

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบส่งต่อผู้ป่วยออนไลน์

Design and Development of an Online Patient Referral System Prototype

ภัคพล นารธนรุ่ง ปรีดา เลิศพงศวิภูษณะ และ สมชาย นำประเสริฐชัย*

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
* ผู้รับผิดชอบบทความ
somchai@ku.th

Received: 31 Mar 2025

Revised: 23 Sep 2025

Accepted: 2 Oct 2025

บทคัดย่อ

ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการวางแผนและการตัดสินใจ ข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วยเป็นสิ่งจำเป็นที่ใช้ประกอบการตรวจวินิจฉัยและรักษา การส่งต่อข้อมูลประวัติการรักษาผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลต้องมีวิธีการดำเนินการที่เหมาะสม เนื่องจากข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วยเป็นข้อมูลส่วนบุคคลที่อ่อนไหว อย่างไรก็ตาม การส่งข้อมูลผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลส่วนใหญ่ยังใช้การส่งแบบกระดาษและให้ผู้ป่วยเป็นผู้นำส่งข้อมูล ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความเป็นส่วนตัว ความปลอดภัย และประสิทธิภาพ บทความนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนาระบบส่งข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วยในรูปแบบออนไลน์ที่รองรับการจัดการข้อมูลส่วนบุคคลตามพระราชบัญญัติการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 ผลการทดสอบจากแพทย์และผู้เชี่ยวชาญด้านความมั่นคงปลอดภัยข้อมูลเห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของแพทย์และผู้ป่วยได้ รวมทั้งมีความเชื่อมั่นในความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของระบบต้นแบบที่พัฒนา

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล ข้อมูลส่วนบุคคล PDPA ระบบส่งต่อผู้ป่วย

Abstract

Data is an important factor for planning and decision-making. Patient medical records are crucial for diagnosis and treatment. Transferring patient medical records between hospitals must have appropriate procedures because patient information is sensitive personal information. However, the referral process has progressed based on paper-based methods and requiring patients to personally deliver their medical records. This approach poses risks to data privacy, security, and efficiency. This article presents the development of a prototype of referral system in an online platform that supports personal data management in compliance with the Personal Data Protection Act B.E. 2562. The test results from medical doctor and information security expert showed that the system can achieve the needs of doctors and patients, and there is confidence in the security and privacy of the developed referral system prototype.

Keywords: Health Information System, Personal Data, PDPA, Referral System

1. บทนำ

ข้อมูลเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ ข้อมูลที่มีคุณภาพช่วยให้องค์กรสามารถวิเคราะห์เพื่อใช้ในระดัต่าง ๆ ตั้งแต่การวางแผน การสนับสนุนการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ การบริหารจัดการ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการทางธุรกิจ รวมทั้งลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดที่อาจนำไปสู่ความเสียหายแก่องค์กร

ข้อมูลด้านสาธารณสุขและการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลประวัติการรักษาผู้ป่วยซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความอ่อนไหว (Sensitive Personal Data) ซึ่งได้รับการคุ้มครองเป็นพิเศษจากการประกาศใช้พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (PDPA) ต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ [1]

หน่วยงานทางการแพทย์ เช่น โรงพยาบาล คลินิก และบริษัทประกันสุขภาพ จำเป็นต้องมีมาตรการปกป้องเป็นพิเศษทั้งประเด็นการรักษาความปลอดภัย และความเป็นส่วนตัวเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ ดังนั้น จำเป็นต้องมีการดำเนินการที่ตีตั้งแต่การเก็บรวบรวม ใช้ และเปิดเผยข้อมูลผู้ป่วย ให้เป็นไปตามหลักการของ PDPA โดยต้องได้รับความยินยอมจากเจ้าของข้อมูล และใช้ข้อมูลเฉพาะเท่าที่จำเป็น รวมทั้งต้องมีมาตรการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลเพื่อลดความเสี่ยงในการรั่วไหล หลายหน่วยงานทางการแพทย์จึงได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยในการบริหารจัดการข้อมูล การแพทย์และข้อมูลผู้ป่วยภายในองค์กร

อย่างไรก็ตามหากผู้ป่วยมีอาการหนักขึ้นเกินความสามารถการดูแลรักษาของโรงพยาบาลจำเป็นต้องมีการส่งต่อผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลที่มีความพร้อมมากกว่า โรงพยาบาลหลายแห่งยังขาดระบบเชื่อมโยงเพื่อส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาล โรงพยาบาลหลายแห่งยังใช้การส่งต่อผู้ป่วยแบบเดิมที่เป็นการรวบรวมเอกสารส่งต่อด้วยการพิมพ์หรือลายมือและข้อมูลประวัติการรักษาผู้ป่วยที่เป็นกระดาษและให้ผู้ป่วยนำไปที่โรงพยาบาลแห่งใหม่เอง วิธีนี้มีข้อจำกัดด้านความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องมือดิจิทัลในระบบระบบโรงพยาบาลมากขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ เช่น การใช้ระบบ HIS (ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล) เพื่อเก็บและส่งออกข้อมูลผู้ป่วยหรือระบบเก็บข้อมูลสัญญาณชีพ (Vital Sign) หรือระบบเก็บรูปภาพทางการแพทย์ (PACS) หรือระบบห้องปฏิบัติการทาง

การแพทย์ (LIS) หรือการขอข้อมูลสุขภาพออนไลน์ผ่าน Google Form แต่การส่งต่อผู้ป่วยก็ยังคงมีจุดบกพร่อง เช่น ขาดประสิทธิภาพในการส่ง ขาดการขอความยินยอมจากผู้ป่วยที่ถูกต้อง และไม่คำนึงถึงความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวส่วนตัวของข้อมูลระหว่างการส่งข้อมูล และที่สำคัญคือการส่งข้อมูลผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลนอกสังกัด [2] จำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบการเชื่อมโยงเพื่อส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่แก้ปัญหาเหล่านี้

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบส่งต่อผู้ป่วยที่สามารถส่งข้อมูลผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการขอความยินยอมจากผู้ป่วยอย่างถูกต้อง เน้นความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวระหว่างการส่ง

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การส่งต่อผู้ป่วย

การส่งต่อผู้ป่วยคือการย้ายผู้ป่วยระหว่างสถานพยาบาลโดยมีการทำงานอย่างเป็นระบบเรียกว่า ระบบส่งต่อ (Referral System) เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลอย่างมีคุณภาพ [3] กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดการเชื่อมโยงโรงพยาบาลด้วยระบบส่งต่อผู้ป่วย ที่เรียกว่า “โรงพยาบาลรับผู้ป่วยส่งต่อ” (Referral Hospital Cascade) โดยแบ่งโรงพยาบาลออกเป็น 3 ระดับคือ ปฐมภูมิ ทุติยภูมิ และตติยภูมิ การส่งต่อผู้ป่วยโดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างโรงพยาบาลว่าเป็น โรงพยาบาลลูกข่าย โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลชุมชน หรือคลินิก [4] โรงพยาบาลปฐมภูมิ มีการกระจายตัวผู้ป่วยสามารถเข้าถึงได้ง่าย แต่รองรับผู้ป่วยได้ไม่มากและเป็นโรคทั่วไป เมื่อเกินศักยภาพของโรงพยาบาลปฐมภูมิจะส่งผู้ป่วยต่อไปยังโรงพยาบาลทุติยภูมิ และโรงพยาบาลตติยภูมิ ที่มีความเฉพาะทางสูง และรองรับผู้ป่วยได้มากกว่า

2.2 ข้อมูลผู้ป่วย

การรักษาความลับเป็นเรื่องสำคัญในการแพทย์ เวชระเบียนเป็นการเขียนขึ้นจากอาการของผู้ป่วยจึงถือว่าเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยและเป็นข้อมูลที่มีความอ่อนไหว การเปิดเผยข้อมูลต่อผู้อื่นโดยไม่รับการยินยอมจึงถือว่าเป็นการละเมิดสิทธิ์และเป็นความผิดตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562

และกฎหมายอีกหลายฉบับที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งก็มีข้อยกเว้นเช่นกัน [1,5,6]

ในทางปฏิบัติ กระบวนการส่งต่อผู้ป่วยมีผู้ที่เข้าถึงข้อมูลแบบที่ตั้งใจเช่น ตัวผู้ป่วยเอง แพทย์เจ้าของไข้ และผู้ที่เข้าถึงข้อมูลแบบไม่ได้ตั้งใจเช่น เจ้าหน้าที่การเงิน เจ้าหน้าที่นำส่งตัวในรพพยาบาลสามารถเปิดดูในขณะที่ดำเนินการทางเอกสาร ญาติผู้ป่วยเปิดดูโดยไม่ได้ถามตัวผู้ป่วย เป็นต้น ซึ่งบางกรณีผิดหลักการการรักษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วย

2.3 การส่งต่อข้อมูล

การส่งต่อข้อมูลสุขภาพมีการกำหนดมาตรฐานการส่งต่อข้อมูลสุขภาพที่เรียกว่า HL7 FHIR [7] มาตรฐานนี้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายเช่น ระบบตรวจสอบข้อมูลสุขภาพ และระบบวิเคราะห์ข้อมูลไลฟ์สไตล์ เป็นต้น [8] นอกจากนี้ยังมีนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลเช่น ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน (blockchain) เพื่อเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยข้อมูล [9]

ระบบสาธารณสุขของประเทศไทยมีความพยายามปรับมาตรฐาน HL7 FHIR ให้เข้ากับบริบทของระบบสาธารณสุขของประเทศ แต่ยังคงอยู่ในระยะเริ่มต้นและเป็นเพียงร่างเท่านั้น [10]

การส่งข้อมูลทางด้านสาธารณสุข ซึ่งมีหลายส่วนเป็นข้อมูลอ่อนไหว (sensitive data) ได้มีการนำเสนอการใช้งานและส่งต่อข้อมูลในหลายรูปแบบ [11] เช่น Das และ Rahman [12] เสนอการส่งข้อมูลสุขภาพในเครือข่ายความเร็วต่ำ (slow speed network) โดยใช้เทคนิคการบีบอัดข้อมูล การส่งข้อมูลผู้ป่วยแบบบีบอัดข้อมูล มีการใช้งานในหลายแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นระบบ IoT ด้วย [13] นอกจากนี้ก็ยังมีการนำเทคโนโลยีบล็อกเชน มาปรับใช้ในการส่งและรับข้อมูลเพื่อเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยข้อมูลอีกด้วย [14]

2.4 ระบบข้อมูลสุขภาพและการส่งต่อข้อมูล

ประเทศสวีเดนและหลายประเทศมีการสร้างระบบเก็บข้อมูลและส่งต่อข้อมูลสุขภาพผู้ป่วย แต่ละประเทศก็มีระบบจัดการที่ต่างกัน และมีปัญหาต่างกันเช่นกัน [15-17] ประเทศเกาหลีใต้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Health Information System: HIS) สำหรับจัดเก็บ จัดการและส่งต่อข้อมูลจำนวนมากที่ช่วยให้สามารถบริหารจัดการข้อมูลได้อย่างมี

ประสิทธิภาพและกลายเป็นตัวอย่างของการดำเนินการของหลายประเทศในทวีปเอเชีย [18]

ประเทศไทยมีความพยายามสร้างระบบข้อมูลสุขภาพกลางและได้ถูกนำไปใช้ในหลายโรงพยาบาล ทั้งภาครัฐและเอกชนเช่นระบบการสืบค้นเวชระเบียนที่เน้นงานเภสัชกรรม [19-21] นอกจากนี้ยังมีระบบสุขภาพที่จัดขึ้นเฉพาะกิจเช่น ระบบที่รองรับสถานการณ์ COVID-19 [22] และระบบที่เก็บสุขภาพแบบ Personal Health Record ที่เน้นการใช้งานกับผู้ป่วยโดยตรง ไม่เน้นการใช้งานของบริบทการแพทย์ [23-24] รวมทั้งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพ [25] อย่างไรก็ตามการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างประเทศที่ยังเป็นไปได้ยากทั้งในส่วนของมาตรฐานการพัฒนาและกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้อง [26]

ขั้นตอนการส่งต่อผู้ป่วยและข้อมูลผู้ป่วยแบบเดิมเริ่มต้นจาก แพทย์เจ้าของไข้พิจารณาแล้วว่าโรงพยาบาลไม่มีความสามารถในการดูแลรักษาผู้ป่วยได้จึงต้องส่งต่อไปยังโรงพยาบาลที่มีความพร้อมมากกว่า แพทย์เจ้าของไข้แจ้งกับผู้ป่วยและเสนอให้ผู้ป่วยได้ส่งต่อไปยังโรงพยาบาลที่พร้อมกว่า หากผู้ป่วยตกลง แพทย์จะกรอกเอกสารการส่งต่อในรูปแบบเอกสารที่กำหนดตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข อาจเป็นการเขียนด้วยลายมือหรือกรอกในระบบดิจิทัลแล้วพิมพ์เป็นกระดาษก็ได้

การส่งต่ออาจมีเอกสารประกอบเพิ่มเติมเช่น ข้อมูลผลการตรวจวัดต่าง ๆ แพทย์เจ้าของไข้จะเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะส่งเอกสารใดบ้าง และเอกสารนี้อาจเป็นรูปแบบไฟล์ในดิจิทัลเก็บไว้ในแผ่น CD หรือเป็นแผ่นฟิล์ม X-ray เป็นต้น เอกสารต่าง ๆ จะให้ผู้ป่วยเป็นผู้นำส่งโรงพยาบาลปลายทางเอง โดยผู้ป่วยเดินทางไปยังโรงพยาบาลปลายทางพร้อมด้วยเอกสารทั้งหมด

การพัฒนาระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยมีการพัฒนาและใช้งานในหลายหน่วยงานเช่น โรงพยาบาลนครพนมมีระบบส่งต่อผู้ป่วย ที่เน้นที่การแจ้งเตือนและประสานงานบุคคล [27] คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีระบบส่งต่อผู้ป่วย เน้นการส่งต่อข้อมูลรังสีวิทยาภายในโรงพยาบาลสังกัดเดียวกัน [28] นอกจากนี้ยังมีความพยายามสร้างระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาลในประเทศ [29] ระบบส่งต่อดังกล่าวมีการนำไปใช้งานแต่มีข้อจำกัดคือเป็นระบบที่มีเฉพาะการส่งต่อข้อมูล

ในเครือข่ายโรงพยาบาลเท่านั้นไม่ได้ออกแบบให้ส่งตัวไปยังโรงพยาบาลนอกเครือข่าย

อย่างไรก็ตามระบบการส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยมีความซับซ้อน มีการเชื่อมต่อของระบบและข้อมูลหลายแบบที่แตกต่างกัน มีความยากในการขอความยินยอมในการใช้ข้อมูลผู้ป่วยและเก็บข้อมูลเป็นส่วนตัว นอกจากนี้ระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่มีอยู่และอยู่ในขั้นการพัฒนานั้นเป็นระบบขอบเขตที่จำกัด เนื่องจากกฎหมายข้อมูลส่วนบุคคลเพิ่งบังคับใช้ไม่นาน การออกแบบระบบต่าง ๆ อาจไม่มีคำนึงถึงความปลอดภัยข้อมูล ความเป็นส่วนตัว และการขอความยินยอมขณะส่งต่อข้อมูลผู้ป่วย

ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาระบบส่งต่อผู้ป่วยที่สามารถส่งข้อมูลผู้ป่วยได้ครบถ้วนโดยมีการขอความยินยอมจากผู้ป่วย และมีการรักษาความปลอดภัยข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วยจึงเป็นสิ่งจำเป็น

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบจำเป็นต้องเข้าใจขั้นตอนและรูปแบบการส่งต่อผู้ป่วยของโรงพยาบาลที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงออกแบบขั้นตอนและโพรโทคอลในการรับส่งข้อมูลผู้ป่วยที่รองรับการทำงานแบบเดิมแต่ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยของข้อมูลที่ดียิ่งขึ้น

3.1 แนวคิดและการออกแบบระบบ

แนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยออนไลน์ระหว่างโรงพยาบาลทั้งในระดับเดียวกันและต่างระดับได้โดยอิงจากมาตรฐานการแพทย์บนคู่มือการปฏิบัติด้านระบบส่งต่อผู้ป่วย [30] ระบบต้องสามารถส่งข้อมูลผู้ป่วยได้ครบถ้วน มีการขอความยินยอมจากผู้ป่วยอย่างถูกต้องตาม พรบ.คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 เน้นความปลอดภัยของข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วยระหว่างการส่งตัวผู้ป่วย

การพัฒนาระบบเป็นการพัฒนารูปแบบ Agile คือมีการออกแบบระบบ พัฒนาระบบ ทดสอบระบบ แก้ไขปัญหาระบบ และปรับปรุงการออกแบบ โดยจะออกแบบระบบและพัฒนาทีละส่วนแล้วให้ผู้เกี่ยวข้องประกอบด้วยแพทย์ และเจ้าหน้าที่ส่งตัวผู้ป่วยให้ความเห็นเกี่ยวกับระบบที่พัฒนา

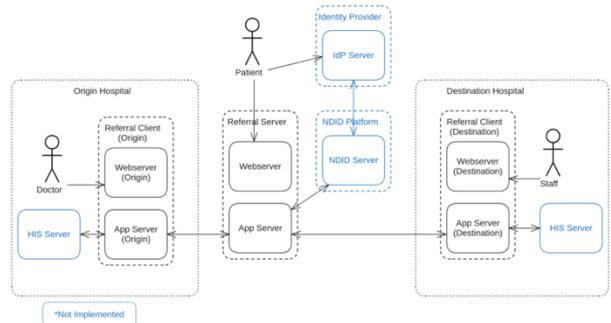
การประเมินผลระบบส่งข้อมูลผู้ป่วยในภาพรวมผ่านการสาธิตการใช้งาน โดยแพทย์ และตัวแทนผู้ป่วยจำนวน 7 คน เป็นผู้ประเมินความเชื่อมั่นด้านความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย

อย่างไรก็ตามความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศและความเป็นส่วนตัวเป็นเรื่องเฉพาะที่ยังต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ จึงได้ขอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศที่เข้าใจ พรบ.คุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562 ช่วยประเมินผลระบบและให้ความเห็นเพิ่มเติม

ระบบส่งต่อผู้ป่วยประกอบด้วย 3 ฝ่ายที่เกี่ยวข้องคือ 1) โรงพยาบาลต้นทาง 2) ส่วนกลาง และ 3) โรงพยาบาลปลายทาง การออกแบบและพัฒนาระบบส่งต่อผู้ป่วยจึงออกแบบการพัฒนา ระบบเป็นลักษณะของ Client-Server โดยพัฒนาระบบส่วนโรงพยาบาลต้นทางและโรงพยาบาลปลายทางเป็นส่วนเดียวกัน ดังนั้นระบบส่งต่อประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Referral Client สำหรับโรงพยาบาลทั้ง 2 ฝ่าย และ Referral Server เป็นระบบของส่วนกลาง

ผู้ใช้งานระบบมี 3 ฝ่ายที่เกี่ยวข้องคือ แพทย์เจ้าของไข้ผู้ป่วย และผู้ดูแลระบบโรงพยาบาลปลายทาง โดยทั้ง 3 ฝ่ายนี้จะใช้งานระบบที่โรงพยาบาลต้นทาง ระบบส่วนกลาง และระบบที่โรงพยาบาลปลายทางเป็นลำดับ การออกแบบภาพรวมนี้จะพัฒนาออกมาเป็นรูปแบบ Block Diagram ดังรูปที่ 1

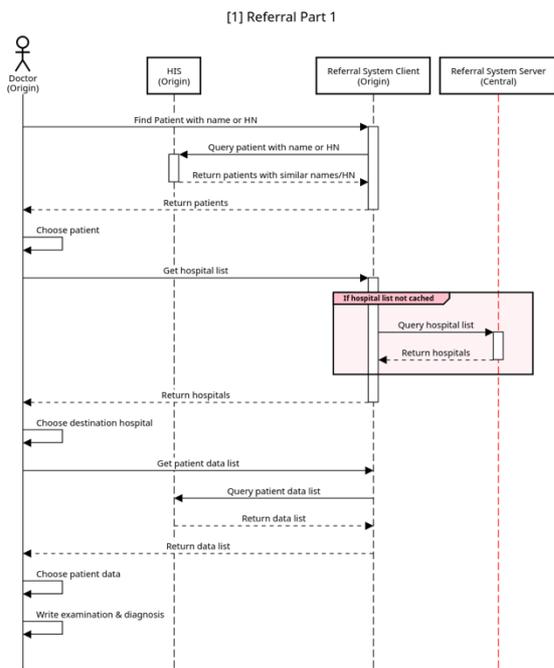
Block Diagram



รูปที่ 1 Block Diagram แสดงภาพรวมของระบบ

การส่งต่อข้อมูลทั้งหมดต้องมีข้อกำหนดการสื่อสารกันทั้งสองฝ่าย จึงออกแบบขั้นตอนการส่งต่อและโพรโทคอลการรับส่งข้อมูลเป็น 5 ส่วน คือ

- ส่วน 1 แพทย์เจ้าของไข้ (Doctor) เลือกข้อมูลการส่งตัวจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (HIS Server) และกำหนดโรงพยาบาลปลายทาง ดังรูปที่ 2
- ส่วนที่ 2 การส่งคำขอส่งตัวไปที่ระบบกลาง (Referral Server) ติดต่อกับผู้ป่วย (Patient) ให้มีการยืนยันตัวตนและแสดงความยินยอม และขอส่งตัวกับโรงพยาบาลปลายทาง (Destination Hospital)
- ส่วนที่ 3 การส่งข้อมูลระหว่างโรงพยาบาล การส่งข้อมูลจากโรงพยาบาลต้นทางไปยังโรงพยาบาลปลายทาง
- ส่วนที่ 4 การลงทะเบียนเข้าร่วมระบบส่งต่อของฝ่ายโรงพยาบาล การสร้างและแจกจ่าย key ของโรงพยาบาลที่เข้าร่วมใหม่
- ส่วนที่ 5 การลงทะเบียนเข้าร่วมระบบส่งต่อของฝ่ายผู้ป่วย การสมัครเข้าร่วมระบบส่งตัวและการยืนยันตัวตน



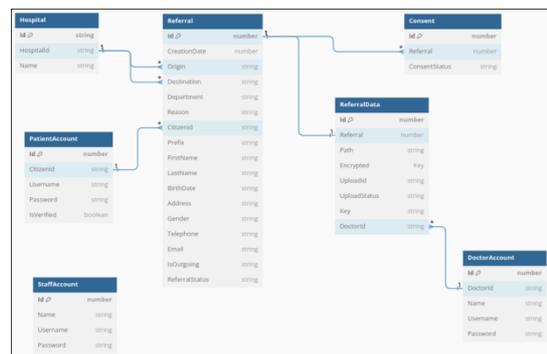
รูปที่ 2 Sequence Diagram ของ Referral ส่วนที่ 1

โดยทั้ง 5 ส่วนนี้เป็นการออกแบบในระดับการส่งข้อมูล 1 packet หรือการประมวลผล 1 ฟังก์ชัน การออกแบบการส่งต่อจะคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูล การรองรับการประมวลผลผิดพลาด ความโปร่งใสและความเชื่อมั่นของแต่ละฝ่าย ดังนั้นการออกแบบระบบเป็น Sequence Diagram ของการทำงานระบบในระดับสูง (high level view)

การออกแบบ API การรับส่งข้อมูลว่าแต่ละฝ่ายรับข้อมูลแบบใดและตอบกลับอย่างไร โดยเน้นความครบถ้วนของระบบว่าสามารถทำตามทุกขั้นตอนของระบบส่งต่อใน Sequence Diagram ที่ออกแบบมาแล้วและเพิ่มกรณีการเกิดข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล การออกแบบ API จะอยู่ในรูปแบบ API Document

ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการออกแบบ Data Model เพื่อกำหนดรูปแบบการเก็บข้อมูลในระบบของทั้ง 3 ฝ่ายโดยคำนึงถึงความสามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน และการเก็บข้อมูลให้ไม่ซ้ำกันในแต่ละช่อง ในการออกแบบ Data Model ใช้รูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) และมีการสร้าง unique key ให้สำหรับทุกตาราง มีการเก็บขั้นตอนการส่งต่อเป็นสถานะใน Data Model รูปแบบ Data Model ที่เป็นผลลัพธ์ของการดำเนินงานนี้คือ Entity Relational Diagram ดังรูปที่ 3 โดยที่

- Entity Hospital แทนโรงพยาบาล มี HospitalId เป็นรหัสโรงพยาบาล
- Entity Referral แทนใบส่งตัว มี attribute Origin และ Destination ในการอ้างอิงโรงพยาบาลต้นทางและปลายทาง
- Entity ReferralData แทนข้อมูลการรักษาของผู้ป่วย และสถานะการส่งข้อมูล
- Entity Patient แทนผู้ป่วยเจ้าของข้อมูล
- Entity Doctor แทนแพทย์เจ้าของไข้
- Entity Consent แทนใบขอความยินยอม มี consent status แสดงถึงคำตอบรับการขอความยินยอม
- Entity StaffAccount แทนผู้รับเรื่องส่งตัวฝ่ายโรงพยาบาลปลายทาง



รูปที่ 3 ER Diagram ของระบบส่งต่อผู้ป่วยออนไลน์

3.2 การออกแบบและพัฒนาความมั่นคงปลอดภัย

ในส่วนของการรักษาความมั่นคงปลอดภัยข้อมูลของผู้ป่วยในขั้นตอนการส่งต่อข้อมูลมีการดำเนินการในหลายระดับตั้งแต่ความมั่นคงปลอดภัยของระบบ การควบคุมการเข้าถึง การเข้ารหัสข้อมูล และการตรวจสอบข้อมูลโดยใช้ผลรวมตรวจสอบหรือเช็คซัม (checksum) การดำเนินการมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การออกแบบความมั่นคงปลอดภัยระดับเครือข่าย

การออกแบบและพัฒนาความมั่นคงปลอดภัยระดับเครือข่าย (Network-level security) เป็นการใช้อยู่ HTTP over mTLS (Mutual TLS) ทุกการสื่อสารระหว่างแต่ละฝ่ายของระบบมีการใช้ใบรับรองดิจิทัล (Digital Certificate) ในกระบวนการส่งต่อ ใบรับรองดิจิทัล ใช้ Algorithm RSA-4096 และมีใบรับรองดิจิทัลของแต่ละฝ่ายทั้ง client และ server แยกกันโดยมีการลงนามดิจิทัลด้วยใบรับรองดิจิทัล

การยืนยันตัวตนในส่วนของ Client ยืนยันตัวตนด้วย Certificate Serial Number ในขณะที่ส่วนของ Server ยืนยันตัวตนด้วย CA-signed Certificate และ Static IP และ Client มีการเช็ค IP กับ field Subject Alternative Name บน Certificate โดยที่ Client ใช้ dynamic port ส่วน server ใช้ port เดียวคือ 443

3.2.2 ความมั่นคงปลอดภัยระดับผู้ใช้งาน

การออกแบบความมั่นคงปลอดภัยระดับผู้ใช้งานกำหนดให้มีการระบุตัวตนผู้ใช้งานด้วยการทำ e-KYC ด้วย NDID และต้องเข้าสู่ระบบด้วยบัญชีรายชื่อที่กำหนดและรหัสผ่าน มีการเก็บ Session Token ไว้เป็น Server-side Cookie และการทำ Hash Password ด้วย Algorithm Argon2id โดยกำหนดให้ m=19456 t=2 และ p=2 [31]

3.2.3 ความมั่นคงปลอดภัยระดับข้อมูล

การดำเนินการในส่วนของคุณสมบัติตามข้อกำหนด Payload key ให้เป็น AES-256 key และทำ End-to-End Encryption (E2EE) ด้วย Payload key โดย Payload key ส่งไปที่ปลายทางด้วยการเข้ารหัสด้วย Private key ของฝ่ายต้นทาง และ Public key ของฝ่ายปลายทาง ทั้งนี้ทั้ง Payload key และ Payload นั้น ฝ่ายส่วนกลางจะไม่สามารถเปิดดูได้โดยที่ Payload Key มี lifespan จำกัดเป็น 1 key ต่อ 1 referral

นอกจากนี้ยังมีการแบ่งข้อมูล โดยข้อมูลที่แบ่งแต่ละ chunk ใช้ payload key ตัวเดียวกันแบบมี nonce และมีการทำเช็คซัมทั้งแบบ chunk-level และ file-level เพื่อตรวจสอบความถูกต้องระหว่างการส่งและความครบถ้วนของข้อมูลในการรวบรวมไฟล์ที่ปลายทาง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

เมื่อการพัฒนาะบบมีคุณสมบัติตามที่กำหนดและทดสอบการทำงานตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในส่วนของเทคนิคโดยผู้พัฒนาระบบพบว่าระบบสามารถทำงานตามที่ออกแบบได้อย่างถูกต้องทั้งหมด

ระบบส่งต่อผู้ป่วยออนไลน์ได้มีการทดสอบการใช้งานจริงโดยจำลองการติดตั้งเป็นโปรแกรมระบบส่งต่อผู้ป่วยสำหรับทั้งโรงพยาบาลต้นทางและโรงพยาบาลปลายทาง โดยโรงพยาบาลต้นทางสามารถบันทึกข้อมูลผู้ป่วย คือ ข้อมูลส่วนตัวผู้ป่วย (Patient) โรงพยาบาลปลายทาง (Destination) แผนกที่จะส่งตัว (Department) ข้อมูลการส่งตัวและประวัติการรักษา (Reason for Referral, Medical History, Examination & Diagnosis) และ ข้อมูลติจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Additional Referral Documents) ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 ข้อมูลในระบบ referral ของโรงพยาบาลต้นทาง

ส่วนระบบของโรงพยาบาลปลายทางจะปรากฏรายการข้อมูลผู้ป่วย ที่ได้รับการส่งต่อผู้ป่วยคือ โรงพยาบาลต้นทาง

(Origin) ชื่อผู้ป่วย (Patient) สาเหตุการส่งตัว (Reason) และแผนกที่จะส่งตัว (Department) ดังแสดงดังรูปที่ 5

Create New Referral							
Refer-Out							
ID	Patient	Origin	Destination	Created	Reason	Status	Actions
2	Mr. Timmy68 Lakin515	First Government Hospital	Second Private Hospital	21/01/1976, 11:07:17	Evaluation and management of persistent chest pain and palpitations. The patient has reported ongoing symptoms for the past three months, unresponsive to initial medical therapy.	Awaiting Patient Consent	...
1	Mrs. Adelle43 Doolley940	First Government Hospital	Second Private Hospital	21/01/1976, 11:02:17		Awaiting Patient Consent	...
Refer-In							
ID	Patient	Origin	Destination	Created	Reason	Status	Actions
No Referrals Found							

รูปที่ 5 ข้อมูลในระบบ referral ของโรงพยาบาลปลายทาง

การทดสอบการใช้งานระบบตั้งแต่เริ่มกระบวนการส่งต่อข้อมูลถึงจบกระบวนการส่งต่อว่าสามารถดำเนินการได้อย่างครบถ้วนและถูกต้องตามวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ 1) การมีส่วนร่วมในกระบวนการส่งต่อ 2) ประสิทธิภาพการส่งต่อข้อมูล และ 3) การประเมินความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว

4.1 การมีส่วนร่วมในกระบวนการส่งต่อ

ต้นแบบระบบส่งต่อผู้ป่วยออนไลน์มีคุณสมบัติการมีส่วนร่วมในกระบวนการส่งต่อผู้ป่วย คือ ผู้ป่วยสามารถตรวจสอบข้อมูลและสถานะการส่งต่อได้ว่าอยู่ในขั้นตอนใดได้ เช่น โรงพยาบาลต้นทาง และโรงพยาบาลปลายทางและเหตุผลการส่งต่อ นอกจากนี้ การขอส่งต่อผู้ป่วยมีการขอความยินยอมจากแบบฟอร์มออนไลน์ เพื่อให้ผู้ป่วยรับทราบและแสดงความยินยอมต่อการส่งต่อดังแสดงในรูปที่ 6

Consent

I, Galen747 Greenholt190 acknowledge the terms set out in this document in relation to my Personal Data:

- That I give permission to **Ministry of Public Health** to transfer or process personal health data in accordance with the Personal Data Protection Act (PDPA). By signing this consent form, I acknowledge that these terms apply to my personal health data.
- That I give permission to **Second Private Hospital** to collect, use, disclose or otherwise process said personal data in accordance with the Personal Data Protection Act (PDPA). By signing this consent form, I acknowledge that these terms apply to all my personal health data.

I agree to the terms and conditions

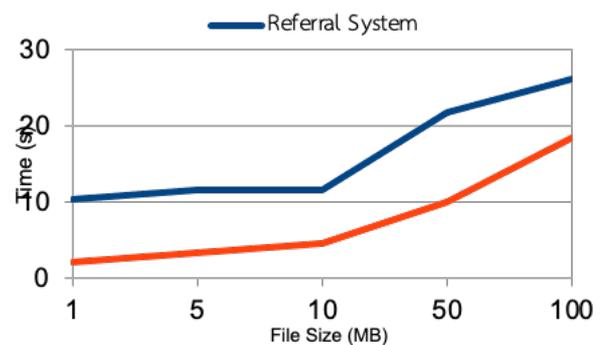
รูปที่ 6 ฟอร์มขอความยินยอมในการส่งต่อ

การประเมินในส่วนนี้ดำเนินการโดยการสาธิตระบบให้แพทย์และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ตั้งแต่การสร้างใบส่งตัวและจำลองการเข้าสู่ระบบการสร้างใบส่งตัวและแสดงความยินยอมของทุกฝ่าย และการรับข้อมูลผู้ป่วย เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบมีคุณสมบัติตามที่ออกแบบรองรับและเพิ่มการมีส่วนร่วมในกระบวนการส่งต่อที่รองรับ พรบ. การคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ.2562

4.2 ประสิทธิภาพการส่งต่อข้อมูล

ประสิทธิภาพการส่งต่อข้อมูลของระบบ ประเมินจากการทดสอบความเร็วในการส่งต่อข้อมูลผู้ป่วย โดยการสร้างไฟล์ขนาด 1 ถึง 100 MB และเปรียบเทียบความเร็วในการรับส่งไฟล์ระหว่างเครื่องทดสอบ 2 เครื่อง ตั้งแต่เริ่มกระบวนการส่งข้อมูลไปจนถึงการได้รับการตอบสนองที่ปลายทาง ระหว่างระบบส่งตัวที่พัฒนากับ โปรแกรม Secure Copy (SCP) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลในรูปแบบของไฟล์หรือโฟลเดอร์ ภายในและระหว่างเครือข่ายโดยมีการบีบอัดข้อมูลและรักษาความปลอดภัยด้วย โพรโทคอล Secure Shell [30]

ผลการทดสอบพบว่าความเร็วในการส่งข้อมูลของระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่พัฒนาใช้เวลาการรับส่งข้อมูลมากกว่า Secure Copy (SCP) ประมาณ 5-10 วินาที ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบความเร็วการส่งข้อมูลระหว่างระบบที่พัฒนากับ SCP

การส่งข้อมูลผ่านระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยออนไลน์ที่ให้ผู้ป่วยมีส่วนร่วมช้ากว่าเนื่องจากมีขั้นตอนการตรวจสอบและข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทำให้ขนาดข้อมูลที่ส่งมีขนาดใหญ่กว่า อย่างไรก็ตามตามความเร็วในการส่งข้อมูลของระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยออนไลน์ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับ

ได้ ดังที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า “การส่งข้อมูลผู้ป่วยที่ดูเหมือนจะซ้ำไปบ้าง ไม่ใช่ปัญหาอะไร การส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่ไม่มีปัญหาสำคัญยิ่งกว่ามาก”

4.3 การประเมินความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว

การพัฒนากระบวนการส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยที่เน้นการมีส่วนร่วมและเพิ่มความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในรูปแบบของระบบ Client-Server นั้นเป็นไปตามการออกแบบตามคำแนะนำของแพทย์และผู้เกี่ยวข้อง

ระบบส่งข้อมูลผู้ป่วยเป็นระบบเฉพาะที่ใช้ภายในหน่วยงานทางการแพทย์เท่านั้น ดังนั้นการประเมินการบรรลุเป้าหมายของระบบจึงใช้การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องดังนี้ 1) แพทย์จำนวน 1 คน 2) บุคคลทั่วไปที่แสดงความคิดเห็นในฐานะตัวแทนผู้ป่วยหรือญาติผู้ป่วย จำนวน 7 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศและมีความรู้ด้าน PDPA จำนวน 1 คน

การประเมินในส่วนของแพทย์ พบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตรงตามความต้องการทุกประการ ดังที่แพทย์ผู้ประเมินให้ความเห็นว่า “การส่งตัวแบบออนไลน์เป็นเรื่องใหม่ระบบที่เสนอนี้เป็นประโยชน์ในการให้ความมั่นใจว่ารับข้อมูลที่แท้จริงและถูกต้อง 100% และช่วยลดค่าใช้จ่ายให้โรงพยาบาลขนาดเล็กสามารถใช้งานได้”

ในส่วนของบุคคลทั่วไปที่แสดงความคิดเห็นในส่วนของตัวเองแทนผู้ป่วยและญาติผู้ป่วยจำนวน 7 คนพบว่ามีความมั่นใจในความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในภาพรวมอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 3.86/5 ซึ่งอยู่ในระดับดี จากระดับความมั่นใจในความมั่นคงปลอดภัยข้อมูลและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วยมีค่าไม่สูงมากนัก จึงได้สัมภาษณ์ตัวแทนผู้ใช้งานเพิ่มเติม โดยได้รับความคิดเห็น ตัวแทนผู้ป่วยให้ความเห็นว่า “ระบบยังใช้รูปแบบการเข้าถึงผ่านบัญชีและรหัสผ่านเท่านั้น ควรมีการป้องกันหลายชั้น เช่น OTP หรือ MFA แต่สิ่งที่ทำนั้น ดีกว่าเดิมมาก แต่ยังไม่ดีที่สุดในที่สุด จึงให้คะแนนอยู่เพียงระดับที่ 3 เท่านั้น”

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างประเมินที่มีจำนวนน้อยและคะแนนประเมินอยู่ในระดับดีเท่านั้น เพื่อสร้างความเชื่อมั่นจึง

ขอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความมั่นคงปลอดภัยด้านสารสนเทศที่มีความรู้เกี่ยวกับ PDPA ให้ความเห็นเพิ่มเติม โดยอธิบายเกี่ยวกับการรายละเอียดของระบบส่งต่อผู้ป่วยและตัวอย่างการดำเนินการผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นไว้ดังนี้ “ระบบต้นแบบที่พัฒนานั้นมีการเพิ่มส่วนของการขอความยินยอมจากผู้ป่วยที่เป็นเจ้าของข้อมูลตามมาตรา ที่ 19 และ 24 รวมทั้งมีการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อสร้างความเชื่อมั่นทางด้านความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวตามหลักที่เรียกว่า security and privacy by design นับว่าเป็นระบบต้นแบบที่ดี ที่ช่วยให้หน่วยงานด้านการแพทย์และผู้ป่วยมีความเชื่อมั่นในการส่งต่อข้อมูลอ่อนไหวมากยิ่งขึ้น” นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ความเห็นเพิ่มเติมว่า “ไม่ใช่เรื่องแปลกที่คะแนนความมั่นใจทั้งด้านความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวไม่สูง เพราะคนส่วนใหญ่เริ่มเข้าใจว่าไม่มีระบบอะไรปลอดภัย 100 เปอร์เซ็นต์ และยังจะไม่มั่นใจจนกว่าจะผ่านการใช้งานในช่วงเวลาที่เหมาะสม”

จากการประเมินทั้งในส่วนของแพทย์ ตัวแทนผู้ป่วยและผู้เชี่ยวชาญด้านความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ เห็นได้ว่าระบบส่งข้อมูลผู้ป่วยเป็นที่ยอมรับและเชื่อมั่นว่าระบบดังกล่าวสามารถส่งต่อข้อมูลที่มีความมั่นคงปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวในระดับที่ดี สามารถนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาปรับปรุงต่อยอดเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานจริงได้

5. สรุป

ต้นแบบระบบส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยออนไลน์ที่ออกแบบและพัฒนาตามหลักการ security and privacy by design โดยรองรับการเข้ารหัสข้อมูลแบบ End-to-End เพื่อให้มั่นใจในความมั่นคงปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลส่วนบุคคลและมีการขอความยินยอมจากเจ้าของข้อมูลก่อนการเข้าถึงข้อมูลตามข้อกำหนดของ PDPA ระบบสามารถทำงานได้ครบถ้วน ถูกต้องตามที่กำหนด ตรงกับความต้องการของบุคลากรทางการแพทย์และผู้เกี่ยวข้อง รองรับปฏิบัติตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 ระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงพยาบาลในขนาดเล็กที่มีงบประมาณไม่มากในการลงทุนระบบสารสนเทศสำหรับส่งต่อข้อมูลผู้ป่วยได้

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การออกแบบระบบส่งต่อมักมีผู้ใช้จำนวนมากเพราะต้องส่งต่อระหว่างสถาบัน ระบบต้นแบบระบบส่งต่อเป็นเพียงต้นแบบ ยังมีแนวทางให้ต่อยอดได้หลายแนว เช่นการนำไปใช้งานกับระบบจริงที่มีรูปแบบการเก็บข้อมูลที่ไม่เหมือนกันในแต่ละโรงพยาบาล ข้อมูลที่ใช้ทดสอบในโครงการนี้เป็นข้อมูลชุดจำลองในรูปแบบ FHIR ซึ่งมีรูปแบบเดียวกันทั้งโรงพยาบาลต้นทางและปลายทาง ในความเป็นจริงโรงพยาบาลแต่ละแห่งมีรูปแบบข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน จะทำให้การส่งข้อมูลระหว่างโรงพยาบาลมีความซับซ้อนมากขึ้น อาจสามารถกำหนด subset ของ FHIR Standard เป็นมาตรฐานกลางและสร้าง mapping layer เพื่อแปลงข้อมูลในรูปแบบที่แตกต่างกันของ HIS เป็นรูปแบบเดียวกัน รวมทั้งการแสดงชุดข้อมูลให้กับแพทย์ก็ยังคงเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขเพิ่มเติม เนื่องจากข้อมูลทางการแพทย์มีความซับซ้อนมาก รวมทั้งการเสริมการรักษาความมั่นคงปลอดภัยเพิ่มเติมเช่นการตรวจสอบตัวตนในการเข้าถึงที่ปลอดภัยมากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากแพทย์ เจ้าหน้าที่ส่งต่อผู้ป่วยจากโรงพยาบาลของรัฐ ที่ปรึกษาด้านความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศและ PDPA จากบริษัทที่ปรึกษาและฝึกอบรมด้าน PDPA และทุกท่านที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะระหว่างการพัฒนาาระบบต้นแบบ ตลอดจนช่วยประเมินผลในช่วงของการทดสอบระบบ

8. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (9 ตุลาคม 2566). พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล 2562. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/A/069/T_0052.PDF

[2] V. Aumpanseang, K. Suthiwartnarueput, and P. Pornchaiwiseskul, “Determinants Affecting the Health Information Sharing Management and

Practice for Patient Referral in Thailand: The Perceptions of Patients and Healthcare Professionals,” *Perspect Health Inf Manag*, Vol. 19 (4), pp. 1-16, 2022.

[3] ปราณอม สงวนพันธุ์, “กระบวนการรับ-ส่งต่อผู้ป่วยระหว่างโรงพยาบาล: ระบบรับ-ส่งผู้ป่วย,” *วารสารหัวหน้าสุขใจไกลกังวล*, ปีที่ 4 (ฉบับที่ 1), หน้า 1-12, 2562.

[4] กองบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. (9 ตุลาคม 2566). *คู่มือแนวทางการพัฒนาระบบรับส่งต่อผู้ป่วย*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://region5.moph.go.th/dl/650325_compressed.pdf

[5] แสงว บัญเฉลิมวิภาส. *กฎหมายและข้อควรระวังของแพทย์พยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : วิญญูชน, 2565.*

[6] S. Sathirareungchai, “การรักษาความลับของผู้ป่วย (Confidentiality),” *Siriraj Medical Bulletin*, Vol. 6, pp. 76–81, 2013.

[7] HL7. (10 October 2023). *FHIR*. [Online] Available : <https://www.hl7.org/fhir>

[8] M. Ayaz, M. F. Pasha, M. Y. Alzahrani, R. Budiarto, and D. Stiawan, “The Fast Health Interoperability Resources (FHIR) Standard: Systematic Literature Review of Implementations, Applications, Challenges and Opportunities,” *JMIR Med Inform*, Vol. 9 (7), pp. 1-21, 2021. doi: 10.2196/21929

[9] P. Zhang, J. White, D. C. Schmidt, G. Lenz, and S. T. Rosenbloom, “FHIRChain: Applying Blockchain to Securely and Scalably Share Clinical Data,” *Computational and Structural Biotechnology Journal*, Vol. 16, pp. 267–278, 2018. doi: 10.1016/j.csbj.2018.07.004

[10] SIL-TH. (10 ตุลาคม 2566). (Draft) *MoPH Primary Care (MoPH-PC-1) - FHIR Implementation Guide*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://fhir-ig.sil-th.org/archive/mophpc1/index.html>

- [11] E. Soini, T. Hallinen, and J. Martikainen, “RWD63 Comparison of Certified Secure Processing Environments (SPE) – Novel Platforms for Collection, Augmentation, Structuring, Transfer, Management, Analysis, Sharing, Reporting, and Storage of Sensitive Data?,” *Value in Health*, Vol. 25 (12), Supplement, p. S460, 2022. doi: 10.1016/j.jval.2022.09.2288
- [12] S. K. Das and M. Z. Rahman, “A secured compression technique based on encoding for sharing electronic patient data in slow-speed networks,” *Heliyon*, Vol. 8 (10), pp. 1-11, 2022. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e10788
- [13] M. Hanoune and M. E. Guy Lysmos, “Data Compression mechanisms in an intelligent E-Health gateway for medical monitoring applications,” *Procedia Computer Science*, Vol. 175, pp. 578–584, 2020. doi: 10.1016/j.procs.2020.07.083
- [14] Y. S. Bae et al., “Development of Blockchain-Based Health Information Exchange Platform Using HL7 FHIR Standards: Usability Test,” *IEEE Access*, Vol. 10, pp. 79264–79271, 2022. doi: 10.1109/ACCESS.2022.3194159
- [15] C. De Pietro and I. Francetic, “E-health in Switzerland: The laborious adoption of the federal law on electronic health records (EHR) and health information exchange (HIE) networks,” *Health Policy*, Vol. 122 (2), pp. 69–74, 2018. doi: 10.1016/j.healthpol.2017.11.005
- [16] J. Lee, Y.-T. Park, Y. R. Park, and J.-H. Lee, “Review of National-Level Personal Health Records in Advanced Countries,” *Health Inform Res*, Vol. 27 (2), pp. 102–109, 2021. doi: 10.4258/hir.2021.27.2.102
- [17] P. Esmailzadeh, “Identification of barriers affecting the use of health information exchange (HIE) in clinicians’ practices: An empirical study in the United States,” *Technology in Society*, Vol. 70, p. 102007, 2022. doi: 10.1016/j.techsoc.2022.102007
- [18] M. Lee et al., “Developing a common health information exchange platform to implement a nationwide health information network in South Korea,” *Health Inform Res*, Vol. 21 (1), pp. 21–29, 2015. doi: 10.4258/hir.2015.21.1.21
- [19] P. Taechoyotin et al. “Health Link: Scalable Health Information Exchange Platform in Thailand”. *International Conference on Big Data Analytics and Practices (IBDAP). 26-27 August. Bangkok, Thailand* : pp. 101–106, 2021. doi: 10.1109/IBDAP52511.2021.9552033
- [20] BIG DATA INSTITUTE. (3 สิงหาคม 2566). *Hospital Partner - Health Link*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://www.healthlink.go.th/hospitalpartner>
- [21] ดุรงค์ฤทธิ์ ตรีภาค. *การพัฒนาส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์กับระบบสารสนเทศโรงพยาบาลเพื่อการสืบค้นเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ในงานบริการเภสัชกรรม. เภสัชศาสตร์มหาบัณฑิต. วิชาสารสนเทศศาสตร์ทางสุขภาพ. มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2018.*
- [22] มานิตา พรรณวดี, สุภโชค เวชภัณฑ์เภสัช และเดือนเพ็ญ โยเฮียง. (24 สิงหาคม 2566). *การพัฒนาระบบระเบียบสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ส่วนบุคคล (Personal Health Record: PHR) เชื่อมต่อโปรแกรมการจัดการข้อมูลวัคซีนโควิด-19 ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 9*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5830>
- [23] กระทรวงสาธารณสุข. (10 ตุลาคม 2566). *Health for You (H4U)*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://h4u.moph.go.th/#/portal/home>

- [24] กระทรวงสาธารณสุข. (10 ตุลาคม 2566). *หมอพร้อม*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://mohprompt.moph.go.th>
- [25] HealthTAG Co., Ltd. (10 October 2023). *Health Data Exchange Platform*. [Online] Available: <https://healthtag.io>
- [26] B. Haarbrandt et al., “HiGHmed - An Open Platform Approach to Enhance Care and Research across Institutional Boundaries,” *Methods Inf Med*, Vol. 57 (1), pp. e66–e81, 2018. doi: 10.3414/ME18-02-0002
- [27] ทิพย์วิภา สังข์อินทร, ภาณุ อดดกลิ่น และ นุชนารถ ศรีนาค, “การพัฒนาระบบส่งต่อผู้ป่วยฉุกเฉินแบบครบวงจร โรงพยาบาลนครพนม,” *วารสารโรงพยาบาลนครพนม*, ปีที่ 8 (ฉบับที่ 2), หน้า 94-104, 2564.
- [28] ปรีวิฒ อิมอุระ ศนิ บุญญกุล และ ภัคพล ถนัดช่างแสง, “การพัฒนาระบบส่งต่อผู้ป่วยและการปรึกษาเคสออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับแผนกรังสีวิทยา : กรณีศึกษาภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,” *Rangsit Graduate Research Conference: RGRC*, ปีที่ 17, หน้า 190–198, 2565.
- [29] มูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ. (30 กันยายน 2566). *ระบบข้อมูลและระบบส่งต่อข้อมูล (E-referral) 1*. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : <https://thainhf.org/en/work>
- [30] คณะทำงานจัดทำคู่มือปฏิบัติงานระบบการส่งต่อผู้ป่วย. *คู่มือการปฏิบัติงานระบบส่งต่อผู้ป่วย*. 2564.
- [31] OWASP. (20 July 2025). *Password Storage - OWASP Cheat Sheet Series*. [Online] Available : https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Password_Storage_Cheat_Sheet.html