

การวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจากสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจ

The Diagnosis of Heart Disease from Left Ventricular Ejection Fraction in Cardiac Magnetic Resonance Images

กริช สมกันธา วิไลพร กุลตั้งวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจากสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจ โดยขั้นตอนแรกของการวินิจฉัยเริ่มจากการแยกแยะภาพหัวใจห้องล่างซ้ายจากภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจโดยใช้วิธีแอกทีฟคอนทัวร์โมเดล แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้มีข้อเสียที่มีสนามเวกเตอร์ที่พุ่งไปที่ขอบภาพแคบทำให้เส้นแสดงรูปร่างเริ่มต้นจะต้องใกล้เคียงกับขอบ ดังนั้นในงานวิจัยนี้การประมาณการทั้งแนวแกนนอนและแกนตั้ง การตรวจหาขอบแคบนี้ และการใช้ความหนาแน่นของความยาวขอบ จะถูกใช้เพื่อหาเส้นแสดงรูปร่างที่ใกล้เคียงกับบริเวณของภาพหัวใจห้องล่างซ้าย จากนั้นขั้นตอนถัดไปจะเป็นการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจโดยการคำนวณค่าสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย ในงานวิจัยประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอได้มีการทดสอบการวินิจฉัยโดยใช้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นข้อมูลความจริง ซึ่งจากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพที่ดีสามารถทำการแยกแยะภาพหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจและสามารถวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจากสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการที่นำเสนอจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการช่วยเหลือแพทย์ในการทำงานทั้งการแยกแยะภาพและการวินิจฉัยภาพหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจ

คำสำคัญ : แอกทีฟคอนทัวร์โมเดล การแยกแยะภาพทางการแพทย์ การตรวจหาขอบ ภาพกำทอนแม่เหล็ก
สัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย

Abstract

This paper presents a method for diagnosing of heart disease from left ventricular ejection fraction (LVEF) in Cardiac Magnetic Resonance Images (MRI). The first step of diagnosis is segmentation of left ventricle in cardiac magnetic resonance images by using active contour model (ACM). However the weakness of the ACM is narrow capture range where the initial contour must start close to the boundary. So, in this paper the projections on both horizontal and vertical axes, canny edge detection and edge length density were used for finding the initial contour of ACM which close to boundary of left ventricle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

image. The second step is diagnosis of heart disease from left ventricle images by using left ventricular ejection fraction (LVEF). The performance and robustness of the proposed method have been tested to diagnose in cardiac MRI by using the opinions of doctors as the ground truth. From all experimental results show that the proposed technique performs very well. It can segment the left ventricle in cardiac MRI and can diagnose the heart disease from left ventricular ejection fraction in cardiac MRI efficiently. The proposed method is very useful in assisting doctors to accomplish the task of segmenting and diagnosing of left ventricle in cardiac MRI.

Keywords : Active Contour Model, Medial Image Segmentation, Edge Detection, Magnetic Resonance Images, Left Ventricular Ejection Fraction.

1. บทนำ

ในการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะโรคมาวินิจฉัย ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีการหนึ่งที่มีความถูกต้องสูงคือวิธีการดูจากภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจ (MRI) ที่สามารถเห็นส่วนที่สำคัญของหัวใจ ทำให้สามารถวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวต้องใช้แพทย์ทำการวินิจฉัย ซึ่งทำให้เสียเวลาของแพทย์ในการทำงาน ยิ่งถ้าแพทย์มีภาระงานสูงก็อาจจะทำการวินิจฉัยที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจในภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจห้องล่างซ้ายโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้ช่วยแพทย์รักษาผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น

การประมวลผลด้านการประมวลผลภาพดิจิทัลและการประมวลผลภาพทางการแพทย์ได้มีการพัฒนาและวิจัยอย่างแพร่หลาย [1]-[6] เพื่อที่จะนำวิธีการต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหา แต่อย่างไรก็ตามในภาพทางการแพทย์ยังคงเป็นงานที่ซับซ้อน ดังเช่นภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจซึ่งอาจจะมีความแตกต่าง (Contrast) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเสนอวิธีการที่จะสามารถวินิจฉัยโรคหัวใจในภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจห้องล่างซ้ายโดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับแพทย์เพื่อช่วยบุคลากรทางการแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหัวใจ ในงานวิจัยเริ่มจาก

การแยกแยะบริเวณของภาพหัวใจห้องล่างซ้ายจากภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจโดยใช้เทคนิคแอกทีฟคอนทัวร์โมเดล (ACM) [7]-[8] จากนั้นเมื่อได้ภาพหัวใจห้องล่างซ้าย ก็จะคำนวณหาค่าความผิดปกติจากการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (LVEF) [9] ซึ่งสามารถบ่งบอกความผิดปกติของโรคหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยจะมี 2 กระบวนการหลักดังนี้

2.1 การแยกแยะภาพก้ำทอนแม่เหล็กหัวใจห้องล่างซ้าย

2.1.1 การหาจุดเส้นแสดงรูปร่างเริ่มต้นของ ACM

เนื่องจากวิธีการของ ACM จะมีเวกเตอร์ที่พุ่งไปที่ขอบแคบ ดังนั้นถ้าเรากำหนดจุดเริ่มต้นที่ไม่ใกล้เคียงกับขอบก็จะไม่สามารถหาขอบภาพได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการหาจุดเริ่มต้นของเส้นแสดงรูปร่างจึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะดำเนินการหาจุดเส้นแสดงรูปร่างโดยอัตโนมัติ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

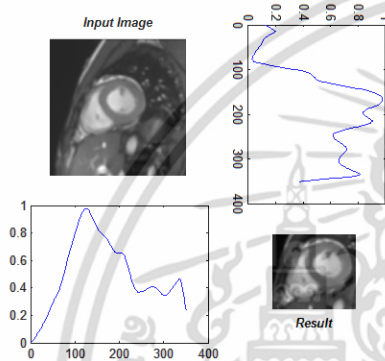
ขั้นตอนที่ 1 การตัดบริเวณวัตถุที่สนใจ

การตัดบริเวณวัตถุที่สนใจจะทำการหาบริเวณหัวใจห้องล่างซ้าย เริ่มจากการกรองภาพจากตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian Filter) ดังสมการ

$$S[i, j] = g[i, j, \sigma] * I[i, j] \quad (1)$$

ที่ซึ่ง $I[i, j]$ คือภาพต้นฉบับ, $g[i, j, \sigma]$ คือตัวกรองเกาส์เซียน โดยมี σ เป็นตัวควบคุมการกรอง

จากนั้นจะทำการตัดส่วนในบริเวณที่สนใจ โดยใช้การหาค่าผลรวมของค่าระดับความเข้มของแต่ละจุดภาพในแต่ละแนวแกน [10] ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง และทำการปรับข้อมูลให้อยู่ระหว่าง 0-1 ที่ได้มาจากการหาค่าสูงสุดในแต่ละแนวแกน ซึ่งจะทำได้เส้นกราฟที่สามารถบ่งบอกกลุ่มของวัตถุที่เราสนใจ โดยในงานวิจัยจะเลือกตำแหน่งของภาพที่จะตัด ณ จุดที่ 0.5 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการสังเกตตำแหน่งที่เหมาะสมจากภาพการทดลองทั้งหมด ซึ่งจะทำให้สามารถตัดบริเวณของภาพที่สนใจได้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การตัดบริเวณวัตถุที่สนใจ

ขั้นตอนที่ 2 การหาเส้นแสดงรูปร่างเริ่มต้นของ ACM

จากบริเวณของภาพที่สนใจก็จะนำไปเข้าสู่กระบวนการตรวจหาขอบแค่นี้ (Canny Edge Detection) [1],[7] เพื่อหาเส้นขอบที่น่าจะเป็นเส้นแสดงรูปร่างเริ่มต้น วิธีการเริ่มจากคำนวณหาขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Direction) ของเกรเดียนต์ (Gradient) ดังสมการ

$$\mu(i, j) = \sqrt{\left(\frac{\partial S(i, j)}{\partial i}\right)^2 + \left(\frac{\partial S(i, j)}{\partial j}\right)^2} \quad (2)$$

$$\theta(i, j) = \tan^{-1} \left(\frac{\left(\frac{\partial S(i, j)}{\partial j}\right)}{\left(\frac{\partial S(i, j)}{\partial i}\right)} \right) \quad (3)$$

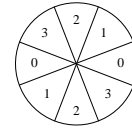
ที่ซึ่ง $S[i, j]$ คือภาพที่ผ่านการคอนโวลูชันระหว่างภาพต้นฉบับและตัวกรองเกาส์เซียน

จากนั้นทำการ NMS (Non-Maximal Suppression) [7] เพื่อขจัดค่าที่ไม่มากที่สุดเพื่อให้ได้ตำแหน่งขอบที่เป็นไปได้มากที่สุด ดังสมการ

$$N(i, j) = nms(\mu(i, j), \zeta(i, j)) \quad (4)$$

$$\zeta(i, j) = Sector(\theta(i, j)) \quad (5)$$

ที่ซึ่ง $\zeta(i, j)$ คือค่าของมุมตามแนวแกนซึ่งกำหนดไว้ 4 แแกน ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยดูจากมุมที่คำนวณได้แล้วทำการกำหนดแกนที่จะทำการพิจารณา, $\mu(i, j)$ คือขนาดของจุดภาพตำแหน่ง i และ j



รูปที่ 2 ทิศทางตามแนวแกน 4 แแกน

ขั้นตอนสุดท้ายของการตรวจหาขอบคือการใช้ขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) โดยจะใช้ขีดเริ่มเปลี่ยน 2 ค่า คือค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสูงสุด (T_{max}) และค่าขีดเริ่มเปลี่ยนต่ำสุด (T_{min}) ที่ได้มาจากวิธีการของอ็อตสุ (Otsu's Method) [1] ดังนี้

ถ้า $N(i, j) > T_{max}$, กำหนดให้จุดภาพ $E(i, j) = 1$.

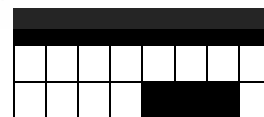
ถ้า $N(i, j) < T_{min}$, กำหนดให้จุดภาพ $E(i, j) = 0$.

ถ้า $T_{min} < N(i, j) < T_{max}$, เปรียบเทียบกับตำแหน่งบริเวณข้างเคียงขนาด 3×3 ของจุดภาพนั้น ถ้าบริเวณโดยรอบเป็น 1 กำหนดให้จุดภาพ $E(i, j) = 1$. ถ้าบริเวณโดยรอบไม่มี 1 กำหนดให้จุดภาพ $E(i, j) = 0$.

เมื่อได้เส้นขอบที่ผ่านกระบวนการก็ทำการกำจัดเส้นขอบที่อยู่ใกล้กับขอบที่ไม่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการหาขนาดของความยาวขอบหรือบริเวณจุดภาพ (Pixel) ที่เชื่อมต่อกัน (Edge Length Density) ดังตัวอย่างในรูปที่ 3 ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$L(i, j) = \frac{E(i, j)}{Max(E(i, j))} \quad (6)$$

ที่ซึ่ง $E(i, j)$ คือจำนวนจุดภาพที่เชื่อมต่อกันในแต่ละเส้น, $Max(E(i, j))$ คือจำนวนจุดภาพที่เชื่อมต่อกันในแต่ละเส้นสูงสุดในภาพ



(ก)

8	8	8	8	8	8	8	8
			3	3	3		

(ข)

1	1	1	1	1	1	1	1
			0.37	0.37	0.37		

(ค)

รูปที่ 3 (ก) รูปภาพต้นฉบับ (ข) จำนวนจุดภาพที่เชื่อมต่อ (ค) ขนาดของความยาวขอบ

จากนั้นก็จะทำการตัดเส้นขอบที่มีขนาดของความยาวขอบต่ำกว่า 0.6 เนื่องจากไม่ใช่ส่วนที่สนใจ (ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการสังเกตเส้นขอบที่เหมาะสมจากภาพการทดลองทั้งหมด) จากนั้นขั้นตอนสุดท้ายจะทำการเลือกเส้นที่มีขนาดของความยาวขอบสูงสุดที่อยู่ในบริเวณข้างในภาพที่ใกล้กับจุดศูนย์กลางของภาพ ซึ่งนั่นคือเส้นแสดงรูปร่างเริ่มต้นของ ACM ที่ใกล้เคียงขอบภาพหัวใจห้องด้านล่างซ้ายมากที่สุด

2.1.2 การใช้ ACM ในการแยกแยะภาพ

จากเส้นแสดงรูปร่างที่ได้ ก็จะสามารถใช้ ACM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรูปแบบการคำนวณของ ACM สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E_{snakes} = E_{int} + E_{ext} \quad (7)$$

$$E_{snakes} = \int_{s=0}^1 [E_{int}(v(s)) + E_{ext}(v(s))] ds \quad (8)$$

ที่ซึ่ง $v(s) = (x(s), y(s))$ โดย x และ y คือ Coordinate Function, E_{int} คือค่าพลังงานภายใน, E_{ext} คือค่าพลังงานภายนอก

ค่าพลังงานภายใน (Internal Energy) เปรียบเสมือนพลังงานที่รักษารูปร่างของเส้น โดยคำนวณได้จากสมการ

$$E_{int} = E_{elastic} + E_{bending} = \int_s \frac{1}{2} (\alpha |v_s|^2 + \beta |v_{ss}|^2) ds \quad (9)$$

ที่ซึ่ง $E_{elastic}$ คือค่าพลังงานความยืดหยุ่นของเส้น,

$E_{bending}$ คือค่าพลังงานความโค้งงอของเส้น,

$v_s = dv(s)/ds$ คืออนุพันธ์อันดับหนึ่ง,

$v_{ss} = d^2v(s)/ds^2$ คืออนุพันธ์อันดับสอง, α และ β คือ

ค่าคงที่

ค่าพลังงานภายนอก (External Energy) คือค่าพลังงานที่ผลักดันแสดงรูปร่างไปยังบริเวณขอบของวัตถุ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E_{ext} = \int_s E_{image}(v(s)) ds \quad (10)$$

$$E_{image}(x, y) = -|\nabla((G_\sigma(x, y) * I(x, y)))|^2 \quad (11)$$

ที่ซึ่ง $I(x, y)$ คือภาพหัวใจห้องด้านล่างซ้าย, $G_\sigma(x, y)$

คือเกาส์เซียนฟังก์ชันของภาพเพื่อขยายบริเวณขอบเวกเตอร์ (Vector) โดยคำนวณได้จากสมการ

$$G_\sigma(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2+y^2}{\sigma^2}\right)\right\} \quad (12)$$

$\nabla(x, y)$ คือเกรเดียนต์ของภาพ (Gradient) โดยคำนวณจาก $\nabla(x, y) = |G_x| + |G_y|$ โดย G_x และ G_y คือเกรเดียนต์ของภาพตามแนวแกน x และ แกน y

2.2 การวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจห้องล่างซ้าย

ในงานวิจัยนี้เป็นการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจโดยคุณลักษณะการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจ โดยปกติแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจะทำการคาดคะเนการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจจากภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจโดยสายตา (Visual Estimation) [9] หรือการคำนวณค่าสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricular Ejection Fraction: LVEF) จาก $LVEF = (EDV - ESV) / EDV$ โดย EDV เป็นปริมาตรเลือดช่วงหัวใจขยายตัว (End Diastolic Volume) และ ESV เป็นปริมาตรเลือดช่วงหัวใจบีบตัว (End Systolic Volume) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและนิยมใช้ในปัจจุบัน วิธีจากการประมาณด้วยสายตาอาจมีความผิดพลาดสูงเนื่องจากใช้ความสามารถเฉพาะบุคคล แต่วิธีการคำนวณค่า LVEF จะได้ค่าที่ถูกต้องมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวก็ยังคงใช้แพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญคำนวณ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการทำงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์วิธีการคำนวณ LVEF โดยใช้วิธีการที่นำเสนอเพื่อให้ได้ผลลัพธ์อย่างรวดเร็วและถูกต้อง โดยสามารถคำนวณความผิดปกติของโรคหัวใจจากสมการ

$$P_LVEF = \frac{(Pixel_EDV - Pixel_ESV)}{Pixel_EDV} \times 100 \quad (13)$$

$Pixel_EDV$ คือจำนวนจุดภาพของหัวใจห้องล่างซ้ายช่วงขยายตัว โดยคำนวณจาก

$$Area_EDV = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m EDV(i, j) \quad (14)$$

$EDV(i, j)$ คือจุดภาพช่วงขยายตัวของภาพหัวใจห้องล่างซ้าย

$Pixel_ESV$ คือจำนวนจุดภาพของหัวใจห้องล่างซ้ายช่วงบีบตัว โดยคำนวณจาก

$$Area_ESV = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m ESV(i, j) \quad (15)$$

$ESV(i, j)$ คือจุดภาพช่วงบีบตัวของภาพหัวใจห้องล่างซ้าย

ดังนั้นการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจาก สัดส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายในภาพกำหนด แม่เหล็กหัวใจสามารถวินิจฉัยโรคจาก

ถ้า $P_LVEF \geq 55\%$ ปกติ,

ถ้า $P_LVEF < 55\%$ มีความผิดปกติของหัวใจ แสดงว่าเป็นโรคหัวใจต้องทำการรักษาโดยด่วน ยิ่งถ้ามี ค่าต่ำกว่า 40% จะมีอัตราการเสียชีวิตสูงมาก

3. ผลการวิจัย

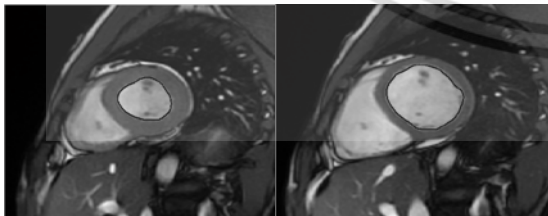
การทดลองได้ใช้ภาพหัวใจห้องล่างซ้ายขนาด 351x351 โดยในการทดสอบประสิทธิภาพจะทดสอบทั้ง ในส่วนของการแยกแยะภาพและในส่วนของการวินิจฉัย ในการทดลองแรกจะทดสอบการแยกแยะภาพ โดย เปรียบเทียบกับผลลัพธ์ในการแยกแยะภาพโดยแพทย์และ วิธีการที่นำเสนอ โดยอัตโนมัติ ในงานวิจัยได้กำหนด ค่าพารามิเตอร์ของวิธีการที่นำเสนอเป็น $\alpha=0.05, \beta=0, \sigma=1$ (ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดจากการทดลองจากการสังเกต) จากการทดลองจะทดสอบความผิดพลาดเปรียบเทียบกับ แพทย์โดยใช้ Hausdorff Distance [10]-[11] ดังสมการ

$$H(A, B) = \max(h(A, B), h(B, A)) \quad (16)$$

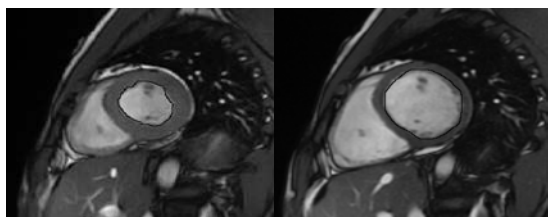
ที่ซึ่ง $h(A, B) = \max_{a \in A} \min_{b \in B} \|a - b\|$, $h(B, A) = \max_{b \in B} \min_{a \in A} \|b - a\|$

โดย $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ และ $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ จะเป็น ข้อมูลของเส้นแสดงรูปร่างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอและ จากแพทย์ โดยนำกลุ่มของข้อมูลทั้ง 2 มาพิจารณา เปรียบเทียบระยะทางทุกตำแหน่ง

ผลการทดสอบการเปรียบเทียบระหว่างแพทย์และ วิธีการที่นำเสนอดังแสดงในรูปที่ 4 และ ในตารางที่ 1-2



(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ารูปที่ 4 ผลลัพธ์ข้อบัพทช่วงหดตัวและขยายตัวหา และต้องซ้ำในภาพกำหนดแม่เหล็กหัวใจ โดยเปรียบเทียบความ

(ก) ผลลัพธ์จากวิธีการที่นำเสนอ (ข) ผลลัพธ์จากแพทย์

ตารางที่ 1 ตัวอย่างผลลัพธ์ความคล้ายคลึงในแต่ละภาพ

รูปที่	ความคล้ายคลึง	รูปที่	ความคล้ายคลึง
1	9.34	6	8.48
2	8.45	7	8.11
3	8.43	8	9.82
4	9.76	9	7.76
5	9.56	10	8.86

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์ค่าความคล้ายคลึงเฉลี่ย

การแยกแยะภาพ	ความคล้ายคลึง (เฉลี่ย)
	Hausdorff Distance
กลุ่มปกติ (20)	8.78
กลุ่มผิดปกติ (20)	8.91

ตารางที่ 1 และตารางที่ 2 เป็นการทดสอบความ คล้ายคลึงที่ได้จาก Hausdorff Distance ในแต่ละภาพและ ความคล้ายคลึงเฉลี่ยของภาพในแต่ละกลุ่ม โดยค่าตัวเลข ความคล้ายคลึงถ้าค่ายิ่งน้อยแสดงว่ามีความคล้ายคลึงกัน สูงแสดงว่ามีความถูกต้องมาก

การทดลองถัดไปเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างใน การแยกแยะระหว่างแพทย์ ดังนั้นจึงได้มีการทดลองเพื่อ เปรียบเทียบระหว่างแพทย์ 2 ท่าน โดยทดสอบกับภาพ จำนวน 10 ภาพ (ภาพจากการทดสอบในตารางที่ 1) และ ใช้ Hausdorff Distance ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากการทดสอบจากการเปรียบเทียบ ความคล้ายคลึงระหว่างแพทย์ 2 ท่าน

รูปที่	ผลลัพธ์	รูปที่	ผลลัพธ์
1	7.65	6	8.56
2	9.43	7	8.32
3	9.86	8	7.25
4	7.23	9	9.12
5	6.35	10	8.43
		เฉลี่ย	8.22

ในการวัดประสิทธิภาพการวินิจฉัยได้มีการทดสอบ กับแพทย์จำนวน 2 ท่าน โดยจะมีกลุ่มปกติ 20 ชุด และไม่ ปกติ 20 ชุด ซึ่งการวินิจฉัยแต่ละครั้งได้มาจากการภาพ ของหัวใจที่มีการขยายตัวสูงสุดและหดตัวต่ำสุด โดยใช้ วิธีการที่นำเสนอมวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจ ซึ่ง ผลลัพธ์จากการทดสอบแสดงดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์จากการทดสอบการวินิจฉัยโรค

วินิจฉัยโรคหัวใจ	แพทย์คนที่ 1		แพทย์คนที่ 2	
	ถูก	ผิด	ถูก	ผิด
กลุ่มปกติ (20)	19	1	19	1
กลุ่มผิดปกติ (20)	18	2	19	1
เฉลี่ย (%)	92.5%	7.5%	95%	5%

จากผลการทดสอบในการแยกแยะภาพหัวใจห้องล่าง ซ้ายในภาพกำหนดแม่เหล็กหัวใจ โดยเปรียบเทียบความ

ผิดพลาดกับแพทย์ และเปรียบเทียบความผิดพลาดระหว่าง แพทย์ด้วยกัน พบว่าการแยกแยะโดยเปรียบเทียบกันแพทย์ มีความคล้ายคลึงใกล้เคียงกับแพทย์แสดงว่าการแยกแยะมีความถูกต้องมีประสิทธิภาพที่ดี และจากการทดสอบความผิดพลาดในการวินิจฉัยโดยเปรียบเทียบกันแพทย์แต่ละคน ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยประมาณ 92.5% และ 95% ซึ่งมีความถูกต้องที่ดี สาเหตุของความผิดพลาดที่สำคัญในการวินิจฉัยโรคเกิดจากกระบวนการแยกแยะภาพซึ่งจะส่งผลให้คำนวณสัดส่วนผิดพลาด ซึ่งจากการทดลองจะมีเพียงบางส่วนเท่านั้น ดังนั้นวิธีการที่นำเสนอจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุป

งานวิจัยที่นำเสนอเป็นการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจห้องล่างซ้ายโดยอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือแพทย์ในการประมวลผลภาพทางการแพทย์ ในกระบวนการแรกจะทำการแยกแยะภาพหัวใจห้องล่างซ้ายจากภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจ โดยในงานวิจัยจะใช้เทคนิคแอกทีฟคอนทัวร์โมเดลร่วมกับวิธีการหาเส้นแสดงรูปร่างที่ใกล้เคียงกับบริเวณของหัวใจห้องล่างซ้าย ซึ่งสามารถทำการแยกแยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อได้บริเวณที่สนใจในช่วงหัดตัวและขยายตัวของหัวใจก็จะนำไปทำการวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจจากการคำนวณค่าสัดส่วนของการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย ซึ่งจากการทดสอบพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถวินิจฉัยความผิดปกติของโรคหัวใจในภาพกำทอนแม่เหล็กหัวใจห้องล่างซ้ายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้องใกล้เคียงกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องมือที่ช่วยเหลือแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลภาพทางการแพทย์เพื่อใช้ในการงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing, Reading, MA: Addison Wesley, reprint, 1992.
- [2] J.M.S. Prewitt, Object Enhancement and Extraction, Picture Processing and Psychopictorics, Academic Press, New York, 1970.
- [3] G.S. Robinson, "Edge Detection by Compass Gradient Masks," Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol.6, pp. 492-501, Oct., 1977.
- [4] E. Argyle, "Techniques for Edge Detection," Proceedings of the IEEE, Vol.59, pp.285-287, Feb., 1971.
- [5] K. Somkantha, and et al. "Detection of Malaria Parasites in Red Blood Cells Image by Multi-Peak Histogram Comparison," Ladkrabang Engineering Journal, Vol.17, No.2, pp. 77-82, June, 2543.
- [6] J.F. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-8, pp.679-698, Nov., 1986.
- [7] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, "Snake: Active Contour Model," International Journal of Computer Vision, Vol.1, pp.321-331, Jan., 1987
- [8] W. Kultangwattana and K. Somkantha, "Image Segmentation of Left Ventricle in Cardiac Magnetic Resonance Images by Using Active Contour Model," International Computer Science and Engineering Conference, pp.559-564, Sep., 2013.
- [9] J. Mogelvang, and et al., "Evaluation of Left Ventricular Volumes by Magnetic Resonance Imaging," European Heart Journal, Vol.7, No.12, pp.1016-1021, Dec., 1986.
- [10] I. Pitas, Digital Image Processing Algorithms and Application. New York, John Wiley & Sons, 2000.
- [11] D.P. Huttenlocher, and et al., "Comparing Images Using the Hausdorff Distance," IEEE Trans. Pattern Analysis and machine intelligence, Vol.15, pp.850-863, Sep., 1993.