



ชื่อโครงการ การหาขอบเนื้อแตรรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนจเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียง
ความถี่สูง
Pulmonary lesion edge detection from endobronchial ultrasonogram

ชื่อนิสิต นางสาวชัชฉมมล เหลืองสุรงค์ **เลขประจำตัว** 6033616823

ภาควิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

กลุ่ม COMP50

เอกสารนี้ได้รับการอนุมัติ

จากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานแล้ว

ลงชื่อ *รัตน @Nkrnt*

(วันที่ *6/7/64*))

นางสาวชัชฉมมล เหลืองสุรงค์

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PULMONARY LESION EDGE DETECTION FROM ENDOBRONCHIAL ULTRASONOGRAM

Chatchamon Lueangsurong

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science Program in Computer Science

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงการ

การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่
บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

โดย

นางสาวชัชฌมล เหลืองสูงรงค์

สาขาวิชา

วิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.รัชลิดา ลิปิกรณ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา
2301499 โครงการวิทยาศาสตร์ (Senior Project)

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ เนียมมณี)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัชลิดา ลิปิกรณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการหลัก

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์)

กรรมการ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิมลรัตน์ งามอร่ามวรางกูร)

กรรมการ

ชัชฉมล เหลืองสุรงค์: การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง. (PULMONARY LESION EDGE DETECTION FROM ENDOBRONCHIAL ULTRASONOGRAPH) อ.ที่ปรึกษาโครงการงานหลัก : รศ.ดร.รัชชิตา ลิปิกรณ์, 33 หน้า.

โครงการวิจัย เรื่อง “การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง” มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่ใช้ประกอบการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยประเภทของเนื้อแท้รอยโรคปอด โดยใช้วิธีการแปลงภาพแบบท็อบแฮทและสร้างแอกทีฟคอนทัวร์ของภาพ ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีที่ใช้มีความเหมาะสมสำหรับการหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

ภาควิชา...คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์...ลายมือชื่อนิสิต *ชัชฉมล เหลืองสุรงค์*
 สาขาวิชา...วิทยาการคอมพิวเตอร์...ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาโครงการงานหลัก *โรมม @Vtcrn*
 ปีการศึกษา...2563.....

6033616823: MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS : ENDOBRONCHIAL ULTRASOUND / PULMONARY LESION / EDGE DETECTION
/ TOP-HAT TRANSFORM / SNAKES ACTIVE CONTOURS / IMAGE PROCESSING

CHATCHAMON LUEANGSURONG: PULMONARY LESION EDGE DETECTION FROM
ENDOBRONCHIAL ULTRASONOGRAM. ADVISOR : ASSOC. PROF. RAJALIDA LIPIKORN,
Ph.D, 33 pp.

The topic of the project is "Pulmonary lesion edge detection from endobronchial ultrasonogram". The objective of this project is to develop an algorithm that can detect the edge of pulmonary lesion in a given frame of endobronchial ultrasonogram (EBUS image). The methodologies used in this project include top-hat transform and snakes active contour for creating the contour of a lesion. The results of this project indicate that the proposed methodologies are suitable for detecting pulmonary lesion edge in endobronchial ultrasonogram.

Department : Mathematics and Computer Science Student's Signature ชัชฌานันท์ ลือแสงสุร่ง
Field of Study : Computer Science Advisor's Signature จรัมพร ลิปิกรณ์
Academic Year : 2020

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง “การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง” ได้รับคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์ และคำแนะนำจาก ศาสตราจารย์ ดร. ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ งามอร่ามวรังกูร ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งสำหรับความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และหวังว่าผลที่ได้จากโครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและเหตุผลการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 โครงสร้างของรายงาน	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ความรู้พื้นฐาน	5
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	13
3.1 เตรียมข้อมูลภาพ	13
3.2 หาขอบที่ถูกตัด	14
3.3 แปลงภาพแบบท็อบแฮ็ท	14
3.4 กำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอกทีฟคอนทัวร์	15
3.5 สร้างแอกทีฟคอนทัวร์ของภาพ	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย	17

4.1 ผลของการดำเนินการวิจัย.....	17
บทที่ 5 ข้อเสนอแนะ.....	20
5.1 ข้อเสนอแนะ.....	20
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	23
รายการอ้างอิง.....	24
ภาคผนวก ก.....	27
ประวัติผู้เขียน.....	31

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างภาพเอ็นโดบรมงเคียวที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง.....	5
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างองค์ประกอบโครงสร้างแบบกล่องและแบบแผ่นกลม.....	7
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการกร่อนด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3.....	8
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการขยายด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3.....	8
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเปิดด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3.....	8
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการปิดด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3.....	9
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการแปลงแบบที่ออฟแฮ็ท	10
ภาพที่ 2.8 การแปลงภาพที่ออฟแฮ็ทเป็นขาวดำ	10
ภาพที่ 3.1 วิธีการวิจัยที่เสนอ.....	13
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างภาพ EBUS ที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว.....	14
ภาพที่ 3.3 ขอบที่ถูกต้องถูกวาดลงบนภาพ	14
ภาพที่ 3.4 ภาพผลลัพธ์จากการแปลงแบบที่ออฟแฮ็ท.....	15
ภาพที่ 3.5 ภาพที่ผ่านการแปลงแบบที่ออฟแฮ็ทถูกเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ.....	15
ภาพที่ 3.6 การกำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอคทีฟคอนทัวร์	16
ภาพที่ 3.7 การสร้างแอคทีฟคอนทัวร์.....	16
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความแม่นยำของผลการวิจัย.....	17
ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบความแม่นยำของจุดเริ่มต้นที่ต่างกัน.....	18
ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์แม่นยำมาก.....	21
ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์แม่นยำปานกลาง.....	22
ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์ไม่แม่นยำ.....	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

มะเร็งปอดเป็นมะเร็งที่พบได้บ่อยที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลก [1] และเป็นหนึ่งในมะเร็งที่อันตรายต่อชีวิตมากที่สุด โดยผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีอัตราการรอดชีวิต 5 ปีเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 13 [2] แต่หากสามารถตรวจพบมะเร็งปอดในระยะเริ่มต้นได้ทันท่วงที ผู้ป่วยจะมีอัตราการมีชีวิตรอดถึงร้อยละ 54 [3] อย่างไรก็ตาม มีผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเพียงร้อยละ 16 เท่านั้นที่ตรวจพบมะเร็งตั้งแต่ระยะเริ่มต้น [4] การตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวด

สำหรับการวินิจฉัยโรคมะเร็งปอด การใช้ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในการวินิจฉัยนั้นมีประสิทธิภาพสูง โดยการส่องกล้องเข้าไปถ่ายภาพเนื้อเยื่อหลอดปอด และนำภาพที่ได้มาทำการวินิจฉัยว่าเนื้อเยื่อหลอดปอดเป็นมะเร็งหรือไม่ โดยวินิจฉัยจากพื้นผิว ขอบ และรูปร่างของเนื้อเยื่อหลอดปอด ผลจากการวินิจฉัยพบว่ามี ความถูกต้องใกล้เคียงกับการใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัย แต่อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการใช้ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงนั้นต่ำกว่า [5] ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงจึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้เพื่อวินิจฉัยว่าเนื้อเยื่อหลอดปอดนั้นเป็นเนื้อดีหรือเนื้อร้าย ถึงกระนั้นการวินิจฉัยและคัดกรองเนื้อเยื่อหลอดปอดด้วยสายตาจากภาพในปริมาณมากอาจทำให้แพทย์เกิดความเหนื่อยล้าและเกิดข้อผิดพลาดได้ การวินิจฉัยโดยใช้คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาช่วยแบ่งเบาภาระและช่วยในการวินิจฉัยของแพทย์เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจหาขอบเนื้อเยื่อหลอดปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อใช้ในการพิจารณารูปร่างของเนื้อเยื่อหลอดปอดซึ่งเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่ใช้วินิจฉัยมะเร็ง เพื่อนำผลที่ได้มาช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยและตัดสินใจของแพทย์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อเยื่อหลอดปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่ใช้ประกอบการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยประเภทของเนื้อเยื่อหลอดปอด

1.3 ขอบเขตโครงการ

1. ภาพนำเข้าเป็นไฟล์ภาพดิจิทัลของภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงที่ตัดข้อมูลเมทาดาทาออกไปแล้ว และไฟล์มีนามสกุล .jpg
2. ขนาดของไฟล์ภาพ 776 x 776 พิกเซล
3. ภาพส่งออกเป็นภาพดิจิทัลของภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ไฟล์นามสกุล .jpg ที่มีเส้นแสดงให้เห็นขอบเนื้อแท่งรอยโรคปอดที่ตรวจจับได้จากอัลกอริธึม
4. ภาพนำเข้าจะต้องเห็นเนื้อแท่งรอยโรคปอดได้ชัดเจน และไม่มีสิ่งแปลกปนมากเกินไป

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

การพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อแท่งรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
2. เตรียมข้อมูลภาพสำหรับนำไปใช้
3. พัฒนาอัลกอริธึมสำหรับหาขอบเนื้อแท่งรอยโรคปอด
4. ทดสอบและประเมินความแม่นยำของอัลกอริธึมที่พัฒนา
5. ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด ให้มีความแม่นยำมากขึ้น
6. เขียนเอกสารประกอบโครงการ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการมีดังนี้

ก. ประโยชน์ต่อผู้ทำโครงการ

1. ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในด้านการประมวลผลภาพและการนำมาประยุกต์ใช้
2. ได้พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ

ข. ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดแก่ผู้ใช้ระบบ

1. ลดภาระและระยะเวลาที่ต้องใช้ในการคัดกรองและวินิจฉัยโรค
2. ได้รับความคิดเห็นที่สองสำหรับเปรียบเทียบผลลัพธ์และประกอบการตัดสินใจ

1.6 โครงสร้างของรายงาน

บทที่ 2 จะกล่าวถึงงานวิจัยและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการหาขอบเนื้อแท่งรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

บทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการ ซึ่งจะประกอบไปด้วยการเตรียมข้อมูลภาพ การหาขอบที่แท้จริง การแปลงภาพแบบท็อบแฮ็ท การกำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอกทีฟคอนทัวร์ และการสร้างแอกทีฟคอนทัวร์ของภาพ

บทที่ 4 จะกล่าวถึงผลการวิจัย

บทที่ 5 จะกล่าวถึงข้อสรุป และข้อเสนอแนะ

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยทางการแพทย์หลายชิ้นรายงานถึงประโยชน์ของภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงต่อการวินิจฉัยมะเร็งปอด [5][6][7] งานวิจัยของ Kuo et al. ระบุถึงความเกี่ยวข้องระหว่างคุณสมบัติการเชื่อมต่อกันของขอบเนื้อแตรอยโรคปอดกับความเป็นเนื้อร้ายของเนื้อแท้นั้น [8] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขอบเนื้อแตรอยโรคปอดสามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับวินิจฉัยมะเร็งปอดได้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยหัวข้อการประมวลผลภาพทางการแพทย์หลายชิ้นที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจจับขอบของมะเร็งปอด เช่นงานวิจัยของ El-Zaar A. ที่เสนอวิธีการระบุขอบผลต่างอันตะในการหาขอบของมะเร็งปอดจากภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัย จากนั้นใช้ประกอบกับวิธีโซเบลเพื่อแสดงขอบที่หามาได้ [9] และงานวิจัยของ Qadir et al. ที่เสนออัลกอริธึมเซลลูลาร์ออโตมาตาสำหรับหาขอบของมะเร็งปอดบนภาพภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยเช่นกัน [11] ซึ่งทั้งสองวิธีมีข้อจำกัดอยู่ที่การได้มาซึ่งภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยนั้นก่อให้เกิดผลข้างเคียงไม่พึงประสงค์ต่อผู้ป่วยสูงกว่าเมื่อเทียบกับภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง [5] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Girvin F. ที่เกริ่นถึงการตรวจหาเนื้อแตรอยโรคปอดด้วยภาพที่ได้จากการตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า [10] แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้นำเสนออัลกอริธึมสำหรับใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการประมวลผลภาพทางการแพทย์

อย่างไรก็ตาม ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงนั้นเป็นวิธีวินิจฉัยมะเร็งปอดที่ค่อนข้างใหม่เมื่อเทียบกับวิธีอื่น จึงยังไม่มีงานวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงที่ได้รับการยอมรับเป็นวงกว้าง

ในการประมวลผลภาพ การตรวจจับขอบของวัตถุหมายถึงขั้นตอนในการระบุส่วนของภาพว่าส่วนใดที่จัดเป็นขอบ ซึ่งการตรวจจับขอบของวัตถุนั้นมีประโยชน์อย่างมากในการแบ่งส่วนภาพเพื่อพิจารณาภาพที่สนใจ การตรวจจับขอบของวัตถุนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยวิธีพรีวิดิคต์และวิธีโซเบลต่างใช้ทรัพยากรในการคำนวณน้อย แต่ลักษณะของขอบที่ได้นั้นมีความละเอียด วิธีแคนนินั้นต่อยอดมาจากพรีวิดิคต์และโซเบล มีความซับซ้อนและใช้พลังคำนวณมากกว่าสองวิธีก่อนหน้า แต่ได้ขอบที่คมชัดกว่าเช่นกัน [12][13][14] อย่างไรก็ตาม ทั้งสามวิธีที่กล่าว

ไปข้างต้นนั้นเหมาะสำหรับการหาขอบทุกๆขอบในภาพ ซึ่งเมื่อนำมาใช้หาขอบของเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงนั้น ผลลัพธ์ที่ได้มีความละเอียดมากกว่าที่ต้องการ กล่าวคือทั้งสามวิธีไม่เพียงแต่วาดขอบที่แท้จริงของเนื้อแตรอยโรคปอด แต่ยังวาดส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนภายในภาพออกมาด้วย

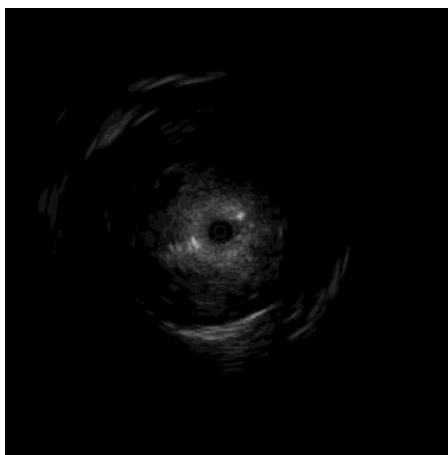
วิธีที่เหมาะสมสำหรับจุดประสงค์ของโครงการนี้จึงควรเป็นวิธีที่หาขอบแต่โดยคร่าวเพื่อที่จะตรวจจากรูปร่างของเนื้อแตรอยโรคปอดเพียงเท่านั้น ซึ่งการหาขอบในลักษณะนี้มีความคล้ายคลึงกับการแบ่งส่วนภาพ และหนึ่งในวิธีทางการประมวลผลภาพที่ได้รับการยอมรับว่าเหมาะสำหรับการแบ่งส่วนภาพแบบเน้นรูปร่างคือวิธีแบบจำลองแอกทีฟคอนทัวร์ [15]

โครงการนี้จะนำวิธีแบบจำลองแอกทีฟคอนทัวร์มาพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

2.2 ความรู้พื้นฐาน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานที่ใช้ในกระบวนการพัฒนาโครงการนี้

2.2.1 ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (EBUS images)



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงหรือภาพ EBUS คือภาพที่ได้มาจากการส่องกล้องเข้าไปถ่ายภาพเนื้อแตรอยโรคปอดด้วยเทคนิคการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงความถี่สูง ดังแสดงในภาพที่ 2.1

2.2.2 ภาพดิจิทัล (Digital images)

ภาพดิจิทัลคือภาพสองมิติที่ประกอบด้วยหน่วยของภาพที่เรียกว่าพิกเซล สามารถใช้ระบบพิกัด (x, y) สำหรับเรียกแทนพิกเซลแต่ละพิกเซล โดย x แทนแถว และ y แทนคอลัมน์ จุดกำเนิด $(0,0)$ ในภาพดิจิทัลนั้นอยู่มุมบนซ้ายของภาพ

ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นเมทริกซ์ I ที่มีขนาด $m \times n$ และ $I(x, y)$ แทนค่าความเข้ม (Intensity) ของพิกเซลในพิกัด (x, y) ดังนี้

$$I = \begin{bmatrix} I(0,0) & \cdots & I(0, n-1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ I(m-1,0) & \cdots & I(m-1, n-1) \end{bmatrix}$$

2.2.3 ภาพระดับสีเทา (Greyscale images)

ภาพระดับสีเทาคือภาพดิจิทัลที่แต่ละพิกเซลเก็บค่าความเข้มของสีเทาเอาไว้ โดยทั่วไปภาพระดับสีเทาที่นิยมใช้งานในการประมวลผลภาพนั้นเป็นภาพระดับสีเทาแบบ 8 บิต ซึ่งมีระดับสีเทา 256 ระดับ ไล่จากระดับ 0 (สีดำ) ไปจนถึงระดับ 255 (สีขาว)

2.2.4 ภาพขาวดำ (Binary images)

ภาพขาวดำหรือภาพไบนารีคือภาพดิจิทัลที่แต่ละพิกเซลเก็บค่าที่เป็นไปได้เพียง 2 ค่า ได้แก่ 0 (สีดำ) และ 1 (สีขาว)

2.2.5 การเปลี่ยนภาพระดับสีเทาเป็นภาพขาวดำ

ในขั้นตอนการประมวลผลภาพ อาจมีบางครั้งที่ภาพขาวดำมีความเหมาะสมจะนำมาใช้ในการดำเนินการมากกว่าภาพระดับสีเทา เนื่องจากสามารถตัดข้อมูลที่ไม่น่าจำเป็นต่อการคำนวณออกได้ ทั้งยังใช้พลังและเวลาคำนวณน้อยกว่า

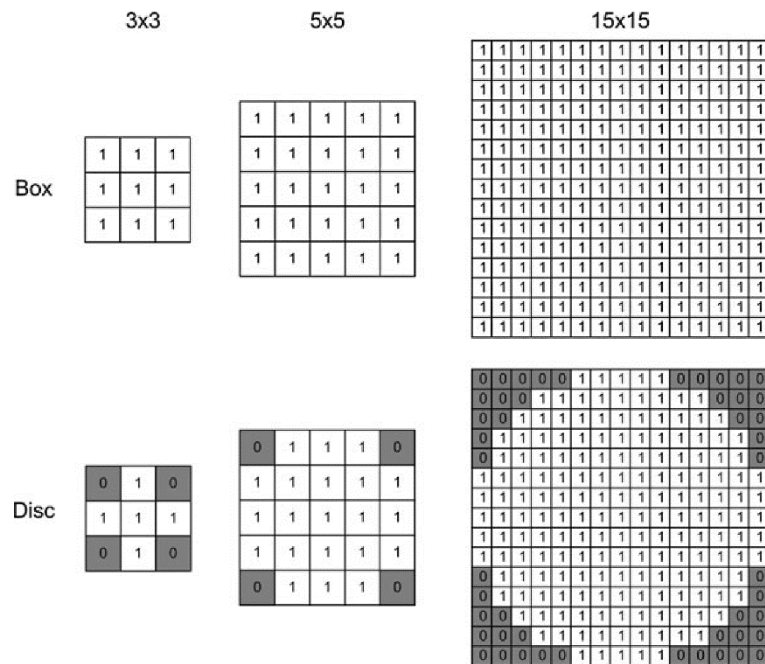
การเปลี่ยนภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ สามารถทำได้โดยกำหนดค่าขีดแบ่ง (threshold value) ค่าหนึ่งขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ จากนั้นปิดพิกเซลที่มีค่าความเข้มต่ำกว่าค่าขีดแบ่งให้กลายเป็น 0 (สีดำ) และปิดพิกเซลที่มีค่าความเข้มสูงกว่าค่าขีดแบ่งให้กลายเป็น 1 (สีขาว) ตัวอย่างดังคำสั่งต่อไปนี้

IF $f(x, y) \geq 128$, THEN $g(x, y) = 1$,
 ELSE $g(x, y) = 0$ END

โดยให้ (x, y) แทนพิกัดของพิกเซล, $f(x, y)$ แทนค่าความเข้มเดิมของพิกเซลนั้นในภาพระดับสีเทา, และ $g(x, y)$ แทนค่าความเข้มใหม่ของพิกเซลนั้นในภาพขาวดำ

2.2.6 สันฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical morphology)

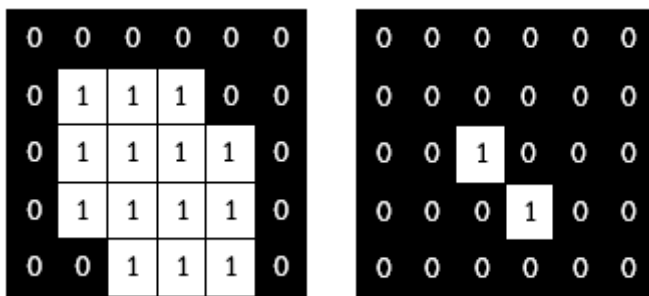
การดำเนินการเชิงสันฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์กับภาพดิจิทัล คือการใช้องค์ประกอบโครงสร้างในการปรับแต่งเปลี่ยนแปลงภาพภาพนั้น โดยองค์ประกอบโครงสร้างสามารถกำหนดได้หลากหลายรูปแบบ เช่น กล้อง เส้น แผ่นกลม วงแหวน



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างองค์ประกอบโครงสร้างแบบกล้องและแบบแผ่นกลม

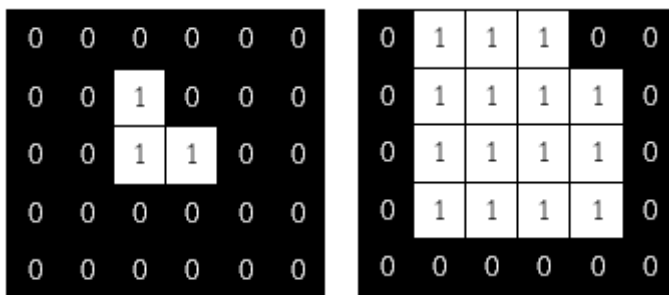
องค์ประกอบโครงสร้างจะถูกนำไปทาบกับแต่ละพิกเซลในรูป และวิธีการดำเนินการกับพิกเซลหลังจากนั้นจะขึ้นอยู่กับกระบวนการของตัวดำเนินการแต่ละตัว ตัวดำเนินการพื้นฐานของสันฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ตัว คือการกร่อน การขยาย การเปิด และการปิด

การกร่อน เป็นการเก็บพิกเซลที่มีเพื่อนบ้านตรงกับองค์ประกอบโครงสร้างไว้และหากลบส่วนที่เหลือทั้งหมดออกไป ดังในภาพที่ 2.3



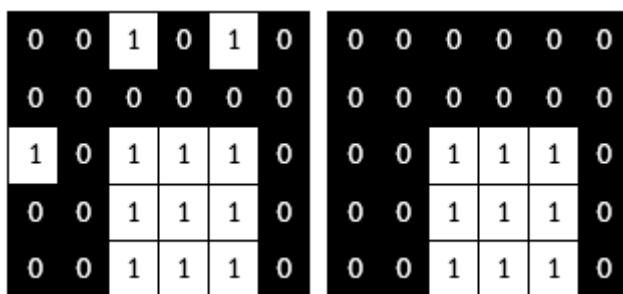
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการกร่อนด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3

การขยาย เป็นการเติมพิกเซลเพื่อนบ้านของพิกเซลนั้นๆ ให้ได้ผลตรงกับองค์ประกอบโครงสร้าง ดังในภาพที่ 2.4



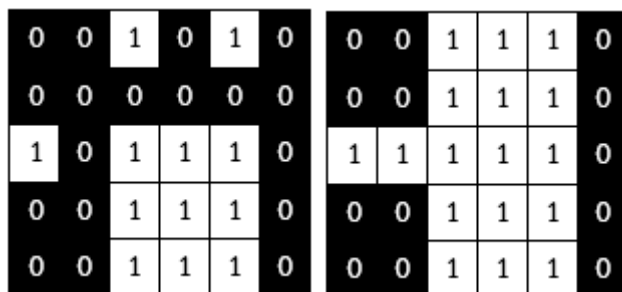
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการขยายด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3

การเปิด เป็นการดำเนินการแบบกร่อนกับรูปก่อน จากนั้นจึงตามด้วยการขยาย ซึ่งเหมาะแก่การลบสัญญาณรบกวน เนื่องจากสัญญาณรบกวนจะถูกลบไปในขั้นตอนการกร่อน แต่รูปร่างหลักของรูปจะได้คืนมาในขั้นตอนการขยาย



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเปิดด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3

และในทางกลับกัน การปิดจะทำโดยการดำเนินการแบบขยายก่อน จากนั้นจึงตามด้วยการกร่อน ซึ่งเหมาะกับการเชื่อมวัตถุที่อยู่แยกจากกัน



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการปิดด้วยโครงสร้างแบบกล่องขนาด 3x3

2.2.7 การแปลงแบบที่อปแธท (Top-hat transform)

การแปลงแบบที่อปแธทเป็นตัวดำเนินการเชิงสัมพันธ์ฐานวิทยาทางคณิตศาสตร์ชนิดหนึ่งที่มีความซับซ้อนขึ้นกว่าตัวดำเนินการพื้นฐานที่ได้กล่าวไปข้างต้น โดยภาพที่ต้องการแปลงจะถูกนำไปผ่านการดำเนินการแบบเปิดก่อนครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำภาพที่ได้จากการดำเนินการแบบเปิดนั้นไปหักลบออกจากภาพต้นฉบับ เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่ต้องการ กระบวนการดังกล่าวเรียกรวมว่าการแปลงแบบที่อปแธท

การแปลงแบบที่อปแธทนิยามเป็นสัญลักษณ์ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$T(f) = f - f \circ b$$

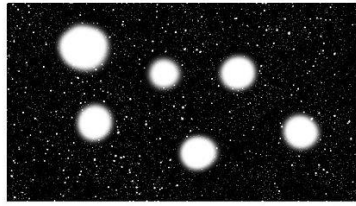
โดย f แทนภาพดิจิทัลระดับขาวดำก่อนการแปลงแบบที่อปแธท

$T(f)$ แทนภาพที่ได้หลังการแปลงแบบที่อปแธท

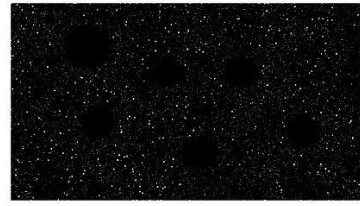
b แทนองค์ประกอบโครงสร้าง

และ \circ คือสัญลักษณ์ของการดำเนินการแบบเปิด (Opening)

ภาพผลลัพธ์ที่ได้จึงจะเป็นส่วนของภาพที่มีขนาดเล็กกว่าองค์ประกอบโครงสร้าง เนื่องจากส่วนที่มีขนาดใหญ่มากพอให้องค์ประกอบโครงสร้างเข้าไปทำการดำเนินการแบบเปิดได้จะถูกหักลบออกไปในกระบวนการ ส่งผลให้การแปลงแบบที่อปแธทใช้ได้ผลดีในการลบรายละเอียดส่วนสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการออกจากภาพดิจิทัล ดังภาพที่ 2.7ก และ 2.7ข

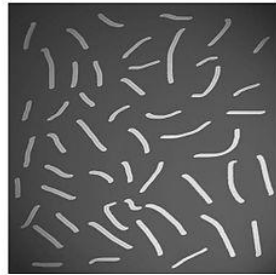


ภาพที่ 2.7ก ก่อนการแปลงแบบท็อบแฮ็ท

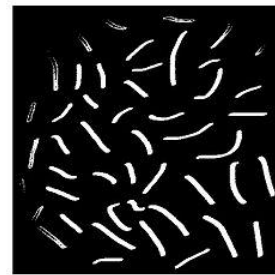


ภาพที่ 2.7ข หลังการแปลงแบบท็อบแฮ็ท

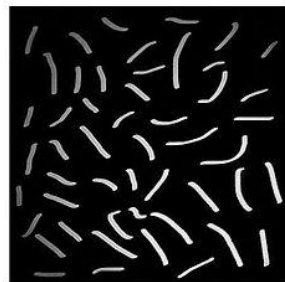
นอกจากนั้นการแปลงแบบท็อบแฮ็ทยังช่วยในการเสริมความคมชัด (Contrast) ของภาพที่มีแสงไม่สม่ำเสมอซึ่งเป็นผลมาจากการนำภาพเดิมมาหักลบ ซึ่งช่วยในกระบวนการการเปลี่ยนภาพระดับสีเทาเป็นภาพขาวดำให้สมบูรณ์ขึ้นได้ ดังในภาพที่ 2.7ก, 2.7ข, 2.7ค, และ 2.7ง



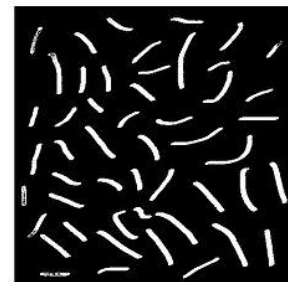
ภาพที่ 2.8ก ภาพเริ่มต้น



ภาพที่ 2.8ข ภาพเริ่มต้น
ที่ถูกเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ



ภาพที่ 2.8ค ภาพเริ่มต้นที่
ถูกแปลงแบบท็อบแฮ็ท



ภาพที่ 2.8ง ภาพแบบแปลงท็อบแฮ็ท
ที่ถูกเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ

2.2.8 แบบจำลองแอกทีฟคอนทัวร์ (Active contour model)

แบบจำลองแอกทีฟคอนทัวร์คืออัลกอริธึมในการแยกองค์ประกอบภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งใช้สำหรับการแบ่งส่วนภาพที่สนใจออกจากภาพพื้นหลังเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

โดยแบบจำลองแอกทีฟคอนทัวร์มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบจำลองงู (Snakes model) [15]

แบบจำลองงูเป็นฟังก์ชันเส้นโค้งแบบลดพลังงานซึ่งถูกชี้นำโดยแรงจำกัดภายนอก (external constraint forces) และได้รับอิทธิพลจากแรงของภาพ (image forces) ที่คอยดึงให้เส้นโค้งนั้นเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ที่พลังงานต่ำโดยการทำซ้ำหลายๆรอบ กล่าวคือเส้นโค้งนั้นจะค่อยๆขยับเข้าหาส่วนของรูปที่มีเกรเดียนต์หรือการเปลี่ยนแปลงของความเข้มมากที่สุด ซึ่งตรงกับคุณลักษณะที่เป็นเส้นขอบภายในภาพ ส่งผลให้อัลกอริธึมนี้ทำงานได้ดีเมื่อต้องการหาเส้นโครงร่าง (คอนทัวร์) ที่ระบุรูปร่างของวัตถุในรูปภาพ

แบบจำลองงูสามารถนิยามได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} E_{snake}^* &= \int_0^1 E_{snake}(v(s)) ds \\ &= \int_0^1 (E_{internal}(v(s)) + E_{image}(v(s)) + E_{con}(v(s))) ds \end{aligned}$$

โดย $v(s)$ แทนเซตของจุดจำนวน n จุด โดยที่ $s = 0, \dots, n - 1$

E_{snake} แทนพลังงานรวมของแบบจำลองงู

$E_{internal}$ แทนพลังงานภายในของแบบจำลองงู

E_{image} แทนพลังงานจากตัวภาพเอง และ

E_{con} แทนแรงจำกัดจากภายนอกที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น

พลังงานภายในของแบบจำลองงู ประกอบไปด้วยความต่อเนื่องของคอนทัวร์ และความเรียบลื่นของคอนทัวร์ ดังสมการต่อไปนี้

$$E_{internal} = \frac{1}{2} (\alpha(s) \left\| \frac{d\bar{v}}{ds}(s) \right\|^2 + \beta(s) \left\| \frac{d^2\bar{v}}{ds^2}(s) \right\|^2)$$

โดยที่ $\alpha(s)$ และ $\beta(s)$ เป็นน้ำหนักความสำคัญที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเอง เมื่อ $\alpha(s)$ ให้ความสำคัญกับความต่อเนื่องของคอนทัวร์ และ $\beta(s)$ ให้ความสำคัญต่อความเรียบลื่นของคอนทัวร์

พลังงานจากตัวภาพ เป็นฟังก์ชันของคุณลักษณะบางประการในรูปภาพนั้น โดยแบบจำลองจะพิจารณาเส้น ขอบ และจุดยุติหรือเหลี่ยมมุมที่ปรากฏอยู่ในภาพ ดังสมการ

$$E_{image} = w_{line}E_{line} + w_{edge}E_{edge} + w_{term}E_{term}$$

โดย E_{line} แทนฟังก์ชันของเส้น คำนวณจากความเข้มของภาพ

$$E_{line} = I(x, y)$$

E_{edge} แทนฟังก์ชันของขอบ คำนวณจากกราเดียนต์ของภาพ

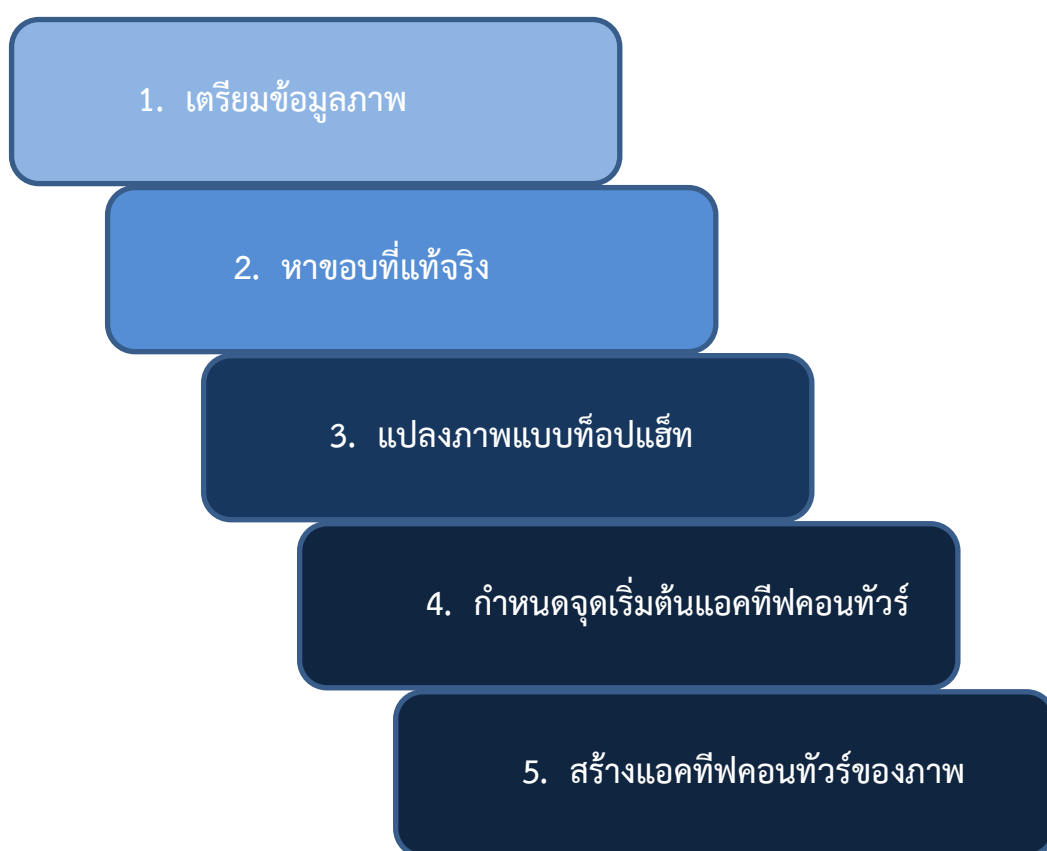
$$E_{edge} = -|\nabla I(x, y)|^2$$

E_{term} แทนฟังก์ชันของจุดยุติ ซึ่งในโครงงานนี้ภาพตัวอย่างที่นำมาใช้มีลักษณะรูปร่างที่กลม ไม่มีเหลี่ยมมุม จึงไม่ยกมาใช้คำนวณ

w_{line} , w_{edge} , และ w_{term} แทนน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะเส้น ขอบ และจุดยุติ ตามลำดับ

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ

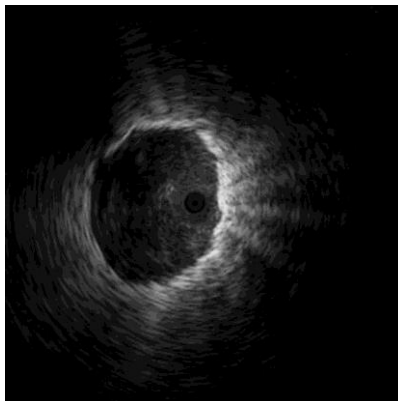
ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการเพื่อพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ซึ่งวิธีการที่เสนอนั้นแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังระบุในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 วิธีการดำเนินการ

3.1 เตรียมข้อมูลภาพ

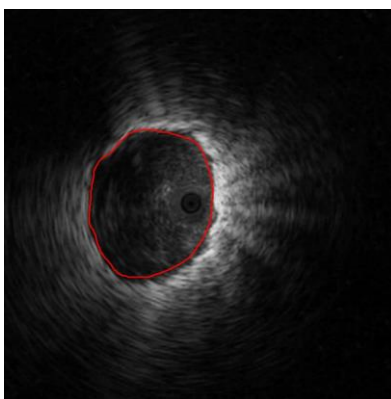
สำหรับภาพ EBUS นั้น เดิมจะได้มาในรูปแบบของวิดีโอ ซึ่งในวิดีโอ นั้นจะมีภาพ EBUS อยู่หลายเฟรมด้วยกัน เนื่องจากอัลกอริธึมที่พัฒนามีจุดประสงค์จะใช้กับภาพดิจิทัลซึ่งเป็นภาพนิ่ง จึงจำเป็นต้องคัดแยกภาพจากวิดีโอที่ละเฟรม ตัดภาพมาเฉพาะส่วนที่สนใจคือส่วนที่เป็นเนื้อแท้รอยโรคปอด และแปลงภาพที่ได้ให้เป็นภาพระดับสีเทา ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างภาพ EBUS ที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว

3.2 หาขอบที่ถูกต้อง

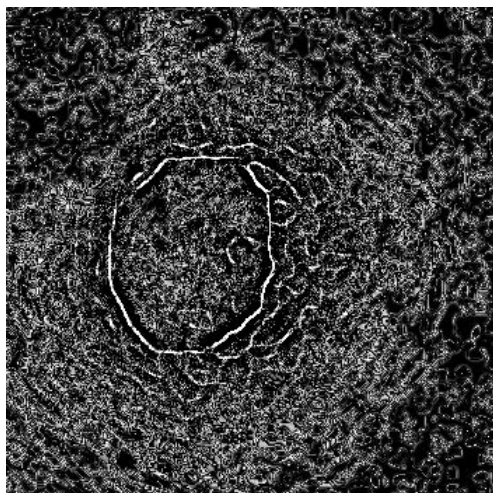
ภาพที่ทำการเตรียมข้อมูลตามขั้นตอนที่ 3.1 เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำมาหาขอบที่ถูกต้อง (Ground truth) ของเนื้อแท้รอยโรคปอดในรูป โดยขั้นตอนนี้จะให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้วาดขอบที่ถูกต้อง ซึ่งก็คือขอบที่คาดว่าใกล้เคียงกับขอบที่แท้จริงที่สุดลงบนภาพ ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.3 เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการประเมินความแม่นยำต่อไป



ภาพที่ 3.3 ขอบที่ถูกต้องถูกวาดลงบนภาพ

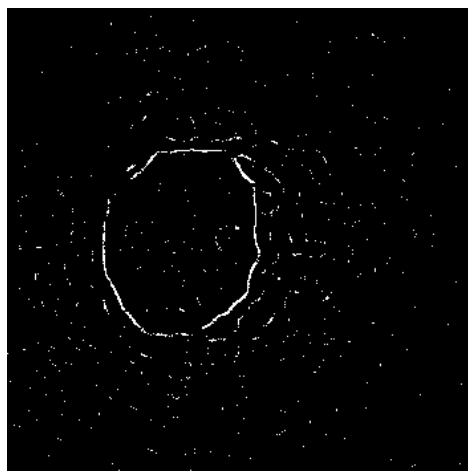
3.3 แปลงภาพแบบท้อปแฮท

เนื่องจากวัตถุที่สนใจในภาพ EBUS มีลักษณะสำคัญที่มีความสว่างกว่าส่วนอื่นในภาพ ดังนั้น เพื่อเน้นส่วนของวัตถุที่สนใจให้เด่นมากขึ้น จึงทำการนำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.1 มาแปลงแบบท้อปแฮทก่อน โดยกำหนดองค์ประกอบโครงสร้างเป็นแผ่นกลมรัศมี 5 พิกเซล ภาพที่ได้จากการแปลงท้อปแฮทจะเป็นภาพระดับสีเทา มีลักษณะดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ภาพผลลัพธ์จากการแปลงแบบท็อบแฮ็ท

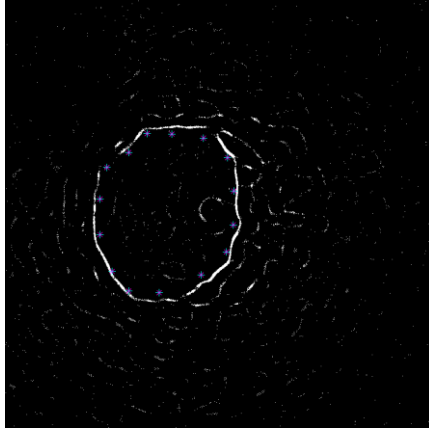
แต่เนื่องจากภาพที่ได้รับจากการแปลงแบบท็อบแฮ็ทมีลักษณะที่มีสัญญาณรบกวนมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของแอกทีฟคอนทัวร์ จึงทำการเปลี่ยนภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ เพื่อคงไว้เฉพาะส่วนที่สว่างที่สุด โดยตั้งค่าขีดแบ่งให้เหมาะสมกับแต่ละภาพ ได้ผลดังภาพที่ 3.5



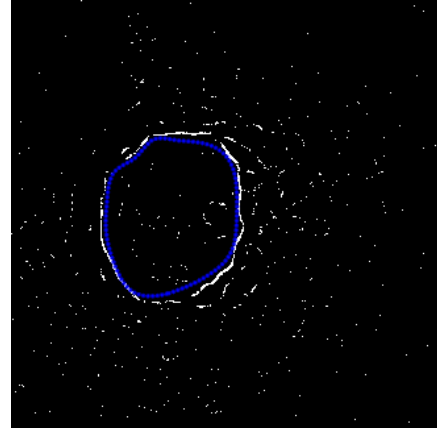
ภาพที่ 3.5 ภาพที่ผ่านการแปลงแบบท็อบแฮ็ทถูกเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ

3.4 กำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอกทีฟคอนทัวร์

ในการใช้อัลกอริธึมแอกทีฟคอนทัวร์เพื่อแยกองค์ประกอบภาพนั้น ผู้ใช้จำเป็นต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับคอนทัวร์ของรูป โดยใช้วิธีคลิกเมาส์เพื่อวางจุดให้เรียงกันเป็นลำดับรอบวัตถุที่สนใจ ดังภาพที่ 3.6 จุดเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นขอบเริ่มต้นของแอกทีฟคอนทัวร์สำหรับขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.6ข



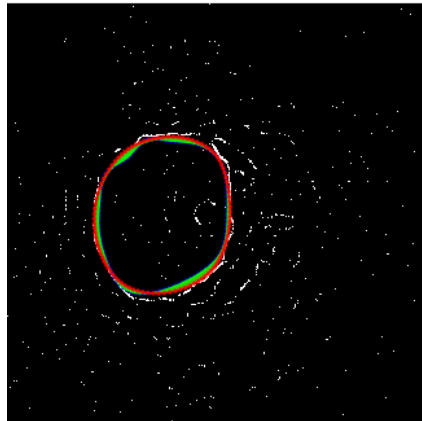
ภาพที่ 3.6ก กำหนดจุดเริ่มต้น



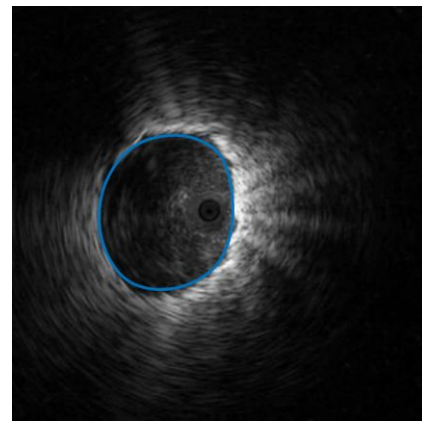
ภาพที่ 3.6ข ขอบเริ่มต้นที่ได้จากจุดที่กำหนด

3.5 สร้างแอกทีฟคอนทัวร์ของภาพ

เมื่อกำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอกทีฟคอนทัวร์แล้ว อัลกอริธึมจึงทำการขยับแอกทีฟคอนทัวร์ไปตามหลักการลดพลังงานให้น้อยที่สุด ดังภาพที่ 3.7ก ซึ่งส่งผลให้แอกทีฟคอนทัวร์เกาะติดเข้ากับส่วนที่เป็นขอบของวัตถุที่สนใจ ซึ่งในที่นี้คือขอบของเนื้อแท้รอยโรคปอด ดังภาพที่ 3.7ข



ภาพที่ 3.7ก การขยับของแอกทีฟคอนทัวร์



ภาพที่ 3.7ข ผลลัพธ์ที่ได้

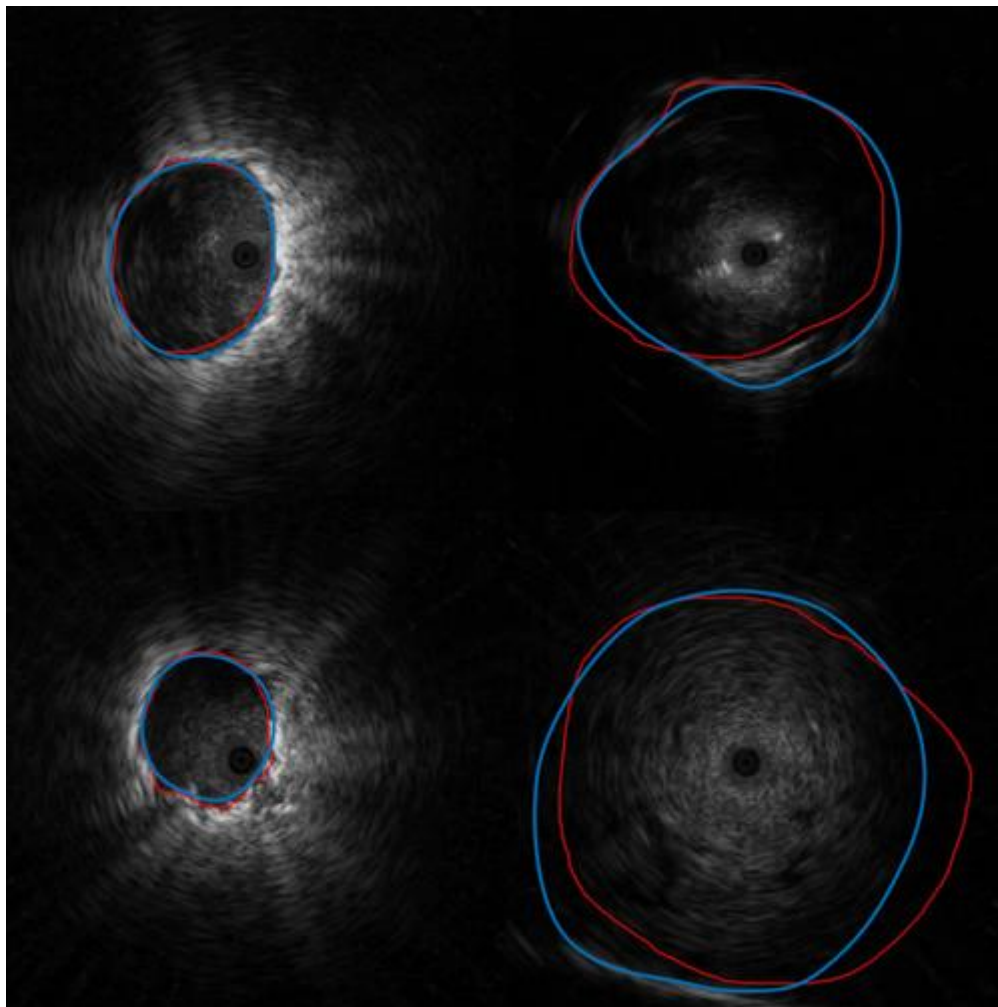
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินการพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อร้ายรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

4.1 ผลของการดำเนินการ

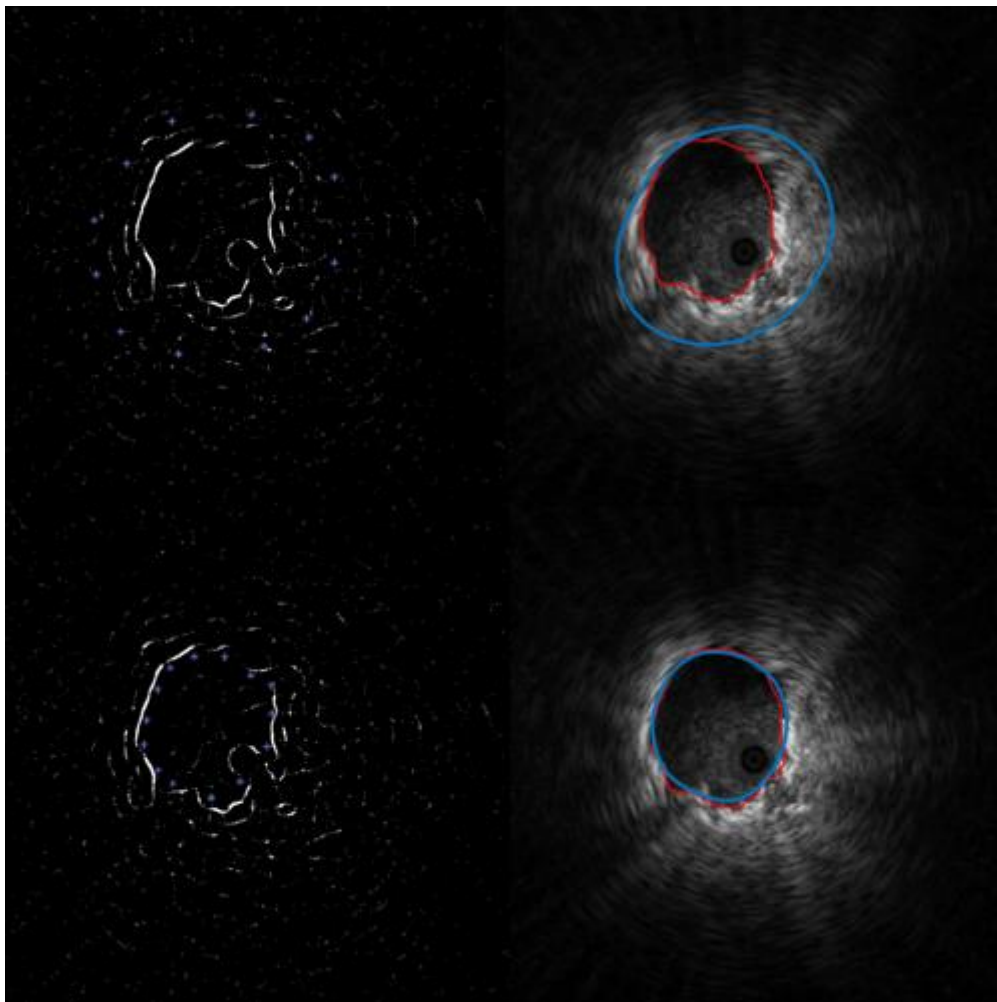
จากการนำแอมพลิจูดที่พคอนทัวร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.4 ไปเทียบกับขอบที่ถูกต้องที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2 ทำการทดสอบกับภาพ EBUS จำนวนทั้งหมด 80 ภาพ ยกตัวอย่างผลลัพธ์มาแสดงให้เห็นเป็นจำนวน 4 ภาพในภาพที่ 4.1 ซึ่งเส้นสีแดงคือขอบที่ถูกต้องที่แพทย์เป็นผู้วาดลงบนรูป และสีน้ำเงินคือขอบที่ได้จากอัลกอริธึมของโครงการ



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความแม่นยำของอัลกอริธึม

จะเห็นได้จากตัวอย่างในภาพที่ 4.1 ว่าสองภาพทางด้านซ้ายที่เนื้อแท้รอยโรคปอดในภาพ EBUS ที่นำมาทดสอบนั้นมีลักษณะที่สว่าง ขอบติดต่อกันชัดเจน เมื่อนำอัลกอริธึมมาใช้จะได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ กล่าวคือเส้นสีน้ำเงินซ้อนทับเส้นสีแดงค่อนข้างมาก ในขณะที่สองภาพทางด้านขวาที่เนื้อแท้รอยโรคปอดในภาพ EBUS ที่นำมาทดสอบนั้นมีลักษณะค่อนข้างกระจายตัว ภาพไม่ค่อยสว่าง เมื่อนำอัลกอริธึมมาใช้จะได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำต่ำกว่า กล่าวคือเส้นสีแดงและเส้นสีน้ำเงินนั้นไม่ซ้อนทับกันมากเท่าสองภาพทางด้านซ้าย

นอกจากนั้น จากผลการทดลอง สังเกตได้ว่าความแม่นยำของแอกทีฟคอนทัวร์ยังขึ้นอยู่กับจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์อีกด้วย โดยหากกำหนดจุดเริ่มต้นที่ต่างกัน ผลสุดท้ายของแอกทีฟคอนทัวร์ที่ได้รับจะต่างกันไปด้วย ดังเห็นได้ในภาพที่ 4.2 ซึ่งจุดสีน้ำเงินคือจุดเริ่มต้นของคอนทัวร์ที่ผู้ใช้กำหนด



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบความแม่นยำของผลลัพธ์ขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดที่ได้จากภาพ EBUS เดียวกันแต่ผู้ใช้กำหนดจุดเริ่มต้นต่างกัน

โดยการเลือกจุดเริ่มต้นคอนทัวร์ให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีนั้น ผู้ใช้ควรเลือกไว้ไม่ต่ำกว่า 8 จุด และเลือกให้อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีลักษณะสว่างที่สุดหลังจากผ่านการแปลงแบบท็อบแฮท ซึ่งเป็นบริเวณที่สันนิษฐานว่าตรงกับขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดที่ต้องการหา นอกจากนี้ยังควรเลือกแต่ละจุดให้ไม่ห่างจากกันมากนัก ทั้งสองประการนี้เพื่อลดสัญญาณรบกวนภายนอกซึ่งจะส่งผลให้แบบจำลองมีความคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่นในภาพที่ 4.2 ซึ่งภาพด้านบนซ้ายเลือกจุดเริ่มต้นไว้ห่างออกมาจากบริเวณสว่าง ผลลัพธ์ที่ได้ในภาพบนขวานั้นมีความคลาดเคลื่อน คือเส้นสีน้ำเงินมีขนาดใหญ่กว่าเส้นสีแดงมาก ในขณะที่ภาพด้านล่างซ้ายเลือกจุดเริ่มต้นไว้ใกล้กับบริเวณสว่าง ผลลัพธ์ที่ได้ในภาพล่างขวานั้นมีความแม่นยำกว่ากันมาก

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

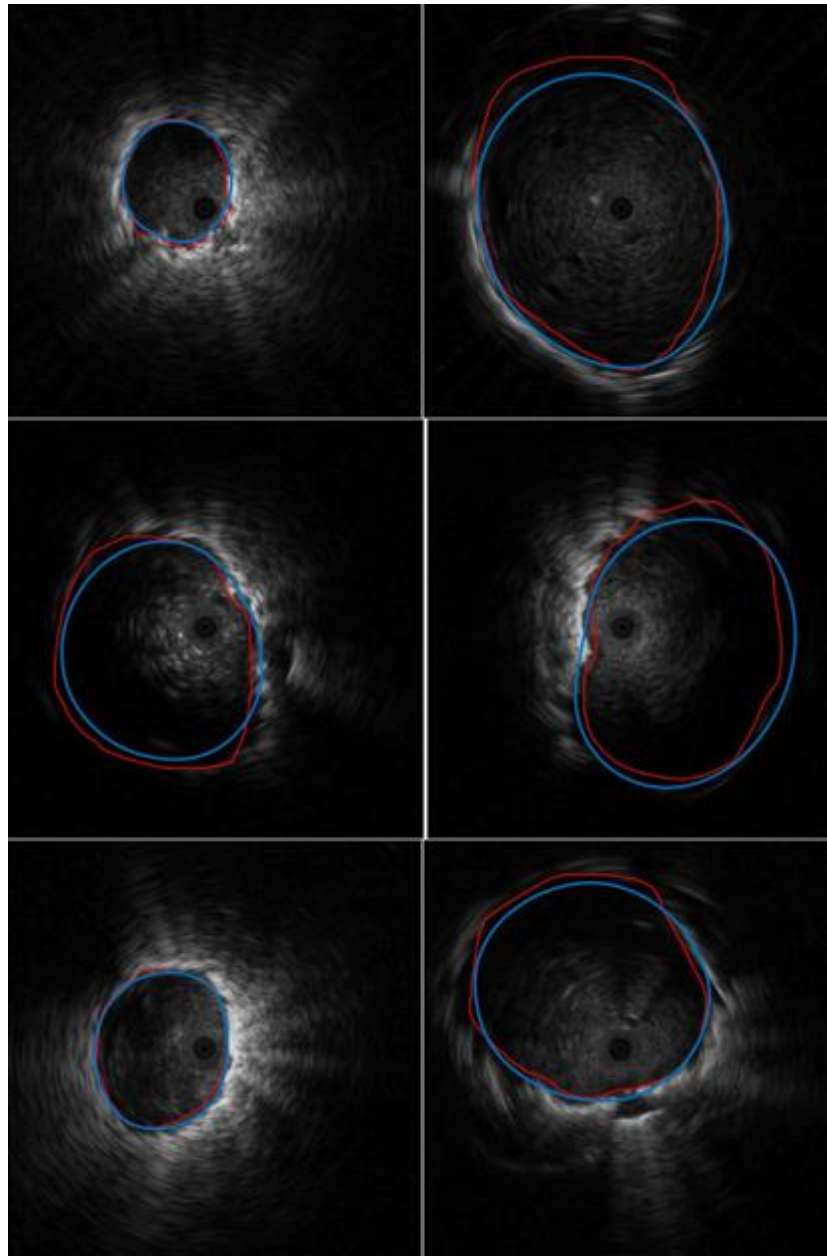
ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลจากข้อมูลผลการทดลองในบทที่ 4 ข้อสรุปการพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อหทัยรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง รวมถึงข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่ได้จากการวิจัย

5.1 ข้อสรุป

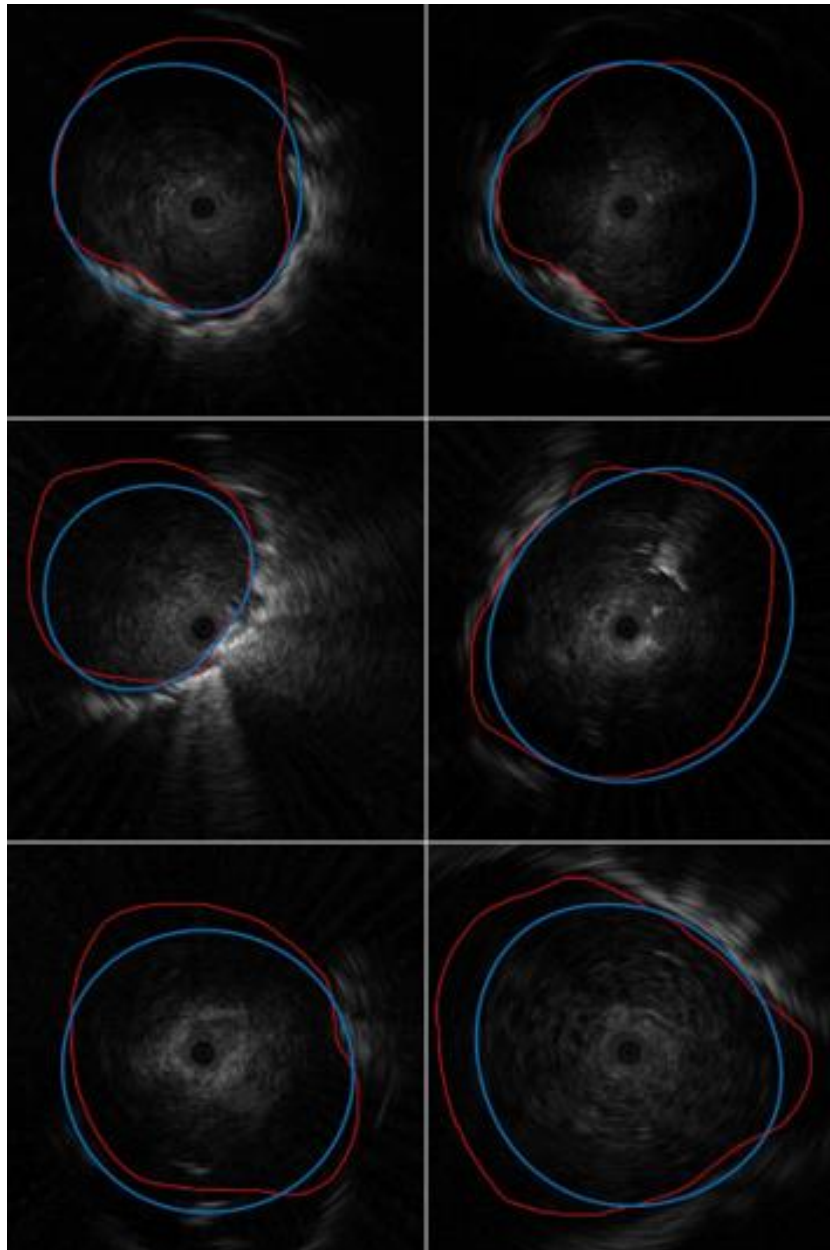
จากข้อมูลผลการวิจัยพบว่าแอกทีฟคอนทราสต์นั้นสามารถหาขอบเนื้อหทัยรอยโรคปอดได้ดีเมื่อนำไปใช้กับรอยโรคปอดที่มีลักษณะภาพ EBUS สว่าง ขอบมีรูปร่างต่อกันชัดเจน แต่ยังมีผลคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเมื่อนำไปใช้กับรอยโรคปอดที่มีลักษณะกระจายตัว ขอบไม่ค่อยต่อเนื่องหรือติดกัน โดยแบ่งผลลัพธ์ที่ได้ออกเป็น 3 จำพวก ได้แก่ภาพที่ได้ผลแม่นยำมาก ภาพที่ได้ผลแม่นยำปานกลาง และภาพที่ได้ผลไม่แม่นยำ ดังจะเห็นตัวอย่างได้ในภาพที่ 5.1-5.3 ตามลำดับ

ทั้งนี้ โครงการนี้ได้ดำเนินการทดสอบอัลกอริธึมกับภาพ EBUS เป็นจำนวนทั้งหมด 80 ภาพ ผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามีภาพที่ได้ผลแม่นยำมาก 26 ภาพ ผลแม่นยำปานกลาง 43 ภาพ และผลไม่แม่นยำ 11 ภาพ ดังนั้น หากนับผลลัพธ์แม่นยำมากและแม่นยำปานกลางเป็นผลที่ยอมรับได้ และนับผลลัพธ์ที่ไม่แม่นยำเป็นภาพเสีย ประสิทธิภาพของอัลกอริธึมนี้จะคิดเป็นร้อยละ 86.25

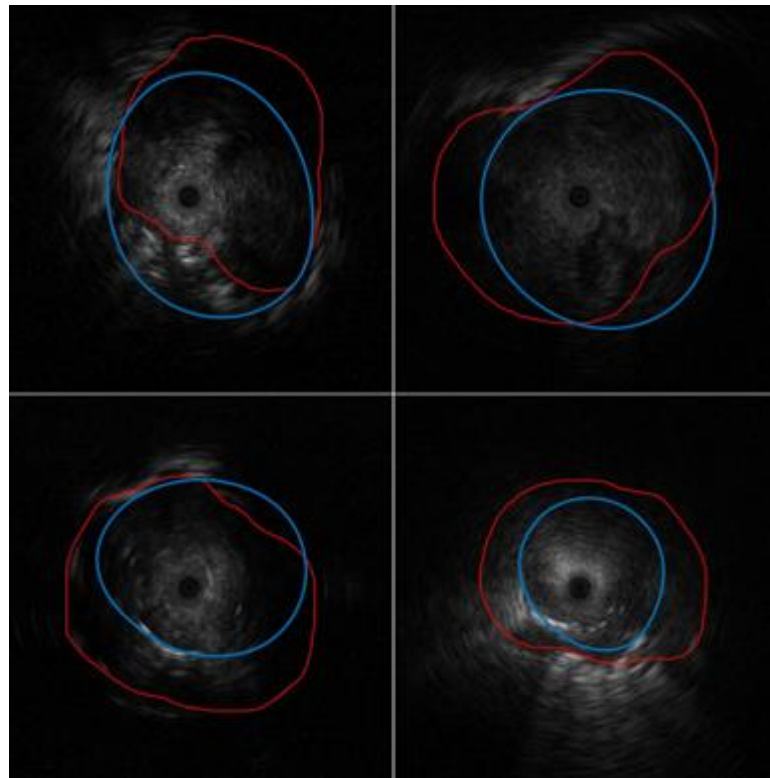
โดยในภาพที่ได้ผลไม่แม่นยำนั้น มีสาเหตุมาจากลักษณะของอัลกอริธึมแบบจำลองแอกทีฟคอนทราสต์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยลักษณะของภาพที่มีความเหมาะสมกับอัลกอริธึม กล่าวคือเป็นภาพที่มีคอนทราสต์ชัดเจน ส่งผลให้ขาดขอบลงบนภาพที่มีขอบกระจายไม่ต่อเนื่องได้ไม่แม่นยำอย่างที่ควร



ภาพที่ 5.1 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์แม่นยำมาก



ภาพที่ 5.2 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์แม่นยำปานกลาง



ภาพที่ 5.3 ตัวอย่างภาพที่ได้ผลลัพธ์ไม่แม่นยำ

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากความแม่นยำของแอคทีฟคอนทัวร์ยังมีส่วนที่ขึ้นอยู่กับข้อมูลนำเข้า โดยเกิดจากการที่ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอคทีฟคอนทัวร์ ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้อาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ (Man-made error) นอกจากนั้นแม้จะช่วยแบ่งเบาภาระในการวินิจฉัยหาขอบด้วยตัวเอง แต่ก็ยังหลงเหลือภาระในการกำหนดจุดเริ่มต้นให้กับแอคทีฟคอนทัวร์อยู่ จึงมีข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางวิจัยในอนาคตว่าควรพัฒนาระบบที่สามารถกำหนดจุดเริ่มต้นได้ด้วยตัวเอง เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

- [1] World Health Organization. Cancer Fact Sheet, 2018.
- [2] Ginsberg RJ, Vokes EE, Raben A. Non-Small Cell Lung Cancer. In Devita VT, Hellman S, Rosenbery SA, eds: Cancer Principles and Practice of Oncology, 5th edition, PP 849-950. Philadelphia, Lippincott-Raven Publisher, 1997.
- [3] Callister M, Baldwin D. How should pulmonary nodules be optimally investigated and managed? Lung Cancer 2015, 91, 48–55.
- [4] U.S. National Institute of Health, National Cancer Institute. SEER Cancer Statistics Review, 1975–2015.
- [5] Zhan P, Zhu QQ, Miu YY, et al. Comparison between endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and CT-guided transthoracic lung biopsy for the diagnosis of peripheral lung cancer: a systematic review and meta-analysis. Transl Lung Cancer Res. 2017;6(1):23-34. doi:10.21037/tlcr.2017.01.01
- [6] Sehgal IS, Agarwal R, Dhooria S, Prasad KT, Aggarwal AN. Role of EBUS TBNA in Staging of Lung Cancer: A Clinician's Perspective. J Cytol. 2019;36(1):61-64. doi:10.4103/JOC.JOC_172_18
- [7] Gomez M, Silvestri GA. Endobronchial ultrasound for the diagnosis and staging of lung cancer. Proc Am Thorac Soc. 2009;6:180-186. doi:10.1513/pats.200808-081LC
- [8] Kuo CH, Lin SM, Chen HC, Chou CL, Yu CT, Kuo HP. Diagnosis of peripheral lung cancer with three echoic features via endobronchial ultrasound. Chest. 2007;132(3):922-929. doi:10.1378/chest.06-3106

[9] El-Zaart, Ali & El Arwadi, Toufic. (2015). A New Edge Detection Method for CT-Scan Lung Images. *Journal of Biomedical Engineering and Medical Imaging*. 2. doi: 10.14738/jbemi.25.1453.

[10] Girvin F, Ko JP. Pulmonary nodules: detection, assessment, and CAD. *AJR. American Journal of Roentgenology*. 2008;191(4):1057-1069. doi: 10.2214/ajr.07.3472.

[11] Qadir, F., Peer, M.A., & KhanK., A. (2012). Efficient edge detection methods for diagnosis of lung cancer based on twodimensionalcellular automata. *Advances in Applied Science Research*, 3.

[12] Nadernejad, E. (2008). *Edge Detection Techniques : Evaluations and Comparisons*.

[13] Acharjya, P.P., Das, R., & Ghoshal, D. (2012). Study and Comparison of Different Edge Detectors for Image Segmentation. *Global journal of computer science and technology*.

[14] Juneja, M., & Sandhu, P. (2009). Performance Evaluation of Edge Detection Techniques for Images in Spatial Domain. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 614-621.

[15] Kass, M., Witkin, A. P. & Terzopoulos, D. (1988). Snakes: Active contour models. *Int. J. Comput. Vis.*, 1, 321-331.

[16] Dirk-Jan Kroon (2021). Snake : Active Contour, MATLAB Central File Exchange.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบเสนอหัวข้อโครงการ รายวิชา 2301399 Project Proposal
ปีการศึกษา 2563

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	การหาขอบเนื้อแท้รอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ)	Pulmonary lesion edge detection from endobronchial ultrasonogram	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. รัชลิดา ลิปิกรณ์	
ผู้ดำเนินการ	1. ชัชฉมล เหลืองสุรงค์	เลขประจำตัวนิสิต 6033616823
	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	

หลักการและเหตุผล

มะเร็งปอดเป็นมะเร็งที่พบได้บ่อยที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลก [1] และเป็นหนึ่งในมะเร็งที่อันตรายต่อชีวิตมากที่สุด โดยผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดมีอัตราการรอดชีวิต 5 ปีเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 13 [2] แต่หากสามารถตรวจพบมะเร็งปอดในระยะเริ่มต้นได้ทันท่วงที ผู้ป่วยจะมีอัตราการมีชีวิตรอดถึงร้อยละ 54 [3] อย่างไรก็ตาม มีผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดเพียงร้อยละ 16 เท่านั้นที่ตรวจพบมะเร็งตั้งแต่ระยะเริ่มต้น [4] การตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวด

สำหรับการวินิจฉัยโรคมะเร็งปอด การใช้ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในการวินิจฉัยนั้นมีประสิทธิภาพสูง โดยการส่องกล้องเข้าไปถ่ายภาพเนื้อแท้รอยโรคปอด และนำภาพที่ได้มาทำการวินิจฉัยว่าเนื้อแท้รอยโรคปอดเป็นมะเร็งหรือไม่ โดยวินิจฉัยจากพื้นผิว ขอบ และรูปร่างของเนื้อแท้รอยโรคปอด ผลจากการวินิจฉัยพบว่ามี ความถูกต้องใกล้เคียงกับการใช้ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัย แต่อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการใช้ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงนั้นต่ำกว่า [5] ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงจึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้เพื่อวินิจฉัยว่าเนื้อแท้รอยโรคปอดนั้นเป็นเนื้อดีหรือเนื้อร้าย ถึงกระนั้นการวินิจฉัยและคัดกรองเนื้อแท้รอยโรคปอดด้วยสายตาจากภาพในปริมาณมากอาจทำให้แพทย์เกิดความเหนื่อยล้าและเกิดข้อผิดพลาดได้ การวินิจฉัยโดยใช้คอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาช่วยแบ่งเบาภาระและช่วยในการวินิจฉัยของแพทย์เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคนิคการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงเพื่อใช้ในการพิจารณารูปร่างของเนื้อแตรอยโรคปอดซึ่งเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่ใช้วินิจฉัยมะเร็ง เพื่อนำผลที่ได้มาช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยและตัดสินใจของแพทย์

วัตถุประสงค์

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอัลกอริธึมที่สามารถตรวจหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอดจากภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่นำไปใช้ประกอบการตรวจคัดกรองและวินิจฉัยประเภทของเนื้อแตรอยโรคปอด

ขอบเขตของโครงการ

1. ภาพนำเข้าเป็นไฟล์ภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงที่ตัดข้อมูลเมทาดาทาออกไปแล้ว และมีไฟล์นามสกุล .jpg
2. ขนาดของไฟล์ภาพ 776 x 776 พิกเซล
3. ภาพส่งออกเป็นภาพเอ็นโดบรอนเคียลที่บันทึกด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง ไฟล์นามสกุล .jpg ที่มีเส้นแสดงให้เห็นขอบเนื้อแตรอยโรคปอดที่ตรวจจับได้จากอัลกอริธึม
4. ภาพนำเข้าจะต้องเห็นเนื้อแตรอยโรคปอดได้ชัดเจน และไม่มีสิ่งแปลกปนมากเกินไป

วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนการทำงาน

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
2. เตรียมข้อมูลภาพสำหรับนำไปใช้
3. พัฒนาอัลกอริธึมสำหรับหาขอบเนื้อแตรอยโรคปอด
4. ทดสอบและประเมินความแม่นยำของอัลกอริธึมที่พัฒนา
5. ปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด ให้มีความแม่นยำมากขึ้น
6. เขียนเอกสารประกอบโครงการ

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการทำงาน	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64	ก.พ. 64	มี.ค. 64
1. ศึกษาค้นคว้า						
2. เตรียมข้อมูลภาพ						
3. พัฒนาอัลกอริธึม						
4. ทดสอบและ ประเมินความ แม่นยำ						
5. ปรับปรุงแก้ไข						
6. เขียนเอกสาร						

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ก. ประโยชน์ต่อผู้ทำโครงการ

1. ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในด้านการประมวลผลภาพและการนำมาประยุกต์ใช้
2. ได้พัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพ

ข. ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดแก่ผู้ใช้ระบบ

1. ลดภาระและระยะเวลาที่ต้องใช้ในการคัดกรองและวินิจฉัยโรค
2. ได้รับความคิดเห็นที่สองสำหรับเปรียบเทียบผลลัพธ์และประกอบการตัดสินใจ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
MB: MSI B365M PRO VDH
CPU: Intel Core i7-9700F
GPU: NVIDIA Geforce GTX 1050 Ti
RAM: 16GB DDR4(3200)
2. โปรแกรม MATLAB

งบประมาณ

ก. ค่าตอบแทน

0 บาท

ข. ค่าใช้สอย	0	บาท
ค. ค่าวัสดุ		
RAM DDR4(3200) 16GB CORSAIR Vengeance	2290	บาท
SSD Seagate Barracuda Q1 240 GB	970	บาท
MSI B365M PRO VDH	2070	บาท

เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization. Cancer Fact Sheet, 2018.

[2] Ginsberg RJ, Vokes EE, Raben A. Non-Small Cell Lung Cancer. In Devita VT, Hellman S, Rosenbery SA, eds: Cancer Principles and Practice of Oncology, 5th edition, PP 849-950. Philadelphia, Lippincott-Raven Publisher, 1997.

[3] Callister, M.; Baldwin, D. How should pulmonary nodules be optimally investigated and managed? Lung Cancer 2015, 91, 48–55.

[4] U.S. National Institute of Health, National Cancer Institute. SEER Cancer Statistics Review, 1975–2015.

[5] Zhan P, Zhu QQ, Miu YY, et al. Comparison between endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and CT-guided transthoracic lung biopsy for the diagnosis of peripheral lung cancer: a systematic review and meta-analysis. Transl Lung Cancer Res. 2017;6(1):23-34. doi:10.21037/tlcr.2017.01.01

ประวัติผู้เขียน

นางสาวชัชฉมล เหลืองสุรงค์ เกิดวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2540 เป็นนิสิตชั้นปีที่ 4 ศึกษาอยู่ที่คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความสนใจในเรื่องเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหัวข้อการประมวลผลภาพและการประมวลผลภาษาธรรมชาติ