



**การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพ
อิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์**
**Using Blockchain Technology for Developing an Electronic Health Record
of Emergency Ward: A Case Study of Galyanivadhanakarun Hospital**

วัชรระ เจียมสวัสดิ์¹, ชิดชนก โชคสุชาติ^{2*}, สุรีนา มะตาหยง³
Watchara Jiamsawat¹, Chidchanok Choksuchat^{2*}, Sureena Matayong³

(Received: January 18, 2021; Revised: February 28, 2021; Accepted: March 29, 2021)

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน ในการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในหอผู้ป่วยฉุกเฉิน มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นสถานที่แรกของการรับข้อมูลการรักษาพยาบาลของผู้ป่วย และส่งต่อไปยังหอผู้ป่วยอื่น ที่ต้องการความถูกต้องและปลอดภัยของข้อมูลซึ่งระบบสารสนเทศที่ใช้บนเดสก์ท็อปแอปพลิเคชันในปัจจุบันยังเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ของฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์บนระบบเครือข่าย ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการวิจัยเพื่อวิเคราะห์การส่งข้อมูลที่ใช้บล็อกเชนผ่านเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการตรวจสอบแฮช จากผลลัพธ์ ในทุกโหนดบนเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ วิธีนี้อำนวยความสะดวกให้แบ่งปันข้อมูลอย่างปลอดภัยระหว่างโหนด และรักษาความปลอดภัยของธุรกรรมผ่านเครือข่าย มีความถูกต้องแม่นยำในการรับส่งข้อมูล และผู้วิจัยได้จัดทำแบบสำรวจโดยการใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วย ที่ผ่านการใช้งานระบบ จำนวน 39 คน ทำแบบสำรวจการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ โดยกลุ่มตัวอย่าง 50% ของผู้ทำแบบสำรวจเห็นความสำคัญของข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยและ 52.94% เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งว่าบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่ควรเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ และ 44.12%

^{1,3}คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

^{1,3} Faculty of Engineering, Prince of Songkla University

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² Faculty of Science, Prince of Songkla University

^{2,3}โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยการวิเคราะห์อัจฉริยะสำหรับเอสเอ็มอีและชุมชน

^{2,3} Establishment Project of Smart Analytics for SME and Community (SASMEC)

*Corresponding Author: chidchanok.ch@psu.ac.th



เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลสุขภาพควรแสดงผลอย่างถูกต้อง กลุ่มตัวอย่างทั้ง 100% หลังได้ทดสอบการใช้งานระบบ ยืนยันว่าข้อมูลที่แสดงผลมีความถูกต้องสมบูรณ์ด้วยระดับมากที่สุด (=5.00/5.00) และกว่า 40% ของกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจระดับมาก (=4.10-4.21/5.00) ทั้ง 4 ด้าน

คำสำคัญ: บล็อกเชน ความถูกต้องของข้อมูล เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาล
เครือข่ายเพียร์ทูเพียร์

Abstract

Using Blockchain technology for developing an Electronic Health Record is intended to apply Blockchain technology to medical management in the emergency ward. This process is important because it is the first gate to pass patients through other medical care departments. This stage needs Data Integrity recordings and requires a high level of security. Existing internal desktop application systems could face the problem of the centralized database with weak security on a network. Therefore, this article aims to analyze the information transmission using blockchain through the peer-to-peer environment with monitoring on hash result. By verifying the data integrity based on the peer-to-peer network's hash function encryption method. This allows securely shared data between nodes and protected transactions over the network, which is also accurate in data transmission. We conducted a survey by using a sample of medical staffs which including 39 people of the nurse, pharmacists, patients, and physicians. The survey results showed that 50% of the survey participants were aware of the importance of patient health data, 52.94% strongly agreed about confidentiality and privacy on health information, and 44.12% strongly agreed that health data should be displayed correctly. 100% of the samples after testing the system confirmed that the represented data was completely accurate (=5.00/5.00) and more than 40% of the sample group had a very good level (=4.10-4.21/5.00) of satisfaction in all four areas.

Keywords: Blockchain, Data integrity, Electronic health record, Hospital emergency Ward, Peer-to-peer network



บทนำ

ระบบบันทึกทางการแพทย์เป็นระบบดิจิทัลที่แสดงประวัติของผู้ป่วยเกี่ยวกับขั้นตอนการรักษาในโรงพยาบาล ตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับโรงพยาบาลในประเทศไทยจำนวนมากใช้เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า Electronic Medical Record (EMR) มีระบบฐานข้อมูลซึ่งจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ที่ส่วนกลาง ข้อดี ได้แก่ ลดความซ้ำซ้อนของเวชระเบียนผู้ป่วย ช่วยให้สืบค้นเวชระเบียนอย่างรวดเร็ว รายงานทางการแพทย์ และแสดงสถิติของผู้ป่วย อย่างไรก็ตามระบบทำงานบนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ขาดความยืดหยุ่นในการใช้งานบนอุปกรณ์พกพาที่ใช้กันแพร่หลาย ในยุคปัจจุบัน เรื่องของความปลอดภัย ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Data integrity) ที่มีความจำเป็นสำหรับระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ป่วยถูกเน้น ประเด็นที่เกิดขึ้น คือ ในการบันทึกข้อมูลสุขภาพในการวินิจฉัยและการรักษาให้มีประสิทธิภาพ บุคลากรทางการแพทย์ต้องเผชิญกับข้อมูลที่อาจจะถูกขโมย การปลอมแปลงข้อมูล การเข้าถึงข้อมูลสุขภาพอันเป็นเท็จ ที่ไม่ผ่านการรับรองโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ในทำนองเดียวกันผู้ป่วยมีข้อกังวลถึงความปลอดภัยของข้อมูลสุขภาพส่วนตัวที่อาจเกิดข้อผิดพลาดเกี่ยวกับประวัติทางการแพทย์และการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ในขณะที่เทคโนโลยีบล็อกเชนจะมีลักษณะสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบกระจาย ความโปร่งใสของการจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ เทคโนโลยีนี้จะปฏิรูปแนวทางการดูแลสุขภาพแบบดั้งเดิมให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (Asad, Aisha, & Zawish, 2019)

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain) ได้ช่วยในการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในผู้ป่วยฉุกเฉิน ดังงานวิจัยที่ได้ศึกษาถึงการขจัดปัญหาการจัดการข้อมูล จนถึงความสมบูรณ์ของข้อมูลโดยมุ่งปรับปรุงเรื่องความปลอดภัย ด้วยวิธีการแฮช ในระบบเครือข่าย บล็อกเชนยังช่วยให้การส่งข้อมูลอย่างปลอดภัยในเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ที่ไม่ต้องมีเครื่องแม่ข่ายแบบศูนย์กลางได้ (Asaph & Ariel, 2016) การป้องกันความเสียหายจากการเก็บข้อมูลเพียงแหล่งเดียว โดยข้อมูลในเทคโนโลยีบล็อกเชนจะถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลแบบกระจาย (Nikita & Kirill, 2020) หรือตามโหนด (Node) ต่าง ๆ นั่นคือกระจายข้อมูลไว้หลายโหนดและเชื่อมต่อกันผ่านระบบเครือข่าย ข้อมูลไม่สามารถลบได้ โครงสร้างพื้นฐานของบล็อกเชน มีอยู่ในรูปแบบรายการที่เชื่อมโยงระหว่างบล็อก แต่ละบล็อกจะมีข้อมูลที่เข้ารหัส ได้แก่ บล็อกดัชนี (Index block) และบล็อกก่อนหน้า (Previous block) ข้อมูลธุรกรรม (Transaction) และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การเข้ารหัสฟังก์ชันแฮชและอัลกอริทึม ธุรกรรมการประทับเวลา (Timestamp) สามารถระบุเวลาของการทำธุรกรรมโดยอ้างอิงฟังก์ชันแฮชบล็อกก่อนหน้า (Previous Hash) เป็นห่วงโซ่ยาว เพื่อป้องกันการปลอมแปลงหรือแก้ไขเพิ่มเติมดังที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งการรวบรวมข้อมูลแบบกระจาย ในการส่งข้อมูลแบบขนาน



(Parallel Transmission) และการส่งแบบไม่พร้อมเพรียงหรืออะซิงโครนัส (Asynchronous) นำไปสู่การรักษาความปลอดภัยของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉินที่เชื่อถือได้โดยเทคโนโลยีบล็อกเชน และสิทธิของผู้ป่วยในเข้าถึงข้อมูลทางการแพทย์ของตนเองอย่างละเอียดและเป็นส่วนตัวอย่างปลอดภัย (Leeming, Cunningham, & Ainsworth, 2016)

งานวิจัยนี้ มีการสำรวจความสำคัญของข้อมูลทางการแพทย์และความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในห้องฉุกเฉิน เพื่อผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัย ให้ได้ข้อกำหนดและสนับสนุนการทำการธุรกรรมบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์แบบกระจายระหว่างเจ้าหน้าที่การแพทย์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษาโรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ อีกประการหนึ่งคือการทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลเมื่อมีการเข้ารหัสและถอดรหัสของการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างโหนดด้วยแนวคิดบล็อกเชนและได้รับการตอบสนองจากเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และการรับรู้ของผู้ป่วยต่อการส่งผ่านข้อมูลแบบบล็อกเชน ที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องและความสมบูรณ์ของข้อมูล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน และทดสอบการเข้ารหัส/ถอดรหัสเพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลถูกต้องสมบูรณ์
2. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในห้องฉุกเฉินบนเทคโนโลยีบล็อกเชน ของบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วย โดยให้ความสำคัญที่ความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลทางการแพทย์ของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้อง

ขอบเขตการวิจัย

การประยุกต์ใช้บล็อกเชนในการติดตามกระบวนการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน ได้กำหนดขอบเขตงานวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอน/กระบวนการ เข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ดังภาพที่ 3 เก็บข้อมูลตัวแปรจากการสัมภาษณ์ บุคลากรทางการแพทย์ ของโรงพยาบาล ฯ
2. ระบบที่พัฒนาไม่พึ่งการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โรงพยาบาล ที่เป็นแบบรวมศูนย์ แต่จำลองฐานข้อมูลแบบกระจายขึ้นบนระบบคอนเทนเนอร์ การจัดเก็บข้อมูลเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ คลังยา



และ ข้อมูลพิสูจน์ตัวตน รูปแบบฐานข้อมูลแบบรวมศูนย์ (Centralized database) และ การจัดเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลสุขภาพรูปแบบฐานข้อมูลแบบกระจาย (Distributed database) ดังภาพที่ 4

3. พัฒนาเครือข่ายบล็อกเชนด้วยเครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-peer network) ที่ไม่ต้องมี เซิร์ฟเวอร์แบบรวมศูนย์ พร้อมทดสอบว่าหากคอมพิวเตอร์บางเครื่องล้มเหลวในการส่งข้อมูล จะไม่ส่งผลกระทบต่อโหนดที่เหลือบนเครือข่าย

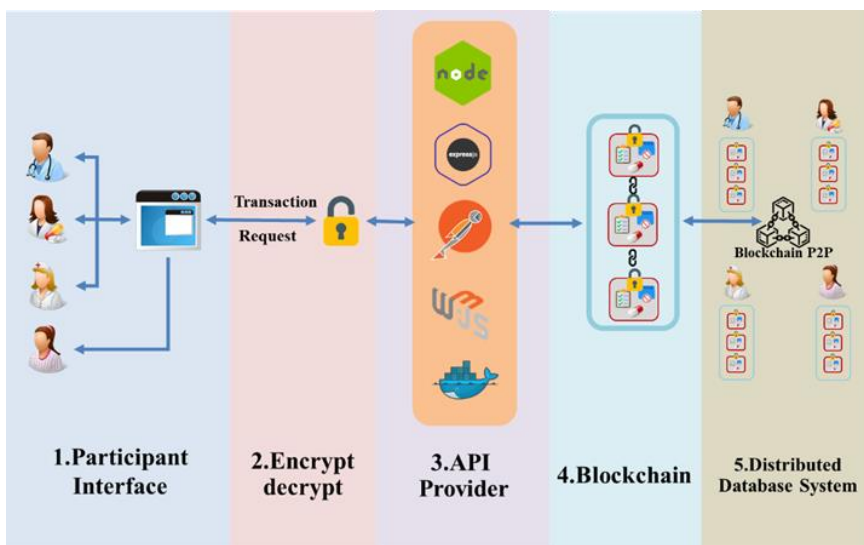
4. พัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของเทคโนโลยีบล็อกเชนในรูปแบบของ บล็อกเชนส่วนตัว (Private blockchain/Permissioned ledger)

5. ใช้คุณสมบัติ Proof of Authority เป็นกลไกการตรวจสอบและยืนยันในการมอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน ให้มีสิทธิ์ในการทำธุรกรรมจะได้รับการตรวจสอบสิทธิ์จากบัญชีที่ได้รับอนุมัติ

6. ผู้ใช้สามารถใช้งานจากสถานที่ต่าง ๆ ในโรงพยาบาลผ่าน Web Application บนระบบเครือข่าย ภายใน

กรอบแนวคิดของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิดเทคโนโลยีบล็อกเชน บนสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบกระจาย ดังภาพที่ 1 หมายเลข 5 การเข้ารหัสแฮชฟังก์ชันและอัลกอริทึมของธุรกรรมแบบประทับเวลา (Timestamp) ที่ต่อเนื่องกันเป็นห่วงโซ่ขนาดยาว ดังภาพที่ 1 หมายเลข 2 โดยในแต่ละบล็อกข้อมูลนั้น จะแสดงถึงประวัติหรือบันทึกข้อมูล (Ledger) ของธุรกรรม ซึ่งในแต่ละบันทึกของการทำธุรกรรมที่เชื่อมโยงกันเหล่านั้นจะถูกเซ็นกำกับไว้ด้วยลายเซ็นดิจิทัล (Digital signature) เพื่อให้ทราบว่าเป็นการทำธุรกรรมที่ถูกต้อง ครอบคลุมและไม่ได้ถูกแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน ดังภาพที่ 1 หมายเลข 4 สำหรับเฟรมเวิร์กที่ใช้งานได้รับการพัฒนาผ่าน API provider ต่าง ๆ (ภาพที่ 1 หมายเลข 3) และ มีการแสดงผลที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้หลายบทบาท (ภาพที่ 1 หมายเลข 1)



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบ

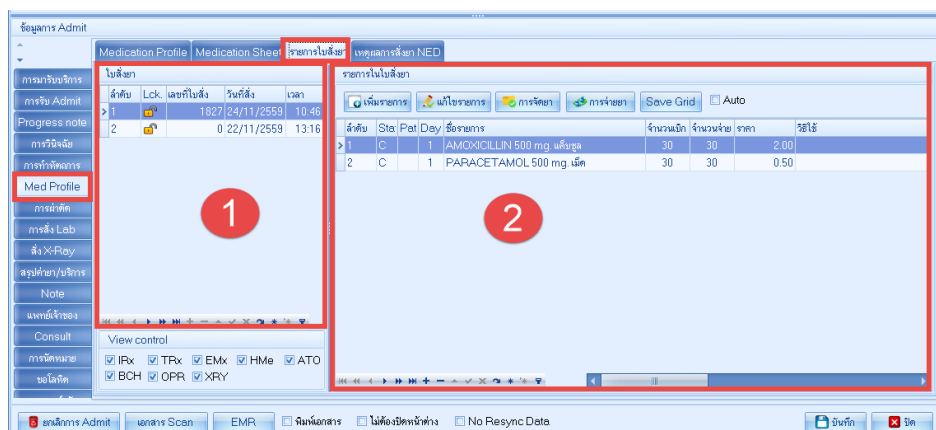
ที่มา: System architecture of the proposed EMR, Blockchain-Based Electronic Medical Records Management of Hospital Emergency Ward (Jiamsawat, Choksuchat, Matayong, 2021)

วิธีการวิจัย

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลขั้นตอนการทำงานและปัญหาของเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์

1.1 เวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ของโรงพยาบาล HOSxP

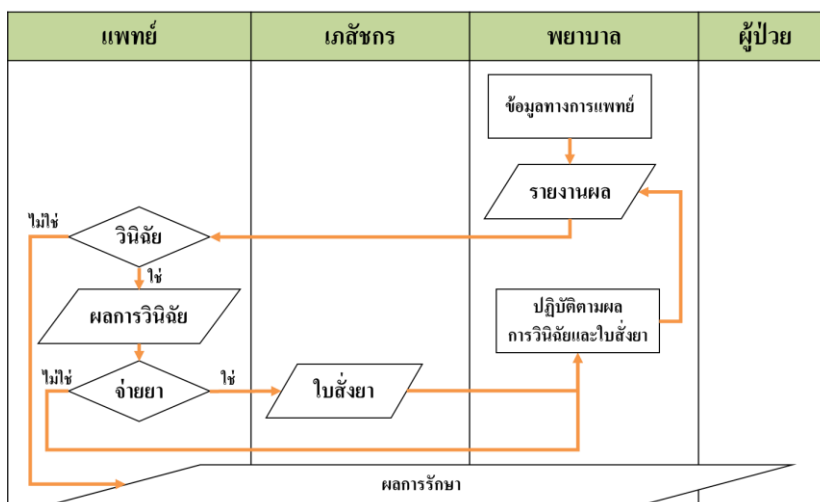
HOSxP มาจากคำว่า Hospital Experience พัฒนาโดยใช้ภาษา Delphi เป็นโปรแกรมจัดการเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์บนเดสก์ท็อปแอปพลิเคชัน พัฒนาโดยอาสาสมัครจากหลายโรงพยาบาล มีเป้าหมายที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศประสิทธิภาพสูง ที่สามารถใช้งานได้ทั้งในระดับสถานีนอนมัย ไปจนถึงโรงพยาบาลศูนย์ โดยเริ่มพัฒนาดังแต่ปี พ.ศ. 2542 (Hosxp, 2020) โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ใช้งานโปรแกรมดังกล่าว ดังภาพที่ 2 ลักษณะการทำงาน ผู้ใช้สามารถติดตั้งโปรแกรมและใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ที่มีเครือข่ายในโรงพยาบาล ซึ่งทางคณะผู้วิจัยพบว่าการใช้โปรแกรมลักษณะเช่นนี้มีข้อจำกัดหลายประการในยุคปัจจุบันจนถึงอนาคต ที่มีการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ในโรงพยาบาลมากขึ้นจึงนำสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบกระจาย ด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชนมาช่วยแก้ปัญหาในการวิจัยนี้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม HOSxP: ข้อมูลการ Admit

1.2 กระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน

บุคคลที่เกี่ยวข้องกระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉินคือ แพทย์ พยาบาล เกสซ์กร และผู้ป่วย จากการสัมภาษณ์พบว่ากระบวนการทำงานของห้องฉุกเฉินบุคลากรทางการแพทย์ เริ่มจากเมื่อผู้ป่วยมาถึงจุดคัดกรอง พยาบาลซักถามข้อมูลเบื้องต้น เช่น ประวัติ อาการเบื้องต้น วัตถุประสงค์มาโรงพยาบาล ค่าความดันโลหิต ค่าตอบสนองทางร่างกาย เป็นต้น โดยส่งต่อให้แพทย์วินิจฉัยและออกใบสั่งยาให้กับพยาบาลและเกสซ์กร เกสซ์กรเป็นผู้อนุญาตค่าของการจ่ายยาและการเตรียมยาที่เหมาะสมแก่ผู้ป่วย พยาบาลปฏิบัติตามคำสั่งของแพทย์ และรายงานผลกลับไปให้แพทย์ ในตอนท้ายของการรักษาแพทย์จะพิมพ์รายงานการวินิจฉัยให้กับทุกคนที่สามารถเข้าถึงได้แสดงดังภาพที่ 3 กระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน ซึ่งคอลัมน์ของผู้ป่วยแสดงหน้าที่ให้ข้อมูลจากการซักประวัติของพยาบาล (ข้อมูลทางการแพทย์) เป็นแหล่งเริ่มต้น



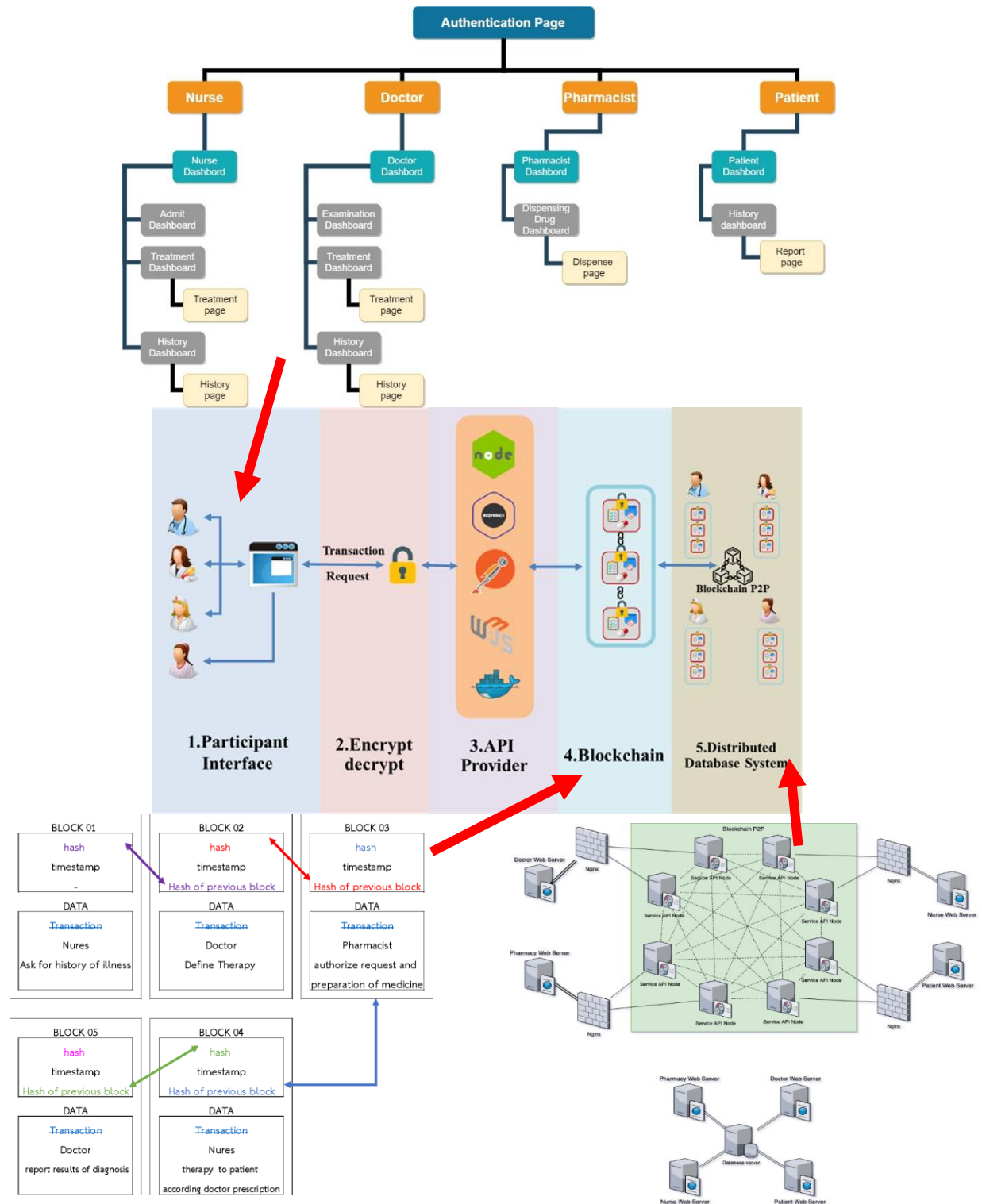
ภาพที่ 3 กระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน



2. การวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบงาน ศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ ของหอผู้ป่วยฉุกเฉินในโรงพยาบาล โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนจากความถูกต้องของข้อมูลในขั้นตอนของผลวินิจฉัย ใบสั่งยา และผลการรักษา ตรวจสอบผลลัพธ์การแก้ไขข้อมูลจากโหนดอื่น ๆ ในเครือข่ายบล็อกเชนเดียวกัน การเข้ารหัสแบบแฮชฟังก์ชัน (Hash function) และอัลกอริทึมของธุรกรรมในการประทับเวลา สามารถระบุเวลาธุรกรรมของ บล็อกก่อนหน้าโดยจะถูกจัดเก็บอยู่ในโครงสร้างของบล็อกถัดไปเสมอ การเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตมีโอกาสเสี่ยงเกิดขึ้นในข้อมูลทางการแพทย์และผลการรักษา (Ekblaw, Azaria, & Halamka, 2016) ในการทดสอบการจารกรรมข้อมูลนั้น ได้ดำเนินการทดสอบโดยการจำลองสถานการณ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ที่ไม่ได้สิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล เพื่อตรวจสอบการเข้าถึงของข้อมูล การระบุชื่อผู้ใช้ให้กับผู้ใช้แต่ละโหนดบนเครือข่ายบล็อกเชน ในการทำธุรกรรมจะได้รับการตรวจสอบสิทธิ์แบบทั่วถึงกันจากทุกโหนด ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้การประทับเวลาอย่างรวดเร็วที่ผู้ใช้ไม่ทราบถึงกระบวนการด้านหลัง ผลทดสอบ ผู้ใช้ที่ไม่ได้รับสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตได้ (Muneeb & Nelson, 2016)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้ดังภาพที่ 4 ในส่วนของการวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบผู้วิจัยเสนอภาพรวมขอบเขตการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้ ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ระบบ ส่วนของการเข้ารหัสและถอดรหัส ส่วนประสานงานระหว่างโปรแกรม โครงสร้างบล็อกเชนและสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบกระจาย ดังมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 4 ขอบเขตการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์



ส่วนที่ 1 ส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบ (Participant interface) เป็นส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและระบบ อธิบายดังภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบ ส่วนที่ 2 การเข้ารหัสและถอดรหัส (Encrypt & decrypt) เมื่อผู้ใช้ป้อนข้อมูลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบ ในส่วนนี้มีการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อความปลอดภัย อธิบายดังภาพที่ 5 อัลกอริทึมการเข้ารหัสข้อมูล

```
import CryptoJS from 'crypto-js'
```

```
export const SECRET_KEY = process.env.SECRET_KEY
```

```
export const calculateHash = (index, previousHash, timestamp, data) => {
  return CryptoJS.SHA256(index + previousHash + timestamp + data).toString();
};

export const calculateHashForBlock = (block) => {
  return calculateHash(block.index, block.previousHash, block.timestamp, block.data);
};

export const encryption = (data) => {
  return CryptoJS.AES.encrypt(JSON.stringify(data), SECRET_KEY).toString();
};

export const decryption = (ciphertext) => {
  return CryptoJS.AES.decrypt(ciphertext, SECRET_KEY).toString(CryptoJS.enc.Utf8);
};
```

ภาพที่ 5 อัลกอริทึมการเข้ารหัสข้อมูล

ส่วนที่ 3 ส่วนประสานงานระหว่างโปรแกรม (API provider) โดยระบบจะส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมต่าง ๆ เพื่อประสานการทำงานกัน ส่วนที่ 4 โครงสร้างบล็อกเชน (Blockchain) เป็นการแปลงกระบวนการของโรงพยาบาล ฯ ดังภาพที่ 3 กระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน เข้าอัลกอริทึมบล็อกเชน โดยมีการบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ การเข้ารหัสแบบแฮชฟังก์ชัน และอัลกอริทึมของธุรกรรมในการประทับเวลา สามารถระบุเวลาธุรกรรมของบล็อกก่อนหน้าโดยต้องจัดเก็บอยู่ในโครงสร้างของบล็อกถัดไป และส่วนที่ 5 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์แบบกระจาย (Distributed system) เป็นการส่งข้อมูลในรูปแบบกระจายด้วยเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ ดังภาพที่ 7 โครงสร้างเครือข่ายตามสถาปัตยกรรมและระบบฐานข้อมูลในแพลตฟอร์มบล็อกเชน



```
import CryptoJS from 'crypto-js'
export const SECRET_KEY = process.env.SECRET_KEY

export const calculateHash = (index, previousHash, timestamp, data) => {
  return CryptoJS.SHA256(index + previousHash + timestamp + data).toString();
};

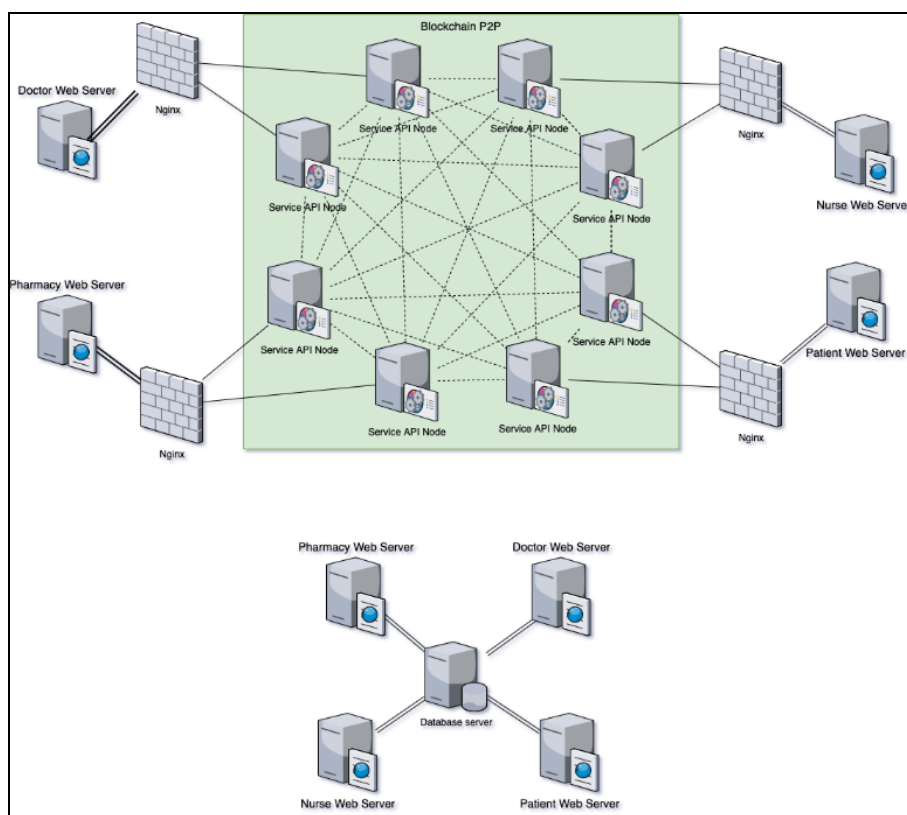
export const calculateHashForBlock = (block) => {
  return calculateHash(block.index, block.previousHash, block.timestamp, block.data);
};

export const encryption = (data) => {
  return CryptoJS.AES.encrypt(JSON.stringify(data), SECRET_KEY).toString();
};

export const decryption = (ciphertext) => {
  return CryptoJS.AES.decrypt(ciphertext, SECRET_KEY).toString(CryptoJS.enc.Utf8);
};
```

ภาพที่ 6 อัลกอริทึมของฟังก์ชันแฮชบล็อกเชน

สำหรับส่วนของฟังก์ชันแฮช (Hash function) เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ย่อข้อมูลให้มีขนาดคงที่ เปรียบเสมือนลายนิ้วมือของข้อมูล อัลกอริทึมที่สำคัญคือการแยก/ย่อข้อมูลและผสมข้อมูลทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นผลลัพธ์สุดท้าย คุณสมบัติของฟังก์ชันแฮชที่สำคัญคือข้อมูลแต่ละตัวเมื่อผ่านฟังก์ชันแฮชจะต้องมีค่าไม่เท่ากัน มีลักษณะที่จำเพาะ เมื่อข้อมูลผ่านการแปลงแล้วไม่สามารถทำย้อนกลับด้วยวิธีทั่วไปได้ (Neiheiser, Gustavo, & Luciana, 2019) ฟังก์ชันนี้มีความสำคัญต่อการเข้าถึงและยืนยันตำแหน่งของบล็อกเชนโดยใช้สัญญาอัจฉริยะ (Smart contract) ที่มีความเฉพาะเจาะจงกว่าการคำนวณแฮชทั่วไป คือคำนวณจากตำแหน่งที่ตั้งของบล็อก แฮชบล็อกก่อนหน้า การประทับเวลาของบล็อก และข้อมูลของบล็อกเพื่อหาค่าแฮชที่มีความจำเพาะพิเศษ ดังคำสั่งของโปรแกรม *calculateHash(block.index, block.previousHash, block.timestamp, block.data)*; นอกจากนี้เพื่อเพิ่มความโปร่งใสในการทำธุรกรรมและการเจาะข้อมูลทำได้ยากขึ้น หลังจากได้ค่าแฮชเรายังนำค่าแฮชดังกล่าวนำไปเข้ารหัสอีกชั้นในรูปแบบของ CryptoJS.SHA256 ในบรรทัดที่ 5 ของโค้ด ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 7 โครงสร้างเครือข่ายตามสถาปัตยกรรมและระบบฐานข้อมูลในแพลตฟอร์มบล็อกเชน

โครงสร้างเครือข่ายตามสถาปัตยกรรมและระบบฐานข้อมูลในแพลตฟอร์มบล็อกเชนทางการแพทย์ สถาปัตยกรรมฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังภาพที่ 7 ส่วนบนคือการจัดเก็บฐานข้อมูลในรูปแบบของข้อมูลส่วนกลางที่ใช้ร่วมกันซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลการตรวจสอบตัวตน ฐานข้อมูลเวชระเบียน ฐานข้อมูลคลังยา บุคคลที่เข้าถึงฐานข้อมูลต้องได้รับการยืนยันสิทธิ์การเข้าถึงซึ่งประกอบด้วย 4 บทบาท ได้แก่ แพทย์ เภสัชกร พยาบาล และผู้ป่วย แต่ละบทบาทสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต่างกันตามสิทธิ์ซึ่งกำหนดไว้ ส่วนล่างคือฐานข้อมูลบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ จัดเก็บในส่วนของบริษัทประกันการรักษของผู้ป่วย ซึ่งถูกเก็บไว้ในบล็อกเชนแบบเพียร์ทูเพียร์ (Benet, 2014) จำนวน 8 โหนด ฐานข้อมูลในส่วนนี้ถูกเข้ารหัสด้วยกลุ่มแฮชจัดการสิทธิ์ที่บทบาทของผู้ใช้ที่ไม่เกี่ยวข้องไม่สามารถถอดรหัสได้

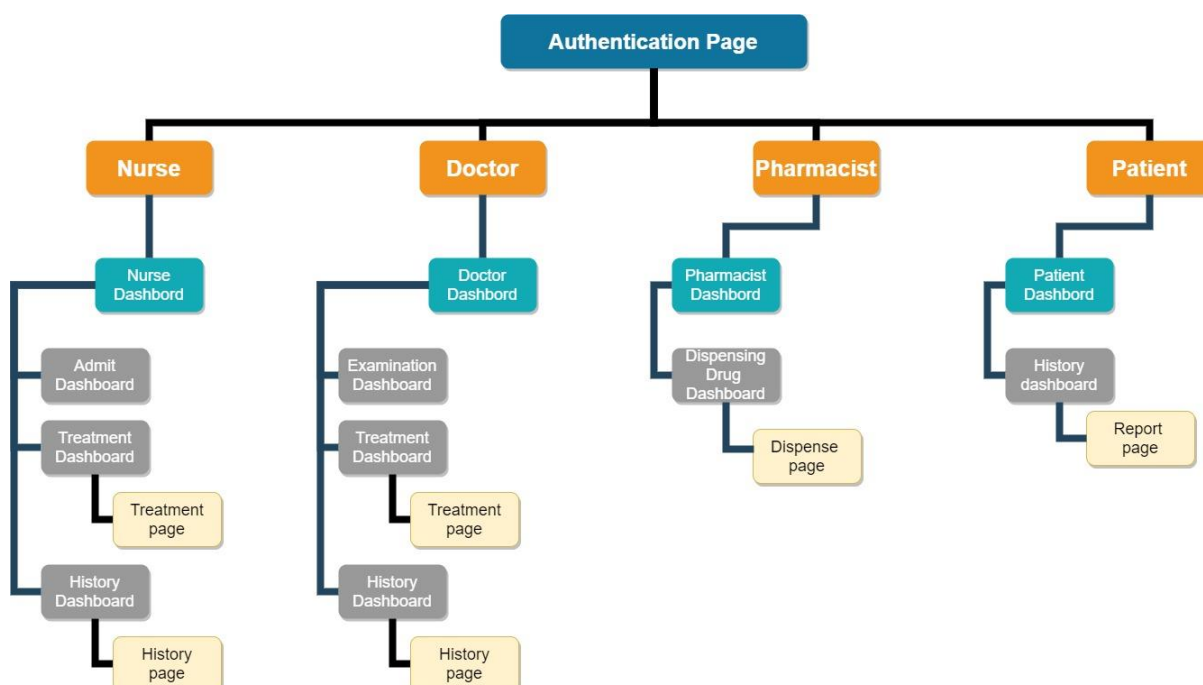


3. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ในขั้นตอนการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันดำเนินการดังนี้

3.1 ติดตั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาระบบประกอบไปด้วย Docker engine (version 18.06.1-ce) Docker-compose (version 1.13.0) Node (version 8.11.4) Visual studio code (Version 1.40) Nginx (version 1.13.0-alpinev) phpMyAdmin (version 5.0.4) CodeIgniter (version 3.1.11) jQuery (version 3.5.1) Express (version 4.17.1) และ Postman (version 7.36)

3.2 ออกแบบแผนผังเว็บไซต์ (site map) ผู้วิจัยสร้างเนื้อหาในแอปพลิเคชัน โดยครอบคลุมกระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 8 แผนผังของเว็บไซต์ (sitemap)

ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉินที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น ได้จัดทำส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบ ดังแสดงภาพที่ 4 ขอบเขตการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนา การุณย์ และภาพที่ 8 แผนผังของเว็บไซต์ (sitemap) ที่มีเป้าหมายเพื่อให้เทคโนโลยีบล็อกเชน เข้าถึงผู้ใช้งานทุกบทบาทผ่านหน้าเว็บที่มีความยืดหยุ่นและปลอดภัยในการทำงานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วย



ในส่วนของรายละเอียด อธิบายตามแผนผังของเว็บไซต์ได้ดังนี้ หน้าแรกของระบบคือ Authenticator Page สำหรับการยืนยันตัวตนเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยมีการจัดการสิทธิ์การเข้าถึงระบบที่แตกต่างกันออกไป ตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบขึ้น ประกอบไปด้วย ระบบสำหรับพยาบาล แพทย์ เภสัชกร และผู้ป่วย ดังภาพที่ 4 สามารถอธิบายในส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.3 หน้าระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์เวชระเบียนทางการแพทย์ (Medical Record) เวชระเบียนทางการแพทย์ ของผู้ป่วยให้บุคลากรทางการแพทย์ทราบประวัติเบื้องต้นของผู้ป่วยเพื่อประกอบการรักษา ประกอบไปด้วยข้อมูล รหัสหมายเลขของผู้ป่วยนอก ชื่อ-สกุลผู้ป่วย เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง วัน/เดือน/ปี เกิด กรุ๊ปเลือด ประวัติการแพ้ยา ดังภาพที่ 9

Patient Info	
HN Id	2
Name	patient2 lastname
Gender	Male
Weight	75
Height	180
Birthday	1993-10-01
Blood type	o
Drug allergy	-
Congenital disease	-

ภาพที่ 9 ข้อมูลเวชระเบียนทางการแพทย์

3.4 ข้อมูลสภาพแรกพบ (General impression) ข้อมูลในส่วนนี้พยาบาลจะเป็นผู้รับผิดชอบจากการซักทราบอาการเบื้องต้นของผู้ป่วยเมื่อมาถึงจุดคัดกรอง เช่น ระดับความรุนแรง วิธีการมาหรือนำส่งโรงพยาบาล อาการสำคัญ รายละเอียดการเจ็บป่วย หรือค่าสัญญาณชีพต่าง ๆ เช่น ค่าความดันโลหิต ค่าชีพจร ค่าออกซิเจนในเลือด อัตราการหายใจ เป็นต้น ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 กรอกข้อมูลสภาพแรกเริ่ม (General impression)

3.5 ขั้นตอนการรักษา (Treatment Page) เมื่อแพทย์ทราบอาการเบื้องต้นจากการซักประวัติของพยาบาล แพทย์จะระบุการรักษาและกำหนดยา และจำนวนยาในการรักษาแก่ผู้ป่วย ดังภาพที่ 11

3.6 การยืนยันใบสั่งยาของเภสัชกร (Dispensing Page) เมื่อแพทย์ได้ออกใบสั่งยา เภสัชกรมีหน้าที่ตรวจสอบการจ่ายยาของแพทย์ให้มีความเหมาะสมแก่ผู้ป่วยและกดอนุมัติใบสั่งยา ดังภาพที่ 12

3.7 รายงานผลการรักษา (Report page) จะแสดงข้อมูลทั้งหมดในกระบวนการรักษาตั้งแต่แสดงข้อมูลเวชระเบียนของผู้ป่วย ดังภาพที่ 9 การบันทึกข้อมูลแรกเริ่มของพยาบาล การให้ความเห็นในการรักษาของแพทย์ การสั่งยา และผล วินิจฉัย ของผู้ป่วยในการเข้ารับการรักษา ดังภาพที่ 13

การแสดงหน้าจออปพลิเคชันฟังก์ชันผู้ป่วยใช้ดังภาพที่ 9-13 ในบทความวิจัยนี้ เพื่อต้องการแสดงข้อมูลที่สมบูรณ์ภายในระบบ เมื่อนำมาเข้ารหัสโดยฟังก์ชันแฮชและถอดรหัส ซึ่งมีการประเมินความถูกต้องสมบูรณ์ใน ตอนที่ 4 ขั้นตอนการทดลองใช้และประเมินผลประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันของงานวิจัย

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการรักษาและใบสั่งยา (Treatment Page)



Examination Record	
Treatment	clean and Suture wound
Drug	Paracetamol : 5
Doctor Record	Doctor 01

Drug

Submit data

ภาพที่ 12 การยืนยันใบสั่งยาของเภสัชกร (Dispensing Page)

Medical Record			
Date and time			
Level Severity	1		
How to get hospital	Private car		
Come by	work		
LMP			
Symptoms	Stomachache		
Current symptoms / first symptoms / trauma	He had a stomach ache for 12 hours.		
Glasgow coma scale (GCS)	1	E (Eye opening)	5
V (Verbal response)	5	M (Motor response)	5
BT	37	BP	115
PR	88	O2sat	20
Pain Score (PS)	3		
Nurse record			

Examination Record	
Treatment	Take Oral Rehydration Solution every 30 minutes.
Drug	Loperamide : 3
Doctor Record	Doctor 01
Pharmacist record	Pharmacist 01

Diagnosis Record	
Diagnosis	Back home
Treatment results	Pain in your lower abdomen after the treatment
Recorder	Doctor 01

ภาพที่ 13 รายงานผลการรักษา (Report)

4. ขั้นตอนการทดลองใช้และประเมินผลประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษามาจากการเลือกกลุ่มวิจัยแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นบุคลากรทางการแพทย์ที่ใช้งานระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพในหอผู้ป่วยฉุกเฉินในโรงพยาบาล และผู้ป่วย จำนวน 39 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ แพทย์ 6 คน เภสัชกร 6 คน พยาบาล 8 คน และผู้ป่วยจำนวน 19 คน

4.2 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย

ทีมผู้วิจัยใช้แบบสำรวจและความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ ในหน่วยงานห้องฉุกเฉิน โดยใช้แบบประเมินออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเข้าถึงแบบ



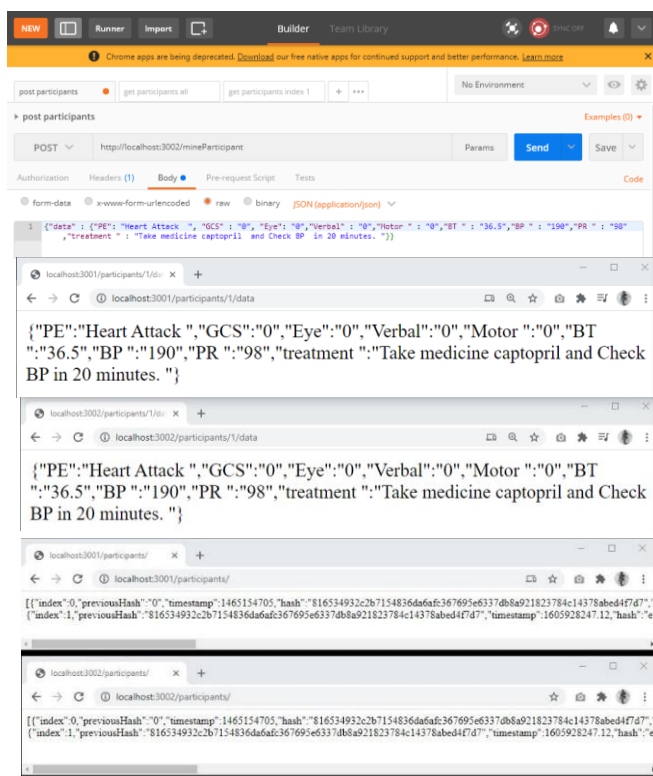
ประเมินโดยการสแกน QR-Code ซึ่งผู้ทำแบบประเมินสามารถทำแบบประเมินได้อย่างง่ายดาย สะดวก รวดเร็ว อีกทั้งยังลดความผิดพลาดในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีแบบสำรวจ และแบบความพึงพอใจดังต่อไปนี้

4.2.1 แบบสำรวจการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามทั่วไปคือกลุ่มของผู้ใช้งานระบบ อาทิเช่น แพทย์ เภสัชกร พยาบาล หรือผู้ป่วย และส่วนที่ 2 แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับข้อคำถามการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ประกอบไปด้วย 3 ข้อคำถาม ได้แก่ ระดับความสำคัญของข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วย บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ควรเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ และข้อมูลสุขภาพแสดงผลอย่างถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์การประเมินผล 5 ระดับ ดังนี้ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง 4 = เห็นด้วย 3 = ปานกลาง 2 = ไม่เห็นด้วย และ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4.2.2 แบบสำรวจความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในหออฉุกเฉิน ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามทั่วไปคือกลุ่มของผู้ใช้งานระบบ อาทิเช่น แพทย์ เภสัชกร พยาบาล หรือผู้ป่วยและส่วนที่ 2 แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับข้อคำถามการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ประกอบไปด้วย 5 ข้อคำถาม ดังนี้ ผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เสมอ ง่ายต่อการเข้าใช้งาน แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว การจัดรูปแบบการแสดงผลบนจอภาพมีความเหมาะสม ตัวอักษรมีความเหมาะสม (ขนาด สี ชนิด ลักษณะ) และข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีความถูกต้อง โดยใช้เกณฑ์การประเมินผล 5 ระดับ ได้แก่ 5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ และ 1 = ควรปรับปรุง

ผลการวิจัย

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉินในโรงพยาบาล โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน ผู้วิจัยได้ผลวิจัยดังต่อไปนี้ ในการเพิ่มบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ของผู้ใช้ผ่านหน้าระบบตามกระบวนการทุกขั้นตอน ดังภาพที่ 3 กระบวนการเข้ารับการรักษาผู้ป่วยฉุกเฉิน เกิดขึ้นภาคได้อัลกอริทึมบล็อกเชน จากการเข้ารหัสธุรกรรมฟังก์ชันแฮชที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยปกติการเข้ารหัสแฮชไม่สามารถถอดรหัสข้อมูลย้อนกลับได้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้กำหนดคีย์ในการถอดรหัสข้อมูลเพื่อแสดงถึงความถูกต้อง ข้อมูลที่เข้ารหัสจะสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับการถอดรหัส ข้อมูลธุรกรรมจากผ่านพอร์ต 3001 และพอร์ต 3002 ผ่าน HTTPS protocol สามารถสังเกตได้ว่าข้อมูลทั้งสองหลังจากการถอดรหัสทั้งหมดมีความถูกต้อง 100% ในทุกเพจที่ทดสอบ แสดงถึงความน่าเชื่อถือของระบบ ผลลัพธ์ของโครงสร้างแบบเพียร์ทูเพียร์ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 การเข้าและถอดรหัสเพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

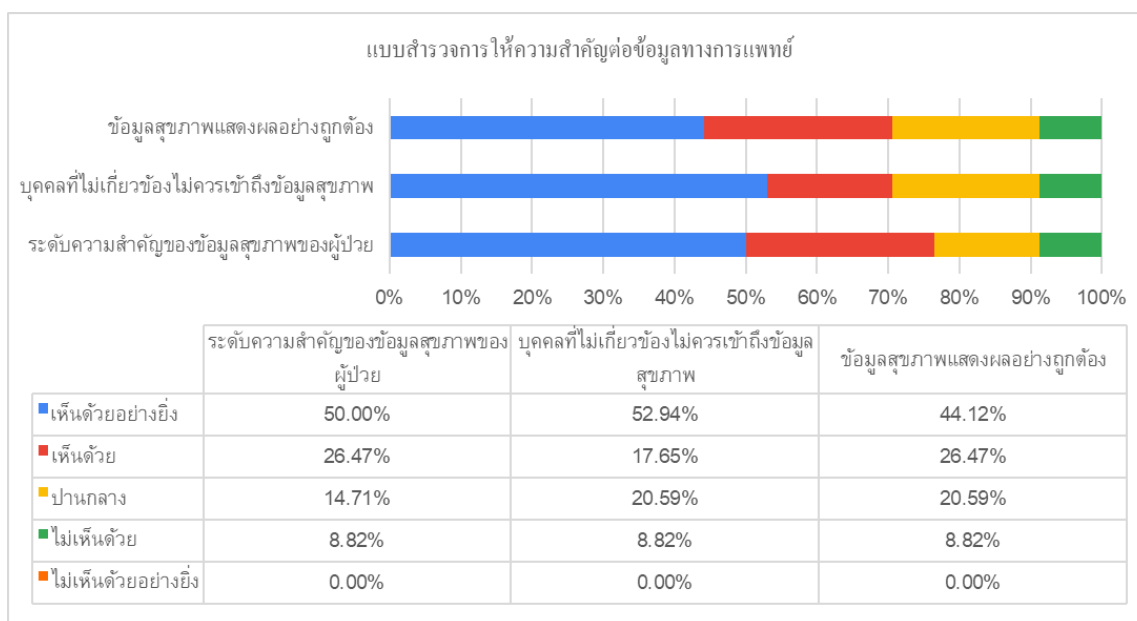
สำหรับการวัดประสิทธิภาพ ความเร็ว และความเสถียรของระบบคณะผู้วิจัยได้นำเฉพาะ ส่วนดังกล่าวเสนอผลงานใน proceeding ที่มี peered review ของ COMSNETS 2021 หรือ 13th International Conference on Communication Systems & NETworkS | Bangaluru, India ผ่านระบบออนไลน์ วันที่ 9 มกราคมที่ผ่านมา ซึ่งสรุปได้ว่าแม้จะมีเครื่องใดเครื่องหนึ่งหรือหลายเครื่องในเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ ล้มเหลว การส่งข้อมูลยังคงเสถียรและควบคุมเวลารับส่งข้อมูลได้ดีเมื่อมีโหนดจำนวน 2, 4 และ 8 โหนดในสภาพแวดล้อมของคอนเทนเนอร์เดียวกัน

ผลแบบสำรวจและแบบประเมินความพึงพอใจ

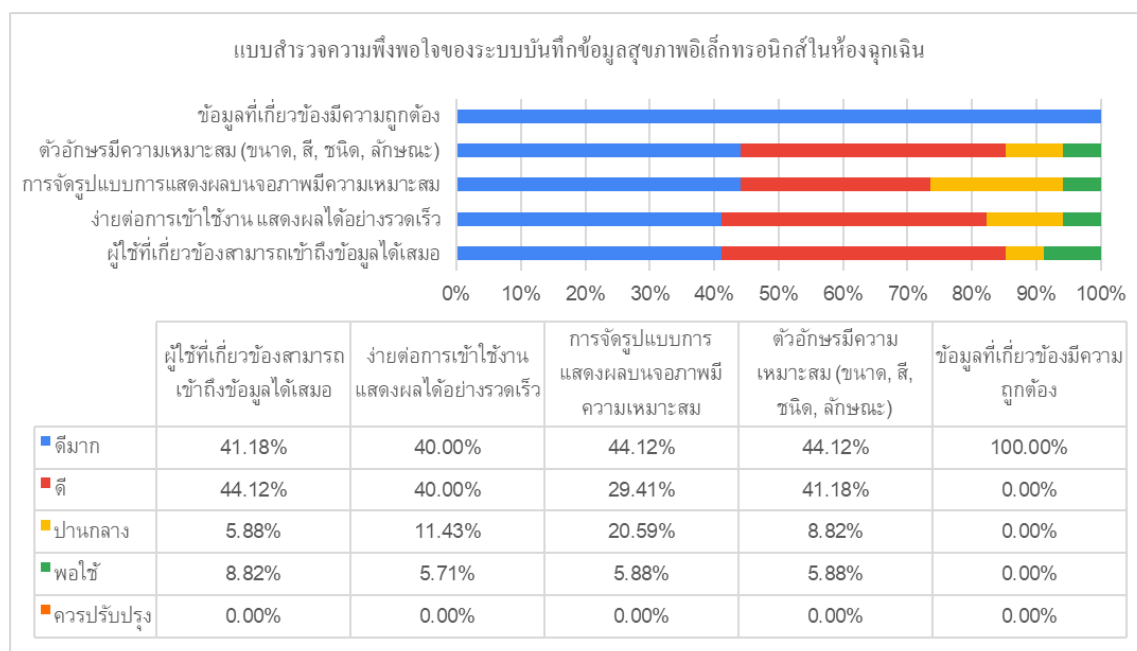
ผลการสำรวจแสดงดังภาพที่ 15 ด้านการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่าง 50% เห็นด้วยอย่างยิ่งต่อความสำคัญของข้อมูลสุขภาพผู้ป่วย 26.47% เห็นด้วยต่อความสำคัญของข้อมูลสุขภาพ 14.71% ปานกลางต่อความสำคัญของข้อมูลสุขภาพ กลุ่มตัวอย่าง 52.94% เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งต่อบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ควรเข้าถึงข้อมูลสุขภาพ 17.65% เห็นด้วยต่อบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ควรเข้าถึงข้อมูล 20.59% ปานกลางต่อบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องไม่ควรเข้าถึงข้อมูล 44.12% เห็น



ด้วยเป็นอย่างยิ่งต่อข้อมูลสุขภาพที่แสดงผลอย่างถูกต้อง 25.47% เห็นด้วยต่อข้อมูลสุขภาพที่แสดงผลอย่างถูกต้อง 20.59% ปานกลางต่อข้อมูลสุขภาพที่แสดงผลอย่างถูกต้อง



ภาพที่ 15 การให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์



ภาพที่ 16 ความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในห้องฉุกเฉิน



แบบสำรวจความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในห้องฉุกเฉินโดยตั้งข้อคำถามแก่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ด้าน จะสังเกตเห็นได้ว่า 41.18% ของกลุ่มตัวอย่างพึงพอใจในระดับดีมากในส่วนของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เสมอ 44.12% อยู่ในระดับดี 5.88% อยู่ในระดับปานกลาง 40.00% ของกลุ่มตัวอย่างพอใจในระดับดีมากในเรื่องของง่ายต่อการเข้าใช้งาน แสดงผลได้อย่างรวดเร็ว 40.00% อยู่ในระดับดี 11.43% อยู่ในระดับปานกลาง 44.12% ของกลุ่มตัวอย่างพึงพอใจในระดับดีมากในเรื่องของการจัดรูปแบบการแสดงผลบนจอภาพมีความเหมาะสม 29.41% อยู่ในระดับดี 20.59% อยู่ในระดับปานกลาง 44.12% ของกลุ่มตัวอย่างพึงพอใจในระดับดีมากในเรื่องของตัวอักษรมีความเหมาะสม (ขนาด สี ชนิด ลักษณะ) 41.18% อยู่ในระดับดี 8.82% อยู่ในระดับปานกลาง ในส่วนของเรื่องความถูกต้องของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างพึงพอใจในระดับดีมาก 100% กล่าวคือกลุ่มตัวอย่างทั้ง 39 คน ให้คะแนนความพึงพอใจในเกณฑ์การประเมินผลระดับดีมากทั้ง 39 คน ดังภาพที่ 16

อภิปรายผล

จากผลงานวิจัย การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อการพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน ฉุกเฉินศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์ มีการอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน

ระบบฐานข้อมูลแบบกระจาย บนพื้นฐานของเทคโนโลยีบล็อกเชน และการเข้ารหัสฟังก์ชันแฮชและอัลกอริทึมของธุรกรรมแบบประทับเวลา การธุรกรรมสามารถทำให้ธุรกรรมที่ผ่านการกลไกของระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันพิสูจน์ให้เห็นได้ว่า ข้อมูลที่ถูกบันทึกในเทคโนโลยีบล็อกเชนมีความถูกต้องและปลอดภัยมากกว่าการเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลรวมศูนย์ (Centralized database system) ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จากการทดสอบการเข้ารหัสฟังก์ชันแฮช ค่าของแฮชฟังก์ชันที่มีความเฉพาะเจาะจง จากการคำนวณจากการนำตำแหน่งที่ตั้งของบล็อก แฮชบล็อกก่อนหน้า การประทับเวลาของบล็อก และข้อมูลของบล็อก มาคำนวณเพื่อหาค่าแฮชที่มีความจำเพาะพิเศษ นั้นส่งผลให้ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์บนเทคโนโลยีบล็อกเชนมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น (Zikratov, Alexander, & Vladislav, 2017)

ส่วนที่ 2 ผลจากการสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

การสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเรื่องการให้ความสำคัญต่อข้อมูลทางการแพทย์ มีความคิดเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง อธิบายได้ดังนี้ ข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ข้อมูลที่ประกอบไปด้วยประวัติส่วนตัว ประวัติทางการแพทย์ เป็นข้อมูลที่ควรเป็นความลับ โดยการไม่เปิดเผย



ต่อผู้อื่น รวมทั้งการเก็บรักษาข้อมูลของคนไข้ต่างๆ ที่บันทึกได้ในเวชระเบียนที่เก็บรักษา เพื่อไม่ให้บุคคลอื่น ๆ แม้แต่เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล หรือญาติของคนไข้เข้าถึงข้อมูลได้ โดยมีได้รับอนุญาตจากคนไข้ แพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาพยาบาลเท่านั้น ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลเรื่องสุขภาพและความลับต่างๆ ของคนไข้ เพื่อประโยชน์ในการรักษาพยาบาลเท่านั้น และข้อมูลสุขภาพควรแสดงผลอย่างถูกต้องไม่ผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง (Zikratov, Alexander, & Vladislav, 2017)

การสำรวจความพึงพอใจของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ในห้องฉุกเฉิน กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก อธิบายได้ดังนี้ ผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เสมอ เป็นส่วนสำคัญลำดับแรกในการเข้าถึงระบบสารสนเทศ และระบบสารสนเทศที่ดีต้องง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ระบบได้อย่างรวดเร็ว ในส่วนของการแสดงผลเมื่อผู้ได้กรอกข้อมูลลงระบบ ระบบต้องตอบสนองต่อผู้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ การจัดรูปแบบการแสดงผลบนจอภาพเป็นอีกปัจจัยที่จะส่งผลต่อการใช้งานของผู้ใช้ ตัวอักษรมีความเหมาะสม ขนาด, สี เป็นไปตามลักษณะที่ผู้ใช้ทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่าย และสิ่งที่สำคัญของระบบสารสนเทศคือการแสดงผลข้อมูลที่ถูกต้อง (Yanti, Lianna, & Alifah, 2018)

การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ “มากที่สุด” (=5.00) ในการจัดการด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องมีความถูกต้องสมบูรณ์อันเป็นคุณลักษณะสำคัญเมื่อนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้งานเพื่อพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของหอผู้ป่วยฉุกเฉิน กรณีศึกษา โรงพยาบาลกัลยาณิวัฒนาการุณย์

สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในการบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ ของหอผู้ป่วยฉุกเฉินในโรงพยาบาล ข้อมูลบันทึกสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์จะจัดเก็บในส่วนของประวัติบันทึกการรักษาของผู้ป่วย ฐานข้อมูลในส่วนนี้ถูกเก็บไว้ในเทคโนโลยีบล็อกเชนบนสถาปัตยกรรมแบบกระจายศูนย์ ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในโหนดกระจายหลายเครื่องและเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายแบบเพียร์ทูเพียร์ จำนวน 8 โหนด ซึ่งรองรับสถานการณ์ที่เครื่องใดเครื่องหนึ่งล้มเหลว เครื่องที่เหลือยังสามารถทำงานต่อได้อย่างสมบูรณ์ ด้านฐานข้อมูลจะถูกเข้ารหัสด้วยฟังก์ชันแฮช ผู้ใช้ที่ไม่เกี่ยวข้องไม่มีสิทธิ์เข้าถึงและไม่สามารถถอดรหัสได้อย่างรวดเร็ว เพื่อเพิ่มปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลทางการแพทย์ที่มีความสำคัญ ผลของการพัฒนาสรุปได้ว่า สามารถพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อช่วยให้มั่นใจได้ถึงความปลอดภัยและความปลอดภัยของข้อมูลทางการแพทย์ตามผลของการวิจัย และการจัดการข้อมูลได้ผ่านการประเมิน



จากบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วย ที่มีความพึงพอใจระดับดีมากทุกด้าน และสอดคล้องต่อการให้ความสำคัญของข้อมูลทางการแพทย์ ซึ่งในส่วนนี้ยังสามารถมีการพัฒนาต่อยอดได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในด้านความปลอดภัยของข้อมูล ความสมบูรณ์ของข้อมูลจากการเข้าและถอดรหัสของแฮชฟังก์ชัน ความสมบูรณ์ของการส่งข้อมูลผ่านระบบเพียร์ทูเพียร์และการจัดการข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ของผู้ป่วยฉุกเฉิน การปรับปรุงเพิ่มเติมของการศึกษานี้ในอนาคตคือการติดตั้งบนสภาพแวดล้อมไคลด์คลาวด์ ให้บริการระบบคอมพิวเตอร์บนเทคโนโลยีบล็อกเชนที่สามารถสื่อสารข้อมูลในโซลูชันที่กว้างขึ้นในระดับแผนกหรือการสื่อสารระหว่างองค์กรของโรงพยาบาลเพื่อปฏิรูปการบันทึกข้อมูลสุขภาพแบบดั้งเดิมให้มีความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัยยิ่งขึ้น ในส่วนของการออกแบบหน้าจอการใช้งานหากเพิ่มเติมการปรับปรุงการแสดงผลเพื่อให้ยืดหยุ่นและเหมาะสมกับอุปกรณ์พกพาจะสามารถต่อยอดไปสู่ความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับสูงสุดได้อีกในอนาคต

รายการอ้างอิง (References)

- Asad, S. A., Aisha, J. Z., & Zawish, M. (2019). *Applications of Blockchain Technology in Medicine and Healthcare: Challenges and Future Perspectives*.
- Asaph, A., & Ariel, E. (2016). MedRec: Using Blockchain for Medical Data Access and Permission Management. *International Conference on Open and Big Data (OBD)*, (pp. 25-30). Cambridge, MA, 02139, USA.
- Benet, J. (2014). IPFS - Content Addressed, Versioned, P2P File System. *CoRR abs*.
- Ekblaw, A., Azaria, A., & Halamka, J. (2016). A Case Study for Blockchain in Healthcare: "MedRec" prototype for electronic health records and medical research data. *2016 2nd International Conference on Open and Big Data (OBD)*.
- hosxp. (2020). *hosxp*. Retrieved October 10, 2020 from hosxp.net
- Leeming, G., Cunningham, J., & Ainsworth, J. (2016). A Ledger of Me: Personalizing Healthcare Using Blockchain Technology. *Frontiers in Medicine*, (p. 6).
- Muneeb, A., & Nelson, J. (2016). Block-stack: A global naming and storage system secured by blockchains. *USENIX ATC 2016*, 181-194.



- Neiheiser, R., Gustavo, I., & Luciana, R. (2019). HRM Smart Contracts on the Blockchain. 2019 *IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*.
- Nikita, K., & Kirill, P. (2020). Transaction Protection in Corporate Networks Based on Distributed Ledger Technology. *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*.
- Yanti, T., Lianna, S., & Alifah, N. (2018). User Satisfaction Factors on Learning Management Systems Usage. *International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*.
- Zikratov, I., Alexander , K., & Vladislav, A. (2017). Ensuring data integrity using blockchain technology. 2017 20th Conference of Open Innovations Association (FRUCT).