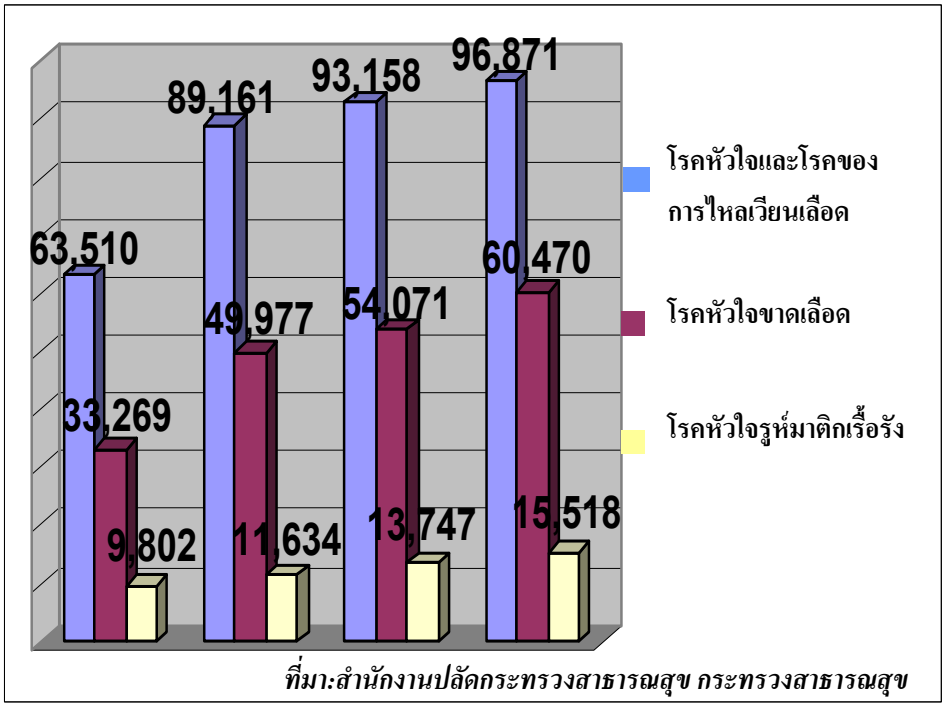
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

โรคหัวใจ (heart diseases) ถือเป็นโรคหนึ่งที่พบบ่อย และเป็นเหตุให้ผู้ป่วยเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก จากสถิติของจำนวนและอัตราการตายต่อประชากร 100,000 คน จำแนกตามสาเหตุที่สำคัญ พ.ศ. 2541 – 2544 พบว่า โรคหัวใจเป็นสาเหตุสำคัญอันดับต้น ๆ ที่ทำให้เกิดการสูญเสียชีวิต (ที่มา:สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข) ดังนั้นการวินิจฉัยโรคหัวใจอย่างแม่นยำจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อช่วยในการวางแผนการบำบัดรักษาได้อย่างถูกต้องและทันท่วงที ซึ่งจะเป็นผลให้อัตราการตายต่อประชากรของประเทศลดลง



ภาพประกอบ 1-1 จำนวนผู้ป่วยในจากสถานบริการสาธารณสุขของกระทรวงสาธารณสุข จำแนกตามกลุ่มสาเหตุป่วย พ.ศ. 2541 - 2544

โรคหัวใจที่พบบ่อยหลายชนิดที่สามารถให้การวินิจฉัยได้โดยการตรวจพื้นฐาน เช่น การซักประวัติและอาการ โดยละเอียด การตรวจร่างกายด้วยการใช้เครื่องหูฟังหรือการตรวจเลือด การใช้

เครื่องตรวจคลื่นหัวใจ การเอกซ์เรย์ เป็นต้น แต่กว่าแพทย์จะเข้าใจและสามารถให้การวินิจฉัยได้ถูกต้อง จะต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์อย่างมาก อีกทั้งตัวแพทย์เองต้องหมั่นฝึกฝนปฏิบัติเป็นประจำจึงจะมีความชำชองไม่หลงลืม ในทางปฏิบัติ การที่จะฝึกอบรมแพทย์โรคหัวใจ 1 คน จะต้องใช้เวลา 3-5 ปี สถานที่ให้การฝึกอบรมก็มีจำนวนจำกัด ทำให้ขาดแคลนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโรคหัวใจ

ความก้าวหน้าด้านปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ในทางการแพทย์ได้รับการพัฒนาในช่วงต้นปี ค.ศ.1970 ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการหลาย ๆ อย่าง ความต้องการที่เพิ่มขึ้นของการบริการทางการแพทย์ที่มีประสิทธิภาพสูงควบคู่กับความก้าวหน้าของความรู้ทางการแพทย์ ทำให้มีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นการช่วยในการวินิจฉัยโรค การบำบัดและการระบุอาการ

งานวิจัยชิ้นนี้ จึงถูกพัฒนาขึ้นโดยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการวินิจฉัยโรคหัวใจ ซึ่งใช้ความรู้ด้านปัญญาประดิษฐ์ในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) ระบบนี้จะใช้ฐานข้อมูลของอาการและข้อมูลจากการวิเคราะห์กราฟเสียงเต้นหัวใจ (phonocardiogram : PCG) ของผู้ป่วย ซึ่งสามารถบ่งบอกคุณลักษณะต่าง ๆ ของเสียงเต้นหัวใจได้ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการวินิจฉัยเบื้องต้นของโรคหัวใจบางชนิดได้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญทางด้านการแปลผลจากการฟังเสียงเต้นหัวใจ

1.2 เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 Short-Time Fourier Transform Analysis of the Phonocardiogram Signal [A. Djebbari, F. Bereksi Reguig, Proc. 7th IEEE-ICECS, 2000]

บทความนี้ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นหัวใจ (phonocardiogram : PCG) โดยใช้วิธีการ STFT (short-time Fourier transform) ซึ่งเป็นการแปลงองค์ประกอบความถี่ของสัญญาณในรูปสเปกตรัมที่เวลาสั้น ๆ ชั่วขณะใดขณะหนึ่งที่แตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์สัญญาณด้วยวิธีการนี้สามารถแสดงพฤติกรรมของสัญญาณในแต่ละรอบการเต้นของหัวใจ โดยบ่งบอกคุณลักษณะต่าง ๆ ของเสียงเต้นหัวใจทั้งในเชิงเวลาและความถี่ (time-frequency scale) ไปพร้อม ๆ กัน

แนวคิดในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นหัวใจจากบทความนี้ สามารถนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้ เนื่องจากสัญญาณกราฟเสียงเต้นหัวใจมีคุณลักษณะแบบ non-stationary และจะเปลี่ยนแปลงตามเวลา (time varying) ดังนั้นในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นหัวใจจึงจำเป็น

จะต้องศึกษาข้อมูลทั้งในเชิงความถี่และเวลา ซึ่งจะทำให้เข้าใจรูปร่างลักษณะของสัญญาณและสามารถแยกแยะองค์ประกอบของเสียงเต้นหัวใจได้ง่ายขึ้น

1.2.2 Feature Extraction for Heart Sound Recognition Based on Time-Frequency Analysis [I. Y. Kim, S. M. Yeo, W. T. Han, and S. H. Hong, Proc. 1st Joint BMES/EMBS, 1999]

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาเกี่ยวกับการดึงคุณลักษณะเด่น (feature extraction) ของสัญญาณเสียงหัวใจด้วยวิธีการวิเคราะห์ในโดเมนเชิงเวลาและความถี่ (time-frequency analysis) เพื่อใช้ในการรู้จำ (recognition) คุณลักษณะของเสียงเต้นหัวใจ เมื่อทำการวิเคราะห์สัญญาณแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกันระหว่างเสียงหัวใจที่ปรกติและที่ผิดปรกติ พบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถแสดงเสียงเต้นหัวใจส่วนที่ผิดปรกติได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังสามารถแสดงแต่ละเสียงที่เป็นส่วนประกอบของเสียงเต้นหัวใจได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

จากผลการวิจัย จึงเป็นข้อสนับสนุนได้เป็นอย่างดีว่า การวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนเชิงเวลาและความถี่สามารถบ่งบอกคุณลักษณะเด่นของสัญญาณเสียงหัวใจได้ดีกว่าการวิเคราะห์สัญญาณในโดเมนเชิงเวลาหรือความถี่อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

1.2.3 An Expert System Approach for Classification of Heart Sounds and Murmurs [Z.Sharif, S. Daliman, A. Z. Sha'ameri, and Sheik H. S. Salleh, Proc. IEEE-ISSPA, 2001]

บทความชิ้นนี้ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการคัดแยกสัญญาณเสียงหัวใจที่ปรกติและเสียงเมอร์เมอร์ซึ่งเกิดจากความผิดปรกติของลิ้นหัวใจ โดยใช้พารามิเตอร์ของสัญญาณที่ได้จากเทคนิคการประมาณค่าพลังงานและความถี่ชั่วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous energy and frequency estimation) ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

- การประมาณค่าพลังงานชั่วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous energy estimation)

$$E_z(n) = z(n)z^*(n)$$

- การประมาณค่าความถี่ชั่วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous frequency estimation)

$$f_i(n) = \frac{1}{4\pi}\left[\phi(n+1) - \phi(n-1)\right]$$

เมื่อ

$\phi(n)$ คือ เฟสชั่วขณะใดขณะหนึ่ง

อัตราส่วนพารามิเตอร์ของสัญญาณจะใช้เป็นข้อมูลอินพุตของระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการคัดแยกสัญญาณเสียงหัวใจและเมอร์เมอร์

เมื่อทำการทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญกับสัญญาณเสียงหัวใจ พบว่าระบบสามารถคัดแยกสัญญาณเสียงหัวใจที่ปรกติได้ค่อนข้างดี แต่ในกรณีเสียงเมอร์เมอร์ที่มี magnitude ค่อนข้างต่ำ

ระบบมีความสามารถในการคัดแยกน้อยลง เนื่องจากระบบไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างเสียงเมอร์เมอร์กับเสียงรบกวนได้อย่างชัดเจน

ข้อสังเกตจากบทความชิ้นนี้ คือ ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดแยกสัญญาณที่มีลักษณะแตกต่างกันและเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพในการคัดแยกสัญญาณ ยิ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่สามารถบ่งบอกคุณลักษณะของสัญญาณมากเท่าไร การคัดแยกสัญญาณจะทำได้ละเอียดมากขึ้น ดังนั้น ขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณจึงควรศึกษาคุณลักษณะสัญญาณเสียง และความสัมพันธ์ต่าง ๆ อย่างถ่องแท้ เพื่อการตัดสินใจเลือกค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม และสามารถทำความเข้าใจได้ไม่ยากนัก

1.2.4 Heart Diseases Diagnosis Using Heart Sounds [O. Abdel-Alim, N. Hamdy, and M. A. El-Hanjouri, Proc. 19th National Radio Science Conference, 2002]

เป็นบทความที่ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) ในการวินิจฉัยโรคที่เกิดจากความผิดปกติของลิ้นหัวใจโดยอาศัยการคัดแยกจากสัญญาณเสียงหัวใจ ในขั้นตอนการคัดแยกสัญญาณจะใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างแบบป้อนไปข้างหน้า (feed forward neural network) และใช้ตัวอย่างสัญญาณเสียงหัวใจในการสอนโครงข่าย จากผลการทดสอบ โครงข่ายประสาทเทียมสามารถคัดแยกตัวอย่างสัญญาณเสียงหัวใจได้อย่างถูกต้องคิดเป็น 95 % ของตัวอย่างสัญญาณเสียงหัวใจทั้งหมด ซึ่งถือว่าโครงข่ายสามารถรู้จำคุณลักษณะสัญญาณของโรคหัวใจได้ค่อนข้างดี

เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียม เป็นวิธีการที่อาศัยการคำนวณทางสถิติและตัวเลข จึงจำเป็นต้องใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณเป็นหลัก ทำให้ผู้ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทมาก่อน ขาดความเข้าใจถึงกระบวนการและที่มาของผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่าย

1.2.5 An Intelligent Pattern Recognition System Based on Neural Network and Wavelet Decomposition for Interpretation of Heart Sounds [I. Turkoglu, A. Arslan, Proc. 23rd IEEE-EMBS, 2001]

งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาระบบรู้จำอัตโนมัติเพื่อใช้สำหรับการแปลผลสัญญาณเสียงหัวใจโดยอาศัยการประมวลผลสัญญาณด้วยวิธีการเวฟเล็ต ดีคอมโพซิชัน (Wavelet decomposition) และใช้โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) ในการคัดแยกสัญญาณเสียงหัวใจ

ในบทความนี้ได้ให้ความสำคัญอย่างมากกับการออกแบบระบบรู้จำที่มีความฉลาดในการคัดแยกเสียงเพื่อใช้ในการแปลผลสัญญาณเสียงหัวใจแบบอัตโนมัติ ระบบดังกล่าวมีความสามารถในการทำงานด้วยตัวเองในการจัดการโครงข่าย และสามารถแสดงผลการวินิจฉัยแบบ real-time ผลจากการทดสอบชี้ให้เห็นถึงความสามารถของระบบในการรู้จำรูปแบบของสัญญาณเสียงหัวใจ และให้ผลการวินิจฉัยที่ถูกต้อง

ถึงแม้ว่า ระบบจะมีความสามารถในการให้คำวินิจฉัยโรคหัวใจที่ถูกต้องแม่นยำ แต่การใช้โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการคัดแยกสัญญาณเสียงหัวใจเพื่อการวินิจฉัยโรค ก็ไม่สามารถบอกกับผู้ใช้ได้ว่า เหตุใดระบบจึงวินิจฉัยอย่างนั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ระบบสามารถแสดงการวินิจฉัยโรคหัวใจได้แต่ผู้ใช้ไม่สามารถรับทราบสาเหตุและตรวจสอบผลการวินิจฉัยได้

การทำงานวิจัยเกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคหัวใจในครั้งนี้ นอกจากผู้วิจัยจะมุ่งหวังที่จะนำเสนอวิธีการหาค่าพารามิเตอร์ในการคัดแยกคุณลักษณะของสัญญาณเสียงหัวใจเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคแล้ว ผู้วิจัยยังออกแบบให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบผลจากการวิเคราะห์สัญญาณและแสดงในรูปของกราฟ ซึ่งผู้ใช้สามารถวินิจฉัยไปพร้อม ๆ กับระบบ ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดและทำให้การวินิจฉัยโรคหัวใจทำได้ถูกต้องมากขึ้น

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาและค้นหาคุณลักษณะต่าง ๆ ของเสียงเต้นหัวใจด้วยวิธีการประมวลผลสัญญาณ

1.3.2 เพื่อสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยเบื้องต้นของโรคหัวใจบางชนิดได้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ปรับปรุงโปรแกรมระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ (Expert shell) ซึ่งเขียนด้วยภาษา LISP บนระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ให้เหมาะสมกับงานด้านการวินิจฉัยโรคหัวใจ

1.4.2 ศึกษาวิเคราะห์การวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้น เพื่อนำมาสร้างเป็นฐานความรู้ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system)

1.4.3 สร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้น ซึ่งเป็นระบบต้นแบบที่สามารถพัฒนาต่อโดยการเพิ่มกฎและความจริงใหม่ ๆ เข้าไปในระบบ

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

(1) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการลีนุกซ์

(2) โปรแกรมระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ “ GES ” หรือ General Expert Shell

(3) โปรแกรมและอุปกรณ์เกี่ยวกับการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นหัวใจ

1.5.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

(1) ศึกษาค้นคว้า และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโรคหัวใจ

(2) วิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นหัวใจ เพื่อจำแนกประเภทโรคหัวใจ

(3) ศึกษาโครงสร้างโปรแกรมระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ พร้อมทั้งศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา LISP บนระบบปฏิบัติการลีนุกซ์

(4) ทำการปรับปรุงระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญให้เหมาะสมกับการวินิจฉัยโรคหัวใจ

(5) สร้างฐานความรู้จากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ โดยแปลงความรู้ที่มีอยู่ให้เป็นส่วนของกฎ และส่วนของความจริงในโครงสร้างโปรแกรม

(6) ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของระบบผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบอีกครั้ง

(7) สรุปผลการทดสอบ และเขียนรายงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ประโยชน์ทางด้านการแพทย์

(1) ช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจได้แม่นยำขึ้น เพื่อทำการรักษาได้อย่างถูกต้องและสัมฤทธิ์ผล

(2) ทำให้การวินิจฉัยโรคหัวใจทำได้ง่ายขึ้น โดยซอฟท์แวร์ถูกออกแบบให้สามารถใช้งานง่ายและเข้าใจได้เร็ว

(3) ลดปัญหาการขาดแคลนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยโรคหัวใจ

1.6.2 ประโยชน์ทางด้านการศึกษา

(1) มีความรู้ความเข้าใจในการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้นได้

(2) สามารถสร้างฐานความรู้เกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้น

(3) ช่วยให้นักศึกษาแพทย์สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้นได้ง่ายขึ้น

1.6.3 ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม

(1) เป็นการพัฒนาซอฟท์แวร์เกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจ

(2) สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อซอฟท์แวร์ทางด้านการแพทย์

(3) สามารถนำซอฟท์แวร์จากงานวิจัยไปพัฒนาเครื่องต้นแบบในการวินิจฉัยโรคหัวใจให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น