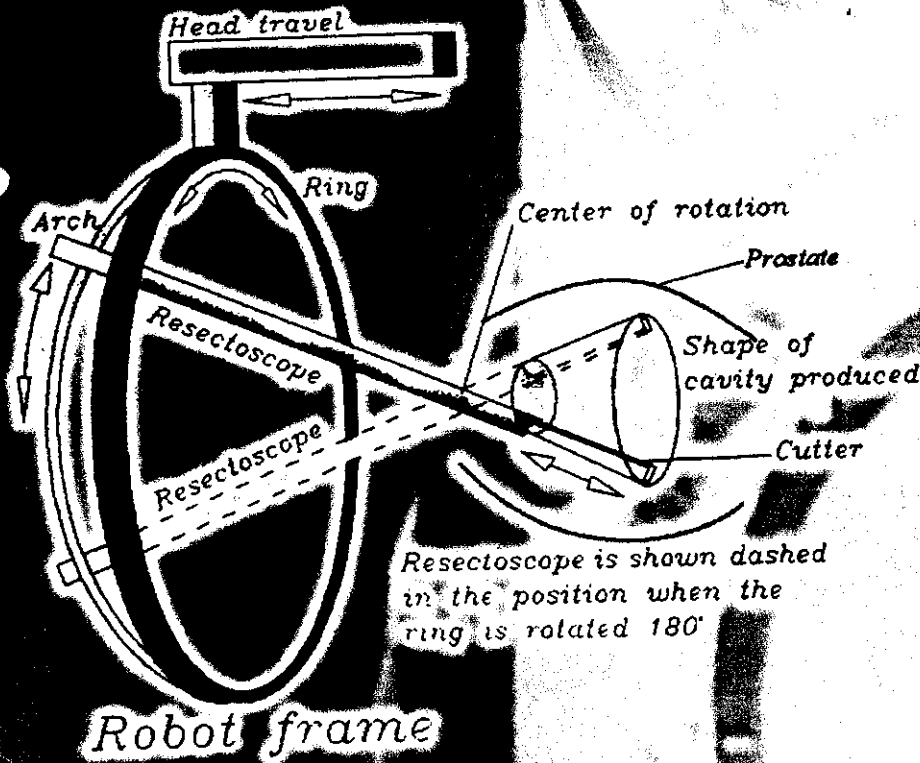




# อุปกรณ์การแพทย์ไทย



เทคโนโลยีของแม่เหล็กในเครื่อง MRI

ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิทัลเพื่อดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจ

หุ่นยนต์ทางทันตกรรม

เทคโนโลยีและเครื่องวัดอุณหภูมิผิวหนัง

Mainstream of Sidestream Capnography

ตัวฉันคือ... 19

ภาพข่าว





## สารบัญ

	หน้า
<b>บทความ</b>	
☐ เทคโนโลยีของแม่เหล็กในเครื่อง MRI	1
☐ ภาพรวมของเครื่อง MRI และการปรับเทียบค่าโดยย่อ	9
<b>งานวิจัย</b>	
☐ ระบบประมวลผลสัญญาณอีซีจีเพื่อดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจ	12
<b>ความก้าวหน้าของเครื่องมือแพทย์</b>	
☐ หุ่นยนต์ทางการแพทย์	19
☐ การต่อสายไปถึงเซลล์ประสาทในสมองได้ โดยเส้นลวดขนาดนาโน	25
<b>วิชาการ</b>	
☐ เทคโนโลยีและเครื่องวัดอุณหภูมิผิวหนัง โดยไม่สัมผัสกับผิวหนัง	27
☐ Mainstream or Sidestream Capnography?	32
<b>นานาชาติ</b>	
☐ ตัวฉันคือ...19	44
☐ ควันหลง การประชุมวิชาการอุปกรณ์การแพทย์ ครั้งที่ 21	55
☐ ภาพข่าว	59
☐ ข่าวการอบรมสัมมนาวิชาการ	63
☐ ใบสมัครสมาชิกสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย	67
☐ ใบสมัครสมาชิกวารสารสมาคมอุปกรณ์การแพทย์ไทย	68
☐ บทเพลง ส่งนางฟ้ากลับสวรรค์	69

# ระบบประมวลผลสัญญาณอีซีจีเพื่อดูแลผู้ป่วยโรคหัวใจ

## ECG-Signed Processing system for caring heart disease

ภาณุวัฒน์ ชันจา, สุรนันท์ น้อยมณี  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
239 ถนนห้วยแก้ว เชียงใหม่ 50200. โทร:+66 53 942018  
E-mail: mr.phanuwat@hotmail.com, suranan@chiangmai.ac.th

### บทคัดย่อ

การรับ-ส่งสัญญาณชีพเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่จำเป็นในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีต่างๆ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด ในบทความนี้ได้แสดงวิธีการพัฒนาระบบการรับส่งสัญญาณชีพของผู้ป่วยที่อยู่ในบริเวณโรงพยาบาล โดยใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ผ่านคลื่นความถี่ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็นโมดูลขนาดเล็กที่ติดอยู่กับตัวผู้ป่วยซึ่งสามารถส่งสัญญาณชีพอีซีจีดังกล่าวไปยังศูนย์กลางข้อมูลเพื่อการประมวลผลสัญญาณและติดตามความผิดปกติของผู้ป่วยได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยการส่งสัญญาณแบบเวลาจริงไปยังศูนย์กลางข้อมูล และตรวจวิเคราะห์สัญญาณของผู้ป่วย ในกรณีฉุกเฉินสามารถที่จะส่งสัญญาณเตือนผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือไปยังแพทย์เพื่อรับการรักษาทันเวลา ระบบนี้จะจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบฐานข้อมูลออนไลน์ที่สามารถเชื่อมต่อเพื่อใช้งานด้วยเว็บเบราว์เซอร์เพื่อรองรับการใช้งานของแพทย์ผู้ชำนาญเฉพาะทางด้วยรูปแบบการใช้งานที่ต่างกันได้

คำสำคัญ : การประมวลผลสัญญาณชีพ, การส่งสัญญาณผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย, การตรวจหาอัตราการเต้นของหัวใจ, ความฉลาดของเว็บ

### Abstract

This paper describes the development of ecg-signed processing system for caring heart disease. The system provides remote monitoring of several patients wearing a portable module equipped with IEEE 802.15.4 connective based on wireless sensor networks. We have designed to record by on-line database, server computer used to analyze ecg-signal and detect serious heart anomalies in time sent alert to authorized physician staffs through mobile telephone network. The system has a decision support on web based methods that can detect with high precision. Then the ecg-signs signal is sent by a patient's equipped through wireless to the server of the ecg-signal receiver used in hospital. The physicians can have an easy access to that patient's information and ecg-signs signal with web browser.

Keywords: Vital-signed signal processing system, IEEE 802.15.4, heart disease, intelligent web base

### 1. บทนำ

ปัจจุบันโรคหัวใจในประเทศไทยเป็นปัญหาที่รุนแรงมากของประชาชน จากสถิติของกระทรวงสาธารณสุขพบว่าผู้ที่เสียชีวิตเนื่องจากเป็นโรคหัวใจประมาณปีละไม่ต่ำกว่า 25,000 ราย ดังนั้นต้องได้รับการดูแลและเฝ้าติดตามผู้ป่วยอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นเรื่องที่สำคัญของการศึกษาการส่งสัญญาณชีพได้แก่สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) สัญญาณการหายใจ (respiration) สัญญาณความดัน

โลหิต (blood pressure) สัญญาณอุณหภูมิของร่างกาย (Temperature) สัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate) และสัญญาณความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด (SpO2) เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์วิเคราะห์สัญญาณอย่างต่อเนื่องแทนผู้ดูแลผู้ป่วย อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงผลและบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจในปัจจุบันถูกจำกัดการใช้งาน สามารถใช้เฉพาะบริเวณที่ทำการรักษาและดูแลผู้ป่วยเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วยสายเคเบิลจำนวนมากจึงไม่อำนวยความสะดวกในการใช้

# อุปกรณ์การแพทย์ไทย

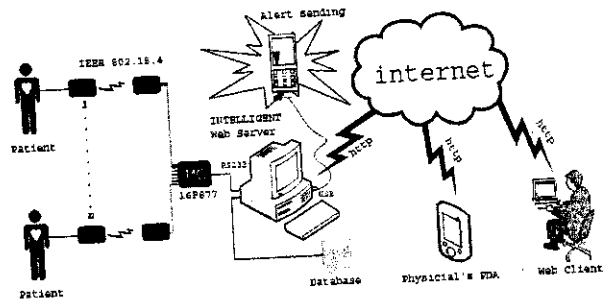
งาน ข้อมูลที่ได้จากการวัดแต่ละจุดจะถูกนำมารวม แสดงผลบนหน้าจอของอุปกรณ์ โดยที่ไม่สามารถ เก็บข้อมูลในลักษณะของข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ได้ แพทย์ผู้รักษาจึง ไม่สามารถดูข้อมูลย้อนหลัง ได้ ในกรณีที่ผู้ป่วยนั้นพักอยู่ในโรงพยาบาลเพื่อรอทำการ รักษาผู้ป่วย เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินไม่อาจจะดูแลผู้ป่วย ได้อย่างทันทั่วถึง

ในงานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบการส่งสัญญาณ คลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือที่เรียกสั้น ๆ ว่าอีซีจี (ECG) โดย พัฒนาเป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบพกพาติดตัวผู้ป่วย อยู่ตลอดเวลา เพื่อใช้สำหรับการส่งคลื่น ไฟฟ้าหัวใจ ผ่านทางคลื่นความถี่สูงยวดยิ่ง (Ultra High Frequency, UHF) ที่ทำให้แพทย์ผู้รักษาสามารถวินิจฉัยและรักษา ผู้ป่วยได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยความสามารถในการ ติดต่อผ่านทางระบบเครือข่าย โดยเฉพาะ โพรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ทำหน้าที่รับ ส่งสัญญาณและเพิ่มข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ต ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องลูกข่าย สามารถ แสดงผลเส้นกราฟของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และนำข้อมูล เหล่านั้นเก็บไว้ลงฐานข้อมูลเพื่อนำไปตรวจหาความ ผิดปกติของอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วยได้ เมื่อ เกิดกรณีฉุกเฉินสามารถแจ้งให้ผู้ดูแลและแพทย์ทราบ ได้ทันเวลา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการที่จะลดอัตรา การเสียชีวิตของผู้ป่วยจากโรคหัวใจวายฉับพลัน เนื่องจากรักษาไม่ทันได้

## 2. วัตถุประสงค์

ในการพัฒนาระบบประมวลผลสัญญาณอีซีจี โดยมีระบบศูนย์กลางข้อมูลนี้จะพัฒนาเครื่องมือ ทางการแพทย์ในการดูแลผู้ป่วยให้มีต้นทุนที่ต่ำลง มีขนาดเล็กพกพาได้สะดวก สามารถส่งข้อมูลได้ ทุกเวลา โดยให้มีความฉลาดในการทำงานของระบบ ศูนย์กลางของข้อมูล ซึ่งแพทย์และผู้ดูแลผู้ป่วย สามารถดูผลการแสดงข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบของฐาน ข้อมูลออนไลน์ที่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

ในการออกแบบการพัฒนาแบบนี้จะรองรับ การเชื่อมต่อของผู้ป่วยที่อยู่ในบริเวณโรงพยาบาล หรือ ใกล้ ๆ กับโรงพยาบาล มีระยะทางจำกัด โดยที่ ตัวผู้ป่วยจะติดอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ และใช้ พื้นฐานของการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจติดที่บริเวณ หน้าอกของผู้ป่วย ซึ่งระบบที่ออกแบบนี้จะรองรับ ผู้ป่วย ที่เชื่อมต่อได้หลายคน โดยมีโครงสร้างโดยรวม ของ ระบบดังแสดงในรูปที่ 1 ประกอบด้วยอุปกรณ์ พกพาสำหรับผู้ป่วย คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์หรือ ศูนย์กลางข้อมูลของโรงพยาบาล และเว็บเบราว์เซอร์ สำหรับเรียกแสดงข้อมูล



รูปที่ 1 โครงสร้างของระบบรับส่งสัญญาณอีซีจี

อุปกรณ์พกพาสำหรับผู้ป่วยทำหน้าที่ในการตรวจ เช็กสัญญาณเบื้องต้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และ ทำหน้าที่ในการควบคุมการส่งสัญญาณที่ได้รับจาก เซนเซอร์ที่ตัวผู้ป่วยส่งผ่านตามมาตรฐานการส่ง สัญญาณ IEEE 802.15.4 โดยเลือกใช้โมดูล ZIGBee และที่คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลจะทำ หน้าที่รับข้อมูลจากผู้ป่วยระบุตัวตนของผู้ป่วยและส่ง ให้กับคอมพิวเตอร์แสดงผล วิเคราะห์ และจัดเก็บ ข้อมูล ภายใต้การทำงานจะมีการวิเคราะห์สัญญาณ ที่ผิดปกติ และสามารถส่งข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์ ไปยังโทรศัพท์ของแพทย์ได้ ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อเพื่อ ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ โดยมีระดับ การใช้งานคือ ผู้ดูแลระบบ แพทย์ผู้รักษา และบุคคล ทั่วไป

### 3. วิธีการวิจัย

การพัฒนาจะแบ่งส่วนของการทดลองออกเป็น การสร้างชุดส่งสัญญาณ การบริหารจัดการข้อมูล การประมวลผลสัญญาณ และการรองรับผู้ใช้งาน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

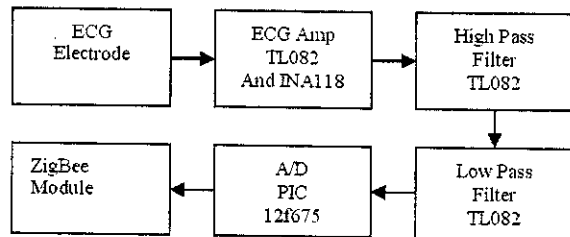
#### 3.1 การสร้างอุปกรณ์ส่งสัญญาณอิซีบีแบ

##### พทพ

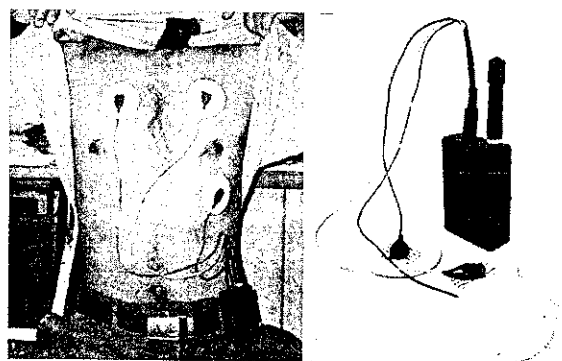
อุปกรณ์นี้จะมีพื้นฐานการทำงานของ การวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยใช้การตรวจจับสัญญาณจากผิวกายของผู้ป่วย คลื่นไฟฟ้าจะแสดงเป็นค่าความต่างศักย์ออกมา และจากความต่างศักย์ของไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาใช้ศึกษาการทำงานของหัวใจได้ การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผิวกายจะใช้หลักการของ วางแผ่นโลหะติดแนบกับผิวหนัง ซึ่งจะเป็นตัวรับ ความต่างศักย์ของไฟฟ้าแล้วส่งมาตามสายสัญญาณ ซึ่งสัญญาณที่ได้จะมีแถบกว้าง (bandwidth) อยู่ใน ช่วงระหว่าง 0.5 -100 Hz ซึ่งบางครั้งก็อาจสูงขึ้นถึง 1 KHz โดยที่ความสูงของสัญญาณจากยอดถึงยอด ประมาณ 1 mV ซึ่งมากกว่าสัญญาณรบกวนจากภายนอก 50-60 Hz สำหรับสัญญาณรบกวน หรือความถี่ รบกวนอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นอาจมาจากตัวผู้ป่วยเอง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการขยายสัญญาณและการลด สัญญาณรบกวน โดยใช้อุปกรณ์ขยายสัญญาณ ประเภทแอ็กทีฟ (Active device) ได้แก่ อป-แอมป์ (Operational Amplifier, Op-Amp) เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่ปนมากับความถี่ 50 Hz ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งสัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณอนาล็อกและจะถูกส่ง ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC12F675 ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณเป็นสัญญาณดิจิทัลและ ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะมีหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้งานด้วย ในการเริ่มต้นส่งข้อมูลการหยุดการ ส่งข้อมูล และตรวจเช็คความพร้อมของสัญญาณ ที่ได้อย่างต่อเนื่อง โดยส่งสัญญาณและสถานะของ สัญญาณไปยัง ชุดโมดูลส่งสัญญาณ ZigBee IEEE 802.15.4 โดยส่งสัญญาณเป็นคลื่นความถี่ในย่าน

ยูเอชเอฟ ซึ่งคุณสมบัติของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณ นี้จะเป็น โมดูล รับส่งสัญญาณไร้สายย่านความถี่ 2.4 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่วิทยุสำหรับงานทางด้านเครือข่ายไร้สายโดยใช้พลังงานในการส่งสัญญาณเพียง 20 mW (ที่แรงดัน 3.3 โวลต์) รับส่งข้อมูลอัตราความเร็ว 250Kbps ที่ระยะทางการรับส่ง 100-1200 เมตร โดยเลือกปรับที่กำลังส่ง ที่ 60 mW - 100 mW สายอากาศแบบชิป (Chip antenna) สามารถเชื่อมต่อสัญญาณได้ง่าย มีความถูกต้องสูง และเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานได้ง่ายโดยใช้มาตรฐานของ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

อุปกรณ์ส่งสัญญาณชิปแบบพทพที่พัฒนาขึ้นนี้จะส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องในเวลาจริง สามารถส่งสัญญาณได้ตลอด 24 ชั่วโมง ผู้ใช้สามารถใช้งานง่ายได้ง่าย มีสถานะในการรับสัญญาณ และสถานะในการเชื่อมต่อกับเครื่องรับปลายทาง ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 โครงสร้างของอุปกรณ์ส่งสัญญาณอิซีบีแบพทพ

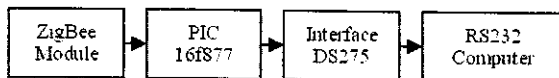


รูปที่ 3 อุปกรณ์ส่งสัญญาณอิซีบีแบพทพ

### 3.2 คอมพิวเตอร์ศูนย์กลางข้อมูล

คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลจะเป็นศูนย์กลางของข้อมูลทำหน้าที่ในการประมวลผล จัดเก็บและตรวจสอบสัญญาณของผู้ป่วยสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังแพทย์และผู้ดูแลผู้ป่วยได้ในกรณีฉุกเฉิน ประกอบไปด้วยชุดอุปกรณ์รับข้อมูล โปรแกรมสำหรับรับและจัดเก็บข้อมูล และส่วนของการประมวลผลสัญญาณ

#### 3.2.1 ชุดอุปกรณ์รับสัญญาณอีซีจี



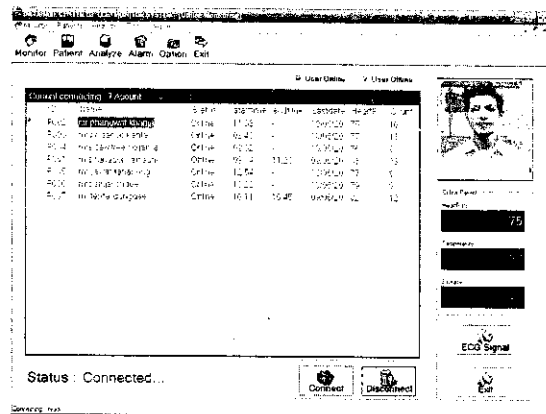
รูปที่ 4 ชุดอุปกรณ์รับสัญญาณอีซีจี

ชุดอุปกรณ์รับสัญญาณจะเชื่อมกับคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาล โดยต่อกับพอร์ตอนุกรมทำหน้าที่ในการ การตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต้นทางกับปลายทางและรวมสัญญาณของผู้ป่วยหลายรายเข้าด้วยกันด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877 เพื่อให้สามารถรองรับการส่งสัญญาณของผู้ป่วยหลายรายได้ในเวลาเดียวกัน และส่งสัญญาณที่เป็นแบบดิจิตอลอยู่แล้วผ่านพอร์ตอนุกรมด้วยไอซีอินเตอร์เฟซเบอร์ DS275 เพื่อส่งสัญญาณให้โปรแกรมทำการแยกสัญญาณและประมวลผลต่อไป

#### 3.2.2 การรับและจัดเก็บข้อมูลสัญญาณ อีซีจี

คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลจะรองรับการส่งสัญญาณของผู้ป่วยหลายคนได้ในเวลาเดียวกันซึ่ง โปรแกรมที่พัฒนาบนเซิร์ฟเวอร์พัฒนาด้วย Visual Basic มีการทำงานแบบมัลติเทรคประมวลผลแยก คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูล และการประมวลผลสัญญาณ ในส่วนของการรับและการจัดเก็บข้อมูลนี้จะสามารถแสดงสถานะการเชื่อมต่อของผู้ป่วยแต่ละคนได้และแสดงกราฟสัญญาณของผู้ป่วยหลายคนได้ในเวลาเดียวกันในการ

ทำงานอีกส่วนหนึ่งคือการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลออนไลน์ซึ่งใช้ฐานข้อมูลเป็น MySQL เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้ที่เชื่อมต่อกับเว็บเซอร์วิสได้



รูปที่ 5 โปรแกรมรับและประมวลผลข้อมูล

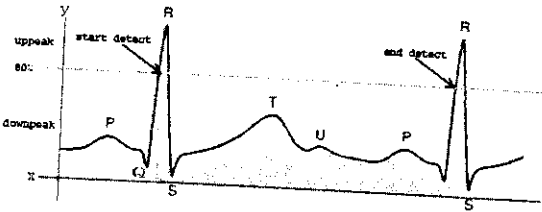
#### 3.2.3 การประมวลผลสัญญาณอีซีจี

ประมวลผลสัญญาณของคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยใช้ส่วนประกอบของคลื่นที่นำมาวิเคราะห์คือ จุด P wave เป็นผลรวมทางไฟฟ้าที่เกิดจากกล้ามเนื้อหัวใจห้องบนหดตัวก่อนที่หัวใจห้องบนจะบีบตัว จุด QRS wave เป็นผลรวมทางไฟฟ้าที่เกิดจากกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างหดตัวเกิดขึ้นก่อนที่หัวใจห้องล่างจะบีบตัว และจุด T wave เป็นผลรวมทางไฟฟ้าที่เกิดจากกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างเกิดหดตัวก่อนที่หัวใจห้องล่างจะคลายตัว

คลื่นไฟฟ้าหัวใจบอกให้เราทราบข้อมูลเกี่ยวกับหัวใจ เช่น จังหวะการเต้น ความสม่ำเสมอ การนำไฟฟ้าในหัวใจ ชนิดของการเต้นผิด โรคหัวใจโต กล้ามเนื้อหัวใจตาย กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดความผิดปกติของระดับเกลือแร่บางชนิดในร่างกาย เป็นต้น

ในการทำงานของโปรแกรมรับสัญญาณและแสดงผล เบื้องหลังการทำงานจะตรวจสอบสัญญาณที่รับเข้ามาก่อนทำการบันทึกลงฐานข้อมูล โดยทำการประมวลผลสัญญาณ ด้วยวิธีการหาจำนวนข้อมูลที่แสดงเป็นสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 6 เป็นวิธีการวิเคราะห์หาจำนวนอัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาที

โดยเทียบจากสัญญาณอัตราของการเต้นหัวใจของผู้ป่วยใน 1 คาบเวลา เพื่อตรวจสอบหาความผิดปกติของผู้ป่วยในกรณีที่หัวใจเต้นเร็วเกินไปหรือช้าเกินไปหรือหัวใจหยุดเต้นลง ในกรณีฉุกเฉินที่ตรวจพบความผิดปกตินี้โปรแกรมจะส่งสัญญาณเตือนให้ผู้ดูแลทราบเป็นเสียงสัญญาณเตือนที่ติดตั้งอยู่ในโรงพยาบาล และตรวจเช็คข้อมูลที่คอมพิวเตอร์ เซอร์ฟเวอร์หรือคอมพิวเตอร์ที่ต่อระบบเน็ตเวิร์คและอีกส่วนหนึ่งจะทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณเป็นข้อความผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์ไปยังแพทย์ผู้ดูแล ซึ่งในการทำงานของการตรวจสอบสัญญาณนี้ผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่จะให้อยู่ในช่วงของการฉุกเฉินได้



รูปที่ 6 การประมวลผลสัญญาณอีซีจี

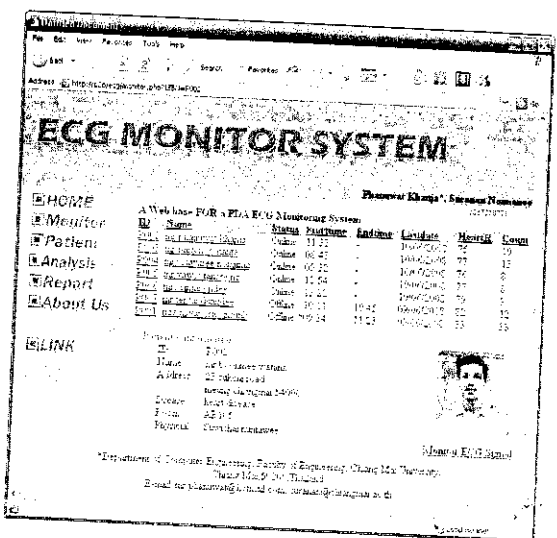
แพทย์หรือผู้ดูแลผู้ป่วยสามารถเชื่อมต่อระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์เพื่อการประมวลผลสัญญาณได้ โดยจะเป็นการวิเคราะห์สัญญาณที่จุด PQRST โดยเทียบกับเวลาที่เกิดสัญญาณ เพื่อเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการวินิจฉัยโรค โดยข้อมูลที่ได้อาจถูกนำมาแปลผลอีกครั้งโดยอาศัยประวัติการตรวจร่างกาย ข้อมูลการรักษา และความชำนาญในการวินิจฉัยของของแพทย์

3.3 เว็บเซอร์วิสการแสดงผลสัญญาณอีซีจี

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นศูนย์กลางของข้อมูลจะประกอบด้วย Apache Web Server รุ่น 2.2.3 PHP Script Language รุ่น 5.1.6 และ MySQL Database รุ่น 5.0.24a เว็บเซอร์วิสที่เป็นเว็บให้บริการเชื่อมต่อกับผู้ใช้พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา PHP จะประกอบไปด้วยส่วนของการแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อของผู้ป่วย

การแสดงผลสัญญาณอีซีจีเป็นรูปกราฟส่วนของการแสดงรายละเอียดของผู้ป่วย การหาอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ และแสดงในส่วนของการนำกราฟมาช่วยในการวิเคราะห์วินิจฉัยโรค ดังรูปที่ 7

เว็บเซอร์วิสสำหรับแสดงผลสัญญาณอีซีจีนี้ จะมีการทำงานอยู่ 3 ระดับคือ ระดับผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลของผู้ป่วย รายละเอียดทางการแพทย์ของผู้ป่วย และการอ้างอิงหมายเลขของอุปกรณ์ที่จัดให้ผู้ป่วยพกพาเพื่อระบุตัวตนของสัญญาณที่ส่งมาได้ ระดับของแพทย์หรือผู้ดูแลผู้ป่วยสามารถที่จะเชื่อมต่อเพื่อเช็คสถานะการเชื่อมต่อของผู้ป่วย ข้อมูลข่าวสารทางการแพทย์ของผู้ป่วยแสดงผลสัญญาณอีซีจีที่ผู้ป่วยส่งมาเก็บไว้ที่ศูนย์กลางข้อมูล และสามารถวิเคราะห์สัญญาณเพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรคได้ ในส่วนของผู้ใช้ทั่วไปเช่น ผู้ป่วยญาติผู้ป่วยสามารถที่จะเชื่อมต่อเพื่อดูข้อมูลทางการแพทย์เบื้องต้น รายละเอียดของผู้ป่วยเช่น โรคที่กำลังทำการวินิจฉัยอาการหรือห้องพยาบาลของผู้ป่วยเป็นต้น ซึ่งในการใช้งานทั้งหมดจะสามารถเชื่อมต่อได้ง่ายโดยใช้คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต และสามารถใช้งานได้กับเว็บเบราว์เซอร์ที่อยู่บนคอมพิวเตอร์ขนาดพกพา และโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้



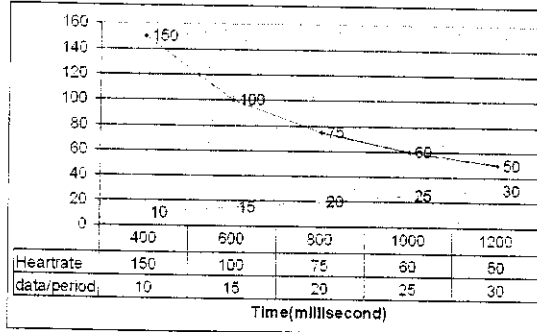
รูปที่ 7 เว็บเซอร์วิสของการแสดงผล สัญญาณ อีซีจี

#### 4. ผลการทดลอง

จุดมุ่งหมายของระบบนี้คือการพัฒนาศูนย์กลางข้อมูลของระบบ รับส่งสัญญาณอีซีจีผู้ป่วยที่อยู่ในโรงพยาบาล โดยมีคอมพิวเตอร์เซอร์เฟอร์เป็นศูนย์กลางของข้อมูล สามารถที่จะประมวลผลข้อมูลและตรวจสอบสัญญาณได้แทนการเฝ้าติดตามดูแลผู้ป่วยด้วยผู้ดูแลที่ต้องติดตามตลอด 24 ชั่วโมง

ในการพัฒนานี้ได้ทำการทดลองโดยการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยอุปกรณ์ขนาดเล็กที่ติดกับตัวผู้ป่วยและทดลองส่งสัญญาณ สามารถที่จะส่งสัญญาณอีซีจีจากผู้ป่วยเข้ามายังระบบศูนย์กลางข้อมูล เก็บบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลได้ และในส่วนของ การแสดงผลแบบเวลาจริงสามารถที่จะแสดงผลสัญญาณอีซีจีของผู้ป่วยที่ได้ทำการเชื่อมต่อได้ในเวลาเดียวกัน สามารถที่จะวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ป่วยแยกของแต่ละคนได้ในกรณีฉุกเฉินได้ทดลองโดยการวัดสัญญาณในตำแหน่งที่ระดับสัญญาณอีซีจีอ่อนระบบสามารถที่จะตรวจพบสัญญาณที่ผิดปกติได้ และส่งข้อความไปยังแพทย์ได้

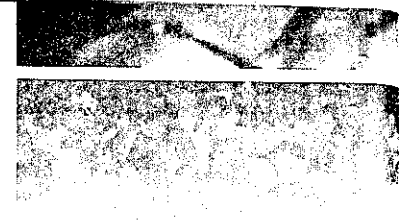
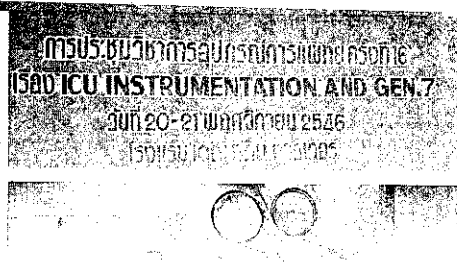
จากการทดลองอุปกรณ์รับสัญญาณ 1 ชุดที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เซอร์เฟอร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อของผู้ป่วยได้จำนวน 8 คน สามารถรับส่งข้อมูลได้ไกลในระยะ 100 เมตร การตรวจสอบหาอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติเพื่อส่งสัญญาณเตือนนั้นได้กำหนดช่วงของอัตราการเต้นของหัวใจที่ปกติไว้ที่ 60-100 ครั้งต่อนาที ซึ่งหาค่าได้จาก การเทียบเวลาจากอุปกรณ์ในการส่งข้อมูลที่มีค่าหน่วยเวลาในการส่งข้อมูลแต่ละค่าไว้ที่ 40 มิลลิวินาที เมื่อมีการส่งสัญญาณของผู้ป่วยแต่ละรายจึงทำให้สามารถคำนวณ หาอัตราการเต้นของหัวใจได้โดยเทียบจาก ความเวลาของการเกิดสัญญาณ 1 ลูกคลื่น ซึ่งสัญญาณ จะมีความแตกต่างกันตามสุขภาพร่างกายของผู้ป่วย การแปรผันในการคำนวณหาอัตราการเต้นของหัวใจ ดัง แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบเวลาในการวิเคราะห์หาอัตราการเต้นของหัวใจ

ในการแสดงผลที่เซอร์เฟอร์สามารถที่จะแสดงผลได้ตรงตามเวลาจริง โดยต้องกำหนดเวลาที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณเป็น 40 มิลลิวินาทีในการแสดงผลแต่ละค่าของส่งสัญญาณ และเมื่อมีทดลองให้มีความผิดปกติของสัญญาณ โปรแกรมจะส่งสัญญาณเตือนในบริเวณ โรงพยาบาลและส่งข้อความไปยังโทรศัพท์มือถือของแพทย์ใช้เวลา 12 วินาที ในส่วนของผู้ใช้ที่เชื่อมต่อด้วยเว็บเบราว์เซอร์ ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ในการเพิ่มข้อมูลและรายละเอียดทางการรักษาของผู้ป่วยและจัดลำดับของผู้ป่วยเทียบกับอุปกรณ์ของการส่งสัญญาณได้ง่าย ส่วนของแพทย์สามารถเชื่อมต่อเพื่อขอแสดงผลสัญญาณอีซีจีในลักษณะเป็นกราฟสัญญาณ และสามารถทราบอัตราการเต้นของหัวใจได้จากการวิเคราะห์สัญญาณ แพทย์สามารถเรียกแสดงข้อมูลรายละเอียดในส่วนต่างๆของผู้ป่วยได้ ส่วนของบุคคลทั่วไปสามารถที่จะเชื่อมต่อเพื่อดูข้อมูลเบื้องต้นของผู้ป่วยได้ ผู้ใช้ที่เชื่อมต่อสามารถเชื่อมต่อได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตและสามารถใช้งาน ได้กับเว็บเบราว์เซอร์ที่อยู่บนคอมพิวเตอร์ขนาดพกพา และโทรศัพท์มือถือที่เชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ซึ่งเพิ่มความสะดวกในการเชื่อมต่อข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น





## 5. สรุปผลการทดลอง

การออกแบบระบบศูนย์กลางในการประมวลผลสัญญาณอีซีจีสามารถที่จะทำงานได้ตามการออกแบบซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์การส่งสัญญาณศูนย์กลางประมวลผลข้อมูล และเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับผู้ใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่แพทย์และผู้ดูแลได้ โดยอุปกรณ์ส่งสัญญาณมีความถูกต้องในการส่งสัญญาณสูง และสามารถเชื่อมต่อได้รวดเร็ว มีขนาดเล็ก ใช้งานได้ง่าย และประหยัดค่าใช้จ่าย ส่วนของศูนย์กลางของข้อมูลสามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบรองรับการใช้งานของผู้ใช้ผ่านระบบเครือข่าย และมีการประมวลผลสัญญาณเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินสามารถส่งสัญญาณเตือนไปยังแพทย์ผู้ดูแลได้ ส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์จะเพิ่มความสะดวกในการเชื่อมต่อใช้งาน สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทุกรุ่นที่ต่อระบบเน็ตเวิร์ค และมีเว็บเบราว์เซอร์

ในการพัฒนาต่อไปจะเป็นเรื่องการพัฒนาฟังก์ชันในการตรวจสอบสัญญาณให้มีความฉลาดในการตรวจสอบความคิดปกติของสัญญาณได้มากขึ้น สามารถการวินิจฉัยโรค หรือทำนายสัญญาณได้ล่วงหน้า โดยใช้ประวัติทางการแพทย์ของผู้ป่วยมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

### เอกสารอ้างอิง

[1] Cano-Garcia, J.M., Gonzalez-Parada,E., Alarcon Collantes, V., and Casilari-Perez, E., PDA-based portable wireless ECG monitor for medical personal area networks, *Electrotechnical Conference, 2006. IEEE Mediterranean*, pp. 713-716, 16-19 May. 2006.

[2] Fahim Sufi, Qiang Fang, Mahmoude, S.S., and Cosic, I., A Mobile Phone Based Intelligent Telemonitoring Platform, *Medical Devices and Biosensors, 2006. 3rd IEEE/EMBS International Summer School*, pp. 101 -104, 4-6 Sept. 2006

[3] Wu Shui-cai, and Bai Yiang-pin, Study on dynamic electrocardiogram system with function of ECG tele-transmission, *Radio Science Conference, 2004. Pro-*

*ceedings. 2004 Asia-Pacific*, pp. 226 - 227, 24-27 Aug. 2004.

[4] Baoming Wu, Yu Zhuo, Xinjian Zhu, Qingguang Yan, Lingyun Zhu, and Gang Li, □ A Novel Mobile ECG Telemonitoring System, □ *Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the 2005*, pp. 3818 - 3821, 2005.

[5] Dakun Lai, and Zuxiang Fang, □ Real-Time Remote Monitoring of Out-of-Hospital Patients Especially with High Risk Heart Diseases, □ *Complex Medical Engineering, 2007. CME 2007. IEEE/ICME International Conference on*, pp. 332 - 335, 23-27 May. 2007.



นายภาณุวัฒน์ ชันจา ปัจจุบันกำลังศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ทำงานวิจัยทางด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวการแพทย์



รองศาสตราจารย์ สุรนนท์ น้อยมณี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวัสดุศาสตร์ (Medical Sensor) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์

ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความสนใจ งานวิจัยทางด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวการแพทย์ เป็นอุปนายกสมาคมวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์ไทย อีกทั้งทำงานวิจัยร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย Kagawa ประเทศญี่ปุ่น สิ่งประดิษฐ์ได้แก่ อุปกรณ์เตือนผู้ป่วยทางฟิสิกส์ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือแบบเวลาจริง มีบทความทางวิชาการในระดับชาติและนานาชาติกว่า 20 บทความ