# บทที่ 1

# บทนำ

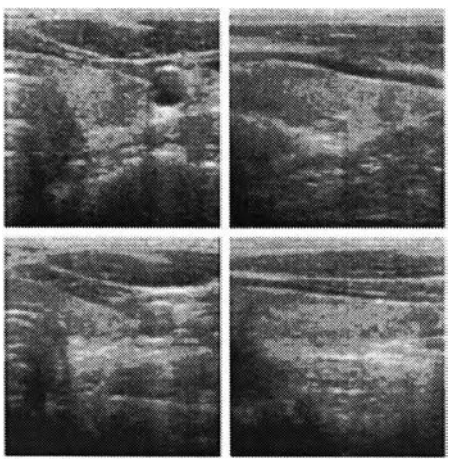
## 1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย

การคำนวณเส้นขอบของบริเวณที่เราสนใจเป็นก้าวแรกที่สำคัญทางการแพทย์ เพราะช่วยลดปริมาณข้อมูลภาพขนาดมหาศาล ให้เหลือเพียงส่วนที่จำเป็นรวมทั้งช่วยแสดงตำแหน่งของวัตถุที่แพทย์สนใจสำหรับการวินิจฉัยต่อไป ภาพถ่ายทางการแพทย์ที่นิยมใช้วิเคราะห์โรคภายใน ได้แก่ ภาพอัลตราซาวนด์แบบ B-scan เพราะค่าใช้จ่ายต่ำ กินเวลาน้อย ปลอดภัย ไม่เจ็บปวด และไม่มีผลกับร่างกายเหมือนกับการถ่ายภาพเอกซเรย์หรือการฉีดสารเคมีเข้าไปในร่างกาย อีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ยังมีราคาถูกและพกพาสะดวก

อย่างไรก็ดีจุดด้อยของการถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ก็คือ ภาพที่ได้นั้นเข้าใจยาก ต้องส่งให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด ทำการวินิจฉัย ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ถ้าเราสามารถค้นหาวิธีการหาเส้นขอบที่เหมาะสมกับภาพอัลตราซาวนด์เพื่อสร้างระบบวินิจฉัยโรคเบื้องต้น เช่น การคำนวณขนาดและปริมาตรของวัตถุที่สนใจ แล้วคัดเลือกเฉพาะภาพผู้ป่วยที่มีปัญหาส่งให้แพทย์ทำการวินิจฉัยขั้นต่อไป หรือการเลือกเก็บข้อมูลที่สำคัญ ไว้เป็นข้อมูลช่วยเหลือให้แพทย์ เช่น ขนาดและรูปร่างของต่อมไทรอยด์ จะเป็นการช่วยงานแพทย์และลดค่าใช้จ่ายได้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกศึกษาการคำนวณเส้นขอบในภาพอัลตราซาวนด์ของต่อมไทรอยด์ซึ่งมีทั้งขอบที่มัวไม่ชัดเจน มีสัญญาณรบกวนมาก รูปร่างของต่อมไทรอยด์เป็นวงรีไม่ซับซ้อน อีกทั้งขนาดของต่อมไทรอยด์นั้นหลากหลาย จึงเหมาะที่จะใช้ทดสอบระเบียบวิธีคำนวณเส้นขอบในภาพอัลตราซาวนด์ รูปที่ 1.1 เป็นชุดภาพอัลตราซาวนด์ของต่อมไทรอยด์ของผู้ป่วย 1 คน ซึ่งประกอบด้วยภาพตัดขวางและภาพตัดตามยาวของต่อมไทรอยด์

ทั้งด้านซ้ายและขวารวม 4 ภาพ ตำแหน่งเส้นขอบของต่อมไทรอยด์ที่ได้ มีประโยชน์ในการคำนวณพื้นที่สำหรับใช้ในการวินิจฉัยของแพทย์ ซึ่งโดยทั่วไปแพทย์ต้องลากเส้นขอบดังกล่าวเอง หรือวิธีที่สองทำโดยกำหนดจุดคร่าวๆ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมาณขนาด วิธีแรกใช้เวลานาน ขณะที่การคำนวณขนาดจากจุดเพียงไม่กี่จุดของวิธีที่สอง อาจเกิดความผิดพลาด และมีความแปรปรวนระหว่างผู้ใช้สูง ดังนั้นการคำนวณตำแหน่งของเส้นขอบที่มีความแม่นยำและใช้เวลาน้อย จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว



รูปที่ 1.1: ชุดภาพอัลตราซาวนด์ของต่อมไทรอยด์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการติดตามเส้นขอบของต่อมไทรอยด์ในภาพอัลตราซาวนด์ที่มีความแม่นยำสูง และใช้เวลาน้อย

## 1.3 งานวิจัยที่ผ่านมา

ลักษณะภาพอัลตราซาวนด์นั้นประกอบไปด้วยลวดลายเนื้อเยื่อที่ไม่สม่ำเสมอ แม้ว่าลักษณะดังกล่าวจะมีประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคต่างๆ แต่ความไม่สม่ำเสมอของความเข้มทำให้วงจรตรวจจับเส้นขอบทั่วๆ ไป ที่คำนวณเส้นขอบจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มประสบปัญหา ดังนั้นจึงควรมีกรรมวิธีลดทอนสัญญาณที่รบกวนต่อการคำนวณเส้นขอบออกเสียก่อน เพื่อให้วงจรตรวจจับเส้นขอบคำนวณเส้นขอบได้ดีขึ้น กล่าวคือเส้นขอบที่คำนวณได้เป็นเส้นขอบที่เราต้องการ ขณะที่มีเส้นขอบที่ไม่ต้องการอยู่น้อยที่สุด

สัญญาณรบกวนในภาพอัลตราซาวนด์ เป็นปรากฏการณ์สุ่มซึ่งเกิดจากการรบกวนกันระหว่างคลื่นอัลตราซาวนด์ ซึ่งสะท้อนกลับจากเนื้อเยื่อ ด้วยหน้าคลื่นที่แปรเปลี่ยนไปจากทรงกลมหรือระนาบ [1] สัญญาณรบกวนนี้มีลักษณะเป็นจุดเล็กๆ (speckle) กระจายอยู่ทั่วทั้งภาพ ด้วยอัตราส่วนสัญญาณที่ต้องการกับสัญญาณรบกวน (signal-to-noise ratio) คงที่ ซึ่งสร้างความลำบากแก่การวินิจฉัยภาพ ประเภทของวงจรกรองที่นิยมใช้ลดทอนสัญญาณรบกวนแบบจุดจะเป็นวงจรกรองมัธยฐาน (median filter) หรือวงจรกรองที่ดัดแปลงจากวงจรกรองมัธยฐาน [2, 3, 4] เมื่อศึกษาการทำงานของวงจรกรองประเภทนี้กับภาพทั่วไป และภาพอัลตราซาวนด์ พบว่ามีความสามารถในการลดทอนสัญญาณรบกวนและคงสภาพขอบไว้ได้ดี แต่มีข้อเสียในแง่เวลาที่ใช้เรียงข้อมูลเพื่อหาค่ามัธยฐาน จึงต้องการการพัฒนาวงจรกรองขึ้นใหม่ โดยวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ ควรมีความสามารถในการลดทอนสัญญาณรบกวน และการคงสภาพขอบไว้ได้ใกล้เคียงกับวงจรกรองมัธยฐาน การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการคงความคมชัดของเส้นขอบ ระหว่างวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นกับวงจรกรองมัธยฐาน ทำได้โดยพิจารณาจากเส้นขอบที่ได้จากวงจรตรวจจับเส้นขอบตัวเดียวกัน ในวิทยานิพนธ์เลือกใช้วงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนี [5] ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางในการทดสอบ และต้องการวงจรตรวจจับเส้นขอบที่เหมาะกับวงจรกรองที่คิดขึ้นใหม่ด้วย โดยตระหนักว่าวงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนีอาจไม่เหมาะสมกับวงจรกรองที่พัฒนาขึ้น

ในงานวิจัยอื่นๆ เกี่ยวกับการคำนวณเส้นขอบในภาพอัลตราซาวนด์ มีความพยายามแก้ปัญหาความล้มเหลวจากการใช้วงจรตรวจจับเส้นขอบเพียงอย่างเดียว โดยใส่ความรู้เกี่ยวกับบริเวณที่สนใจลงไปในระเบียบวิธีการคำนวณเส้นขอบด้วย ทั้งการใช้ค่าสถิติวิเคราะห์ลักษณะเนื้อเยื่อเพื่อแยกบริเวณที่สนใจออกมา [6, 7, 8] หรือการสร้างแบบจำลองสำหรับตัดสินภาพใหม่ว่าส่วนใดเป็นเส้นขอบของวัตถุโดยโครงข่ายประสาท [9] แต่ระเบียบวิธีที่ทำโดยอัตโนมัติเหล่านี้มีความซับซ้อนในการคำนวณ ความแม่นยำขึ้นอยู่กับจำนวนภาพตัวอย่างที่นำมาสอนระบบอีกทั้งเส้นขอบที่คำนวณได้ จะมีความคลาดเคลื่อนสูงถ้าภาพที่ใช้จริงแตกต่างไปจากภาพตัวอย่างที่สอนระบบมาก การเพิ่มขั้นตอนการลดทอนสัญญาณที่จะใช้ในวิทยานิพนธ์จึงมีความซับซ้อนในการคำนวณน้อยกว่าระบบอัตโนมัติดังกล่าวมาก ส่วนการเพิ่มความแม่นยำ ในการคำนวณเส้นขอบด้วยวงจรตรวจจับเส้นขอบ ทำได้โดยใช้ข้อมูลช่วยเหลือจากมนุษย์ร่วมในการคำนวณด้วย

เมื่อพิจารณางานวิจัยที่อาศัยข้อมูลช่วยเหลือจากมนุษย์ [10, 11, 12] ส่วนใหญ่มักเป็นการคำนวณจากจุดขอบที่มนุษย์กำหนดไว้ล่วงหน้า และต้องรอให้คอมพิวเตอร์คำนวณตำแหน่งเส้นขอบให้เสร็จทั้งภาพ ผู้ใช้จึงจะตัดสินว่าตำแหน่งที่คำนวณได้นั้นยอมรับได้หรือไม่ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเลือกใช้เทคนิคการติดตามขอบภาพที่เรียกว่า *Pre-emptive*

[12] เพื่อใช้ในการคำนวณขอบภาพ ความน่าสนใจของเทคนิคนี้อยู่ที่การให้มนุษย์และคอมพิวเตอร์ทำงานไปพร้อมกันและการใช้หน้าต่างในการคำนวณ ซึ่งลดทอนการประมวลผลทั้งภาพเหลือเพียงการคำนวณเส้นขอบในระยะทางสั้นๆ โดยคอมพิวเตอร์จะพิจารณาบริเวณที่เมาส์อยู่ แล้วคำนวณเส้นขอบไว้ล่วงหน้า ถ้าผู้ใช้ยอมรับเส้นขอบนั้น ตำแหน่งเมาส์จึงจะเลื่อนไปที่ปลายของเส้นขอบดังกล่าว จากนั้นคอมพิวเตอร์จะคำนวณเส้นขอบล่วงหน้าเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทั้งบริเวณที่สนใจ

## 1.4 เป้าหมายและขอบเขตของงานวิจัย

1. เทคนิคการตรวจจับเส้นขอบของต่อมไทรอยด์ในภาพอัลตราซาวนด์ที่ไม่ซับซ้อน ใช้เวลาคำนวณน้อย และมีความแม่นยำ โดยอาศัยข้อมูลช่วยเหลือจากผู้ใช้บางส่วน
2. การลดทอนสัญญาณที่รบกวนต่อการคำนวณเส้นขอบ และการคงสภาพขอบของวงจรกรองที่พัฒนาขึ้นใกล้เคียงกับวงจรกรองมัธยฐานที่นิยมใช้กัน แต่ใช้เวลาน้อยกว่า
3. วงจรตรวจจับเส้นขอบที่เหมาะกับวงจรกรองที่พัฒนาขึ้น
4. เปรียบเทียบการลดทอนสัญญาณรบกวนและเวลาที่ใช้ในการคำนวณระหว่างวงจรกรองมัธยฐานและวงจรกรองที่พัฒนาขึ้น
5. เปรียบเทียบคุณภาพของเส้นขอบที่คำนวณได้ จากภาพหลังผ่านการลดทอนสัญญาณรบกวนด้วยวงจรกรองมัธยฐานและวงจรกรองที่พัฒนาขึ้น โดยใช้วงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนีเหมือนกัน
6. เปรียบเทียบคุณภาพของเส้นขอบที่คำนวณโดยใช้วงจรตรวจจับเส้นขอบในข้อ 3 กับวงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนี
7. เปรียบเทียบความแม่นยำของเทคนิคการคำนวณเส้นขอบในข้อ 1 กับเส้นขอบที่ลากโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยอนุญาตให้มีผู้เชี่ยวชาญเพียงคนเดียวในการทดสอบเพื่อลดความหลากหลายในการตัดสินใจว่าตำแหน่งใดคือขอบของต่อมไทรอยด์ที่แท้จริง

## 1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1. ศึกษาและเลือกระเบียบวิธีที่น่าสนใจสำหรับการหาเส้นขอบ โดยค้นคว้าจากหนังสือและวารสารต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภาพอัลตราซาวนด์
3. พัฒนาระเบียบวิธีการลดทอนสัญญาณ และการตรวจจับเส้นขอบที่เหมาะแก่การใช้งานกับภาพอัลตราซาวนด์ ออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมสำหรับระเบียบวิธีที่พัฒนาขึ้น
4. เปรียบเทียบผลระหว่างการใช้ระเบียบวิธีที่พัฒนาขึ้น กับการใช้วงจรกรองมัธยฐานร่วมกับวงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนี
5. เปรียบเทียบความแม่นยำของเทคนิคการคำนวณเส้นขอบวิธี *pre-emptive* ที่ใช้วงจรกรองมัธยฐานและวงจรตรวจจับเส้นขอบแคนนี กับวิธีที่ใช้วงจรกรองและวงจรตรวจจับเส้นขอบที่พัฒนาขึ้นใหม่ โดยใช้เส้นขอบอ้างอิงซึ่งลากโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นเกณฑ์
6. วิเคราะห์ และสรุปผลงานวิจัย
7. เรียบเรียงผลงานวิจัย พิมพ์ผลงาน และจัดเข้ารูปเล่มเพื่อทำการเสนอต่อคณะกรรมการต่อไป

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทำให้ทราบถึงการทำงานของระบบการคำนวณเส้นขอบในภาพอัลตราซาวนด์
- มีเทคนิคการคำนวณเส้นขอบที่เหมาะสมกับภาพอัลตราซาวนด์ของต่อมไทรอยด์
- มีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการคำนวณเส้นขอบของบริเวณที่สนใจในภาพอัลตราซาวนด์ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับใช้ในระบบข้อมูลเพื่อการวินิจฉัยของแพทย์ (System integration) เช่น การคำนวณขนาดหรือปริมาตรของบริเวณที่สนใจ หรือการสร้างภาพสามมิติจากอนุกรมภาพอัลตราซาวนด์

ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการของวงจรกรองที่จะนำมาใช้งานกับระบบติดตามเส้นขอบภาพอัลตราซาวนด์ของต่อมไทรอยด์ รวมทั้งการศึกษาประสิทธิภาพของวงจรกรองดังกล่าวเปรียบเทียบกับวงจรกรองมัธยฐาน ในบทที่ 3 กล่าวถึงหลักการของวงจรตรวจจับเส้นขอบที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้เหมาะกับวงจรกรองในบทที่ 2 และการศึกษาประสิทธิภาพของวงจรตรวจจับเส้นขอบ เมื่อใช้กับภาพทดสอบและภาพอัลตราซาวนด์ ส่วนบทที่ 4 เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง ของเทคนิคการติดตามเส้นขอบที่ปรับปรุงขึ้นกับภาพอัลตราซาวนด์ โดยการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะอยู่ในบทที่ 5