การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

โดย

นายสุรสิทธิ์ สุทธิโพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

โดย

นายสุรสิทธิ์ สุทธิโพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DISPLAY ELECTROCARDIOGRAM ON WEB BROWSER BY USING HL7 VERSION 3.0 STANDARD

By

Surasit Suttipo

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Computing

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ” เสนอโดย นายสุรสิทธิ์ สุทธิโพธิ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

…….....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นพ.อดุลย์ รัตนวิจิตราศิลป์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

...../...../.....

48309337 : สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คำสำคัญ : คลื่นไฟฟ้าหัวใจ มาตรฐาน HL7 Version 3

สุรสิทธิ์ สุทธิโพธิ์ : การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์. 69 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบระบบบริหารจัดการการข้อมูลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจบนเว็บบราวเซอร์ ซึ่งระบบงานเดิมเก็บผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปแบบของกระดาษ

งานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นถึงการนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แสดงผลบนเว็บบราวเซอร์ โดยใช้วิธีการอัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งเก็บอยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) ที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ไปเก็บอยู่ในเซิร์ฟเวอร์จากนั้นโปรแกรมจะอ่านค่าจากไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล และสร้างไฟล์เอสวีจี (SVG: Scalable Vector Graphics) ขึ้นมาเพื่อใช้แสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจ บนเว็บบราวเซอร์ต่อไป ซึ่งระบบสามารถเพิ่มคำวินิจฉัยบนคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ และระบบยังสามารถที่จะเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบัน กับคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ตรวจครั้งที่ผ่านมาได้

ไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจีนั้นมีโครงสร้างข้อมูลเป็นภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ซึ่งเป็นภาษาที่มีโครงสร้างเป็นข้อความ ทำให้ขนาดของไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจีมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับไฟล์ภาพกราฟิกชนิดไบนารี ทำให้ระยะเวลาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลของไฟล์เอสวีจีบนระบบอินเทอร์เน็ตมีความเร็วกว่า

ผลที่ได้จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจบนเว็บบราวเซอร์ มีความถูกต้อง รวดเร็ว จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบ จำนวน 2 คน พบว่าในด้านการใช้งานระบบผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับดี และ ในด้านการทำงานของระบบผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับดี ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบของโรงพยาบาลให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร การศึกษา 2552
ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ .....

48309337 : MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY
KEY WORD : ELECTROCARDIOGRAM HL7 VERSION 3.0 STANDARD
SURASIT SUTTIPO : THE DISPLAY ELECTROCARDIOGRAM ON WEB BROWSER BY USING HL7 VERSION 3.0 STANDARD. THESIS ADVISOR : ASST.PROF. PANJAI TANTATSANAWONG, Ph.D. 69 pp.

The objective of this research is designing the electrocardiogram (ECG) management using web browser. The developed system is better than the conventional system, which need to print results to the paper.

In this study, the developed ECG management system was expressed on web browser by uploading ECG files in the XML (Extensible Markup Language) which follows HL7 version 3.0 standard.. These files were stored in the server and then the developed program read XML file and create SVG (Scalable vector graphics) file to show on web browser. The system can add other diagnostic results of ECG. In addition, this system can use to compare between present and previous ECG results.

SGV graphic file used XML language, which is a data structure in the text format. This format can create SGV graphic file, which smaller and faster than binary graphic file when exchange SGV file on the Internet.

The results in this study showed that the results of ECG on web browser had accurate and rapid. From the satisfaction evaluation of 2 users, in terms of functionality mean score is 4.00 and in terms of processing time mean score is 4.38 which were indicated in good level. Base on these results, this study could be applied to enhance the performance of operations in the hospital.

Department of Computing Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009
Student's signature .....
Thesis Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างยิ่งที่ได้ให้คำแนะนำแนวทางการให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สุนีย์ พงษ์พินิจภิญโญ อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ไข จนสำเร็จเรียบร้อย ถูกต้องและสมบูรณ์ ขอขอบคุณท่านอาจารย์ ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้สามารถนำเอาความรู้มาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ได้สำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้กำเนิดมา มีสติปัญญาที่สมบูรณ์ และให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้เสร็จสิ้นไปได้อย่างสมบูรณ์ รวมไปถึงน้องชายที่ให้กำลังใจที่ดีและห่วงใยโดยตลอด ขอขอบคุณ คุณสุวชัย เสียงอ่อน และคุณชลธิชา จิวารัตนพงศ์ ที่เป็นกำลังใจตลอดมา

นอกจากนี้ยังขอขอบคุณ คุณประวิม เหลืองสมานกุล คุณกัลยา ตาทอง และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ทุกด้าน ทำให้การทำวิทยานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่
1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 2
ขอบเขตของการศึกษา 2
ขั้นตอนการศึกษา 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหัวใจและคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิก 4
ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าในหัวใจ (Electrical Conduction System of the Heart) . 4
กระบวนการโพลาไรซ์ ดีโพลาไรซ์ และรีโพลาไรซ์ 6
สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ 8
พารามิเตอร์สำหรับวินิจฉัยอาการทางหัวใจ 9
กระดาษกราฟบันทึกสัญญาณ ECG 9
อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) 10
การติดสายบันทึกสัญญาณ (ECG lead system) 10
การแปลงสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล 13
เอสวีจี (SVG: Scalable Vector Graphics) 14
ข้อดีของเอสวีจี 14
ความแตกต่างระหว่างรูปแบบเอสวีจีกับรูปแบบบิทแมพหรือรูปแบบจิฟ 14
โครงสร้างพื้นฐานของเอสวีจี 15
การแสดงผลของแฟ้มเอสวีจี 16

บทที่ หน้า

รูปทรงพื้นฐาน 18
เอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language) 21
ความหมายของ เอ็กซ์เอ็มแอล 21
โครงสร้างของเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล 22
Health Level 7 (HL7) 23
ความเป็นมาของ HL7 23
Health Level 7 (HL7) 23
ข้อดีของการใช้มาตรฐาน HL7 24
ปัญหาของการใช้มาตรฐาน HL7 24
HL7 Data Model 24
Structure HL7 Version 3.0 25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
Message Exchanging Model for Hospital Information System 25
ส่วนประกอบกราฟสำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลเอสวีจี 26
ระบบตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับ
การแพทย์ทางไกล 26
Health Level-7 compliant clinical patient records system 27
3 วิธีการดำเนินการ 28
การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานเดิม 28
วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่ 29
มาตรฐาน HL7 ในระบบโรงพยาบาล 30
การพัฒนาระบบ 30
ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ 30
ขั้นตอนการทำงานของระบบ 31
การอธิบายระบบด้วย use case diagram 33
ขั้นตอนการแปลงไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นไฟล์เอสวีจี 35
เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 37
การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบ 37
4 ผลการดำเนินงาน 39

บทที่ หน้า

ผลการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอสวีจี จาก ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 39
ผลการบันทึกผลการวินิจฉัยของแพทย์ ในตำแหน่งใดๆ บนกราฟของ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ..... 41
ผลการเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบันและ ผลตรวจ คลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมา 42
ผลการศึกษาการนำผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ในรูปแบบของกระดาษสำหรับ การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มาทำการแปลงให้อยู่ในรูปไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล บนมาตรฐานของ HL7 Version 3 เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลคลื่นไฟฟ้า หัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ 43
การประเมินความพึงพอใจ 44
สรุปผลการวิเคราะห์ 47
5 บทสรุป 49
สรุปผลประเมินระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 49
สรุปผลประเมินระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดย ใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0..... 49
ข้อจำกัดของการศึกษา..... 50
ข้อเสนอแนะ 50
บรรณานุกรม..... 52

ภาคผนวก..... 54
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้ระบบ 55
ภาคผนวก ข แบบประเมินผลการทดสอบระบบ..... 63
ภาคผนวก ค ฐานข้อมูลระบบ 66

ประวัติผู้วิจัย..... 69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคำสั่งที่ใช้สำหรับการสร้างพาธ	19
2	นิยามความหมายของข้อมูลต่างที่อยู่ในไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0	35
3	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบงาน	38
4	ตารางผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของแพทย์เฉพาะด้านหัวใจและทรวงอก	45
5	ตารางผลการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานของระบบของแพทย์เฉพาะด้านหัวใจและทรวงอก	46
6	ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบการแสดงแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0	47
7	ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความความพึงพอใจในด้านการทำงานของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0	48
8	doctor ข้อมูลการแพทย์	67
9	ekg ตารางข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย	67
10	patient ตารางข้อมูลผู้ป่วย	67
11	diagnostic ตารางข้อมูลคำวินิจฉัย	68

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าหัวใจ	5
2	กระบวนการโพลาไรซ์ ดีโพลาไรซ์ และรีโพลาไรซ์	7
3	การเกิดรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากกระบวนการดีโพลาไรซ์และรีโพลาไรซ์ในแต่ละส่วนของหัวใจ	7
4	นิยามรูปคลื่นในสัญญาณ ECG ปกติ	8
5	การติดสายบันทึกสัญญาณแบบ (ก) Bipolar limb lead (ข) Unipolar limb lead / Augmented lead และ (ค) Chest lead	12
6	Block diagram แสดงลำดับการแปลงจากสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล	13
7	อีลีเมนต์ ชื่อแอตทริบิวต์ และค่าแอตทริบิวต์	15
8	การเรียกใช้งานแฟ้มเอสวีจีด้วยแท็กเอมเบดในหน้าเอชทีเอ็มแอล	16
9	โครงสร้างหลักของเอกสารเอสวีจี	17
10	การใช้แท็กสี่เหลี่ยม	18
11	การใช้แท็กเส้น	18
12	การใช้แท็กพาธ	19
13	แสดงการเปรียบเทียบการขยายขนาดภาพของไฟล์ภาพพีเอ็นจีและไฟล์ภาพเอสวีจี	20
14	ตัวอย่างเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล	21
15	โครงสร้างเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล	22
16	HL7 Modeling	24
17	Structure HL7 Version 3.0	25
18	แสดงภาพการสแกนคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปแบบของกระดาษ	28
19	ภาพรวมของระบบการทำงาน	29
20	แสดงขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ	30
21	แสดงขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล	31
22	ขั้นตอนการทำงานของระบบ	32
23	การออกแบบ use case diagram	33

ภาพที่ หน้า

24 use case diagram การเข้าสู่ระบบ 34
25 use case diagram การจัดการระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่าน เว็บบราวเซอร์ 35
26 แสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าหัวใจในไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล 40
27 แสดงภาพหลังการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล มาเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอสวีจี 41
28 แสดงการเพิ่มคำวินิจฉัยบนผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 42
29 การเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบันและ ผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมา 42
30 ภาพการทำงานวิธีการนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปแบบกระดาษมาสแกน เป็นไฟล์ภาพ และแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ 43
31 แสดงภาพการสแกนคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปแบบของกระดาษ 44
32 หน้าแรกของระบบ 56
33 หน้าจอเมนู 56
34 หน้าจออัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ 57
35 ภาพแสดงผลการค้นหาผู้ป่วย เพื่ออัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ 57
36 หน้าจอค้นหาคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 58
37 ภาพแสดงผลการค้นหาผู้ป่วย เพื่อผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 58
38 แสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 59
39 หน้าจอเพิ่มคำวินิจฉัย 59
40 หน้าจอการเปรียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 60
41 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 60
42 หน้าจอพิมพ์คำวินิจฉัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 61
43 แสดงผลการพิมพ์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ 61
44 แสดงการกดปุ่มการพิมพ์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ 62

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีผู้ป่วยโรคหัวใจเป็นจำนวนมากขึ้น แต่มีแพทย์เฉพาะทางเรื่องโรคหัวใจยังมีน้อย การรักษาผู้ป่วยจึงต้องมีการส่งผู้ป่วยไปรักษาต่อโรงพยาบาลที่มีแพทย์เฉพาะทาง ในการรักษาผู้ป่วยโรคหัวใจสิ่งที่สำคัญนอกจากอาการแสดงออกของผู้ป่วยแล้ว การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจก็เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยและให้การรักษาได้รวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งในการส่งผู้ป่วยไปรักษาต่อจะมีการส่งผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจไปด้วย อาจเป็นการถ่ายเอกสาร การส่งแฟกซ์ หรือใบที่เป็นตัวจริงที่เป็นกระดาษ วิธีการปฏิบัติเช่นนี้ทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากการแปลผลจากการถ่ายเอกสารหรือการส่งแฟกซ์ไม่ชัดเจน สีซีดจาง หรือขาดหาย ซึ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่พิมพ์ออกมาจะมีสเกลที่ละเอียด และถ้าส่งผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เป็นตัวจริงมาให้ ก็จะทำให้ไม่มีประวัติการตรวจเก็บไว้ นอกจากนี้ระบบการเก็บข้อมูลผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในประเทศไทยยังไม่เป็นมาตรฐาน การดูและติดตามประวัติการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยที่เคยตรวจมาแล้วทำได้ยาก อีกทั้งการเก็บผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เป็นกระดาษ ไม่มีความคงทน กระดาษมีการเปื่อยยุ่ย หมึกที่พิมพ์ออกมาเมื่อเก็บไว้นานจะจางลง ซึ่งในปัจจุบันเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ สามารถที่จะนำข้อมูลออกมาบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล (XML : Extensible Markup Language) ที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0

Health Level 7 (HL7) เป็นมาตรฐานใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน เช่น ข้อมูลของคนไข้ซึ่งจะอยู่ในกระบวนการต่างๆ ของระบบโรงพยาบาล ปัจจุบัน HL7 ได้พัฒนามาถึง Version 3.0 แล้ว ซึ่งใน Version 3.0 นี้ได้ใช้ เอ็กซ์เอ็มแอล มาเป็นมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

นอกจากนี้เพื่อให้ผลการรักษาที่ดี รวดเร็ว ผู้ป่วยได้รับการรักษาที่ถูกต้องก่อนที่จะมีการส่งผู้ป่วยไปโรงพยาบาลที่มีแพทย์เฉพาะทาง สามารถเรียกดูผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้แพทย์ได้พิจารณาก่อน เพื่อให้ผู้ป่วยได้มีความปลอดภัย ดังนั้นการจัดการข้อมูลข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจให้มีความเที่ยงตรง ไม่มีความคลาดเคลื่อน จะช่วยให้การรักษาผู้ป่วยมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งข้อมูลที่จัดเก็บจะอยู่ในมาตรฐาน HL7 version 3.0 ซึ่งในอนาคตหากมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจระหว่างโรงพยาบาลก็สามารถที่จะทำได้โดยสะดวกต่อไป

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้พัฒนาจึงได้ออกแบบระบบบริหารจัดการการข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่สามารถบันทึก จัดเก็บ และแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ โดยใช้เทคโนโลยีเอสวีจี (SVG: Scalable Vector Graphic) เข้ามาช่วยในการแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอสวีจี เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นโดยถูกพัฒนาโดยดับเบิลยูทรีซี (W3C: World Wide Web Consortium) ไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจีนั้นมีโครงสร้างข้อมูลเป็นภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ซึ่งเป็นภาษาที่มีโครงสร้างเป็นข้อความ ทำให้ขนาดของไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจีมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับไฟล์ภาพกราฟิกชนิดไบนารี ทำให้ระยะเวลาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลของไฟล์เอสวีจีบนระบบอินเทอร์เน็ตมีความเร็วกว่า มีการกำหนดรูปแบบชุดคำสั่งที่เป็นมาตรฐานมีการควบคุมการแสดงผล เช่น การย่อภาพเข้าหรือขยายภาพออกโดยยังคงคุณภาพของภาพไว้ นอกจากนั้นยังสามารถพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้อย่างมีคุณภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบแสดงผลข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2. เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการการข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยสามารถบันทึก จัดเก็บแสดงผล ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ โดยใช้มาตรฐาน HL7 version 3.0

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ศึกษามาตรฐานคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในรูปแบบมาตรฐาน HL7 Version 3.0
3. ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดเก็บ แสดงผลข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้งหมด และเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ครั้งปัจจุบันและผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมาทั้งหมด
4. สามารถบันทึกผลการวินิจฉัยของแพทย์ ในตำแหน่งใดๆ บนกราฟของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
5. ประเมินผลความถูกต้องและความพึงพอใจของระบบที่พัฒนา
6. ศึกษาการนำผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ในรูปแบบของกระดาษสำหรับการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ) มาทำการแปลงให้อยู่ในรูปไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล บนมาตรฐานของ HL7 Version 3 เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์

ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษามาตรฐานคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในรูปแบบมาตรฐาน HL7 Version 3
2. ศึกษาเทคโนโลยีเอสวีจีและภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล
3. ศึกษาและออกแบบฐานข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
4. ออกแบบและพัฒนาระบบการจัดเก็บ แสดงผล ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
5. ทดสอบและปรับปรุงระบบงาน
6. ประเมินผล และสรุปผลการดำเนินการ
7. จัดทำคู่มือและเอกสาร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รูปแบบมาตรฐานข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2. โปรแกรมประยุกต์ที่สามารถบริหารจัดการ แสดงผล คลื่นไฟฟ้าหัวใจตามมาตรฐาน HL7 version 3.0

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

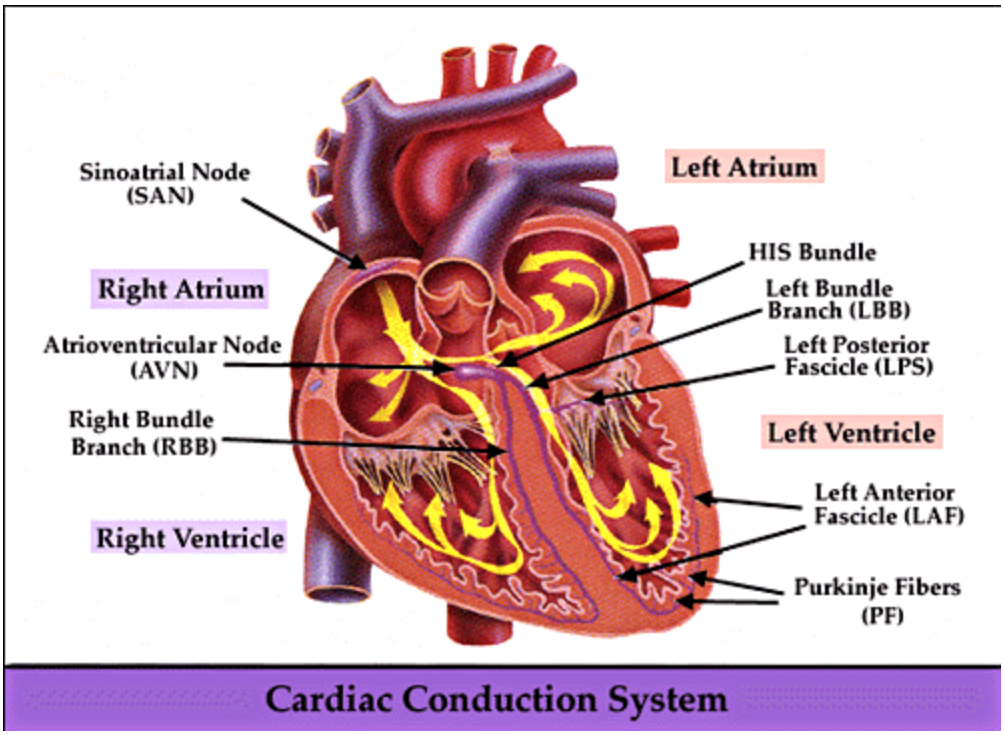
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหัวใจและคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิก (ชมพูนุช อ่องจริต 2534 : 7-35)

หัวใจถูกแบ่งออกเป็น 4 ห้อง คือห้องบนซ้าย (Left Atrium) ห้องบนขวา (Right Atrium) ห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) และห้องล่างขวา (Right Ventricle) ห้องบนขวาจะรับเลือดจากเส้นเลือดดำแล้วปั้มสู่ห้องล่างขวาห้องล่างขวาจะส่งเลือดไปยังปอดเพื่อเพิ่มออกซิเจน จากนั้นส่งกลับมายังห้องบนซ้ายผ่านห้องล่างซ้าย โดยห้องล่างซ้ายจะส่งเลือดเหล่านี้ไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกายซึ่งหัวใจสามารถสูบฉีดเลือดได้ถึงวินาทีละ 5 ลิตร ศักย์ไฟฟ้าเกิดขึ้นใกล้กับส่วนบนสุดของหัวใจห้องขวาเรียกว่า SA node แล้วกระจายไปทุกทิศทางของหัวใจห้องบนและสิ้นสุดที่ AV node ที่จุดนี้เส้นใยนำไฟฟ้าจะส่งต่อไปยังห้องล่างทั้งสองอย่างรวดเร็ว หัวใจจึงทำหน้าที่คล้ายเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก มีเซลล์พิเศษทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของขบวนการทางไฟฟ้าอยู่ภายใน สามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าแผ่กระจายทั่วหัวใจเกิดเป็นคลื่นหัวใจขึ้นเรียกว่า คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram)

Electrocardiogram นี้ในยุโรป ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ใช้คำย่อว่า ECG แต่ในอเมริกานิยมใช้คำย่อว่าEKG (Elektrokardiogramm) แทนเพื่อป้องกันความสับสนเพราะมีเสียงคล้ายกับ EEG (Electroencephalogram) ของการตรวจคลื่นสมอง

1. ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าในหัวใจ (Electrical Conduction System of the Heart)

ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าภายในหัวใจ เกี่ยวข้องกับหัวใจ 2 ห้อง คือเอเทรียม (Atrium) กับเวนทริเคิล (Ventricle) โดยเอเทรียมทำหน้าที่ทางสรีระไฟฟ้า (Electrophysiology) เป็นเพียงหน่วยเดียวเท่านั้นจะไม่มีขอบเขตทางไฟฟ้า (Electrical boundary) ระหว่างห้องเอเทรียมทั้งสอง ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าภายในหัวใจประกอบด้วย SA node AV node เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้าหัวใจ

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, A Basic Introduction to12 Lead EKG's [Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.siumed.edu/peds/teaching/Cardiology/conduct.htm

เมื่อเอเทรียมถูกกระตุ้นด้วยขบวนการทางไฟฟ้า ทำนองเดียวกันเวนทริเคิลทั้งสองข้างก็เปรียบเหมือนหนึ่งหน่วยด้วย ทั้งสองหน่วยนี้ถือเป็นห้องทางสรีระไฟฟ้าซึ่งแยกจากกันด้วยวงแหวนที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ (Fibrous ring) ซึ่งมีคุณสมบัติเฉื่อยต่อการนำไฟฟ้า แต่กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านจากเอเทรียมลงมาที่เวนทริเคิลได้ โดยทางเดินพิเศษคือทางระบบเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Conducting System) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจนี่เอง แต่เป็นเซลล์ที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถทำให้หัวใจทำงานได้เองเป็นจังหวะ โดยเป็นตัวเริ่มทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีการถูกกระตุ้นด้วยขบวนการไฟฟ้าและมีกลไกตามลำดับ ผลคือทำให้เกิดการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจตลอดเวลา

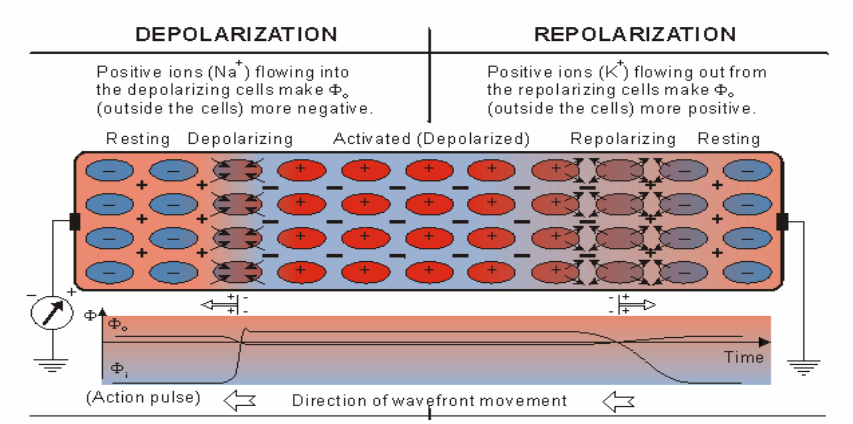
ลำดับขั้นตอนการนำไฟฟ้าภายในหัวใจประกอบ (พิจารณาภาพที่ 1 ประกอบ) มีลำดับดังนี้คือจาก SAN ⇨ AVN ⇨ HIS ⇨ BB (LB หรือ RB) ⇨ PF ตามลำดับ ในการทำงานของหัวใจคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก มีเซลล์พิเศษทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการนำไฟฟ้าอยู่ภายในเซลล์ การกระตุ้นในกล้ามเนื้อหัวใจทำให้เกิดการหดตัว และคลายตัวเป็นจังหวะตามที่ถูกกระตุ้น ทำให้หัวใจสามารถขยายตัวรับเลือด และหดตัวสูบฉีดเลือดออกไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกายได้

ผนังหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจมีคุณสมบัติพิเศษทางไฟฟ้าที่ทำให้ศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ และภายในเซลล์แตกต่างกันได้

2. กระบวนการโพลาไรซ์ ดีโพลาไรซ์ และรีโพลาไรซ์

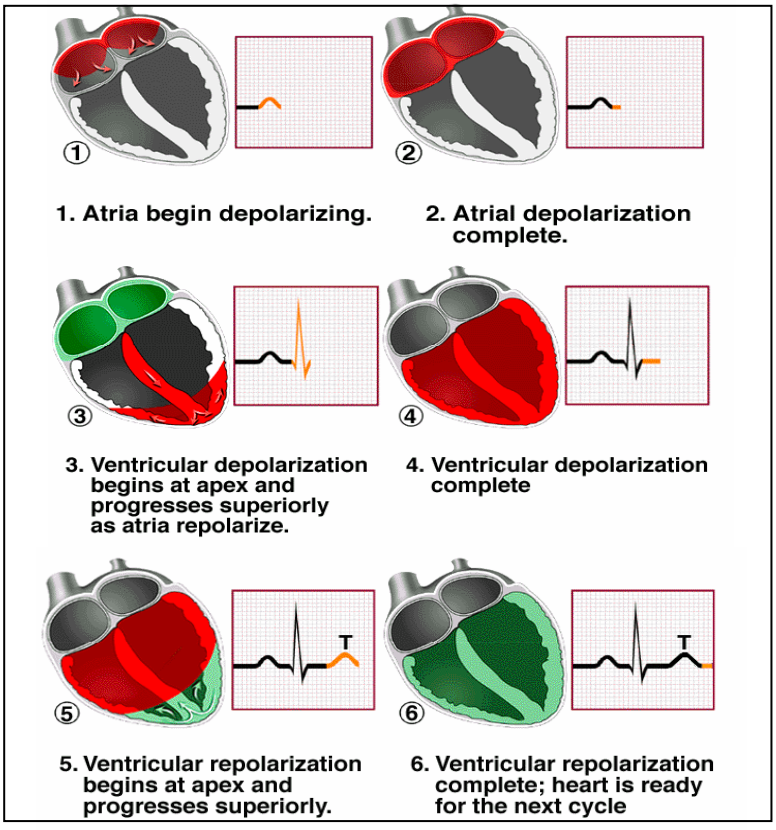
โดยปกติเมื่อเซลล์อยู่ในระยะพักตัว (At rest) ภายในเซลล์จะมีศักย์ไฟฟ้า Φ_i ค่าน้อยประมาณ –60 ถึง –100 มิลลิโวลต์ เรียกว่าศักย์ขณะเซลล์พัก (Resting Potential) และเรียกสภาวะที่เซลล์ในขณะนี้สภาวะโพลาไรซ์ (Polarization) เมื่อเซลล์ได้รับการกระตุ้น (Depolarization/activated) เนื่องจากธรรมชาติหรือการกระตุ้นเทียม ค่า Φ_i จะสูงขึ้นประมาณ +20 มิลลิโวลต์ เรียกว่าศักย์กระตุ้น (Action Potential) การที่ค่า Φ_i มีค่าที่แตกต่างกันนี้เกิดจากการแลกเปลี่ยนความเข้มข้นของสารเกลือแร่ เช่น โซเดียม (ภายนอกเซลล์), โปแตสเซียม (ภายในเซลล์)โดยปกติภายในเซลล์ มีสารโปรแตสเซียมสูง โซเดียมต่ำ ซึ่งตรงกันข้ามกับภายนอกเซลล์ ที่มีสารโปรแตสเซียมต่ำ สารโซเดียมสูง สารเกลือแร่เหล่านี้จะซึมผ่านเข้า และออกจากเซลล์เป็นระยะ ๆ ทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ระยะใดที่ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ Φ_o ลดต่ำลงมาก เซลล์จะตอบสนองและถูกกระตุ้น โดยสารโซเดียมภายนอกเซลล์จะเข้าสู่ภายในเซลล์อย่างรวดเร็ว ทำให้ศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์เพิ่มขึ้นโดยรวดเร็วด้วย ต่อมาศักย์ไฟฟ้าก็จะค่อย ๆ ลดลง เพราะมีสารโปรแตสเซียมซึมผ่านออกจากเซลล์ เรียกว่าเซลล์อยู่ในภาวะกลับตัว(Repolarization) ตามด้วยสารโซเดียมถูกขับออกนอกเซลล์ขบวนการทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 2

ในทางไฟฟ้าพบว่าเมื่อค่าแรงดันมีการเปลี่ยนแปลง และเซลล์มีความต้านทานทางไฟฟ้าจะทำให้เกิดเส้นทางของกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากเซลล์หนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่งต่อไปเป็นลูกโซ่ทำให้เกิดศักย์กระตุ้นแต่ละส่วนของหัวใจ ในหนังสือบางเล่มเรียกว่าเป็นการแพร่ของศักย์กระตุ้น เมื่อรวมศักย์กระตุ้นที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนภายในหัวใจ ผลที่ได้คือสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ กระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กระบวนการโพลาไรซ์ ดีโพลาไรซ์ และรีโพลาไรซ์

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, A Basic Introduction to12 Lead EKG's [Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.siumed.edu/peds/teaching/Cardiology/conduct.htm

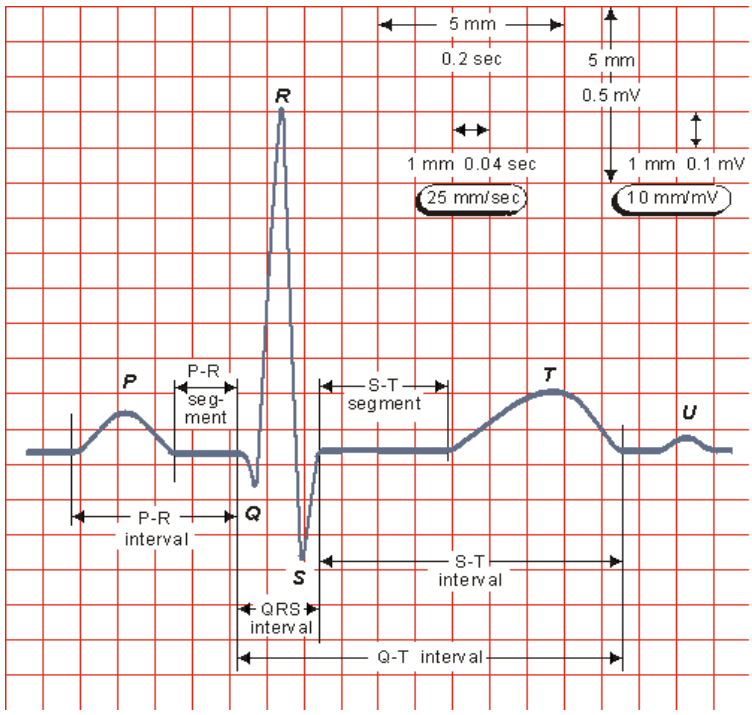


ภาพที่ 3 การเกิดรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากกระบวนการดีโพลาไรซ์และรีโพลาไรซ์ในแต่ละส่วนของหัวใจ

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, A Basic Introduction to12 Lead EKG's [Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.siumed.edu/peds/teaching/Cardiology/conduct.htm

3. สัญญาณไฟฟ้าหัวใจ

สัญญาณ ECG ปกติประกอบด้วยรูปคลื่น P รูปคลื่น R (QRS complex) รูปคลื่น T และรูปคลื่น U (พบได้บางครั้ง) ดังภาพที่ 4 สามารถอธิบายรูปคลื่นต่าง ๆ ได้ดังนี้



ภาพที่ 4 นิยามรูปคลื่นในสัญญาณ ECG ปกติ

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, A Basic Introduction to12 Lead EKG's [Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.siumed.edu/peds/teaching/Cardiology/conduct.htm

จากภาพที่ 4 ประกอบด้วยรูปคลื่น P QRS และ T การวินิจฉัยรูปคลื่นจะพิจารณาจากความกว้าง ระยะห่าง และระยะต่าง ๆ ภายในแต่ละรูปคลื่น จากรูปพบว่ารูปคลื่นประกอบด้วยความกว้างของรูปคลื่น P QRS Complex และ T ระยะห่าง PR ST และ QT ระยะ PQ ST ระยะ PR และ ST

P Wave เกิดจากการดีโพลาไรซ์ที่เอเทรียม ซึ่งมีขบวนการเริ่มต้นจาก SA node แล้วแผ่กระจายไปทั่วทุกทิศทางไปทั่วกล้ามเนื้อหัวใจของเอเทรียมขวา โดยมีทิศทางรวมของไฟฟ้าเฉียงไปทางซ้ายเล็กน้อย และลงล่างส่วนเอเทรียมซ้ายนั้น บริเวณกล้ามเนื้อหัวใจของเอเทรียมซ้ายที่ได้รับการแผ่กระจายไฟฟ้าจากเอเทรียมขวาก่อนส่วนอื่นทั้งสิ้น คือบริเวณในเอเทรียมซ้ายซึ่งอยู่ใกล้ต่อม SA มากที่สุด

QRS complex เกิดจากการดีโพลาไรซ์ที่เวนตริเคิ้ล ถ้าเริ่มต้นหัวกลับเรียกว่ารูปคลื่น Q ถ้าหัวตั้งเรียกว่า รูปคลื่น R ไม่ว่าจะนำหน้าด้วย Q หรือไม่ ส่วนหัวกลับที่ตามหลังรูปคลื่น R เรียกว่า รูปคลื่น S ไม่ว่าจะมีรูปคลื่น Q นำมาก่อนหรือไม่ก็ตาม ถ้ามีรูปคลื่น Q โดยที่ไม่มีรูปคลื่น R ตามหลัง อาจเรียกว่า QS complex แต่ถ้ามี รูปคลื่น R ตามหลังรูปคลื่น S เราเรียกว่า R'

T Wave ตามหลัง ST Segment แสดงถึงการรีโพลาไรซ์ที่เวนตริเคิ้ล ปกติจะมีลักษณะหัวตั้งใน เช่น I, II, V5 และ V6 และหัวกลับใน aVR โดยทั่วไปรูปคลื่น T มักมีลักษณะสมมาตร

U Wave ตามหลังรูปคลื่น T (อาจพบหรือไม่ก็ได้) สาเหตุที่เกิดรูปคลื่น U ยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด แต่อาจจะเกิดเนื่องจากการรีโพลาไรซ์ที่เนื้อเยื่อ Pukinje โดยปกติจะมีขนาดเล็กกว่ารูปคลื่น T

4. พารามิเตอร์สำหรับวินิจฉัยอาการทางหัวใจ

จากหัวข้อที่ผ่านมาพบว่าสัญญาณ ECG ในคนปกติทั่วไปประกอบด้วยรูปคลื่น P รูปคลื่น QRS complex และรูปคลื่น T เป็นต้น ในบางครั้งอาจพบว่ามีรูปคลื่น U ปรากฏตามหลังรูปคลื่น T ในการวินิจฉัยอาการหัวใจโดยแพทย์นิยมวิเคราะห์จากค่าพารามิเตอร์ภายในสัญญาณ ECG ซึ่งมีดังนี้ คือ 1) ความกว้างของรูปคลื่น P (ระยะเวลากระบวนการดีโพลาไรซ์ที่เอเทรียม) 2) ความกว้างของรูปคลื่น QRS (ระยะเวลากระบวนการดีโพลาไรซ์ที่เวนตริเคิล) 3) ความกว้างของรูปคลื่น T (ระยะเวลากระบวนการรีโพลาไรซ์ที่เวนตริเคิล) 4) ระยะห่าง PR (ระยะเวลาที่ SA node ถูกกระตุ้นนำสัญญาณไปยัง AV node) 5) ระยะห่าง ST (ระยะเวลาที่เวนตริเคิลรีโพลาไรซ์ เสร็จสิ้นแล้ว) 6) ระยะห่าง QT (ระยะเวลาที่เวนตริเคิลดีโพลาไรซ์และรีโพลาไรซ์) 7) ขนาดของรูปคลื่น P (ขนาดของศักย์ไฟฟ้าที่ปล่อยจาก SA node) 8) ขนาดของรูปคลื่น R (ขนาดของศักย์ไฟฟ้าที่ปล่อยจาก AV node) 9)ขนาดของรูปคลื่น T (ขนาดของศักย์ไฟฟ้าในขณะที่เวนตริเคิลรีโพลาไรซ์) 10) ส่วน PQ (ระยะเวลาหลังจากเอเทรียมดีโพลาไรซ์จนถึงเวนตริเคิลเริ่มดีโพลาไรซ์) และ 11) ส่วน ST (ระยะเวลาหลังจากเวนตริเคิลดีโพลาไรซ์จนถึงเวนตริเคิลเริ่มรีโพลาไรซ์)

5. กระดาษกราฟบันทึกสัญญาณ ECG

กราฟบันทึกสัญญาณ ECG ดังแสดงในภาพที่ 4 ใช้สำหรับบันทึกจังหวะการเต้นของหัวใจ โดยทั่วไป กระดาษบันทึกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจมีลักษณะเหมือนกับกระดาษกราฟทั่วไป คือ ประกอบด้วยเส้นตรงในแนวตั้ง และแนวนอน กราฟดังกล่าวถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องออสซิลโลสโคปที่สามารถบันทึกสัญญาณได้ ในการวิเคราะห์สัญญาณ ECG ทั้ง 12 สายมาตรฐานนิยมกำหนดความเร็วในการวิ่งของกระดาษกราฟที่ 25 มิลลิเมตรต่อวินาที การวัดระยะเวลาและขนาด (ศักย์ไฟฟ้า) สามารถกระทำบนกราฟนี้ โดยการวัดเวลาแทนด้วยตำแหน่งใน

แนวแกนนอน และศักย์ไฟฟ้าจะแทนตำแหน่งในแนวแกนตั้ง (2 ช่องใหญ่ เท่ากับ 1 mV ดังนั้น 1 mV เท่ากับ 10 mm) นั้นคือในการปรับเทียบเครื่องบันทึกสัญญาณจะใช้ค่าเป็นมิลลิโวลต์

6. อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate)

อัตราการเต้นของหัวใจบ่งบอกถึง ความเร็วในการเต้นของหัวใจโดยทั่วไปมีนิยามว่าในหนึ่งนาทีหัวใจเต้นกี่ครั้ง (รอบ) ในการวินิจฉัยอาการหัวใจทางคลินิกนิยมวิเคราะห์จากอัตราการเต้นของหัวใจ เพราะสามารถกระทำได้ง่าย นอกจากนี้ยังใช้สำหรับระบุอาการทางหัวใจได้เช่น หัวใจเต้นช้า (Bradycardia) หรือหัวใจเต้นเร็ว (Tachycardia) (ในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจสามารถกระทำได้ 3 วิธี ดังนี้

6.1 โดยการใช้รูปคลื่น R ในสัญญาณ ECG เพียง 2 บีท โดยนับระยะทางจากยอดของรูปคลื่น R ตัวที่ หนึ่งไปจนถึงยอดของรูปคลื่น R ตัวที่สอง ผลลัพธ์ที่ได้คือค่า RR interval นั่นเอง แล้วพิจารณาว่าเป็นกี่ช่องใหญ่ของกระดาษบันทึกสัญญาณ ECG

6.2 ในกรณีที่มีการวัดสัญญาณ ECG lead ใด lead หนึ่งยาวพอ สามารถทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้โดยทำการนับจำนวนของรูปคลื่น R ที่อยู่ใน 15 ช่องใหญ่ของกระดาษบันทึกสัญญาณ ECG แล้วคูณด้วย 20 ผลลัพธ์ที่ได้คือ อัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาที

6.3 การใช้ไม้บรรทัดพิเศษสำหรับหาอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งต้องการสัญญาณ ECG อย่างน้อยที่สุด 4 บีท โดยวางไม้บรรทัดลงบนยอดของรูปคลื่น R ตัวที่หนึ่ง และพิจารณาว่ายอดของรูปคลื่น R ตัวที่ถัดไปอีก 3 บีทตรงกับตัวเลขใดบนไม้บรรทัด ตัวเลขนั้นก็คืออัตราการเต้นของหัวใจ

7. การติดสายบันทึกสัญญาณ (ECG lead system)

ในการติดสายบันทึกสัญญาณ ECG ทุกครั้ง ต้องทำความสะอาดในบริเวณที่ทำการติดอิเล็กโทรด (Electrode) ก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นทาอิเล็กโทรไลต์เจล (Electrolytic Gel) ตรงบริเวณที่จะทำการติดอิเล็กโทรด เหตุผลที่ทาเจลเพื่อลดค่าอิมพีแดนซ์ที่ผิว (Skin impedance) และทำให้นำไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น การติดสายวัดสัญญาณ ECG ตามมาตรฐาน (Standard lead) ในที่นี้ใช้ระบบ Hexaxial โดยแบ่งเป็นระนาบด้านหน้าหรือแนวตั้ง (Frontal plane) และแนวนอน (Horizontal plane) โดยแต่ละสายจะติดตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อทำการวัดสัญญาณ ECG สายที่ใช้ในการบันทึกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจมาตรฐานแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม(12 สาย) (ดังภาพที่ 5) ดังนี้

7.1 Bipolar limb leads (I, II, III) เป็นการติดสายวัดสัญญาณตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในรูปสามเหลี่ยมเอนโทเฟ่น (Entroven’s triangle) เช่น แขนขวา แขนซ้าย และขาซ้าย (ขาขวาเป็นสายดิน) แล้วทำการวัดแรงดันระหว่างขั้วทั้งสอง ดังแสดงในภาพที่ 5(ก) การติดสายบันทึกสัญญาณในลักษณะเช่นนี้เรียกว่าเป็นการติดสายบันทึกสัญญาณในแนวระนาบ Frontal ผลที่ได้จากการวัดลักษณะนี้คือ

7.1.1 Lead I คือการวัดสัญญาณระหว่างแขนขวากับแขนซ้าย

7.1.2 Lead II คือการวัดสัญญาณระหว่างแขนขวากับขาซ้าย

7.1.3 Lead III คือการวัดสัญญาณระหว่างแขนซ้ายกับขาซ้าย

7.2 Unipolar limb leads (aVR, aVL, aVF) เป็นการติดสายสัญญาณตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเช่น ไหล่ซ้าย ไหล่ขวา และขาซ้าย แล้วทำการวัดแรงดันที่สายวัดเส้นเดียว โดยใช้กราวนด์ของระบบ (เครื่องมือวัด) ดังนั้นผลที่ได้คือแรงดันที่สายวัดเทียบกับ กราวนด์ของระบบ ดังแสดงในภาพที่ 5(ข) การติดสายบันทึกสัญญาณในลักษณะเช่นนี้เรียกว่าเป็นการติดสายบันทึกสัญญาณในแนวระนาบ Frontal เช่นเดียวกันกับ Bipolar limb leads โดยส่วนมากค่าแรงดันที่ได้จากสายวัดชนิดนี้มีค่าน้อย ต้องมีการเพิ่มแรงดัน (Augmented voltage) เข้าไปเพื่อทำให้สามารถอ่านค่าได้สะดวกยิ่งขึ้น ผลที่ได้จากการวัดลักษณะนี้คือ

7.2.1 aVR คือการวัดสัญญาณที่ไหล่ซ้าย

7.2.2 aVL คือการวัดสัญญาณที่ไหล่ขวา

7.2.3 aVF คือการวัดสัญญาณที่ขาซ้าย

7.3 Chest Leads (V1, V2, V3, V4, V5, V6) เป็นการวัดแบบ Unipolar lead อีกชนิดหนึ่ง เป็นการติดสายสัญญาณวัดที่บริเวณช่วงหน้าอกของผู้ถูกบันทึก ดังแสดงในภาพที่ 5(ค) การติดสายบันทึกสัญญาณในลักษณะเช่นนี้ เรียกว่าเป็นการติดสายบันทึกสัญญาณในแนวระนาบ Horizontal ผลที่ได้จากการวัดลักษณะนี้แบ่งออกเป็น 6 สายสัญญาณ ดังนี้

7.3.1 V1 ช่องซี่โครงที่ 4 ทางด้านขวาและกระดูกหน้าอก

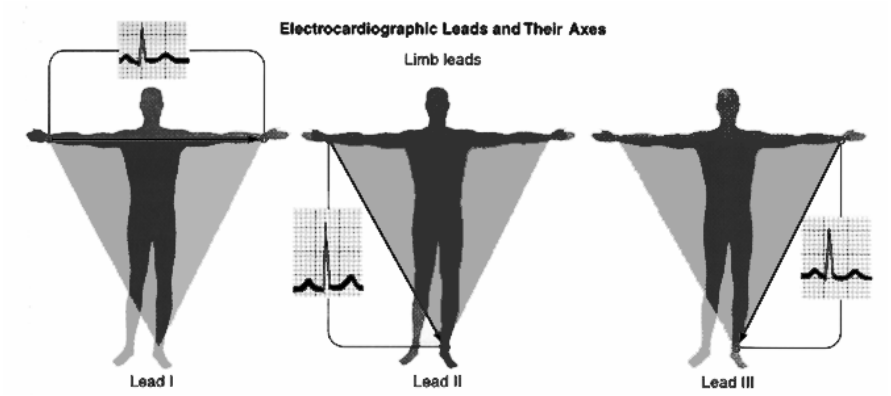
7.3.2 V2 ช่องซี่โครงที่ 4 ทางด้านซ้ายของกระดูกหน้าอก

7.3.3 V3 อยู่กึ่งกลางระหว่าง V2 และ V4

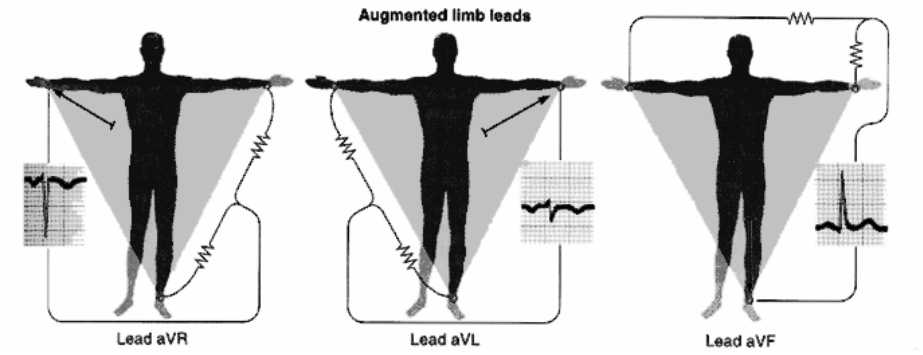
7.3.4 V4 บนแนวเส้นกึ่งกลางของกระดูกไหปลาร้าซ้าย

7.3.5 V5 ตรงแนวขอบหน้าของรักแร้ซ้าย

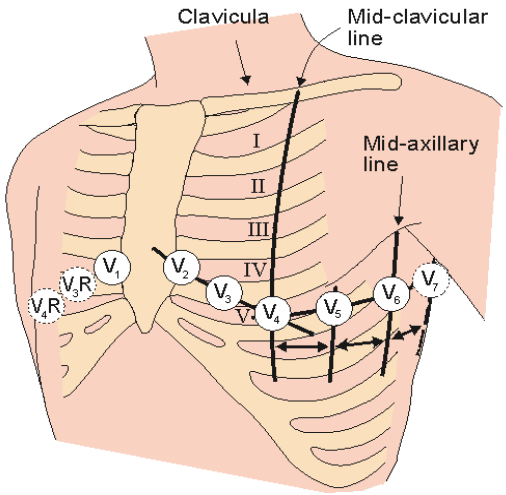
7.3.6 V6 มุมล่างของกระดูกสบักซ้าย



(ก)



(ข)



(ค)

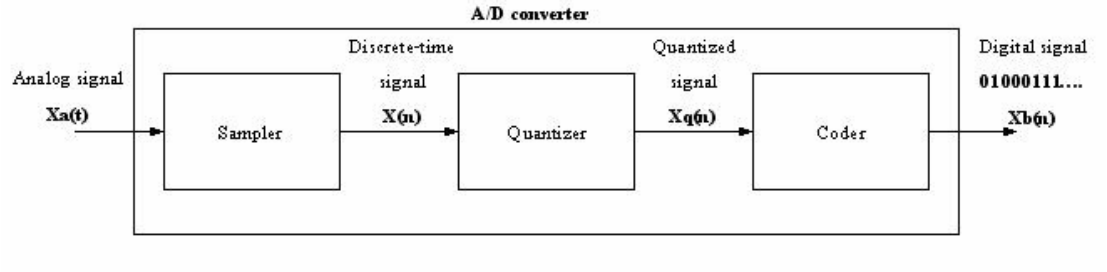
ภาพที่ 5 การติดสายบันทึกสัญญาณแบบ (ก) Bipolar limb lead (ข) Unipolar limb lead / Augmented lead และ (ค) Chest lead

ที่มา : B. Beasley and M. West, Understanding 12-Lead EKGs: A Practical Approach (New Jersey : Brady-Prentice-Hall Inc., 2001), 21.

สังเกตว่าการติดอิเล็กโทรดตามรูป (ก) และ (ข) กระทำในแนวระนาบ Frontal ส่วนการติดอิเล็กโทรดในรูป (ค) ติดในแนว Horizontal

8. การแปลงสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล

ปัจจุบันการประมวลผลและการบันทึกสัญญาณในรูปแบบดิจิตอลกำลังเป็นที่นิยม สืบเนื่องมาจากเทคโนโลยีทางด้านหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้สะดวกในการจัดเก็บ สามารถใช้งานร่วมกับฐานข้อมูล และ นำเสนอรายงานได้ง่าย ในหัวข้อนี้ผู้เขียนขอกล่าวถึงเทคนิคการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอลที่นิยมใช้กับสัญญาณโดยทั่วไป (ไม่จำกัดเฉพาะสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ) จากภาพที่ 6 สามารถอธิบายหน้าที่การทำงานภายในแต่ละบล็อกได้ดังนี้



ภาพที่ 6 Block diagram แสดงลำดับการแปลงจากสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล

8.1 Sampler ทำหน้าที่สุ่มตัวอย่างจากสัญญาณที่ต่อเนื่องกับเวลาในขณะเวลาใดเวลาหนึ่ง จากภาพที่ 6 ถ้ากำหนดให้ $x\,t$ เป็นสัญญาณที่ต่อเนื่องกับเวลา จะได้ว่าเอาท์พุต $x(n) \equiv xa(nT)$ เมื่อ T คือระยะเวลาในการแซมปลิ้ง (Sampling interval)

8.2 Quantizer ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณที่อยู่ในรูปดีสครีตที่มีค่าต่อเนื่องกับเวลาไปเป็นสัญญาณที่อยู่ในรูปดีสครีตทั้งเวลาและค่าขนาด (ดิจิตอล)

8.3 Coder ในกระบวนการเข้ารหัส ค่าของสัญญาณ $q\,x\,n$ ในแต่ละค่า จะถูกแทนได้ด้วยผลที่ได้คือสัญญาณไบนารี่ $b\,x\,n$ ซึ่งมีลักษณะเป็นลำดับของเลขไบนารี่ (01000111) เป็นต้น

เอสวีจี (SVG: Scalable Vector Graphics) (วิมลศรี หอมหวล 2547 : 30-43)

เอสวีจี เป็นภาษาที่ถูกพัฒนาโดยดับเบิลยูทรีซี (W3C: World Wide Web Consortium) สำหรับแสดงรูปภาพแบบเวกเตอร์ (Vector Graphic) และภาพเคลื่อนไหว (Animation) โดยนำรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) มาใช้ประโยชน์ และถือเป็นมาตรฐานเปิดแบบใหม่สำหรับรูปภาพแบบเวกเตอร์

1. ข้อดีของเอสวีจี

1.1 เปลี่ยนแปลงง่าย เนื่องจากแฟ้มเอสวีจีเป็นภาษาที่อยู่ในรูปข้อความ (Text) ดังนั้นสามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงโดยใช้โปแกรมเท็กซ์อิดิเตอร์ (TextEditor) โครงสร้างของเอสวีจีจะเป็นป้ายอิลิเมนต์ (Element Tags) ซึ่งจะเป็นคำภาษาอังกฤษที่สามารถเข้าใจได้ง่าย เช่น <circle/> สำหรับวาดรูปวงกลม

1.2 สามารถค้นหาเนื้อหาในแฟ้มเอสวีจี ส่วนใหญ่เนื้อหารูปแบบกราฟิกจะอยู่ในรูปแบบไบนารี แต่สำหรับแฟ้มเอสวีจีจะเหมือนกับแฟ้มเอชทีเอ็มแอล (HTML: Hyper Text Markup Language) ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อความจึงสามารถค้นหาคำที่ต้องการได้

1.3 เอสวีจีเป็นมาตรฐานเปิด สามารถเพิ่มฟังก์ชันลงในเอกสารได้ เช่น สามารถเพิ่มฟังก์ชันการหมุนภาพไว้ในเอกสารเอสวีจี

1.4 การจัดการกับข้อมูล (Data Handling) สามารถแก้ไขตำแหน่งของข้อมูล ทำให้สร้างไดนามิกกราฟิก (Dynamic Graphics) ได้

1.5 ควบคุมรูปแบบอักษร (Font) ได้ สามารถใช้รูปแบบอักษร จริงๆกับเอสวีจีได้

1.6 วิชิวิก (WYSIWYG: What You See Is What You Get) สามารถออกแบบกราฟฟิกได้โดยตรงเช่นกำหนดรูปภาพอย่างไร เมื่อนำไปแสดงผลบนบราวเซอร์จะได้ภาพตามที่ออกแบบไว้

1.7. โปรแกรมตรวจแก้จุดบกพร่อง (Debugger) เมื่อมีข้อผิดพลาดในแฟ้มเอสวีจีจะแสดงจุดที่ผิดพลาดนั้น

2. ความแตกต่างระหว่างรูปแบบเอสวีจีกับรูปแบบบิทแมพหรือรูปแบบจิฟ

แฟ้มรูปภาพแบบเอสวีจีมีความแตกต่างกับแฟ้มรูปภาพแบบบิทแมทหรือแบบจิฟที่นิยมใช้กันในปัจจุบันดังนี้คือ

2.1 สามารถดึงภาพ โดยที่ภาพยังคงรักษารายละเอียดและความคมชัดของภาพได้

2.2 ไม่มีการจำกัดรูปแบบอักษร สามารถแก้ไขและค้นหารูปแบบอักษรได้

2.3 แฟ้มข้อมูลมีขนาดเล็ก แฟ้มข้อมูลในรูปแบบเอสวีจีจะมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับรูปแบบเว็บกราฟิกอื่นๆ ทำให้การส่งแฟ้มเอสวีจีสามารถทำได้เร็วกว่าเมื่อนำมาแสดงผลบนเว็บ

2.4 การแสดงผลเป็นอิสระ ดังนั้นรูปภาพที่เกิดจากแฟ้มเอสวีจีจึงแสดงผลได้อย่างชัดเจนบนหน้าจอ และสามารถพิมพ์รูปภาพออกทางเครื่องพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 การควบคุมสี เอสวีจีแสดงได้ 16 ล้านสี และสนับสนุนไอซีซี (ICC) เอสอาร์จีบี (sRGB) แกรเดรียนท์

2.6 สามารถตอบสนองในการเน้นข้อความ การแสดงทูลทิป และการเคลื่อนไหว

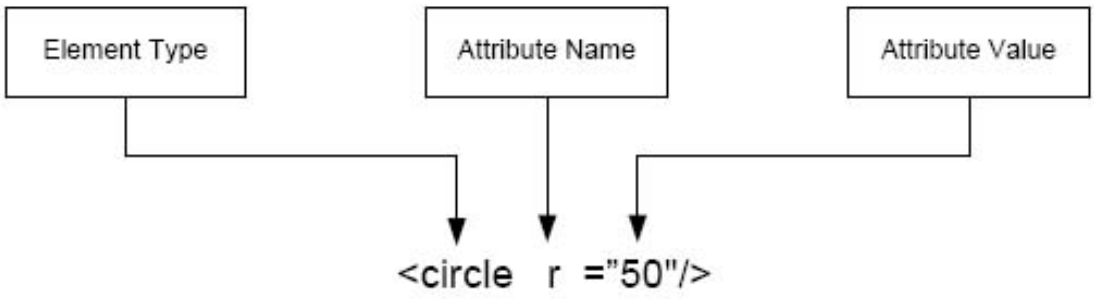
3. โครงสร้างพื้นฐานของเอสวีจี

3.1 วากยสัมพันธ์ (Syntax) วากยสัมพันธ์ของเอสวีจีเป็นไปตามหลักการของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ซึ่งมีลักษณะดังนี้

3.1.1 แท็ก (Tag) ของเอสวีจี ตัวอักษรตัวใหญ่และเล็กมีผลแตกต่างกัน (Case Sensitive) เช่น <aa> กับ <aA> หมายถึง มีประเภทอีลีเมนต์ (Element Type) ที่แตกต่างกัน

3.1.2 เมื่อมีแท็กเปิด ต้องมีแท็กปิดเสมอ

3.1.3 แอตทริบิวต์ (Attribute) ประกอบด้วย ชื่อแอตทริบิวต์ (Attribute Name) และค่าของแอตทริบิวต์ (Attribute Value) โดยที่ค่าของแอตทริบิวต์ต้องอยู่ในเครื่องหมายคำพูด



ภาพที่ 7 อีลีเมนต์ ชื่อแอตทริบิวต์ และค่าแอตทริบิวต์

3.2 ดีทีดี (DTD: Document Type Definition) คือโครงสร้างและไวยากรณ์ของเอสวีจี ซึ่งเป็นเอกสารที่กำหนดรายละเอียดของอีลีเมนต์

3.3 โครงสร้างของแฟ้มเอสวีจี ในทุกๆแฟ้มเอสวีจีเนื้อหาทั้งหม ดจะอยู่ใน แท็ก ระบุเอสวีจี: <svg></svg> ซึ่งประกอบด้วย 6 ประเภท คือ

3.3.1 ข้อมูลเอกสาร (Document data) เป็นส่วนที่กำหนดเอกสารอ้างอิงดีทีดีของเอสวีจี (SVG DTD) รวมทั้งการกำหนดรูปแบบสีสันด้วยสไตล์ชีส (Style sheets)

3.3.2 บรรณนิทัศน์ (Annotations) เป็นส่วนที่กำหนดคำอธิบายเอกสารเอสวีจี

3.3.3 ข้อกำหนดของวัตถุที่แสดงผล (Reference Material) เป็นส่วนที่ใช้กำหนดรายละเอียดของวัตถุให้มีส่วนประกอบอย่างไร เช่น สี่เหลี่ยมให้มีสีน้ำเงิน เส้นมีสีเหลือง เป็นต้น

3.3.4 กราฟฟิกคอนเทนท์ (Graphic Content) เป็นส่วนที่ใช้แสดงเนื้อหากราฟฟิกได้แก่ สี่เหลี่ยมและรูปภาพที่สร้างขึ้นจากแท็กต่าง ๆ

3.3.5 รูปแบบการแสดงผล (Manipulation) ใช้กำ หนดการสร้างภาพเคลื่อนไหวต่างๆ

3.3.6 ข้อความ (Text) เป็นส่วนที่ใช้แสดงข้อความบนเอกสารเอสวีจี

โครงสร้างของแฟ้มเอสวีจีจะแสดงได้ดังภาพที่ 9

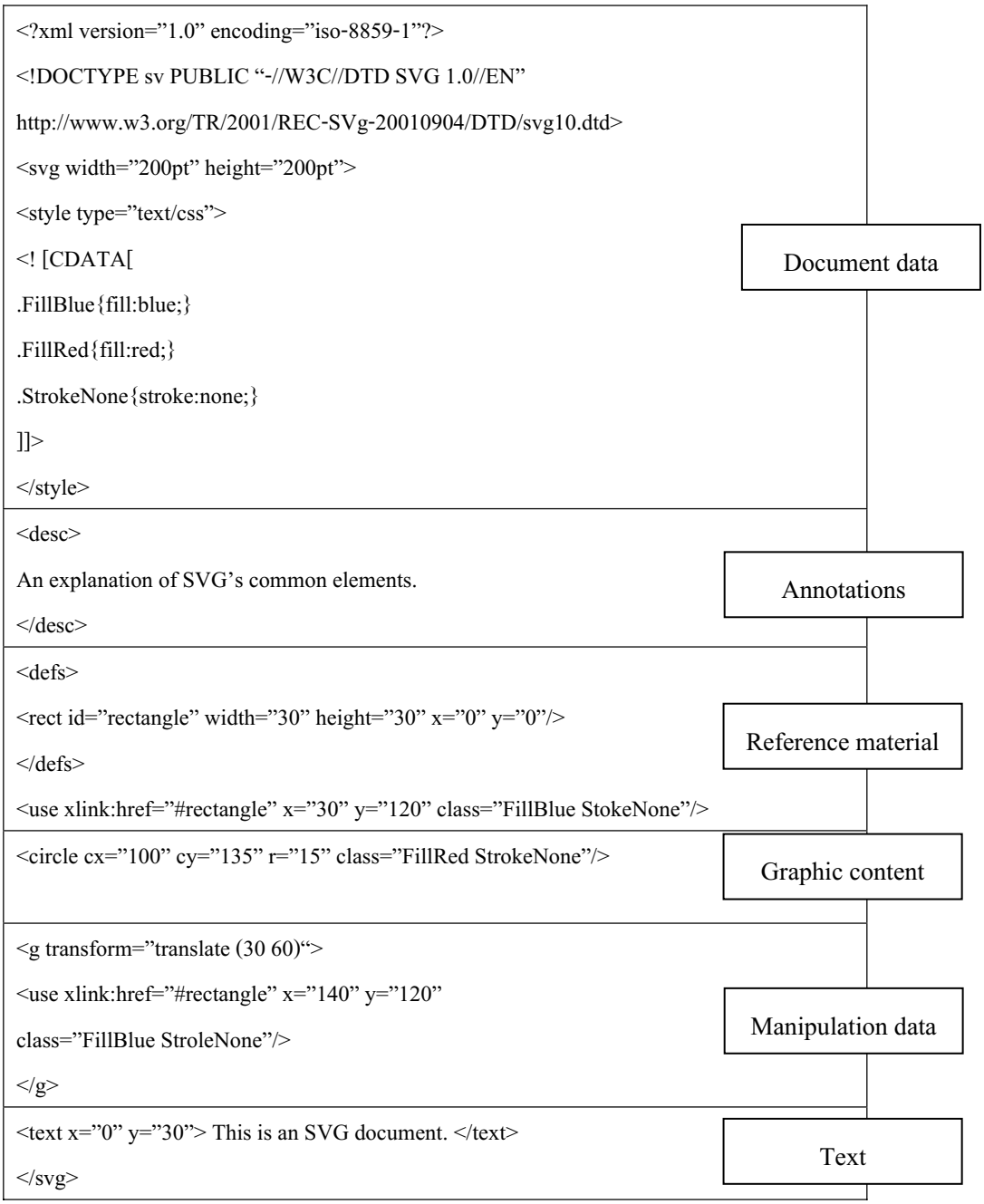
4. การแสดงผลของแฟ้มเอสวีจี

การแสดงผลของแฟ้มเอสวีจี สามารถแสดงได้บนบราวเซอร์ที่เป็นบราวเซอร์สำ หรับแสดงเอ็กซ์เอ็มแอล เช่น X-Smiles (http://www.xsmiles.org/) แต่สำหรับบราวเซอร์ที่เป็นที่นิยมอย่างไออี (IE: Internet Explorer) และเนสเคป (Netscape Navigator) ต้องมีการติดตั้งตัวเอสวีจีวิวเวอร์ (SVG VIEWER) ซึ่งพัฒนาโดย อโดบี (Adobe) เพื่อใช้ในการแสดงผล

นอกจากนี้ยังสามารถนำแฟ้มเอสวีจีไปไว้ในหน้าเอชทีเอ็มแอล (HTML Page) ซึ่งจะใช้อีลีเมนต์เอ็มเบด (Embed Element) แสดงดังภาพที่ 8

```
<html>
    <head>
        <title>Embeding SVG</title>
    </head>
    <body bgcolor="white">
        <embed src="filepath/filename.svg"/>
    </body>
</html>
```

ภาพที่ 8 การเรียกใช้งานแฟ้มเอสวีจีด้วยแท็กเอมเบดในหน้าเอชทีเอ็มแอล



ภาพที่ 9โครงสร้างหลักของเอกสารเอสวีจี

ที่มา : M. Laaker, Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours (n.p. : Sams Publishing, 2002),22.

5. รูปทรงพื้นฐาน

การแสดงผลเอสวีจี มีรูปทรงพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

5.1 สี่เหลี่ยม (Rectangles) เป็นรูปทรงที่ใช้ส่วนใหญ่ โดยคำสั่งที่ใช้สำหรับวาดรูปสี่เหลี่ยม คือ แท็กชื่อ rect ซึ่งประกอบด้วยแอตทริบิวต์ดังนี้

5.1.1 X และ Y: เป็นแอตทริบิวต์ที่จะแสดงถึงจุดเริ่มต้นของมุมสี่เหลี่ยม

5.1.2 Width: บอกความยาวทางแนวนอน คือ ขนาดความยาวไปทางขวาจากจุด X

5.1.3 Height: บอกความยาวทางแนวตั้ง คือ ขนาดความยาวไปทางใต้ของจุด Y

```
<?xml version=”1.0” encoding=”iso-8859-1”?>
<!DOCTYPE sv PUBLIC “-//W3C//DTD SVG 1.0//EN”
http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVg-20010904/DTD/svg10.dtd>
<svg width=”500” height=”300”>
    <rect id=”Outline” ” x=”10” y=”10” width=”480” height=”280”/>
</svg>
```

ภาพที่ 10 การใช้แท็กสี่เหลี่ยม

ที่มา : M. Laaker, Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours (n.p. : Sams Publishing, 2002),24.

5.2 เส้น (Lines) คำสั่งสำหรับวาดเส้น คือ แท็กชื่อ line ซึ่งประกอบด้วยแอตทริบิวต์ดังนี้

5.2.1 X1 และ Y1: เป็นจุดเริ่มต้นของเส้น

5.2.2 X2 และ Y2: เป็นจุดสิ้นสุดของเส้น

```
<?xml version=”1.0” encoding=”iso-8859-1”?>
<!DOCTYPE sv PUBLIC “-//W3C//DTD SVG 1.0//EN”
http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVg-20010904/DTD/svg10.dtd>
<svg width=”500” height=”300”>
    <line x1=”105” y1=”160” x2=”410” y1=”100”/>
</svg>
```

ภาพที่ 11 การใช้แท็กเส้น

ที่มา : M. Laaker, Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours (n.p. : Sams Publishing, 2002),25.

5.3 พาธ (Path) คือ การเขียนเส้นต่อเนื่อง คำสั่งสำหรับวาดพาธคือแท็กชื่อ pathซึ่งมีแอตทริบิวต์คือ d ใช้สำหรับเก็บค่าคำสั่งต่างๆได้แก่ M L C A Z ซึ่ง อธิบายในตารางที่ 1 ตัวอย่างการใช้แท็กพาธ แสดงดังในภาพที่ 12

ตารางที่ 1 แสดงคำสั่งที่ใช้สำหรับการสร้างพาธ

คำสั่ง	ความหมาย	คำอธิบาย
M	Moveto	จุดเริ่มต้นพาธ เช่น <path d=”M x1 y1…. “/>
L	Lineto	คำสั่ง L สำหรับวาดเส้นตรงจากจุดเริ่มต้น เช่น <path d=”M x1,y1 Lx2,y2”/>
C	Curveto	ใช้วาดรูปเส้นโค้ง เช่น <path d=”M x1y1 C x2,y2 x3,y3 x4,y4”/>
A	Elliptical Arc	ใช้ว า ด ส่ว น โค้ง เช่น <path d=“M xy-radius x-axisrotation large-arc-flag sweep-flag xy-coordinate of ending point
Z	Closepath	จุดสิ้นสุดพาธ เช่น “<path d=M x1y1 L x2,y2 x3,y3 Z”/>

```
<?xml version=”1.0” encoding=”iso-8859-1”?>
<!DOCTYPE sv PUBLIC “-//W3C//DTD SVG 1.0//EN”
http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVg-20010904/DTD/svg10.dtd>
<svg width=”500” height=”300”>
    <path d=”M16,0
    C 16,0,0,24,0,33
    C 0,42,7,49,15,49
    C 25,49,32,42,32,33
    C 32,24,16,0,16,0” />
</svg>
```

ภาพที่ 12 การใช้แท็กพาธ

ที่มา : M. Laaker, Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours (n.p. : Sams Publishing, 2002),26.

เอสวีจีมีความสามารถที่จะกำหนดกลุ่ม รูปแบบ หรือการเปลี่ยนรูปให้แก่วัตถุในเอกสารเอสวีจีได้ และเนื่องจากเอกสารเอสวีจีเป็นเอ็กซ์เอ็มแอล ดังนั้นจึงมีการสร้าง Document Object Model (DOM) สำหรับเอกสารเอสวีจีโดยอ้างอิงตามมาตรฐานของ The World Wide Web Consortium (W3C) ซึ่งการที่จะทำให้ เบราว์เซอร์เข้าใจ DOM มีอยู่หลายวิธี แต่หนึ่งในวิธีที่นิยมและจะใช้ในเอกสารฉบับนี้ก็คือการติดตั้ง plugin ให้แก่เบราว์เซอร์ ซึ่งจะอ้างอิงกับเอสวีจี plugin ของบริษัท Adobe โดยสามารถจะดาวน์โหลดได้ที่ http://www.adobe.com/svg

ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลเป็นภาษาที่มีความสามารถทางด้านโครงสร้างและสารสนเทศที่ใช้นิยามให้กับข้อมูลหรือที่เรียกว่าเมตะดาตา (Metadata) ซึ่งเป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นสำหรับนิยามความหมายและสภาพแวดล้อมให้กับงานต่างๆ และเป็นส่วนที่ใช้ในการบริหารและจัดการสารสนเทศบนระบบอินเทอร์เน็ต โดยหลักการทำงานเป็นการประมวลผลในลักษณะของเวกเตอร์ไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจียังมีคุณสมบัติที่ดีอื่นๆ อาทิเช่นมีความยืดหยุ่นในการแสดงภาพและมีการประมวลผลในลักษณะของเวกเตอร์จึงสามารถปรับขนาดของภาพ สามารถเพิ่มหรือลดขนาดของภาพได้ตามต้องการ โดยที่ภาพไม่เสียความคมชัดไป ดังแสดงในภาพที่ 13 เป็นการเปรียบเทียบชนิดของไฟล์ภาพกราฟิกพีเอ็นจีและไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจี เมื่อทำการขยายขนาดของภาพในแต่ละชนิดนั้น จะเห็นว่าชนิดของไฟล์ภาพกราฟิกเอสวีจียังคงรูปแบบที่ดีและรายละเอียดที่ชัดเจน แต่ชนิดของไฟล์ภาพกราฟิกพีเอ็นจีได้เสียความคมชัดไป

ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบการขยายขนาดภาพของไฟล์ภาพพีเอ็นจีและไฟล์ภาพเอสวีจี

ที่มา : M. Laaker, Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours (n.p. : Sams Publishing, 2002),28.

เอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language) (ศุภชัย สมพานิช 2544 : 10-33)

1. ความหมายของ เอ็กซ์เอ็มแอล เอ็กซ์เอ็มแอล เป็นภาษา Markup ที่เป็น Text-based ซึ่งทำให้เป็นภาษามาตรฐานในการแลกข้อมูลอินเทอร์เน็ตอย่างรวดเร็วผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบและกำหนดมาตรฐานเอ็กซ์เอ็มแอลคือ World Wide Web Consortium (W3C) ความแตกต่างของเอ็กซ์เอ็มแอล คือ HTML ถูกนำมาใช้ในการสร้าง Web Page ที่สามารถแสดงผลได้โดยโปรแกรมบราวเซอร์แต่เอ็กซ์เอ็มแอลจะใส่แท็ก (Tag) ได้อย่างอิสระแล้วทำการส่งเอ็กซ์เอ็มแอลชุดนี้ไปประมวลผลยังแอพพลิเคชันใดๆที่สามารถใช้ข้อมูลในเอ็กซ์เอ็มแอลนี้เช่นดังที่แสดงในภาพที่ 14

```
<ComputerBook>
        <book>
            <name>เว็บเซอร์วิส</name>
            <price>10.00$</price>
        </book>
        <book>
            <name>เอ็กซ์เอ็มแอล</name>
            <price>10.00$</price>
        </book>
</ComputerBook>
```

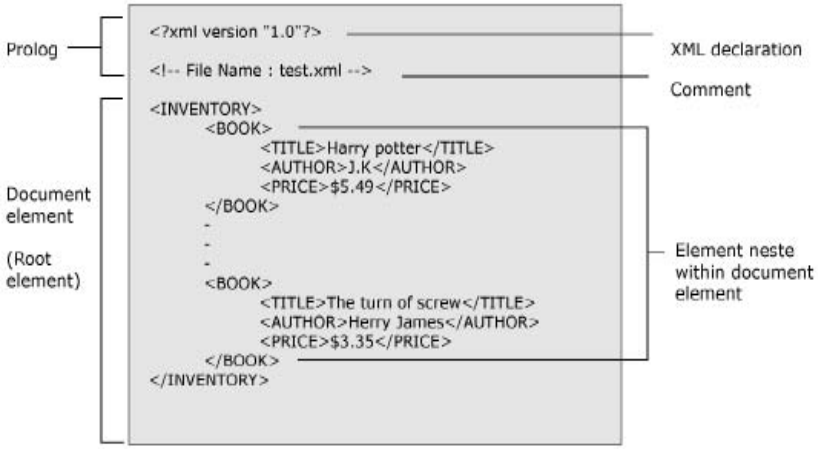
ภาพที่ 14 ตัวอย่างเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, Extensible Markup Language[Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.w3.org/TR/REC-xml

เอ็กซ์เอ็มแอล จะมีการให้รายละเอียดของเนื้อหาเอกสารที่เรียกว่า Document Type Definition (DTD) ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวเอกสารว่าจะแสดงหรือซ่อนส่วนไหนของเอกสารบ้าง

ส่วน XSL (Extensible Style Sheet Language) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับแปลง หรือจัดรูปแบบให้กับเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล โดยสามารถนำข้อมูลออกจากเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล ของผู้ใช้จากแบบหนึ่งไปสู่อีกแบบ การแปลงเอกสารมีประโยชน์ในกรณีที่บริษัทแห่งหนึ่งใช้ Schema แบบหนึ่งและลูกค้าใช้ Schema อีกแบบหนึ่ง แต่บริษัทแห่งนี้สามารถแปลงเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล ของลูกค้าที่ใช้ Schema ต่างกันมาเป็น Schema ของบริษัทได้ โดยข้อมูลภายในเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล ยังเหมือนเดิม อีกทั้งสามารถปรับแต่งข้อมูล ให้ตรงตามชนิดอุปกรณ์รอบข้าง และยังสามารถเขียนสคริปต์เพื่อแปลงเอกสารได้ด้วย

2. โครงสร้างของเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล



ภาพที่ 15 โครงสร้างเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล

ที่มา : Southern Illinois University School of Medicine, Extensible Markup Language[Online], accessed 15 March 2009. Available from http://www.w3.org/TR/REC-xml

จากภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างของเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล ประกอบด้วย

2.1 ส่วนแรก (Prolog) ในส่วนนี้ จะประกอบด้วย

2.1.1 เอ็กซ์เอ็มแอล declaration เป็นการประกาศให้รู้ว่าเอกสารนี้คือ เอ็กซ์เอ็มแอล และเป็นการประกาศเวอร์ชันของ เอ็กซ์เอ็มแอล (ในตัวอย่างเป็นเวอร์ชัน 1.0) การใส่ค่า เอ็กซ์เอ็มแอล declaration จะประกาศหรือไม่ประกาศก็ได้ แต่ควรมีข้อกำหนดนี้ในเอกสาร

2.1.2 บรรทัดว่าง เพื่อช่วยให้เอกสารน่าอ่านขึ้น ตัวประมวลผลของ เอ็กซ์เอ็มแอล (เอ็กซ์เอ็มแอล Processor) จะข้ามและไม่นำบรรทัดว่างเหล่านั้นมาประมวลผล

2.1.3 หมายเหตุ (Comment) เพื่อให้สามารถพิมพ์ข้อความที่ต้องการ อาจจะเป็นข้อความ ที่ใช้อธิบายจุดประสงค์ของเอกสาร เป็นต้น จะมีหรือไม่มีก็ได้ เช่นเดียวกันกับบรรทัดว่างตัวประมวลผลของ เอ็กซ์เอ็มแอล จะข้ามและไม่นำหมายเหตุมาประมวลผล

2.2 ส่วนที่สอง (Document element)

ในส่วนที่สองเรียกว่า Document element หรือ Root element สามารถบรรจุ Element เพิ่มเติมในเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล ได้โดยในเอกสาร เอ็กซ์เอ็มแอล นั้น Element จะแสดงลักษณะโครงสร้างของเอกสาร และแสดงส่วนประกอบของเนื้อหาเอกสารที่อยู่ภายในเนื้อหาภายใน Element สามารถ เป็นได้ทั้งข้อมูล หรือ Element อื่นๆ ที่ซ้อนอยู่ภายใน หรือทั้งสองแบบ จากที่ภาพที่ 15 ข้อมูลใน Book Element ประกอบด้วย TITLE AUTHOR PRICE

Health Level 7 (HL7) (ปกรณ์ หอมหวลดี 2551)

1. ความเป็นมาของ HL7

เมื่อประเทศต่างๆพัฒนามากขึ้น รัฐบาลของแต่ละประเทศจะพยายามสร้างหลักประกันทางสังคมแก่ประชาชนทุกคนโดยถ้วนหน้า หลักประกันด้านสุขภาพเป็นหลักประกันที่สำคัญอย่างหนึ่งของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อให้ทรัพยากรที่สำคัญที่สุดพัฒนาไปโดยไม่ให้ปัญหาสุขภาพมาเป็นอุปสรรคขัดขวาง ในประเทศไทยแม้รัฐบาลจะยังไม่สามารถสร้างหลักประกันด้านสุขภาพให้ครอบคลุมประชาชนโดยทั้งหมดได้ แต่ในภาวะที่มีแผนประกันสุขภาพหลายแผนครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายหลายกลุ่ม เช่น พระราชบัญญัติประกันสังคม พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ สวัสดิการ ประชาชนด้านการรักษาพยาบาล การสงเคราะห์ผู้ที่สังคมควรช่วยเหลือเกื้อกูล สวัสดิการรักษา พยาบาลของข้าราชการ และครอบครัว บัตรประกันสุขภาพรวมทั้งการประกันสุขภาพของบริษัทเอกชน ฯลฯ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสร้างมาตรฐานของข้อมูลให้แผนประกันสุขภาพเหล่านั้นสามารถแลกเปลี่ยนสื่อสารข้อมูลกันได้ ในขณะเดียวกันสถานพยาบาลที่ให้บริการผู้ป่วยที่ครอบคลุมด้วยแผนประกันสุขภาพต่างๆลดความยุ่งยากซับซ้อนในการบริหารข้อมูล ตลอดจนสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาแลกเปลี่ยนเพื่อเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพและคุณภาพของการบริการระหว่างกันได้

2. Health Level 7 (HL7)

Health Level Seven (HL7) เป็นชื่อมาตรฐานข้อมูล (Protocol) ของการจัดส่งข้อมูลสาธารณสุข ที่ประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์ได้นำมาใช้ เกิดขึ้นเมื่อปี 1987 ภายใต้ความต้องการที่จะเห็นการบริหารข้อมูลมีประสิทธิภาพมากกว่าภาวะที่เป็นอยู่ ดังนั้นสถานพยาบาล ผู้ขายเครื่องมือ และที่ปรึกษาในวงการสารสนเทศสาธารณสุข จึงรวมตัวกันทำงานสร้างมาตรฐานในรูปคณะกรรมการมี การประชุมกันอย่างต่อเนื่องทุกๆ 3-4 เดือน กำหนดของ HL7 ผ่านการรับรองเป็นหน่วยหนึ่งขององค์การพัฒนามาตรฐานระดับชาติของสหรัฐอเมริกา คือ ANSI (American National Standards Institute) Accredited Standards Developing Organization จนมาถึงปัจจุบันเป็น HL7 Version 3.0 ซึ่งเวอร์ชันนี้ได้รองรับมาตรฐาน เอ็กซ์เอ็มแอล ด้วยซึ่งทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบเว็บเซอร์วิสได้ง่ายยิ่งขึ้น มี 32 ประเทศที่ใช้มาตรฐานนี้ ทั้งในยุโรป อเมริกาเหนือ อังกฤษ ในเอเชีย-แปซิฟิก มีญี่ปุ่น จีน อินเดีย มาเลเซีย เกาหลีใต้ และไต้หวันที่ใช้มาตรฐานนี้

3. ข้อดีของการใช้มาตรฐาน HL7

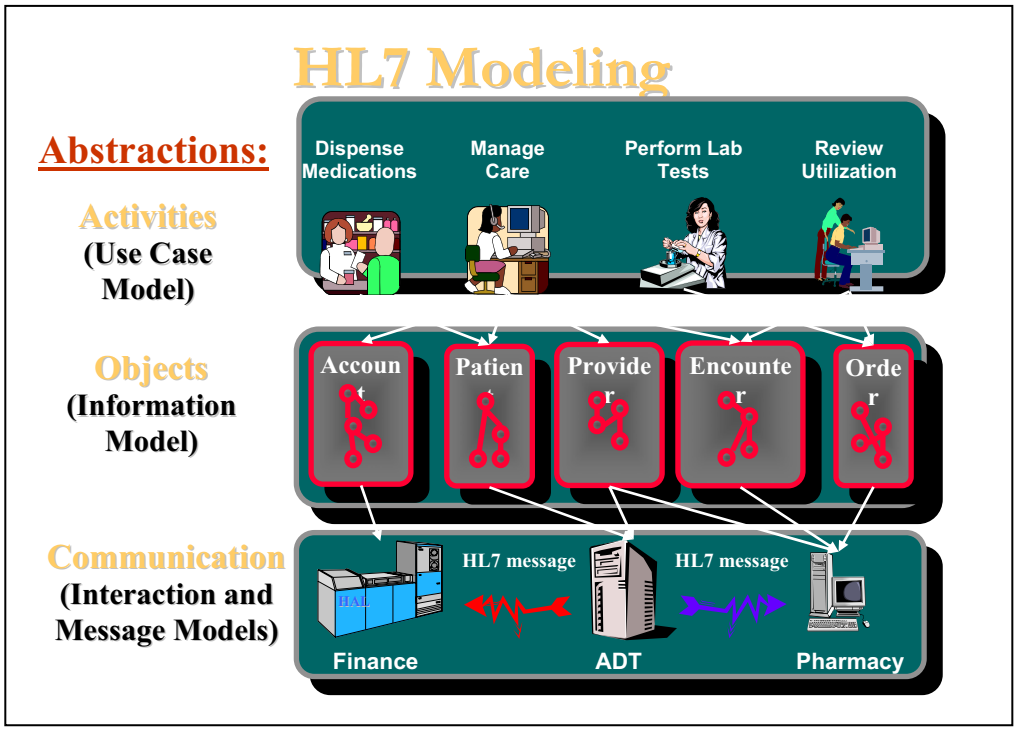
โรงพยาบาลที่ต้องการใช้มาตรฐาน HL7 ไม่จำเป็นต้องรื้อระบบไอที หรือลงทุนด้านไอทีใหม่เพียงแต่ต้องเขียนโปรแกรมตัวกลางเพื่อทำหน้าที่เชื่อมโยงระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน หรือ ศูนย์กลางจัดเก็บสารสนเทศระบบงานสาธารณสุขโดยใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต

จะเหมาะมากหากเกิดโรคระบาดในพื้นที่ เช่น กรณีเกิดการระบาดของไข้หวัดนก ซึ่งเกิดขึ้นหลายพื้นที่ หากสามารถประมวลผลกรณีโรคระบาดที่คล้ายกัน HL7 ก็จะทำให้ควบคุมและรับส่งข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น ก็เหมือนกับที่เราสามารถใช้บัตรเอทีเอ็มไปกดเงินสดจากต่างธนาคารทั้งในและต่างประเทศได้ เพราะธนาคารเหล่านั้นมีมาตรฐานกลางร่วมกัน แต่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเบื้องลึกส่วนตัวของเจ้าของบัตรได้ ยกเว้นธนาคารเจ้าของบัตร

4. ปัญหาของการใช้มาตรฐาน HL7

อย่างไรก็ตาม มาตรฐานระดับการใช้งานของ HL7 มีความยุ่งยากซับซ้อน และสิ้นเปลืองมากกว่าที่ระบบสาธารณสุขของไทยจะนำมาใช้ได้ในทันที

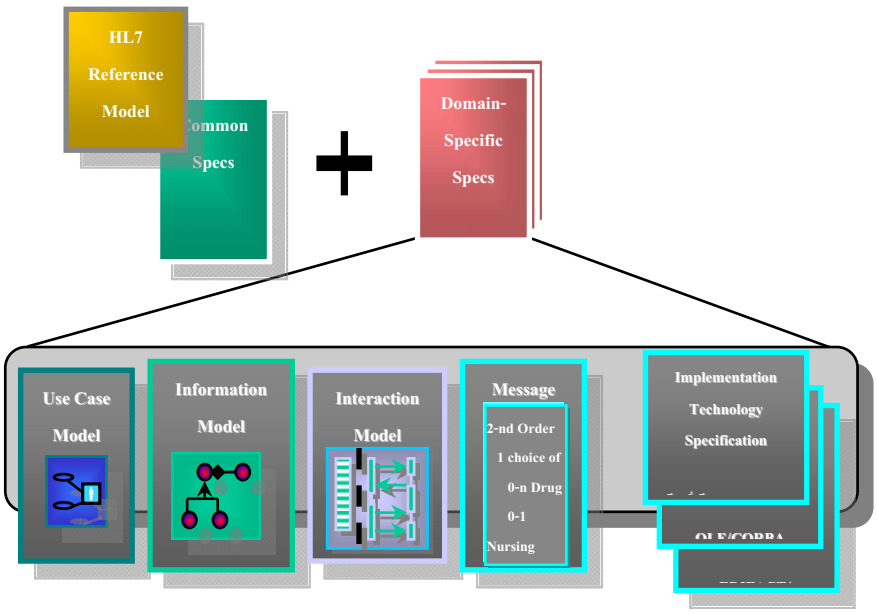
5. HL7 Data Model แบบจำลอง HL7 แสดงดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 HL7 Modeling

ที่มา : Jagbir S. Hooda, Erdogan Dogdu, and Raj Sunderraman, Health Level-7 Compliant Clinical Patient Records System (London : Commonwealth Secretariat, 2004), 95.

6. Structure HL7 Version 3.0 แบบจำลอง Structure HL7 Version 3.0 แสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 Structure HL7 Version 3.0

ที่มา : Jagbir S. Hooda, Erdogan Dogdu, and Raj Sunderraman, Health Level-7 Compliant Clinical Patient Records System (London : Commonwealth Secretariat, 2004), 98.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. Message Exchanging Model for Hospital Information System

Jihyun Yun and IIkon Kim (2008) เป็นการวิจัยระบบสารสนเทศโรงพยาบาล โดยภายในระบบสารสนเทศโรงพยาบาล นอกจากจะประกอบด้วยแพทย์ บุคลากรทางการแพทย์อื่นๆ รวมถึงการให้การรักษา และข้อมูลการเงินแล้วยัง รวมถึงสำนักงานบริหารการเงิน งานวัสดุครุภัณฑ์ต่างๆ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่อยู่ ในระบบสารสนเทศของโรงพยาบาลที่ควรจะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้กำหนดโมเดลการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงระบบสารสนเทศโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยได้สนใจในเทคโนโลยี XML และเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กับ XML ซึ่งก็ได้เลือก HL7 Version 3.0 สำหรับพัฒนาระบบสารสนเทศโรงพยาบาล

ในการออกแบบโมเดลการแลกเปลี่ยนตัว Message ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการแลกเปลี่ยนภายในระบบสารสนเทศโรงพยาบาลที่มีความแตกต่างกัน โดยใช้ HL7 Version 3.0 ในการกำหนด

ความหมายของข้อมูล และโครงสร้างฐานข้อมูลที่มีอยู่ให้มีความหมายที่ตรงกัน และใช้ช่องทางการติดต่อ ส่ง Message บนเว็บ ซึ่งในการวิจัยจะมีการสร้างกระบวนการทำงานในการแปลงข้อมูลเป็น XML โดยใช้ Reference Information Model (RIM) ใน HL7 Version 3.0 การส่ง Message เพื่อจุดประสงค์ในด้านความปลอดภัยในการส่ง และไม่มีการถูกทำลายหรือสูญหาย โดยใช้ช่องทางการส่งผ่าน Transport Mechanism เช่น FTP, HTTP, SOAP, TCP/IP ซึ่งการใช้ HL7 Version 3.0 จะมีข้อกำหนดในขั้นตอน Interaction สำหรับการส่งและรับ Message ที่ถูกสร้างขึ้นมา และท้ายที่สุดเป็นการแปลงข้อมูลกลับเพื่อการใช้งานตัวข้อมูล โดยการนำ Message ที่ถูกส่งมาเป็น XML Document มาแปลงโดยตัว XML Parser แปลงกลับเป็น RIM Object แล้วดึงข้อมูลใน RIM Object ออกมาใช้ อย่างไรก็ตามในการเก็บข้อมูลที่ได้รับมาจะมีข้อมูลทั้งที่ตรงตามต้องการและไม่ตรงตามต้องการ จึงต้องมีกระบวนการทำ Mapping เพื่อนำข้อมูลที่ใช้เก็บลงในฐานข้อมูล

2. ส่วนประกอบกราฟสำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลเอสวีจี

วิมลศรี หอมหวล (2547) เป็นการวิจัยที่สร้างส่วนประกอบกราฟสำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลเอสวีจีด้วยภาษาซีชาร์ป โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกแสดงกราฟได้สามประเภท ได้แก่ กราฟแท่ง กราฟเส้น และกราฟวงกลม และสามารถตั้งข้อกำหนดอื่นๆสำหรับกราฟที่ต้องการได้ โดยบันทึกไว้ในแฟ้มข้อกำหนดในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล เมื่อผู้ใช้งานต้องการสร้างกราฟ ส่วนประกอบกราฟจะสร้างกราฟโดยนำข้อมูลมาจากฐานข้อมูลไมโครซอฟท์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ตามข้อความสั่งเอสคิวแอลที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ในแฟ้มข้อกำหนด และบันทึกกราฟนั้นไว้ในรูปของแฟ้มเอสวีจี เพื่อให้ผู้ใช้งานนำไปใช้ต่อไป

แฟ้มข้อมูลเอสวีจีของกราฟที่ได้ก็มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับแฟ้มประเภทรูปภาพชนิดอื่นๆ เช่น JPEG เป็นต้น ทำให้ส่วนประกอบกราฟนี้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์บนอินเตอร์เน็ตได้เช่น การนำส่วนประกอบกราฟไปใช้ในการแสดงข้อมูลทางธุรกิจต่างๆในรูปแบบกราฟเพื่อให้ผู้บริหารดูได้ผ่านทางอินเตอร์เน็ต หรือการนำไปใช้ในการแสดงผลลัพธ์ของแบบสอบถามความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ เป็นต้น

3. ระบบตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับการแพทย์ทางไกล

จำลอง แสนคำ (2548) เป็นการวิจัยพัฒนาเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 12 สายสัญญาณ ด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในลักษณะเวลาจริงไปบนเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐานที่มีใช้แพร่หลายทั่วไปและค่าบริการไม่แพง เพื่อช่วยเพิ่มความสามารถของแพทย์ที่เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการให้บริการทางการแพทย์แก่โรงพยาบาลในชนบท และเพื่อพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ขึ้นใช้ภายในประเทศ

4. Health Level-7 compliant clinical patient records system

Jagbir S. Hooda, Erdogan Dogdu, and Raj Sunderraman (2004) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบการเก็บข้อมูลผู้ป่วย โดยใช้มาตรฐาน HL7 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและบันทึกข้อมูลระบบเวชระเบียนของโรงพยาบาลโดยใช้เว็บเป็นเครื่องมือในการจัดเก็บฐานข้อมูล HL7 เป็นมาตรฐานพื้นฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลการรักษาและเวชระเบียน ซึ่งเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลในการรักษาคนไข้ ในปี 1996 รัฐบาลของสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายที่ให้ความสำคัญกับสิทธิส่วนบุคคลด้านการแพทย์ ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ และต้องอยู่ภายใต้การตรวจสอบอย่างใกล้ชิดของกฎระเบียบที่เกิดขึ้นมาใหม่เพื่อควบคุมการจัดเก็บรักษาข้อมูลไว้ อีกทั้งยังมีการป้องกันข้อมูลจากไวรัส อันตรายทางกายภาพ และระบบปฏิบัติการ ซึ่งพื้นฐานของการจัดเก็บฐานข้อมูลในมาตรฐาน HL7 Version 3.0 นี้ได้รองรับมาตรฐานเอ็กซ์เอ็มแอล ด้วยซึ่งทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบเว็บเซอร์วิสได้ง่ายยิ่งขึ้นในสถาปัตยกรรมของระบบข้อมูลโรงพยาบาล CRPS (CLINICAL PATIENT RECORDS SYSTEM) เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อการติดต่อสื่อสารกันทางการแพทย์และการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยมีมาตรฐานกลาง HL7 ที่ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่เก็บกันอย่างกระจัดกระจายในสถานพยาบาลต่างๆ ให้สามารถใช้ข้อมูลและจัดการข้อมูลได้ตลอดทุกที่ตามความต้องการของผู้ใช้

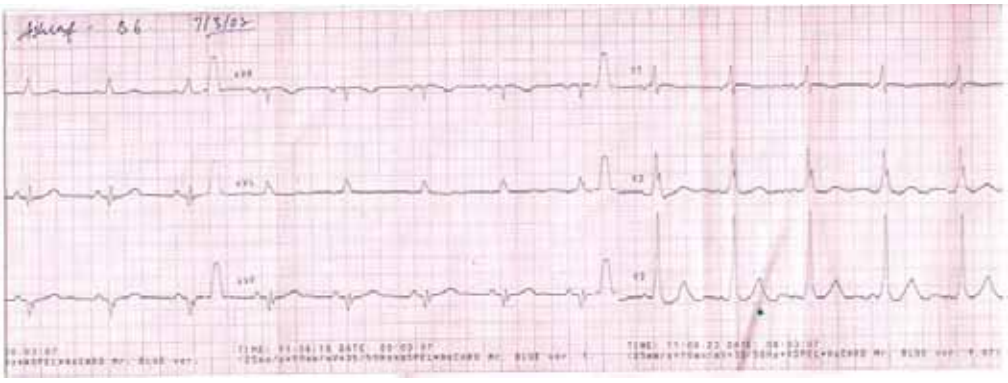
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

วิธีการดำเนินการของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผู้วิจัยได้มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานเดิม
2. วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่
3. การพัฒนาระบบ
4. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบ

1. การศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานเดิม

ในการรักษาผู้ป่วยโรคหัวใจโดยการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นสิ่งที่ช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรค การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นการตรวจคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อหัวใจโดยจะมีรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าอัตราและจังหวะการเต้นของหัวใจอาจเปลี่ยนแปลงไปตามความผิดปกติของหัวใจขณะที่หัวใจทำงานบีบตัวสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายซึ่งทุกวงรอบของการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจที่ปกติจะมีรูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสม่ำเสมอกันทุกครั้ง คลื่นไฟฟ้าเหล่านี้สามารถที่จะดูได้จากจอแสดงผล หรือบันทึกลงกระดาษกราฟ เพื่อให้แพทย์วินิจฉัยความผิดปกติที่เกิดขึ้นของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งในการรักษาแต่ละครั้งอาจจะต้องมีการส่งตัวคนไข้ไปรักษาในโรงพยาบาลอื่นๆ และทางโรงพยาบาลต้นสังกัดจะต้องนำประวัติของผู้ป่วยและกระดาษที่บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจแนบไปด้วย อาจเป็นการถ่ายเอกสาร การส่งแฟกซ์ หรือใบที่เป็นตัวจริงที่เป็นกระดาษแสดงดังภาพที่ 18

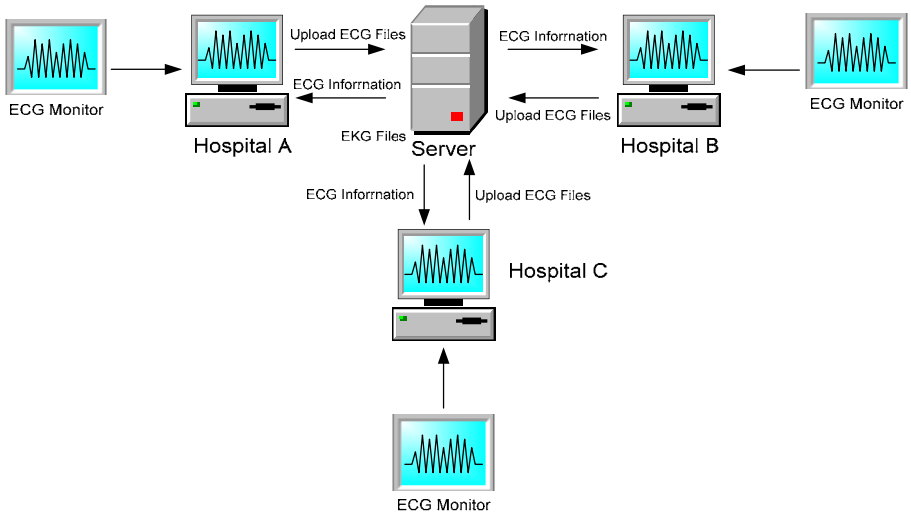


ภาพที่ 18 แสดงภาพการสแกนคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปแบบของกระดาษ

วิธีการปฏิบัติเช่นนี้ทำให้มีความคลาดเคลื่อนได้ อาจเกิดขึ้นจากการถ่ายเอกสารหรือการส่งแฟกซ์ไม่ชัดเจน สีซีดจาง หรือขาดหาย ซึ่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่พิมพ์ออกมาจะมีสเกลที่ละเอียดและถ้าส่งผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เป็นตัวจริงไป ก็จะทำให้ไม่มีประวัติการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเก็บไว้ และการเก็บเอกสารในแฟ้มประวัติของคนไข้จะมีขนาดที่หนามากขึ้นทำให้เปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บแฟ้มประวัติคนไข้ในหน่วยงานเวชระเบียนได้ และในการเก็บกระดาษที่บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยในเวลานานๆ นั้นอาจจะทำให้กราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจซีดจางลงได้ ซึ่งในปัจจุบันเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ สามารถที่จะนำข้อมูลออกมาบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาจัดเก็บให้เป็นอยู่ในระบบฐานข้อมูลและสามารถให้แพทย์ผู้รักษาเรียกดูคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ได้

2. วิเคราะห์และออกแบบระบบงานใหม่

การพัฒนาระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผู้พัฒนาระบบจะใช้วิธีการจำลองระบบคอมพิวเตอร์ขึ้นมา โดยเริ่มจากการดึงข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG Monitor) มาเก็บบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ในไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลจะมีข้อมูลเช่น โรงพยาบาลที่ตรวจ วันที่ตรวจ ชื่อหมอผู้ตรวจ เป็นต้น จากนั้นจะอัพโหลดไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลกับข้อมูลเบื้องต้นของผู้ป่วย มาเก็บไว้ที่เซิร์ฟเวอร์กลาง เมื่อแพทย์ทำการค้นหาข้อมูลคลื่นไฟฟ้าของผู้ป่วยจะไปดึงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากฐานข้อมูลมาแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์แสดงดังภาพที่ 19

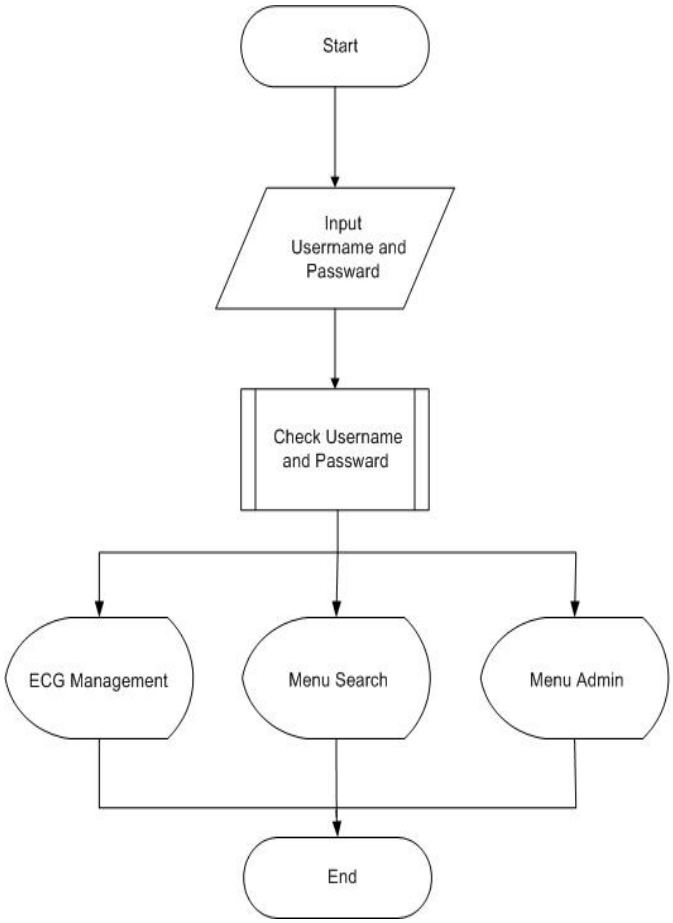


ภาพที่ 19 ภาพรวมของระบบการทำงาน

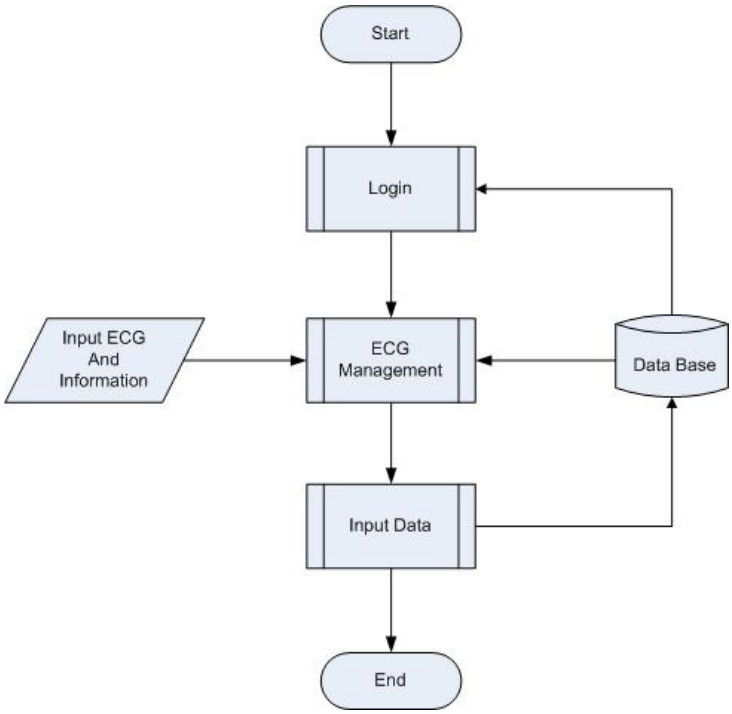
3. การพัฒนาระบบ

3.1 ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ

ผู้ใช้ที่ต้องการเข้ามาใช้งานระบบนั้นต้องมีการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบและสามารถเข้าไปจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบได้ เช่น เพิ่มผู้ใช้ระบบ เปลี่ยน Username และ Password โดยมีการแสดงขั้นตอนการ Login เข้าสู่ระบบ แสดงดังภาพที่ 20 และขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลแสดงดังภาพที่ 21



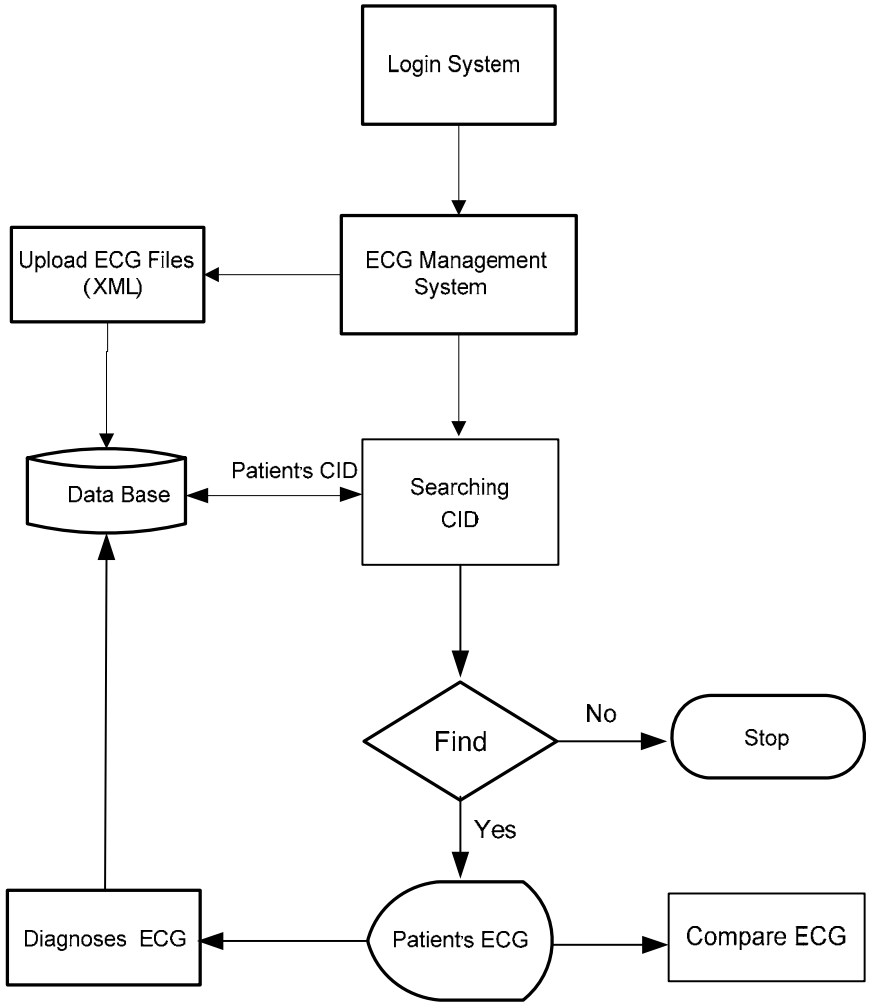
ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 21 แสดงขั้นตอนการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

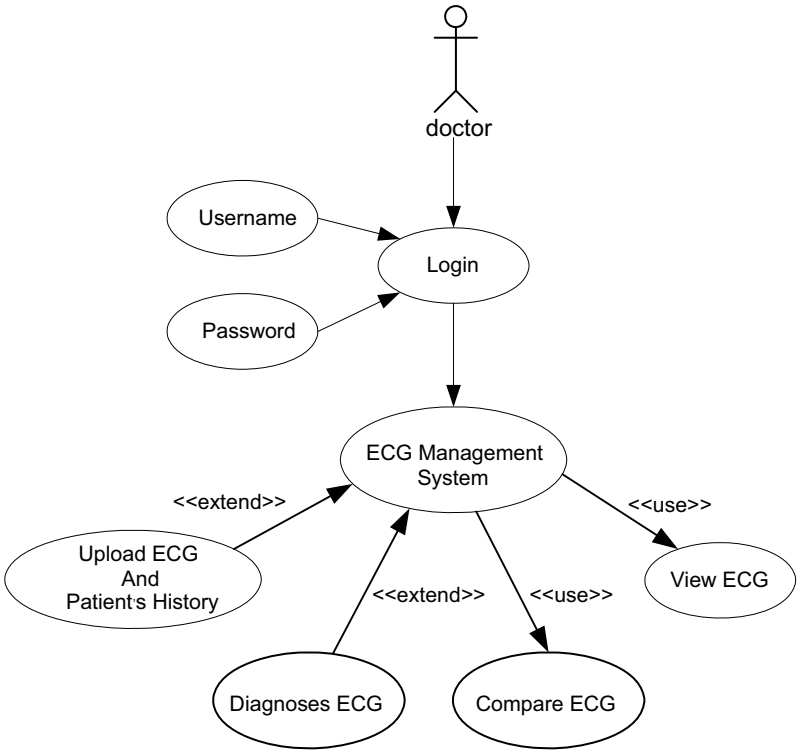
ในการทำงานของระบบนั้นเมื่อผู้ใช้ทำการ Login เข้ามาในระบบเรียบร้อยแล้วผู้ใช้ระบบจะสามารถทำการ Upload ไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG File) ไปยัง database server และทำการค้นหาคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG File) ได้จากรหัสประจำตัวประชาชนซึ่งสามารถแสดงออกมาเป็นกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เกิดจากการแปลงไฟล์เป็นไฟล์ SVG ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ในระบบการทำงานของการดึงข้อมูลจากเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG Monitor) มาเก็บบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล พร้อมกับประวัติของผู้ป่วยไว้ในฐานข้อมูลของโรงพยาบาลนั้นเมื่อแพทย์ทำการค้นหาข้อมูลคลื่นไฟฟ้าของผู้ป่วยนั้นโปรแกรมจะส่งคำร้องขอข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์กลาง เซิร์ฟเวอร์กลางส่งข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแสดงผลผ่านทางเว็บบราวเซอร์ ซึ่งแพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถที่จะบันทึกคำวินิจฉัยได้หากมีความผิดปกติของกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือทำการเปรียบเทียบผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผู้ป่วยเคยตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแล้วซึ่งอธิบายอยู่ในรูปแบบของ use case diagram ดังนี้

3.3 การอธิบายระบบด้วย use case diagram



ภาพที่ 23 การออกแบบ use case diagram

การออกแบบ use case diagram จากภาพที่ 23 สามารถอธิบายการออกแบบ use cases ผลการพัฒนาระบบส่งข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแสดงผลผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ดังนี้

1. doctor คือ แพทย์

2. Login คือ การตรวจสอบสถานะผู้เข้าใช้ระบบ

3. Username คือ ชื่อผู้เข้าใช้ระบบ

4. Password คือ รหัสส่วนตัวผู้เข้าใช้ระบบ

5. ECG Management System คือ ระบบจัดการการส่งข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจแสดงผลผ่านทางเว็บบราวเซอร์

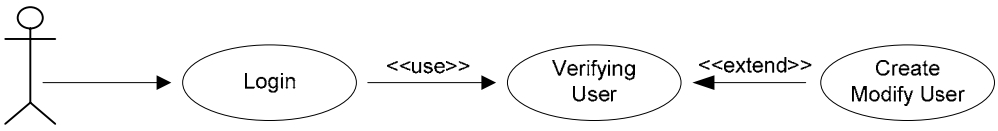
6. Upload ECG and Patient's History คือ แพทย์ผู้รักษาคนไข้สามารถ Upload ไฟล์ ECG ที่อยู่ในรูปแบบของเอกสาร XML ไปยัง Server กลางเพื่อเก็บข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

7. View ECG คือ แพทย์ผู้รักษาหรือแพทย์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาอื่นๆ สามารถเรียกดูผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้

8. Diagnoses ECG Comment คือ แพทย์ผู้รักษาหรือแพทย์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาอื่น ๆ ที่สามารถเรียกดูผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ได้นั้นยังสามารถที่จะลงบันทึกความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เรียกดูได้

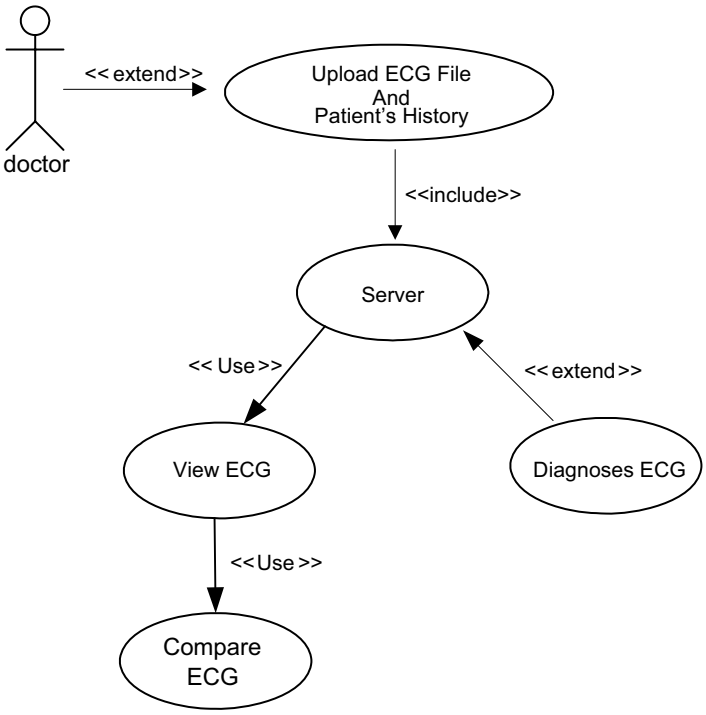
9. Compare ECG คือ แพทย์ผู้รักษาสามารถเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผู้ป่วยเคยทำการตรวจทั้งหมดได้โดยสามารถเลือกดูได้ตามวันเวลาที่ต้องการ

การเข้าสู่ระบบสามารถอธิบายเป็น use case diagram แสดงดังภาพที่ 24 โดยในการเข้าใช้งานในระบบนั้น user ต้องทำการ login เข้าสู่ระบบก่อนที่จะเข้าใช้งานในระบบทุกครั้ง



ภาพที่ 24 use case diagram การเข้าสู่ระบบ

เมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้วแพทย์สามารถที่จะจัดการกับระบบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ได้โดยซึ่งแสดงเป็น use case diagram ดังภาพที่ 25 ดังนี้



ภาพที่ 25 use case diagram การจัดการระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์

3.4 ขั้นตอนการแปลงไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นไฟล์เอสวีจี

จากการศึกษาคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มีนิยามความหมายของข้อมูลต่างๆ ที่ใช้สำหรับแอททริบิวต์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 นิยามความหมายของข้อมูลต่างที่อยู่ในไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0

HL7	รายละเอียด
assignedPerson.id	รหัสประจำตัวของแพทย์
assignedPerson.name	ชื่อของแพทย์
subjectDemographicPerson.name	ชื่อของผู้ป่วย
subjectDemographicPerson.administrativeGenderCode	เพศของผู้ป่วย
subjectDemographicPerson.birthtime	วันเกิดของผู้ป่วย
subjectDemographicPerson.raceCode	เชื้อชาติของผู้ป่วย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

HL7	รายละเอียด
location.name	ชื่อโรงพยาบาล
effectiveTime	วันและเวลาที่ทำการตรวจ
Sequence.code	ลำดับของ Lead
Sequence.value.digits	ข้อมูลตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

จากตารางที่ 2 แอททริบิวต์ทั้งหมดจะถึงดึงออกมาเก็บไว้ในฐานข้อมูล ส่วนแอททริบิวต์ชื่อ Sequence.value.digits ที่ใช้เก็บข้อมูลตำแหน่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาสร้างกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ไฟล์เอสวีจี)

คำสั่งลากเส้นของเอสวีจี คือ <polyline points="pos_1,d_1 pos_2,d_2 … pos_i,d_i"/> ซึ่ง

Pos หมายถึง ตำแหน่งของข้อมูล

d หมายถึง ค่าของข้อมูล

คำสั่ง polyline เป็นคำสั่งให้ลากเส้นจากจุดที่ 1 ไปจุดที่ 2 จนถึงจุดสุดท้าย เมื่อสิ้นสุดในตำแหน่งสุดท้าย ระบบจะสร้างไฟล์เอสวีจี เพื่อใช้แสดงบนเว็บบราวเซอร์ต่อไป

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ใช้หาอัตราการเต้นของหัวใจด้วย คือวัดระยะเวลาระหว่างจุด P Wave ที่ 1 ถึง จุด P Wave ที่ 2 ในการหา P Wave ผู้วิจัยได้ กำหนดตัวแปรขึ้นมา คือ

base หมายถึง ค่าของข้อมูลยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง

p หมายถึง ค่าของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง

t หมายถึง ค่าของเวลา (หน่วยเป็น microsecond)

เมื่อค่า p สูงกว่า ค่า base จะถูกเก็บค่าไว้ใน array พร้อมกับค่า t เมื่อค่า p กลับมาเท่ากับค่า base จะเป็นการสิ้นสุดการหาค่า P Wave ครั้งที่ 1 ค่าแรกที่เก็บอยู่ใน array นั้นคือค่าตำแหน่งแรกของค่า P Wave ระบบจะทำการให้หาค่า P Wave ที่ 2 ต่อตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อได้ค่า P Wave ที่ 2 มาแล้ว จะนำค่ t ที่เก็บพร้อมกับค่า p มาลบกัน ระหว่างค่า t ใน P Wave ลบกับ ค่า t ใน P Wave ที่ 2 แล้วนำค่าที่ได้มาหารกับ 1000 เพื่อให้ได้หน่วยออกมาเป็นวินาที จากนั้นนำไป หาร 60 วินาที จะได้อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที

ตัวอย่าง t1 = 500 ms t2 = 1300 ms

t2 – t1 : 1300 - 500 = 800 ms

หารด้วย 1000 เพื่อให้ได้หน่วยเป็นวินาที 800 / 1000 =0.8 วินาที

นำค่าวินาทีที่ได้ไปหาร 60 เพื่อให้ได้อัตราการเต้นของหัวใจต่อนาที 60 / 0.8 = 75 ครั้งต่อนาที

และเมื่อหาค่า P Wave แต่ละจุดได้ก็จะสามารถหาอัตราการเต้นหัวใจว่าสม่ำเสมอหรือไม่ โดยนำจุดของ t2 - t1 เทียบกับจุด t3 - t2 ว่ามีความใกล้เคียงกันหรือไม่ ถ้าระยะเวลาห่างกันมาก ๆ จะแสดงให้เห็นว่าอัตราการเต้นของหัวใจไม่สม่ำเสมอกัน

3.5 เครื่องที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

3.5.1.1 เครื่องที่จำลองเป็นเซิร์ฟเวอร์กลาง

หน่วยประมวลผล (CPU) Intel Pentium 4

หน่วยความจำ (Ram) ขนาด 1 GB

ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ขนาด 160 GB

3.5.1.2 เครื่องที่ปฏิบัติงาน

หน่วยประมวลผล (CPU) Intel Pentium 4

หน่วยความจำ (Ram) ขนาด 512 MB

ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ขนาด 80 GB

3.5.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

3.5.2.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional SP2

3.5.2.2 Visual Studio .NET 2005 (ASP.NET)

3.5.2.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2005

3.5.2.4 Internet Information Service 5.1 (IIS 5.1)

4. การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบ

ผู้วิจัยจะทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบดังนี้

1. ระบบสามารถค้นหาข้อมูลคนไข้และคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างถูกต้อง

2. ระบบสามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

3. ระบบสามารถบันทึกข้อมูลความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้

4. ระบบสามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบในการวิเคราะห์ตามแนวคิดของเบสท์ (Best 1970) เข้ามาช่วยในการสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบงานที่ได้พัฒนาขึ้นและกำหนดระดับของการวัดประสิทธิภาพโดยออกแบบใบประเมินดังแสดงในภาคผนวก ข หน้า 61 ที่มีช่วงคะแนนได้ 5 ระดับ ตามแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบงาน

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		**ความหมาย**
เชิงคุณภาพ	**เชิงปริมาณ**	
ดีมาก	4.6 – 5	ระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับดีมาก
ดี	3.6 – 4.59	ระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับดี
พอใช้	2.6 – 3.59	ระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับพอใช้
ปรับปรุง	1.6 – 2.59	ระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง
ไม่เหมาะสม	1.0 -1.59	ระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับไม่เหมาะสม

ที่มา : John W. Best, Research in Education, (Englewood Cliffs, New Jersey : Pretice-Hall Inc, 1970), 22.

บทที่ 4
ผลดำเนินการวิจัย

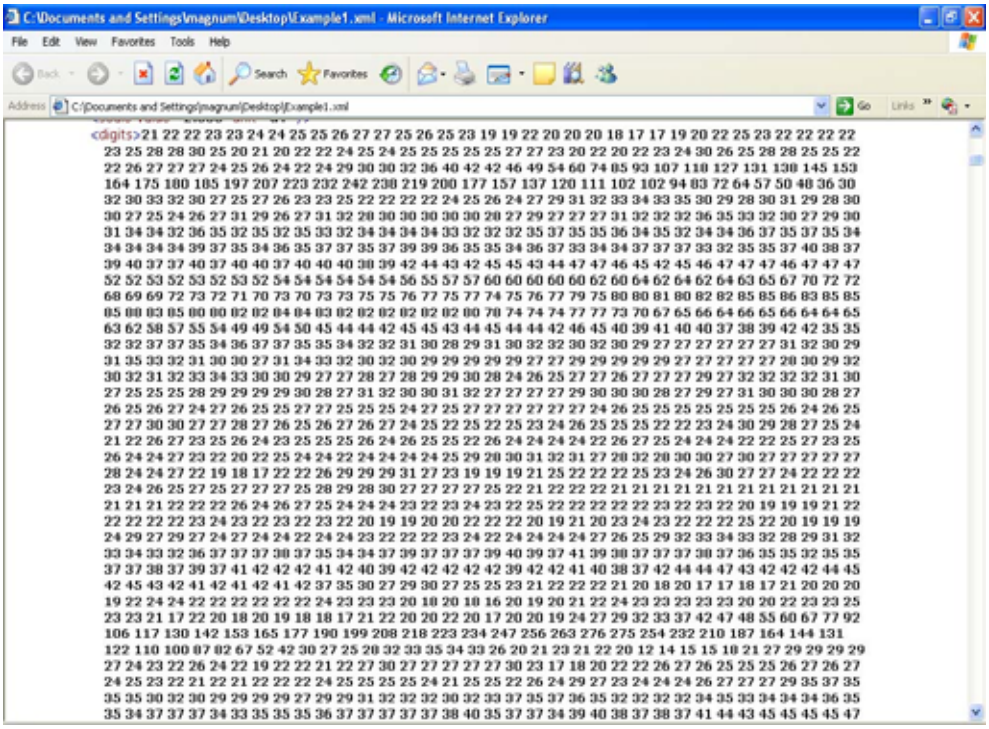
การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์ ระบบมุ่งเน้นไปที่การนำข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มาทำการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางเว็บบราวเซอร์บนระบบเครือข่ายทางอินเทอร์เน็ต รวมถึงการเพิ่มคำวินิจฉัยผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยใช้โปรแกรม Visual Studio 2005 (ASP.NET) เข้ามาในการพัฒนาระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจทำให้สามารถแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีผลทำให้กระบวนการทำงานในระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

1. ผลการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอสวีจี จาก ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0
2. ผลการบันทึกผลการวินิจฉัยของแพทย์ ในตำแหน่งใดๆ บนกราฟของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
3. ผลการเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบัน และ ผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมา
4. ผลการศึกษาการนำผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ในรูปแบบของกระดาษสำหรับการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ) มาทำการแปลงให้อยู่ในรูปไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล บนมาตรฐานของ HL7 Version 3 เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์
5. ประเมินผลการทดสอบระบบ

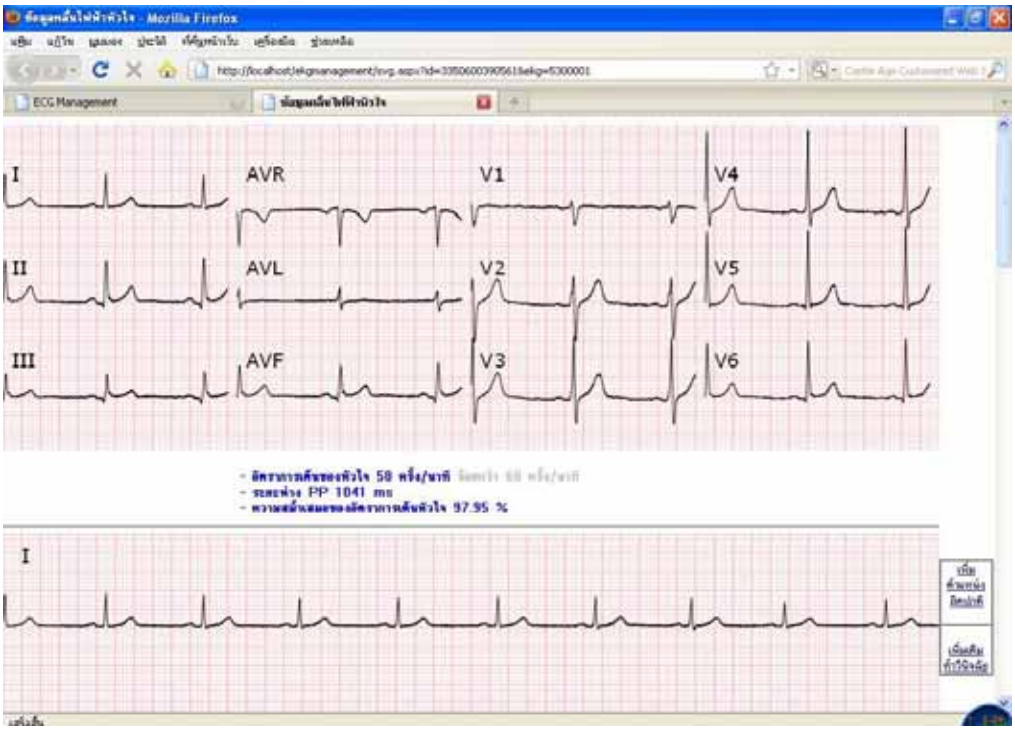
1. ผลการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอสวีจี จาก ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0

เนื่องจากในการพัฒนาระบบโรงพยาบาลสามารถทำได้โดยอิสระ การเก็บข้อมูลจึงอยู่ในลักษณะที่แตกต่างกันไป หากนำมาตรฐาน HL7 มาเป็นตัวกำหนด Meta Data ให้กับข้อมูลจะทำให้เกิดเป็นมาตรฐานเดียวกันหมดก็จะเป็นผลดีต่อการพัฒนาระบบในอนาคตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในความแตกต่างของ Meta Data ระหว่างระบบมากขึ้นโดยหากต้องมีการส่งข้อมูลในแต่ละโรงพยาบาลนั้นก็ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงระบบสารสนเทศที่มีอยู่เดิม เพียงแต่กำหนดรูปแบบของข้อมูลที่ถูกส่งออกให้อยู่ในรูปแบบของมาตรฐาน HL7

เพื่อที่ทำให้ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจสามารถแสดงผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมีความละเอียดสูง ผู้วิจัยจึงได้ทำระบบแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล แสดงดังภาพที่ 26 เป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอสวีจี ซึ่งการแปลงไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นไฟล์เอสวีจีนั้น เพื่อใช้ในการแสดงบนเว็บบราวเซอร์ เพราะไฟล์เอสวีจีมีขนาดที่เล็ก และแสดงภาพได้ละเอียดมากกว่าไฟล์รูปภาพทั่วๆ ไป ดังภาพที่ 27



ภาพที่ 26 แสดงข้อมูลตำแหน่งของคลื่นไฟฟ้าหัวใจในไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล



ภาพที่ 27 แสดงภาพหลังการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล มาเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอสวีจี

จากระบบแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอสวีจี ผู้วิจัยได้ทำให้ระบบหาระยะห่างจากจุด P Wave ถึงอีกจุด P Wave เพื่อใช้ในการหาอัตราการเต้นหัวใจ และความสม่ำเสมอในการเต้นของหัวใจ ของผู้ป่วยอีกด้วย

2. ผลการบันทึกผลการวินิจฉัยของแพทย์ ในตำแหน่งใดๆ บนกราฟของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

นอกจากแพทย์จะสามารถดูผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจบนเว็บบราวเซอร์ได้แล้วระบบยังมีการบันทึกคำวินิจฉัยความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูลเผื่อในกรณีที่แพทย์ผู้รักษาจะสืบค้นประวัติการวินิจฉัยเดิมหรือในกรณีที่มีการเปลี่ยนแพทย์ผู้รักษาใหม่ก็จะสามารถดูประวัติการวินิจฉัยของแพทย์ผู้รักษาคนเดิมได้โดยแสดงดังภาพที่ 28

ภาพที่ 28 แสดงการเพิ่มคำวินิจฉัยบนผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

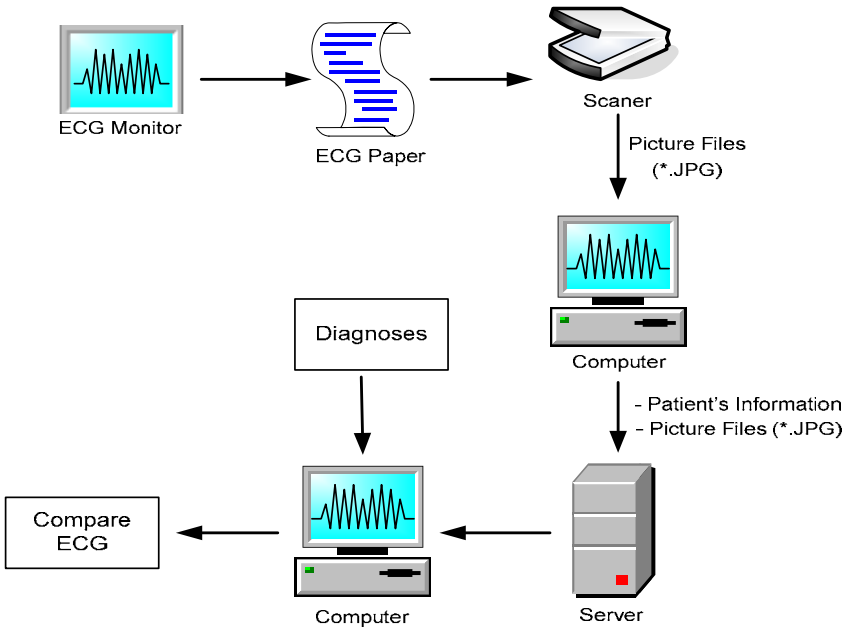
3. ผลการเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบันและ ผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมา

แพทย์สามารถเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจในครั้งปัจจุบัน กับผลตรวจครั้งที่ผ่านมา เพื่อช่วยในการวินิจฉัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นซึ่งแพทย์ผู้รักษาสามารถที่จะเลือกดูกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ตามวันเวลาที่ต้องการได้ แสดงดังภาพที่ 29

ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบระหว่างผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งปัจจุบันและ ผลตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจครั้งที่ผ่านมา

4. ผลการศึกษาการนำผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ในรูปแบบของกระดาษสำหรับการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ) มาทำการแปลงให้อยู่ในรูปไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล บนมาตรฐานของ HL7 Version 3 เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์

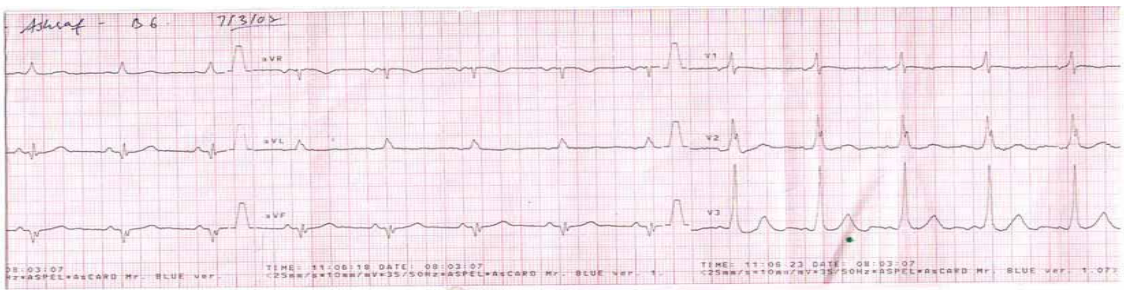
ผู้วิจัยได้ทำการทดลองระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยใช้วิธีการนำผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้มาจากเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ถูกบันทึกอยู่ในรูปแบบของกระดาษนำมาสแกนเป็นไฟล์ภาพ *.JPG มาเก็บไว้ จากนั้นนำมาอัพโหลดไฟล์ภาพพร้อมกรอกข้อมูลประวัติผู้ป่วยที่อยู่บนมาตรฐานของ HL7 version 3 ไว้บนเซิร์ฟเวอร์ แล้วแพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถดึงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแสดงผลบนเว็บบราวเซอร์และทำการบันทึกคำวินิจฉัยได้หากมีความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจหรือทำการเปรียบเทียบผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ผู้ป่วยเคยได้ทำการตรวจไว้แล้ว แสดงวิธีการทำงานได้ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ภาพการทำงานวิธีการนำคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปแบบกระดาษมาสแกนเป็นไฟล์ภาพและแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์

ผู้วิจัยได้นำกระดาษที่บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาทำการสแกนลงในคอมพิวเตอร์ ด้วยความละเอียด 300,600 และ1,200 dpi ซึ่งมีขนาดไฟล์ ~300 - 500 KB, ~1.2 MB , ~3 MB ตามลำดับ ความละเอียด 300 dpi มีขนาดไฟล์ปานกลาง แต่ความละเอียดของภาพแสดงผลได้ไม่ดีและความละเอียด 600 และ 1,200 dpi มีความละเอียดชัดเจน แต่ก็มีขนาดไฟล์ที่ใหญ่ทำให้การโหลด

บนเว็บบราวเซอร์นั้นช้า ซึ่งไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มีขนาดไฟล์ ~ 400 - 500 KB เมื่อนำมาแปลงเป็นไฟล์เอสวีจี จะมีขนาดไฟล์ ~ 110 - 130 KB แต่แสดงภาพคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ชัดเจนกว่า มีความละเอียดมากกว่า และโหลดบนเว็บบราวเซอร์เร็วกว่า เมื่อเปรียบกับวิธีสแกนกระดาษที่บันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยความละเอียด 300 dpi



ภาพที่ 31 แสดงภาพการสแกนคลื่นไฟฟ้าหัวใจในรูปแบบของกระดาษ

5. การประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบโดยแพทย์เฉาะทางด้านหัวใจและทรวงอก จำนวน 2 คน จากโรงพยาบาลสนามจันทร์ จังหวัด นครปฐม และโรงพยาบาลราชบุรี จังหวัดราชบุรี ทำการทดลองใช้ระบบและประเมินว่าระบบสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ ผลจากการประเมินจะถูกบันทึกไว้ในตารางที่ 4 และ 5 โดยมีหลักการให้คะแนนความพึงพอใจดังนี้

5 คะแนน เท่ากับ ดีมาก

4 คะแนน เท่ากับ ดี

3 คะแนน เท่ากับ พอใช้

2 คะแนน เท่ากับ ปรับปรุง

1 คะแนน เท่ากับ ไม่เหมาะสม

โดยแบ่งการประเมินออกเป็นสองส่วนคือ

1. ประเมินความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบ
2. ประเมินความพึงพอใจในด้านการทำงานของระบบ

ตารางที่ 4 ตารางผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของแพทย์เฉพาะด้านหัวใจและทรวงอก

รายละเอียดตาราง : ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0					
รายการประเมิน	**แพทย์เฉพาะด้านหัวใจและทรวงอก**				
	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	**ดี**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**	**ไม่เหมาะสม**
ขั้นตอนการทำงานเป็นระบบ ง่ายต่อการใช้งานไม่ซับซ้อน	0	2	0	0	0
ข้อมูลครบถ้วนตามความต้องการ	0	1	1	0	0
การประมวลผลจากระบบได้ผลลัพธ์ถูกต้องตามเหตุการณ์จริง	1	1	0	0	0
รูปแบบของหน้าจอสีตัวอักษรและรูปภาพที่ใช้ประกอบมีความเหมาะสม	0	0	2	0	0
เป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคหัวใจ	2	0	0	0	0

ตารางที่ 5 ตารางผลการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานของระบบของแพทย์เฉพาะด้านหัวใจและทรวงอก

รายละเอียดตาราง : ผลการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0					
รายการประเมิน	**เจ้าหน้าที่เวชระเบียน**				
	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	**ดี**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**	**ไม่เหมาะสม**
สะดวกรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล	2	0	0	0	0
ข้อมูลที่สืบค้นมีความถูกต้อง	2	0	0	0	0
ข้อมูลที่จัดเก็บมีความถูกต้อง	2	0	0	0	0
สามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	1	1	0	0	0
สามารถบันทึกข้อมูลความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้	1	1	0	0	0
สามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้	1	1	0	0	0
ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล	1	1	0	0	0
ความเร็วในการรับส่งข้อมูล	1	1	0	0	0

สรุปผลการวิเคราะห์

ผลที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจจากการทดลองใช้งานระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผู้วิจัยได้นำผลมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบการแสดงแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

รายละเอียดตาราง : ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0		
รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)**	**ระดับ**
1. ขั้นตอนการทำงานเป็นระบบ ง่ายต่อการใช้งานไม่ซับซ้อน	4.00	ดี
2. ข้อมูลครบถ้วนตามความต้องการ	3.50	พอใช้
3.การประมวลผลจากระบบได้ผลลัพธ์ถูกต้องตามเหตุการณ์จริง	4.50	ดี
4.รูปแบบของหน้าจอสีตัวอักษรและรูปภาพที่ใช้ประกอบมีความเหมาะสม	3.00	พอใช้
5.เป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคหัวใจ	5.00	ดีมาก

ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบผู้ใช้มีความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 6 มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน การประมวลผลลัพธ์ถูกต้อง รูปแบบหน้าจอมีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคหัวใจ แต่ในการวินิจฉัยโรคหัวใจนั้น จะต้องมีข้อมูลประวัติผู้ป่วยมากกว่านี้ เช่น ความดันโลหิต ไขมันในเส้นเลือด โรคที่ได้รับการรักษา เป็นต้น

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความความพึงพอใจในด้านการทำงานของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

รายละเอียดตาราง : ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานของระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0		
รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)**	**ระดับ**
1. สะดวกรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล	5.00	ดีมาก
2. ข้อมูลที่สืบค้นมีความถูกต้อง	5.00	ดีมาก
3. ข้อมูลที่จัดเก็บมีความถูกต้อง	5.00	ดีมาก
4.สามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	4.00	ดี
5.สามารถบันทึกข้อมูลความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้	4.00	ดี
6.สามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้	4.00	ดี
7.ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.00	ดี
8.ความเร็วในการรับส่งข้อมูล	4.00	ดี

ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านการทำงานของระบบผู้ใช้มีความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 7 มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบมีความสะดวกรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูลข้อมูลที่สืบค้นและจัดเก็บมีความถูกต้องและยังสามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจนอกจากนั้นยังสามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้ตลอดจนมีความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล

บทที่ 5
บทสรุป

การแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 (The Display Electrocardiogram on Web Browser by Using HL7 Version 3.0 Standard) ผู้วิจัยทำการศึกษาวิธีการนำไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้จากเครื่องตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG Monitor) ที่มีการแปลงไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจออกมาเป็นในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มาเก็บรวบรวมไว้ที่เซิร์ฟเวอร์กลาง และสามารถแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์โดยผ่านการประมวลผลจากการสร้างไฟล์เอสวีจี เพื่อให้แสดงอยู่ในรูปแบบของกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

สรุปผลการแสดงแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

1. ระบบสามารถอัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่ในรูปของไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ไว้ที่เซิร์ฟเวอร์กลางเพื่อที่จะให้ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์ได้

2. กราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่นำมาแสดงผลมีความถูกต้องชัดเจนสามารถทำให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญนำมาใช้ในการวินิจฉัยโรคได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

3. แพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถดูผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากการเลือกวันเวลาที่มีการตรวจคลื่นไฟฟ้าของผู้ป่วย หากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพบความผิดปกติจากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่แสดงนั้นสามารถที่จะลงบันทึกคำวินิจฉัยในช่วงกราฟที่มีความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจนั้นได้

4. แพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยที่ได้มีการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจมาแล้วด้วยการเลือกวันเวลาที่ต้องการมาแสดงเพื่อให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญได้เห็นถึงความแตกต่างในช่วงระยะเวลาที่ผู้ป่วยได้ทำการตรวจมาแล้วหลายๆ ครั้ง

สรุปผลประเมินระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0

จากที่ได้ทำการประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อระบบการแสดงคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 จากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านหัวใจและทรวงอกจำนวน 2 คน จากโรงพยาบาลสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม และโรงพยาบาลราชบุรี จังหวัด ราชบุรี โดย

แบ่งการประเมินความพึ่งพอใจออกเป็น 2 ส่วนคือ ความพึงพอใจในด้านการใช้งานระบบและความพึ่งพอใจในการทำงานของระบบ โดยมีผลประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของระบบมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน การประมวลผลลัพธ์ถูกต้อง รูปแบบหน้าจอมีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคหัวใจแต่ควรเพิ่มข้อมูลประวัติของผู้ป่วยให้มากขึ้นกว่านี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการร่วมวินิจฉัยโรค ส่วนผลประเมินความพึงพอใจด้านการทำงานของระบบมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบมีความสะดวกรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล ข้อมูลที่สืบค้นและจัดเก็บมีความถูกต้องและยังสามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ นอกจากนั้นยังสามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วยที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้ตลอดจนมีความรวดเร็วในการรับส่งข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล

ข้อจำกัดของการศึกษา

1. เว็บบราว์เซอร์ Internet Explorer ไม่สนับสนุน ไฟล์เอสวีจี

2. ข้อมูลไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ที่นำมาทดลองได้มาจาก Demo Program ชื่อ XMLFDA Full Functional V.4.3.0 ซึ่งไม่ได้มาจากข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจซึ่งอยู่ในรูปแบบของมาตรมฐาน HL7 Version 3.0 เนื่องจากไม่สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ทดลองจริงได้เพราะข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นความลับของผู้ป่วยไม่สามารถนำมาเผยแพร่ได้

3. เครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่รูปแบบของมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มีในเฉพาะโรงพยาบาลที่ทันสมัยและมีทุนเพียงพอในการจัดซื้อเครื่องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่อยู่รูปแบบของมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลโดยการเข้ารหัสข้อมูลในส่วนของรหัสบัตรประชาชน ชื่อ นามสกุล และข้อมูลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เพื่อไม่ให้รู้ว่าข้อมูลที่จัดส่งไปนี้เป็นข้อมูลของผู้ป่วยท่านใด

2. ระบบควรมีการเพิ่มในส่วนของ Video Conference เพื่อให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุยผ่าน Video Conference ในการร่วมวินิจฉัยโรคได้

3. ระบบควรติดต่อกับฐานข้อมูลของแผนกเวชระเบียนได้ เพื่อให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญสามารถ ดูประวัติของผู้ป่วย และช่วยในการวินิจฉัยโรคได้

4. ในการหาความสม่ำเสมอของการเต้นหัวใจ นั้นต้องใช้ จุด P Wave จุด Q Wave จุด R Wave และจุด S Wave ร่วมด้วยในการหาระยะห่างระหว่างจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง เพื่อความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จำลอง แสนคำ. “ระบบตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับการแพทย์ทางไกล.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

ชมพูนุช อ่องจริต. คลื่นไฟฟ้าหัวใจทางคลินิก. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ปกรณ์ หอมหวลดี. HL7 [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 มีนาคม 2552. เข้าถึงได้จากhttp://www.xraythai.com/blog.php?bid=7

วิมลศรี หอมหวน. “ส่วนประกอบกราฟสำหรับสร้างแฟ้มข้อมูลเอสวีจี.” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ศุภชัย สมพานิช. เข้าใจและใช้งานภาษา XML. กรุงเทพมหานคร : อินโฟเพรส, 2544.

ภาษาต่างประเทศ

Best, John W. Research in Education. Englewood Cliffs, New Jersey : Pretice-Hall, Inc. 1970.

Beasley, B. and M. West. Understanding 12-Lead EKGs: A Practical Approach. New Jersey : Brady-Prentice-Hall Inc., 2001.

Hooda, Jagbir S., Erdogan Dogdu, and Raj Sunderraman. Health Level-7 Compliant Clinical Patient Records System. London : Commonwealth Secretariat, 2004.

Laaker, M. Sams Teach Yourself SVG in 24 Hours. n.p. : Sams Publishing, 2002.

Southern Illinois University School of Medicine. A Basic Introduction to12 Lead EKG’s [Online]. Accessed 15 March 2009. Available from http://www.siumed.edu/peds/teaching/Cardiology/conduct.htm

World Wide Web Consortium. Scalable Vector Graphic (SVG) [Online]. Accessed 6 May 2008. Available from http://www.w3.org/Graphics/SVG/

_____. HL7 Version 3 Standard [Online]. Accessed 6 May 2008. Available from http://www.hl7.org/v3annecg/foundationdocuments/welcome /index.htm

Yun, Jihyun and IIkon Kim. Message Exchanging Model for Hospital Information System[Online]. Accessed 6 May 2008. Available from http://155.230.149.102/result/ResultPaper.asp

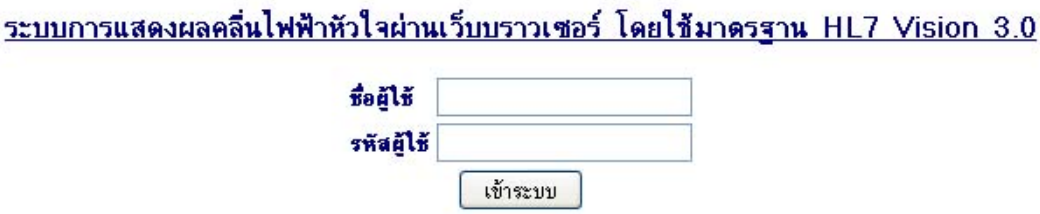
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้ระบบ

คู่มือการใช้งานระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์
โดยใช้มาตรฐาน HL7 Vision 3.0

ขั้นตอนเข้าสู่ระบบ

1. เมื่อเปิดโปรแกรม ระบบจะให้ใส่ ชื่อผู้ใช้ และรหัสผู้ใช้ ดังภาพที่ 32



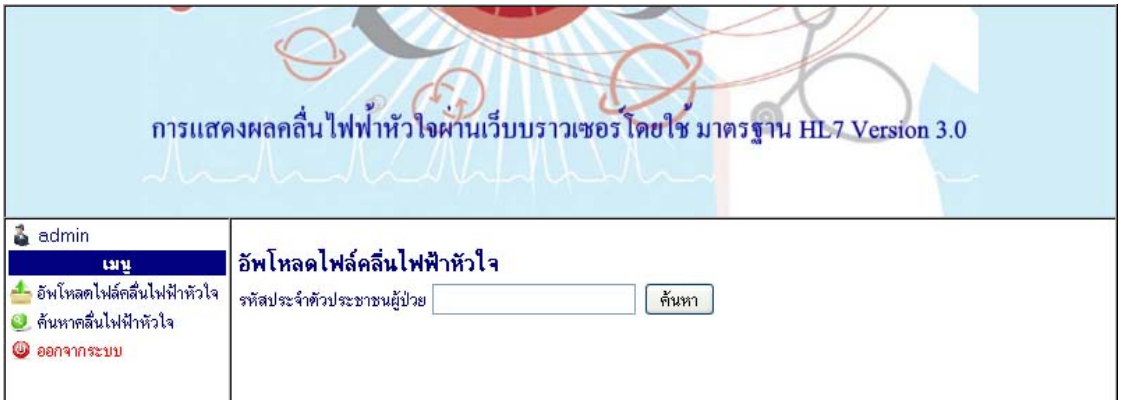
ภาพที่ 32 หน้าแรกของระบบ

2. เมื่อเข้าโปรแกรม จะปรากฏ หน้าจอเมนู ดังภาพที่ 33

ภาพที่ 33 หน้าจอเมนู

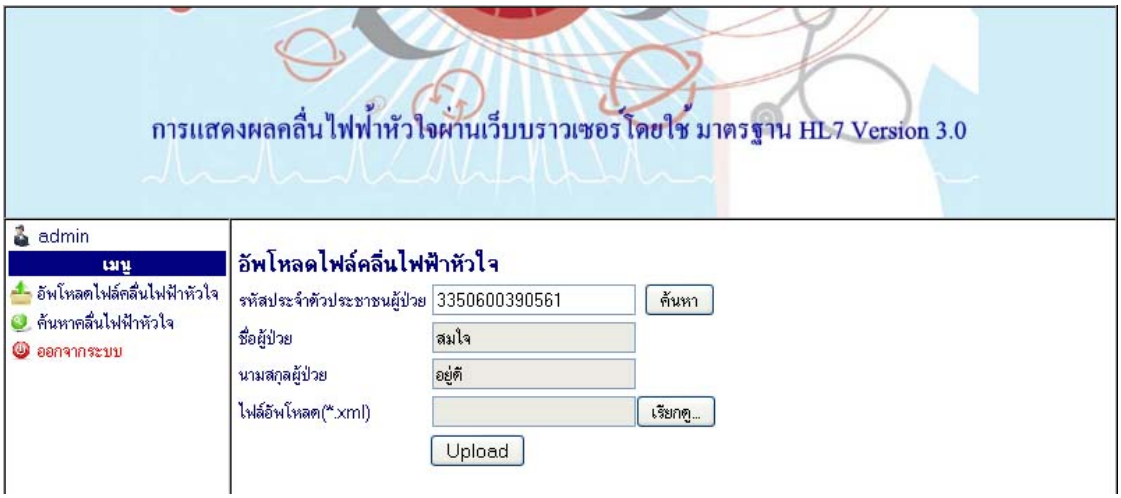
ขั้นตอนการอัพโหลดไฟล์ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.จากภาพที่ 33 เลือก เมนู > อัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 34 หน้าจออัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. ใส่หมายเลยประจำตัวประชาชน เข้าไปในช่อง รหัสประจำตัวประชาชนผู้ป่วย จากนั้น กดปุ่มค้นหา จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 35

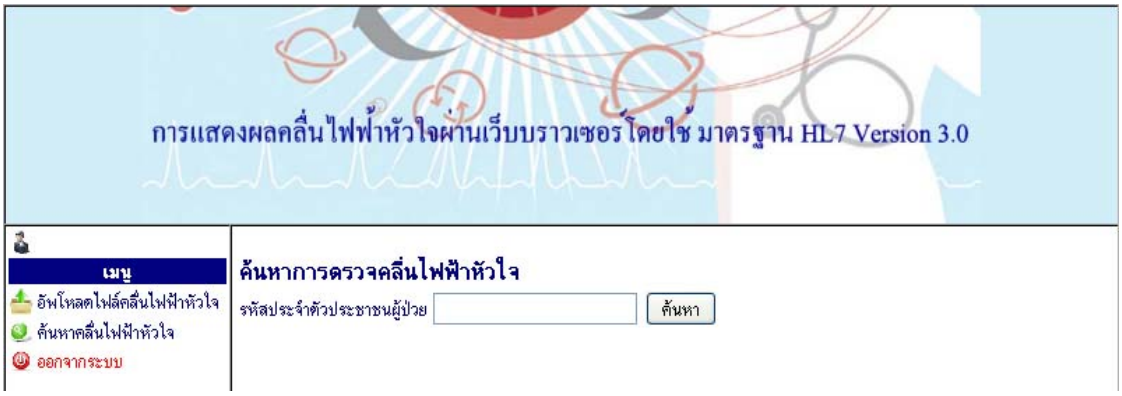


ภาพที่ 35 ภาพแสดงผลการค้นหาผู้ป่วย เพื่ออัพโหลดไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

3. กดปุ่มเรียกดู... เพื่อเลือกไฟล์ผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จากนั้น กดปุ่ม Upload

ขั้นตอนการดูผลผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. จากภาพที่ 33 เลือก เมนู > ค้นหาคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 หน้าจอค้นหาคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. ใส่หมายเลยประจำตัวประชาชน เข้าไปในช่อง รหัสประจำตัวประชาชนผู้ป่วย จากนั้น กดปุ่มค้นหา จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 37

ภาพที่ 37 ภาพแสดงผลการค้นหาผู้ป่วย เพื่อผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

3. เลือก วันที่ตรวจ จะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ 38

ภาพที่ 38 แสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ขั้นตอนการเพิ่มคำวินิจฉัย บนคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

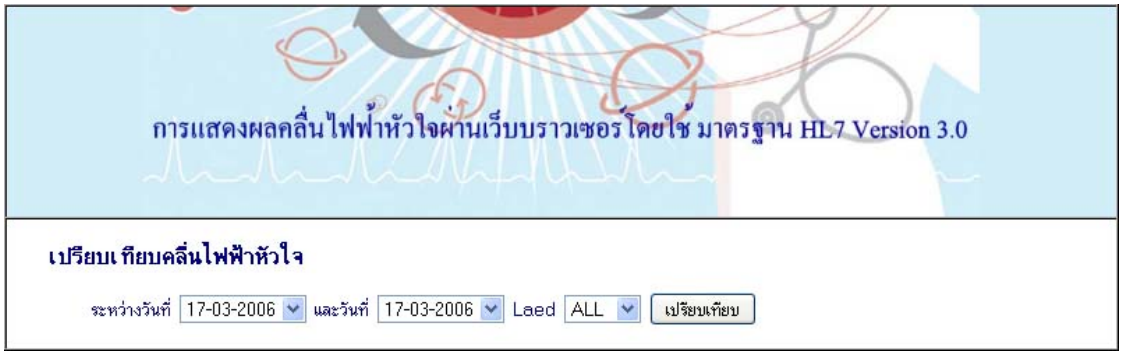
1. จากภาพที่ 38 เลือก เพิ่มคำวินิจฉัย จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 39

ภาพที่ 39 หน้าจอเพิ่มคำวินิจฉัย

2. จากภาพที่ 39 กดปุ่ม Handle ค้างไว้ แล้วเลื่อนไปยังจุดที่ต้องการ จากนั้นเพิ่มคำวินิจฉัยที่ช่องคำวินิจฉัย และกดปุ่มบันทึก

ขั้นตอนการเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. จากภาพที่ 37 เลือก เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 หน้าจอการเปรียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. เลือกวันที่ต้องการเปรียบเทียบ และ Lead ที่ต้องการดู จากนั้นกดปุ่มเปรียบเทียบ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 41

ภาพที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ขั้นตอนพิมพ์คำวินิจฉัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. จากภาพที่ 37 เลือก เปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 42

ภาพที่ 42 หน้าจอพิมพ์คำวินิจฉัยคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

2. เลือกวันที่ต้องการพิมพ์ จากนั้นกดปุ่มเลือก จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพที่ 43

ภาพที่ 43 แสดงผลการพิมพ์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

3. เลือกเมนู พิมพ์

ภาพที่ 44 แสดงการกดปุ่มการพิมพ์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลการทดสอบระบบ

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการแสดงแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0

<u>คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม</u>

1. แบบสอบถามนี้มีความมุ่งหมายที่จะศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบการแสดงแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้ มาตรฐาน HL7 Version 3.0 เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งานของระบบ จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจเกี่ยวกันการทำงานของระบบ จำนวน 8 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย √ ในช่องตามที่ได้ทำการทดสอบการใช้งานระบบ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจเกี่ยวกับการใช้งานของระบบมีจำนวน 5 ข้อ

ข้อ	ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ขั้นตอนการทำงานเป็นระบบ ง่ายต่อการใช้งานไม่ซับซ้อน					
2	ข้อมูลครบถ้วนตามความต้องการ					
3	การประมวลผลจากระบบได้ผลลัพธ์ถูก ต้องตามเหตุการณ์จริง					
4	รูปแบบของหน้าจอสีตัวอักษรและรูปภาพที่ใช้ประกอบมีความเหมาะสม					
5	เป็นประโยชน์ต่อการนำมาใช้ในด้านการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยโรคหัวใจ					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจเกี่ยวกันการทำงานของระบบ จำนวน 8 ข้อ

ข้อ	ความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบการแสดงผลคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านเว็บบราวเซอร์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	สะดวกรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล					
2	ข้อมูลที่สืบค้นมีความถูกต้อง					
3	ข้อมูลที่จัดเก็บมีความถูกต้อง					
4	สามารถแสดงกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้อย่างชัดเจนละเอียดและค่าที่ได้มีความแม่นยำไม่คลาดเคลื่อนไปจากผลที่ได้จากเครื่องที่วัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ					
5	สามารถบันทึกข้อมูลความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้					
6	สามารถเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของคนไข้ที่มีการตรวจในแต่ละครั้งได้					
7	ความเร็วในการประมวลผลข้อมูล					
8	ความเร็วในการรับส่งข้อมูล					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....

.....

.....

ภาคผนวก ค
ตารางฐานข้อมูลระบบ

ฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 8 doctor ข้อมูลการแพทย์

รายละเอียดตาราง : ข้อมูลแพทย์			
FieldNAME	**Data Type**	**size**	**Description**
doc_id	**VARCHAR**	**50**	**ชื่อผู้ใช้แพทย์**
doc_panme	VARCHAR	50	คำนำหน้าชื่อ
doc_fname	VARCHAR	100	ชื่อแพทย์
doc_lname	VARCHAR	100	นามสกุลแพทย์
doc_password	VARCHAR	10	รหัสผ่าน

ตารางที่ 9 ekg ตารางข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย

รายละเอียดตาราง : ข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย			
FieldNAME	**Data Type**	**size**	**Description**
patient_id	VARCHAR	13	หมายเลยประจำตัวประชาชนผู้ป่วย
ekg_id	**VARCHAR**	**7**	**รหัสคลื่นไฟฟ้าหัวใจ**
ekg_date	datetime		วันที่ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
upload_date	datetime		วันที่อัพโหลดไฟล์
file_name	VARCHAR	50	ชื่อไฟล์คลื่นไฟฟ้าหัวใจ
hospital	VARCHAR	100	ชื่อโรงพยาบาล
doc_id	VARCHAR	50	ชื่อผู้ใช้แพทย์

ตารางที่ 10 patient ตารางข้อมูลผู้ป่วย

รายละเอียดตาราง : ข้อมูลผู้ป่วย			
FieldNAME	**Data Type**	**size**	**Description**
patient_id	**VARCHAR**	**13**	**หมายเลยประจำตัวประชาชนผู้ป่วย**
patient_fname	VARCHAR	50	ชื่อผู้ป่วย
patient_lname	VARCHAR	50	นามสกุลผู้ป่วย

ตารางที่ 11 diagnostic ตารางข้อมูลคำวินิจฉัย

รายละเอียดตาราง : ข้อมูลคำวินิจฉัย			
FieldNAME	**Data Type**	**size**	**Description**
ekg_id	**VARCHAR**	**7**	**รหัสคลื่นไฟฟ้าหัวใจ**
lead	VARCHAR	2	ลำดับของ Lead
no	VARCHAR	5	ลำดับของคำวินิจฉัย
position	VARCHAR	5	ตำแหน่งคำวินิจฉัยบนกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
diagnostic	TEXT		คำวินิจฉัย
doc_id	VARCHAR	50	ชื่อผู้ใช้แพทย์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล สุรสิทธิ์ สุทธิโพธิ์

วันเดือนปีเกิด 31 ตุลาคม พ.ศ. 2522

ที่อยู่ 90/2 หมู่ 2 ต.ตลาดจินดา อ.สามพราน จ.นครปฐม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2535	สำเร็จการศึกษาชั้นประถมปีที่ 6 โรงเรียนวัดไผ่ล้อม
พ.ศ. 2538	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม
พ.ศ. 2541	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) โรงเรียนราชินีบูรณะ
พ.ศ. 2545	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
พ.ศ. 2548	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี สารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545-2548	เจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ บริษัทพิณอินเตอร์เนชั่นแนลจำกัด