภาพมาทำการแปลงเรดอนที่ $\theta = 0^\circ$ ทุกภาพ จะได้ภาพตัดขวาง 36 ภาพ ดังภาพที่ 3-15 ภาพทั้งหมดคือภาพตัดขวางของภาพยาแต่เป็นเพียงเฉพาะในแถวที่ 1 ที่หมุนไป 350 องศา โดยภาพแต่ละภาพแทนภาพตัดขวางในแต่ละช่วง 10 องศา คือภาพที่ 1 ที่ $\theta = 0^\circ$ แทน $\theta = 0^\circ$ ถึง $\theta = 9^\circ$ ภาพที่ 2 ที่ $\theta = 10^\circ$ แทน $\theta = 10^\circ$ ถึง $\theta = 19^\circ$ ภาพที่ 18 ที่ $\theta = 170^\circ$ แทน $\theta = 170^\circ$ ถึง $\theta = 179^\circ$ ภาพที่ 36 ที่ $\theta = 350^\circ$ แทน $\theta = 350^\circ$ ถึง $\theta = 359^\circ$ เป็นต้น จะได้ภาพตัดขวางทั้งหมดเท่ากับ 360 ภาพ จากนั้นนำภาพมาเรียงต่อกัน 360 ภาพ ทำให้ได้ภาพที่เรียกว่า Sinogram ดังภาพที่ 3-16



ภาพที่ 2- 16 ภาพตัดขวางในแถวที่ 1 ของภาพยา

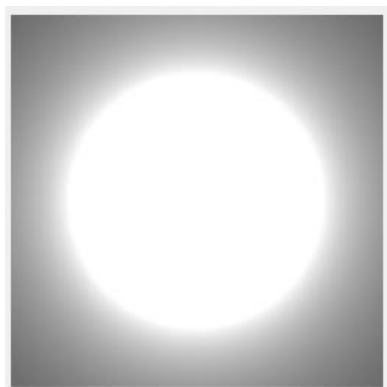


ภาพที่ 2- 17 Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 1

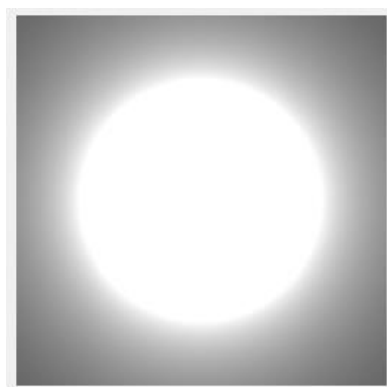
จากภาพ 2-13 จะพบว่ามีจำนวนแนวของรูปภาพเท่ากับ 100 แนว ฉะนั้นจึงต้องทำการแปลงเรดอนของแต่ละแนว 100 ครั้ง ทำให้ได้ภาพ Sinogram จำนวน 100 ภาพ

2.7 Invert Radon Transform

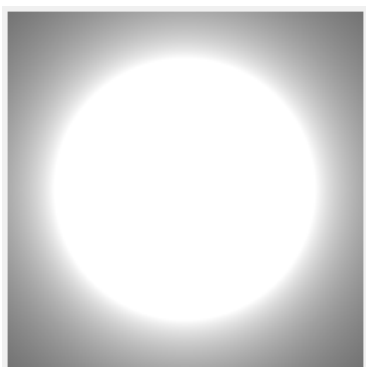
คือการนำภาพตัดขวางมาสร้างภาพแบบแบกโพรเจกชัน (Backprojection) โดยที่ภาพตัดขวางของแต่ละ θ อยู่ในภาพที่เรียกว่า Sinogram จึงนำ Sinogram ในแต่ละ θ มาทำการสร้าง Backprojection โดยที่ Sinogram 1 ภาพ สามารถสร้าง Backprojection ได้ 1 ภาพ จะได้ภาพ Backprojection ทั้งหมด 100 ภาพ



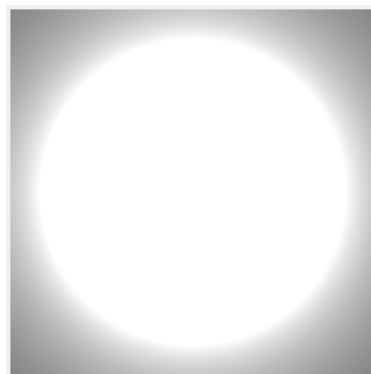
Backprojection ของภาพยาในแนวที่ 1



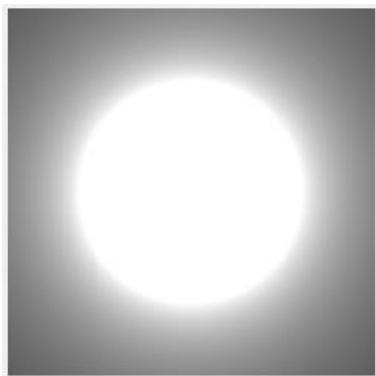
Backprojection ของภาพยาในแนวที่ 2



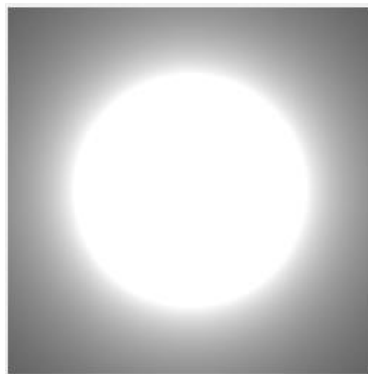
Backprojection ของภาพยาในแนวที่ 30



Backprojection ของภาพยาในแนวที่ 95



Backprojection ของภาพยาในแถวที่ 99



Backprojection ของภาพยาในแถวที่ 100

ภาพที่ 2- 18 ภาพ Backprojection ของภาพยา

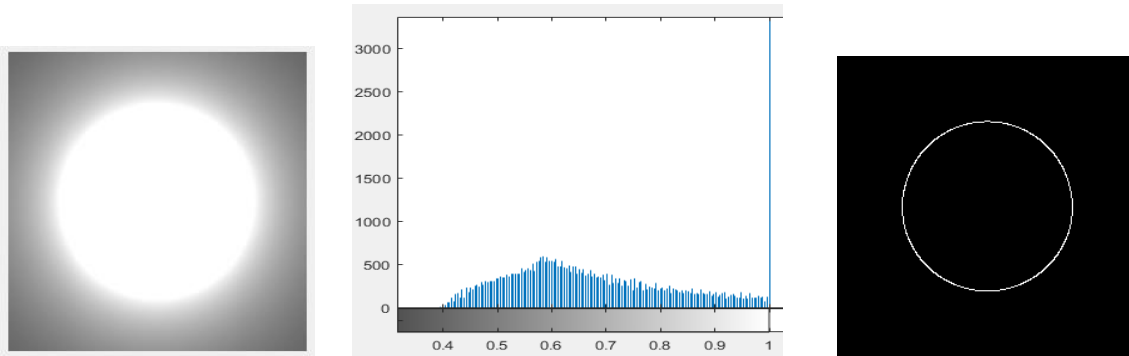
จากภาพที่ 2-17 จะสังเกตเห็นว่าภาพ Backprojection ที่สร้างขึ้นมานั้นมีรูปร่างคล้ายเม็ดยาในมุมมองด้านบนของเม็ดยา ดังภาพที่ 2-18 โดยที่จุดสีขาวในภาพคือเม็ดยา



ภาพที่ 2- 19 ภาพมุมมองด้านบนของเม็ดยา

2.8 Edge Detection

หลังจากได้ภาพ Backprojection ทั้งหมด 100 ภาพ ขั้นตอนต่อมาคือการหาขอบของภาพ Backprojection ทั้งหมดด้วยวิธีการ Canny algorithm โดยใช้ค่า Threshold จากค่าระดับความเทาใดๆ ที่มีจำนวนพิกเซลมากที่สุดอันดับที่ 3 ของแต่ละภาพที่จะนำมาทำการหาขอบ ดังภาพที่ 2-19



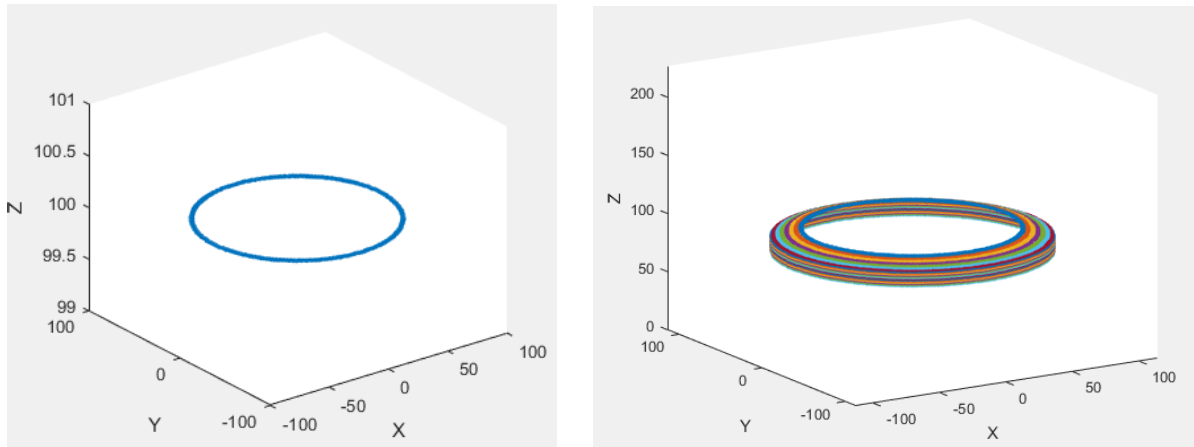
(ก) ก่อนการหาขอบภาพ (ข) histogram ของภาพ Backprojection (ค) หลังการหาขอบภาพ

ภาพที่ 2- 20 ภาพก่อนและหลังการหาขอบภาพ

จากภาพที่ 2-20 (ก) นำมาแสดงเป็น histogram (ข) เพื่อดูว่าค่าระดับเทาใด ที่มีจำนวนพิกเซลที่มีค่าระดับเทาเท่ากันมากที่สุดอันดับที่ 3 นำค่าระดับเทานั้นมาใช้เป็นค่า Threshold เพื่อหาขอบของภาพ (ค)

2.9 3D point cloud forming

ขั้นตอนนี้คือการนำภาพหลังการหาขอบภาพทั้ง 100 ภาพ มาทำการแปลงจากตำแหน่งของ matrix ให้อยู่ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y) เนื่องจากข้อมูลภาพถูกเก็บเป็น matrix ขนาด $M \times N$ ซึ่งค่าภายในของ matrix ของภาพหลังการหาขอบภาพในแต่ละตำแหน่ง (i คือตำแหน่งในแถวแนวนอน, j ตำแหน่งในแถวแนวตั้ง) โดยใช้ตำแหน่งในการอ้างอิงค่าภายใน matrix ซึ่งแต่ละตำแหน่งเก็บตัวเลข 0 หรือ 1 ที่ซึ่งเลข 1 หมายถึงขอบของภาพ จึงต้องทำการค้นหาตำแหน่งภายใน matrix ที่มีค่าภายในเท่ากับ 1 เพื่อที่ได้เฉพาะตำแหน่งที่เป็นขอบของภาพ จากนั้นจึงนำตำแหน่งที่ได้นั้นมาทำการแสดงจุดในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y, z) ซึ่ง ค่า z นั้นได้จากลำดับของการหาขอบของภาพ คือขอบของภาพ Backprojection ที่ 1 ได้จาก Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 1 จะได้ค่า z เท่ากับ 100 ขอบของภาพ Backprojection ที่ 10 ได้จาก Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 10 จะได้ค่า z เท่ากับ 90 ขอบของภาพ Backprojection ที่ 75 ได้จาก Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 75 จะได้ค่า z เท่ากับ 25 และ ขอบของภาพ Backprojection ที่ 100 ได้จาก Sinogram ของภาพยาในแถวที่ 100 จะได้ค่า z เท่ากับ 1 เป็นต้น ดังภาพที่ 2-20

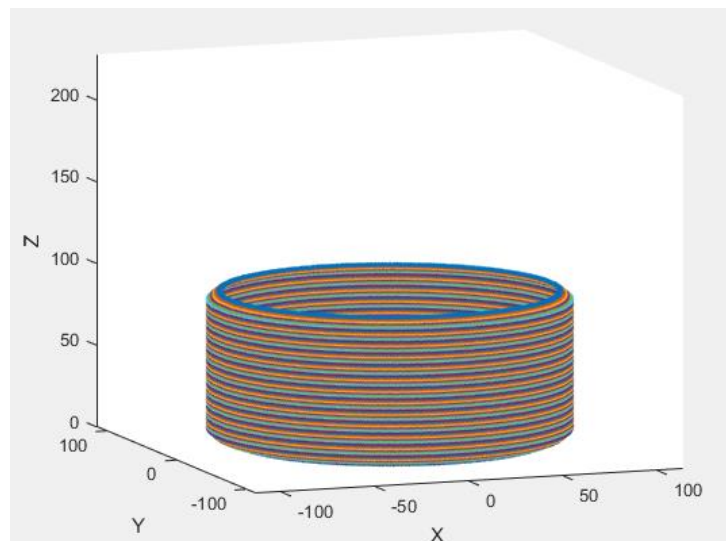


ภาพแสดงจุดขอบภาพ Backprojection ที่ 1 ภาพแสดงจุดขอบภาพ Backprojection ที่ 1-20

ภาพที่ 2- 21 ภาพการแสดงจุดในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน

2.10 Create 3D surface

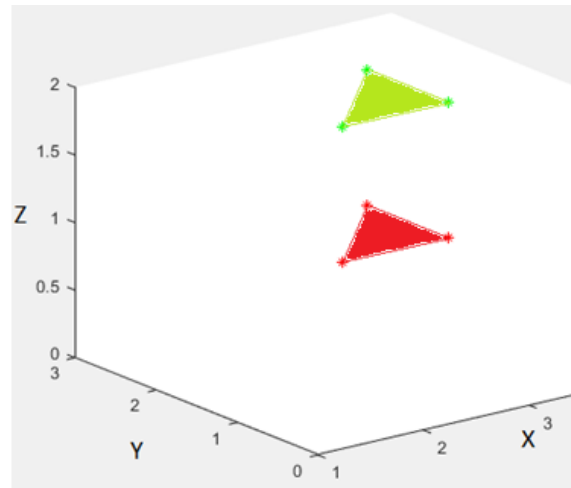
หลังจากทำการแสดงจุดของขอบภาพ Backprojection ที่ 1 ถึง 100 จนสำเร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์เป็น โมเดล 3 มิติ ที่มีรูปร่างใกล้เคียงกับเม็ดยาที่นำมาถ่ายรูป ดังภาพที่ 2-21



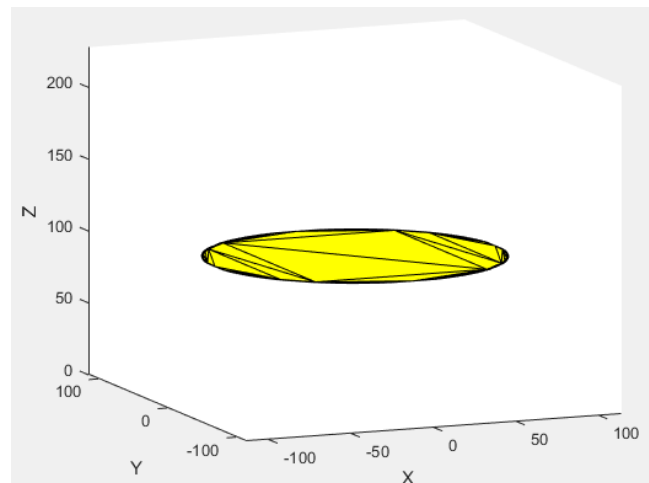
ภาพที่ 2- 22 โมเดล 3 มิติที่ใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับ

จากภาพที่ 2-21 จะพบว่าตัวโมเดล 3 มิติ นั้นไม่มีพื้นผิวของโมเดล จึงต้องทำการสร้างพื้นผิวของ รูปภาพด้วยวิธีการ Delaunay Triangulation เพื่อเชื่อมจุดแต่ละจุดให้กลายเป็นพื้นผิวเดียวกัน โดยทำการเชื่อม

จุดแต่ละจุดเฉพาะแต่ละ z เท่านั้น คือ เชื่อมจุดใดๆ ที่มีค่า z เท่ากันหากค่า z ไม่เท่ากันจะไม่ทำการเชื่อมจุดนั้นๆ เข้าด้วยกัน เช่น $A(2, 1, 1)$, $B(3, 2, 1)$, $C(5, 8, 1)$, $D(2, 1, 2)$, $E(3, 2, 2)$, $F(5, 8, 2)$ ดังภาพที่ 2-22

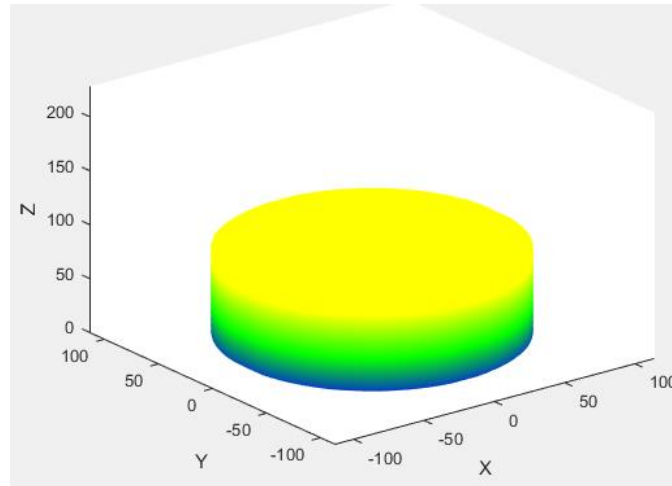


ภาพที่ 2- 23 ตัวอย่างการเชื่อมจุดของแต่ละค่า z ด้วยวิธีการ Delaunay Triangulation



ภาพที่ 2- 24 ภาพหลังการเชื่อมจุดของขอบภาพ Backprojection ที่ 1

เนื่องจากการแสดงจุดของขอบภาพ Backprojection ที่ 1 ถึง 100 จำนวน 100 ภาพ ซึ่งมีค่า z ตั้งแต่ 1 ถึง 100 จึงทำการเชื่อมจุดของแต่ละค่า z ด้วยวิธีการ Delaunay Triangulation จำนวน 100 ครั้ง จะได้ผลลัพธ์ ดังภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2- 25 ภาพหลังการเชื่อมจุดของขอบภาพ Backprojection ทั้ง 100 ภาพ

ระยะที่ 2 เป็นการทดสอบเครื่องมือวิเคราะห์ภาพหาความถูกต้อง

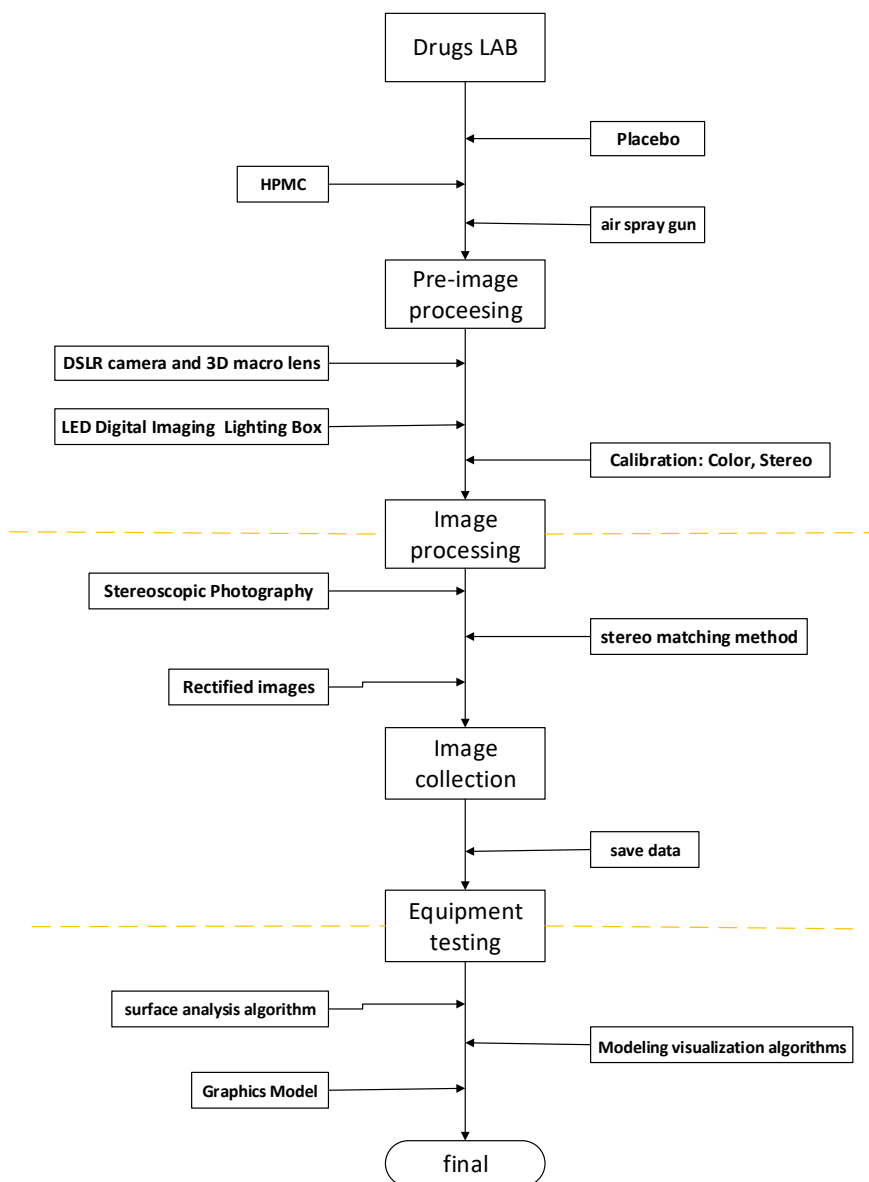
การวิเคราะห์ตัวยาที่ต้องการหาเทียบกับตัวยาดั้งแบบ ลักษณะการวิเคราะห์ภาพพื้นฐานกระทำเช่นเดียวกับการดำเนินการในระยะที่ 1 ระยะนี้เน้นในการนำเทคนิคการสร้างภาพตัดขวางด้วย Radon Transform เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ ในการนำข้อมูลในแฟ้มข้อมูลที่เก็บไว้ในคลังภาพ พัฒนาชุดคำสั่งที่หาโอกาสที่ดีที่สุด ภาพลักษณะคล้ายมากที่สุด เป็นไปได้มากที่สุด วิเคราะห์ทางสถิติใช้หาค่าความคลาดเคลื่อน

(1) การวิเคราะห์ภาพในระดับ surface analysis algorithm สร้างหน้าผิวสัมผัสของเม็ดยาเป็นภาพ 3 มิติ ใช้ Square mask เป็นวิธีการคาดประมาณจากการคำนวณเชิงเรขาคณิตเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ทำให้มีประสิทธิภาพและง่ายต่อการดำเนินการด้านกราฟิกของเส้นโค้งและพื้นผิว

(2) การวิเคราะห์ภาพ 3 มิติ Modeling visualization algorithms พิจารณาหารูปร่างของเม็ด (pill shape) ขนาดยา ความกว้าง ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง (pill size) ใช้หลักการ Spatial Analysis 3D ช่วยให้เชื่อถือทางสถิติและการมองเห็นของจริงและจำลองสามมิติรูปแบบจุดเชิงพื้นที่ของรูปร่าง ความหนาแน่น ในหารสร้างทิศทางโดเมนเวกเตอร์ลัดเชิงพื้นที่ของตำแหน่งของแต่ละจุดในเซตที่สัมพันธ์ทุกจุดที่เป็นสหสัมพันธ์ (autocorrelation) นำมาสร้างเป็น various artifacts ในรูปแบบ Surface reconstruction ของ Contour extraction ของรูปร่างเม็ดยาสร้างพื้นผิวลงในวัตถุที่สร้าง Matlab Interface ขึ้นด้วยเทคนิค 3D image of a Roman mask ใช้ตัวกรองสัญญาณในปรับปรุงพื้นผิว เช่น Gaussian blur และ Median filter

(3) Graphics Model พิจารณาในการคัดแยก เฉดสี โทนสี ของเม็ดยาออกตามลักษณะของสียา ให้แสดงภาพจำลองพื้นผิวเม็ดยาเป็น color ratio

(4) การวิเคราะห์ภาพ 3 มิติ หาลักษณะอักษร สัญลักษณ์ต่างๆที่ปรากฏในเม็ดยา ทั้งการพิมพ์ลงบนเม็ดยา (Imprint) หรือเกิดจากการตกลงในเม็ดยา



ภาพที่ 2- 26 แสดงขั้นตอนการทำงาน

2.11 การได้มาของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง (Drug sample for data method)

การออกแบบและสร้างเม็ดยาต้นแบบ diclofenac sodium ทำการออกแบบยาด้วยการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ ชนิดที่ไม่เติมสีลงในเม็ดยา และเติมสีลงไป จำแนกรูปแบบย่อยออกไป 7 ลักษณะการเคลือบผิวยาให้เกิดความแตกต่างกันด้านความหนาของชั้นฟิล์ม ตั้งแต่ไม่เคลือบ จนทำการเคลือบ 60 นาที โดยเก็บตัวอย่างเม็ดยาทุกๆ 10 นาที

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย

แสดงผลการทดลองที่ได้การออกแบบเพื่อสร้างโมเดลยา 3 มิติ โดยได้ทำการทดลองสร้างโมเดล 3 มิติ จากภาพที่แตกต่างกัน ได้แก่ภาพที่ได้จากการสังเคราะห์หรือสร้างขึ้นการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ ชนิดที่ไม่เติมสีลงในเม็ดยา และเติมสีลงไป จำแนกรูปแบบย่อยออกไป 6 ลักษณะการเคลือบผิว ยาให้เกิดความแตกต่างกันด้านความหนาของชั้นฟิล์ม ตั้งแต่ ไม่เคลือบ จนทำการเคลือบ 60 นาที โดยเก็บ ตัวอย่างเม็ดยาทุกๆ 10 นาที

3.1 ผลการทดลองจากภาพที่สังเคราะห์หรือสร้างขึ้นจากห้องปฏิบัติการ

ทำการรับภาพที่สร้างขึ้นมา โดยภาพที่สร้างนั้นจำลองมาจากภาพถ่ายของตัวยา ดังภาพที่ 4-1 ซึ่ง จำลองเฉพาะด้านข้างของตัวยาจำนวน 36 ภาพ แทนการหมุนรอบตัวยา 360 องศา ดังภาพที่ 4-2

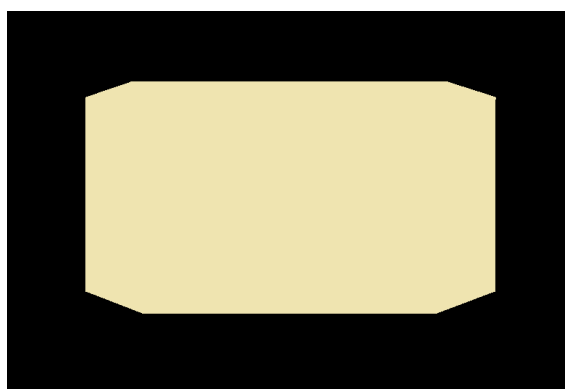


ภาพถ่ายยาด้านบน



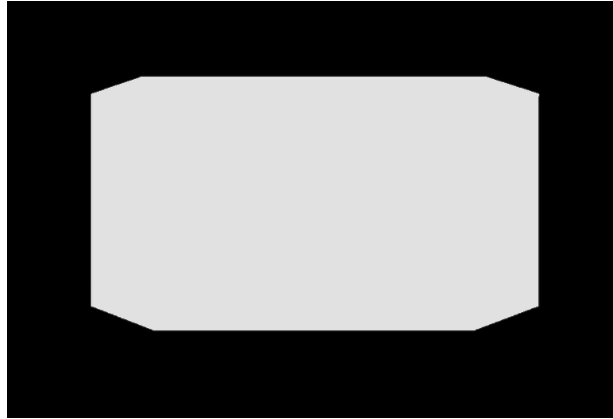
ภาพถ่ายยาด้านข้าง

ภาพที่ 3- 1 ภาพถ่ายของตัวยา

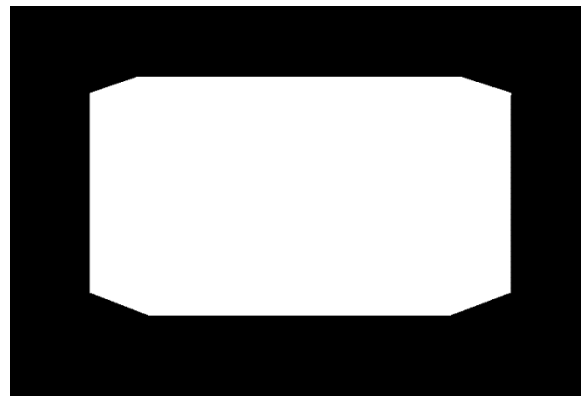


ภาพที่ 3- 2 ภาพตัวยาที่ได้จากการสังเคราะห์หรือสร้างขึ้น

หลังจากนั้นดำเนินการขึ้นพื้นฐานกับรูปภาพโดยมีขั้นตอนคือ การแปลงภาพ RGB เป็นภาพระดับเทา(ดังภาพที่ 4-3), แปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำ (ดังภาพที่ 4-4) ตามลำดับ เนื่องจากภาพที่ใช้นั้นถูกสร้างขึ้น จึงทำการกำหนดสีของตัวยา สีของพื้นหลัง และขนาดของพื้นหลังแล้ว จึงไม่ต้องทำขั้นตอนกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการ (Preprocessing 1) และไม่ต้องทำการกรองสัญญาณรบกวนเนื่องจากไม่มีสัญญาณรบกวน



ภาพที่ 3- 3 ภาพระดับเทาของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์



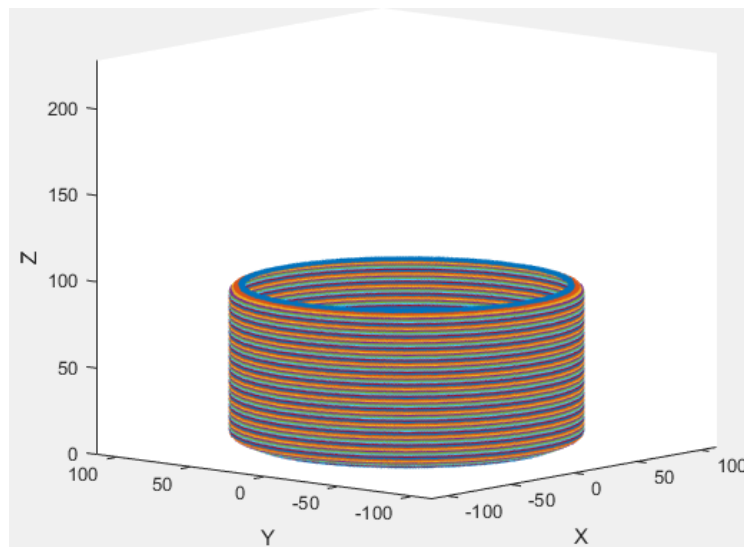
ภาพที่ 3- 4 ภาพขาวดำของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์

ขั้นตอนต่อมาคือการกำจัดพื้นหลังให้ได้มากที่สุด (Preprocessing 2) คือพื้นหลังนั้นจะชิดกับขอบของตัวยาทำให้ได้ภาพที่เกือบจะไม่มีพื้นหลัง ดังภาพที่ 3-5



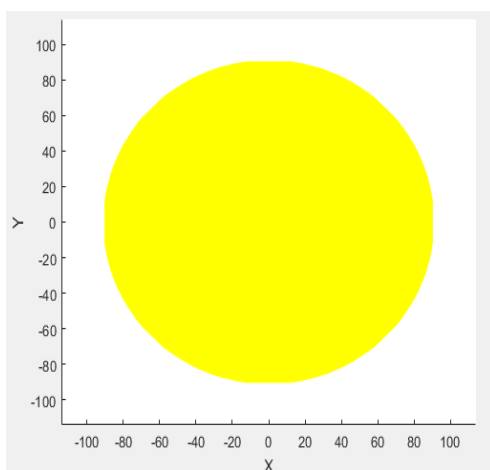
ภาพที่ 3- 5 ภาพหลังการกำจัดพื้นหลังของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์

หลังจากได้ภาพที่กำจัดพื้นหลังแล้วจึงนำภาพทั้ง 36 ภาพมาทำการแปลงเรดอนครั้งละ 1 แถว ตามจำนวนแถว จะได้ภาพ Sinogram เท่ากับจำนวนแถวของภาพ เมื่อได้ Sinogram ทั้งหมดแล้วนำแต่ละ Sinogram มาสร้างภาพ Backprojection จากนั้นนำภาพ Backprojection มาหาขอบของภาพด้วย Canny algorithm โดยใช้ค่า Threshold จากค่าระดับความเทาใดๆ ที่มีจำนวนพิกเซลมากที่สุดอันดับที่ 3 ของแต่ละภาพที่จะนำมาทำการหาขอบ เมื่อได้ขอบของภาพ จึงทำการหาจุดหรือตำแหน่งของขอบ แล้วนำตำแหน่งที่เป็นขอบมาแสดงในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y) จะได้ดังภาพที่ 4-6

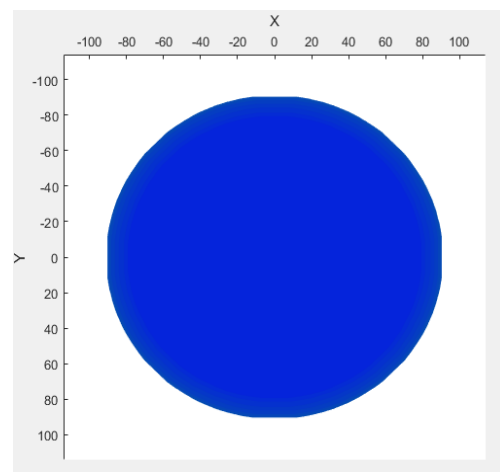


ภาพที่ 3- 6 ภาพหลังการแสดงผลในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนของภาพที่ได้จากการสังเคราะห์

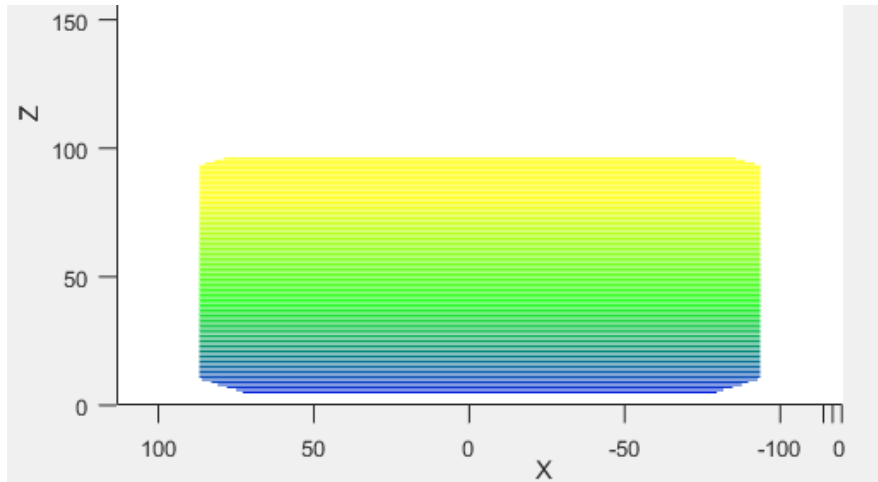
เมื่อสามารถแสดงเป็นเค้าโครงของตัวยาได้แล้วจึงทำการสร้างพื้นผิวให้โมเดล โดยเมื่อสร้างพื้นผิวสำเร็จจะได้โมเดลที่มีรูปร่างคล้ายตัวยา ดังภาพที่ 4-7



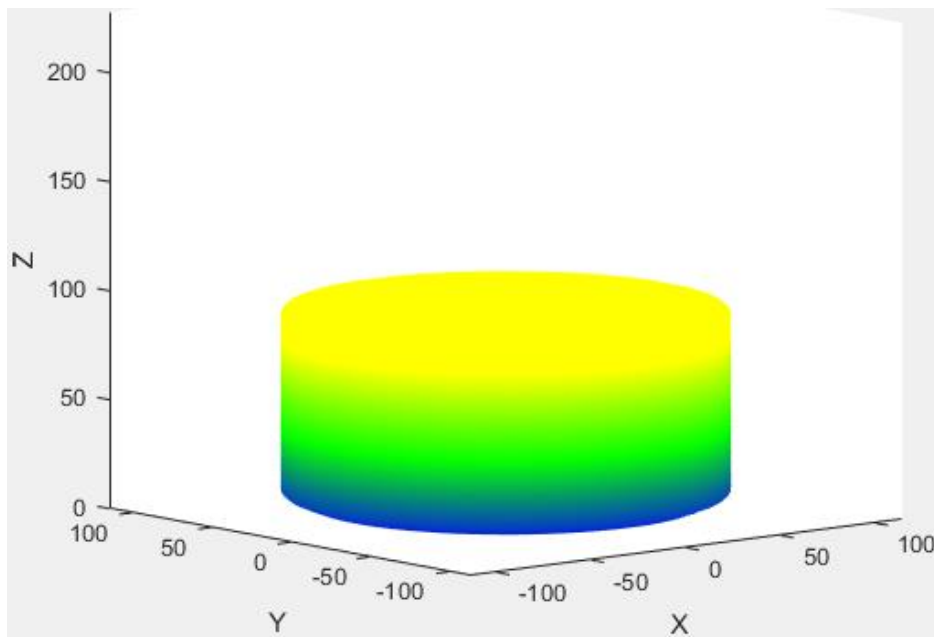
ภาพมุมมองด้านบน



ภาพมุมมองด้านล่าง



ภาพมุมมองด้านข้าง

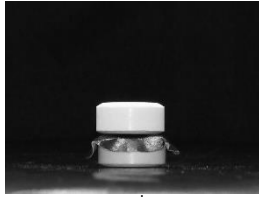


ภาพมุมมองแนวเฉียง

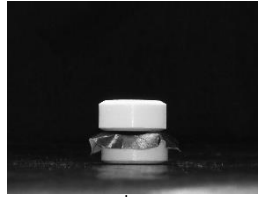
ภาพที่ 3- 7 โมเดลยา 3 มิติ จากภาพที่ได้จากการสังเคราะห์

3.2 ผลการทดลองจากภาพถ่ายด้วยอุปกรณ์แบบที่ 1

ทำการรับภาพที่ได้จากการถ่ายรอบเม็ดยา 360 องศา ด้วยกล้องโทรศัพท์ขนาด 3968 x 2976 พิกเซล จำนวน 36 ภาพ แต่ละภาพแทนแต่ละ 10 องศาที่หมุนรอบเม็ดยา ดังภาพที่ 4-8



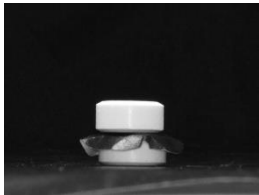
ภาพที่ 1



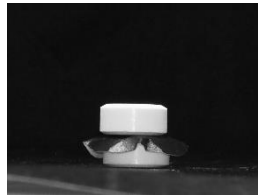
ภาพที่ 2



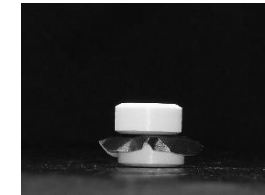
ภาพที่ 3



ภาพที่ 4



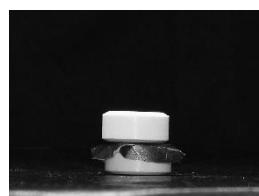
ภาพที่ 5



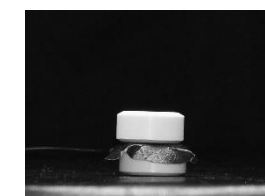
ภาพที่ 6



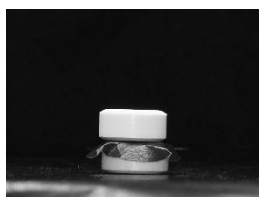
ภาพที่ 7



ภาพที่ 8



ภาพที่ 9



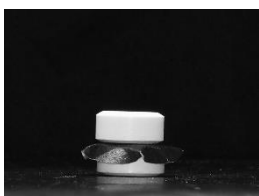
ภาพที่ 10



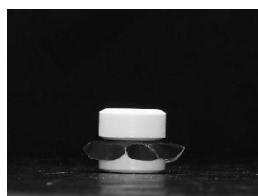
ภาพที่ 11



ภาพที่ 12



ภาพที่ 13



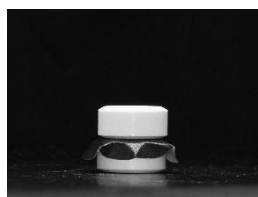
ภาพที่ 14



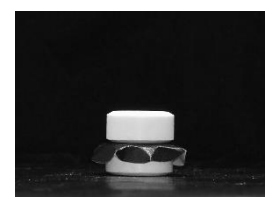
ภาพที่ 15



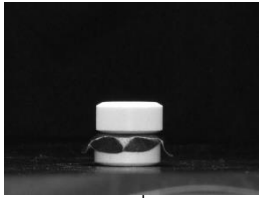
ภาพที่ 16



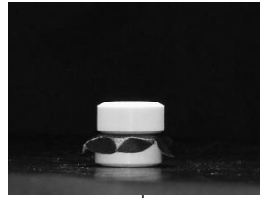
ภาพที่ 17



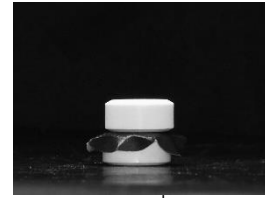
ภาพที่ 18



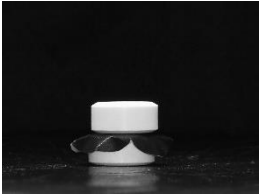
ภาพที่ 19



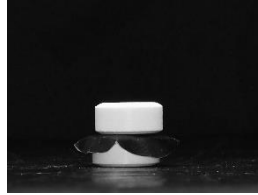
ภาพที่ 20



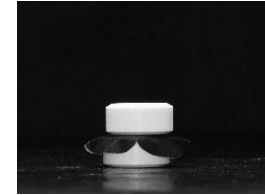
ภาพที่ 21



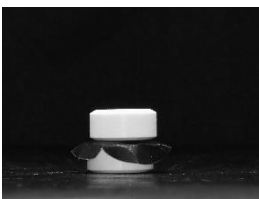
ภาพที่ 22



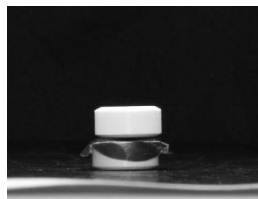
ภาพที่ 23



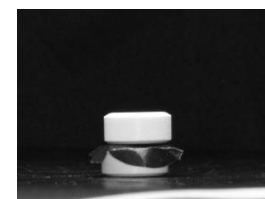
ภาพที่ 24



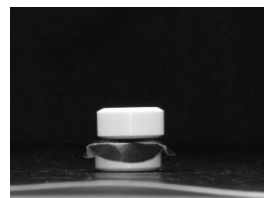
ภาพที่ 25



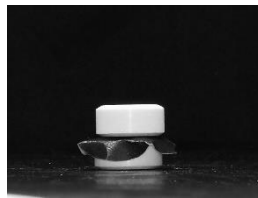
ภาพที่ 26



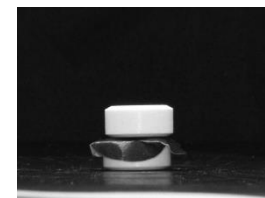
ภาพที่ 27



ภาพที่ 28



ภาพที่ 29



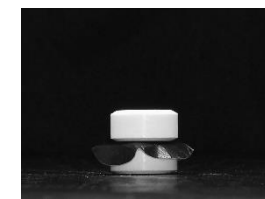
ภาพที่ 30



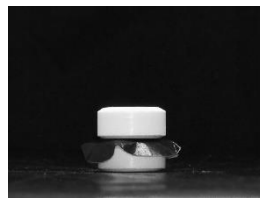
ภาพที่ 31



ภาพที่ 32



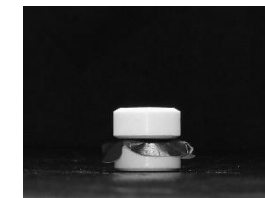
ภาพที่ 33



ภาพที่ 34



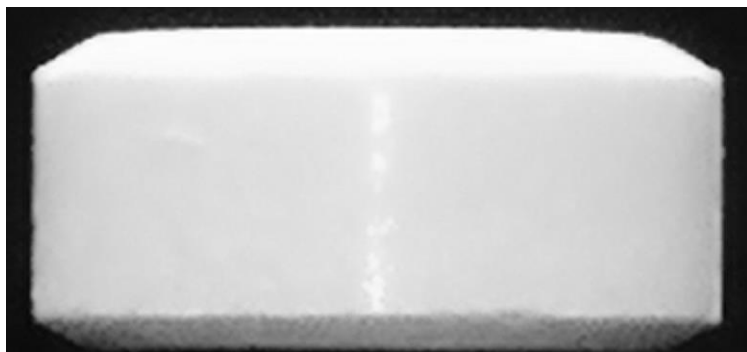
ภาพที่ 35



ภาพที่ 36

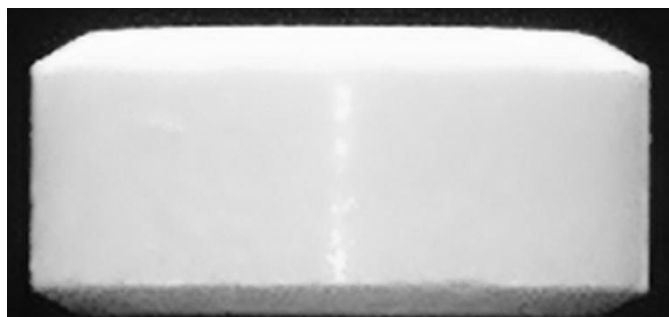
ภาพที่ 3- 8 ภาพยาแบบที่ 1 ทั้งหมด

ขั้นตอนต่อมาคือ กำจัดพื้นหลังหรือส่วนที่ไม่ต้องการออกจากภาพทั้ง 36 ภาพ(Preprocessing 1) เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลขั้นต่อไป ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3- 9 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการตัดส่วนที่ไม่ต้องการ

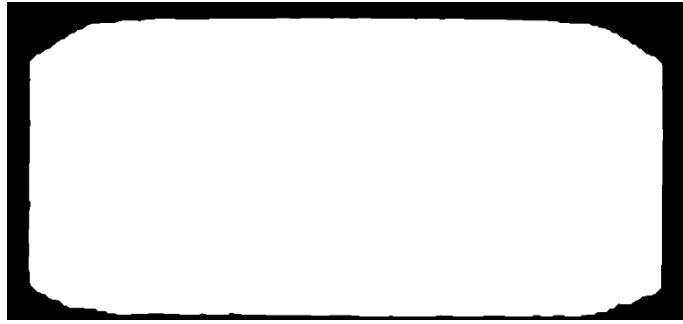
หลังจากนั้นดำเนินการขึ้นพื้นฐานกับรูปภาพโดยมีขั้นตอนคือ การแปลงภาพ RGB เป็นภาพระดับเทา (ดังภาพที่ 4-10), แปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำด้วยค่า Threshold เท่ากับ 60 (ดังภาพที่ 4-11), กรองสัญญาณรบกวนด้วย opening algorithm โดยใช้ Structuring Element ขนาดเท่ากับ 20x20 (ดังภาพที่ 4-12) ตามลำดับ



ภาพที่ 3- 10 ภาพระดับเทาของภาพยาแบบที่ 1

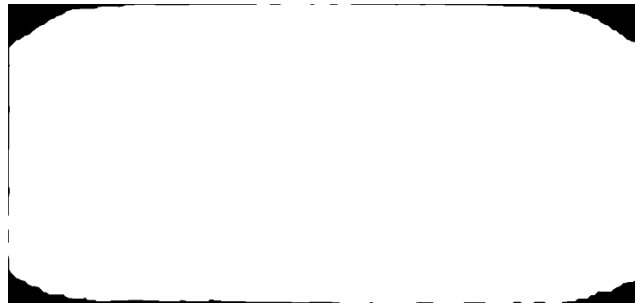


ภาพที่ 3- 11 ภาพขาวดำของภาพยาแบบที่ 1



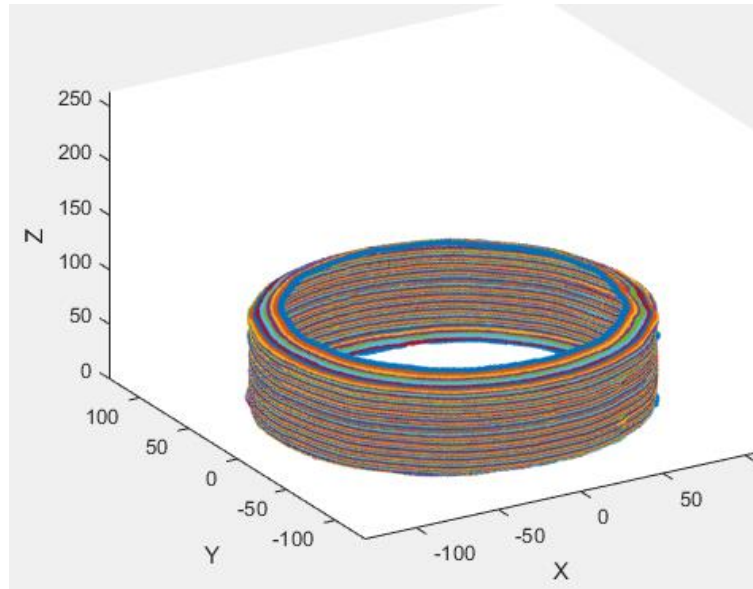
ภาพที่ 3- 12 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกรองสัญญาณรบกวน

ขั้นตอนต่อมาคือการกำจัดพื้นหลังให้ได้มากที่สุด (Preprocessing 2) คือพื้นหลังนั้นจะชิดกับขอบของตัวยาทำให้ได้ภาพที่เกือบจะไม่มีพื้นหลัง ดังภาพที่ 4-13



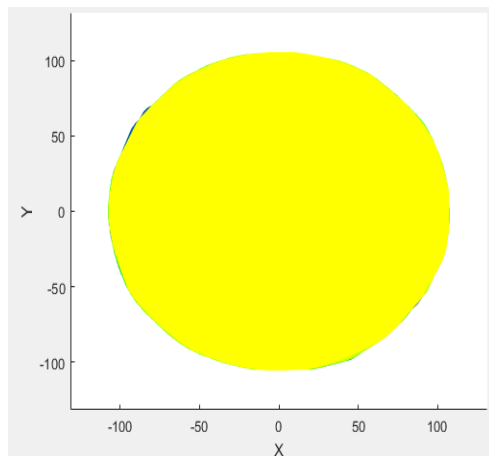
ภาพที่ 3- 13 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกำจัดพื้นหลัง

หลังจากได้ภาพที่กำจัดพื้นหลังแล้วจึงนำภาพทั้ง 36 ภาพมาทำการแปลงเรดอนครั้งละ 1 แถว ตามจำนวนแถว จะได้ภาพ Sinogram เท่ากับจำนวนแถวของภาพ เมื่อได้ Sinogram ทั้งหมดแล้วนำแต่ละ Sinogram มาสร้างภาพ Backprojection จากนั้นนำภาพ Backprojection มาหาขอบของภาพด้วย Canny algorithm โดยใช้ค่า Threshold จากค่าระดับความเทาใดๆ ที่มีจำนวนพิกเซลมากที่สุดอันดับที่ 3 ของแต่ละภาพที่จะนำมาทำการหาขอบเมื่อได้ขอบของภาพ จึงทำการหาจุดหรือตำแหน่งของขอบ แล้วนำตำแหน่งที่เป็นขอบมาแสดงในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน (x, y) ดังภาพที่ 3-14

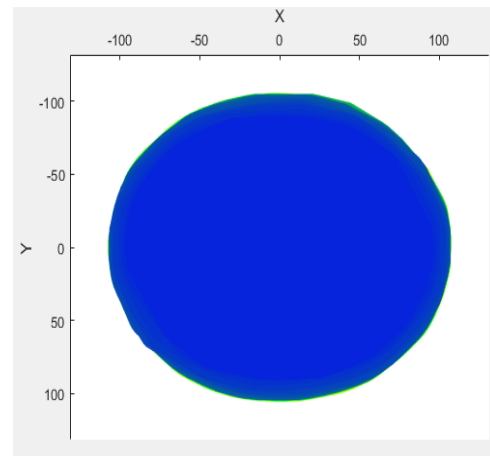


ภาพที่ 3- 14 ภาพหลังการแสดงผลในระบบพิกัดคาร์ทีเซียนของภาพยาแบบที่ 1

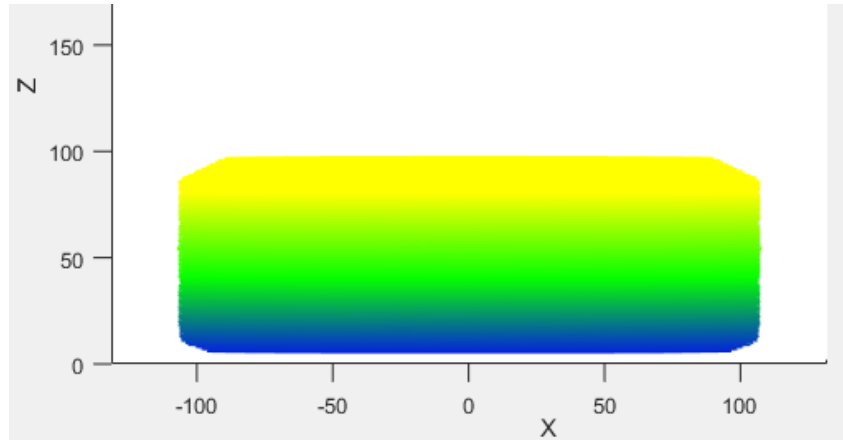
เมื่อสามารถแสดงเป็นเค้าโครงของตัวยาก็แล้วจึงทำการสร้างพื้นผิวให้โมเดล โดยเมื่อสร้างพื้นผิวสำเร็จ
จะได้โมเดลที่มีรูปร่างคล้ายตัวยา ดังภาพที่ 4-15



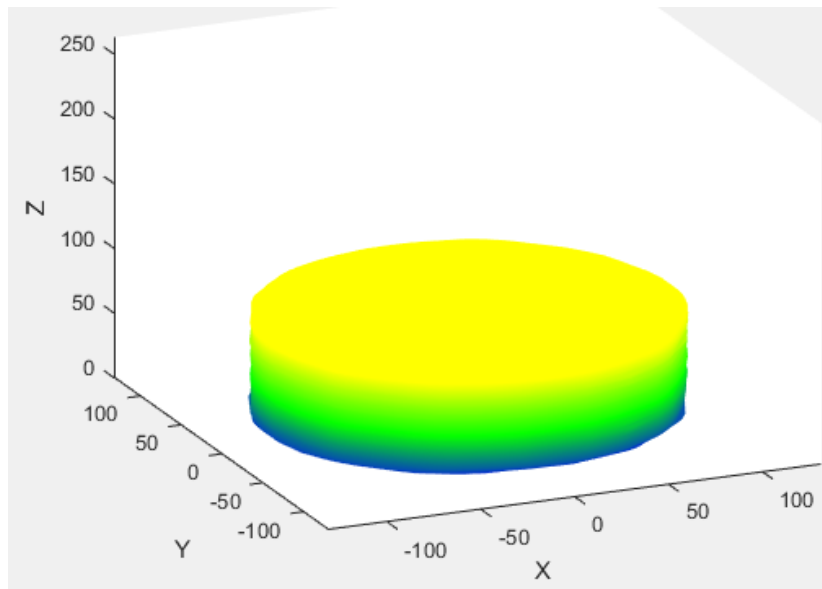
ภาพมุมมองด้านบน



ภาพมุมมองด้านล่าง



ภาพมุมมองด้านข้าง



ภาพมุมมองแนวเฉียง

ภาพที่ 3- 15 โมเดลยา 3 มิติ ของภายาแบบที่ 1

3.3 ผลการทดลองจากภายาแบบที่ 1 ด้วยอุปกรณ์แบบที่ 2

ทำการรับภาพที่ได้จากการถ่ายรอบเม็ดยา 360 องศา ด้วยกล้องโทรศัพท์ขนาด 1080 x 1080 พิกเซล จำนวน 36 ภาพ แต่ละภาพแทนแต่ละ 10 องศาที่หมุนรอบเม็ดยา ดังภาพที่ 4-48



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3



ภาพที่ 4



ภาพที่ 7



ภาพที่ 10



ภาพที่ 13



ภาพที่ 16



ภาพที่ 19



ภาพที่ 22



ภาพที่ 5



ภาพที่ 8



ภาพที่ 11



ภาพที่ 14



ภาพที่ 17



ภาพที่ 20



ภาพที่ 23



ภาพที่ 6



ภาพที่ 9



ภาพที่ 12



ภาพที่ 15



ภาพที่ 18

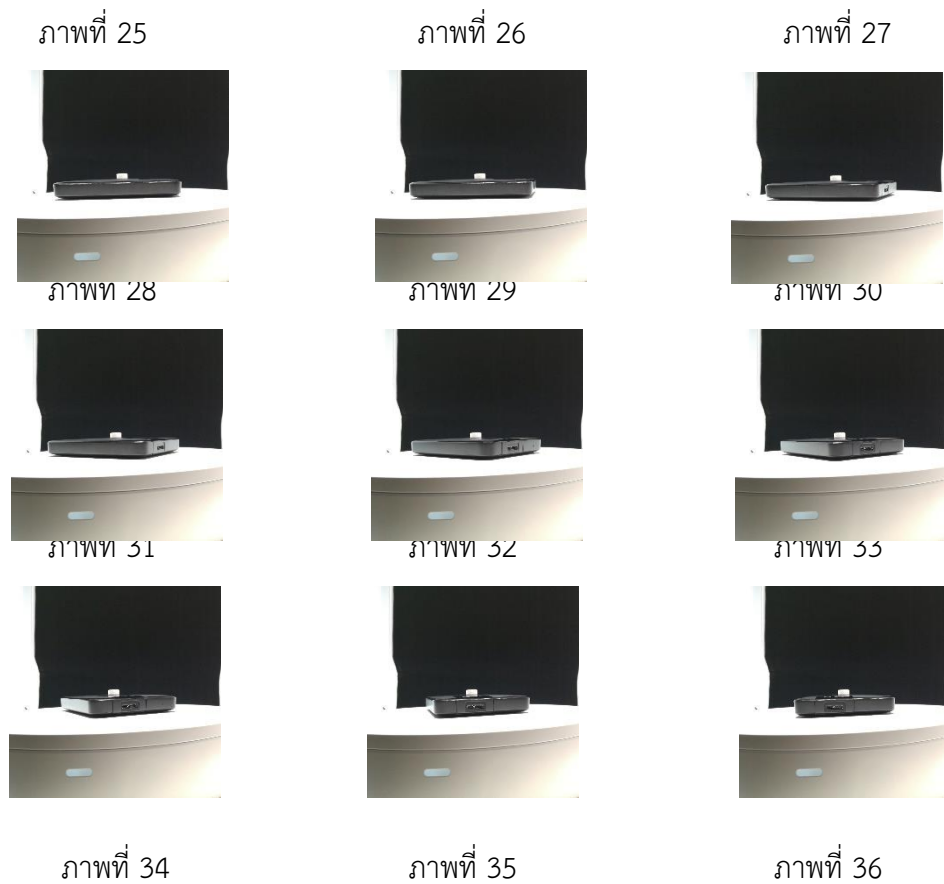


ภาพที่ 21



ภาพที่ 24





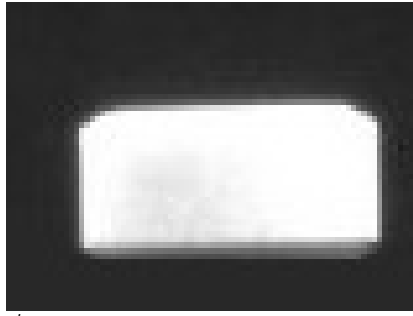
ภาพที่ 3- 16 ภาพยาแบบที่ 1 ทั้งหมด

ขั้นตอนต่อมาคือกำจัดพื้นหลังหรือส่วนที่ไม่ต้องการออกจากภาพทั้ง 36 ภาพ (Preprocessing 1) เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลขั้นต่อไป ดังภาพที่ 4-49



ภาพที่ 3- 17 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการตัดส่วนที่ไม่ต้องการ

หลังจากนั้นดำเนินการขึ้นพื้นฐานกับรูปภาพโดยมีขั้นตอนคือ การแปลงภาพ RGB เป็นภาพระดับเทา (ดังภาพที่ 4-50), แปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำด้วยค่า Threshold เท่ากับ 60 (ดังภาพที่ 4-51), กรองสัญญาณรบกวนด้วย opening algorithm โดยใช้ Structuring Element ขนาดเท่ากับ 5x5 (ดังภาพที่ 4-52)



ภาพที่ 3- 18 ภาพระดับเทาของภาพยาแบบที่ 1



ภาพที่ 3- 19 ภาพขาวดำของภาพยาแบบที่ 1



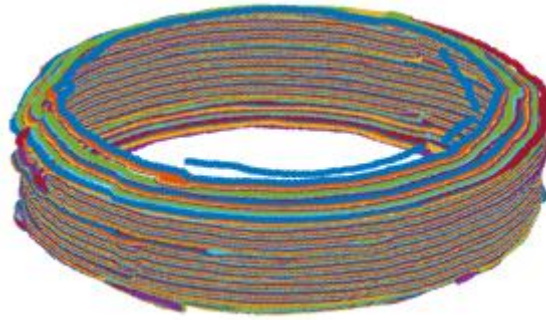
ภาพที่ 3- 20 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกรองสัญญาณรบกวน

ขั้นตอนต่อมาคือการกำจัดพื้นหลังให้ได้มากที่สุด (Preprocessing 2) คือพื้นหลังนั้นจะชิดกับขอบของตัวยาทำให้ได้ภาพที่เกือบจะไม่มีพื้นหลัง ดังภาพที่ 4-53



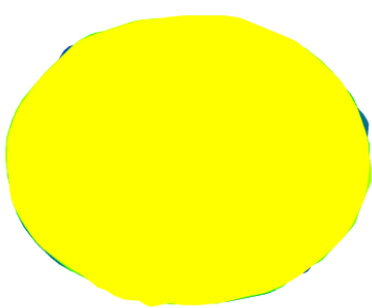
ภาพที่ 3- 21 ภาพยาแบบที่ 1 หลังการกำจัดพื้นหลัง

หลังจากได้ภาพที่กำจัดพื้นหลังแล้วจึงนำภาพทั้ง 36 ภาพมาทำการแปลงเรดอนครั้งละ 1 แถว ตามจำนวนแถว จะได้ภาพ Sinogram เท่ากับจำนวนแถวของภาพ เมื่อได้ Sinogram ทั้งหมดแล้วนำแต่ละ Sinogram มาสร้างภาพ Backprojection จากนั้นนำภาพ Backprojection มาหาขอบของรูปด้วย Canny algorithm เมื่อได้ขอบของรูป จึงทำการหาจุดหรือตำแหน่งของขอบ แล้วนำตำแหน่งที่เป็นขอบมาแสดงในระบบพิกัดคาที่เขียน (x, y) ดังภาพที่ 4-54

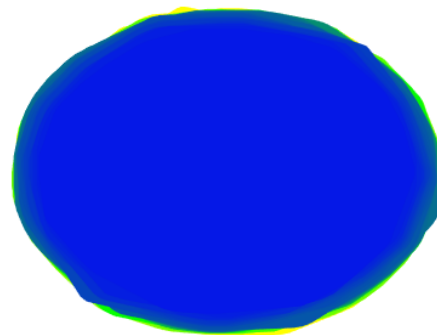


ภาพที่ 3- 22 ภาพหลังการแสดงในระบบพิกัดคาที่เขียนของภาพยาแบบที่ 1

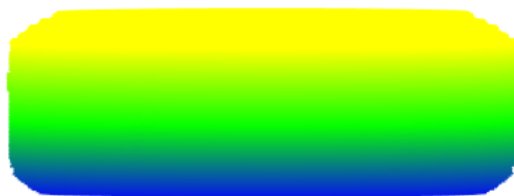
เมื่อสามารถแสดงเป็นเค้าโครงของตัวยาก็แล้วจึงทำการสร้างพื้นผิวให้โมเดล โดยเมื่อสร้างพื้นผิวสำเร็จ จะได้โมเดลที่มีรูปร่างคล้ายตัวยา



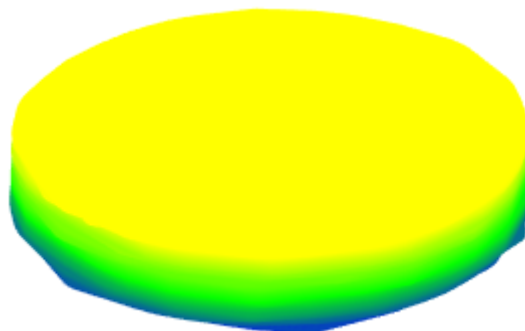
ภาพมุมมองด้านบน



ภาพมุมมองด้านล่าง



ภาพมุมมองด้านข้าง



ภาพมุมมองแนวเฉียง

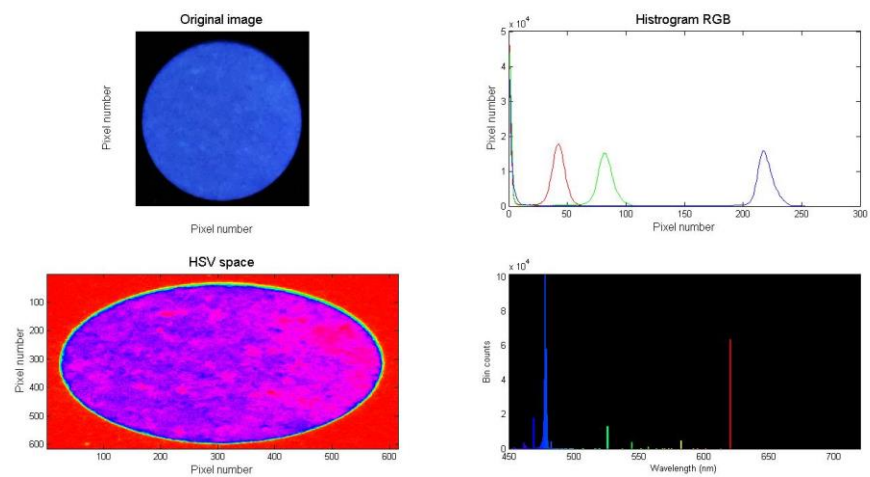
ภาพที่ 3- 23 โมเดลยา 3 มิติ ของภพยาแบบที่ 1

3.4 ผลการทดลองการวิเคราะห์พื้นผิวจากภพยาห้องปฏิบัติการ

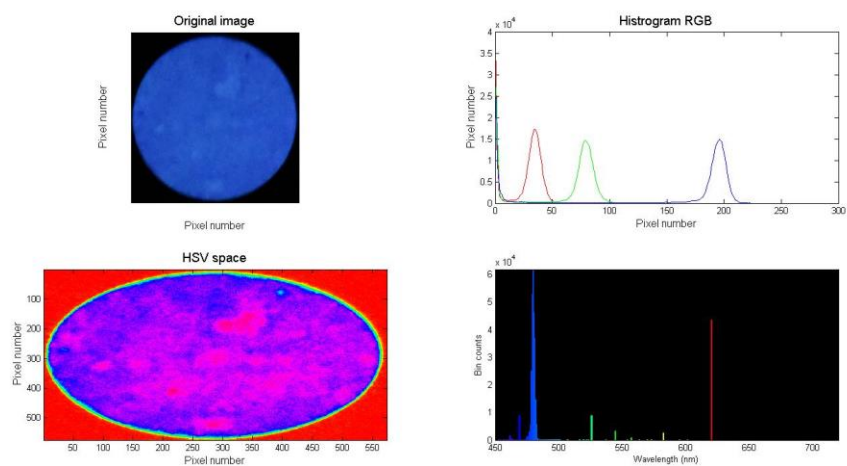
ตารางที่ 2-1 แสดงค่าการวิเคราะห์สี

Coating time	R	G	B
0 min	39.5323	22.0093	172.8802
0 min	40.8459	22.1411	177.7394
0 min	39.2370	22.1721	176.0282
10 min	39.5635	22.8848	170.3138
10 min	38.7030	24.1890	166.7833
10 min	38.3381	22.1127	165.8478
20 min	40.2304	23.5118	171.1403
20 min	39.2581	24.0611	166.1706
20 min	38.9989	22.9992	167.5772
30 min	37.4387	20.6383	157.9375
30 min	43.0402	27.6869	175.4165
30 min	40.1794	24.1109	166.6238
40 min	36.7676	21.8522	155.9917

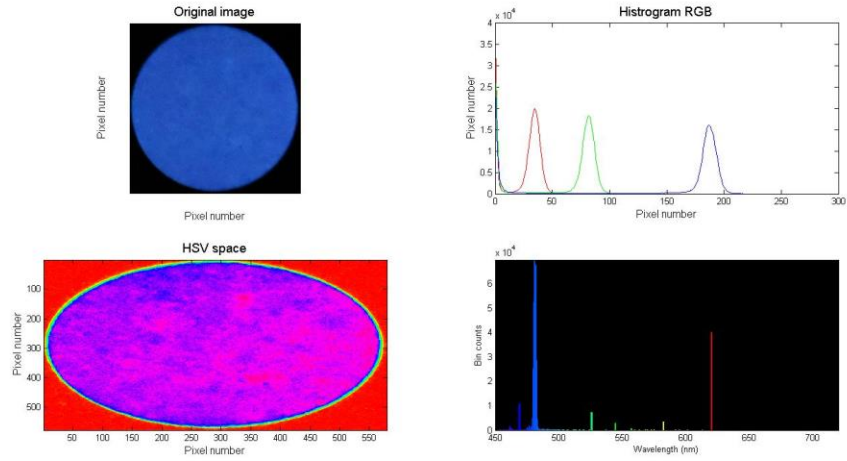
40 min	38.3844	23.0054	160.5422
40 min	39.3741	22.4950	166.8329
50 min	44.4841	24.7488	179.9624
50 min	38.8538	21.7148	162.0680
50 min	42.0287	26.5028	173.7216
60 min	41.6523	22.9364	170.1143
60 min	40.4159	23.7385	167.3233
60 min	40.4572	22.2710	168.7172



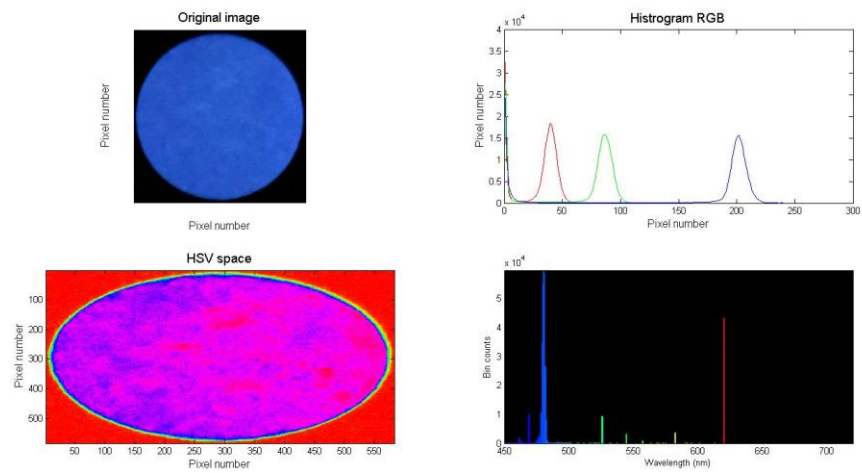
ภาพที่ 3-22 coating film_0



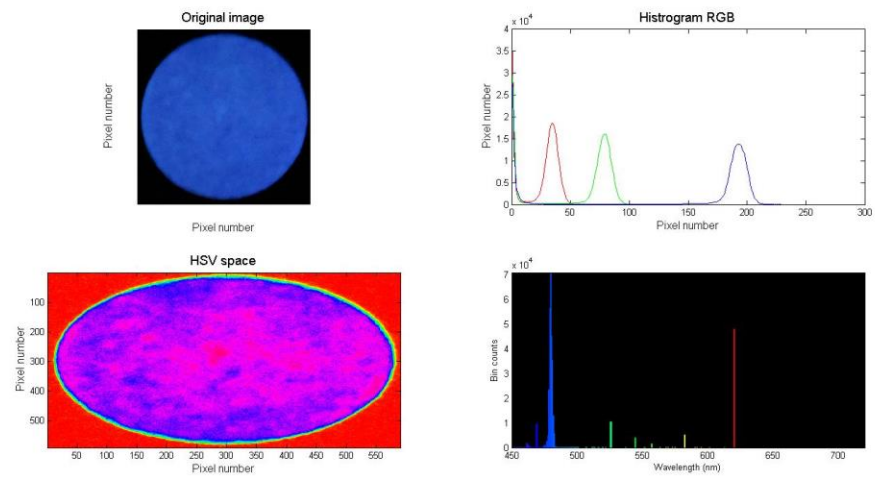
ภาพที่ 3- 24 coating film_10 min



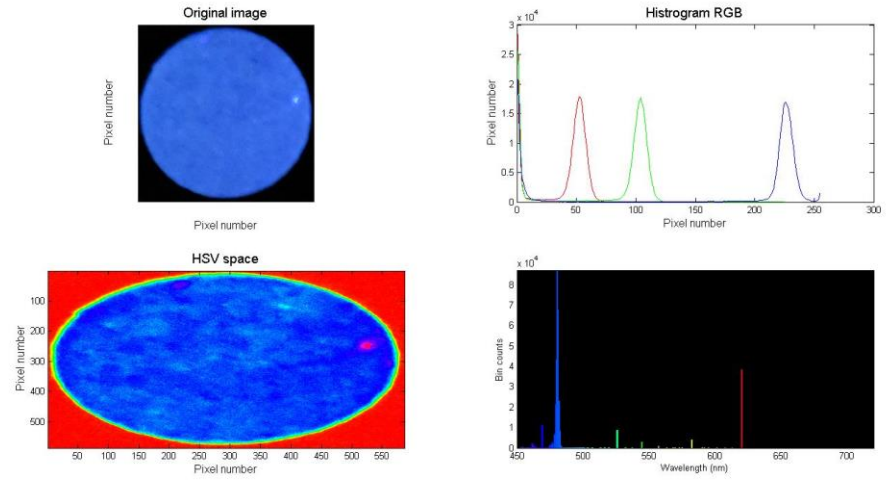
ภาพที่ 3- 25 coating film_20 min



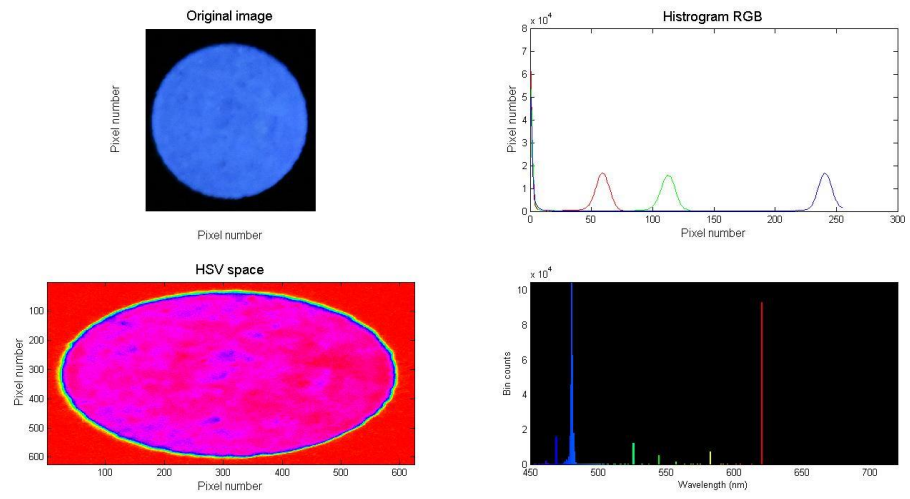
ภาพที่ 3- 26 coating film_30 min



ภาพที่ 3- 27 coating film_40 min



ภาพที่ 3- 28 coating film_50 min



ภาพที่ 3- 29 coating film_60 min

บทที่ 4

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

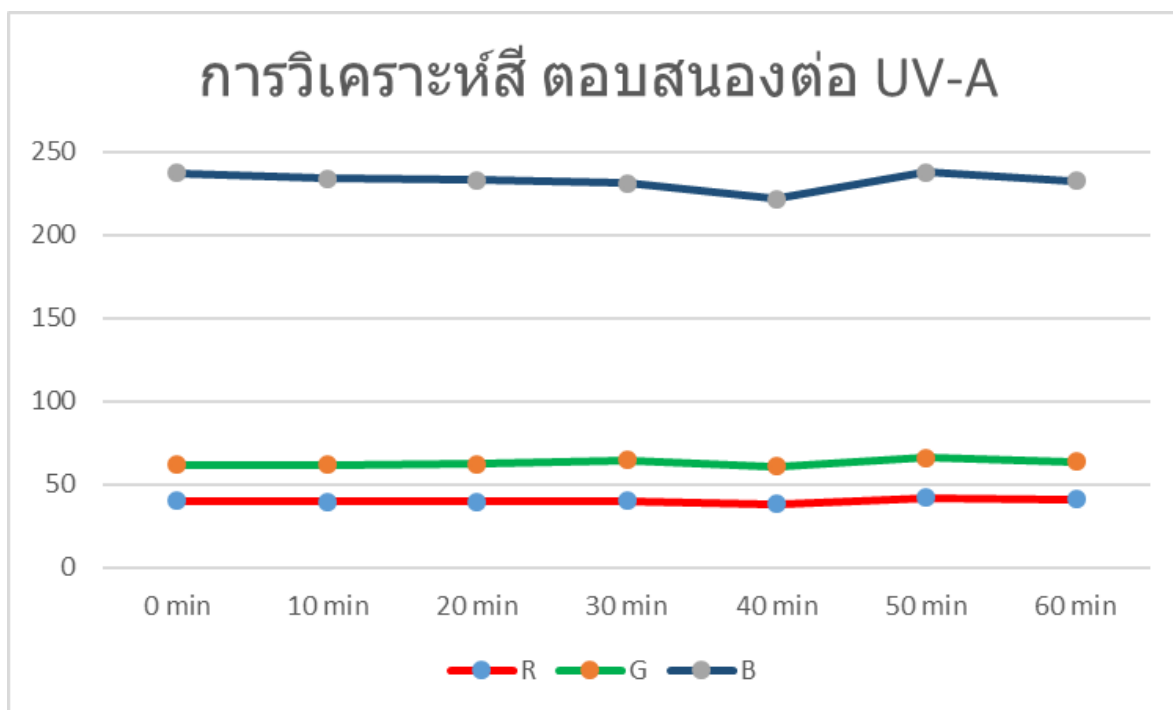
บทที่จะเป็นการสรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน โดยมีเนื้อหาประกอบไปด้วยดังนี้ สรุปผลการดำเนินงาน ประโยชน์ของการดำเนินงาน ข้อดีของการดำเนินงานวิจัย ปัญหาหรืออุปสรรคในการดำเนินงาน และแนวทางแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะการดำเนินงาน เนื้อหาจะกล่าวสรุปทั้งหมดดังที่กล่าวมาจากการดำเนินงานที่ปฏิบัติจริงมานำเสนอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 สรุปผลและวิจารณ์ผลการดำเนินโครงการ

ในงานวิจัยนี้ผู้จัดทำโครงการได้เสนอวิธีการสร้างโมเดล 3 มิติจากภาพถ่ายรอบวัตถุ 36 ภาพ 360 องศา และนำภาพถ่ายทั้ง 36 ภาพ มาทำการสร้างภาพตัดขวาง ด้วยวิธีการ radon transform โดยก่อนจะทำการสร้างโมเดลจะมีขั้นตอนการเตรียมภาพให้เหมาะสมและง่ายต่อการประมวลผล คือ การแปลงภาพจาก RGB เป็นภาพระดับเทา, การแปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำ ด้วยเทคนิค Thresholding และ การกรองสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ด้วยวิธีการ opening algorithm ซึ่งการแปลงภาพระดับเทาเป็นภาพขาวดำ ด้วยเทคนิค Thresholding ยังแยกพื้นหลังกับวัตถุที่ต้องการได้ไม่ดีเท่าที่ควรส่งผลให้มี Noise ขนาดใหญ่ เนื่องจากปัญหาของแสงไฟที่ส่องสว่างกระทบกับตัวเม็ดยาแต่ละด้านไม่เท่ากัน และกล้องดิจิทัลที่เมื่อทำการซูมภาพเพื่อถ่ายยาทำให้ภาพเสียความละเอียด เมื่อมี Noise ขนาดใหญ่จึงต้องใช้ Structuring Element ขนาดใหญ่จึงทำให้เกิดการกำจัด Noise ที่เกินเข้าไปในส่วนที่เป็นตัววัตถุหรือตัวยา ภาพที่ได้บางภาพจึงมีรูปร่างไม่สมบูรณ์และเนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องใช้แท่นหมุนในการวางตัวยาเพื่อหมุนในการถ่ายภาพ แท่นหมุนจึงเป็นปัจจัยหลักของคุณภาพของภาพที่จะได้รับ ซึ่งแท่นหมุนที่ผู้จัดทำโครงการใช้ในการหมุนนั้นมีการเอียงเล็กน้อยทำให้ตัวยาที่วางอยู่มีการเอียงตามแท่นหมุน เป็นอีกเหตุผลที่ทำให้ได้ภาพที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้เมื่อทำการสร้างโมเดล 3 มิติขึ้น ลักษณะของโมเดลไม่ดีเท่าที่คาดหวังเอาไว้

ผลลัพธ์ของการสร้างโมเดลไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้เนื่องจากภาพมีสัญญาณรบกวนมากเกินไป และแท่นหมุนถ่ายภาพมีความเอียง ทำให้การประมวลผลภาพเบื้องต้นได้ภาพที่จะมาทำการสร้างภาพตัดขวางไม่ดีเท่าที่ควร และภาพที่นำมาสร้างโมเดลมีน้อยเกินไปเพียงแค่ 36 ภาพ

ผลลัพธ์การวิเคราะห์พื้นผิวของยาที่เคลือบบนยา diclofenac sodium จากห้องปฏิบัติการ สังเกตได้ว่าการเคลือบผิวยาที่ 40 นาทีตอบสนองต่อการการสะท้อน UV-A ได้ดีที่สุด



ภาพที่ 4- 1 แสดงการวิเคราะห์ความล้มพันธ์ของแสง UV-A ที่ตอบสนองต่อชั้นการเคลือบฟิล์มของยา

4.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

ในการดำเนินงานครั้งนี้ผู้จัดทำโครงการได้ประโยชน์จากการดำเนินงานดังหัวข้อต่อไปนี้

5.2.1 ได้ประยุกต์ใช้ความรู้จากรายวิชาที่เรียนมา

5.2.2 ฝึกระเบียบการทำงาน มีระเบียบวินัยมากขึ้น บังคับตัวเองให้ทำงานภายในเวลาที่

กำหนด

5.2.3 ได้ขั้นตอนการสร้างโมเดล 3 มิติของเม็ดยาจากภาพถ่ายด้วยกล้องโทรศัพท์

4.3 ข้อจำกัดของโครงการ

5.3.1 จำนวนรูปภาพมีน้อยเกินไปแค่ 36 ภาพต่อ 1 โมเดล ทำให้ไม่สามารถสร้างโมเดลยา 3 มิติได้ตามที่คาดหวังเอาไว้

5.3.1 วิธีการเชื่อมจุดเพื่อสร้างพื้นผิวโมเดลด้วย Delaunay triangulation ทำให้ไม่สามารถสร้างโมเดลยา 3 มิติ บางโมเดลได้ เช่น โมเดลยาที่ด้านบนของตัวยามีรอยบาก

4.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากสร้างโมเดลจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิทัล 36 ภาพ ด้วยวิธีการ radon transform มีข้อจำกัดในหลายๆ ด้าน ผู้จัดทำโครงการมีข้อเสนอแนะเพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต ดังนี้

5.4.1 ควรมีภาพถ่ายรอบตัวยาที่ใช้ในการสร้างโมเดลมากกว่า 36 ภาพ

5.4.2 สำหรับอุปกรณ์แบบที่ 1 ควรปรับปรุงแท่นหมุนให้ไม่เอียง และควรมีการจัดสภาพแวดล้อมของการถ่ายภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีสัญญาณรบกวนน้อย

5.4.3 สำหรับอุปกรณ์แบบที่ 1 ควรปรับปรุงกล้องดิจิทัลให้ถ่ายได้มีความละเอียดของภาพมากขึ้น

5.4.4 เปลี่ยนวิธีการเชื่อมจุดโดยใช้วิธีการอื่น เพื่อให้สามารถสร้างโมเดลที่ Delaunay triangulation ไม่สามารถสร้างได้

5.4.5 สำหรับอุปกรณ์แบบที่ 2 ควรปรับปรุงกล้องดิจิทัลให้ถ่ายได้มีความละเอียดของภาพมากขึ้น และใช้กล้องดิจิทัลที่สามารถซูมได้

บทที่ 5

ผลผลิต

5.1 ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

การจดสิทธิบัตร -

ผลงานเชิงพาณิชย์ -

ผลงานเชิงสาธารณะ -

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย (NRMS 13 หลัก).....สัญญาเลขที่...60/2561...

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561..... มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ ประมวลสัญญาภาพดิจิทัล 3 มิติ แบบเสมือนจริงเพื่อการพิสูจน์เอกลักษณ์ของยา
รูปแบบเม็ดยาต้นแบบที่ได้จากห้องปฏิบัติการผลิตยา

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน อ.ภักดี สุขพรสวรรค์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่....30 พฤศจิกายน 2561.....ถึงวันที่...28 กุมภาพันธ์ 2563....

ระยะเวลาดำเนินการ...1...ปี8.... เดือน ตั้งแต่วันที่....30 พฤศจิกายน 2561.....

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ 1 (50%) 225,000... บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

งวดที่ 2 (40%) 180,000... บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

งวดที่ 3 (10%) 45,000... บาท เมื่อวันที่ เดือน ปี.....

รวม 450,000.....

รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1. ค่าตอบแทน	20,000	20,000	0
2. ค่าจ้าง	216,480	216,480	0
3. ค่าวัสดุ	23,000	23,000	0
4. ค่าใช้สอย	145,520	145,520	0
5. ค่าครุภัณฑ์	13,883	13,883	0
6. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ			
6.1 ค่าธรรมเนียมอุดหนุนสถาบัน	31,117	31,117	0
รวม	450,000	450,000	0

(.....)

อ.ภักดี สุขพรสวรรค์

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

บรรณานุกรม

1. Tanimoto M. 3D Videocommunication: Algorithms, Concepts and Real-Time Systems in Human Centred Communication: Free viewpoint systems: John Wiley & Sons, Ltd; 2005 3 JAN 2006.
2. Trucco SlaE. Articulated 3-D Modelling in a Wide-Baseline Disparity Space. In Proceedings of CVMP. 2007;1:1-10.
3. Trucco SlaE. Fitting Subdivision Surface Models to Noisy and Incomplete 3-D Data. In Proceedings of Mirage. 2007;LNCS 4418:542-54.
4. Prats-Montalbán JM, de Juan A, Ferrer A. Multivariate image analysis: A review with applications. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems. 2011;107(1):1-23.
5. Zeitler JA, Gladden LF. In-vitro tomography and non-destructive imaging at depth of pharmaceutical solid dosage forms. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2009;71(1):2-22.
6. Ji J, Ko K-H. Improved gloss depiction using the empirical highlight un-distortion method for 3D image-warping-based stereo rendering. Computers & Graphics. 2015;50(0):1-12.
7. Yuzhen N, Feng L, Wu-chi F, Hailin J. Aesthetics-Based Stereoscopic Photo Cropping for Heterogeneous Displays. Multimedia, IEEE Transactions on. 2012;14(3):783-96.
8. Reece GP, Merchant F, Andon J, Khatam H, Ravi-Chandar K, Weston J, et al. 3D surface imaging of the human female torso in upright to supine positions. Medical Engineering & Physics. 2015;37(4):375-83.
9. Iwane T, editor Light field camera and integral 3D display: 3D image reconstruction based on lightfield data. Information Optics (WIO), 2014 13th Workshop on; 2014 7-11 July 2014.
10. Chang S-H, Sin-Yao H, editors. The study of an innovative 3D-image display system. Electrical and Control Engineering (ICECE), 2011 International Conference on; 2011 16-18 Sept. 2011.

11. MathWorker T. Computer Vision System Toolbox™ User's Guide MA: The MathWorks, Inc; 2015 [cited 2015 27 July]. Available from: http://cn.mathworks.com/help/pdf_doc/vision/vision_ug.pdf.
12. Dong L, Huijie Z, Hongzhi J, editors. Fast phase-based stereo matching method for 3D shape measurement. Optomechatronic Technologies (ISOT), 2010 International Symposium on; 2010 25-27 Oct. 2010.
13. Rod R. Seeley PT, Trent D. Stephens. Anatomy & physiology: VISUAL SYSTEM. 8th ed. New York: McGraw-Hill; 2008.
14. Elaine N. Marieb KH. Human anatomy & physiology: The Eye and Vision. 9 ed: Pearson Education; 2013.
15. Drauschke A, Rank E, Traxler L, Forjan M, editors. Mechanical eye model for comparison of optical and physiological imaging properties. MECHATRONIKA, 2012 15th International Symposium; 2012 5-7 Dec. 2012.
16. BERTALMÍO M. IMAGE PROCESSING FOR CINEMA. Sapiro CBaG, editor. NW: CRC Press Taylor & Francis Group; 2014.
17. Westland SaC, Ripamonti. Computational colour science using MATLAB. UK: John Wiley & Sons Ltd; 2004.
18. Botero Valencia JS, Lopez Giraldo FE, Vargas Bonilla JF, editors. Calibration method for Correlated Color Temperature (CCT) measurement using RGB color sensors. Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA), 2013 XVIII Symposium of; 2013 11-13 Sept. 2013.
19. Macadam DL. Color Balance for Television. Proceedings of the IRE. 1955;43(1):11-4.
20. Standard C. CIE Colorimetry - Part 2: Standard Illuminants for Colorimetry 2015 [updated 2000 - 2015; cited 2015 17, August]. Available from: <http://www.cie.co.at/index.php/LEFTMENU/index.php?service=restart>.
21. Kuehni RG. Color: An Introduction to Practice and Principles. 2nd ed. ed. Canada: John Wiley & Sons; 2005.
22. Christine Fernandez-Maloine FR-I, and Ludovic Macaire. Numerical color imaging. Great Britain and the United States: ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc; 2012.
23. Zeng H. Preferred Skin Colour Reproduction: The University of Leeds; 2011.

24. Drugs.com. Hydroxypropyl Methylcellulose 2015 [cited 2015 23 August]. Available from: <http://www.drugs.com/inactive/hydroxypropyl-methylcellulose-162.html>.
25. Ford JL. Design and Evaluation of Hydroxypropyl Methylcellulose Matrix Tablets for Oral Controlled Release: A Historical Perspective: Springer; 2014.
26. MIMS-Thailand. Hypromellose 2015 [updated 23 August 2015; cited 2015 23 August]. Available from: <http://www.mims.com/Thailand/drug/search/?q=hypromellose&page=0>.
27. Ho L, Müller R, Gordon KC, Kleinebudde P, Pepper M, Rades T, et al. Terahertz pulsed imaging as an analytical tool for sustained-release tablet film coating. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2009;71(1):117-23.
28. Haaser M, Gordon KC, Strachan CJ, Rades T. Terahertz pulsed imaging as an advanced characterisation tool for film coatings—A review. *International Journal of Pharmaceutics*. 2013;457(2):510-20.
29. Ho L, Müller R, Gordon KC, Kleinebudde P, Pepper M, Rades T, et al. Applications of terahertz pulsed imaging to sustained-release tablet film coating quality assessment and dissolution performance. *Journal of Controlled Release*. 2008;127(1):79-87.
30. Chikatsu HYaH. 3D MODELING OF SMALL OBJECTS USING MACRO LENS IN DIGITAL VERY CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2010;XXXVIII.
31. Percoco G, Lavecchia F, Salmerón AJS. Preliminary Study on the 3D Digitization of Millimeter Scale Products by Means of Photogrammetry. *Procedia CIRP*. 2015;33(0):257-62.
32. Goyanes A, Robles Martinez P, Buanz A, Basit AW, Gaisford S. Effect of geometry on drug release from 3D printed tablets. *International Journal of Pharmaceutics*. (0).
33. Fan Jianying LL, Gao Yang, Zhang Zeliang, Yu Lei and Liu Wei. Research on Color Gray Code Encoding and Color Components Correction in 3D Measurement for Color Object. *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*. 2013;6:217-26.
34. Morovic J, Sun P-L. Accurate 3D image colour histogram transformation. *Pattern Recognition Letters*. 2003;24(11):1725-35.

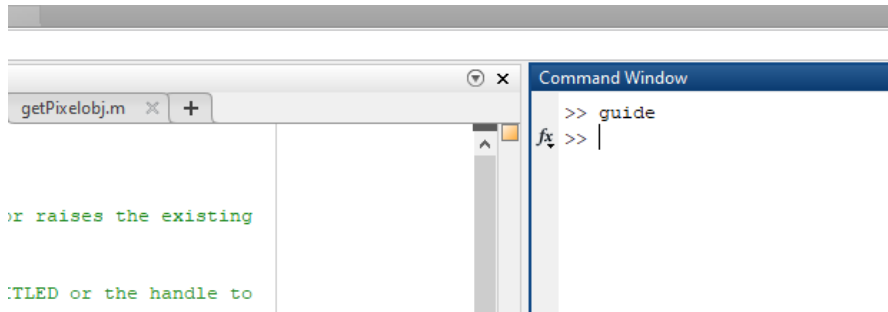
35. Stach S, Lamża A, Wróbel Z. 3D image multifractal analysis and pore detection on a stereometric measurement file of a ceramic coating. *Journal of the European Ceramic Society*. 2014;34(14):3427-32.
36. Hansard M, Evangelidis G, Pelorson Q, Horaud R. Cross-calibration of time-of-flight and colour cameras. *Computer Vision and Image Understanding*. 2015;134:105-15.
37. Wang J, Suenaga H, Liao H, Hoshi K, Yang L, Kobayashi E, et al. Real-time computer-generated integral imaging and 3D image calibration for augmented reality surgical navigation. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. 2015;40:147-59.
38. Rosenberg A, Cowan NJ, Angelaki DE. The Visual Representation of 3D Object Orientation in Parietal Cortex. *The Journal of Neuroscience*. 2013;33(49):19352-61.
39. Cooper EA, Norcia AM. Perceived Depth in Natural Images Reflects Encoding of Low-Level Luminance Statistics. *The Journal of Neuroscience*. 2014;34(35):11761-8.
40. Mueller R, Kleinebudde P. Comparison of a laboratory and a production coating spray gun with respect to scale-up. *AAPS PharmSciTech*. 2007;8(1):3.

ภาคผนวก

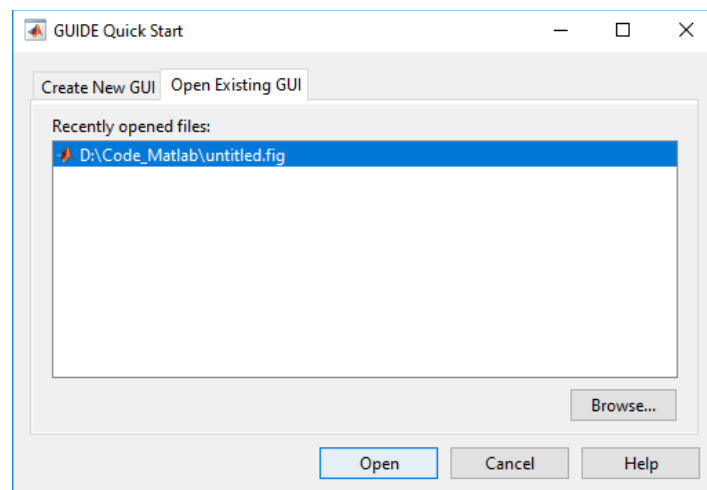
การใช้งานโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ

ผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา โดยวิธีในการเปิดโปรแกรมมีด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่

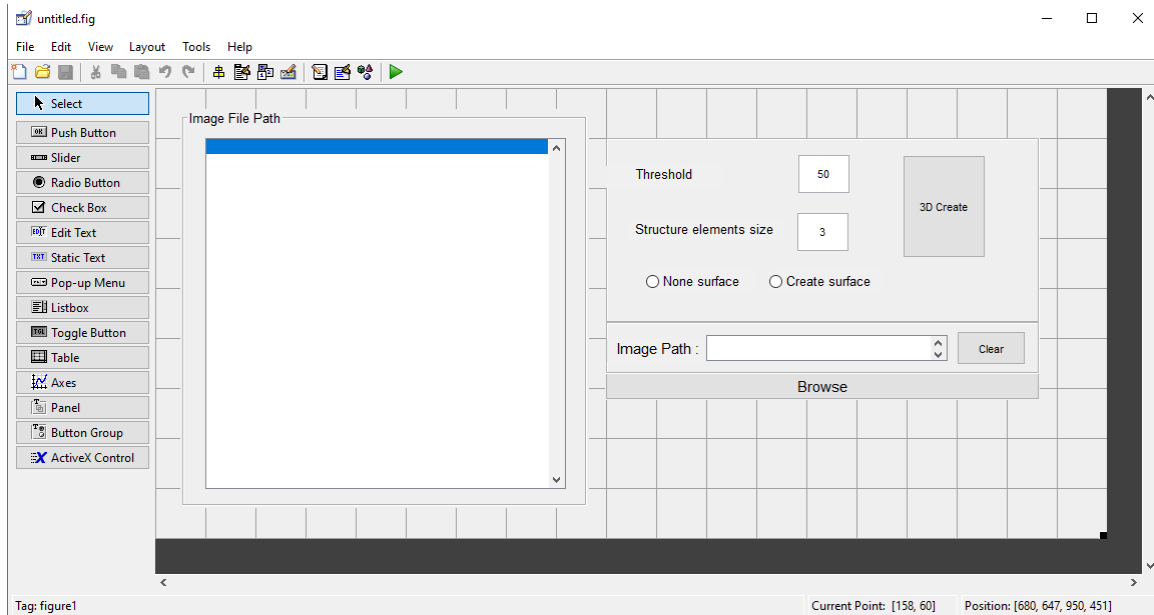
1. เปิดโดยใช้โปรแกรม MATLAB คือ ทำการรันไฟล์ ที่ชื่อว่า untitla.m ด้วยคำสั่ง `>> guide`



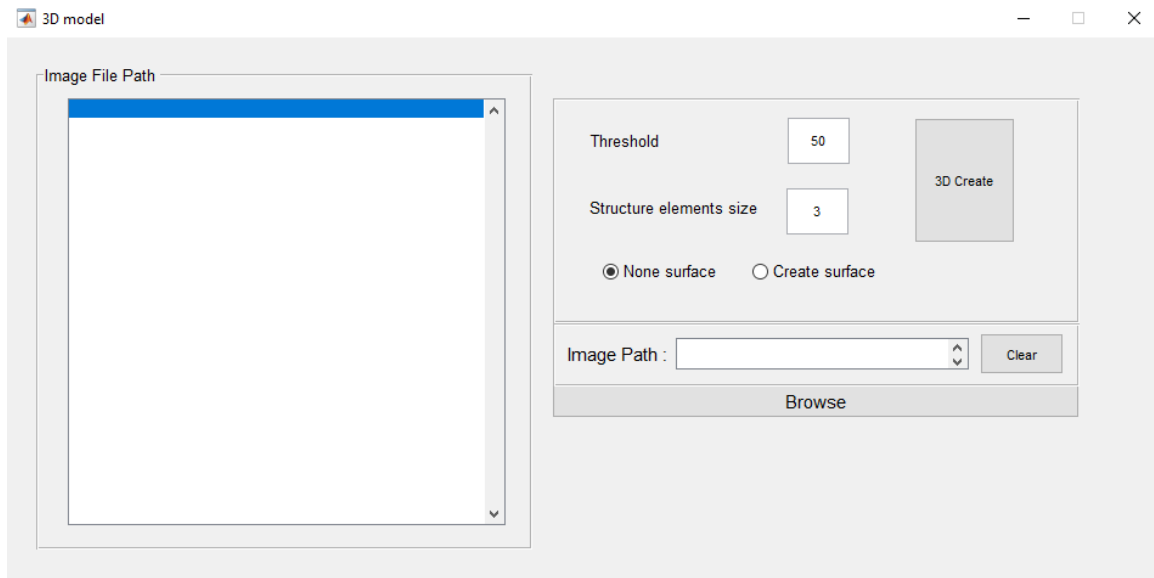
เมื่อพิมพ์คำสั่งเสร็จ กด ENTER จะมีหน้าต่างแสดงขึ้น



จากนั้นปุ่ม “Open” เพื่อเปิดโปรแกรม หน้าต่างของโปรแกรมก็จะแสดงขึ้นมา



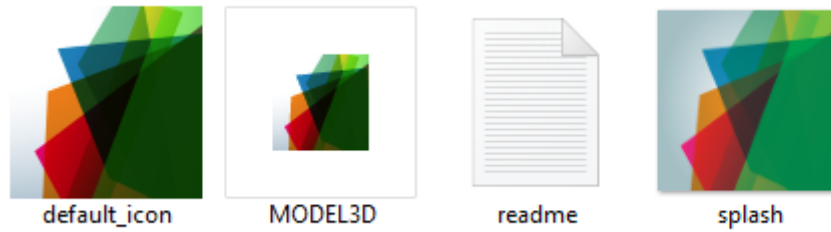
กดปุ่ม “RUN” เพื่อ run หน้า UI



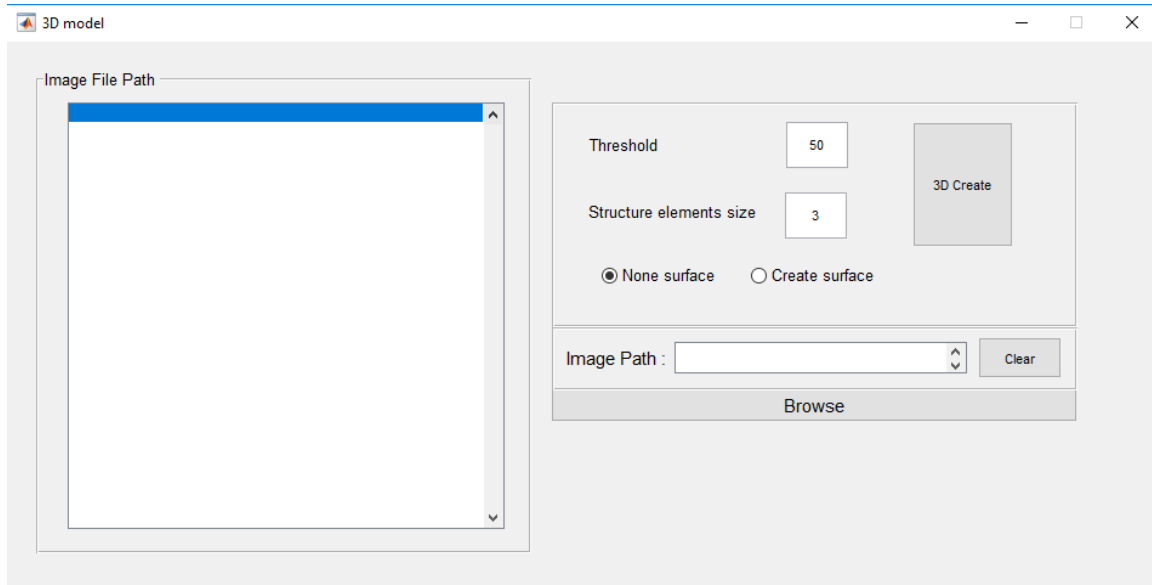
เมื่อหน้า UI ของโปรแกรมแสดงขึ้นจึงสามารถใช้งานโปรแกรมได้

- เปิดโปรแกรมโดยเปิดจากไฟล์ .exe ของโปรแกรม โดยเข้าไปที่ folder ที่เก็บโปรแกรมไว้ จากนั้นเข้าไปยัง folder ย่อยภายในคือ

“Code_Matlab\programe\MODEL3D\for_redistribution_files_only”



ทำการเปิดไฟล์ที่ชื่อว่า “MODEL3D”



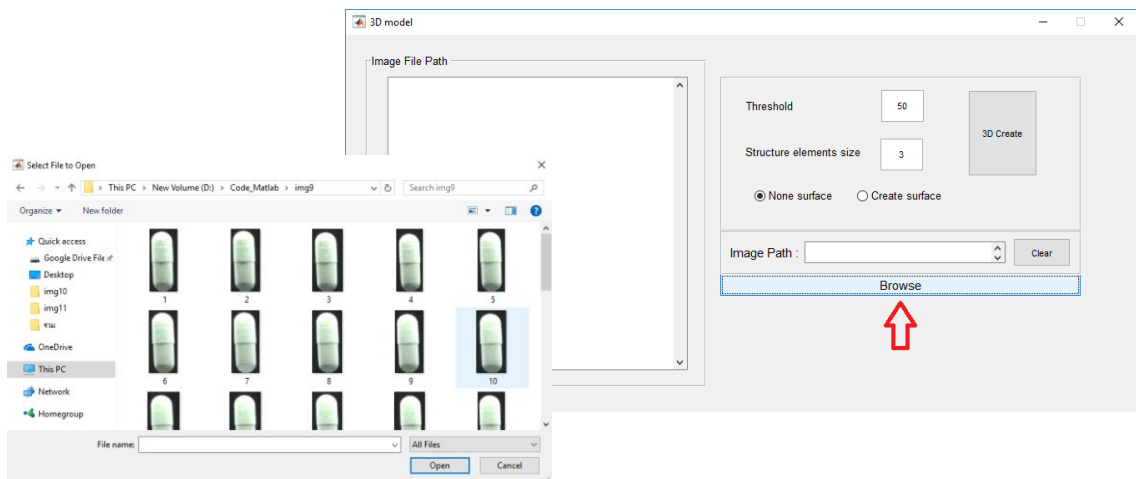
หลังจากเปิดไฟล์ ที่ชื่อว่า “MODEL3D” จะพบกับหน้า UI ของโปรแกรมที่สามารถงานได้

วิธีใช้งานโปรแกรม

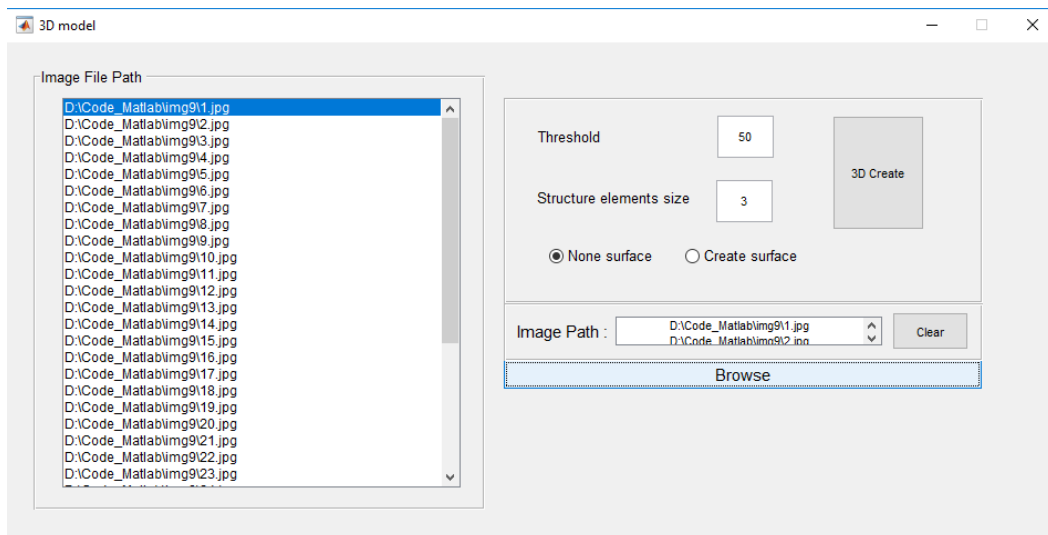
โปรแกรม MODEL3D เป็นโปรแกรมที่จะสร้างโมเดล 3D จากภาพ 2D จำนวน 36 ภาพ โดยภาพ 2D ที่จะนำมาสร้างจะต้องเป็นภาพที่ผ่านกระบวนการ Preprocessing 1 มาแล้ว โดยทำการตัดเฉพาะส่วนที่เป็นเม็ดยาทั้ง 36 ภาพ ไม่จำเป็นว่าการตัดนี้ขนาดภาพจะต้องเท่ากัน



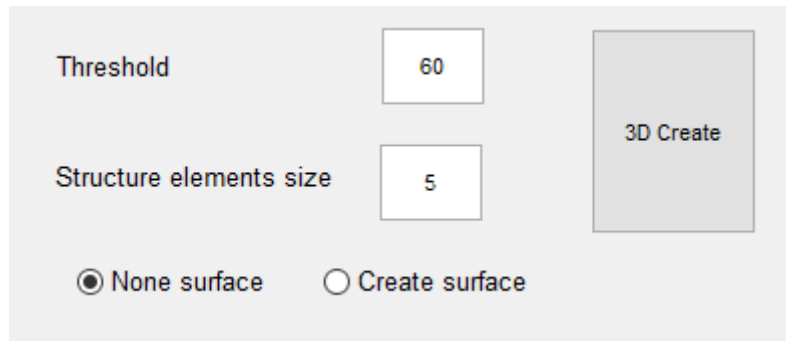
เมื่อได้ภาพที่ผ่านกระบวนการ Preprocessing 1 ทั้ง 36 ภาพแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการนำเข้าภาพ ทำสกนกดที่ปุ่ม Browse เพื่อเปิดหน้าต่างเลือกไฟล์ภาพ



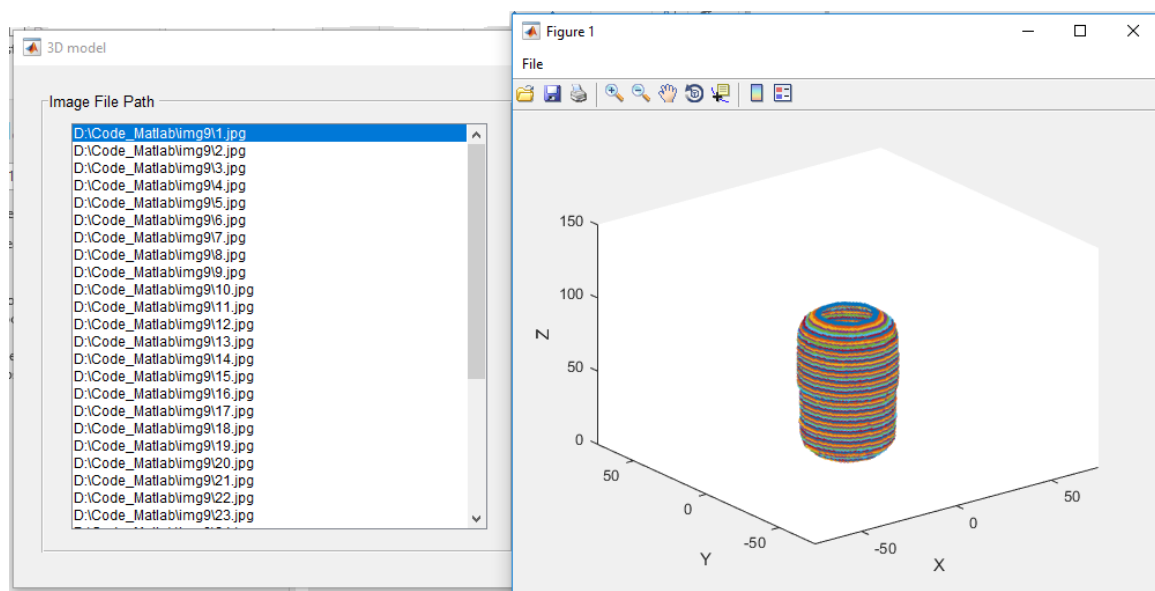
จากนั้นทำการเลือกภาพที่ต้องการสร้างโมเดลจำนวน 36 ภาพ



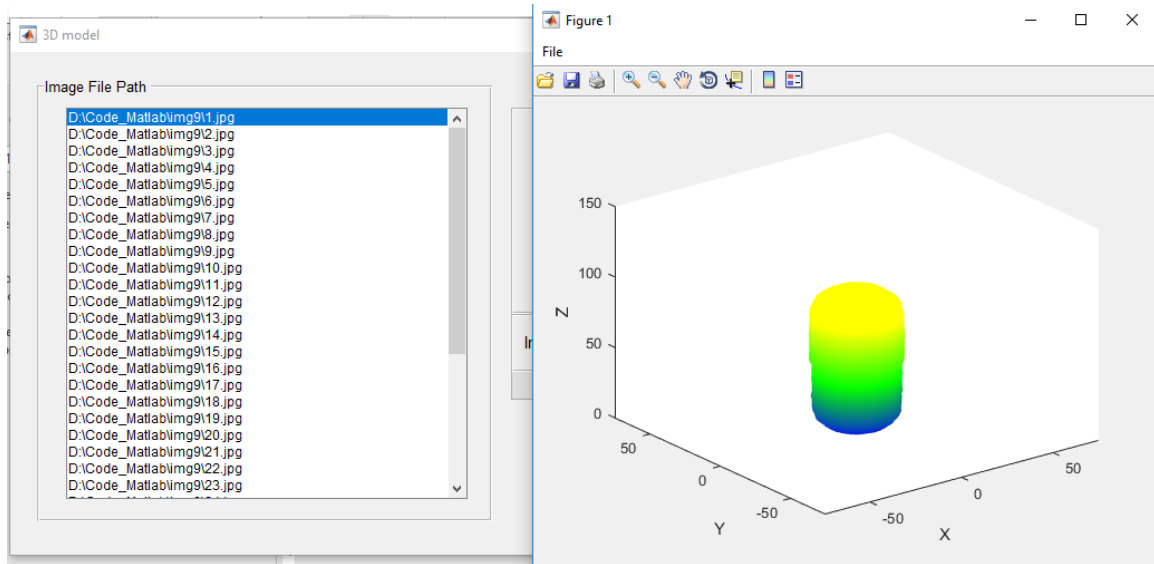
การจะสร้างโมเดลนั้นจะต้องมีขั้นตอน basic image processing คือการแปลงเป็นภาพระดับเทา, แปลงเป็นภาพขาวดำด้วยเทคนิค Threshold และการกรองภาพด้วย opening algorithm ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลรูปภาพนั้นจะต้องมีการกำหนดค่า Threshold เพื่อใช้ในการแปลงภาพขาวดำ และ กำหนดขนาดของ Structure element เพื่อใช้ในการกรองภาพ จากภาพตัวอย่างจะใช้ค่า Threshold เท่ากับ 60 และ ขนาดของ Structure element เท่ากับ 5 (5x5)



ปุ่ม None surface และ ปุ่ม Create surface คือฟังก์ชันในการเลือกที่จะทำการสร้างโมเดล 3 มิติ แบบไม่มีพื้นผิว หรือ แบบมีพื้นผิว หากเลือก None surface คือสร้างแบบไม่มีพื้นผิว จากนั้นกดที่ปุ่ม 3D Create เพื่อเริ่มสร้างโมเดล



หากเลือก Create surface คือสร้างแบบมีพื้นผิว จากนั้นกดที่ปุ่ม 3D Create เพื่อเริ่มสร้างโมเดล



หากต้องการสร้างโมเดลของภาพอื่นในทำการกดที่ปุ่ม “Clear” ไฟล์ภาพทั้งหมดที่เลือกไว้จะถูกลบทิ้ง จากนั้นจึงทำการเลือกภาพที่ต้องการสร้างโมเดลใหม่

