บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ในคนปกติเสียงเต้นหัวใจที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันจากผู้ป่วย กล่าวคือ เสียงเต้นหัวใจของผู้ป่วยจะมีเสียงที่แตกต่างจากคนปกติ โดยการฟังเสียงเต้นหัวใจแพทย์จะใช้หูฟังแพทย์ (Stethoscope) ในการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจ แม้เทคโนโลยีทางการแพทย์จะเจริญก้าวหน้าไปเท่าใดก็ตามการคัดกรองผู้ป่วยโรคหัวใจโดยใช้วิธีการฟังเสียงเต้นของหัวใจได้ปฏิบัติต่อเนื่องกันมาตั้งแต่อดีตจนปัจจุบัน ดังนั้นในการตรวจวินิจฉัยเบื้องต้นของแพทย์เพื่อการคัดกรองผู้ป่วยโรคหัวใจโดยใช้วิธีการฟังเสียงเต้นของหัวใจด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจนั้นแพทย์ผู้ตรวจวินิจฉัยจะต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์เป็นสำคัญ โดยแพทย์ที่สามารถตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยวิธีนี้ได้ถูกต้องแม่นยำนั้น จะต้องหมั่นฝึกฝนและศึกษาอยู่เสมอ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจซึ่งจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้

นอกจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีข้อจำกัดอื่น ๆ เกี่ยวกับเครื่องฟังเสียงเต้นหัวใจอีก เช่น เสียงที่ได้จากการฟังเครื่องฟังเสียงเต้นหัวใจนั้นจะมีความถี่ต่ำและเบา ทำให้ยากต่อการวินิจฉัย ดังนั้นผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ โดยอุปกรณ์นี้จะทำการบันทึกเสียงเต้นของหัวใจจากคนปกติ โดยใช้ไมโครโฟนในการรับสัญญาณเสียงเต้นหัวใจและขั้วไฟฟ้าในการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram : ECG) ซึ่งเป็นสัญญาณอะนาลอก จากนั้นนำสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาขยายและแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อส่งไปเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปของไฟล์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปแสดงผลเป็นกราฟการเต้นของเสียงหัวใจ (Phonocardiogram : PCG) บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และจากนั้นก็สามารถนำข้อมูลนั้นมาประมวลผล วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อแยกสัญญาณและบ่งบอกถึงคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของเสียงเต้นหัวใจ ซึ่งอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณจะสามารถช่วยแพทย์ในการวิเคราะห์โรคหัวใจได้ดีขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณเสียงเต้นหัวใจและตัวควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR เบอร์ 90S8535 ของบริษัท ATMEL

ซึ่งควบคุมโดยโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้ (Assembly Language Program) เพื่อควบคุมในส่วนการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งอยู่ภายนอกตัวควบคุม โดยตัวควบคุมสามารถรับสัญญาณเสียงเต้นหัวใจได้ทั้งหมด 8 ตำแหน่งและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 1 ตำแหน่งพร้อมๆ กัน โดยใช้วิธีการมัลติเพล็กโดยแบ่งเวลา (Time Division Multiplex : TDM) และส่งสัญญาณที่ได้เข้าสู่พอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ในโหมดการทำงานแบบ EPP (Enhanced Parallel Port) เก็บข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการวิจัยด้านนี้ยังน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยจากต่างประเทศ สำหรับการจัดสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์จะเน้นใช้อุปกรณ์ที่หาได้ภายในประเทศ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและปัญหาด้านการซ่อมบำรุง ซึ่งประโยชน์ของเครื่องเก็บบันทึกเสียงเต้นของหัวใจนี้จะช่วยแพทย์ในการตรวจวินิจฉัยหัวใจ และจะเป็นเครื่องมือช่วยสอนและฝึกหัดแพทย์ซึ่งสามารถฟังทั้งเสียงและเห็นรูปกราฟสัญญาณไปพร้อมกัน ในอนาคตอาจพัฒนาส่งสัญญาณเสียงเต้นหัวใจผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ในรูปสัญญาณเสียง และส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งสามารถที่จะทำได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในอนาคต

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 การพัฒนาเครื่องต้นแบบเพื่อบันทึกและวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจจากหลายตำแหน่งบริเวณหน้าอก (จินดา สามัคคี, 2547) งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างวงจรขยายสัญญาณโดยใช้คอนเด็นเซอร์ไมโครโฟนรับเสียงเต้นของหัวใจจาก 6 ตำแหน่ง บริเวณหน้าอกพร้อมทั้งวงจรขยายสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จากนั้นนำสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาขยายและแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านวงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อส่งไปเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปของไฟล์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปแสดงผลเป็นกราฟการเต้นของเสียงหัวใจ (Phonocardiogram : PCG) บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสามารถนำข้อมูลนั้นมาประมวลผล วิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อแยกสัญญาณและบ่งบอกถึงคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของเสียงเต้นหัวใจ

1.2.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อเก็บบันทึกและวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจ (มณฑรพ พืชสะกะ, 2546) งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างวงจรขยายสัญญาณโดยใช้คอนเด็นเซอร์ไมโครโฟนรับเสียงเต้นของหัวใจ วงจรมีอัตราการขยาย 50 เท่า สัญญาณที่ได้จะแยกออกเป็นสองส่วนคือ ผ่านวงจรขยายเสียงออกทางลำโพง และส่งผ่านช่องไมโครโฟนของคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกไฟล์ในรูป wav ส่วนซอฟต์แวร์พัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยใช้ MATLAB เพื่อนำข้อมูลมาแสดง

ผลขึ้นบนหน้าจอในลักษณะกราฟที่พล็อตระหว่างขนาดของสัญญาณและเวลา ซึ่งสามารถวิเคราะห์บอกตำแหน่งที่เกิดเสียงหัวใจแต่ละครั้ง โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยพลังงานโดยใช้ average shanon energy จะสามารถแยกแต่ละครั้งของเสียงเต้นของหัวใจได้ ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง 90%

1.2.3 การออกแบบตัวควบคุมการแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยวงจรรวม FPGA (อรวรรณ รุจิราลัย, 2543) งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างวงจรแปลงอนาลอกเป็นดิจิตอล(Image digitizer) และตัวควบคุมที่อยู่ในรูปวงจรรวมประเภท FPGA ออกแบบโดยใช้ภาษา VHDL โดยสามารถแปลงสัญญาณภาพจากล้องวิดีโอให้เป็นข้อมูลดิจิตอลขนาด 256 x 256 จุดต่อภาพด้วยความละเอียด 8 บิตต่อจุดภาพที่ความถี่ในการสุ่มสัญญาณวิดีโอ (Sampling frequency) เท่ากับ 5 เมกะเฮิรตซ์ ซึ่งจะนำข้อมูลภาพดิจิตอลมาเก็บในหน่วยความจำแรมขนาด 64 กิโลไบต์ และทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ตขนานในโหมดการทำงานแบบ EPP เพื่อนำข้อมูลที่บันทึกได้ไปประยุกต์ใช้ในงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.2.4 AC-Coupling Front-End for Biopotential Measurements (Enrique Mario Spinelli, Ramon Pallas-Areny and Miguel Angel Mayosky, IEEE Trans. Biomed. Eng, vol.50, no. 3, pp. 391-395, Mar. 2003) บทความนี้ได้กล่าวถึงวงจรวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ instrument amplifier ที่มีด้าน front-end แบบ ac-coupling circuit

1.2.5 Digital Sound Recorder with AVR and DataFlash (Atmel, 2002) บทความนี้จะเป็นการนำเสนอการออกแบบสร้างวงจรขยายสัญญาณเสียงและการออกแบบตัวควบคุมการบันทึกเสียงโดยใช้ตัวควบคุม AVR เบอร์ AT90S8535 ออกแบบควบคุมโดยใช้ภาษาซีสำหรับให้เลือกโหมดควบคุมการทำงาน3โหมดคือ โหมดควบคุมการบันทึก (Record) โหมดควบคุมการนำข้อมูลที่บันทึกมาแสดงผล(Play Back) และโหมดควบคุมการลบข้อมูลที่บันทึก (Erase) โดยสามารถบันทึกเสียงที่รับจากไมโครโฟนมาผ่านวงจรขยายสัญญาณซึ่งมีความถี่คัตออฟไม่เกิน 4,000 Hz ป้อนเข้าสู่ตัวควบคุมเพื่อทำการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิตด้วยอัตราการชักตัวอย่าง (Sampling rate) 8,000 Hz ซึ่งนำข้อมูลเสียงดิจิตอลมาเก็บในหน่วยความจำแบบ DataFash ขนาด 16 เมกกะบิต โดยสามารถกดปุ่มเลือกโหมด Play Back เพื่อนำข้อมูลเสียงดิจิตอลออกมาผ่านวงจรขยายเสียงเพื่อฟังเสียงออกทางลำโพง

1.2.6 30 kHz Data Logger for Parallel Port (Richard D Hicks and John L Bahr, 1999) งานวิจัยนี้นำเสนอการติดต่อสื่อสารข้อมูลทางพอร์ตขนานในโหมดการทำงานแบบ EPP (Enhanced Parallel Port) โดยมีช่องสัญญาณอินพุตทั้งหมด 4 ช่องสัญญาณแรงดันช่วง ±10 V โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณอานาลอกเป็นดิจิตอลเบอร์ AD7874 ซึ่งมีช่องสัญญาณอินพุต 4 ช่องสัญญาณ ขนาด 12 บิต จะส่งข้อมูลแบบเรียงลำดับเข้าไปเก็บบันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของ

ซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการแปลงสัญญาณอานาลอกเป็นดิจิตอล และควบคุมอัตราการชักตัวอย่าง (Sampling rate) ประมาณ 29 kHz จากนั้นจะนำข้อมูลที่เก็บบันทึกมาทำการแสดงผลสัญญาณทั้ง 4 ช่องสัญญาณในรูปของกราฟ

1.2.7 Multimedia personal computer based phonocardiography signal (Sakari Lukkrinen, Prkka Korhonen, Anna Angerla, Anna-Leena Noponen, Kari Sikio, Ramo Sepponen, 1998) งานวิจัยนี้จะนำเสนอการบันทึกเสียงการเต้นของหัวใจโดยใช้ไมโครโฟนผ่านวงจรขยายเสียงต่อเข้ากับช่องไมโครโฟนของเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกสัญญาณ และทำการวิเคราะห์สัญญาณเสียงหัวใจที่ได้จากการบันทึก

1.2.8 Novel Software For Real-Time Processing of Phonocardiographic Signal (Luk Karinen Sakari, Sikio Kori, Noponen Anna-Lerna, Angerla Anna, Sepponen, 1998) งานวิจัยนี้จะเสนอการบันทึกเสียงการเต้นของหัวใจลงบนคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกพัฒนาขึ้น ซอฟต์แวร์สามารถแสดงกระบวนการบันทึกเสียงเต้นของหัวใจที่มีอัตราการชักตัวอย่าง (sampling rate) ที่ความถี่ 11,025 Hz 22,050 Hz และ 44,100 Hz

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจได้ง่าย ถูกต้องและแม่นยำขึ้น

1.3.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณในการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจ

1.3.2 เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์ทางการแพทย์โดยนำไปใช้งานจริง

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 พัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน

1.4.2 พัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ ให้มีความสามารถนำไปบันทึกสัญญาณกับผู้ป่วยจริงได้

1.4.3 พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อแสดงผลเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณในรูปแบบกราฟ

1.4.4 ประมวลผล วิเคราะห์ผล สัญญาณที่บันทึกได้จากอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ

1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1.5.1 พัฒนาส่วนบันทึกสัญญาณและแปลงสัญญาณเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

1.5.2 พัฒนาคอนเด็นเซอร์ไมโครโฟนเพื่อใช้ในการวัดเต้นหัวใจ

1.5.3 พัฒนาวงจรวัดเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.4 พัฒนาส่วนควบคุมการทำงานและส่วนแสดงผลทางคอมพิวเตอร์

1.5.5 ศึกษาและพัฒนาซอฟแวร์เพื่อแสดงผลเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ

1.5.6 ทดสอบอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.5.7 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณ

1.5.8 นำอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจชนิด 8 ช่องสัญญาณไปบันทึกสัญญาณกับผู้ป่วย

1.5.9 นำข้อมูลที่บันทึกได้มาประมวลผล วิเคราะห์ผล

1.5.10 สรุปและรวบรวมผลการทดสอบ และเขียนวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ประโยชน์ทางด้านการแพทย์

1.6.1.1 ช่วยเหลือแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหัวใจได้แม่นยำขึ้น

1.6.1.2 ช่วยเหลือแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหัวใจเบื้องต้นในผู้ป่วยก่อนที่จะส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม

1.6.1.3 ใช้เป็นอุปกรณ์การแพทย์ทางไกล (telemedicine) เพื่อประโยชน์ในการให้คำปรึกษา (consultation)

1.6.1.4 ช่วยในการติดตามผลการรักษาโรคหัวใจ

1.6.2 ประโยชน์ทางด้านการศึกษา

1.6.2.1 เป็นการสั่งสมองค์ความรู้และทักษะทางด้านการวัดและวิเคราะห์เสียงเต้นหัว

ใจและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจในคนปกติและผู้ป่วยโรคหัวใจ

1.6.2.2 เป็นอุปกรณ์ช่วยสำหรับการเรียนการสอนนักศึกษาแพทย์ ได้ง่ายขึ้น (ทางด้านโรคหัวใจ)

1.6.3 ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม

1.6.3.1 เพื่อเป็นการพัฒนาอุปกรณ์สำหรับตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

1.6.3.2 การพัฒนาเครื่องต้นแบบสามารถนำไปผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้

1.6.3.3 ลดการเสียดุลย์การค้าจากการนำเข้าเครื่องมือแพทย์จากต่างประเทศ