รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การบูรณาการไอพีคาเมร่า (IP Camera) ร่วมกับระบบการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการตรวจวินิจฉัยโรค: กรณีศึกษาโรงพยาบาลรามัน อ.รามัน จ.ยะลา

ผู้วิจัย ดร.สุธีนา มะตาหยง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนประเภททุนพัฒนานักวิจัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2560

บทคัดย่อ

การตรวจวินิจฉัยโรคห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนซับซ้อน สำคัญต้องมีผู้เชี่ยวชาญพิเศษดูแลติดตามการใช้เครื่องมือและการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันความผิดพลาด ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักมาตรฐานประกันคุณภาพการปฏิบัติงาน ปัจจุบันการตรวจวินิจฉัยโรคห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันต้นสังกัดและ รพ.สต. ประสบปัญหาการบริหารจัดการทำให้ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงเนื่องจากต้องเดินทางบ่อยครั้งส่งผลให้เกิดความล่าช้าและทำให้ผู้ใช้บริการไม่พึงพอใจ ทั้งนี้การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ยังขาดการเฝ้าติดตามทำให้การปฏิบัติงานไม่ถูกควบคุมดูแลด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นด้วยการบูรณาการไอพีคาเมร่า (IP Camera) ร่วมกับระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการตรวจวินิจฉัยโรค นอกจากนี้การออกแบบและพัฒนาระบบจะใช้เทคนิค Graphical User Interface (GUI) และ Responsive Web Design เพื่อความเป็นมิตรกับผู้ใช้ ผลการประเมินการดำเนินงานห้องปฏิบัติการด้วยหลักการลีนแสดงให้เห็นการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพประสิทธิภาพโดยสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ 14 ขั้นตอน ลดระยะเวลาการดำเนินงานได้ถึง 169 นาที และลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการเฉลี่ย 607.09 บาทต่อครั้ง ที่สำคัญทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น 31.72 เปอร์เซ็นต์ ผลด้านการออกแบบพัฒนาด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive ของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ทำให้ระบบเป็นมิตรกับผู้ใช้ ทำให้การใช้งานรองรับได้กับอุปกรณ์ร่วมสมัยหลายอย่างเช่น แทบเล็ต โทรศัพท์เคลื่อนที่ และคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้คำสั่งรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทำให้ระบบใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว จากผลการสำรวจด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (Usability) ระบบได้ค่าเฉลี่ย 4.72 จากระดับคะแนนสูงสุด 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ในระดับสูง

Abstract

Laboratory diagnosis is a complex process. It is important to have specialists to monitor the use of tools and practices strictly, in order to prevent mistakes to verify compliance with the quality assurance principles. Currently, the laboratory diagnosis of Raman hospital and its' health promoting hospitals have encountered management problems. This is resulting in high operating costs and expenses due to frequent travels which cause delays and disruptive services. Moreover, the performance of the staff is not monitored, and controlled by quality and efficiency. This research presents a solution to the above issue, by integrating IP Camera with a remote management system for a real-time collaboration with diagnostic laboratories. In addition, the design and development of the system uses Graphical User Interface (GUI) and Responsive Web Design techniques for user friendliness. The result of this research shows as Lean performance benchmarking demonstrates the performance that can be reduced by 14 steps, the operational time can be reduced by up to 169 minutes, and the costs also reduce. The average user cost reduces 607.09 Baht per session, which resulted in an increasing of 31.72% in operating efficiency. The GUI and responsive management of real-time information systems for real-time collaboration makes the system user-friendly. The device is compatible with many contemporary devices such as mobile phones. In addition, the image or symbol commands make the system easy to navigate. Based on the Usability survey, the system has an average of 4.72 from a maximum score of 5, which indicates that the system is user friendly.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความอนุเคราะห์ จากทุนอุดหนุนประเภททุนพัฒนานักวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต หาดใหญ่ ประจำปีงบประมาณ 2560 ทีมผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้โอกาสและสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและ ผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ด้านการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศต่อไป

ดร.สูรีนา มะตาหยง

พฤษภาคม 2561

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทนำ 1

1. ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย 1

1.1 ปัญหางานวิจัย 1

1.2 คำถามของงานวิจัย 2

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2

3. ระเบียบวิธีและการดำเนินงานวิจัย 3

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหางานวิจัย **3**

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบ 3

1. การบูรณาการไอพีคาเมรากับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ 3

2. การออกแบบและพัฒนาด้าน Usability (Graphical User Interface และ Responsive Web Design) 12

3. การทดสอบระบบ (Functional, Non Functional) 16

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลงานวิจัย 17

ส่วนที่ 1 Pre-Lean 17

ส่วนที่ 2 Post-Lean 18

4. ผลการวิจัย 22

4.1 ผลการบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ 22

4.2 ผลการออกแบบพัฒนาด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive ของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ 27

4.3 ผลการประเมินการดำเนินงานห้องปฏิบัติการด้วยหลักการลีน 29

1. ผลการวิเคราะห์ Pre-lean 29

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

2. ผลการวิเคราะห์ Post-lean 29

3. สรุปผลการใช้ Lean Management 30

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 48

6. บรรณานุกรม 48

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1 ตารางตัวชี้วัดการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ 16
ตารางที่ 2 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต. กาลูปัง 19
ตารางที่ 3 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.กาลอ 19
ตารางที่ 4 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.วังพญา 19
ตารางที่ 5 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.โกตาบารู 20
ตารางที่ 6 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.จะกว๊ะ 20
ตารางที่ 7 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.ท่าธง 20
ตารางที่ 8 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.อาซ่อง 20
ตารางที่ 9 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.เนินงาม 20
ตารางที่ 10 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บาลอ 21
ตารางที่ 11 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บาโงย 21
ตารางที่ 12 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บือมัง 21
ตารางที่ 13 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.ยะต๊ะ 22

รายการภาพประกอบ

ภาพ **หน้า**

รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3
รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมการทำงานของระบบ....4
รูปที่ 3 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบ....5
รูปที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูล Data Flow Diagram....6
รูปที่ 5 Sequence Diagram การลงชื่อผู้ใช้งานระบบ....7
รูปที่ 6 Sequence Diagram การจัดการผู้ใช้งานระบบ....7
รูปที่ 7 Sequence Diagram บันทึกข้อมูลการวินิจฉัย....8
รูปที่ 8 Sequence Diagram การทำงานร่วมกัน....8
รูปที่ 9 ER-Diagram ระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ 9
รูปที่ 10 การเรียกใช้ Bootstrap และ jQuery....10
รูปที่ 11 การเรียกใช้งาน phpFreeChat 10
รูปที่ 12 การลงทะเบียนกล้องไอพี....11
รูปที่ 13 การแสดงผลกล้องไอพีผ่านซอร์ฟแวร์ iSpy....11
รูปที่ 14 embedded-link จาก iSpy....12
รูปที่ 15 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยรูปภาพสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์....13
รูปที่ 16 การเรียกใช้งาน Bootstrap....14
รูปที่ 17 การแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์และหน้าหน้าจอสมาร์ทโฟน....15
รูปที่ 18 การเรียกใช้ Bootstrap....15
รูปที่ 19 การเรียกใช้คลาส container....15
รูปที่ 20 การเรียกใช้งานแถบเมนู....16
รูปที่ 21 การเรียกใช้งาน Footer....16
รูปที่ 22 หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบ....22
รูปที่ 23 หน้าแรกของระบบ....23
รูปที่ 24 ผลข้อมูลการวินิจฉัย....23
รูปที่ 25 หน้าเพิ่มข้อมูลโรคคนไข้รายใหม่ 24
รูปที่ 26 การทำงานร่วมกันของหน่วยงาน....25
รูปที่ 27 หน่วยงาน รพ.สต. ที่ปฏิบัติงานร่วมกัน....26
รูปที่ 28 รายงานผลการวินิจฉัย....26

รายการภาพประกอบ

ภาพ **หน้า**

รูปที่ 29 ผลการออกแบบด้วยเทคนิค GUI.....27
รูปที่ 30 แสดงผลหน้าจอสมาร์ตโฟน 28
รูปที่ 31 แสดงผลหน้าจอแท็บเล็ต.....28
รูปที่ 32 แสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์ 28
รูปที่ 33 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลา (pre-lean).....29
รูปที่ 34 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลา (post-lean).....30

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

เมื่อโลกเข้าสู่ยุคดิจิตอล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้องค์กรต่าง ๆ โดยเฉพาะโรงพยาบาลมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบและกระบวนการทำงาน เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงให้ทันกับยุคสมัย อาทิเช่น การปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริการหรือการปฏิบัติงานออนไลน์โดยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต [1] การเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตอำนวยความสะดวกด้านการบริการสุขภาพในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น เชื่อมโยงแพทย์กับผู้ป่วย เชื่อมต่อเจ้าหน้าที่ดูแลสุขภาพในการทำงานร่วมกัน อย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้นวัตกรรมกล้องและวิดีโอควบคุมระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต อุปกรณ์สื่อสารและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสารที่ทันสมัยและรวดเร็วในการบริหารจัดการ ลดต้นทุน ประหยัดเวลา รวมทั้งสร้างเสริมประสิทธิภาพและคุณภาพให้กับงานบริการ เป็นต้น [2] สุดท้ายประโยชน์เหล่านี้จะส่งผลสะท้อนให้องค์กรเจริญเติบโตและขยายศักยภาพการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคตได้

จากข้อมูลสถิติของ International Data Cooperation (IDC) ได้ระบุว่าในอนาคตอันใกล้ อัตราของการดำเนินธุรกรรมต่าง ๆ ผ่านอุปกรณ์สื่อสารส่วนตัวจะเพิ่มมากขึ้นถึง 65% และ 75% ของผู้ใช้บริการสุขภาพต้องการใช้บริการออนไลน์หรือดิจิตอลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทั้งนี้โรงพยาบาลมีอัตราเจ้าหน้าที่จำกัดและส่วนใหญ่ใช้เวลาปฏิบัติงานนอกสถานที่มากถึง 80% [3] ดังนั้นการปรับเปลี่ยนและบริหารจัดการกระบวนการทำงานด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ อุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน

1.1 ปัญหางานวิจัย

โรงพยาบาลประกอบด้วยห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ดำเนินงานด้านการตรวจสุขภาพและวินิจฉัยโรคต่าง ๆ อาทิเช่น การตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อวัดปริมาณไขมันและน้ำตาลในเลือด วัดปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว การทำงานของตับและไต การตรวจเอชไอวี (HIV) การตรวจการตั้งครรภ์ การหาสิ่งเสพติด เป็นต้น นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ซับซ้อน อีกทั้งจำเป็นต้องมีผู้ชำนาญการเฝ้าดูแลติดตามการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการตรวจสอบและวินิจฉัยโรคอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันความผิดพลาด ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักประกันคุณภาพ และรักษามาตรฐานของการปฏิบัติงาน [4] ในยุคของโลกดิจิตอลมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว [5] การบริการสุขภาพเจริญเติบโตและขยายตัวในวงกว้าง อัตราการใช้บริการเพิ่มขึ้น ทำให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทำงานมากขึ้น ตามข้อมูลสถิติระบุว่า ปัจจุบันจำนวนเจ้าหน้าที่ผู้มีความรู้ ทักษะ และความชำนาญการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการมีไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานนอกสถานที่ต้องเดินทางบ่อยครั้ง [6] ประเด็นดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการบริหารจัดการการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงเนื่องจากต้องเดินทางบ่อยครั้ง
- ขาดการเฝ้าติดตามการปฏิบัติงานเพื่อควบคุมดูแลคุณภาพและประสิทธิภาพ

- การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างล่าช้า ส่งผลกระทบต่อภาระงาน และทำให้ผู้ใช้บริการไม่พึงพอใจ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำเสนอการแก้ปัญหาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการด้วยการบูรณาการอุปกรณ์ไอพีคาเมรา (IP Camera) ร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลที่สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการเดินทางของเจ้าหน้าที่ รวมทั้งสามารถควบคุมดูแลคุณภาพและประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานได้สะดวกรวดเร็วและดียิ่งขึ้น สุดท้ายแล้วจะส่งผลให้ผู้ใช้บริการเกิดความพึงพอใจซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการให้บริการ การพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์จะใช้ประโยชน์จากความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (Usability) ในการออกแบบระบบด้วยเทคนิค Responsive Web Design และ Graphical User Interface เพื่อตอบสนองประเด็นดังต่อไปนี้

- ปัจจุบันการตอบสนองการใช้งานระบบสารสนเทศจำเป็นต้องรองรับอุปกรณ์ได้อย่างหลากหลาย อาทิเช่น คอมพิวเตอร์ แทบเลต และสมาร์ทโฟน ดังนั้นการออกแบบควรใช้เทคนิค Responsive Web Design รองรับการแสดงผลหน้าจอที่แตกต่างกันของอุปกรณ์ร่วมสมัยดังกล่าวได้ เทคนิคนี้จะช่วยให้การจัดการหน้าจอการแสดงผลได้อย่างอัตโนมัติตามขนาดหน้าจอของอุปกรณ์นั้นได้ดี เหมาะสม และใช้งานง่าย
- การปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการเป็นการทดลองที่มีรายละเอียดมากมายและซับซ้อน จำเป็นต้องมีการบันทึกขั้นตอนและรายละเอียดผลการทดลองต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบ ประเมินผล และจัดทำรายงาน ดังนั้นการออกแบบด้วยเทคนิคการใช้ภาพเป็นตัวประสานกับผู้ใช้ (Graphical User Interface : GUI) ซึ่งเป็นการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการตอบโต้กับผู้ใช้ ด้วยรูปภาพและสัญลักษณ์แทนการพิมพ์คำสั่งต่างๆ ทำให้ระบบสารสนเทศใช้งานง่าย สะดวกและเพิ่มความรวดเร็วในการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

1.2 คำถามของงานวิจัย

- การบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการออกแบบพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ สามารถแก้ไขปัญหาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการด้านคุณภาพและประสิทธิภาพได้หรือไม่ อย่างไร
- การออกแบบด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive Web Design ส่งผลให้ระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์มีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ได้หรือไม่ อย่างไร

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

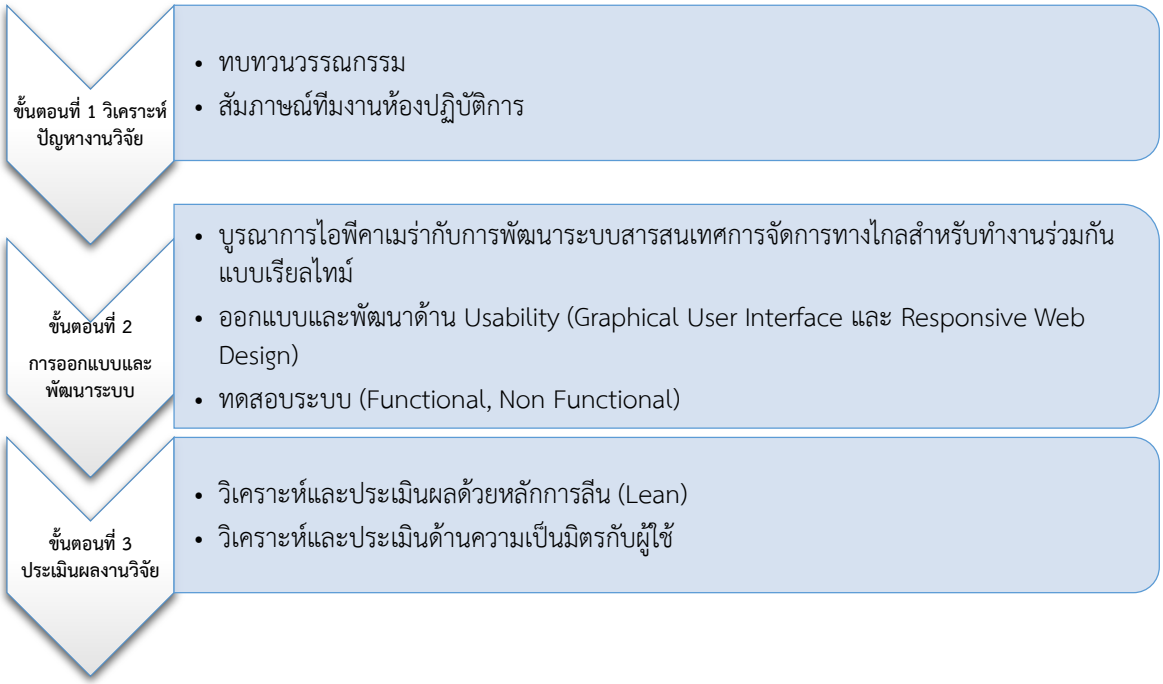
2.1 เพื่อบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

2.2 เพื่อออกแบบพัฒนาด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive Web Design ของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

2.3 เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลการดำเนินงานห้องปฏิบัติการด้วยหลักการบริหารจัดการลีน

3. ระเบียบวิธีและการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

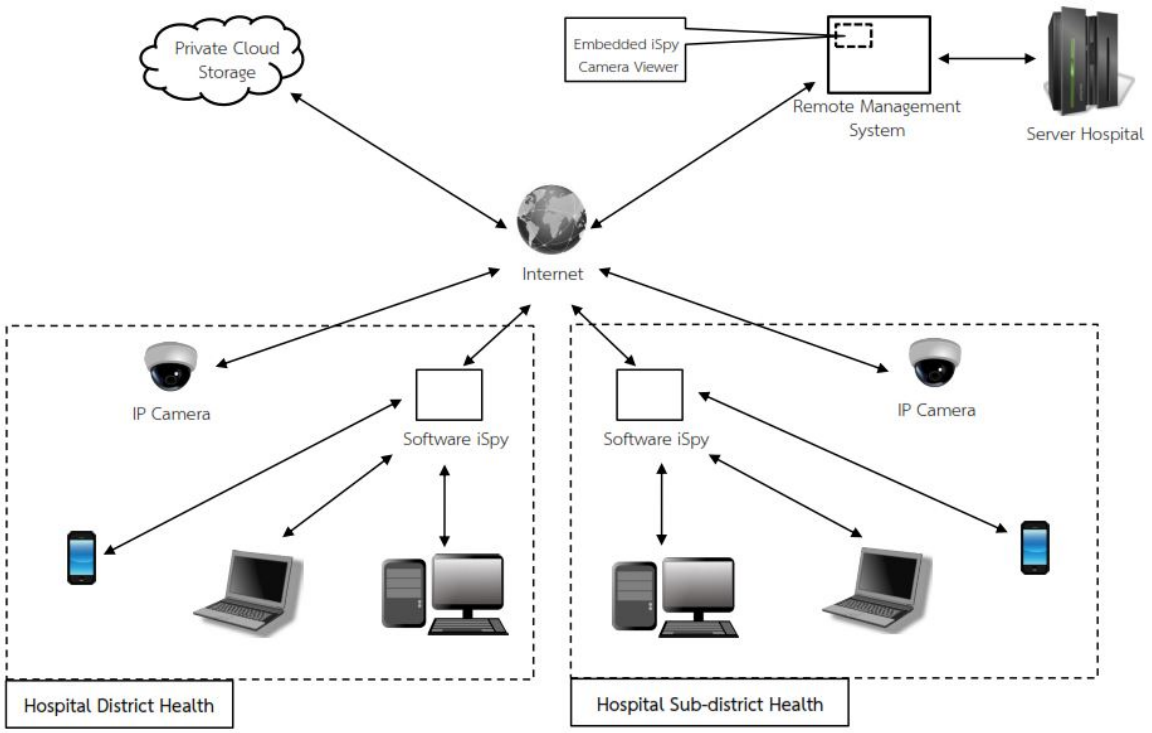
ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหางานวิจัย

วิเคราะห์ปัญหาการบริการสุขภาพห้องปฏิบัติการพิจารณาจากกระบวนการทำงานเดิมชี้ให้เห็นว่ามีประเด็นเกี่ยวกับการบริหารจัดการเป็นหลัก (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมจากปัญหางานวิจัย หน้า 2) จากปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเสนอแนวทางการบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน นอกจากนี้เพิ่มเติมการออกแบบที่ให้ระบบมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค Responsive Web Design จะทำให้การแสดงผลรองรับกับอุปกรณ์ที่ร่วมสมัยได้อย่างหลากหลาย และเทคนิค GUI การใช้ภาพเป็นตัวประสานกับผู้ใช้ จะทำให้ระบบใช้งานง่าย สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

1. การบูรณาการไอพีคาเมรากับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

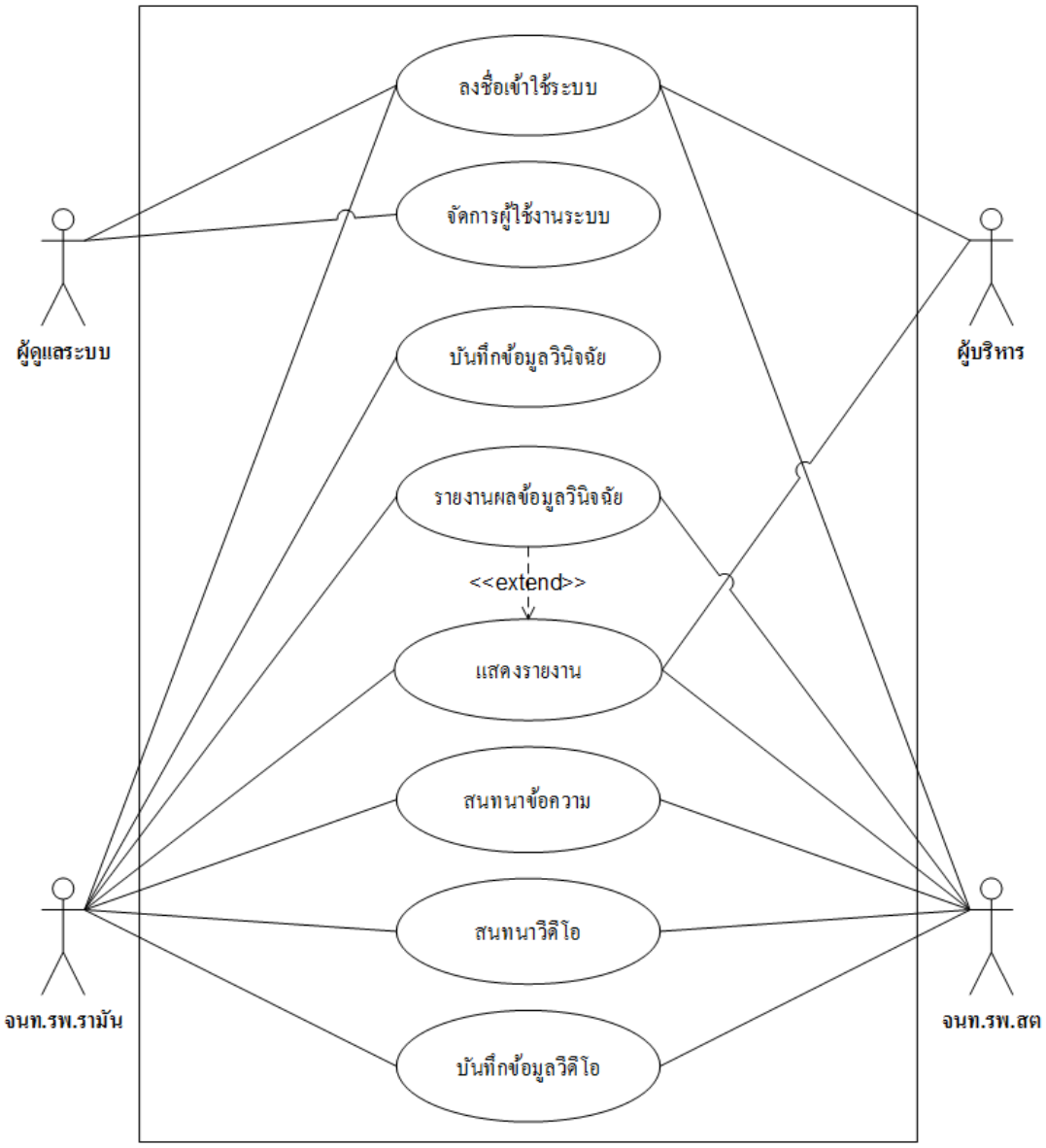
การบูรณาการไอพีคาเมราสำหรับฟังค์ชันการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ใช้ซอฟแวร์ iSpy เชื่อมต่อระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลกับกล้องผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผู้วิจัยเลือกใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL เป็นเครื่องมือการพัฒนาระบบและนำ Bootstrap จัดการรูปแบบการแสดงผลแบบ Responsive Web Design สามารถอธิบายตามสถาปัตยกรรมการทำงานของระบบดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมการทำงานของระบบ

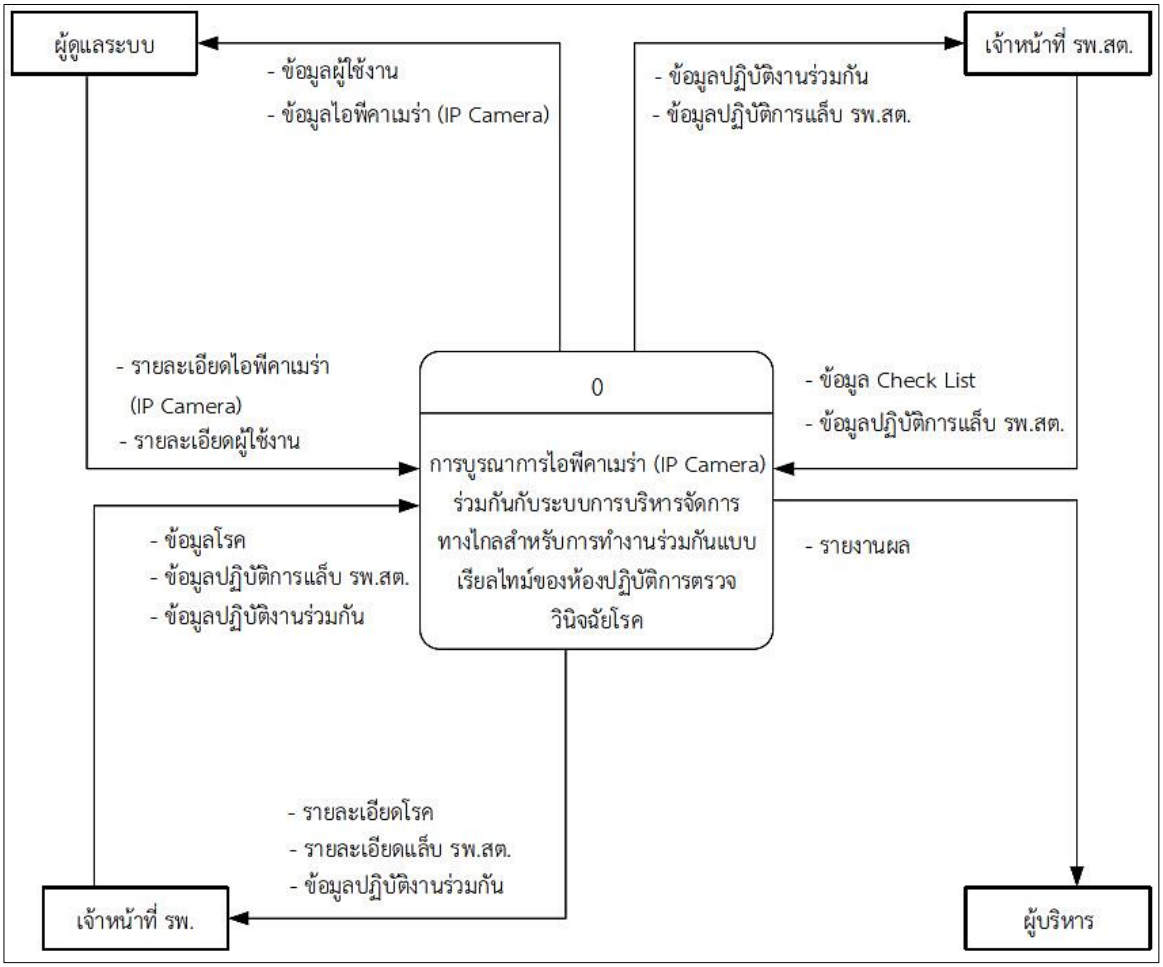
รูปที่ 2 อธิบายสถาปัตยกรรมแนวคิดการบูรณาการไอพีคาเมรากับระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลเพื่อบันทึกภาพและวิดีโอรวมถึงการสื่อสารและสนทนาแบบเรียลไทม์ ซอฟแวร์ iSpy เป็นซอฟแวร์สำเร็จรูปให้บริการโฮสต์และการเชื่อมต่อระยะไกล (Remote Access) มีค่าบริการเริ่มต้นจาก 5 ดอลลาร์ต่อเดือนขึ้นอยู่กับแพกเกจที่ลูกค้าเลือก ซอฟแวร์ iSpy เชื่อมต่อกล้องด้วยการลงทะเบียนและตั้งค่าอุปกรณ์ไอพีคาเมรากับระบบให้สามารถเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้สามารถดึงรูปและวิดีโอจากการบันทึกของไอพีคาเมร่าจากพื้นที่จัดเก็บบนคลาว์ดส่วนตัว นอกจากนี้ซอฟต์แวร์ iSpy ทำให้การสื่อสารแบบเรียลไทม์เกิดขึ้นได้ด้วย

จากการวิเคราะห์การปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเครือข่าย สามารถอธิบายความต้องการของระบบตามแผนภาพยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ได้ดังรูปที่ 3 และแบบจำลองกระบวนการทำงานด้วยแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ดังรูปที่ 4 ส่วนรูปที่ 5 – 8 อธิบายกิจกรรมและลำดับขั้นตอนการทำงานฟังค์ชันระบบในแผนภาพซีเควนไดอะแกรม (Sequence Diagram) และรูปที่ 9 เป็นการอธิบายโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบด้วยแผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม (ER-Diagram)



รูปที่ 3 แผนภาพ Use Case Diagram ของระบบ

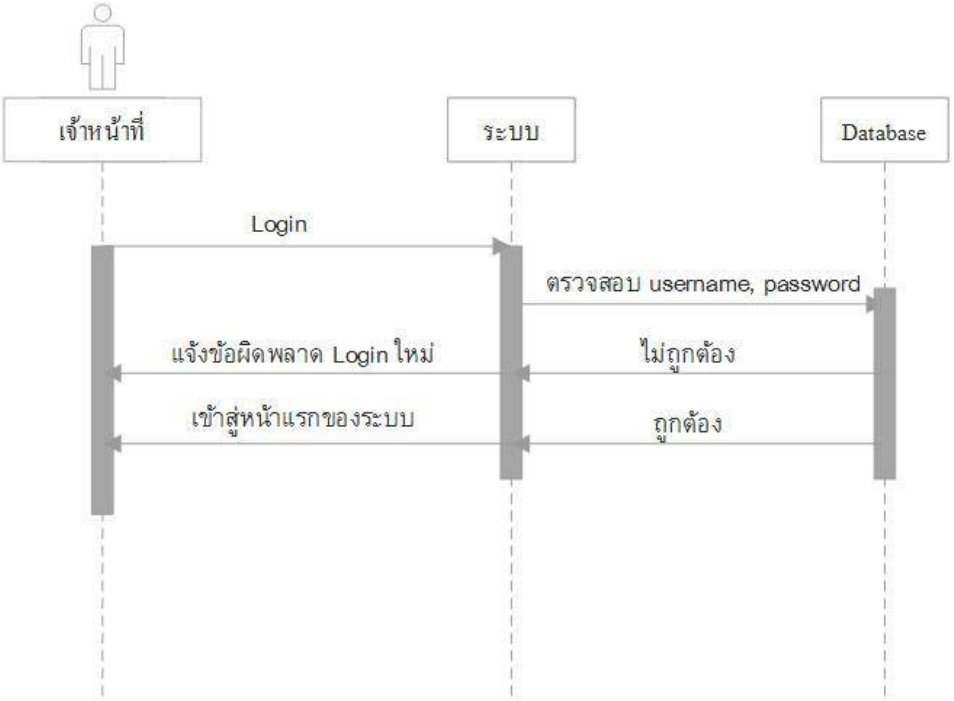
รูปที่ 3 แผนภาพ Use Case Diagram ระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการ เป็นการอธิบายความต้องการเชิงหน้าที่ของผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ประกอบด้วย ผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลรามัน และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเครือข่าย



รูปที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูล Data Flow Diagram

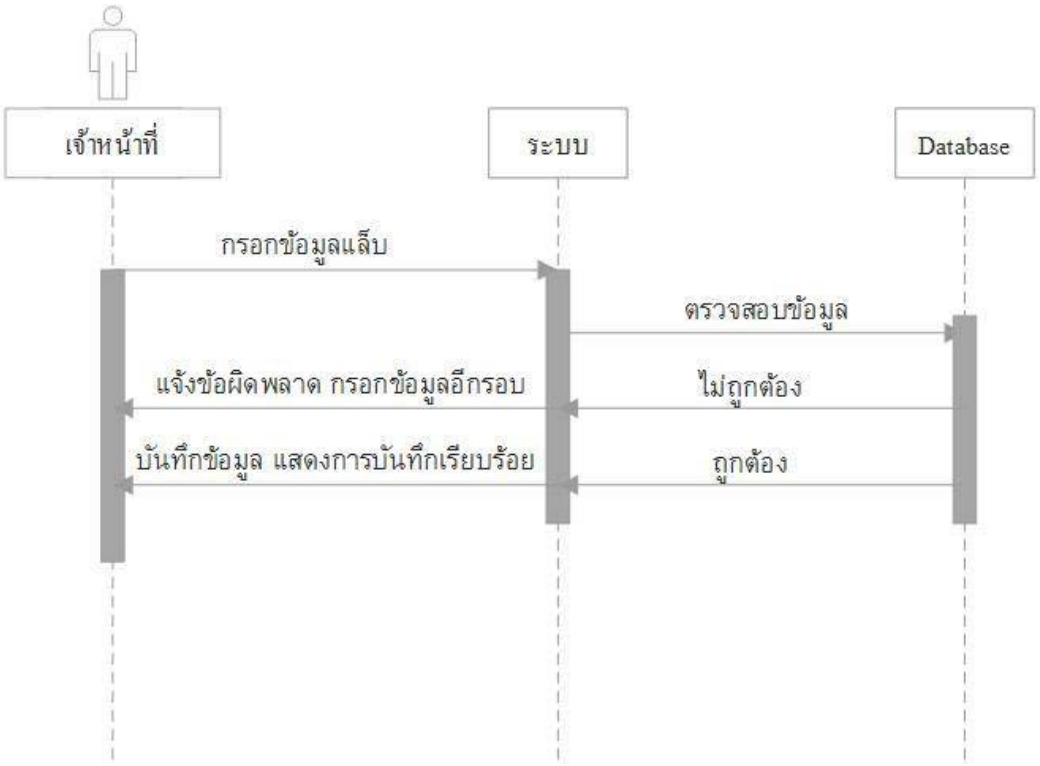
รูปที่ 4 แผนภาพกระแสข้อมูลวิเคราะห์การไหลของข้อมูลจากกระบวนการทำงานห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถอธิบายตามหน้าที่ของผู้ใช้งานระบบ ได้ดังนี้

1) ผู้ดูแลระบบ สามารถบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ ของระบบและผู้ใช้ ซึ่งสิทธิ์ของผู้ใช้จะแตกต่างกันตามประเภทการใช้งานระบบ
2) ผู้บริหาร สามารถเข้าถึงข้อมูลสรุป และรายงานต่าง ๆ
3) เจ้าหน้าห้องปฏิบัติการ สามารถจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ จากการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ เช่น บันทึกและแสดงข้อมูลการวินิจฉัย ออกรายงานสรุปผลต่าง ๆ และที่สำคัญสามารถปฏิบัติงานร่วมกันระยะไกลแบบเรียลไทม์ผ่านกล้องไอพีคาเมราระหว่างโรงพยาบาลรามันและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเครือข่าย ทำให้สามารถจัดเก็บข้อมูลรูปภาพและวิดีโอได้
4) เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในเครือข่าย สามารถเข้าถึงการแสดงผลข้อมูลการวินิจฉัยและข้อมูลอื่นเช่นเดียวกับโรงพยาบาลรามันที่เป็นแม่ข่าย

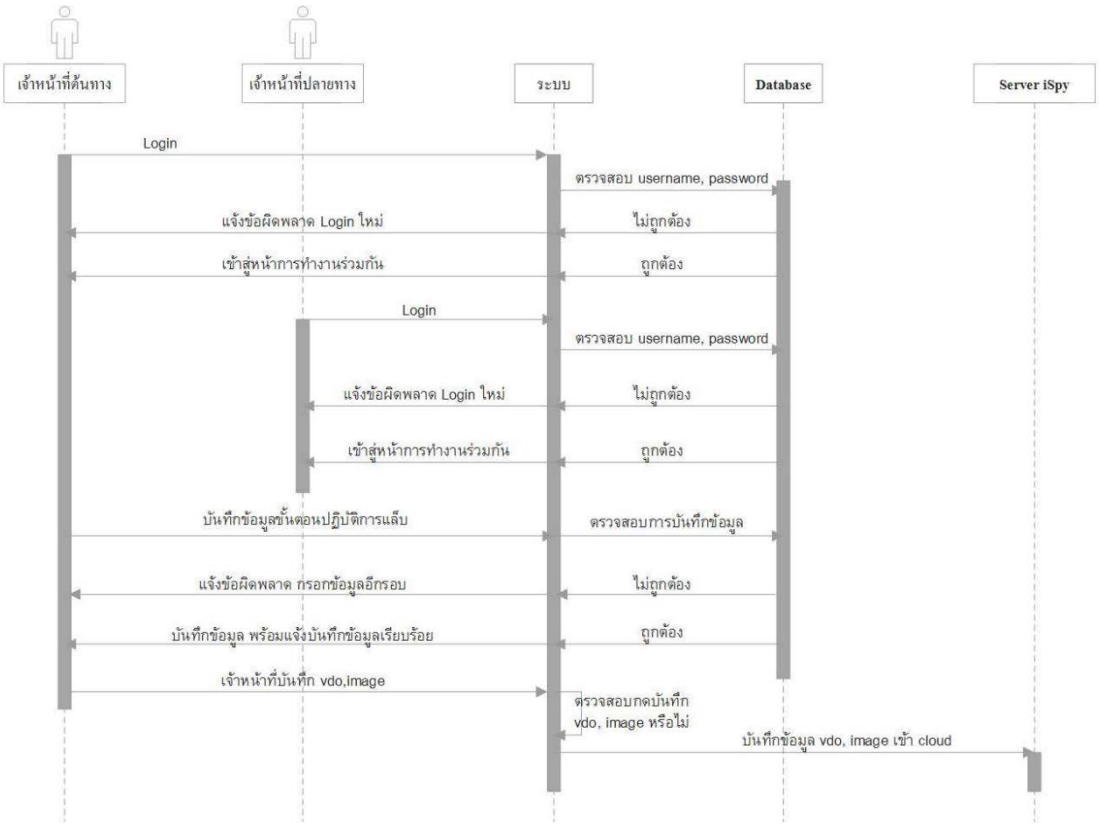


รูปที่ 5 Sequence Diagram การลงชื่อผู้ใช้งานระบบ

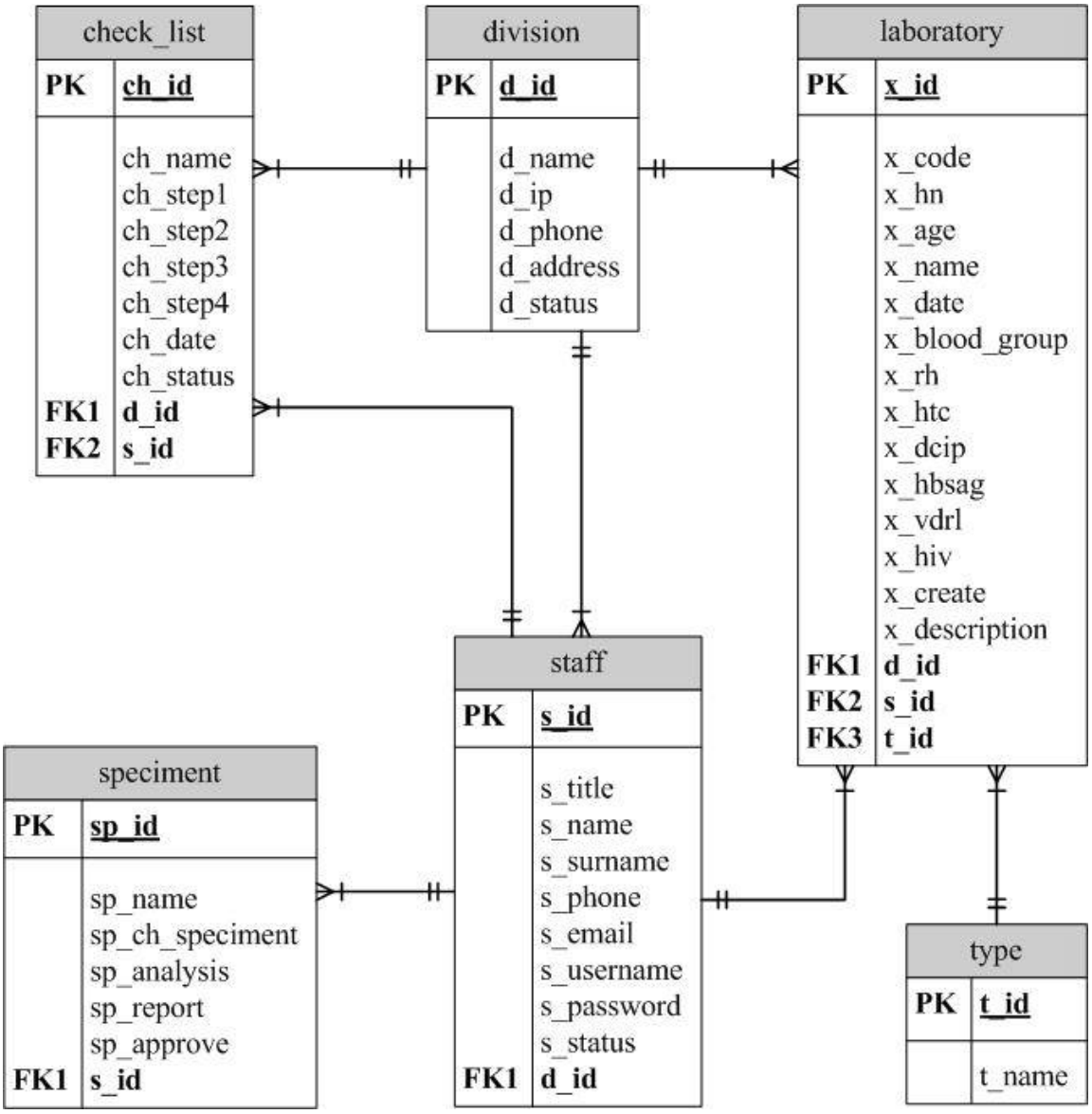
รูปที่ 6 Sequence Diagram การจัดการผู้ใช้งานระบบ



รูปที่ 7 Sequence Diagram บันทึกข้อมูลการวินิจฉัย



รูปที่ 8 Sequence Diagram การทำงานร่วมกัน



รูปที่ 9 ER-Diagram ระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

ส่วนนี้อธิบายการพัฒนาระบบตามที่วิเคราะห์และออกแบบไว้ รวมถึงขั้นตอนการเชื่อมต่อไอพีคาเมรากับระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) สร้างรูปแบบ (layout) ของระบบโดยใช้กรอบโครงสร้าง (Framework) การพัฒนาของ Bootstrap (v_3.3.7) ทำการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://getbootstrap.com ได้เป็นไฟล์ .zip จากนั้นทำการแตกไฟล์ จะได้โฟลเดอร์ประกอบด้วย
   - โฟลเดอร์ CSS สำหรับจัดการการแสดงผลของระบบ
   - โฟลเดอร์ fonts สำหรับจัดการข้อความของระบบ
   - โฟลเดอร์ js สำหรับจัดการการตอบสนองของ Bootstrap ต่อระบบ
2) ใช้ jQuery (v.1.8.2) ดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ http://jqueryui.com จะได้ไฟล์ .zip เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชั่นการทำงานสำเร็จรูปของ JavaScript ใช้จัดการกับเหตุการณ์ตอบสนองต่อระบบ โดยขั้นตอนการเรียกใช้งานอธิบายได้ดังรูปที่ 10

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">

    <meta charset="utf-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

    <title>ระบบห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามัน</title>

    <!-- Bootstrap -->
    <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
    <script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>

    <!-- jQuery -->
    <script src="jquery/jquery-1.8.2.min.js"></script>

  <body>
  </body>
</html>
```

รูปที่ 10 การเรียกใช้ Bootstrap และ jQuery

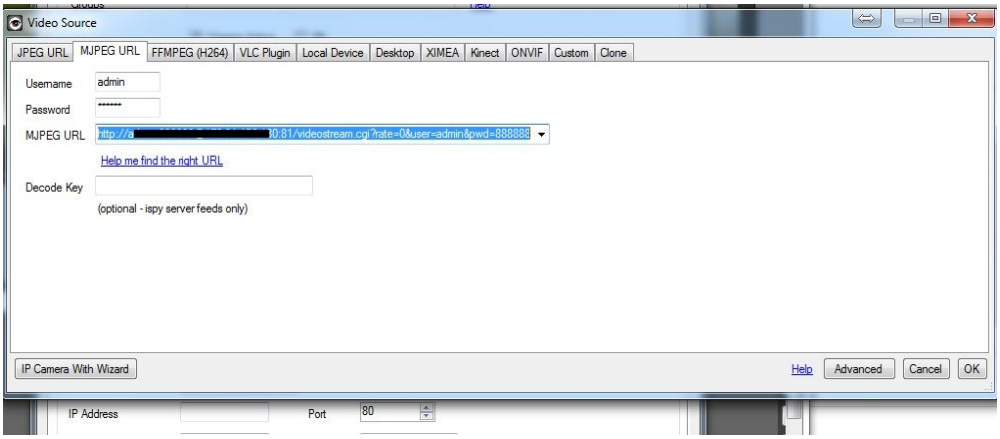
3) ฟังก์ชันการสนทนาข้อความด้วย phpFreeChat v2 เป็นเครื่องมือสำหรับเจ้าหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ สามารถดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://www.phpfreechat.net โดยจะมีการเรียกใช้งานดังรูปที่ 11

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">

    <meta charset="utf-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

    <title>ระบบห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามัน</title>

    <!-- Include the phpfreechat plugin -->
    <link rel="stylesheet" type="text/css" href="/phpfreechat-2.1.1/client
    /themes/default/pfc.min.css" />
    <script src="/phpfreechat-2.1.1/client/pfc.min.js" type="text/javascript"></script>

    <!-- jQuery -->
    <script src="jquery/jquery-1.8.2.min.js"></script>

    <!-- piece of code just after -->
    <script type="text/javascript">
        $('#mychat').phpfreechat({ serverUrl: '/phpfreechat-2.1.1/server' });
    </script>
</head>

    <body>
        <div id="mychat"></div>
    </body>
</html>
```

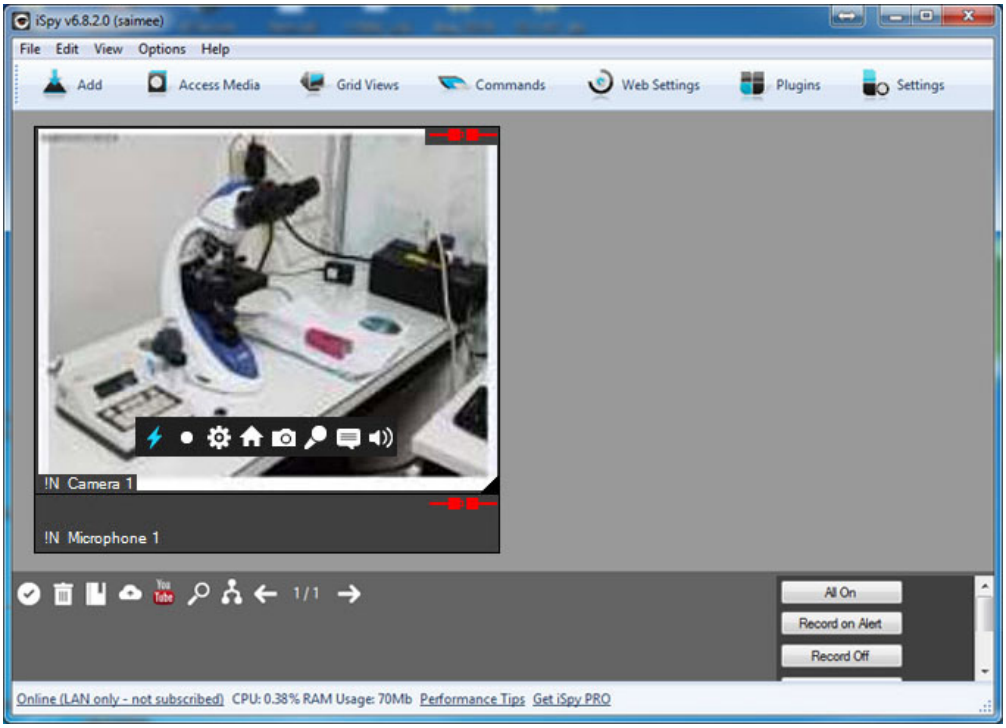
รูปที่ 11 การเรียกใช้งาน phpFreeChat

4) ลงทะเบียนอุปกรณ์ไอพีคาเมรากับซอร์ฟแวร์ iSpy เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานไอพีคาเมราผ่าน iSpy สำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และสนับสนุนการบริหารจัดการทางไกลเกี่ยวกับการปฏิบัติการ ด้วยวิธีการนำ Embedded-Link จาก

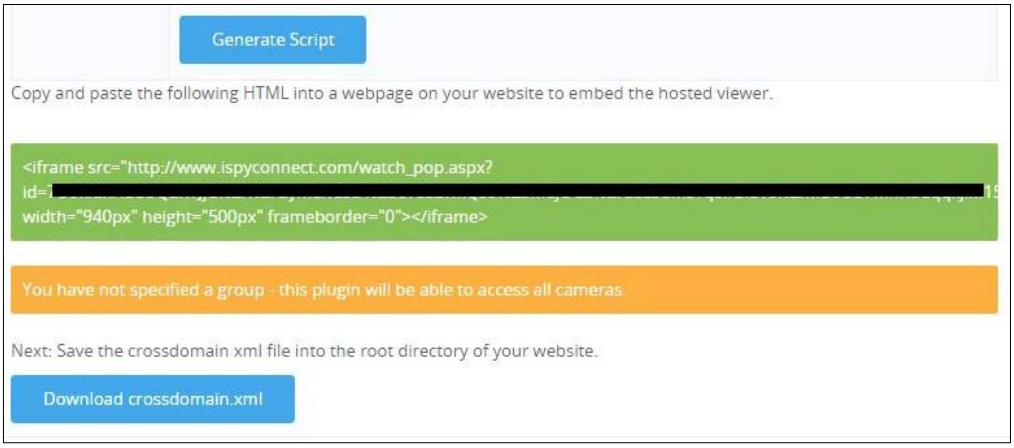
Cloud ของ iSpy วางบนระบบ ระบบสามารถแสดงผลข้อมูล วิดีโอควบคู่กับการทำงานร่วมกับระบบสนทนาแบบเรียลไทม์ แสดงขั้นตอนได้ดังรูปที่ 12-14



รูปที่ 12 การลงทะเบียนกล้องไอพี



รูปที่ 13 การแสดงผลกล้องไอพีผ่านซอร์ฟแวร์ iSpy



รูปที่ 14 embedded-link จาก iSpy

ความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล

เนื่องจากโปรแกรม iSpy เป็นบริการผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้การส่งและรับข้อมูลทั้งภาพหรือวิดีโอต้องผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งอาจมีปัญหาเกี่ยวกับความลับหรือความปลอดภัยของข้อมูล ดังนั้นทางโปรแกรมบริการจึงมีวิธีการป้องกันความปลอดภัยของข้อมูลดังต่อไปนี้

การเข้ารหัสลับรหัสผ่าน: รหัสผ่านจะถูกเข้ารหัสด้วยแฮชแบบทางเดียวก่อนที่จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ถึงแม้ว่าฐานข้อมูลจะถูกแฮก ข้อมูลจะไม่มีประโยชน์อีกต่อไป

การรับรองความถูกต้องแบบโทเค็น (Tokens): ทุกครั้งที่ iSpy เชื่อมต่อกับเว็บไซต์จะมีการสร้างโทเค็นการตรวจสอบสิทธิ์ใหม่และส่งโทเค็นนี้ไปยังเว็บไซต์ของ iSpy โทเค็นนี้มีความจำเป็นเมื่อมีการเข้าถึงเนื้อหา ดังนั้นวิธีในการเข้าถึงกล้องและเนื้อหาผ่านทางเว็บไซต์มีวิธีเดียวคือ เข้าผ่านทางเว็บไซต์ที่มีรายละเอียดการเข้าสู่ระบบของคนที่มีการล้อคอินเท่านั้น

สตรีมมิ่งแบบตรง: สามารถทำการสตรีมมิ่งโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ไปยังเว็บเบราเซอร์โดยเลี่ยงผ่านเว็บไซต์ (โดยจะใช้ที่อยู่ IP LAN ภายในหากมี) การดำเนินการนี้จะเพิ่มความเร็วในการเข้าถึงและทำให้แน่ใจได้ว่าแม้เว็บไซต์จะถูกแฮ็ก แต่ไม่มีใครสามารถดักวิดีโอหรือบันทึกวิดีโอไว้ที่อื่นได้แน่นอน

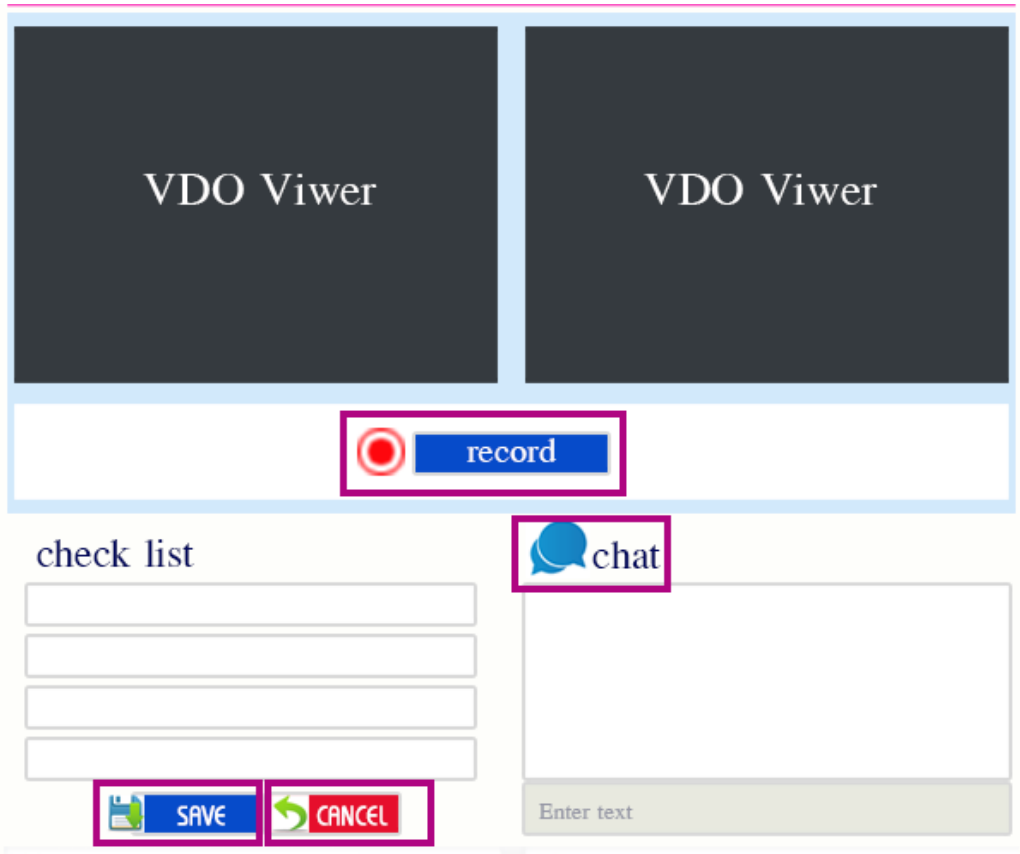
การบันทึกที่อยู่ IP: มีการบันทึก IP ที่ล็อกอินเข้าสู่บัญชีและจัดเก็บไว้โดยสามารถเรียกดูได้จากหน้าบัญชี

การควบคุมการเข้าใช้งาน: สามารถกำหนดสิทธิ์ให้บุคคลอื่นเข้าถึงได้ ยกตัวอย่างเช่น "อ่านอย่างเดียว" ไม่สามารถให้เปิด/ปิดกล้องหรือเปลี่ยนการตั้งค่าได้ นอกจากนี้ยังสามารถลบสิทธิ์การเข้าถึงได้ทุกเมื่อ

2. การออกแบบและพัฒนาด้าน Usability (Graphical User Interface และ Responsive Web Design)

2.1 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยรูปภาพ (Graphical User Interface)

การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับการทำงานของระบบการบจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ใช้รูปภาพและสัญลักษณ์สื่อถึงความหมายการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยรูปภาพสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

จากรูปที่ 15 สามารถอธิบายรูปภาพที่สื่อถึงการทำงานของระบบ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว มีรายละเอียดดังนี้

หมายถึง การสนทนารูปข้อความ

หมายถึง สัญลักษณ์ระบบกำลังบันทึกข้อมูลวีดีโอ

หมายถึง การบันทึกข้อมูล

หมายถึง การยกเลิก

2.2 การพัฒนารูปแบบการแสดงผลแบบ Responsive Web Design โดยใช้ Bootstrap

งานวิจัยนี้มีวิธีการพัฒนาการแสดงผลรองรับการใช้งานกับทุกอุปกรณ์ร่วมสมัย Responsive Web Design ด้วยเฟรมเวิร์กของ Bootstrap ทำให้หน้าจอระบบมีลักษณะเด่นคือปรับการแสดงผลหน้าจออย่างอัตโนมัติตามขนาดของหน้าจอที่แตกต่างกัน มีขั้นตอนช่วยลดระยะเวลาการพัฒนาระบบดังนี้

1) สร้างรูปแบบการพัฒนาระบบด้วยเฟรมเวิร์ก Bootstrap (อ้างอิงการสร้างเฟรมเวิร์ก Bootstrap หน้า 9)

2) เรียกใช้ฟังก์ชันการแสดงผล Bootstrap หลักการสำคัญอยู่ที่การเรียกใช้ไฟล์อ้างอิงตำแหน่งไฟล์ที่เรียกใช้งาน โดยกำหนดไฟล์เพจเป็นรูปแบบ HTML5 ศึกษาได้รูปที่ 16

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8">
    <meta charset="utf-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

    <title>ระบบห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามัน</title>

    <!-- Bootstrap -->
    <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
    <script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>

    <script src="s/jquery-min.js"></script>
    <link href="css/myStyle.css" rel="stylesheet">
  </head>

  <body>
  </body>
</html>

```

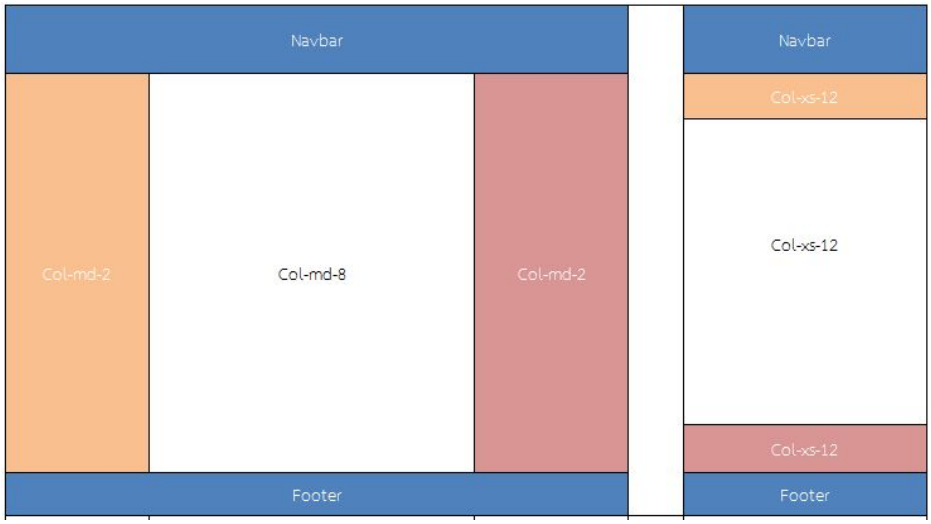
รูปที่ 16 การเรียกใช้งาน Bootstrap

จากรูปที่ 16 สามารถอธิบายขั้นตอนการเรียกใช้งาน Bootstrap มีรายละเอียดการกำหนดค่าดังนี้

บรรทัดที่ 4 การกำหนดรูปแบบเพื่อให้ไฟล์เพจเป็นรูปแบบ HTML5
บรรทัดที่ 7 การกำหนดเพื่อการแสดงผลหน้าจอรองรับได้หลายขนาด
บรรทัดที่ 12 การเรียกใช้อ้างอิงตำแหน่งไฟล์ CSS สำหรับการแสดงผล Bootstrap
บรรทัดที่ 13 และ 15 การเรียกใช้อ้างอิงตำแหน่งไฟล์จาวาสคริป และการทำงานของ jQuery

หลังจากเรียกใช้ไฟล์ข้างต้นเรียบร้อย สามารถกำหนดคลาสการทำงานภายใต้ <body> โดยตัวอย่างการกำหนดคลาส เช่น <body> </body> หรือ <body> </body> เป็นต้น

3) การใช้รูปแบบ Bootstrap Theme เพื่อการพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ด้วยหลักการของ Responsive Web Design เป็นการพัฒนาหน้าจอให้มีความยืดหยุ่นในการแสดงผลบนหน้าจอที่มีความละเอียดของหน้าจอที่หลากหลายอย่างเหมาะสม การแบ่งหน้าจอแบบคอลัมน์ มีทั้งหมด 12 คอลัมน์ โดยรูปแบบการแสดงผลแต่ละขนาดหน้าจอมีรูปแบบที่ต่างกัน เช่น class=”col-md-12” สำหรับหน้าจอคอมพิวเตอร์ class=”col-sd-12” สำหรับหน้าจอแทบเลต และ class=”col-xs-12” สำหรับหน้าจอสมาร์ทโฟน เป็นต้น ศึกษาการเรียกใช้งานคลาสได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 การแสดงผลหน้าจอคอมพิวเตอร์และหน้าหน้าจอสมาร์ทโฟน

จากรูปที่ 17 ตัวอย่างการเรียกคลาสสำหรับการแสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์และหน้าจอสมาร์ทโฟนด้วยหลักการ Responsive Web Design โดยใช้ Bootstrap ช่วยในการแสดงผลกับอุปกรณ์หน้าจอหลายขนาด ขั้นตอนรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 18 - 21

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

    <!-- Bootstrap -->
    <link href="bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
    <script src="bootstrap/js/bootstrap.min.js"></script>
    <script src="s/jquery-min.js"></script>
    <link href="css/myStyle.css" rel="stylesheet">
  </head>
```

รูปที่ 18 การเรียกใช้ Bootstrap

```
    <div class="container" >

      <div class="col-lg-1"></div>
      <div class="main_container col-xs-12 col-sm-12 col-md-12 col-lg-10" >


        <!-- page content -->
        <div class="right_col" role="main" style="min-height: 820px; padding:10px 0px 0px !important;">
            <?php
                include($_show_content);
            ?>
        </div>
        <!-- /page content -->

      </div>
      <div class="col-lg-1"></div>
    </div>
```

รูปที่ 19 การเรียกใช้คลาส container

```
72      <!-- top navigation -->
73      <div class="top_nav">
74        <div class="nav_menu">
75          <nav class="" role="navigation">
76            <ul class="nav navbar-nav navbar-left" >
77              <li class="visible-md visible-lg">
78                <a href="./" aria-expanded="false" class="myLogo">
79                  <h1><img src="img/hos.jpg"> Remote Management System</h1>
80                </a>
81              </li>
82            </ul>
83          </nav>
84          <div class="row" >
85              <ul class="nav nav-pills pilledit">
86                  <li class="active"><a href="./" ><i class="glyphicon glyphicon-home"></i> Home</a></li>
87                  <li><a href="?cn=pErsON" class="amenu"><i class="glyphicon glyphicon-log-out"></i> Member</a></li>
88                  <li><a href="logOut.php" class="amenu" onclick="return confirm('ยืนยันการออกจากระบบ !')"><i class
                        ="glyphicon glyphicon-log-out"></i> Logout</a></li>
89              </ul>
90          </div>
91
92        </div>
93      </div>
94      <!-- /top navigation -->
```

รูปที่ 20 การเรียกใช้งานแถบเมนู

```
114
115         <footer style="background-color: #000; color: #fff; margin-right: 90px;">
116           <div class="pull-right">
117             CopyRight@2017 Suhaimee Lueboh
118           </div>
119           <div class="clearfix"></div>
120         </footer>
121
```

รูปที่ 21 การเรียกใช้งาน Footer

จากรูปที่ 18-21 การเรียกใช้งาน Bootstrap ในแต่ละส่วนของระบบเพื่อการแสดงผลแบบ Responsive Web Design โดยเรียกใช้งานคลาสต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

	การกำหนดการแสดงผลส่วนกลางของระบบ
<ul class=”nave”>	การกำหนดการแสดงผลส่วนเมนูของระบบ
	การกำหนดการแสดงผล 8 คอลัมน์หน้าคอมพิวเตอร์
	การกำหนดการแสดงผล 10 คอลัมน์หน้าจอแทบเลต
	การกำหนดการแสดงผล 12 คอลัมน์หน้าจอสมาร์ทโฟน

3. การทดสอบระบบ (Functional, Non Functional)

ขั้นตอนทดสอบระบบเพื่อให้ระบบทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานด้าน Functional และ Non-Functional ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางตัวชี้วัดการประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

รายละเอียดการประเมิน
ส่วนของ Functional Requirement Test
1. ระบบสามารถช่วยในการบริหารจัดการยานพาหนะได้เร็วขึ้น
2. ระบบช่วยในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้เร็วขึ้น

รายละเอียดการประเมิน
3. ระบบสามารถประมวลผลข้อมูลงานที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วและถูกต้อง 4. ระบบสามารถช่วยให้ผู้ใช้ระบบใช้บริการข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วขึ้น
ส่วนของ Functional Test 1. ความถูกต้องของการจัดเก็บข้อมูล 2. ความถูกต้องของการค้นหาข้อมูล 3. ความถูกต้องของการลบ/แก้ไขข้อมูล 4. ความถูกต้องของการรายงานผลข้อมูล 5. ความถูกต้องของการคำนวณของโปรแกรมกรอกข้อมูล
ส่วนของ Usability Test 1. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอ 2. ระบบง่ายต่อการใช้งาน 3. ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจากระบบมีความถูกต้อง 4. ความเร็วในการประมวลผลของระบบ 5. หากนำระบบงานนี้ไปใช้งาน คาดว่าจะมีความสะดวกและรวดเร็ว 6. มีคำแนะนำการใช้งานและสามารถสื่อสารเข้าใจง่าย 7. ตำแหน่งช่องกรอกข้อมูลมีความเหมาะสม 8. การตรวจสอบสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลงานวิจัย

การประเมินผลงานวิจัยการบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้สามารถดูตัวชี้วัดได้จาก Usability Test ตารางที่ 1 ส่วนการประเมินด้วยหลักการลีน เป็นกระบวนการบริหารจัดการเพื่อลดความสูญเปล่า โดยลดขั้นตอนการทำงานให้น้อยลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงานให้สูงขึ้น ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดขั้นตอนการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการด้วยการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ประยุกต์ใช้ในโรงพยาบาลรามันและ รพ.สต. ในเครือข่าย การวิเคราะห์และประเมินด้วยหลักการลีน มี 2 ส่วนคือ Pre-Lean และ Post-Lean ดังนี้

ส่วนที่ 1 Pre-Lean

การวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน เริ่มจากผู้ใช้บริการติดต่อหน่วยงาน รพ.สต ที่ตนสังกัด ทำการยื่นบัตรประจำตัวผู้ป่วย ชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน ต่อด้วยการเข้าห้องตรวจเพื่อตรวจอาการเบื้องต้น เมื่อ รพ.สต ตรวจพบอาการที่จำเป็นต้องเข้าห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ดำเนินการออกหนังสือส่งตัวผู้ป่วย เพื่อส่งตัวผู้ป่วยรักษาต่อไปยังโรงพยาบาลรามัน งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยผู้ป่วยเดินทางด้วยตัวเองไปยังโรงพยาบาลรามัน เมื่อถึงโรงพยาบาลผู้ใช้บริการรายใหม่ต้องยื่นทำบัตรประจำตัวผู้ป่วย ตรวจสอบสิทธิ์การรักษา จากนั้นส่งต่อแผนกผู้ป่วยนอก เพื่อทำการคัดกรองประวัติพร้อมชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน และต้องรอจนกว่าจะถึงคิวพบแพทย์เพื่อตรวจวินิจฉัยอาการแทรกซ้อน และแพทย์ทำการส่งต่อผู้ป่วยไปยังห้องเจาะเลือดเพื่อทำการเจาะเลือด ผู้ป่วยต้องใช้เวลารอเรียกคิวเจาะเลือดพร้อมกันนั้นเจ้าหน้าที่ทำการเตรียมอุปกรณ์เก็บ specimen หลังการเจาะเลือกเรียบร้อยแล้ว ผู้ป่วยนำส่ง specimen ของตนไปยัง

ห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ทำการรับ specimen ตรวจสอบความถูกต้องและลงทะเบียนรับ จากนั้นทำการเตรียม specimen สำหรับวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ เมื่อวิเคราะห์และตรวจสอบผลเรียบร้อย ขั้นตอนถัดไปการบันทึกผลลงในใบรายงานผลและทะเบียนการตรวจวินิจฉัยการปฏิบัติการพร้อมออกใบรายงานผลให้ผู้ป่วย ขั้นตอนวิเคราะห์ส่วนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1) เขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานเดิมทั้งหมดของห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและ รพ.สต. อย่างละเอียด
2) ระบุระยะเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน และช่วงเวลาที่ต้องรอในแต่ละขั้นตอน
3) วิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมด โดยระบุขั้นตอนจำเป็นต้องทำ (Value) ขั้นตอนที่ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ (Necessary Non Value) และขั้นตอนไม่จำเป็นต้องทำ (Waste) แล้วกำหนดเป็นรูปสัญลักษณ์ในการแสดงขั้นตอนดังนี้

จำเป็นต้องทำ

ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ

ไม่จำเป็นต้องทำ

4) คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของ Pre-Lean โดยจำแนกการคำนวณ 2 ด้าน ดังนี้
   - คำนวณหาค่าเวลาการปฏิบัติงานเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ = (ผลรวมของ Value Time / เวลาทั้งหมดของ Flow Process) x 100
   - คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางผู้ใช้บริการในการติดต่อ รพ.สต.และโรงพยาบาลรามัน จากนั้นนำมาคูณด้วย 4 (เป็นค่าเชื้อเพลิงมาตรฐานที่รัฐกำหนด) ซึ่งจะได้ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการ 1 ราย โรงพยาบาลของรัฐให้บริการดูแลสุขภาพประชาชน การประเมินค่าใช้จ่ายของประชาชนผู้ใช้บริการย่อมหมายถึงค่าใช้จ่ายของรัฐโดยรวม ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำค่าใช้จ่ายในด้านนี้มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายบริการที่ลดลง ซึ่งประชาชนเป็นผู้จะได้รับประโยชน์อันสูงสุด

ส่วนที่ 2 Post-Lean

การวิเคราะห์การปฏิบัติงานโดยใช้ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการ เริ่มจากผู้ป่วยติดต่อหน่วยงาน รพ.สต. ที่ตนสังกัดและทำการยื่นบัตรประจำตัวผู้ป่วย ทำการชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน ต่อด้วยการเข้าห้องตรวจเพื่อตรวจอาการเบื้องต้น จากนั้นเจ้าหน้าที่ รพ.สต. เตรียมอุปกรณ์เก็บ specimen เพื่อเจาะเลือดผู้ป่วยและทำการตรวจสอบข้อมูลพร้อมกับลงทะเบียนรับด้วยระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (RMS) เมื่อบันทึก specimen ตัวอย่างเลือดจากผู้ป่วยแล้วเข้าสู่ขั้นตอนเตรียม specimen และเครื่องมือเพื่อทำการวิเคราะห์ ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์และการตรวจสอบผลการวิเคราะห์เจ้าหน้าที่ รพ.สต. สามารถทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์กับเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลรามันผ่านระบบ RMS เมื่อได้ผลการวินิจฉัยเจ้าหน้าที่ รพ.สต. จะทำการบันทึกผลการวินิจฉัยเข้าระบบ RMS โดยสามารถรายงานผลผ่านระบบได้ทันทีแบบเรียลไทม์ ขั้นตอนวิเคราะห์ส่วนนี้มีรายละเอียดดังนี้

1) เขียนขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบใหม่ด้วยระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ที่พัฒนาขึ้น ตัดขั้นตอนกระบวนการทำงานเดิมที่ไม่จำเป็นออก
2) คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นประสิทธิภาพ Post-Lean โดยใช้สูตรเดิมตามที่กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 4 จากนั้นเปรียบเทียบขั้นตอนการดำเนินงานที่ลดลง หลังจากนำระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ ทำให้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ดังนั้นในขั้นตอนนี้ไม่มีการคำนวณค่าใช้จ่าย

ตารางที่ 2-13 คำนวณค่าใช้จ่ายในกระบวนการการดำเนินงานห้องปฏิบัติการตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดในรูปการดำเนินงานแบบเดิมโดยไม่ใช้ระบบ การคำนวณนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากผู้ใช้บริการ 12 ตำบลในเครือข่ายโรงพยาบาลรามัน ดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2560

ตารางที่ 2 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต. กาลูปัง

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	5.8 x 4 = 23.2	150	300	5.8 x 4 = 23.2	150	400	1,045.4
2	5.8 x 4 = 23.2	120	350	-	-	-	493.2
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							769

ตารางที่ 3 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.กาลอ

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	18.2 x 4 = 72.8	160	400	18.2 x 4 = 72.8	120	400	1,235.6
2	18.2 x 4 = 72.8	150	400	18.2 x 4 = 72.8	150	350	1,195.6
3	18.2 x 4 = 72.8	150	-	18.2 x 4 = 72.8	150	300	795.6
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,075.6

ตารางที่ 4 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.วังพญา

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	13.6 x 4 = 54.4	120	250	13.6 x 4 = 54.4	120	300	898.8
2	13.6 x 4 = 54.4	150	400	13.6 x 4 = 54.4	120	300	1,078.8

รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย	988.8

ตารางที่ 5 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.โกตาบารู

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	9.5 x 4 = 38	160	300	9.5 x 4 = 38	160	350	1,046
2	9.5 x 4 = 38	130	300	9.5 x 4 = 38	150	300	956
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,001

ตารางที่ 6 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.จะกว๊ะ

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	16.2 x 4 = 64.8	140	300	16.2 x 4 = 64.8	160	350	1,079.6
2	16.2 x 4 = 64.8	130	500	16.2 x 4 = 64.8	150	200	1,109.6
3	16.2 x 4 = 64.8	170	450	16.2 x 4 = 64.8	120	400	1,269.6
4	16.2 x 4 = 64.8	150	200	16.2 x 4 = 64.8	150	-	629.6
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,022.1

ตารางที่ 7 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.ท่าธง

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	18.2 x 4 = 72.8	150	400	18.2 x 4 = 72.8	160	250	1,105.6
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,105.6

ตารางที่ 8 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.อาซ่อง

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	9.8 x 4 = 39.2	120	300	9.8 x 4 = 39.2	120	250	868.4
2	9.8 x 4 = 39.2	130	-	9.8 x 4 = 39.2	140	350	698.4
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							783.4

ตารางที่ 9 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.เนินงาม

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	10.9 x 4 = 43.6	150	350	10.9 x 4 = 43.6	150	250	987.2
2	10.9 x 4 = 43.6	170	500	10.9 x 4 = 43.6	130	-	887.2
3	10.9 x 4 = 43.6	140	300	10.9 x 4 = 43.6	150	300	977.2
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							950.53

ตารางที่ 10 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บาลอ

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	6.2 x 4 = 24.8	150	450	6.2 x 4 = 24.8	140	250	1,039.6
2	6.2 x 4 = 24.8	140	300	-	-	-	464.8
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							752.2

ตารางที่ 11 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บาโงย

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	22.0 x 4 = 88	130	-	22.0 x 4 = 88	150	400	856
2	22.0 x 4 = 88	170	450	22.0 x 4 = 88	160	250	1,206
3	22.0 x 4 = 88	170	-	22.0 x 4 = 88	140	300	786
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							949.33

ตารางที่ 12 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.บือมัง

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	16.3 x 4 = 65.2	140	350	16.3 x 4 = 65.2	170	400	1,190.4
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,190.4

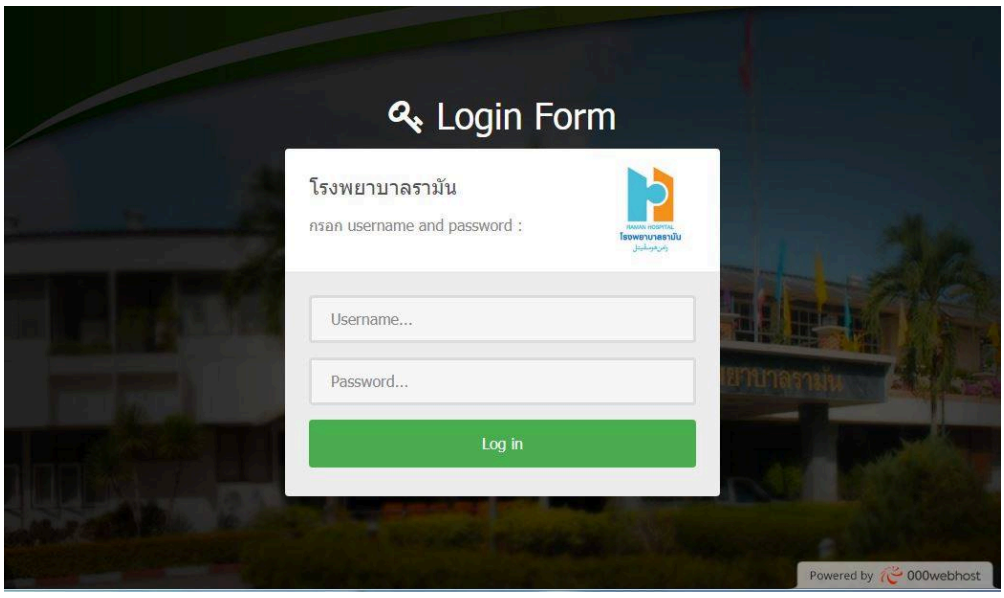
ตารางที่ 13 การคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการจาก รพ.สต.ยะต๊ะ

คนที่	ผู้ป่วย			ญาติ			รวม (บาท)
	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	ค่าเดินทาง ระยะทาง(กม.) x 4	ค่ากิน	ค่าขาดรายได้	
1	16.3 x 4 = 65.2	160	300	16.3 x 4 = 65.2	170	250	1,010.4
2	16.3 x 4 = 65.2	140	350	16.3 x 4 = 65.2	120	400	1,140.4
3	16.3 x 4 = 65.2	150	400	16.3 x 4 = 65.2	160	-	840.4
4	16.3 x 4 = 65.2	150	300	16.3 x 4 = 65.2	150	300	1,030.4
รวมค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อผู้ใช้บริการ 1 ราย							1,005.4

จากตารางที่ 2-13 เป็นการคำนวณค่าใช้จ่ายผู้ใช้บริการโดยคิดเฉลี่ยการเดินทางจาก รพ.สต. ในเครือข่ายที่ผู้ใช้บริการสังกัดอยู่ถึงโรงพยาบาลรามัน คิดค่าเดินทางจำนวนระยะทางเป็นกิโลเมตรคูณด้วย 4 (ค่าเชื่อเพลิงมาตรฐานทางราชกำหนด) ค่าอาหาร และค่าขาดรายได้ที่ต้องหยุดงานเพื่อมาติดต่อและกรณีที่มาติดต่อพร้อมญาติ ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยโดยประมาณของผู้ใช้บริการทั้ง 12 ตำบล

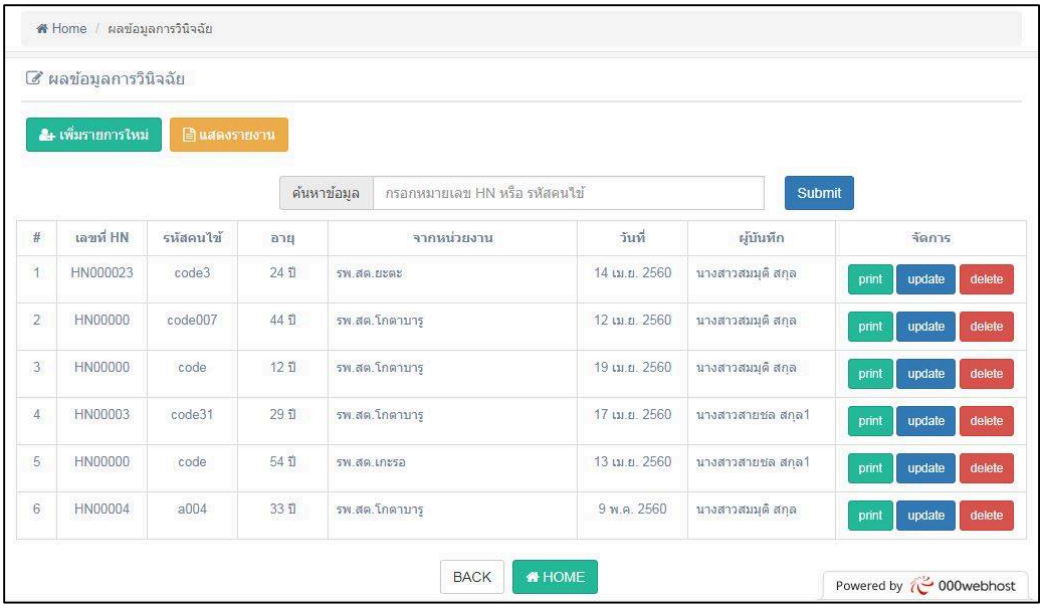
4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

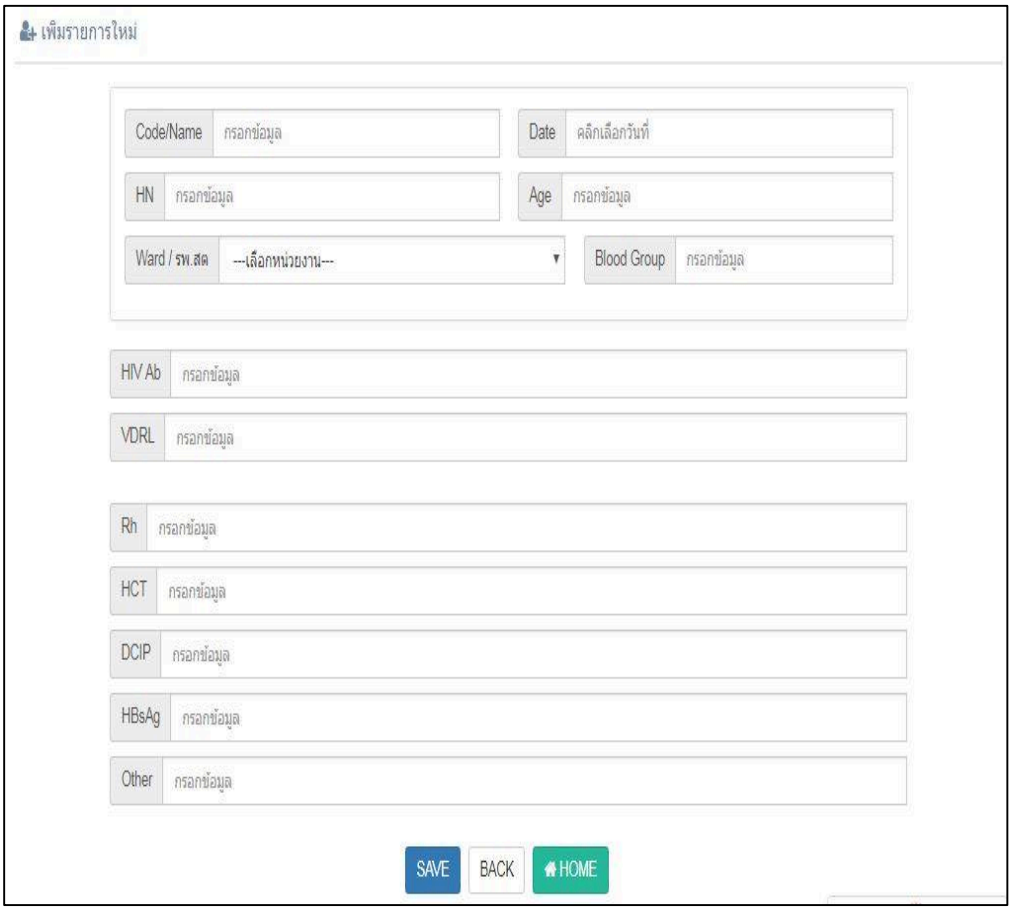


รูปที่ 22 หน้าลงชื่อเข้าใช้งานระบบ

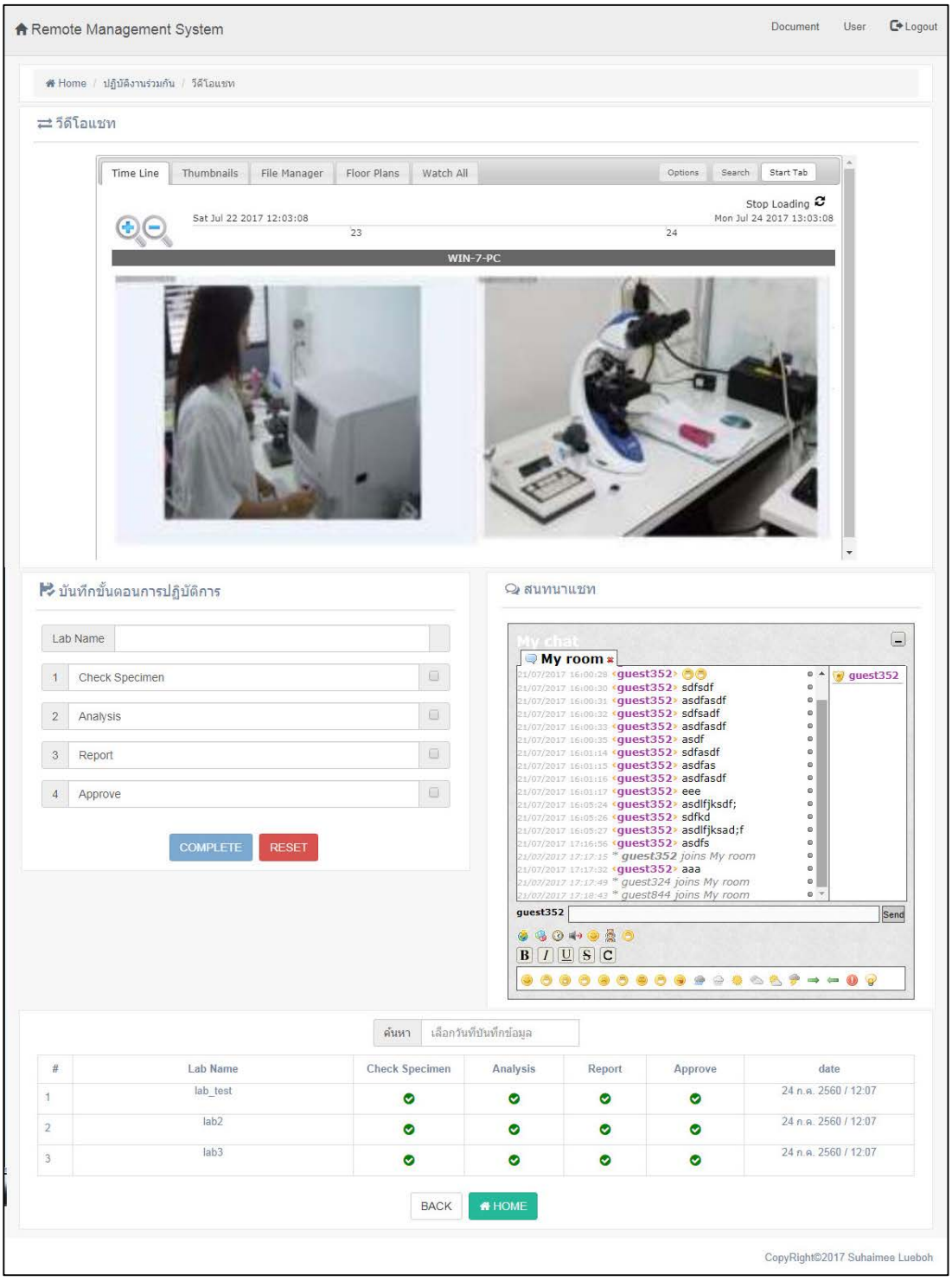
รูปที่ 23 หน้าแรกของระบบ



รูปที่ 24 ผลข้อมูลการวินิจฉัย

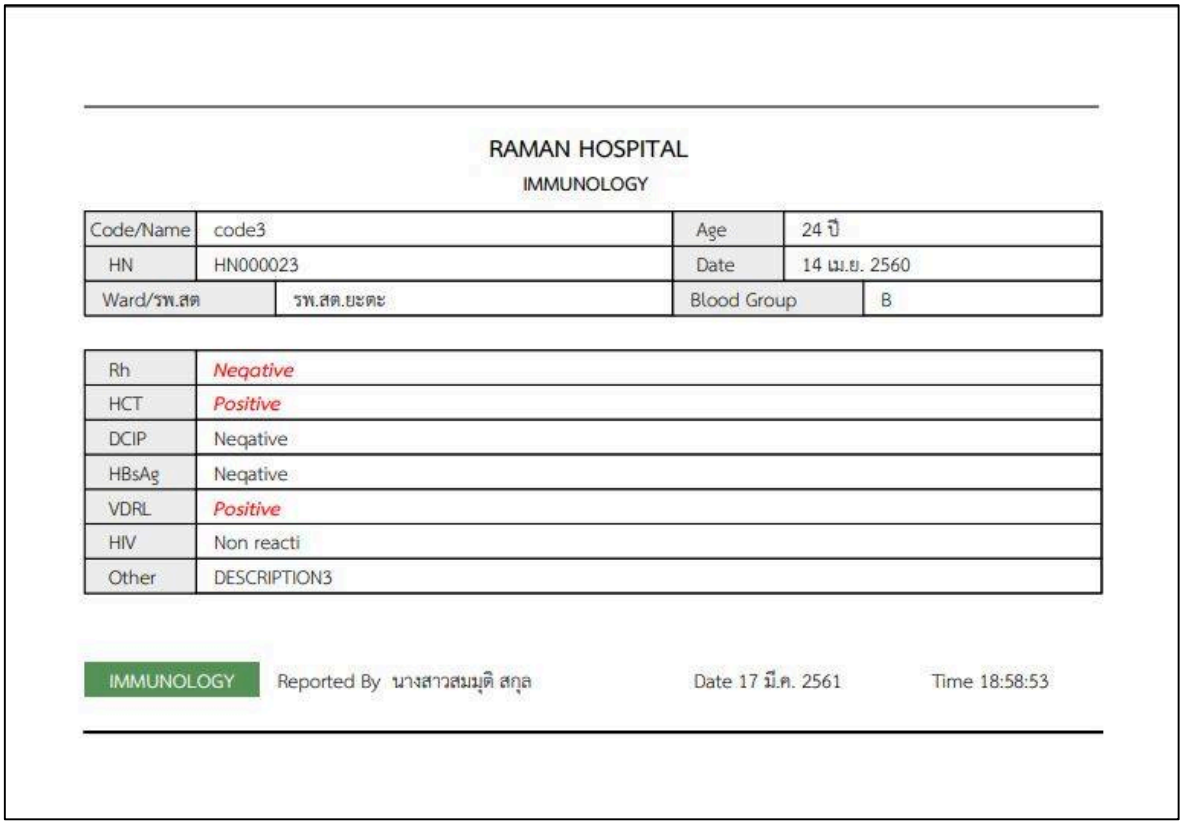


รูปที่ 25 หน้าเพิ่มข้อมูลโรคคนไข้รายใหม่



รูปที่ 26 การทำงานร่วมกันของหน่วยงาน

รูปที่ 27 หน่วยงาน รพ.สต. ที่ปฏิบัติงานร่วมกัน



RAMAN HOSPITAL

IMMUNOLOGY

Code/Name	code3	Age	24 ปี
HN	HN000023	Date	14 เม.ย. 2560
Ward/รพ.สต	รพ.สต.ยะตะ	Blood Group	B

Rh	*Negative*
HCT	*Positive*
DCIP	Negative
HBsAg	Negative
VDRL	*Positive*
HIV	Non reacti
Other	DESCRIPTION3

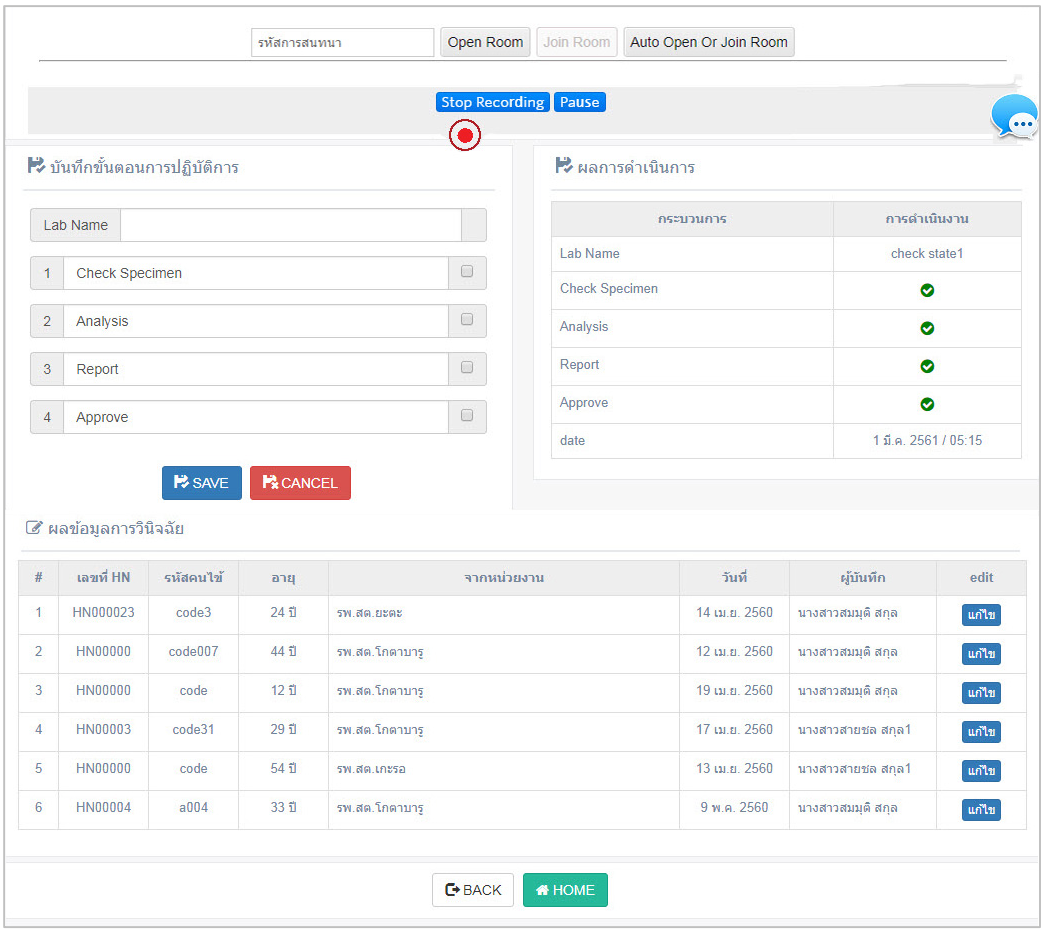
IMMUNOLOGY Reported By นางสาวสมมุติ สกุล Date 17 มี.ค. 2561 Time 18:58:53

รูปที่ 28 รายงานผลการวินิจฉัย

4.2 ผลการออกแบบพัฒนาด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive ของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์

1) ผลการพัฒนาระบบด้วยเทคนิค GUI

จากการออกแบบระบบด้วยเทคนิค GUI เพื่อเป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วยรูปภาพและสามารถเข้าใจระบบได้อย่างง่าย แสดงผลได้ดังรูปที่ 29



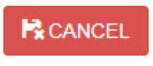
รูปที่ 29 ผลการออกแบบด้วยเทคนิค GUI

จากรูปที่ 29 แสดงผลการออกแบบและพัฒนาระบบด้วยเทคนิค GUI สามารถสื่อถึงการทำงานของระบบ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยรายละเอียดรูปภาพที่สื่อประสานผู้ใช้งานระบบ สามารถอธิบายได้ดังนี้

หมายถึง การสนทนารูปข้อความ

หมายถึง สัญลักษณ์ระบบกำลังบันทึกข้อมูลวีดีโอ

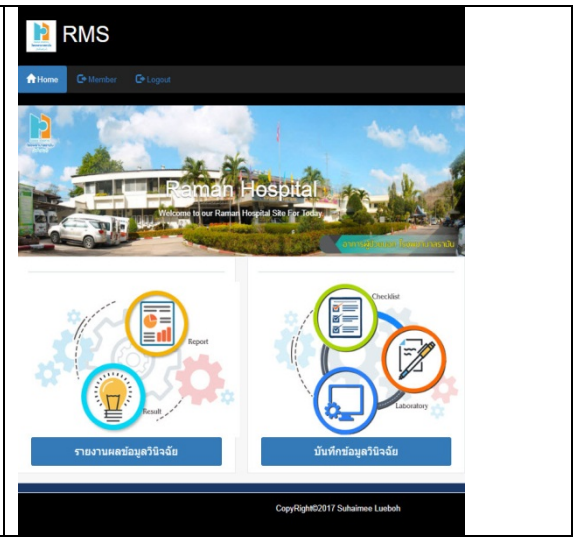
หมายถึง การบันทึกข้อมูล

 หมายถึง การยกเลิก

2) ผลการพัฒนาระบบแบบ Responsive web design

จากการพัฒนาระบบด้วยเฟรมเวิร์ก Bootstrap เพื่อปรับการแสดงผลหน้าจออย่างอัตโนมัติตามขนาดของหน้าจอที่แตกต่างกันด้วยหลักการของ Responsive Web Design ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบบริหารจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์จนสำเร็จเสร็จสิ้น สามารถแสดงผลบนหน้าจอขนาดต่าง ๆ ได้ ดังรูปที่ 30 – 32

รูปที่ 30 ผลหน้าจอสมาร์ตโฟน



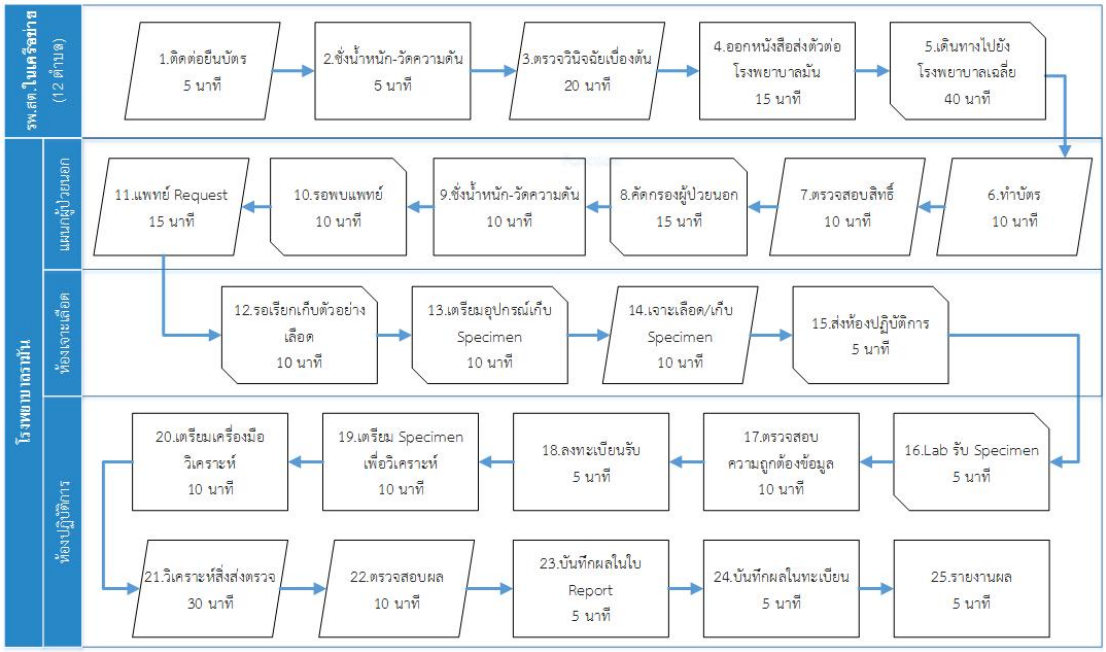
รูปที่ 31 ผลหน้าจอแท็บเล็ต

รูปที่ 32 ผลหน้าจอคอมพิวเตอร์

4.3 ผลการประเมินการดำเนินงานห้องปฏิบัติการด้วยหลักการลีน

1. ผลการวิเคราะห์ Pre-lean

ขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ก่อนนำระบบบริหารจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์มาใช้งาน ซึ่งแสดงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังรูปที่ 33



รูปที่ 33 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลา (pre-lean)

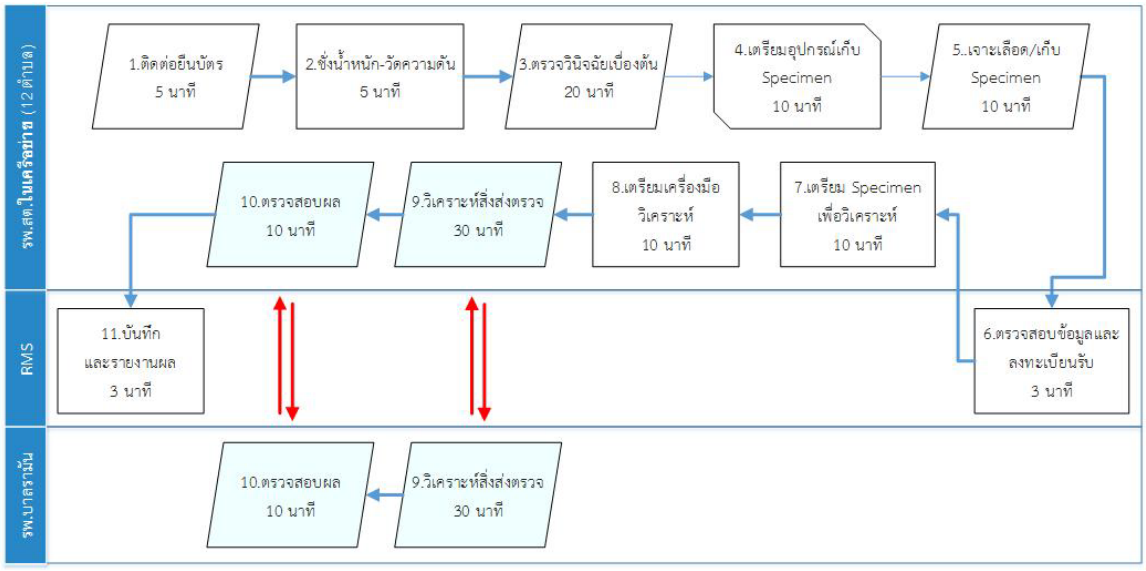
จากรูปที่ 33 เป็นขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลาโดยละเอียดของการรับบริการตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ใช้บริการ มีขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ต่อผู้ใช้บริการ สามารถสรุปการปฏิบัติงานได้ 25 ขั้นตอน และใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานประมาณทั้งหมด 285 นาที นับตั้งแต่ รพ.สต. ที่ผู้ใช้บริการสังกัดอยู่จนถึงโรงพยาบาลรามัน จากกระบวนการทำงานข้างต้นสามารถคำนวณประสิทธิภาพดังนี้

รวมระยะเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมด	= 285 นาที
รวมระยะเวลาที่จำเป็นต้องทำ (Value)	= 85 นาที
ประสิทธิภาพ คิดร้อยละ = (85/285) x 100	= 32.94

ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยผู้ใช้บริการจาก รพ.สต. ในเครือข่ายทั้ง 12 ตำบล ที่ใช้บริการตรวจวินิจฉัยห้องปฏิบัติการต่อครั้ง โดยรูปแบบการปฏิบัติงานแบบเดิมที่ยังไม่ใช้งานระบบ RMS ซึ่งเฉลี่ยค่าเดินทาง ค่ากิน และค่าขาดรายของผู้ใช้บริการและญาติที่ต้องสูญเสียเป็นจำนวนเงินเฉลี่ยต่อครั้ง 966.11 บาท

3 ผลการวิเคราะห์ Post-lean

ขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่หลังจากนำระบบ RMS มาใช้งานสำหรับการจัดการการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังรูปที่ 34



รูปที่ 34 ขั้นตอนการดำเนินงานและระยะเวลา (post-lean)

จากรูปที่ 34 เป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานและระยะเวลาโดยละเอียดของการรับบริการการตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ใช้บริการ โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานได้นำระบบ RMS ช่วยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้า รพ.สต.และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลรามันให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ทำให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานงานลดลงเหลือขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติงานทั้งหมด 11 ขั้นตอน และใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานลดลงเหลือประมาณทั้งหมด 116 นาที จากขั้นตอนการปฏิบัติงานข้างต้นสามารถคำนวณประสิทธิภาพ ดังนี้

รวมระยะเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมด = 116 นาที
รวมระยะเวลาที่จำเป็นต้องทำ (Value) = 75 นาที
ประสิทธิภาพ คิดร้อยละ = (75/116) x 100 = 64.66

4 สรุปผลการใช้ Lean Management

ตารางที่ 14 สรุปผลงานวิจัยโดยการใช้ Lean Management

รูปแบบการประเมิน	Pre-lean	Post-lean	ผลต่างที่ได้
ขั้นตอนการดำเนินงาน	25	11	-14
ระยะเวลา (นาที)	285	116	-169
ค่าใช้จ่าย (บาท)	966.11	0	-966.11
ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)	32.94 %	64.66 %	+31.72 %

จากตารางที่ 14 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานเดิม และขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังจากนำระบบ RMS มาใช้งาน สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ 14 ขั้นตอน สามารถลดระยะเวลาการดำเนินงานได้ถึง 169 นาที และสามารถลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการเฉลี่ย 607.09 บาทต่อครั้ง ที่สำคัญทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น 31.72 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ผลการประเมินด้าน Usability

รายละเอียดการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ส่วนของ Functional Requirement Test		
1. ระบบสามารถช่วยในการบริหารจัดการยานพาหนะได้เร็วขึ้น	4.28	0.54
2. ระบบช่วยในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้เร็วขึ้น	4.58	0.50
3. ระบบสามารถประมวลผลข้อมูลงานที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วและถูกต้อง	4.75	0.50
4. ระบบสามารถช่วยให้ผู้ใช้ระบบใช้บริการข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วขึ้น	4.66	0.52
ส่วนของ Functional Test		
1. ความถูกต้องของการจัดเก็บข้อมูล	4.86	0.41
2. ความถูกต้องของการค้นหาข้อมูล	4.84	0.42
3. ความถูกต้องของการลบ/แก้ไขข้อมูล	4.36	0.53
4. ความถูกต้องของการรายงานผลข้อมูล	4.60	0.54
5. ความถูกต้องของการคำนวณของโปรแกรมกรอกข้อมูล	4.88	0.59
ส่วนของ Usability Test		
1. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอ	4.76	0.48
2. ระบบง่ายต่อการใช้งาน	4.66	0.52
3. ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจากระบบมีความถูกต้อง	4.60	0.54
4. ความเร็วในการประมวลผลของระบบ	4.88	0.59
5. หากนำระบบงานนี้ไปใช้งาน คาดว่าจะมีความสะดวกและรวดเร็ว	4.86	0.45
6. มีคำแนะนำการใช้งานและสามารถสื่อสารเข้าใจง่าย	4.30	0.51
7. ตำแหน่งช่องกรอกข้อมูลมีความเหมาะสม	4.84	0.47
8. การตรวจสอบสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.84	0.47

บทความที่ 1 ได้รับการตอบรับแล้วและจะทำการตีพิมพ์เผยแพร่ประมานสิ้นปี 2561 Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC) (ISSN 2180-1843, e-ISSN 2289-8131) SCOPUS Q4

Integrating IP Camera for Operative Health Laboratory Management: The Proposed of Remote Management System

Sureena Matayong, Suhaimee Lueboh
Master of Sciences Program in Management of Information Technology, Faculty of Engineering.
Prince of Songkla University
HatYai, Songkhla, Thailand.
sureena.m@psu.ac.th, suhaimee.l@yru.ac.th

***Abstract*—This paper proposes Remote Management System (RMS) for operative health laboratory to manage their work operations remotely. The aim of developed system is to resolve the problems of operation management in terms of high operation cost, lack monitoring of work performance to control quality and efficiency as well as delay of operation that caused service disappointment. The researchers suggested the integration of IP camera that allows the records of work performance in the form of images and videos to be monitored. At the same time, it enables the real time communication to reduce the cost of travelling. This way, the operations can be managed distantly that helps to overcome the problems of delay in operations, which lead to service satisfaction.**

***Index Terms*—About; IP Camera; Operative health laboratory; Remote management system.**

I. Introduction

In the world of digital age, information and communication technology (ICT) has played progressively significant role in our life. Several organizations especially in healthcare sectors have changed their approach to work so as to keep pace of their corporate with the age. Over the last decades, the healthcare organizations have applied ICT to support and manage their operations and services known as hospital information system (HIS) [1][2]. HIS has been improved with sophisticated and advanced technology to enhance greater functions in respond to new complicated working environment in modern society. For example, the function of online service which allows people to communicate with each other through various devices over the internet. In fact, the connection through internet facilitates provision of healthcare operations and services in many areas, such as connecting doctors with patients and collaborate healthcare team to work together online [3][4]. Based on statistics of International Data Cooperation (IDC) stated that in the near future the rate of transactions through personal communication devices will increase to 65% and 75% of healthcare users will want to use digital services through the internet. Besides, there are 80% of off-site staffing in providing healthcare services [5]. As a result, there will be a shift in work operations and services of healthcare in the near future and this move is inevitably smoothed by ICT for both public and private segments.

In general, healthcare organizations are comprised of a laboratory. The laboratory performs health checks and diagnostics such as blood and urine tests to measure the components of fat and sugar, liver and kidney function, red blood cell and white blood cell count, HIV testing, as well as pregnancy checkup. Indeed, the laboratory work operations are complex, which specialists are required to monitor the use of instruments for diagnosis throughout the processes. This is to prevent mistakes, verify quality assurance and maintain the standard of performance [6]. Today, the healthcare organizations have grown and expanded broadly resulted the rate of healthcare services increases, which mean the workload of laboratory team has also increased. Besides, statistics has shown that the number of skilled personnel is insufficient in the laboratory [7][8]. These issues have a significant impact on the management of the laboratory team as follow:

- High of operation costs due to frequent travel.
- Lack of monitoring to control quality and efficiency.
- Service dissatisfaction due to delay of operation.

Therefore, this paper proposed Remote Management System (RMS) to solve high operation cost by integrating IP Camera enable to manage operative health laboratory distantly. With this system, remote management can be performed in real time over the internet. This will reduce the cost of travel across the area, as well as control the quality and efficiency of the operations. In the end, it will result customer satisfaction of the services.

II. Background & Related Work

This section discuss about concepts and relevance research to this area.

A. Healthcare Organizations

Healthcare organizations provide services in areas such as disease rehabilitation and prevention, health promotion, medical treatment and so forth. The healthcare system is divided into three levels.

- Primary healthcare is responsible for rural areas such as community health centers, which promote health, disease prevention and rehabilitation.

- Secondary healthcare is a medical service that supports for more complex medical services, including community hospitals at the district and province levels.

- Tertiary healthcare is a health service that brings advanced technology and medical personnel in specialized fields are required because it is the most complicated service levels. This level of healthcare is under the ministry of public health namely a central hospital center that is specialized institutions or affiliated with the university [9].

B. IP Camera

Currently, a closed-circuit television camera (CCTV) is divided into 2 types: Analog and IP cameras. IP Camera is a technology to send images and videos over the internet for real-time and remote control. The IP camera's general features differ from analog as provided in Table 1.

Table 1
Comparison of IP Camera and Analog Camera Features

Attribute	IP Camera	Analog Camera
Video recording	Network video recorder	Digital video recorder
Image resolution	From 1.3 megapixels - 5 megapixels	Max 700 TVL = around 0.4 megapixels.
Internet connection	Over wired and wireless networks like 3G / Wifi / RJ-45.	The need to develop and install a new connection network will increase the price of the original.
Application	It can be developed and applied to suit your needs, such as connecting to other communication devices over the wired or wireless internet network, conveniently and easily.	The system is designed with the limitations of further development or application in connection with other communication devices. Since it has not developed the network at first.

From the table above, we can see that IP camera technology [10] is suitable for developing and applying for long distance and real time management of operative health laboratory. This is because IP camera can be connected wirelessly with computers or portable devices over internet to manage operations remotely. IP camera has the advantage by the size that is small, high quality, easy to install and easy to use especially there is a need for an internet connection.

C. Related Work

Relevance researches of this study can be divided into 2 topics.

1) Implementing the technology to manage laboratory operations based on research [4] has proposed a design for residential care through Internet of Things. Research [8] proposed healthcare organizations, healthcare services for Palestinian immigrants in Jordan. Research [11] introduces of laboratories and clinics to the community through portable devices, which is very useful for disease analysis while the doctors are distant. In addition, there are few researches applied IP camera to enhance system functions and abilities such as research [12] applying isolated cloud with IP camera to retrieve video by smartphone while research [13] explore security for IP camera based on cloud wireless.

2) Management in health care service organizations, such as research [14], [15], offers the use of lean management in health care service organizations to reduce waste and minimizing workload, getting more work done and maximizing productivity, the organization saves time, costs and facilitates administration.

III. THE PROPOSED OF REMOTE MANAGEMENT SYSTEM (RMS)

The RMS is proposed to solve management problems for health laboratory by suggesting new method of how to manage work operations distantly. Figure 1 describes the conceptual architecture of developed system. The system is integrated with IP camera to record images and videos as well as to support real time communication that allows operations of health laboratory can be managed remotely. The IP camera viewer is iframed coded as embedded camera viewer in RMS from iSpy private cloud storage. The embedded iSpy camera viewer retrieves images and videos files from IP camera through private cloud storage. Furthermore, iSpy software is installed into devices to connect to IP camera for real time communication to be occurred in RMS.

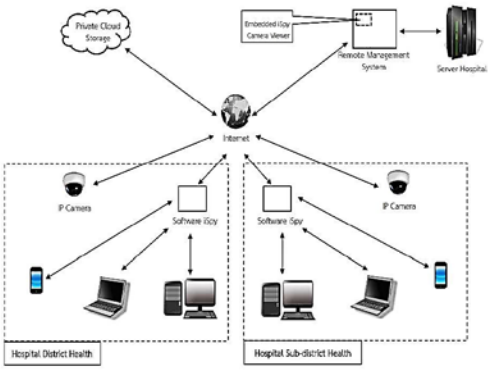


Figure 1: Conceptual Architecture of RMS

Figure 2 shows the result of integrating IP camera functions in RMS, which enable the operations to be managed remotely. Besides, the laboratory team can have real time communication with each other. At the same time, the chat function is also provided for non-voice communication.

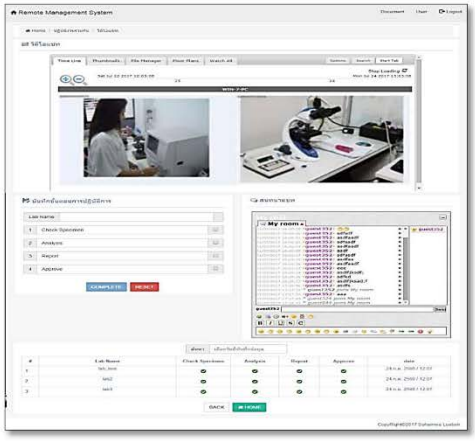


Figure 2: The Integrating IP Camera Function of RMS

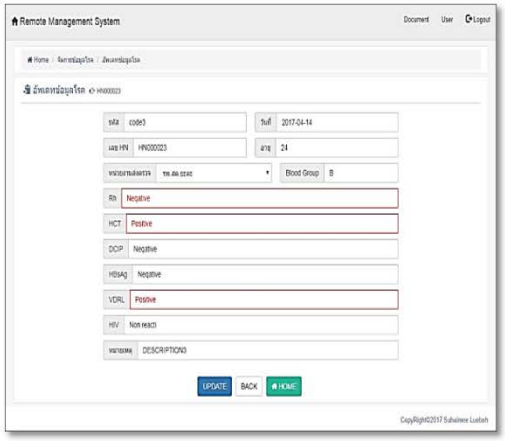


Figure 5: Disease Management Function of RMS

Figure 3-7 show few features and functions of RMS:

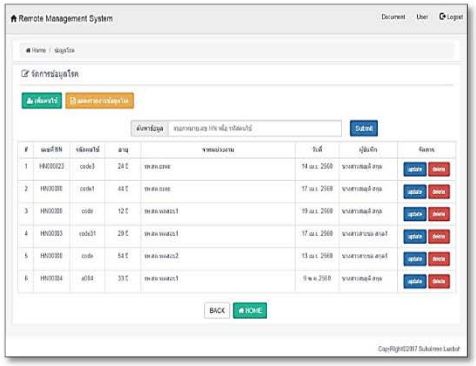


Figure 3: Disease Management Function of RMS

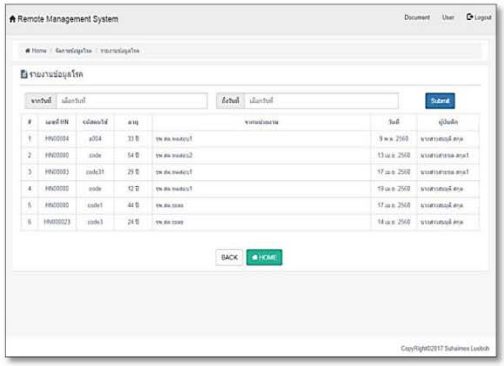


Figure 6: Report Function of RMS

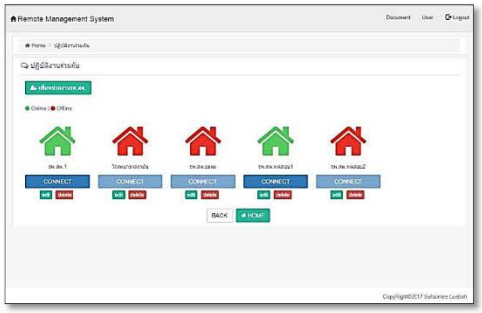


Figure 4: Communication Function of RMS

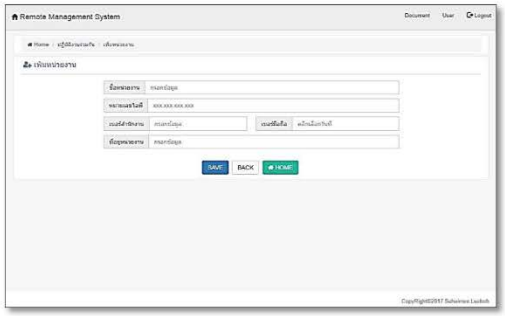


Figure 7: Unit Management Function of RMS

IV. CONCLUSION

The proposed RMS has successfully integrated IP camera to allow the real time communication and records of images and videos for remote operation management of health laboratory. This way the work operation can be managed distantly to overcome the related management issues mentioned above. The proposed system is in the early stage of development. There are many other functions that is required for further improvement. When the development is completed, the system will be implemented to collect the further data of this research.

REFERENCES

[1]H. Ahmadi, M. Nilashi, L. Shahmoradi, and O. Ibrahim, "Hospital Information System adoption : Expert perspectives on an adoption framework for Malaysian public hospitals," Comput. Human Behav., vol. 67, pp. 161–189, 2017.
[2]N. Izzatty, N. Hazana, and A. Shamsuddin, "Adoption of Hospital Information System (HIS) in Malaysian Public Hospitals," Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 172, pp. 336–343, 2015.
[3]J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
[4]Z. Pang, L. Zheng, J. Tian, S. Kao-Walter, E. Dubrova, and Q. Chen, "Design of a terminal solution for integration of in-home health care devices and services towards the Internet-of-Things," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 86–116, 2015.
[5] "IDC Home: The premier global market intelligence firm.," *www.idc.com*. [Online]. Available: http://www.idc.com/. [Accessed: 29-Jul-2016].
[6]F. J. Baker and R. E. Silverton, *Introduction to medical laboratory technology*. Butterworth-Heinemann, 2014.
[7]B. Spring, J. K. Ockene, S. S. Gidding, D. Mozaffarian, S. Moore, M. C. Rosal, M. D. Brown, D. K. Vafiadis, D. L. Cohen, and L. E. Burke, "Better population health through behavior change in adults a call to action," *Circulation*, vol. 128, no. 19, pp. 2169–2176, 2013.
[8]A. Khader, L. Farajallah, Y. Shahin, M. Hababeh, I. Abu-Zayed, A. Kochi, A. D. Harries, R. Zachariah, A. Kapur, and W. Venter, "Cohort monitoring of persons with hypertension: an illustrated example from a primary healthcare clinic for Palestine refugees in Jordan," *Trop. Med. Int. Health*, vol. 17, no. 9, pp. 1163–1170, 2012.
[9]I. Holloway and S. Wheeler, *Qualitative research in nursing and healthcare*. John Wiley & Sons, 2013.
[10]C.-A. Chen, *IP camera*. Google Patents, 2015.
[11]R. M. Kaplan and A. A. Stone, "Bringing the laboratory and clinic to the community: mobile technologies for health promotion and disease prevention a," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 64, pp. 471–498, 2013.
[12]K. Park and S. Kim, "A Research Using Private Cloud with IP Camera and Smartphone Video Retrieval," vol. 8, no. 1, pp. 175–186, 2014.
[13]A. Tekeoglu and A. S. Tosun, "Investigating Security and Privacy of a Cloud-Based Wireless IP Camera : NetCam."
[14]A. D'Andreamatteo, L. Ianni, F. Lega, and M. Sargiacomo, "Lean in healthcare: a comprehensive review," *Health Policy*, vol. 119, no. 9, pp. 1197–1209, 2015.
[15]H. C. Hawthorne III and D. J. Masterson, "Lean health care," *NC Med J*, vol. 74, no. 2, pp. 133–136, 2013.

บทความที่ 2 ได้รับการตอบรับเพื่อนำเสนอการประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3 และปรับปรุงเพิ่มเติมสำหรับส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย TCI ฐาน 1

การประชุมวิชาการระดับชาติ IAMBEST ครั้งที่ 3
The 3rd National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Science and Technology

ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ และการประเมินประสิทธิภาพตามแนวคิดของลีน กรณีศึกษา โรงพยาบาลรามัน

Remote Management System for Real Time Collaborative Work and Performance Evaluation Based on Lean Concept : A Case Study of Raman Hospital

สุไฮมี ลือโบะ[1*], สุวีนา ยูโซ๊ะ[2] และสูรีนา มะตาหยง[3]
Suhaimee Lueboh[1*], Suweena Yusoh[2] and Sureena Matayong[3]
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
Prince of Songkla University, Hatyai Campus
* Corresponding author: saimee.lb@gmail.com

บทคัดย่อ

โรงพยาบาลประกอบด้วยหน่วยห้องปฏิบัติการสำหรับการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ ซึ่งมีกระบวนการดำเนินงานที่ละเอียดและซับซ้อน โดยปรกติโรงพยาบาลรามันทำการวินิจฉัยโรคสำหรับผู้ป่วยที่มารับบริการ และรับตัวอย่างจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต) ในสังกัดเพื่อทำการวินิจฉัยโรคเช่นกัน อย่างไรก็ตามการส่งตัวอย่างของรพ.สต มายังโรงพยาบาลต้นสังกัดทำให้การวินิจฉัยโรคเป็นไปอย่างล่าช้า มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากการเดินทาง ในความเป็นจริงการวินิจฉัยโรคสามารถดำเนินการได้ที่รพ.สต หากโรงพยาบาลต้นสังกัดมีการประสานกันแบบเรียลไทม์เพื่อควบคุมและตรวจสอบความถูกต้องในการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง ๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการพัฒนาระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์โดยบูรณาการกล้องไอพีร่วมกับระบบ ซึ่งสามารถปรับใช้กับโรงพยาบาลและรพ.สตทุกแห่งในประเทศไทยได้ การประเมินผลหลังจากติดตั้งระบบประยุกต์แนวคิดลีนในการวัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานหน่วยห้องปฏิบัติการ ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานเดิม 25 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 11 ขั้นตอน โดยที่ระยะเวลาเดิม 285 นาที ลดลงเหลือ 116 นาที และค่าใช้จ่าย

จากเดิม 966.11 บาทต่อครั้งลดลงจนไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานเพิ่มขึ้น 64.66%

คำสำคัญ: ระบบการบริหารจัดการทางไกล, การทำงานร่วมกัน, ลีน

Abstract

The hospital consists of a laboratory unit for diagnosis that consists of complicated process. Normally, Raman Hospital carries out diagnosis for patients who come to the hospital and receive samples from the sub-district health promoting hospital to diagnose the disease as well. However, the delivery of samples to the affiliated hospitals make the diagnosis is delayed and costly because of traveling. In fact, the diagnosis can be made at the sub-district health promoting hospital if the main hospital is able to coordinate in real time to control and validate the operation in various stages. This research proposes a solution to this problem by developing a remote management system for real-time collaboration by integrating IP cameras into the system. This can be applied to all hospitals and health promotion hospitals in Thailand. Evaluation of the system after implementation using lean concepts to measure the performance of laboratory operations. The results show that. The operation performance was reduced from 25 to 11 steps, times was reduced from 285 to 116 minutes, and there is no expenditure cost for traveling from 966.11 baht earlier per session. This increase efficiency of operation for 64.66%.

Keywords: Remote Management System, Collaborative Work, Lean

บทนำ

เมื่อโลกเข้าสู่ยุคดิจิตอล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้องค์กรต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการบริการดูแลสุขภาพมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบและกระบวนการทำงาน เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงให้ทันกับยุคสมัย ในความเป็นจริงการบริการด้านสุขภาพมีความสะดวกการติดต่อสื่อสารอำนวยในรูปแบบออนไลน์อยู่ อาทิเช่น การเชื่อมต่อแพทย์กับผู้ป่วยและทีมงานด้านการดูแลสุขภาพทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ [3][4] จากข้อมูลสถิติของ International Data Cooperation (IDC) ได้ระบุว่าในอนาคตอันใกล้ อัตราของการดำเนินธุรกรรมต่าง ๆ ผ่านอุปกรณ์สื่อสารส่วนตัวจะเพิ่มมากขึ้นถึง 65% และ 75% ของผู้ใช้บริการดูแลสุขภาพต้องการใช้บริการที่เป็นดิจิตอลผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ดังนั้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและอุปกรณ์สื่อสารจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

โรงพยาบาลรามันประกอบด้วยหน่วยห้องปฏิบัติการ (Laboratory) สำหรับการวินิจฉัยโรคต่าง ๆ อาทิเช่น การตรวจเลือด ตรวจปัสสาวะ วัดปริมาณไขมันและน้ำตาลในเลือด การตรวจเอชไอวี (HIV) การตรวจการตั้งครรภ์ การหาสิ่งเสพติด เป็นต้น นอกจากนี้กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงานของบุคลากรและทีมงานมีความละเอียดและซับซ้อน ซึ่งขณะปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฝ้าดูแลติดตามการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการตรวจสอบและวินิจฉัยโรค เพื่อเป็นไปตามหลักประกันคุณภาพและรักษามาตรฐานของการปฏิบัติงาน [6] จากการเปลี่ยนแปลงของโลกดิจิตอลที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว [7] ส่งผลให้โรงพยาบาลรามันเจริญเติบโตและขยายตัวในวงกว้าง จึงทำให้อัตราการใช้บริการเพิ่มขึ้นและส่งผลไปยังทีมงานห้องปฏิบัติการต้องทำงานเพิ่มขึ้นเช่นกัน มากกว่านี้ตามข้อมูลสถิติได้ระบุว่าปัจจุบันจำนวนบุคลากร ที่มีความรู้ มีทักษะ และความชำนาญการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการมีไม่เพียงพอ อีกทั้งส่วนใหญ่อยู่นอกสถานที่ซึ่งต้องเดินทางบ่อยครั้ง [8] ประเด็นดังกล่าวส่งผลกระทบในด้านการบริหารจัดการของทีมงานห้องปฏิบัติการ ทำให้การวินิจฉัยโรคเป็นไปอย่างล่าช้าและส่งผลกระทบต่อภาระงาน ส่งผลให้ผู้ใช้บริการไม่พึงพอใจ มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงเนื่องจากการเดินทาง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการแก้ปัญหาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันด้วยการพัฒนาระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (RMS) โดยบูรณาการกล้องไอพี (IP Camera) ทำงานผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตระหว่างโรงพยาบาลรามันและรพ.สตในสังกัด โดยใช้แนวคิดลีนในการออกแบบและวิเคราะห์วัดประสิทธิภาพของการดำเนินงานห้องปฏิบัติการ มุ่งหวังที่จะลดความสูญเปล่าในขั้นตอนระยะเวลาและต้นทุนการปฏิบัติงาน ที่สำคัญสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

การศึกษางานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาประกอบด้วย องค์กรบริการสุขภาพด้านการดูแลสุขภาพ กล้องไอพี วิธีการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการพัฒนาระบบ และการประเมินประสิทธิภาพตามแนวคิดของลีน เพื่อดำเนินการได้อย่างเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและรพ.สตในสังกัดต่อไป

1. องค์กรบริการสุขภาพด้านการดูแลสุขภาพ [9] ให้การดูแลและบริการด้านสุขภาพในด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสภาพ การจัดแบ่งระบบองค์กรบริการดูแลสุขภาพ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ 1)ระดับปฐมภูมิ 2)ระดับทุติยภูมิ และ 3)ระดับตติยภูมิ โดยงานวิจัยนี้เกี่ยวข้อง 2 ระดับ คือ

1.1 ระดับปฐมภูมิ (primary healthcare) เป็นบริการสุขภาพระดับต้น โดยรับผิดชอบในเขตพื้นที่ชนบท ได้แก่รพ.สตในสังกัดโรงพยาบาลรามัน โดยครอบคลุมการดูแลบริการต่าง ๆ เช่น บริการรักษาพยาบาล ส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค และการฟื้นฟูสภาพเป็นต้น

1.2 ระดับทุติยภูมิ (secondary healthcare) เป็นบริการสุขภาพระดับอำเภอ ได้แก่โรงพยาบาลรามัน รับผิดชอบในเขตพื้นที่อำเภอและพื้นที่ใกล้เคียง มีการนำเทคโนโลยีทางการแพทย์ขนาดกลางมาสนับสนุนการดำเนินงาน รองรับบริการรักษาพยาบาลโรคที่มีซับซ้อนมากขึ้น และบุคลากรเฉพาะทางยังไม่เพียงพอมากต่อการบริการ

2. กล้องไอพี (IP Camera) ปัจจุบันกล้องวงจรปิดมีการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ กล้องอนาล็อก และกล้องไอพี ซึ่งเป็นเทคโนโลยีเพื่อแสดงภาพและวีดีโอผ่านอินเตอร์เน็ตสำหรับการควบคุมระยะไกลแบบเรียลไทม์ โดยคุณสมบัติที่แตกต่างระหว่างกล้องอนาล็อกและกล้องไอพีเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 1

Table 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติล้องวงจรปิดแบบอนาล็อกและแบบไอพี

คุณสมบัติ	IP camera	Analog Camera
1.ความละเอียดของภาพ	From 1.3 megapixels - 5 megapixels	Max 700 TVL = around 0.4 megapixels
2.การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต	ผ่านเครือข่ายแบบสายและไร้สาย เช่น 3G/Wifi/RJ-45	ต้องพัฒนาและติดตั้งเครือข่ายการเชื่อมต่อใหม่ซึ่งจะทำให้ราคาเพิ่มขึ้นจากเดิมค่อนข้างสูง
3.การประยุกต์ใช้งาน	สามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้ได้ตามความต้องการอย่างเหมาะสม เช่น พัฒนาต่อยอดกับระบบสารสนเทศ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบต่อสายหรือไร้สายได้อย่างสะดวกและง่าย	ระบบถูกออกแบบโดยมีข้อจำกัดในการพัฒนาต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ เนื่องจากไม่ได้พัฒนาให้มีการรองรับตั้งแต่แรก

จากตารางที่ 1 สังเกตได้ว่ากล้องไอพี [10] เหมาะสำหรับการพัฒนาและใช้สำหรับบริหารจัดการห้องปฏิบัติการระยะไกลแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการ เนื่องจากสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ทได้ทั้งแบบไร้สายหรือต่อสายกับเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อประสานงานหรือทำงานร่วมกันผ่านระบบที่พัฒนาขึ้น เพิ่มเติมจากนี้การเลือกใช้กล้องไอพีมีข้อดีคือกล้องมีขนาดเล็ก คุณภาพสูง ติดตั้งได้ง่าย และใช้งานได้อย่างสะดวกเมื่อต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

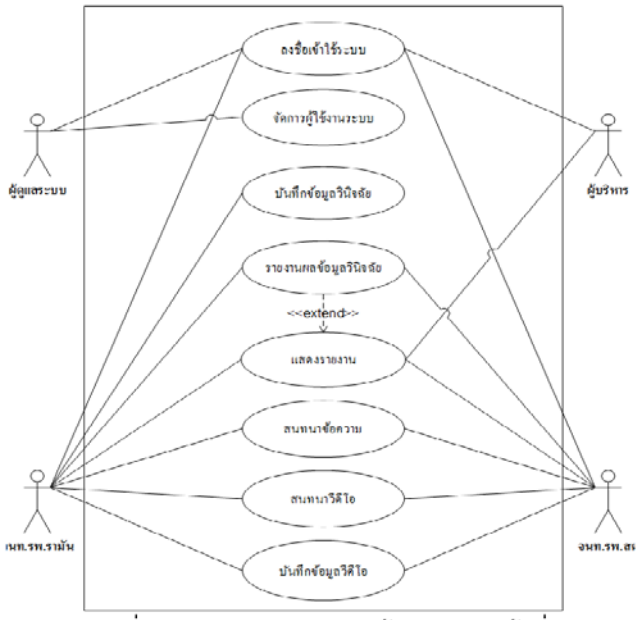
3. วิธีการรวบรวมข้อมูล แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ การวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้วิจัยใช้คำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างอิสระ พร้อมกับวิธีการสังเกตขณะดำเนินการปฏิบัติงาน โดยกลุ่มตัวอย่าง ได้แก้ บุคลากรห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามัน และเจ้าหน้าที่ รพ.สตในสังกัด

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นเอกสารวิชาการ ตำรา วิทยานิพนธ์ สื่อสิ่งพิมพ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องจากทางโรงพยาบาลรามันและรพ.สตในสังกัด

4. ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

4.1 ศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและรพ.สตในสังกัด สามารถสรุปข้อกำหนดความต้องการเชิงหน้าที่ในการพัฒนาระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (RMS) แสดงด้วยแผนภาพยูสเคสดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพยูสเคสความต้องการเชิงหน้าที่

จากรูปที่ 1 แผนภาพยูสเคสระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการ เป็นการอธิบายความต้องการเชิงหน้าที่ของผู้ใช้งานระบบ ประกอบไปด้วย 4 ผู้กระทำ ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้ดูแลระบบ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลรามัน และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในสังกัด

4.2 การพัฒนาระบบ ส่วนนี้อธิบายกระบวนการพัฒนาระบบตามที่ได้วิเคราะห์ความต้องการข้างต้นของระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) ออกแบบและสร้าง layout ระบบโดยใช้เครื่องมือ Framework ของ Bootstrap (v_3.3.7) โดยทำการดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://getbootstrap.com จะได้เป็นไฟล์ .zip แล้วทำการแตกไฟล์ออกมาจะได้เป็นโฟลเดอร์ประกอบไปด้วย 3 โฟลเดอร์ ได้แก่ 1.โฟลเดอร์ css สำหรับจัดการการแสดงผลของระบบ 2.โฟลเดอร์ fonts สำหรับการแสดงข้อความของระบบ 3.โฟลเดอร์ js สำหรับจัดการการตอบสนองของระบบ

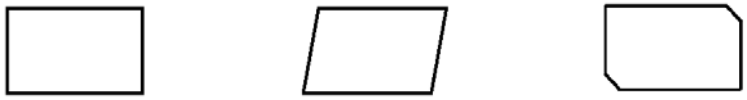
2) ฟังก์ชันการสนทนารูปแบบข้อความด้วย phpFreeChat v2 เป็นเครื่องมือสำหรับเจ้าหน้าที่ใช้ติดต่อสื่อสารในขั้นตอนการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ http://www.phpfreechat.net

3) ลงทะเบียนกล้องไอพีกับซอร์ฟแวร์ iSpy เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานกล้องไอพีผ่าน iSpy สำหรับทำงานร่วมกันบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบเรียลไทม์ และสนับสนุนการบริหารจัดการทางไกลเกี่ยวกับการปฏิบัติการด้วยวิธีการนำ Embedded-Link จาก Cloud ของ iSpy มาวางบนระบบ ตัวระบบก็สามารถแสดงผลข้อมูล วิดีโอควบคู่กับการทำงานร่วมกับระบบสนทนาแบบเรียลไทม์

5. การประเมินประสิทธิภาพตามแนวคิดของลีน

การวิเคราะห์กระบวนขั้นตอนการดำเนินงานห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและรพ.สต.ในสังกัด โดยระบุขั้นตอนใดที่เป็น จำเป็นต้องทำ (Value) ไม่จำเป็นต้องทำ (Waster) และไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ (Necessary no value) เพื่อคำนวณหาค่า

ประสิทธิภาพการดำเนินงานก่อนใช้ระบบและหลังใช้ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (Pre-Lean,Pos-Lean) โดยกำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้



จำเป็นต้องทำ ไม่จำเป็นต้องทำแต่ต้องทำ ไม่จำเป็นต้องทำ

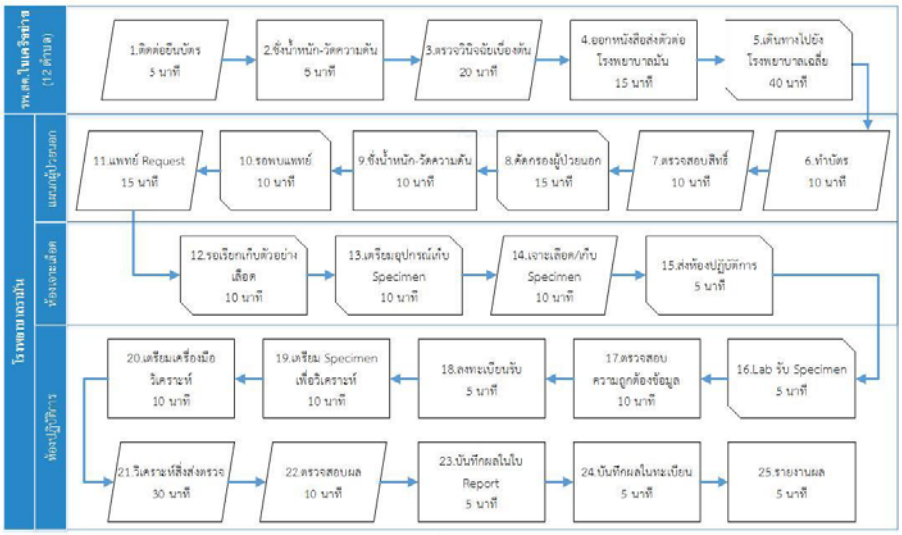
5.1 Pre-Lean วิเคราะห์กระบวนขั้นตอนการดำเนินงาน โดยเริ่มจากผู้ใช้บริการติดต่อหน่วยงานรพ.สต ที่ตนสังกัดและทำการยื่นบัตรประจำตัวผู้ป่วยและทำการชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน ต่อด้วยการเข้าห้องตรวจเพื่อตรวจอาการเบื้อต้น เมื่อรพ.สต ตรวจพบอาการที่ต้องเข้าห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ก็จะดำเนินการออกหนังสือส่งตัวผู้ใช้บริการ และดำเนินการส่งต่อให้ไปตรวจที่โรงพยาบาลรามัน งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยผู้ใช้บริการเดินทางด้วยตัวเอง เมื่อถึงโรงพยาบาลผู้ใช้บริการกรณีรายใหม่ก็จะต้องยื่นทำบัตรประจำตัวผู้ป่วย ตรวจสอบสิทธิ์การรักษา จากนั้นส่งต่อแผนกผู้ป่วยนอก เพื่อทำการคัดกรองผู้ป่วยพร้อมชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน และผู้ใช้บริการต้องรอจนกว่าจะถึงคิวเข้าพบ เมื่อถึงคิวเข้าพบแพทย์เพื่อตรวจวินิจฉัยหาอาการแทรกซ้อน หลังจากนั้นแพทย์ทำการส่งต่อไปเจาะเลือดห้องเจาะเลือด โดยผู้ใช้บริการใช้เวลาในการรอคิวเรียกเจาะเลือดพร้อมกันนั้นเจ้าหน้าที่ทำการเตรียมอุปกรณ์เก็บ specimen เมื่อถึงคิวและเจาะเลือดเรียบร้อย ผู้ใช้บริการจะต้องนำส่ง specimen ของตนไปยังห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการรับ specimen ตรวจสอบความถูกต้องและทำการลงทะเบียนรับ และทำการเตรียม specimen พร้อมกับเครื่องมือวิเคราะห์สำหรับวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ จากนั้นเมื่อดำเนินการตรวจวิเคราะห์พร้อมกับการตรวจสอบผลโดยเจ้าหน้าที่เป็นอันที่เรียบร้อย ก็ดำเนินการบันทึกผลลงใบรายงานผลและทะเบียนการตรวจวินิจฉัยการปฏิบัติการพร้อมออกใบรายงานผลให้ผู้ใช้บริการ

5.2 Post-Lean วิเคราะห์การดำเนินงานโดยใช้ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ของห้องปฏิบัติการ โดยเริ่มจากผู้ใช้บริการติดต่อหน่วยงานรพ.สต.ที่ตนสังกัดและทำการยื่นบัตรประจำตัวผู้ป่วยและทำการชั่งน้ำหนัก-วัดความดัน ต่อด้วยการเข้าห้องตรวจเพื่อตรวจอาการเบื้อต้น จากนั้นเจ้าหน้าที่รพ.สต.เตรียมอุปกรณ์เก็บ specimen เพื่อเจาะเลือดผู้ใช้บริการและทำการตรวจสอบข้อมูลพร้อมกับ

ลงทะเบียนรับ ด้วยการบันทึกเข้าระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (RMS) เมื่อได้และบันทึก specimen ตัวอย่างเลือดจากผู้ใช้บริการแล้วก็เข้าสู่ขั้นตอนเตรียม specimen และเครื่องมือเพื่อทำการวิเคราะห์ ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์และการตรวจสอบผลการวิเคราะห์เจ้าหน้าที่รพ.สต.สามารถทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์กับเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลรามันผ่านระบบ RMS เมื่อได้ผลการวินิจฉัยเจ้าหน้าที่รพ.สต.ก็จะทำการบันทึกผลการวินิจฉัยเข้าระบบ RMS โดยสามารถรายงานผลผ่านระบบได้ทันทีแบบเรียลไทม์

ผลการศึกษา

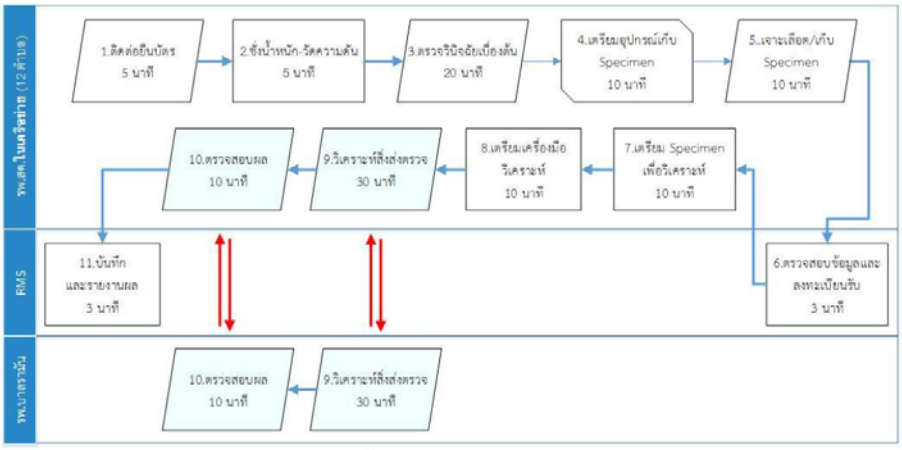
จากการศึกษาการดำเนินงานห้องปฏิบัติการระหว่างโรงพยาบาลรามันและโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพในสังกัด ในกระบวนการนี้จะแบ่งการดำเนินงาน 2 ส่วน คือ 1) ก่อนใช้ระบบระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ จะมีทั้งหมด 25 ขั้นตอน (Pre-lean) 2) หลังใช้ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ (Post-lean) โดยรายละเอียดขั้นตอนแสดงได้ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3



รูปที่ 2 Pre-lean ขั้นตอนการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์ระบบงานเดิมด้วย Pre-lean สรุปกระบวนการดำเนินงานโรงพยาบาลรามันและรพ.สต ในสังกัดมีทั้งหมด 25 ขั้นตอน ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานตลอดกระบวนการ 285 นาที และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในการดำเนินงานคิดได้จาก ค่าเดินทาง ค่ากิน และค่าขาดรายได้ของผู้ใช้บริการเป็นจำนวนเงินเฉลี่ย 966.11 บาทต่อครั้ง จากกระบวนการข้างต้นสามารถหาเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพ ดังนี้

- รวมระยะเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมด = 285 นาที
- รวมระยะเวลาที่จำเป็นต้องทำ (Value) = 85 นาที
- ประสิทธิภาพ คิดร้อยละ = (85/285) x 100 = 32.94



รูปที่ 3 Post-lean ขั้นตอนการดำเนินงานด้วยระบบ RMS

จากการวิเคราะห์ Post-lean เป็นขั้นตอนโดยใช้ระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์สนับสนุนการดำเนินงาน ซึ่งสรุปการดำเนินเหลือ 11 ขั้นตอน ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน 116 นาที และค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไม่มีเนื่องไม่มีการเดินทางไปโรงพยาบาลรามันจนต้องหยุดการทำงานในแต่ละครั้ง จากกระบวนการดำเนินงานข้างต้นสามารถคำนวณประสิทธิภาพ ดังนี้

- รวมระยะเวลาที่ต้องใช้ทั้งหมด = 116 นาที
- รวมระยะเวลาที่จำเป็นต้องทำ (Value) = 75 นาที
- ประสิทธิภาพ คิดร้อยละ = (75/116) x 100 = 64.66

วิจารณ์

อายุเมื่อให้ลูกตัวแรกของกระบือมูร่าห์ที่ได้จากการศึกษามีค่าเท่ากับ 3.94±0.72 ปี สอดคล้องกับการศึกษาของ Nanda et al. (2003) ที่รายงานว่ากระบือนม....

สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นประเด็นการศึกษาความสูญเปล่ากระบวนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลรามันและรพ.สตไนสังกัด เนื่องจากปัญหาการวินิจฉัยโรคเป็นไปอย่างล่าช้า มีต้นทุนและค่าใช้จ่ายสูงจากการเดินทาง จนทำให้เกิดการวิจัยนี้ขึ้นมา หลังจากที่ได้ศึกษากระบวนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบกระบวนการดำเนินงานที่ละเอียดซับซ้อนและใช้ระยะเวลาเกินความจำเป็น เมื่อนำปัญหาดังกล่าววิเคราะห์ตามแนวคิดของลีนด้วยขั้นตอนวิเคราะห์ความสูญเปล่า 8 ประการ จนทำให้ผู้วิจัยพบว่ากระบวนการดำเนินงานบางขั้นตอนดำเนินงานโดยสูญเปล่า แสดงการศึกษาได้ดังตารางที่ 1

Table 1 สรุปผลการศึกษา

รูปแบบการประเมิน	Pre-lean	Post-lean	ผลต่างที่ได้
ขั้นตอนการดำเนินงาน	25	11	-14
ระยะเวลา (นาที)	285	116	-169
ค่าใช้จ่าย (บาท)	966.11	0	-966.11
ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)	32.94 %	64.66 %	+31.72 %

จากตารางที่ 1 สรุปผลการศึกษากระบวนการดำเนินงานเดิม และกระบวนการดำเนินงานโดยใช้งานระบบการบริหารจัดการทางไกลสำหรับการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าการดำเนินงานเดิม 25 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 11 ขั้นตอน โดยที่ระยะเวลาเดิม 285 นาที ลดลงเหลือ 116 นาที และค่าใช้จ่ายจากเดิม 966.11 บาทต่อครั้ง ลดลงจนไม่มีค่าใช้จ่าย ที่สำคัญส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงานเพิ่มขึ้นหลังจากดำเนินงานโดยระบบถึง 64.66 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

Hussain, Z., K. Javed, S.M.I. Hussainn, and G.S. Kiyani. 2006. Reproductive performance of Nili-Ravi buffaloes in Azad Kashmir, Pakistan. J. Anim. Pl. 16(1-2): 15-19.

Khan, S., M.S. Qureshi, N. Ahmad, M. Amjed, F.R. Durrani, and M. Younas. 2008. Effect of pregnancy on lactation milk value in dairy buffaloes. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21(4): 523-531.

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการออกแบบพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์สามารถแก้ปัญหาการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการด้านคุณภาพและประสิทธิภาพสรุปได้จากผลงานวิจัยดังต่อไปนี้

- ผลการประเมินการดำเนินงานห้องปฏิบัติการด้วยหลักการลีนแสดงให้เห็นการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพประสิทธิภาพโดยสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ 14 ขั้นตอน ลดระยะเวลาการดำเนินงานได้ถึง 169 นาที และลดค่าใช้จ่ายของผู้ใช้บริการเฉลี่ย 607.09 บาทต่อครั้ง ที่สำคัญทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น 31.72 เปอร์เซ็นต์
- ผลการออกแบบพัฒนาด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ด้วยเทคนิค GUI และ Responsive ของระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์ทำให้ระบบเป็นมิตรกับผู้ใช้ ทำให้การใช้งานรองรับได้กับอุปกรณ์ร่วมสมัยหลายอย่างเช่น แทบเล็ต โทรศัพท์เคลื่อนที่ และคอมพิวเตอร์นอกจากนี้คำสั่งรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทำให้ระบบใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว จากผลการสำรวจด้านความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (Usability) ระบบได้ค่าเฉลี่ย 4.72 จากระดับคะแนนสูงสุด 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบมีความเป็นมิตรกับผู้ใช้ในระดับสูง

ผลการบูรณาการไอพีคาเมราร่วมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศการจัดการทางไกลสำหรับทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์สามารถลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายให้กับโรงพยาบาลต้นสังกัดและรพ.สต.ในเครือข่ายซึ่งการที่ประชาชนคือผู้ได้รับประโยชน์อันสูงสุดเนื่องจากไม่ต้องเสียค่าเดินทางในการรับบริการสุขภาพด้านการตรวจวินิจฉัยโรค นอกจากนี้ผู้ชำนาญการสามารถติดตามเพื่อควบคุมดูแลคุณภาพและประสิทธิภาพการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการทางไกลได้ ส่งผลให้การดำเนินงานรวดเร็วและเกิดความพึงพอใจต่อผู้รับบริการ

6. บรรณานุกรม

[1] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions,” *Future Gener. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.

[2] Z. Pang, L. Zheng, J. Tian, S. Kao-Walter, E. Dubrova, and Q. Chen, “Design of a terminal solution for integration of in-home health care devices and services towards the Internet-of-Things,” *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 9, no. 1, pp. 86–116, 2015.

[3] “IDC Home: The premier global market intelligence firm.,” *www.idc.com*. [Online]. Available: http://www.idc.com/. [Accessed: 29-Jul-2016].

[4] F. J. Baker and R. E. Silverton, *Introduction to medical laboratory technology*. Butterworth-Heinemann, 2014.

[5] B. Spring, J. K. Ockene, S. S. Gidding, D. Mozaffarian, S. Moore, M. C. Rosal, M. D. Brown, D. K. Vafiadis, D. L. Cohen, and L. E. Burke, “Better population health through behavior change in adults a call to action,” *Circulation*, vol. 128, no. 19, pp. 2169–2176, 2013.

[6] A. Khader, L. Farajallah, Y. Shahin, M. Hababeh, I. Abu-Zayed, A. Kochi, A. D. Harries, R. Zachariah, A. Kapur, and W. Venter, “Cohort monitoring of persons with hypertension: an illustrated example from a primary healthcare clinic for Palestine refugees in Jordan,” *Trop. Med. Int. Health*, vol. 17, no. 9, pp. 1163–1170, 2012.

[7] I. Holloway and S. Wheeler, *Qualitative research in nursing and healthcare*. John Wiley & Sons, 2013.

[8] C.-A. Chen, *IP camera*. Google Patents, 2015.

[9] J. Nielsen, *Usability 101: Introduction to usability*. 2003.

[10] P. P. Phillips and J. J. Phillips, *Return on investment*. Wiley Online Library, 2010.

[11] M. L. Emiliani, “Origins of lean management in America: The role of Connecticut businesses,” *J. Manag. Hist.*, vol. 12, no. 2, pp. 167–184, 2006.

[12] A. D’Andreamatteo, L. Ianni, F. Lega, and M. Sargiacomo, “Lean in healthcare: a comprehensive review,” *Health Policy*, vol. 119, no. 9, pp. 1197–1209, 2015.

[13] H. C. Hawthorne III and D. J. Masterson, “Lean health care,” *NC Med J*, vol. 74, no. 2, pp. 133–136, 2013.

[14] R. M. Kaplan and A. A. Stone, “Bringing the laboratory and clinic to the community: mobile technologies for health promotion and disease prevention a,” *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 64, pp. 471–498, 2013.