

ระบบบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ A Mobile-based Heart Rate Information Management System

เบญจวรรณ อินทะ (Benjawan Intara)* พาณิชย์ สุกโคต (Panich Sudkhot)*
และ จัตรตระกูล สมบัติธีระ (Chattrakul Sombattheera)*

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับจัดเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจในการวินิจฉัยโรค ซึ่งถือเป็นการสนับสนุนการรักษาผู้ป่วยให้แก่แพทย์ รวมทั้งยังสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนแพทย์ในกรณีที่อัตราการเต้นหัวใจผิดปกติได้อย่างทันท่วงที ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อประยุกต์ใช้ในสารสนเทศทางการแพทย์ โดยการออกแบบและพัฒนาระบบวัดอัตราการเต้นของหัวใจประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ แสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจในรูปแบบของกราฟบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และบนเว็บไซต์ของโรงพยาบาล จากผลการทดสอบระบบต้นแบบสามารถจัดเก็บและแสดงข้อมูลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย รวมทั้งแสดงข้อมูลบนเว็บไซต์ของโรงพยาบาล ซึ่งทำให้มีความสะดวกในการแสดงข้อมูลเพื่อวินิจฉัยโรค รวมทั้งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย

คำสำคัญ: คลื่นหัวใจ โทรศัพท์มือถือ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ สัญญาณบลูทูธ

Abstract

The development of wireless network for heart rate monitoring system aims at developing tool for storing heart rate information in order for being supporting the diagnosis and treatment. Also, the system can send messages to the

doctor when the heart rate becomes abnormal. This research has developed a new technology which can be applied in Medical. The system was designed and developed to be used in wireless network and present the information about heart rate in graphic format on mobile phone and typical web form. From the experiment on storing and presenting data on mobile phone and web form, the users were satisfied with convenience in acquiring information necessary for diagnosis and increases efficiency in prevention and treatment.

Keyword: Heart Rate, Mobile phone, heart rate measurement, Bluetooth signal.

1. บทนำ

ปัญหาการเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจเป็นหนึ่งในปัญหาทางสาธารณสุข และมีปริมาณสูงติด 1 ใน 3 ของสาเหตุการเสียชีวิตของประชาชนในประเทศไทย [1] ซึ่งแยกเป็นผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด โรคลิ้นหัวใจรั่ว โรคกล้ามเนื้อหัวใจโต โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะและโรคเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ

อาการที่ผิดปกติเบื้องต้นของร่างกายที่บ่งชี้ว่ามีอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ เช่น ใจสั่น หัวใจเต้นแรง เหนื่อยง่ายเวลาออกกำลังกาย เจ็บหน้าอก หน้ามืด เป็นลม อาการเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากโรคหัวใจที่เป็นอยู่คือ ดัชนีชี้วัดว่าขณะนั้นผู้ป่วยมีความเสี่ยงสูงต่อการเสียชีวิต และสิ่งที่สำคัญยิ่งในการตรวจรักษาหรือวินิจฉัยโรคหัวใจให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วคือ เครื่องมือที่สามารถช่วยแพทย์ในการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยได้ ส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูก

* ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

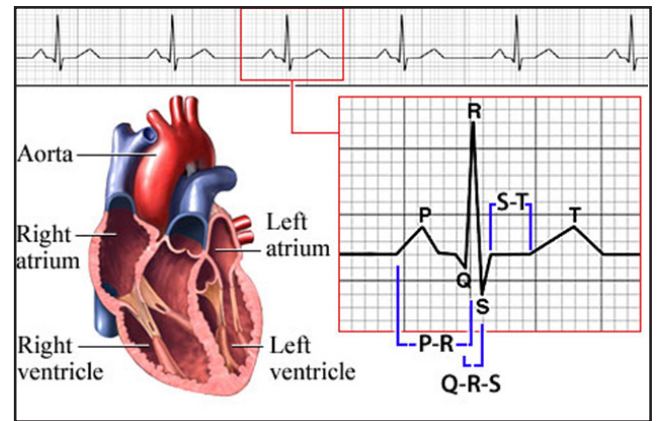
ต้องและเหมาะสม ซึ่งในการเข้ารับการรักษาี้ก็รวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ผู้ป่วยที่มีรายได้น้อยอาจจะไม่มีค่ารักษาที่เพียงพอต่อการเข้ารับการรักษา รวมไปถึงผู้ป่วยที่ต้องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจและต้องรอคิวที่โรงพยาบาลกว่าผู้ป่วยจะเดินทางมาถึงโรงพยาบาลอาการหรือคลื่นหัวใจขณะที่ผิดปกติอาจจะหายไป ทำให้แพทย์ไม่สามารถวินิจฉัยได้

จากปัญหาดังกล่าวนักวิจัยจึงพัฒนาการบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและมีประสิทธิภาพในการตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งประกอบไปด้วยการประมวลผลข้อมูลดิบจากเครื่องวัดเพื่อแปลงข้อมูลการเต้นของหัวใจ รวมทั้งความสามารถในการแสดงผลที่สามารถอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ลักษณะการเต้นของหัวใจให้แก่แพทย์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางด้านการรักษา โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจมาประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ และพัฒนาซอฟต์แวร์บนแพลตฟอร์มของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อการส่งผ่านข้อมูลที่ตรวจวัดผ่านสัญญาณบลูทูธไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ ขณะที่ผู้ป่วยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถรายงานผลอัตราการเต้นของหัวใจแบบวินาทีต่อวินาทีผ่านทางหน้าจอของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย โดยอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีโปรแกรมที่ทำการต่อเชื่อมกับเครือข่ายจีพีเอสในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและส่งข้อมูลที่ไดจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจไปยังเซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลที่ผู้ป่วยรักษา และบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจลงฐานข้อมูลส่วนกลาง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมานำเสนอข้อมูลย้อนหลังแก่แพทย์และผู้ป่วยผ่านเว็บไซต์ของโรงพยาบาล นอกจากนี้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการอัตราการเต้นของหัวใจผิดปกติ ระบบจะทำการแจ้งเตือนแพทย์ประจำตัวผู้ป่วยผ่านทางข้อความ ซึ่งจะช่วยให้เรื่องของการเตรียมการรักษาได้อย่างทันเวลา สำหรับผู้ป่วยก็สามารถพบแพทย์ปรึกษาได้ดังกล่าวได้อย่างสะดวก ไม่ต้องเสียเวลาเดินทางมาตรวจวัดคลื่นหัวใจถึงโรงพยาบาล

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะคลื่นอัตราการเต้นของหัวใจปกติ

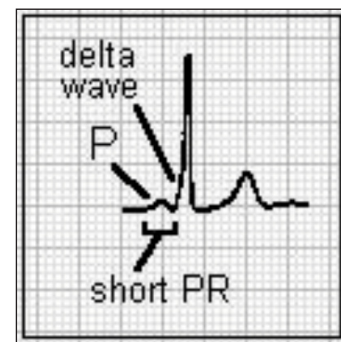
จากภาพที่ 1 แสดงอัตราการเต้นของหัวใจปกติ ซึ่งต้น



ภาพที่ 1 ตัวอย่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจปกติ [2]

ในอัตรา 60-100 ครั้ง/นาที (อาจแปรเปลี่ยนได้ตามลักษณะของแต่ละบุคคล โดยทั่วไป 50-120 ครั้ง อาจถือว่าปกติ) ลักษณะอัตราการเต้นของหัวใจปกติ จะมีลักษณะคลื่น P, Q, R, S, T ที่ปกติตามตำแหน่ง สม่่าเสมอ ระยะห่างเท่าๆ กัน ตลอด [2]

2.2 ลักษณะอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ



ภาพที่ 2 ตัวอย่างอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ [2]

จากภาพที่ 2 แสดงลักษณะของอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ ลักษณะของ PR interval < 0.12sec เรียกว่ามี short PR interval ซึ่งส่งผลให้ลักษณะของคลื่น P, Q, R, S, T แคบผิดปกติ [2]

2.3 ภาวะอัตราการเต้นหัวใจผิดปกติ

แบ่งออกได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) หัวใจเต้นช้าผิดปกติ หัวใจเต้นช้าผิดปกติ เรียกว่า Brady arrhythmia โดยทั่วไปคือน้อยกว่า 60 ครั้งต่อนาที แต่ในนักกีฬาที่ออกกำลังกายสม่ำเสมออาจมีหัวใจเต้นช้าเป็นปกติได้ ซึ่งอาจเกิดจากการรับประทานยาลดความดันบางชนิด

2) หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ เรียกว่า Tachyarrhythmia โดยทั่วไปคือเต้นเร็วกว่า 100 ครั้งต่อนาที

แต่ที่ทำให้เกิดอาการร้ายแรงมักเต้นเร็วกว่า 150 ครั้ง จากสาเหตุได้ 2 แบบคือ สาเหตุจากหัวใจห้องบน และสาเหตุจากหัวใจห้องล่าง

3) หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ ลักษณะคลื่น QRS แคบ หัวใจเต้นเร็วส่งผลให้คลื่น P หัวใจมีลักษณะเป็นฟันเลื่อย [3]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่างานวิจัยในอดีตพยายามสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ดังนี้

Vuorela และคณะ [4] ได้ทำการพัฒนาเครื่องวัดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจแบบพกพา สามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนคือ อุปกรณ์เครื่องวัดสัญญาณกับเครื่องควบคุมและสื่อสารตัวอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องวัดมีขนาดเล็ก (51 x 83 x 15 mm) และมีน้ำหนักเบา (48 กรัม) ดังภาพที่ 3 ข้อมูลที่วัดประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ความเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับปริมาตรของทรวงอก เพื่อชี้ให้เห็นอารมณ์หรือความรู้สึกของผู้ป่วย และกิจกรรม (ยืน เดิน นั่ง นอน) ของผู้ป่วย เพื่อใช้เปรียบเทียบว่าความเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วย มีสาเหตุมาจากเรื่องใด ตัวอุปกรณ์เครื่องควบคุมประกอบด้วยตัวประมวลผลขนาดเล็กที่ใช้พลังงานน้อย ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดให้อยู่ในรูปที่ต้องการและส่งข้อมูลไปยังระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลต่อไป งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพความแม่นยำของอุปกรณ์เมื่อผู้ป่วยทำกิจกรรมต่างๆ เช่น ออกกำลังกายหรือใช้แรงมากๆ หรือทำกิจกรรมอื่นๆ ที่ใช้ในภาวะที่ร่างกายปกติเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดที่เป็นมาตรฐานของข้อมูลเหล่านี้ และปรากฏผลที่น่าพอใจ



ภาพที่ 3 เครื่องวัดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจแบบพกพา [4]

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ยังขาดเรื่องการแจ้งเตือนในกรณีที่ผู้ใช้มีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ

Anliker และคณะ [5] ได้ทำการพัฒนาเครื่องวัดข้อมูลของผู้ป่วยด้วยโรคหัวใจ (cardiac/respiratory) ที่มีความเสี่ยงสูง ข้อมูลที่วัดประกอบด้วย คลื่นไฟฟ้าของหัวใจ ความดันโลหิต ปริมาณออกซิเจนในเลือด เช่น เซอร์ต่างๆ ที่ใช้ถูกประกอบรวมเข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ผูกติดกับข้อมือคล้ายกับนาฬิกาข้อมือที่มีหน้าปัดขนาดใหญ่ แสดงดังภาพที่ 4 สำหรับแสดงข้อมูลที่วัดได้ สามารถวิเคราะห์ ตรวจจับความผิดปกติของหัวใจ แจ้งเตือนเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินและเชื่อมโยงส่งผ่านข้อมูลที่วัดได้ไปยังโรงพยาบาลเพื่อการรักษาที่ถูกต้อง



ภาพที่ 4 AMON prototype [5]

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คืออุปกรณ์ที่สร้างขึ้นยังมีขนาดใหญ่และไม่สะดวกต่อการพกพาสำหรับผู้ป่วยพิรุฬห์ แก้วพังรังษี [6] ได้พัฒนาอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจหรืออีซีจี (ECG: Electrocardiogram) แบบ 12 ลีดที่สามารถพกพาติดตัวและมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา และมีราคาถูกกว่าเครื่องอีซีจีตามโรงพยาบาล รวมไปถึงการลดจำนวนอิเล็กโทรดให้น้อยลงกว่าเดิมให้เหลือ 6 อัน จากปกติต้องใช้ 10 อัน

ข้อดีของงานวิจัยนี้คือการลดจำนวนอิเล็กโทรดลงนั้นทำให้เกิดความสะดวกในการวัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งในกรณีที่ผู้ป่วยต้องเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นยังสามารถเก็บบันทึกข้อมูลลง USB Flash Drive ได้ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อนำเสนอข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแบบย้อนหลัง

แก่แพทย์ได้ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นยังมีข้อจำกัดในเรื่องของการพกพา เนื่องจากผู้ป่วยจะต้องสพายอุปกรณ์ไว้กับตัว ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีสายไฟที่ติดกับตัวอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 6 สาย แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลักษณะการติดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยอิเล็กทรอนิกส์ 6 อัน [6]

นอกจากนี้ในปัจจุบันทางธุรกิจเชิงพาณิชย์ มีหลายบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจขึ้น โดยการปรับปรุงลักษณะของอุปกรณ์ให้สะดวกต่อการพกพาในการกระทำกิจกรรมต่างๆ ของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็น Timex IRONMAN Run Trainer GPS + Heart Rate Monitor ของบริษัท DICK'S Sporting Goods ราคา 5,873 บาท, Wahoo Blue HR Heart Rate Strap ของบริษัท Wahoo Fitness ราคา 2,473 บาท และ Polar Wear Link ®+with Bluetooth transmitter ของบริษัท Polar [7] แสดงดังภาพที่ 6 เป็นตัวเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ที่มีความสามารถในการส่งข้อมูลที่ทำการวัดได้ผ่านสัญญาณบลูทูธ ไปยังโทรศัพท์มือถือ ซึ่งในส่วนนี้อุปกรณ์ทั้งสองตัวจะต้องทำการเชื่อมต่อสัญญาณหรือจับคู่กันก่อน และนอกจากนี้ผู้ใช้สามารถพกติดตัวไปทำกิจกรรมต่างๆ ได้ด้วย ไม่ว่าจะเป็น การออกกำลังกาย การเดินทาง การทำงาน เป็นต้น นับได้ว่า เป็นการนำความสามารถของเทคโนโลยีทั้งสองตัวมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างลงตัว

อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของอุปกรณ์คือ การแสดงกราฟอัตราการเต้นของหัวใจต้องอาศัยการส่งสัญญาณบลูทูธเพื่อแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้บนโทรศัพท์

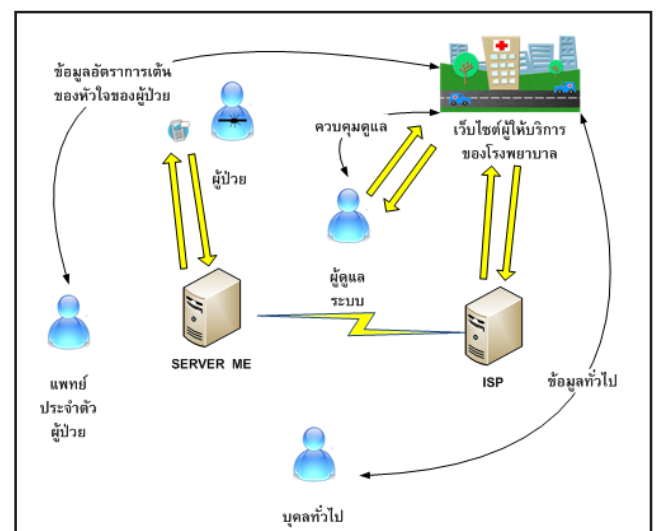


ภาพที่ 6 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นหัวใจ รุ่น Polar Wear Link ®+with Bluetooth transmitter [7]

มือถือราคาสูงคิดเป็นเงินไทย 2315.159 บาท ซึ่งยังไม่รวมค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

3. สถาปัตยกรรมของระบบ

งานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและได้ทำการออกแบบสถาปัตยกรรมซึ่งมีโครงสร้างหลักๆของระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้ ส่วนแรก ทางผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วยเพื่อจัดเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจที่ถูกส่งมาจากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยผ่านสัญญาณบลูทูธและนอกจากนั้นโปรแกรมยังสามารถดูข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจแบบเรียลไทม์ (Real time HR) และแบบย้อนหลัง (History HR) ได้ ส่วนที่สองการพัฒนาเว็บไซต์ซึ่งเป็นตัวกลางในการนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ป่วยและแพทย์ประจำตัวของผู้ป่วยและในอีกแง่ยังเป็นศูนย์กลางเพื่อนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ใช้ทั่วไปได้อีกด้วย ดังใน ภาพที่ 7 ซึ่งแสดงถึงสถาปัตยกรรมของระบบ



ภาพที่ 7 สถาปัตยกรรมของระบบ

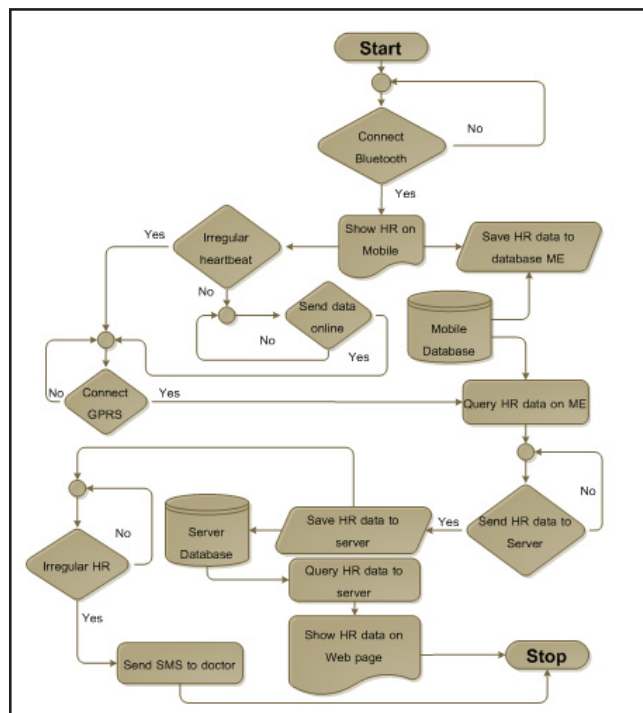
จากภาพที่ 7 ได้อธิบายถึงโครงสร้างของระบบทั้งหมด โดยมีเว็บไซต์เป็นจุดศูนย์กลางเพื่อติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและแพทย์ประจำตัวผู้ป่วย ในส่วนของผู้ป่วยนั้นจะมีอุปกรณ์ รุ่น Polar Wear Link ®+with Bluetooth transmitter ซึ่งเป็นเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจสามารถสวมใส่ติดกับหน้าอกได้ตลอดเวลา และมีโปรแกรมที่ทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย เพื่อรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อทำการเก็บข้อมูลและแสดงผล ค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ณ ปัจจุบันจากนั้นผู้ป่วยยังสามารถส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยเก็บบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจไว้ในส่วนกลางเพื่อเก็บเป็นโปรไฟล์ (History HR Profile) ของผู้ป่วยเอง กระทั่งให้แพทย์สามารถวินิจฉัยกราฟอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วยได้ และนอกจากนี้โปรแกรมยังมีฟังก์ชันในกรณีที่เกิดอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วยผิดปกติ ตัวระบบจะทำการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของแพทย์ประจำตัวผู้ป่วยเพื่อเตรียมการรักษาผู้ป่วยได้ทันที

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบและพัฒนาระบบนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ส่วนที่หนึ่งฮาร์ดแวร์ ใช้คอมพิวเตอร์ PC Core i5 3.30 GHz แรม 8 GB ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่และเว็บไซต์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung Jet S8003, Samsung Galaxy Mini S5570 ใช้ในการติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่และทดสอบระบบบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar Wear Link ® +with Transmitter Bluetooth ส่วนที่สองซอฟต์แวร์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาระบบ ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการนั้นได้ติดตั้งระบบปฏิบัติการ CentOS เวอร์ชัน 6.2 ใช้เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ในการทดสอบส่วนของเว็บแอปพลิเคชันบนเซิร์ฟเวอร์จริง ส่วนซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาระบบประกอบด้วย Samsung SDK 1.2, Android SDK, Net Beans IDE 6.9, Eclipse SDK 4.2.1, Java JDK 7, SQLite, MySQL, PHP, Adobe Dreamweaver 6 ฯลฯ

4. การออกแบบและพัฒนาระบบ

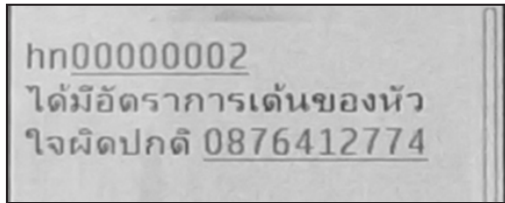
การพัฒนาการบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับอัตรา

การเต้นของหัวใจ ซึ่งประกอบไปด้วยการประมวลผลข้อมูลดิบจากเครื่องวัดเพื่อแปลงข้อมูลการเต้นของหัวใจ รวมทั้งความสามารถในการแสดงผลที่สามารถอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ลักษณะการเต้นของหัวใจให้แก่แพทย์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายทางการรักษา โดยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจมาประยุกต์ใช้เข้ากับเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ และพัฒนาซอฟต์แวร์บนแพลตฟอร์มของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อการส่งผ่านข้อมูลที่ตรวจวัดผ่านสัญญาณบลูทูธไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ ขณะที่ผู้ป่วยใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถรายงานผลอัตราการเต้นของหัวใจแบบวินาทีต่อวินาทีผ่านทางหน้าจอของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย ที่มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย Java ME (Mobile Edition) ซึ่งมีความสามารถรองรับได้ทุกระบบปฏิบัติการ สำหรับอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีโปรแกรมที่ทำการต่อเชื่อมกับเครือข่ายจีพีอาร์เอสโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและส่งข้อมูลที่ไดจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจไปยังเซิร์ฟเวอร์ของโรงพยาบาลที่ผู้ป่วยรักษา และบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจลงฐานข้อมูลส่วนกลาง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมานำเสนอข้อมูลย้อนหลังแก่แพทย์และผู้ป่วยผ่านเว็บไซต์ของโรงพยาบาล แสดงดังในภาพที่ 8 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบระบบทั้งหมด



ภาพที่ 8 การออกแบบระบบทั้งหมด

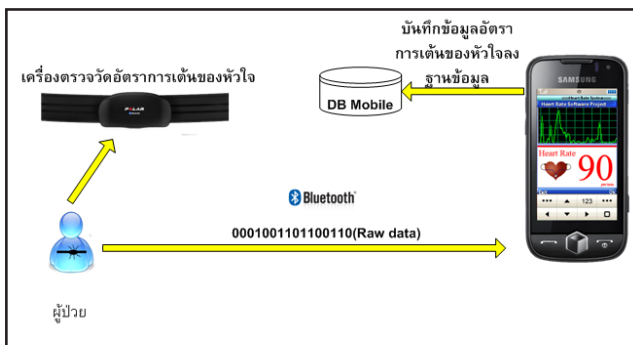
นอกจากนี้ในกรณีที่ผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ 1) หัวใจเต้นช้าผิดปกติคือน้อยกว่า 60 ครั้งต่อนาที 2) หัวใจเต้นเร็วผิดปกติคือเต้นเร็วกว่า 100 ครั้งต่อนาที ระบบต้นแบบของงานวิจัยนี้จะทำการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของแพทย์ประจำตัวผู้ป่วย แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ข้อความแจ้งเตือนแพทย์

จากภาพที่ 9 ระบบทำการแจ้งเตือนแพทย์ประจำตัวผู้ป่วย ผ่านทางข้อความ ซึ่งจะช่วยให้เรื่องของการเตรียมการรักษาได้อย่างทันเวลา สำหรับผู้ป่วยก็สามารถพกพาอุปกรณ์ดังกล่าวได้อย่างสะดวก ไม่ต้องเสียเวลาเดินทางมาตรวจวัดคลื่นหัวใจถึงโรงพยาบาล โดยมีรายละเอียดในการพัฒนาและออกแบบระบบต้นแบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนในการทำงานส่วนแรกคือ การทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่และส่วนที่สองการทำงานบนเว็บไซต์ ดังนี้

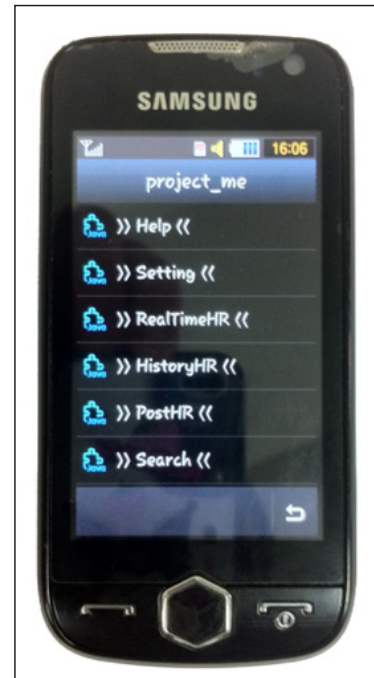
4.1 การทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่



ภาพที่ 10 การทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย

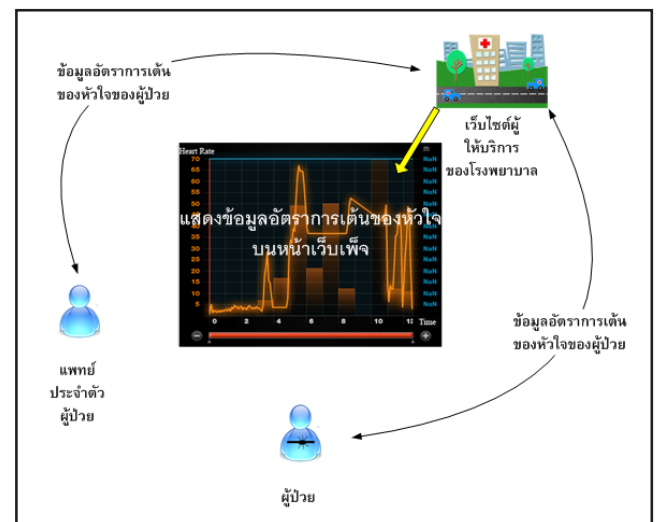
จากภาพที่ 10 แสดงถึงการออกแบบและการทำงานของระบบระหว่างเครื่องตรวจวัดและโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย โดยเครื่องตรวจวัดจะสวมใส่ไว้ที่หน้าอกของผู้ป่วย แล้วข้อมูลจะถูกส่งโดยผ่านสัญญาณบลูทูธ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อรับค่าอัตราการเต้นของหัวใจจากเครื่องตรวจวัด เพื่อเก็บค่าข้อมูลไว้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งสามารถดูอัตราการเต้นของหัวใจย้อนหลังได้ นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยผ่านเครือข่ายไร้สาย GPRS,

EDGE หรือ 3G งานวิจัยนี้พัฒนาโดยใช้ภาษา J2ME ในการพัฒนาซอฟต์แวร์บนแพลตฟอร์มของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังในภาพที่ 11 ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ทางผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมา



ภาพที่ 11 โปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ป่วย

4.2 การทำงานบนเว็บไซต์



ภาพที่ 12 ออกแบบการทำงานบนเว็บไซต์

จากภาพที่ 12 แสดงการทำงานบนเว็บไซต์ ผลจากการพัฒนาจะได้ดังภาพที่ 13 ซึ่งเป็นเว็บไซต์กลางในการนำเสนอข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจให้กับผู้ป่วยและแพทย์ประจำตัวผู้ป่วย นอกจากนี้ระบบยังแบ่งเป็นระบบสมาชิกและแอดมิน ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลต่างๆ ได้ ระบบสมาชิกแบ่งออก

2 สิทธิ์ดังนี้ 1) สิทธิ์ของผู้ป่วยสามารถดูข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของตนได้ 2) สิทธิ์ของแพทย์สามารถดูข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ป่วยในสังกัดได้ นอกจากนี้ผู้ป่วยและแพทย์ยังสามารถโต้ตอบผ่านกระดานถาม/ตอบได้อีกด้วย และระบบแอตมินนั้นสามารถจัดการกับสิทธิ์ต่าง ๆ ของแพทย์และผู้ป่วยได้ นอกจากนี้แพทย์ ผู้ป่วย แอตมิน ยังสามารถพิมพ์รายงานอัตราการเต้นของหัวใจตามสิทธิ์ที่ได้รับในรูปแบบ pdf ไฟล์ได้



ภาพที่ 13 เว็บไซต์ศูนย์กลางของผู้ป่วย, แพทย์และผู้ใช้

5. ขั้นตอนและผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบแสดงผลการเต้นของหัวใจในช่วงเวลา (ชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การนำเสนอข้อมูลบนโทรศัพท์เคลื่อนที่และบนเซิร์ฟเวอร์ซึ่งจากการทดลองตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจผ่านเครือข่ายไร้สาย มีกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 100 คน (ที่หมู่บ้านหนองบัว อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 25-30 ตุลาคม 2554) แบ่งเป็นประเภทตามช่วงอายุของบุคคล ได้แก่ ช่วงอายุ 20-30 ปี จำนวน 15 คน แบ่งเป็นชาย 5 คน หญิง 10 คน อายุ 31-40 ปี จำนวน 15 คน แบ่งเป็นชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุ 41-50 ปี จำนวน 15 คน แบ่งเป็นชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุ 51-60 ปี จำนวน 25 คน แบ่งเป็นชาย 13 คน หญิง 12 คน และอายุ 61 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 20 คน หญิง 10 คน สำหรับจำนวนผู้เข้าร่วมทดลองในแต่ละช่วงอายุผู้ใช้เกณฑ์จากสถิติการเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจ [1] (ระบุว่าเพศชายกลุ่มอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจคิดเป็น 26.01 อัตรา, เพศชายกลุ่มอายุ 15-59 คิดเป็น 20.20 อัตรา, เพศหญิงกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็น 15.19 อัตราและเพศหญิงกลุ่มอายุ 15-59 คิดเป็น 08.70 อัตรา) โดยดำเนินการ

ทดลองดังนี้

5.1 ขั้นตอนเตรียมการ

1) ผู้วิจัยอธิบายวิธีการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจรุ่น Polar Wear Link ® +with Bluetooth transmitter

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกข้อมูลตามผู้วิจัยกำหนดไว้

5.2 ขั้นตอนทดลอง

1) ให้ผู้เข้ารับการทดลองสวมอุปกรณ์เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

2) จากนั้นให้ผู้ทดลองทำกิจกรรมนั่ง เดิน วิ่ง

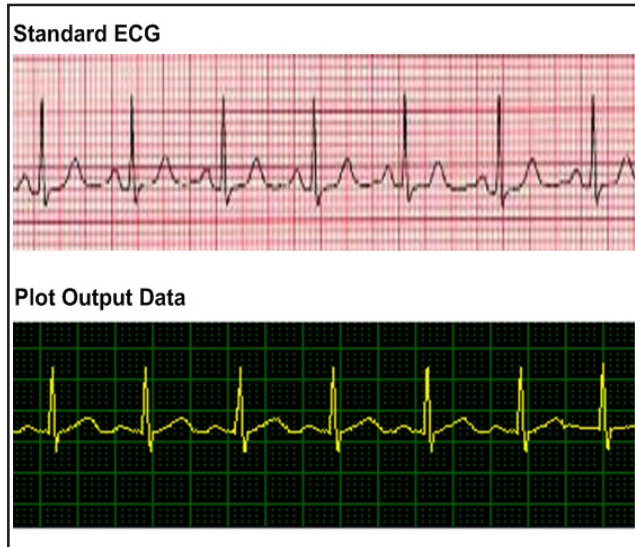
3) นำผลการทดสอบซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดงผลการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และสามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลที่เซิร์ฟเวอร์ ได้บันทึกลงในแบบการบันทึกข้อมูล

สามารถแสดงผลข้อมูลอัตราการเต้นหัวใจบนโทรศัพท์เคลื่อนที่และผลการส่งข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์คิดเป็นอัตราส่วนได้ 86 % จาก 100 คน แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งจำนวนทั้งหมดของข้อมูลที่ตรวจวัดและนำเสนอข้อมูลในส่วนของโทรศัพท์เคลื่อนที่และในส่วนของการส่งข้อมูลไปที่เซิร์ฟเวอร์ในแต่ละข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนั้นได้จากการจดบันทึกของผู้วิจัย

ตารางที่ 1 ร้อยละของจำนวนการส่งข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล

กลุ่ม	จำนวน	จำนวนการส่งและนำเสนอข้อมูล	คิดเป็นร้อยละ
ชาย			
20-30	10	7	70
31-40	10	8	80
41-50	10	9	90
51-60	10	12	92.31
61 ปีขึ้นไป	20	19	95
หญิง			
20-30	5	3	60
31-40	5	4	80
41-50	5	4	80
51-60	12	11	91.67
61 ปีขึ้นไป	10	9	90
รวมทั้งหมด	100	86	86

หลังจากการทดลองกับบุคคลแล้ว ผู้วิจัยได้นำลักษณะสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ โดยเครื่อง ECG มาเปรียบเทียบกับลักษณะสัญญาณไฟฟ้าหัวใจของผู้เข้าร่วม ทดลอง 1 คน แสดงดังภาพที่ 14 เป็นการเปรียบเทียบลักษณะคลื่นหัวใจมาตรฐาน ECG กับ ลักษณะอัตราการเต้นของหัวใจที่ทางผู้วิจัยได้ทำการ plot ข้อมูลที่ถูกส่งออกมาจากอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ Polar Wear Link ® +with Bluetooth transmitter



ภาพที่ 14 เปรียบเทียบลักษณะคลื่นหัวใจมาตรฐาน ECG [8] กับ คลื่นหัวใจบนโทรศัพท์ของงานวิจัยนี้

จากภาพที่ 14 แสดงให้เห็นลักษณะคลื่นอัตราการเต้นของหัวใจจากเครื่อง ECG มาตรฐานตามโรงพยาบาลกับผลลัพธ์คลื่นอัตราการเต้นของหัวใจที่แสดงผลบนโทรศัพท์ที่มีองค์ประกอบของคลื่น P, Q, R, S, T ที่ปกติตามตำแหน่งสม่ำเสมอ และสามารถตรวจวัดความแม่นยำของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะที่ผู้เข้าร่วมทดลองทำกิจกรรมได้ 86 คน โดยแบ่งตามกลุ่มชาย จำนวน 55 คน กิจกรรมนั่งร้อยละ 40.00, เดินร้อยละ 30.91, วิ่งร้อยละ 29.10 กลุ่มหญิง จำนวน 31 คนในกิจกรรมนั่งร้อยละ 38.71, เดินร้อยละ 32.26 และวิ่งร้อยละ 29.03 ดังตารางที่ 2

นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้จากกลุ่มผู้ทดลองและแพทย์ โดยให้กลุ่มผู้ทดลองและแพทย์ใช้งานระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น แล้วสอบถามความคิดเห็นของการใช้งานในด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชัน

ตารางที่ 2 ร้อยละของประสิทธิภาพการตรวจวัดอัตราการเต้นหัวใจที่แม่นยำ

กลุ่ม	จำนวน	กิจกรรม (ร้อยละ)		
		นั่ง	เดิน	วิ่ง
ชาย				
	55	40	30.91	29.10
หญิง				
	31	38.71	32.26	29.03
รวม	86	78.71	63.17	58.13

งานของระบบต้นแบบ (Function Test) ผลการประเมินจากผู้ร่วมทดลอง ทุกคนมีความเห็นด้านความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้าได้อย่างถูกต้อง ในระดับมากที่สุดร้อยละ 30 ระดับมากร้อยละ 30 ระดับปานกลางร้อยละ 25 ระดับน้อยร้อยละ 15 และความสามารถในการแสดงกราฟอัตราการเต้นของหัวใจในระดับมากที่สุดร้อยละ 40 ระดับมากร้อยละ 35 ระดับปานกลางร้อยละ 15 ระดับน้อยร้อยละ 40 และความสามารถในการดูข้อมูลย้อนหลังได้ระดับมากที่สุดร้อยละ 45 ระดับมากร้อยละ 40 ระดับปานกลางร้อยละ 15 และอุปกรณ์วัดคลื่นหัวใจสะดวกต่อการพกพาในระดับมากที่สุดร้อยละ 45 ระดับมากร้อยละ 30 ระดับปานกลางร้อยละ 25 และเมนูที่ใช้งานโทรศัพท์ง่ายต่อการใช้งานระดับมากที่สุดร้อยละ 50 ระดับมากร้อยละ 35 ระดับปานกลางร้อยละ 15 และการสื่อสารระหว่างผู้ป่วยกับแพทย์ระดับมากที่สุดร้อยละ 45 ระดับมากร้อยละ 30 ระดับปานกลางร้อยละ 25 รวมทั้งผลการประเมินจากแพทย์จำนวน 10 ท่าน ทุกท่านมีความคิดเห็นด้านความสามารถในการแจ้งเตือนกรณีหัวใจเห็นผิดปกติของผู้ป่วยในระดับมากที่สุดร้อยละ 60 ระดับมากร้อยละ 20 ระดับปานกลางร้อยละ 20 และความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลระดับมากที่สุดร้อยละ 80 ระดับมากร้อยละ 20 และความสามารถในการเก็บข้อมูลเพื่อนำกลับมาวินิจฉัยย้อนหลังได้ระดับมากที่สุดร้อยละ 60 ระดับมากร้อยละ 40 และการสื่อสารระหว่างแพทย์กับผู้ป่วยผ่านทางเว็บไซต์ระดับมากที่สุดร้อยละ 80 ระดับมากร้อยละ 20 และรายงานข้อมูล Heart rate ในรูปแบบไฟล์ PDF ในระดับมากที่สุดร้อยละ 80 ระดับมากร้อยละ 20 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของการใช้งานระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้น

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ (%)			
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย
ผู้เข้าร่วมทดลอง				
1. ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้าได้อย่างถูกต้อง	30	30	25	15
2. ความสามารถในการแสดง-กราฟอัตราการเต้นของหัวใจ	40	35	15	40
3. ความสามารถในการดูข้อมูลย้อนหลังได้	45	40	15	-
4. อุปกรณ์วัดคลื่นหัวใจสะดวกต่อการพกพา	45	30	25	-
5. เมนูที่ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ง่ายต่อการใช้งาน	50	35	15	-
6. การสื่อสารระหว่างผู้ป่วยกับแพทย์	45	30	25	-
รวม	60	50	30	14
แพทย์ผู้ใช้งานระบบต้นแบบ				
1. ความสามารถในการแจ้งเตือนกรณีหัวใจเห็นผิดปกติของผู้ป่วย	60	20	20	-
2. ความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	80	20	-	-
3. ความสามารถในการเก็บข้อมูลเพื่อนำกลับมาวินิจฉัยย้อนหลังได้	60	40	-	-
4. การสื่อสารระหว่างแพทย์กับผู้ป่วยผ่านทางเว็บไซต์	80	20	-	-
5. รายงานข้อมูล Heart Rate ในรูปแบบไฟล์ PDF	80	20	-	-
รวม	90	30	5	-

6. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ โดยออกแบบและพัฒนาต้นแบบให้รองรับการทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล จากผลการทดลองประสิทธิภาพการนำเสนอข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของกราฟคลื่นหัวใจคิดเป็น 86 % รวมทั้งผลจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบต้นแบบสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าร่วม

การทดลองมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดร้อยละ 64 ระดับมากร้อยละ 50 ระดับปานกลางร้อยละ 30 ระดับน้อยร้อยละ 14 และแพทย์ที่ทดลองใช้ระบบต้นแบบมีความพึงพอใจที่ระดับมากที่สุดร้อยละ 90 ระดับมากร้อยละ 30 ระดับปานกลางร้อยละ 5 ซึ่งผลที่ได้ถือว่าค่อนข้างดี และมีประโยชน์ต่อการรักษาผู้ป่วยโรคหัวใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นรวมทั้งแพทย์สามารถรู้ถึงข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต่อการวินิจฉัยทั้งในกรณีฉุกเฉินและการรักษาตามปกติ จึงควรจัดให้มีระบบสารสนเทศเพื่อจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นต่อการรักษา รวมทั้งสามารถแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายไร้สายมายังโรงพยาบาล เพื่อเตรียมการรักษามือป่วยได้อย่างทันที่ เมื่อเกิดกรณีโรคกำเริบเฉียบพลัน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. “ข้อมูลสถิติสาเหตุการตายและการป่วยจากบัญชีจำแนกโรคระหว่างประเทศ ฉบับแก้ไข ครั้งที่ 10.” Available online at <http://bps.ops.moph.go.th/E-book/statistic/2537-2541/image/6.pdf>.
- [2] ยงยุทธ สหสกุล, ECG ทางคลินิก. งานตำราวารสารและสิ่งพิมพ์เทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ, 2546.
- [3] ผ่องพรรณ อรุณแสง. การพยาบาลผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนาวิทยา, 2549.
- [4] T. Vuorela, V.-P. Seppa, J. Vanhala et al. “Design and Implementation of a Portable Long-Term Physiological Signal Recorder.” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 14, No. 3, pp. 718 - 725, 2010.
- [5] U. Anliker, J. A. Ward, P. Lukowicz et al. “AMON: A Wearable Multiparameter Medical Monitoring and Alert System.” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, Vol. 8, No. 4, pp. 415-427 December, 2004.
- [6] พิรุฬห์ แก้วรุ่งเรือง. การพัฒนาอุปกรณ์วัดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบพกพา, วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต



- คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2553. heart-rate-monitors-1/heart-rate-monitor-2.html.
- [7] sports-tracker. "Sports Tracker Heart Rate Monitor 2." [8] ไพศาล บุญศิริคำชัย. The Review Book of PRACTICAL
Available online at <http://shop.sports-tracker.com/> ECG, กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์สวยจำกัด, 2552.
-