บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและเหตุผล

โรคหัวใจ นับเป็นสาเหตุการเสียชีวิตในอันดับต้นๆของประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันวิธีการตรวจวินิจฉัยโรคที่เกี่ยวกับหัวใจ และอวัยวะอื่นๆในร่างกาย ได้มีการนำเทคโนโลยีการถ่ายภาพสะท้อนแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI มาใช้ ทั้งนี้เนื่องจาก MRI เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้วิเคราะห์และวินิจฉัยโรค ซึ่งการถ่ายภาพหัวใจด้วยเครื่อง MRI เพื่อดูการทำงานและตรวจหาความผิดปกติของหัวใจนั้น จำเป็นต้องมีการถ่ายภาพเป็นจำนวนมาก เพราะต้องถ่ายภาพตลอดระยะเวลาการเต้นของหัวใจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งในการนำมาวินิจฉัยโรค คือ หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวกับโรคหัวใจจะศึกษาการทำงานของห้องหัวใจส่วนนี้เป็นหลัก เพราะว่าหัวใจห้องล่างซ้ายมีหน้าที่สูบฉีดเลือดที่ฟอกแล้วไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย จึงมีความสำคัญในการบ่งถึงความผิดปกติของหัวใจได้ดีที่สุด และในการนำภาพหัวใจ MRI 2 มิติ มาวิเคราะห์ในเชิง 3 มิติ [1] หรือ 4 มิติ [2] นั้น ขั้นตอนเบื้องต้นที่สำคัญมาก คือ การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) เพื่อแบ่งภาพให้ได้ส่วนต่างๆของหัวใจที่เราสนใจ ซึ่งการแบ่งส่วนภาพหัวใจด้วยมือของผู้เชี่ยวชาญนั้น ถึงแม้ว่าจะให้ผลการแบ่งส่วนภาพที่มีความถูกต้อง แต่ภาพหัวใจ MRI ของผู้ป่วยแต่ละคนที่ต้องนำมาวิเคราะห์นั้นมีจำนวนมาก จึงทำให้ต้องเสียเวลาและใช้แรงงานของผู้เชี่ยวชาญอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถแบ่งส่วนภาพหัวใจ MRI โดยพึ่งการทำงานกับผู้เชี่ยวชาญเท่าที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถวิเคราะห์ภาพหัวใจ MRI จำนวนมากได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ปัจจุบัน วิธีการแบ่งส่วนภาพที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ในงานภาพทางการแพทย์ คือ แอ็กทิฟคอนทัวร์ (Active Contour) หรือ "สเน็ก" (Snake) [3] โดยมีหลักการ คือ คอนทัวร์จะเคลื่อนที่ในโดเมนเชิงพื้นที่ (Spatial Domain) ของภาพ ภายใต้อิทธิพลของแรงภายใน (Internal Force) และ แรงภายนอก (External Force) ของคอนทัวร์ ซึ่งแรงภายในคอนทัวร์จะทำหน้าที่ควบคุมความราบเรียบของคอนทัวร์ ส่วนแรงภายนอกนั้นจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปร่างและขับเคลื่อนคอนทัวร์ไปยังส่วนที่เราสนใจหรือวัตถุ (Object) ในภาพ ซึ่งโดยปกติแล้วแรงภายนอกจะคำนวณหาได้มาจากภาพ และ แอ็กทิฟคอนทัวร์ที่นิยมกันมากในงานวิจัยปัจจุบัน มี 2 รูปแบบ คือ แบบพาราเมทริก (Parametric Active Contour) [3-7] และ แบบจีโอเมทริก (Geometric Active Contour) [8-15] โดยที่แบบพาราเมทริกจะแทนคอนทัวร์ด้วยฟังก์ชันของพารามิเตอร์บนคอนทัวร์

โดยตรง คือ $C(s)=\big(x(s),y(s)\big)$ โดยที่ s คือ ระยะอาร์ก (Arc Length) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อน ทว่าคอนทัวร์ในรูปแบบนี้จะไม่สามารถแยก (Split) ตัวเองออกเป็นสองคอนทัวร์หรือหากมีมากกว่าหนึ่งคอนทัวร์ก็ไม่สามารถร่วมตัว (Merge) กันเป็นหนึ่งคอนทัวร์ได้ ส่วนแบบจีโอเมทริกจะแทนคอนทัวร์โดยนัย (Implicitly) ซึ่งคอนทัวร์จะถูกกำหนดให้เป็นเซตระดับที่ศูนย์ (Zero Level Set) ของฟังก์ชันสเกลาร์ (Scalar Function) [15] คือ $C=\{(x,y)\in\Omega:\phi(x,y)=0\}$ โดยที่ Ω คือ โดเมนเชิงพื้นที่ของภาพ คอนทัวร์ที่แทนในรูปแบบนี้สามารถแยกตัวและร่วมตัวกันได้เอง

แรงภายนอกเป็นแรงที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการออกแบบแอ็กทิฟคอนทัวร์เพื่อการแบ่งส่วนภาพ เพราะเป็นแรงที่ทำให้คอนทัวร์สามารถเปลี่ยนรูปร่างและเคลื่อนที่ไปยังวัตถุที่เราสนใจในภาพได้ โดยงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการออกแบบและพัฒนาแรงภายนอกสำหรับแอ็กทิฟคอนทัวร์หลายรูปแบบ เช่น การใช้ขอบของวัตถุเพียงอย่างเดียว (Pure Edge-Based) [3-5] การใช้อาณาบริเวณเพียงอย่างเดียว (Pure Region-Based) [7,8] การใช้ทั้งขอบและอาณาบริเวณร่วมกัน (Edge and Region-Based) [9-12] และ การใช้ข้อมูลของรูปร่างวัตถุเข้าช่วย (Shape-Based) [13,14] เป็นต้น ข้อเสียของการใช้ขอบของวัตถุเป็นแรงภายนอกเพียงอย่างเดียว คือ การไม่ทนทานต่อสัญญาณรบกวน (Noise) [7] เนื่องจากสัญญาณรบกวนจะทำให้เกิดขอบเล็กๆน้อยๆ (Spurious Edge) ในภาพขอบ (Edge Image) ส่งผลให้บางส่วนของคอนทัวร์อาจจะเคลื่อนที่ไปติดอยู่กับขอบที่ไม่ต้องการเหล่านี้ ข้อเสียอีกประการหนึ่งของการใช้ภาพขอบเพียงอย่างเดียวในการออกแบบแรงภายนอก คือ ข้อจำกัดในการวางตำแหน่งเริ่มต้นของคอนทัวร์ โดยมีเงื่อนไขว่าเราจะต้องวางคอนทัวร์เริ่มต้นให้ใกล้กับวัตถุที่เราสนใจเพียงพอ จึงจะทำให้ประสบผลสำเร็จในการแบ่งส่วนวัตถุที่เราต้องการในภาพได้ ในกรณีของภาพที่ไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจนระหว่างวัตถุ (Object) ที่เราสนใจกับพื้นหลัง (Background) ซึ่งมักพบในภาพทางการแพทย์ (Medical Image) เป็นส่วนใหญ่ การใช้แรงภายนอกที่ได้มาจากการใช้อาณาบริเวณจะให้ผลการแบ่งส่วนภาพที่ดีกว่าการใช้ขอบของวัตถุเพียงอย่างเดียว [8] ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่พัฒนาวิธีการแบ่งส่วนภาพให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น โดยการใช้แรงภายนอกที่ได้มาจากการผสมผสานการใช้ทั้งขอบของวัตถุและอาณาบริเวณ ส่วนการใช้ข้อมูลของรูปร่างวัตถุเข้ามาช่วยนั้น ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีการที่มีความสามารถค่อนข้างสูงในการแบ่งส่วนภาพทางการแพทย์ แต่การออกแบบแรงภายนอกด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องมีชุดข้อมูลของรูปร่างวัตถุที่ดีเพื่อใช้เป็นชุดฝึก (Training Set) ให้กับแอ็กทิฟคอนทัวร์ก่อนนำไปใช้งานจริง จึงเป็นงานที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการเตรียมชุดข้อมูลที่มีคุณภาพเหล่านี้ เพราะหากชุดฝึกไม่มีความแม่นยำของรูปร่างของวัตถุแล้ว การออกแบบแรงภายนอกแบบนี้อาจใช้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร และขั้นตอนในการเตรียมชุดข้อมูลมักต้องใช้เวลามาก

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสำคัญของการแบ่งส่วนภาพหัวใจที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพสะท้อนแม่เหล็ก
2. เพื่อศึกษาวิธีการแบ่งส่วนภาพด้วยแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
3. เพื่อศึกษาความสามารถในการแบ่งส่วนภาพหัวใจของแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
4. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของคอนทัวร์
5. เพื่อออกแบบระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ สำหรับแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้าย
6. เพื่อหาความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณรอบหัวใจห้องล่างซ้ายสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญทางการแพทย์

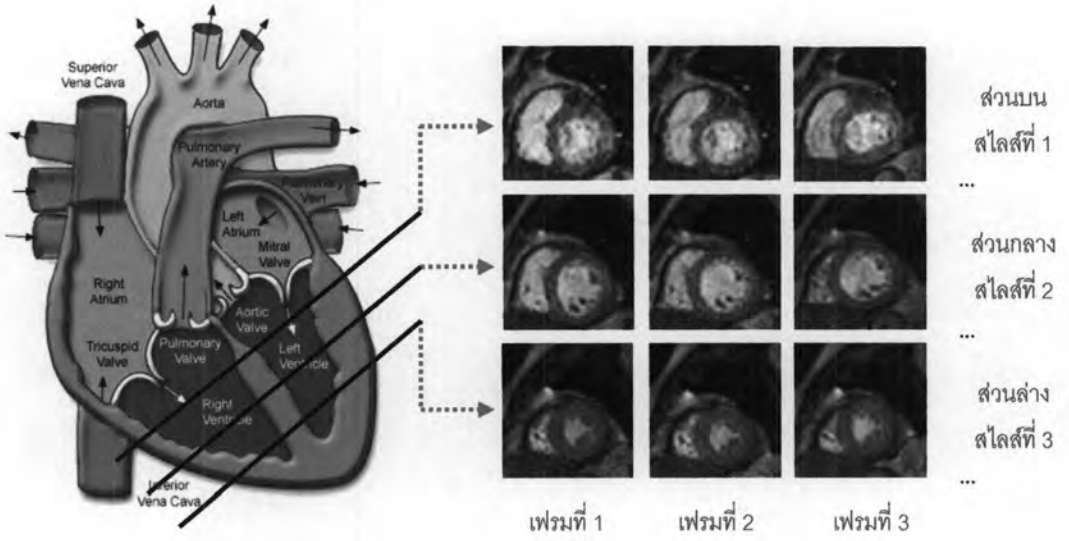
1.3 เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์

เป้าหมายของวิทยานิพนธ์นี้ คือ การออกแบบระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ สำหรับแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายของภาพสะท้อนแม่เหล็ก เพื่อหาความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณรอบหัวใจห้องล่างซ้ายสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญทางการแพทย์และวินิจฉัยโรคต่อไป โดยได้มีการศึกษาแรงภายนอกของแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เพื่อออกแบบระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ ให้สามารถแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่สามารถแบ่งส่วนขอบเขตของเยื่อหัวใจภายในและภายนอกของหัวใจห้องล่างซ้ายได้พร้อมๆกัน เนื่องจากได้มีการออกแบบแรงระหว่างคอนทัวร์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของคอนทัวร์ทั้งสองในขณะที่ทำการแบ่งส่วนภาพ ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

ภาพหัวใจที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้มาจากการถ่ายภาพหัวใจด้วยเครื่องถ่ายภาพสะท้อนแม่เหล็ก (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI ซึ่งเป็นเครื่องมือถ่ายภาพทางการแพทย์ โดยการส่งถ่ายพลังงานคลื่นวิทยุไปยังผู้ป่วยที่นอนอยู่ในสนามแม่เหล็กแรงสูง พลังงานเหล่านั้นจะสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ โดยสัญญาณที่สะท้อนกลับมาจะถูกเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติและลักษณะขององค์ประกอบต่างๆของเนื้อเยื่อภายในร่างกาย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ก็คือข้อมูลสำหรับการนำมาสร้างเป็นภาพของอวัยวะที่ทำการบันทึกภาพ โดยประโยชน์ของการถ่ายภาพอวัยวะด้วยเครื่อง MRI เพื่อนำไปวินิจฉัยโรค [16] มีดังต่อไปนี้

1. เป็นการตรวจภายในที่ปลอดภัยและไม่เจ็บเพราะไม่มีการผ่าตัด
2. สามารถจำแนกคุณสมบัติของเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันได้หลายแบบ
3. ตรวจได้ทุกระนาบโดยไม่ต้องขยับผู้ป่วย
4. สามารถตรวจเนื้อเยื่ออ่อนที่อยู่ภายในกระดูกได้
5. ไม่มีรังสีที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น รังสีเอกซ์

การถ่ายภาพหัวใจของผู้ป่วยด้วยเครื่อง MRI เพื่อดูการทำงานและตรวจหาความผิดปกติของหัวใจนั้น จำเป็นต้องมีการถ่ายภาพเป็นจำนวนมาก เพราะต้องถ่ายภาพตลอดระยะเวลาการเต้นของหัวใจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จึงทำให้ได้ภาพในหลายเฟรมเวลา ซึ่งใน 1 เฟรมเวลาประกอบไปด้วยภาพจำนวนหลายสไลส์ รูปที่ 1.1(ก) แสดงภาพจำลองโครงสร้างภายในของหัวใจมนุษย์ [17] และรูปที่ 1.1(ข) แสดงตัวอย่างชุดภาพหัวใจห้องล่างที่ได้จากเครื่อง MRI ซึ่งใน 1 เฟรมเวลาประกอบไปด้วยภาพจำนวน 3 สไลส์ เรียงลำดับจากบนลงล่างตามตำแหน่งการถ่ายภาพหัวใจห้องล่าง (เส้นหนาสีดำ)



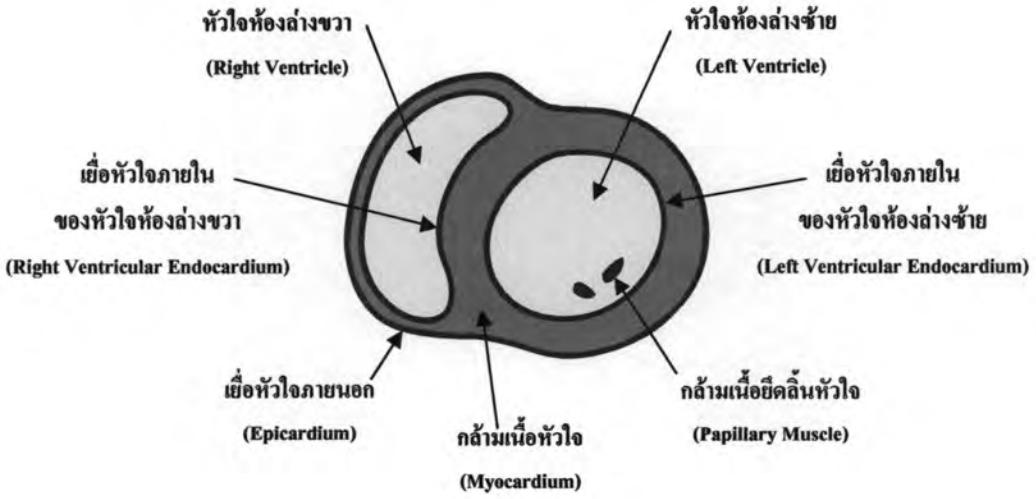
(ก) (ข)

รูปที่ 1.1 ลักษณะการถ่ายภาพหัวใจห้องล่างด้วยเครื่อง MRI

(ก) โครงสร้างของหัวใจ (ข) ชุดภาพหัวใจ MRI

โครงสร้างของหัวใจห้องล่างในภาพ MRI โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆที่สำคัญดังแสดงในรูปที่ 1.2 ซึ่งในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวกับโรคหัวใจจะเน้นการศึกษาการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายเป็นหลัก เพราะว่าหัวใจห้องล่างซ้ายมีหน้าที่สูบฉีดเลือดที่ฟอกแล้วไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย จึงมีความสำคัญในการบ่งถึงความผิดปกติของหัวใจได้ดีที่สุด

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.2 โครงสร้างของหัวใจห้องล่าง

การแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายของภาพสะท้อนแม่เหล็ก ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ด้วยกัน คือ ขอบเขตของเยื่อหัวใจภายใน (Endocardial Boundary) และขอบเขตของเยื่อหัวใจภายนอก (Epicardial Boundary) แสดงดังรูปที่ 1.3 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณรอบหัวใจห้องล่างซ้าย

รูปที่1.3 กล้ามเนื้อบริเวณรอบหัวใจห้องล่างซ้าย

วิธีการแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายโดยใช้แอ็กทิฟคอนทัวร์ในงานวิจัยที่ผ่านมา จะใช้แอ็กทิฟคอนทัวร์เดี่ยว (Single Active Contour) คือ แบ่งส่วนขอบเขตของเยื่อหัวใจภายใน และขอบเขตของเยื่อหัวใจภายนอกทีละครั้ง [9-14] ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 1.4 ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์นี้ จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาวิธีแบ่งส่วนภาพโดยใช้แอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ (Double Active Contours) สำหรับแบ่งส่วนขอบเขตของเยื่อหัวใจภายใน และขอบเขตของเยื่อหัวใจภายนอกไป

พร้อมๆกัน เพื่อให้งานแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งระเบียบวิธีการแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่นี้ได้เลือกแทนคอนทัวร์แบบพาราเมทริก เพราะเนื่องจากเราไม่มีความจำเป็นที่จะต้องให้คอนทัวร์มีสามารถในการร่วมตัวและแยกตัวกันได้ คอนทัวร์แรกจะถูกออกแบบสำหรับแบ่งส่วนขอบเขตของเยื่อหัวใจภายใน และ คอนทัวร์ที่สองสำหรับแบ่งส่วนขอบเขตของเยื่อหัวใจภายนอก โดยมีเงื่อนไขว่าคอนทัวร์แรกจะต้องอยู่ภายในคอนทัวร์ที่สองเสมอ ดังนั้น จึงได้มีการออกแบบแรงระหว่างคอนทัวร์ (Inter-Contour Force) สำหรับสร้างช่องว่างระหว่างคอนทัวร์ทั้งสอง เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ตัดกันของคอนทัวร์ทั้งสอง นอกจากนี้ในเรื่องของการวางตำแหน่งเริ่มต้นของคอนทัวร์ทั้งสอง ได้มีกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของคอนทัวร์ทั้งสองให้อยู่ภายในขอบเขตของเยื่อหัวใจภายนอก เพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาวิธีการนี้ไปสู่การแบ่งส่วนภาพแบบอัตโนมัติต่อไปในอนาคต

รูปที่ 1.4 การแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายแบบไม่พร้อมกัน

อุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งของการแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้าย คือ กล้ามเนื้อยึดลิ้นหัวใจ (Papillary Muscle) แสดงดังรูปที่ 1.2 ซึ่งปรากฏเป็นจุดสีดำอยู่ภายในหัวใจห้องล่างซ้ายบางภาพ เป็นตัวปัญหาและขัดขวางการเคลื่อนที่ของแอ็กทิฟคอนทัวร์ โดยในงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการแก้ไขปัญหานี้หลายวิธีการ อาทิ เช่น วิธีการใช้แรงภายนอกที่ได้จากรูปร่างของวัตถุที่เราสนใจเข้าช่วย (Shape-Based) [13,14] ซึ่งจะทำให้สามารถแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายได้โดยไม่ติดขัดกับจุดสีดำเหล่านี้ เพราะได้มีการฝึกสอนให้แอ็กทิฟคอนทัวร์รู้ถึงลักษณะรูปร่างที่ควรจะเป็นของหัวใจห้องล่างซ้ายไว้แล้ว แต่วิธีการนี้จำเป็นต้องมีชุดรูปร่างของวัตถุที่จะใช้ในการฝึกสอนที่มีคุณภาพดีพอจำนวนหลายภาพก่อน และอีกวิธีหนึ่ง คือ วิธีการแบ่งส่วนภาพที่เราต้องการด้วยมือ (Manual) ก่อนเพื่อที่จะใช้เป็นตัวทำนาย (Predict) ในการกำหนดคอนทัวร์เริ่มต้นของการแบ่งส่วนภาพในเฟรมถัดไป [6] ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา 2 วิธีการ คือ การใช้แรงภายนอกแบบอาณาบริเวณร่วมกับการทำให้คอนทัวร์มีลักษณะเป็นคอนเวกซ์ฮัล ในทุกๆรอบวิวัฒนาการของคอนทัวร์ และ การใช้แรงภายนอกจากการผสมผสานระหว่างอาณาบริเวณและภาพขอบ ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้นำระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ไปทำการทดลองแบ่งส่วนภาพ ซึ่งประกอบไปด้วย การทดลองกับภาพที่สร้างขึ้นเอง การทดลองกับชุดภาพหัวใจสะท้อนแม่เหล็ก และได้มีการนำไปประยุกต์ใช้กับภาพดวงตา เพื่อแบ่งส่วนที่เป็นม่านตา อีกด้วย ในการวัดและประเมินผลการแบ่งส่วนภาพหัวใจห้องล่างซ้ายโดยการเปรียบเทียบกับผลการแบ่งส่วนภาพด้วยมือ เราได้ใช้เกณฑ์ในการวัดผล 2 รูปแบบ คือ ความคล้ายเชิงพื้นที่ (Area Similarity) [18,19] และ ความคล้ายเชิงรูปร่าง (Shape Similarity) [9]

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาความสำคัญของการแบ่งส่วนภาพหัวใจที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพสะท้อนแม่เหล็ก
2. ศึกษาวิธีการแบ่งส่วนภาพด้วยแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
3. ศึกษาความสามารถและพฤติกรรมในการแบ่งส่วนภาพหัวใจของแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
4. ศึกษาและวิเคราะห์การกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของคอนทัวร์อย่างเหมาะสม
5. ศึกษาเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลการแบ่งส่วนภาพ
6. ออกแบบระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ สำหรับการแบ่งส่วนหัวใจห้องล่างซ้าย
7. ทดลองวิธีการที่ออกแบบ และเก็บผลการทดลอง
8. รวบรวมและสรุปผลการวิจัยทั้งหมด เพื่อเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงความสำคัญของการแบ่งส่วนภาพหัวใจที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพสะท้อนแม่เหล็ก
2. ได้ทราบถึงวิธีการแบ่งส่วนภาพด้วยแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
3. ได้ทราบถึงความสามารถในการแบ่งส่วนภาพหัวใจของแอ็กทิฟคอนทัวร์แบบต่างๆ
4. ได้ทราบถึงเกณฑ์ต่างๆที่ใช้ในการวัดและประเมินผลการแบ่งส่วนภาพ
5. ได้ระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ สำหรับแบ่งส่วนหัวใจห้องล่างซ้าย เพื่อหาความหนาของกล้ามเนื้อบริเวณรอบหัวใจห้องล่างซ้ายสำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญทางการแพทย์ต่อไป
6. สามารถนำระเบียบวิธีแอ็กทิฟคอนทัวร์คู่ ไปประยุกต์ใช้กับภาพอื่นๆที่มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับภาพหัวใจได้อีกด้วย เช่น การแบ่งส่วนม่านตาจากภาพดวงตา เป็นต้น