บทที่1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ทุกวันนี้คนไทยเป็นโรคหัวใจสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะโรคหัวใจขาดเลือด ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากผนังหลอดเลือดแดงที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจแข็งตัวและมีการตีบตัน จากการตรวจเอกสารรายงานการศึกษา พบว่าปัจจัยการเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจมีหลายอย่าง เช่น อายุและเพศ ผู้ชายมีโอกาสเป็นโรคนี้ได้เร็วกว่าผู้หญิง และยิ่งมีอายุมากขึ้นโอกาสจะเกิดโรคก็มากขึ้นด้วย นอกจากนี้แล้ว การกินอาหารที่มีไขมันหรือมีโคเลสเตอรอลสูงมีกากอาหารน้อย และขาดการออกกำลังกายจะเพิ่มการเสี่ยงเป็นโรคหัวใจ และจากการศึกษายังพบว่ามีชาวอเมริกันหัวใจวายจากโรคนี้ปีละกว่าล้านคน โดยที่ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยไม่เคยมีอาการนำมาก่อนและ 1 ใน 3 ของพวกที่มีอาการครั้งแรกนี้ มีอาการรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต มีการคาดคะเนว่า เมื่อคนไทยรับวัฒนธรรมการกินอยู่ของประเทศทางตะวันตกมากขึ้น อุบัติการเกิดโรคนี้ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย

ในการตรวจวินิจฉัยหัวใจด้วยวิธีการฟังเสียงเต้นของหัวใจผ่านหูฟังแพทย์ (Stesthoscope) เป็นวิธีที่ใช้กันมาเป็นเวลานาน วิธีการคือแพทย์ใช้หูฟังวางแนบบริเวณหน้าอกเพื่อผ่านเสียงเต้นหัวใจมายังหูฟังคือตัวแพทย์ซึ่งจะเป็นผู้วินิจฉัยแยกแยะว่าหัวใจปกติหรือผิดปกติ ซึ่งเสียงที่ได้ยินเกิดจากการปิดเปิดของลิ้นหัวใจและหลอดเลือดใหญ่ และเสียงที่เกิดจากการไหลเวียนของโลหิตหรือที่เรียกเสียงนี้ว่า heart murmur โดยที่เสียงหัวใจที่ปกติกับหัวใจผิดปกติจะได้ยินเสียงแตกต่างกัน แต่การวินิจฉัยโรคหัวใจโดยวิธีฟังเสียงการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ของแพทย์เป็นสำคัญ แพทย์ที่สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยวิธีนี้ได้แม่นยำจะต้องหมั่นฝึกฝนอยู่เสมอ แพทย์ที่อาวุโสน้อย ไม่ได้รับการฝึกอบรมเฉพาะ ไม่ได้ฝึกฝนบ่อยๆ ย่อมมีโอกาสที่จะวินิจฉัยผิดพลาดได้ง่าย และเป็นอันตรายต่อผู้ป่วย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นหนึ่งในโครงการใหญ่คือ โครงการเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยเสียง โดยในโครงการนี้มีผู้วิจัยร่วมโครงการและแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนคือฮาร์ดแวร์สำหรับบันทึกเสียงเต้นหัวใจและซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ ก่อนหน้านี้มีผู้วิจัยร่วมโครงการได้จัดสร้างอุปกรณ์บันทึกเสียงเต้นหัวใจ วิธีการคือใช้คอนเด็นเซอร์ไมโครโฟนรับเสียงเต้นหัวใจแนบที่บริเวณหน้าอกนำสัญญาณที่ได้ผ่านวงจรขยาย สัญญาณที่ได้แยกเป็นสองส่วนคือ ผ่านวงจรขยายเสียงออกทางลำโพง และเชื่อมต่อช่องไมโครโฟนของเครื่อง

คอมพิวเตอร์เพื่อเก็บบันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ วิธีการดังกล่าวยังมีข้อจำกัดการวัดเสียงเต้นหัวใจคือสามารถวัดเสียงหัวใจได้เพียงครั้งละจุด ในขณะที่การเกิดเสียงเต้นหัวใจมีพร้อมกันหลายๆจุด สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้จะมุ่งเน้นการสร้างเครื่องมือที่มีความสามารถบันทึกเสียงเต้นหัวใจพร้อมกันหลายๆตำแหน่งในเวลาเดียวกันเพื่อนำข้อมูลที่บันทึกได้ไปใช้ประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาคุณลักษณะเฉพาะของสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจที่ตำแหน่งต่างๆ ด้วยวิธีการแม็ชชิงเพิซยูท โดยมีผู้วิจัยร่วมโครงการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมา

ดังนั้นในงานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างวงจรขยายสัญญาณเสียงเต้นหัวใจและตัวควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล AVR เบอร์90S8535 ของบริษัท ATMEL ซึ่งควบคุมโดยโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี้(Assembly Language Program) เพื่อควบคุมในส่วนการแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งอยู่ภายนอกตัวควบคุม โดยตัวควบคุมสามารถรับสัญญาณเสียงเต้นหัวใจได้ทั้งหมด 6 ตำแหน่งและสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 1 ตำแหน่งพร้อมๆกัน โดยใช้วิธีการมัลติเพล็กโดยแบ่งเวลา(Time Division Multiplexing;TDM) และส่งสัญญาณที่ได้เข้าสู่พอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ในโหมดการทำงานแบบEPP(Enhanced Parallel Port) เก็บข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการวิจัยด้านนี้ยังน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นงานวิจัยจากต่างประเทศ สำหรับการจัดสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์จะเน้นใช้อุปกรณ์ที่หาได้ภายในประเทศ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและปัญหาด้านการซ่อมบำรุง ซึ่งประโยชน์ของเครื่องเก็บบันทึกเสียงเต้นของหัวใจนี้จะช่วยแพทย์ในการตรวจวินิจฉัยหัวใจ และจะเป็นเครื่องมือช่วยสอนและฝึกหัดแพทย์ซึ่งสามารถฟังทั้งเสียงและเห็นรูปกราฟสัญญาณไปพร้อมกัน ในอนาคตอาจพัฒนาส่งสัญญาณเสียงเต้นหัวใจผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ในรูปสัญญาณเสียง และส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งสามารถที่จะทำได้ในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในอนาคตต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อเก็บบันทึกและวิเคราะห์เสียงเต้นของหัวใจ (มณฑรพ พืชสะกะ, 2546) งานวิจัยนี้นำเสนอการสร้างวงจรขยายสัญญาณโดยใช้คอนเด็นเซอร์ไมโครโฟนรับเสียงเต้นของหัวใจ วงจรมีอัตราการขยาย 50 เท่า สัญญาณที่ได้จะแยกออกเป็นสองส่วนคือ ผ่านวงจรขยายเสียงออกทางลำโพง และส่งผ่านช่องไมโครโฟนของคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกไฟล์ในรูป wav ส่วนซอฟแวร์พัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยใช้ MATLAB เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผลขึ้นบนหน้าจอในลักษณะกราฟที่พล็อตระหว่างขนาดของสัญญาณและเวลา ซึ่งสามารถวิเคราะห์

บอกตำแหน่งที่เกิดเสียงหัวใจแต่ละครั้ง โดยใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยพลังงานโดยใช้ average shanon energy จะสามารถแยกแต่ละครั้งของเสียงเต้นของหัวใจได้ ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง 90%

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

1.2.3 Digital Sound Recorder with AVR and DataFlash (Atmel, 2002) บทความนี้จะเป็นการนำเสนอการออกแบบสร้างวงจรขยายสัญญาณเสียงและการออกแบบตัวควบคุมการบันทึกเสียงโดยใช้ตัวควบคุม AVR เบอร์ 90S8535 ออกแบบควบคุมโดยใช้ภาษาซีสำหรับให้เลือกโหมดควบคุมการทำงาน3โหมดคือ โหมดควบคุมการบันทึก(Record) โหมดควบคุมการนำข้อมูลที่บันทึกมาแสดงผล(Play Back) และโหมดควบคุมการลบข้อมูลที่บันทึก(Erase) โดยสามารถบันทึกเสียงที่รับจากไมโครโฟนมาผ่านวงจรขยายสัญญาณซึ่งมีความถี่คัตออฟไม่เกิน 4,000 Hz ป้อนเข้าสู่ตัวควบคุมเพื่อทำการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิทด้วยอัตราการชักตัวอย่าง(Sampling rate) 8,000 Hz ซึ่งนำข้อมูลเสียงดิจิตอลมาเก็บในหน่วยความจำแบบ DataFash ขนาด 16 เมกกะบิท โดยสามารถกดปุ่มเลือกโหมด Play Back เพื่อนำข้อมูลเสียงดิจิตอลออกมาผ่านวงจรขยายเสียงเพื่อฟังเสียงออกทางลำโพง

1.2.4 30 kHz Data Logger for Parallel Port (Richard D Hicks and John L Bahr, 1999) งานวิจัยนี้นำเสนอการติดต่อสื่อสารข้อมูลทางพอร์ตขนานในโหมดการทำงานแบบ EPP(Enhanced Parallel Port) โดยมีช่องสัญญาณอินพุททั้งหมด 4 ช่องสัญญาณแรงดันช่วง ±10 V โดยใช้ตัวแปลงสัญญาณอานาลอกเป็นดิจิตอลเบอร์ AD7874 ซึ่งมีช่องสัญญาณอินพุท 4 ช่องสัญญาณ ขนาด 12 บิต จะส่งข้อมูลแบบเรียงลำดับเข้าไปเก็บบันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการแปลงสัญญาณอานาลอกเป็นดิจิตอล และควบคุมอัตราการชักตัวอย่าง(Sampling rate) ประมาณ 29 kHz จากนั้นจะนำข้อมูลที่เก็บบันทึกมาทำการแสดงผลในรูปกราฟสัญญาณทั้ง 4 ช่องสัญญาณ

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

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

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาวิธีการออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกเสียงเต้นของหัวใจ

1.3.2 เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3.3 เพื่อศึกษาและออกแบบตัวควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการส่งข้อมูลทางพอร์ตขนานในโหมด EPP

1.3.4 เพื่อช่วยให้แพทย์นำสัญญาณที่บันทึกได้ประกอบการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจ

1.3.5 เพื่อพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมด้านเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง

1.3.6 เพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ทดสอบผลตอบสนองเชิงความถี่และคุณสมบัติของคอนเด็นเซอร์ไมโครโฟน

1.4.2 สร้างวงจรขยายสัญญาณและวงจรขยายเสียงที่ได้รับจากไมโครโฟนทั้ง 6 ตำแหน่ง

1.4.3 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์สำหรับส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตขนานในโหมดการทำงานแบบ EPP เพื่อบันทึกข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์

1.4.4 พัฒนาโปรแกรมแสดงผลรูปกราฟสัญญาณขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

1.5.1 ศึกษาผลตอบสนองเชิงความถี่และคุณสมบัติของไมโครโฟนชนิดคอนเด็นเซอร์และการยึดตัวเข้ากับร่างกาย

1.5.2 ศึกษาการสร้างเครื่องวัดสัญญาณเสียงเต้นของหัวใจ

1.5.3 ศึกษาเกี่ยวกับการแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

1.5.4 ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR เบอร์90S8535สำหรับการส่งข้อมูลสัญญาณเสียงเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตขนานในโหมดการทำงานแบบ EPP

1.5.5 ศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลและแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5.6 สร้างและทดสอบวงจรวัดเสียงเต้นของหัวใจ

1.5.7 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานต่างๆของระบบ

1.5.8 เขียนโปรแกรมเพื่อเก็บบันทึกข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์และแสดงผลแสดงผลรูปกราฟสัญญาณเสียงเต้นหัวใจขึ้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

1.5.9 สรุปและรวบรวมผลการทดลอง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทำให้ได้ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ สำหรับบันทึกเสียงการเต้นของหัวใจ

1.6.2 ลดการเสียดุลย์การค้าจากการนำเข้าเครื่องมือแพทย์จากต่างประเทศ

1.6.3 ทำให้ได้ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นเกียรติประวัติของสถาบัน

1.6.4 ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ด้านการวัดและวิเคราะห์สัญญาณเสียงในร่างกายมนุษย์

1.6.5 เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาการทำงานของร่างกายมนุษย์ด้วยวิธีอื่นๆ

1.6.6 เป็นการสั่งสมความรู้ทางด้านสัญญาณของร่างกาย

1.6.7 ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้และความเข้าใจในสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์

1.6.8 ใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยแยกโรคหัวใจเบื้องต้นในผู้ป่วย ก่อนที่จะส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมทำให้การวินิจฉัยแม่นยำการรักษาถูกต้องและสัมฤทธิ์ผล

1.6.9 ได้ประโยชน์ในการติดตามผลการรักษา

1.6.10 ใช้เป็นอุปกรณ์ของระบบปรึกษาทางไกลเพื่อประโยชน์ในการให้คำปรึกษา (consultation)