

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

โรคหัวใจเป็นสาเหตุอันดับต้น ๆ ของการเสียชีวิต โดยส่วนใหญ่การเสียชีวิตเนื่องจากโรคหัวใจเกิดจากการที่ผู้ป่วยไม่ได้รับการตรวจรักษาอย่างทันท่วงที ซึ่งในปัจจุบันนี้มีวิธีการตรวจหาความผิดปกติสำหรับโรคหัวใจหลายวิธี การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถตรวจหาความผิดปกติของหัวใจบางชนิดได้

คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) คือการตรวจจับกระแสไฟฟ้าที่ออกมาจากหัวใจ การที่กล้ามเนื้อหัวใจจะบีบตัวได้นั้นจะต้องอาศัยไฟฟ้ากระตุ้น โดยที่สัญญาณไฟฟ้านี้มาจากหัวใจเอง ดังนั้นความผิดปกติบางอย่างที่เกิดขึ้นกับหัวใจจะส่งผลไปทำให้คลื่นไฟฟ้าหัวใจเกิดความผิดปกติขึ้นด้วย เราจึงสามารถนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาวิเคราะห์หาความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับหัวใจได้ ในการวิเคราะห์ความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะไม่สามารถทำได้ อย่างมีประสิทธิภาพหากผู้แปลไม่มีความชำนาญพอ มีงานวิจัยหลายชิ้นที่พยายามสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยให้การทำงานของแพทย์มีความสะดวกมากขึ้น จากคุณสมบัติของระบบโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถทำงานด้านแยกประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นที่มาของการนำระบบโครงข่ายประสาทมาแยกประเภทของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งระบบนี้จะช่วยในการวินิจฉัยเบื้องต้นโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีความชำนาญทางด้านการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.2 การตรวจเอกสาร

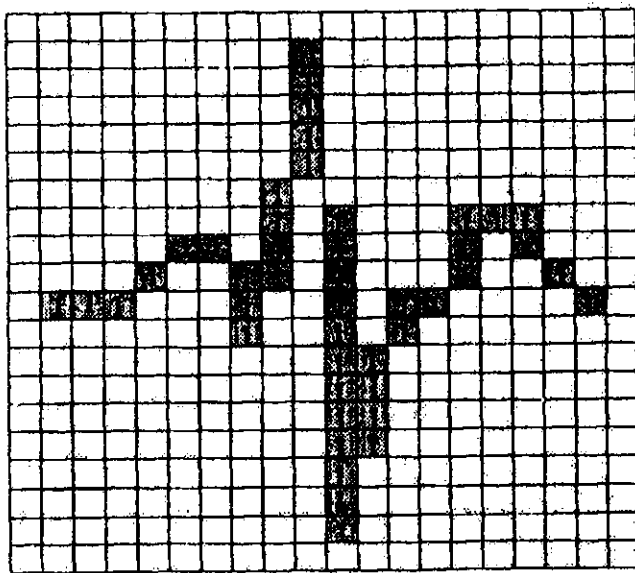
1.2.1 ความเป็นไปได้ของการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการแยกชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ [Bortolan G; Borhet C; Fusaro S, 1996] เป็นบทความที่เสนอความเป็นไปได้ที่จะนำ โครงข่ายประสาทเทียม มาแยกชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยใช้ วิธีต่าง ๆ ของ ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม แล้วนำผลที่ได้จากแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน ในบทความนี้ได้นำฐานข้อมูลจาก สองที่ ที่แตกต่างกันมาใช้วิเคราะห์ ฐานข้อมูลแรกได้แก่ CORDA พัฒนาโดย Medical Informatics Department of the University of Leuven และฐานข้อมูลแหล่งที่สองได้แก่ ECG – UCL พัฒนาโดย Cliniques Universitaires Saint – Luc, Universite Catholique de Louvain ในกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองนี้ประกอบด้วยกลุ่มย่อยอีก 7 กลุ่ม ได้แก่

- Normal
- Left ventricular hypertrophy (LVH)

- Right ventricular hypertrophy (RVH)
- Biventricular hypertrophy (BVH)
- Inferior myocardial infraction
- Anterior myocardial infraction
- Combined myocardial infraction (MIX)

จากโครงข่ายประสาท ซึ่งประกอบด้วย 276 อินพุต, 1 ชั้นซ่อน ประกอบด้วย 30 เซลล์ และ ทำการวินิจฉัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจพบว่าโครงข่ายประสาทให้ความถูกต้องถึง 80 เปอร์เซ็นต์

1.2.2 การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับแยกประเภทคลื่นไฟฟ้าหัวใจ [N.Mahalingam and D.Kumar,1997] บทความนี้ได้กล่าวถึงการนำโครงข่ายประสาทเทียมมา แยกหา QRS complex ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยอินพุต ที่ป้อนให้กับโครงข่ายได้มาจากการแปลงภาพของสัญญาณแต่ละช่วง ให้เป็น Bitmap ขนาด 20 x 20 เราจะได้ภาพที่มีขนาด เมตริกซ์ 20 x 20 พื้นที่สีดำมีค่าเท่ากับ 1 สีขาวมีค่าเท่ากับ 0 ดังภาพประกอบ 1-1 แล้วจึงนำไปป้อนให้กับโครงข่ายที่มีกระบวนการเรียนรู้แบบ แพร่กลับ ซึ่งประกอบไปด้วย อินพุตจำนวน 400 อินพุต ชั้นซ่อน 3 ชั้นแต่ละชั้นมี 200 เซลล์ และเซลล์ในชั้นเอาต์พุตอีก 15 เซลล์ ทำการสอนโดยใช้ 30 QRS beats ใช้ 50 QRS beats ในการทดสอบ



ภาพประกอบ 1-1 รูป Bitmap ของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ขนาด 20 x 20

ผลการทดสอบโดยใช้ QRS complex ที่มีสัญญาณรบกวนรวมอยู่ด้วยจำนวน 50 ตัวอย่าง พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแยกได้ถูกต้องถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำสูงมาก แต่ความน่าเชื่อถือในผลลัพธ์ของโครงข่ายก็ยิ่งขึ้นอยู่กับการปรับจูนอื่นๆ อีกเช่น

- ต้องมีสัญญาณรบกวนปนอยู่กับสัญญาณ ไม่เกิน 40%
- ความสามารถในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโครงข่ายประสาท และความสัมพันธ์ของน้ำหนัก
- ปัจจัยที่มีความสำคัญมากในส่วนของ การเรียนรู้คือ mean square error เหตุผลเนื่องมาจากค่า mean square error ที่ได้ไม่ใช่ค่าที่ต่ำที่สุด (local minima) ซึ่งเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพของโครงข่ายลดลงและยังทำให้การลู่เข้า (convergence) ไม่สมบูรณ์ แต่ถึงแม้ว่าค่าที่ได้จะไม่ใช่ค่า mean square error ที่ต่ำที่สุดก็ตาม แต่ถ้าเป็นค่าที่เรายอมรับได้และไม่มีผลต่อ ผลลัพธ์มากนัก เราจะมองข้ามปัญหานี้ไปเลยก็ได้

1.2.3 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวินิจฉัยอาการหัวใจขาดเลือดอย่างรุนแรง

[R.L.Kennedy,R.F.Harrison,A.M.Burton,H.S.Fraser,W.G.Hamer,D.MacArthur,R.McAllum,D.J.Steedman,1997] ในบทความนี้อินพุทที่ป้อนให้โครงข่ายประสาทเทียมไม่ได้ใช้เฉพาะข้อมูลของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แต่ได้เพิ่มตัวแปรในส่วนของอายุ ประวัติการสูบบุหรี่ เพศ ประวัติของครอบครัว ฯลฯ มาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย จากผลการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องถึง 95 เปอร์เซ็นต์

1.2.4 Real – Time Discrimination of Ventricular Tachyarrhythmia with Fourier – Transform Neural Network [Kei-ichiro Minami , 1999] ในบทความนี้จะใช้ Fourier transform ในการสังเกต ความเปลี่ยนแปลงของ QRS complex และใช้โครงข่ายประสาทเทียม เพื่อการแยกชนิดของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ EGM (Intracardiac electrogram) ในบทความนี้ได้นำเฉพาะ QRS complex จาก ECG/EGM มาใช้เพียงอย่างเดียวเพราะว่าจะต้องมีการประมวลผลแบบเวลาจริง ต้องมีขนาดกระทัดรัด และหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวน หลังจากได้ QRS complex แล้วจึงนำมาแปลงเป็น Fourier spectrum นำ spectrum ที่ได้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ supraventricular rhythm (SVR),Ventricular rhythm (VR) ประกอบด้วย VT และ premature ventricular contraction (PVC) และ VF และจากการสังเกต spectrum พบว่าเราสามารถเห็นความแตกต่างของ Fourier spectra ได้ที่ความถี่ต่ำกว่า 20 Hz

โครงข่ายที่ออกแบบไว้ในบทความนี้ประกอบไปด้วย 5 อินพุท ซึ่งก็คือค่า power spectrum ของความถี่ที่นำมาใช้งานได้แก่ ความถี่ 4,8,12,16 และ 20 Hz 4 เซลล์ในชั้นซ่อนและ 2 เซลล์ในชั้นเอาต์พุท

ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ เอาท์พุท 1 จะแยกระหว่างหัวใจห้องบนกับห้องล่าง เอาท์พุท 2 แยกระหว่าง VF และ VR โคจรข่ายได้รับการฝึกโดยใช้การเรียนรู้แบบแพร่กลับ

ในบทความนี้ได้ทำการทดสอบโดยใช้ ECG และ EGM จากมนุษย์โดยที่ส่วนของสัญญาณ ECG จากมนุษย์ได้ทำการวัดจาก lead II บันทึกสัญญาณไว้ 124 ชุดจากผู้ป่วย 58 คน และใช้วงจรกรองสัญญาณ ชนิด band pass กรองเอาเฉพาะช่วงความถี่ 1-100 Hz บันทึกที่ความละเอียด 16 บิต โดย TEAC DAT อัตราการชักตัวอย่างที่ความถี่ 1 kHz จากข้อมูลทีบันทึกไว้เมื่อนำมาผ่านกระบวนการ จะได้ QRS complex 700 QRS's แบ่งเป็น 3 ชนิดได้ดังนี้ SVR(300 QRS's), VR(150 QRS's) และ VF(250 QRS's) สำหรับการสอนโครงข่ายจะใช้ 500 QRS complex (SVR:200, VR:100, VF:200)เลือกโดยการสุ่ม

ส่วนของสัญญาณ EGM ได้บันทึกสัญญาณไว้ 175 ชุดจากอุปกรณ์ ICD ที่ฝังอยู่ในผู้ป่วย 57 คน ใช้วงจรกรองสัญญาณชนิด band pass กรองเอาเฉพาะช่วงความถี่ 1-250 Hz ได้ 790 QRS complex (SVR:300, VR:190, VF:300) และได้เลือกไว้ 540 QRS complex (SVR:200, VR:140, VF:200)โดยวิธีสุ่มไว้สำหรับสอนโครงข่ายและส่วนที่เหลือ (SVR:100, VR:50, VF:100) ใช้สำหรับการหาค่า sensitivities และ specificity ผลที่ได้จากการทดสอบแสดงไว้ในตาราง 1-1 และ ตาราง 1-2

ตาราง 1-1 Evaluation Results Using 200 QRS Complexes of Human ECG Data

class	output	mean	SD	Three rhythms		Atrial vs ventricular	
				sensitivity	specificity	sensitivity	specificity
SVR [0,1]	OUT1	0.00	0.06	0.99	0.98	0.99	0.98
	OUT2	1.00	0.01				
VR [1,1]	OUT1	0.97	0.20	0.80	0.96	0.98	0.99
	OUT2	0.84	0.31				
VF [1,0]	OUT1	1.00	0.01	0.92	0.92		
	OUT2	0.13	0.19				

ตาราง 1-2 Evaluation Results Using 250 QRS Complex of Human EGM Data

Class	Three rhythms		Atrial vs ventricular	
	sensitivity	specificity	sensitivity	specificity
SVR [0,1]	1.00	0.98	1.00	0.98
VR [1,1]	0.68	1.00	0.98	1.00
VF [1,0]	0.99	0.86		

เมื่อพิจารณาผลกระทบของสัญญาณรบกวนต่อวิธีการนี้ ในการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจอาจจะมีสัญญาณรบกวน เช่น สัญญาณ 50 Hz ,การเคลื่อนของ baseline และ การรบกวนจากสัญญาณกล้ามเนื้อ ในงานวิจัยนี้จะใช้วงจรกรองความถี่แถบผ่านเพื่อกรองความถี่ในช่วง 2-22 Hz สัญญาณรบกวนจึงไม่สามารถส่งผลกระทบได้เนื่องจากความถี่ที่ใช้งานกับความถี่ของสัญญาณรบกวนไม่ได้อยู่ในย่านเดียวกัน ในสัญญาณ EGM โอกาสที่จะเกิดสัญญาณรบกวนแบบสัญญาณ ECG จะมีน้อยกว่าแต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีสัญญาณรบกวนบางอย่างที่มีผลทำให้เกิดความผิดพลาดได้ สัญญาณรบกวนนี้เกิดจากการวาง electrode ไม่ดีพอ

แม้ว่าวิธีการในบทความนี้จะสามารถแยกชนิดความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ 3 ชนิด SVR,VR,VF แต่เชื่อว่าจะนำไปใช้ในการรักษาจริงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานจริงจึงต้องพัฒนาความสามารถในการแยกความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจออกมาได้เฉพาะโรค โดยการเพิ่มข้อมูลของสัญญาณที่จะนำมาวิเคราะห์จึงพอจะมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถวิเคราะห์โรคได้เฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.3.1 เพื่อนำความรู้ทางด้านโครงข่ายประสาทมาประยุกต์ใช้ในการแยกประเภทคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติ
- 1.3.2 สร้างอุปกรณ์ที่สามารถวินิจฉัยเบื้องต้นเกี่ยวกับโรคหัวใจ ที่ส่งผลกับคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีความชำนาญทางด้าน การแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 สามารถบอกได้ว่าคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความผิดปกติเกิดขึ้นหรือไม่

1.4.2 สามารถจำแนกชนิดความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ดังนี้

Atrial Flutter

Atrial Tachycardia

Atrial Fibrillation

Supraventricular Tachycardia

Premature Ventricular Contraction

Ventricular Tachycardia

2nd Degree AV Block

3rd Degree AV Block

Right Bundle Brach Block

Left Bundle Brach Block

1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษาการวัดและการแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.2 ศึกษาทฤษฎีของโครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

1.5.3 เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.4 เขียนโปรแกรมวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.5 วิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.6 ทำการสอนโครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

1.5.7 ทำการทดสอบโครงข่ายประสาทที่มีการเรียนรู้แบบแพร่กลับ

1.5.8 สรุปผลการศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ความรู้ในการนำโครงข่ายประสาท ไปประยุกต์ใช้ในการจำแนก คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิดปกติ

1.6.2 เป็นพื้นฐานในการที่จะนำโครงข่ายประสาทไปวิเคราะห์สัญญาณอื่น ๆ ในทางการแพทย์

1.6.3 สามารถวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ และนำไปสู่การวินิจฉัยเบื้องต้นเกี่ยวกับโรคหัวใจโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องมีความ ชำนาญทางด้าน การแปลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ