# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

เนื่องจากการตรวจวินิจฉัยเบื้องต้นของแพทย์ในการคัดกรองผู้ป่วยโรคหัวใจใช้วิธีฟังเสียงการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจ (stethoscope) ซึ่งประกอบด้วย

1.เสียงที่เกิดจากการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

2.เสียงที่เกิดจากการเปิดปิดของลิ้นหัวใจและหลอดเลือดใหญ่

3.เสียงที่เกิดจากการไหลเวียนของโลหิต

ในคนปกติเสียงหัวใจที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากในผู้ป่วย การอาศัยฟังเสียงการเต้นของหัวใจเพื่อวินิจฉัยคัดกรองโรคหัวใจเบื้องต้นได้ปฏิบัติต่อเนื่องกันมาตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน แม้เทคโนโลยีทางการแพทย์จะเจริญก้าวหน้าไปเท่าใด เครื่องฟังเสียงหัวใจก็ยังมีประโยชน์ จนเป็นเครื่องหมายทางวิชาชีพ และกล่าวกันว่าเครื่องฟังเสียงหัวใจเป็นเครื่องมือแพทย์ชิ้นแรกที่เป็นจุดเริ่มต้นของวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ (biomedical engineering) แต่การวินิจฉัยโรคหัวใจโดยวิธีฟังเสียงการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ของแพทย์เป็นสำคัญ แพทย์ที่สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยวิธีนี้ได้แม่นยำจะต้องหมั่นฝึกฝนอยู่เสมอ แพทย์ที่อาวุโสน้อย ไม่ได้รับการฝึกอบรมเฉพาะ ไม่ได้ฝึกฝนบ่อยๆ ย่อมมีโอกาสที่จะวินิจฉัยผิดพลาดได้ง่าย และเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

วิธีการวิจัย จะทำการบันทึกเสียงการเต้นของหัวใจด้วยไมโครโฟนที่มีการคัดเลือกพิเศษและมีการจัดรูปแบบเฉพาะ การบันทึกใช้บันทึกเสียงหัวใจในอาสาสมัครปกติและเก็บข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์สัญญาณเสียงหัวใจที่บันทึกได้เพื่อหาลักษณะเฉพาะในอาสาสมัครปกติและเก็บไว้เป็นค่าเปรียบเทียบ ทำการกำหนดขอบเขตความเชื่อมั่นของค่าเปรียบเทียบและวิธีเปรียบเทียบ ทำการปรับปรุงแก้ไขและจัดสร้างเป็นเครื่องต้นแบบ ประโยชน์ของเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงจะช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหัวใจ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนแพทย์โรคหัวใจและยังสามารถใช้เป็นระบบปรึกษาทางไกล (telemedicine) โดยพัฒนาวิธีการส่งข้อมูลเสียงหัวใจที่บันทึกได้ผ่านทางโทรศัพท์มือถือระบบดิจิตอล ไปยังศูนย์การแพทย์ที่มีแพทย์โรคหัวใจประจำ ดังนั้นหากสามารถวิจัยและพัฒนาเครื่อง

ตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงต้นแบบได้สำเร็จ จะสามารถนำไปจดสิทธิบัตรและตัวเครื่องจะมีศักยภาพในการผลิตเชิงพาณิชย์

ปัจจุบันประเทศไทยมีการวิจัยด้านนี้น้อยมาก จากการตรวจเอกสารที่เป็นงานวิจัยของต่างประเทศ พบว่าอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ล้วนเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีต้นทุนในการผลิตสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยอุปกรณ์ที่หาได้ภายในประเทศ ซึ่งช่วยขจัดปัญหาการซ่อมบำรุง, การจัดหาอะไหล่ และสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงด้วย ซึ่งในอนาคตอาจพัฒนาเป็นการส่งสัญญาณเสียงหัวใจผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ ในรูปสัญญาณเสียง และแบบที่ส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ในรูปของ WAP site ยังมีความสะดวกและเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีที่ทันสมัยต่อไป

## 1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 The Analysis of heart sounds for symptom detection and machine- Aids diagonosis (Tood R. Reed, Nancy E.Reed and Peter Fritzon, 1996) กล่าวถึง ว่าเสียงเต้นของหัวใจเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการวินิจฉัยโรค ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ในการวินิจฉัยโรค ในบทความนี้ได้ศึกษาการวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจโดยใช้ wavelet และโครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกเสียงเต้นของหัวใจ

1.2.2 Novel Software For Real-Time Processing of Phonocardiographic Signal (Luk karinen sakari, sikio Kari, Noponen Anna- Leena, Angerla Anna, Sepponen, 1998) Novel Software เป็นกระบวนการที่บันทึกเสียงเต้นของหัวใจบนคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกพัฒนาขึ้น ซอฟต์แวร์สามารถแสดงกระบวนการและบันทึกเสียงเต้นของหัวใจที่ความถี่ 11,025, 22,050 และ 4,4100 Hz

1.2.3 Multimedia personal computer based phonocardiography (Sakari Lukkarinen, Pekka Korhonen, Anna Angerla, Anna-Leena Noponen, Kari Sikio, Raimo sepponen, 1998) กราฟแสดงการเต้นของหัวใจจะแสดงเสียงเต้นของหัวใจและเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยโรค ทำการบันทึกเสียงเต้นของหัวใจโดยวงจรขยายสัญญาณเสียง หลังจากนั้นก็ต่อเข้าที่ อินพุทของคอมพิวเตอร์ ก็จะได้สัญญาณ PCG บนคอมพิวเตอร์ และทำการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นของหัวใจได้

1.2.4 Senser system for heart sound biomonitor (L.T.Hall, J.L. Maple, J. Agzarian, D. Abbott, 1999) เสียงหัวใจเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับแพทย์เมื่อถูกนำมาใช้แสดงผลบนหน้าจอ

คอมพิวเตอร์ มากกว่าการใช้ stetchoscope ระบบจะประกอบด้วย ดิจิตอล stetchoscope ต่อตรงกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณและกระบวนการที่ได้ถูกพัฒนาขึ้น ตัวเซนเซอร์จะอยู่ที่ฐานของไมโครโฟน มีแบนวิท 450 Hz และ อัตราการชักตัวอย่าง 2,250 ครั้งต่อวินาที 12 บิท และได้ทำการเปรียบเทียบกับการใช้ Piezo ที่แบนวิท 1 KHz ปัญหาหลักของการบันทึกเสียงหัวใจคือมี สัญญาณรบกวนมาก ซึ่งกระบวนการที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะทำการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เราไม่ต้องการได้ สัญญาณรบกวนเกิดจากผิวหนังของคนเมื่อสัมผัสกับ stetchoscope, เสียงปอด และเสียงอื่น ๆ รอบข้าง ดังนี้นจึงใช้ wavelet ในการลดสัญญาณรบกวนในครั้งนี้ wavelet tranform ถูกใช้เพราะรูปร่างของสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจเมื่อใช้ wavelet tranform จะคล้ายกับรูปร่างเสียงเต้นของหัวใจในโดเมนเวลา ดังนั้นรูปแบบของคลื่นเมื่อใช้ wavelet tranform จะสามารถหาค่าสัมประสิทธิและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

1.2.5 A Heart Sound Segmentation Algorithm Using Wavelet Decomposition and Reconstruction (Liang Huiying Lukkarinen Sakari, Hartimo Iiro, 1999) กระบวนการ segmentation เสียงเต้นของหัวใจคือการแยกสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจเป็น 4 ส่วนคือ เสียงที่ 1, ช่วงบีบตัว, เสียงที่ 2 , ช่วงคลายตัว ซึ่งได้ถูกพัฒนาขึ้น กระบวนการที่ใช้คือการแยกองค์ประกอบโดยใช้ wavelet และนำสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจกลับมารวมกันใหม่ ได้ทำการทดลองอัลกอลิทึกนี้ โดยใช้การบันทึกในคนปกติและคนไข้ ซึ่งผลการทดลองมีความถูกต้องถึง 93 %

1.2.6 A New Heart-Sounds Gating Device for Medical Imaging (Mark W. Groch, James R. Domnanovich, and William D.Erwin, 1992) เสียงเต้นของหัวใจได้ถูกออกแบบและทดสอบโดยหาความสัมพันธ์ของเสียงที่ 1 ($S_1$) และเสียงที่ 2 ($S_2$) และทำการวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจจากสัญญาณบนจอคอมพิวเตอร์

1.2.7 A Three-Channel Microcomputer System for Segmentation and Characterization of the phonocardiogram (Richart J. Lehner and Rangaraj M. Rangayyan, 1997) ได้แสดงรายละเอียดโดยใช้คอมพิวเตอร์ ระบบจะถูกพัฒนาโดยใช้ segmentation ของ PCG และใช้ ECG และ Carotid pulse เป็นส่วนอ้างอิง สัญญาณ PCG จะถูกนำมาแบ่งย่อยโดยแยกเป็นส่วน systolic และ diastolic เสียง $S_1$ และเสียง $S_2$ พารามิเตอร์ทั้ง 4 ตัวถูกนำมาแสดงในโดเมนเวลาและโดเมนความถี่ คุณลักษณะของสัญญาณที่ถูกแบ่งย่อย จะถูกคำนวณผลของการทดลองโดยใช้สัญญาณ PCG ที่บันทึกได้ 47 สัญญาณ และใช้พารามิเตอร์เหล่านี้สำหรับตรวจจับและจำแนกเสียง murmur

1.2.8 Heart Sound Processing by Average and Variance Calculation –Physiologic Basic and Clinical Implications (Rafael beyar, Shlomo Levkovitz, Shimon Braun, Yoram Palti, 1989) วิธีการนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นและทำการทดสอบกับคนปกติและคนไข้ วิธีนี้จะลดสัญญาณรบกวนและทำการแยกเสียงหัวใจของ murmur โดยใช้ค่าเฉลี่ยและ variance ของสัญญาณ PCG

## 1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง

1.3.2 เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3.3 เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์สัญญาณเสียงการเต้นของหัวใจ

1.3.4 เพื่อให้แพทย์นำค่าพารามิเตอร์ไปวินิจฉัยโรคต่างๆ

1.3.5 เพื่อพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมด้านเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง

1.3.6 เพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 เลือกและทดสอบทรานสดิวเซอร์โดยใช้คอนเดนเซอร์ไมโครโฟนและพัฒนาส่วนยึดตัวไมโครโฟนให้เข้ากับร่างกาย

1.4.2 ออกแบบพร้อมสร้างวงจรขยายสัญญาณที่ได้จากไมโครโฟนซึ่งสามารถปรับผลตอบสนองความถี่

1.4.3 ทำการส่งข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4.4 เขียนโปรแกรมเอาข้อมูลแสดงผล ให้สามารถแสดงผลของสัญญาณขึ้นบนจอภาพ เช่น แสดง phonocardiogram, spectrogram

1.4.5 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคณิตศาสตร์ที่บันทึกได้โดยการแบ่งช่วงสัญญาณเพื่อหาอัตราการเต้นของหัวใจโดยการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เกิดการเต้นแต่ละครั้ง

## 1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษาเกี่ยวกับไมโครโฟนชนิดคอนเดนเซอร์ไมโครโฟนและพัฒนาส่วนยึดตัวไมโครโฟนให้เข้ากับร่างกาย

1.5.2 ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องวัดสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ

1.5.3 ศึกษาโปรแกรม MATLAB เพื่อแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5.4 ศึกษาโปรแกรม MATLAB เพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

1.5.5 ออกแบบสร้างและทดสอบวงจรวัดสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ

1.5.6 เขียนโปรแกรมแสดงผลรูปสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5.7 เขียนโปรแกรมเพื่อทำ segmentation โดยวิธี shannon energy, shannon entropy, absolute value และ energy square

1.5.8 สรุปและรวบรวมผลการทดลอง

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทำให้ได้ต้นแบบซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สำหรับเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง

1.6.2 จากเครื่องต้นแบบสามารถนำไปจดสิทธิบัตรในประเทศและนานาชาติ

1.6.3 จากเครื่องต้นแบบสามารถนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

1.6.4 ลดการเสียดุลย์การค้าจากการนำเข้าเครื่องมือแพทย์จากต่างประเทศ

1.6.5 ทำให้ได้ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปเผยแพร่ในระดับนานาชาติให้เป็นเกียรติประวัติ

1.6.5 ของประเทศและสถาบัน

1.6.6 ทำให้สามารถสร้างนักวิจัยใหม่ได้อย่างมีคุณภาพ

1.6.7 ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และทักษะทางด้านการวัดและวิเคราะห์สัญญาณเสียงในร่างกายมนุษย์

1.6.8 เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาการทำงานของร่างกายมนุษย์ด้วยวิธีอื่นๆ

1.6.9 เป็นการสั่งสมความรู้ทางด้านสัญญาณของร่างกาย

1.6.10 ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และความเข้าใจในสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์

1.6.11 ใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยแยกโรคหัวใจเบื้องต้นในผู้ป่วยก่อนที่จะส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมทำให้การวินิจฉัยแม่นยำการรักษาถูกต้องและสัมฤทธิ์ผล

1.6.12 ได้ประโยชน์ในการติดตามผลการรักษา

1.6.13 ใช้เป็นอุปกรณ์ของระบบปรึกษาทางไกลเพื่อประโยชน์ในการให้คำปรึกษา (consultation)