การพัฒนาโปรแกรมแสดงผลสัญญาณชีพหลายช่องสัญญาณ

Development of Multi-Channel Vital-Signed Monitoring

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

บทคัดย่อ

การรับและการส่งสัญญาณชีพทางการแพทย์ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่จำเป็นในปัจจุบัน เทคโนโลยีต่างๆ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด โดยการพัฒนาทางด้านความสามารถในการแสดงข้อมูลข่าวสารของผู้ป่วย เพื่ออำนวยความสะดวกในการเฝ้าติดตามดูแลผู้ป่วยและช่วยการวินิจฉัยเบื้องต้น โดยมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อส่งสัญญาณจากป่วยไปยังคอมพิวเตอร์มือถือของแพทย์(พีดีเอ) ซึ่งสัญญาณที่นำมาใช้ในการสื่อสารนั้นอยู่ในรูปแบบดิจิตอลที่มีการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันเพื่อความหลากหลายในการส่งสัญญาณ ในงานวิจัยนี้ได้แสดงแนวทางการพัฒนาแอพพลิเคชันบนพีดีเอให้สามารถแยกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) หรือสัญญาณอีซีจี (ECG) จำนวน 3 สัญญาณออกจากกัน และนำสัญญาณนั้นมาแสดงผลในลักษณะเป็นรูปกราฟสัญญาณ และพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบหาอัตราการเต้นของหัวใจที่สามารถทราบล่วงหน้าได้ในอัตราจำนวนครั้งต่อนาที เพื่อเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยของแพทย์

คำสำคัญ: สัญญาณชีพทางการแพทย์, สัญญาณอีซีจี, พีดีเอ, การประมวลผลสัญญาณ, อัตราการเต้นของหัวใจ

Abstract

At present, the vital-singed is important role in the prevention, diagnosis the abnormality of patients and rescue of heart disease. In progress has been made in the development of a remote monitoring system for ECG signals, the deployment of packet data services over telecommunication network with new applications.

This paper describes the development an application of ECG-signed 3 channels with digital signal processing method. The system provides application for monitoring of several patients and finding heart rate in time. The physicians can have an easy access to that ECG-signs and information with PDA

Keywords: Vital-Singed, ECG-signed, PDA, Signal processing, Heart rate.

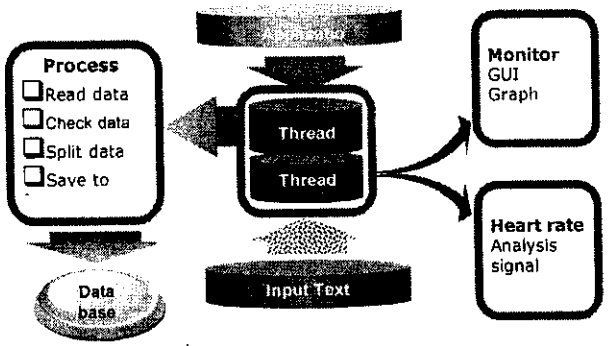
1. บทนำ

สัญญาณชีพมีวิธีการรับและส่งสัญญาณที่หลากหลาย วิธีการที่นิยมคือการส่งสัญญาณจากโทรศัพท์มือถือบนระบบเครือข่ายโทรศัพท์[1][2] การรับข้อมูลจากการวัดโดยผ่านพอร์ต RS232[3] การส่งข้อมูลเก็บเป็นไฟล์รูปแบบข้อความ[4] ซึ่งทุกวิธีที่พัฒนาจะมีรูปแบบเฉพาะของไฟล์ข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บบันทึก ในวิธีของการนำสัญญาณมาแสดงผลบนพีดีเอนั้น จะมีวิธีการที่แตกต่างกันเช่นกัน สำหรับการพัฒนาในงานวิจัยนี้ เป็นวิธีการพัฒนาแอพพลิเคชันให้สามารถแสดงผลสัญญาณ โดยรับสัญญาณจากการบันทึกสัญญาณไว้ในรูปแบบของไฟล์ข้อความ โดยแสดงวิธีการการแยกสัญญาณโดยใช้ฟังก์ชันเกี่ยวกับการประมวลผลข้อความ การใช้โหมดกราฟิกแสดงผลสัญญาณเพื่อให้สามารถแสดงผลอย่างต่อเนื่องได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาแอพพลิเคชันบนพีดีเอที่มีทรัพยากรจำกัด จึงต้องหาวิธีการที่เหมาะสมในการพัฒนาแอพพลิเคชันให้สามารถทำงานบนพีดีเอได้

GN-07

2. การออกแบบงาน

ในการออกแบบการพัฒนาแอพพลิเคชันนี้ จะเป็นการประมวลสัญญาณที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล (text message) การประมวลผลของแอพพลิเคชันจะมีการทำงาน 2 ส่วนที่ทำงานพร้อมกันด้วยวิธีการแบ่งเวลาในการประมวลผล เพื่อให้ส่วนของการแสดงผลรูปกราฟสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ซึ่งผู้พัฒนาได้นำวิธี การสร้างแอพพลิเคชันแบบมัลติโปรแกรมมิ่ง โดยใช้ฟังก์ชันเทรด (Thread) เข้ามาจัดการควบคุมการทำงานของทั้งสองส่วนดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบแอพพลิเคชัน

3. การทดลอง

การทดลองในส่วนของแอพพลิเคชันได้ทดสอบเลือกไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการวัดสัญญาณที่มีการจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่กำหนด ที่ได้มาจากการบันทึกการส่งสัญญาณอีซีจีของผู้ป่วยผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์เข้ามาเก็บไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีรูปแบบของข้อมูลดังรูปที่ 2 ซึ่งข้อมูลนี้ได้ออกแบบให้มีความ สัมพันธ์กับแอพพลิเคชันโดยสามารกำหนดรูปแบบการส่งสัญญาณ ได้ที่อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณ

```
A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0
A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0
A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0
A1023B0C0A1023B0C0A1023B0C0A
```

รูปที่ 2 รูปแบบไฟล์ของสัญญาณอีซีจี

3.1 การวาดกราฟสัญญาณ

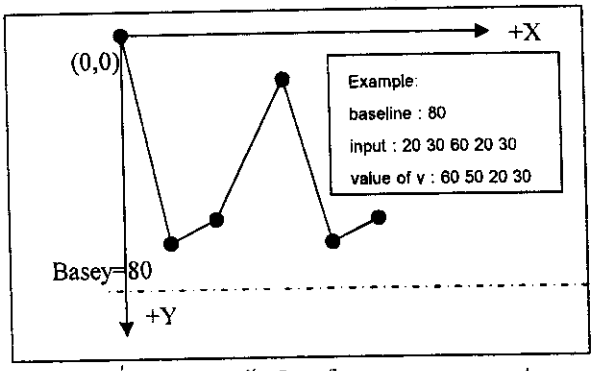
กระบวนการในการแยกสัญญาณจะทำงานที่เทรดชุดแรก ซึ่งมีหน้าที่ในการตรวจสอบและจัดการกับข้อมูลที่รับเข้ามาโดยการเช็คความถูกต้องของข้อมูล รูปแบบของไฟล์ข้อมูลที่สามารถนำมาใช้กับแอพพลิเคชันได้ เมื่อเปิดไฟล์ข้อมูล แอพพลิเคชันจะแยกข้อมูลเพื่อเก็บค่าไว้ในอาเรย์ 3 ตัวแปร คือ DatatankA DatatankB และ DatatankC เมื่อผู้ใช้เลือกการแสดงผล แอพพลิเคชันจะส่งค่าในอาเรย์ ทั้งสามไปให้ฟังก์ชันวาดภาพกราฟเป็น 3 ช่องสัญญาณ

การทดลองในการแสดงผลของข้อมูลที่ได้จากการแยกสัญญาณแล้ว จะนำข้อมูลใน 3 ค่าแรก มาหาค่าเฉลี่ย (ตำแหน่งในอาเรย์ 1-2-3) และนำค่าไปเป็นพิกัดในการวาดกราฟ เพื่อให้ได้รูปกราฟสัญญาณที่มีความเรียบมากยิ่งขึ้น ค่าที่ได้จากการเฉลี่ย คือค่าของแกน y ที่เก็บไว้ในตัวแปรใหม่ (newy) โดยค่าของ x และ y มีค่าเริ่มต้นที่จุด 0,0 แอพพลิเคชันจะเริ่มวาดกราฟจากจุด x,y ไปถึงจุด newx ,newy โดยแกน x คือ แกนเวลาของกราฟ และแกน y คือความสูงหรือค่าของกราฟ

เมื่อค่า newx และ newy ถูกนำไปวาดกราฟแล้ว จะถูกนำไปเก็บไว้ในตัวแปร x,y เพื่อให้เป็นจุดเริ่มต้นในการวาดกราฟใหม่ การวาดกราฟในรอบใหม่ ค่าแกนเวลา หรือ newx จะถูกบวกค่าเพิ่มขึ้นทีละ 1 และค่า neyw จะมีการเฉลี่ยในอาเรย์ใหม่ โดยเลื่อนตำแหน่ง array ไปอีก 1 (ตำแหน่งในอาเรย์ 2-3-4) โดยค่า n ที่เพิ่มขึ้นทีละ 1 และเนื่องจากพิกัดที่แสดงผลบนจอพีดีเอ มีจะพิกัด (0,0) อยู่ที่มุมซ้ายบน เพิ่มมาด้านขวาคือค่า +x และลงมาด้านล่างคือค่า +y จึงทำให้เกิดการกลับด้านของรูปกราฟ จึงต้องกำหนดค่า basey ซึ่งเป็นค่าที่กำหนดขึ้นมาตามตำแหน่งที่ต้องการให้เป็น baseline ของกราฟ ค่าที่จะนำมาเป็นค่าแกน y จริงๆ จึงต้องนำค่า basey มาลบด้วยค่า y ที่รับเข้ามา จึงจะทำให้กราฟแสดงผลได้ถูกต้องตามอัลกอริทึมดังนี้

```
basey = 80
ga = CreateGraphics()
newy⟵(datatanka(n+1)+datatanka(n+2)+datatanka(n+3))/3
newy ⟵ basey - newy
ga.DrawLine(DrawA, x, y, newx, newy)
newx ⟵ newx + 1
x ⟵ newx, y ⟵ newy, n ⟵ n+1
```

เมื่อค่าที่ใช้ในการแสดงผลของกราฟ มีค่าเป็นบวก จะทำให้กราฟแสดงผลลงมาทางด้านล่างของหน้าจอ จึงกำหนด basey = 80 เพื่อให้ได้ตำแหน่ง 0 ของกราฟ เมื่อมีค่าของกราฟมาแสดงจะนำค่านั้นมาลบด้วยค่า newy (newy ⟵ basey - newy) จะได้ค่า newy ใหม่ที่จะนำมาใช้ในการแสดงผลของกราฟตามที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 3



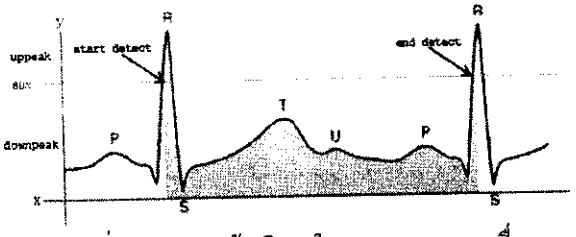
รูปที่ 3 แสดงการอ้างอิงจุดในการแสดงผลกราฟ

3.3 การเช็คค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

โดยการเช็คจำนวนอัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาที จะต้องทราบเวลาที่ตัวกำเนิดการส่งสัญญาณก่อนนี้ เพื่อให้ทราบว่าในการส่งค่าของสัญญาณ 1 ค่าใช้เวลาเท่าใด จากนั้นเช็คค่าที่มากสุดของสัญญาณจากลูกคลื่นหนึ่งไปยังอีกลูกคลื่นหนึ่ง เพื่อนับจำนวนของจุดที่ใช้ในการแสดงผลในช่วงของคลื่น 1 คาบเวลา และนำมาหาค่าใน 1 นาทีจะมีจำนวนกี่คลื่นสัญญาณนั่นคืออัตราการเต้นของหัวใจ ดังนั้นในฟังก์ชันนี้ไม่ต้องรอให้ครบถึงหนึ่งนาทีก็สามารถที่จะทราบค่าอัตราการเต้นของหัวใจล่วงหน้าได้ โดยมีอัลกอริทึมการทำงานดังนี้

```
constrain = 80
For i = 0 To cnt
    peak⟵datatank(i)
If (peak< constrain)
    downpeak ⟵ downpeak +1
If (peak> constrain)
    uppeak ⟵ uppeak +1
Next i
countdataA ⟵ uppeak+ downpeak
heartrate= 60/((countdatA*40)/1000)
```

อัลกอริทึมนี้จะทำการเช็คการเริ่มต้นและสิ้นสุดของกราฟ เพื่อหาช่วงของกราฟ 1 คาบเวลา ด้วยการแบ่งกราฟเป็น 2 ส่วน แสดงดังรูปที่ 4 ส่วนแรกคือส่วนที่อยู่ต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ (constrain) กำหนดเริ่มต้นที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ของค่ามากที่สุดในการแสดงผลกราฟ (downpeak) ส่วนที่สองคือส่วนที่มีค่าสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (uppeak)

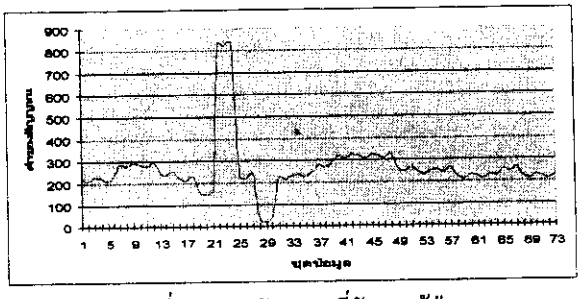


รูปที่ 4 แสดงการอ้างอิงจุดในการหาคาบของคลื่น

เป้าหมายการทดลองคือการหาจุดอ้างอิงในการตรวจสอบเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกราฟ และนับจำนวนของข้อมูลที่ส่งมาแสดงผลใน 1 คลื่น (countdataA) นำมาคูณด้วยเวลาที่ส่งข้อมูลมาในแต่ละค่า (delay time) ของสัญญาณ ในการทดลองนี้จะมีค่าเป็น 40 มิลลิวินาทีต่อค่าที่ใช้แสดงกราฟ 1 จุด จะสามารถหาจำนวนเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการแสดงผล 1 คลื่น และคำนวณหาในอัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาทีได้

4. ผลการทดลอง

ผลจากการพัฒนาแอพพลิเคชันสำหรับการแสดงผลและตรวจสัญญาณอีซีจี ได้ทำการทดสอบแอพพลิเคชันกับคอมพิวเตอร์มือถือรุ่น iPAQ h6365 PDA ทดสอบรับสัญญาณที่เป็นกราฟสัญญาณอีซีจี 3 ชุด จากรูปที่ 5 แสดงกราฟสัญญาณต้นแบบที่วัดได้จากผู้ป่วยมาแสดงผล สัญญาณนี้จะได้จากการใช้โดยใช้อิเล็กโทรดติดกับตัวผู้ป่วย และจัดเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ข้อความไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ การแสดงผลสัญญาณอีซีจีบนพีดีเอ โดยการหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่ข้อมูล 3 จุด ทำให้ได้การแสดงพิกัดของกราฟ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงสัญญาณที่วัดจากผู้ป่วย

รูปที่ 6 แสดงสัญญาณที่แสดงผลบนพีดีเอ

จากรูปที่ 6 เป็นกราฟแสดงข้อมูลที่ได้จากการหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล เพื่อให้สัญญาณมีความเรียบและแสดงผลกราฟได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับสัญญาณที่วัดโดยตรงจากผู้ป่วยที่จัดเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในส่วนของการตรวจสอบข้อมูล แอพพลิเคชันสามารถแยกสัญญาณข้อมูลแต่ชุดได้ตามอัลกอริทึม และ สามารถสอบหาอัตราการเต้นของหัวใจได้

5. สรุปผล

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการนำข้อมูลของสัญญาณอีซีจี ที่ได้มาในรูปแบบสัญญาณดิจิตอลด้วยวิธีต่างๆ มาแสดงผลข้อมูลในพีดีเอของแพทย์ในลักษณะรูปกราฟสัญญาณ โดยสามารถสร้างแอพพลิเคชันขึ้นมาแก้ปัญหาในด้านต่างๆบนทรัพยากรที่จำกัด และพัฒนาการตรวจสัญญาณอีซีจีโดยการหาอัตราการเต้นของหัวใจได้อย่างรวดเร็ว สามารถที่จะนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการรับส่งสัญญาณเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่แพทย์ผู้รักษาได้เป็นอย่างดี

ในการพัฒนาต่อไปควรพัฒนาความฉลาดในการตรวจสอบความผิดปกติของสัญญาณ และความสามารถในการการวินิจฉัยโรคได้ด้วยแอพพลิเคชันบนพีดีเอ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยวิจัยคอมพิวเตอร์ประยุกต์สำหรับวิศวกรรมทางการแพทย์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านเครื่องมืออุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย และให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

[1] Cano-Garcia, J.M.. "PDA-based portable wireless ECG monitor for medical personal area networks." Electro-technical Conference,2006. IEEE Mediterranean, pp.713–716

[2] Fahim Sufi, Qiang Fang, Mahmoud, 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

[3] Wu Shui-cai, and Bai Yiang-pin, "Study on dynamic electrocardiogram system with function of ECG tele-transmission," Radio Science Conference, 2004. Proceedings. 2004 Asia-Pacific, pp. 226 – 227

[4] Baoming Wu, "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

นายภานุวัฒน์ ขันจา ปัจจุบันกำลังศึกษาต่อระดับปริญญาโทสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ทำงานวิจัยทางด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวการแพทย์

รองศาสตราจารย์ สุรนันท์ น้อยมณี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวัสดุศาสตร์ (Medical Sensor) มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความสนใจ งานวิจัยทางด้านการประยุกต์คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวการแพทย์ เป็นอุปนายกสมาคมวิจัยวิศวกรรมชีวการแพทย์ไทย อีกทั้งทำงานวิจัยร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย Kagawa ประเทศญี่ปุ่น สิ่งประดิษฐ์ได้แก่อุปกรณ์เตือนผู้ป่วยทางพีดีเอผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือแบบเวลาจริง มีบทความทางวิชาการในระดับชาติและนานาชาติกว่า 20 บทความ