การวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุและแนวทางการยกระดับสู่ระบบสุขภาพดิจิทัล

Technological Gap Analysis of a Health Data Recording System for Older Adults and Enhancement Guidelines toward Digital Health Systems

สุภัทรา สุวรรณหงษ์

คณะเทคโนโลยีดิจิทัล, มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์, susuwa@rpu.ac.th

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรสู่สังคมผู้สูงอายุส่งผลให้เกิดความท้าทายด้านการจัดการข้อมูลสุขภาพและการติดตามโรคเรื้อรังอย่างต่อเนื่อง บทความวิชาการฉบับนี้จึงมุ่งวิเคราะห์ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี เพื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของแอปพลิเคชันสุขภาพร่วมสมัย และระบุช่องว่างเชิงเทคโนโลยีในด้านสถาปัตยกรรมระบบ ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล การกำกับดูแลข้อมูล และศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งการพัฒนาระบบดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาโดยใช้กระบวนการพัฒนาตามวงจรการพัฒนาระบบ และมีประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และกลุ่มผู้ใช้งาน จำนวน 399 คน ผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61) สะท้อนถึงความเหมาะสมของระบบในบริบทการใช้งานของผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในบริบทของเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย พบว่าแนวโน้มการพัฒนาแอปพลิเคชันสุขภาพได้เปลี่ยนผ่านสู่ระบบแพลตฟอร์มแบบบูรณาการที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ทางการแพทย์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รองรับการประมวลผลข้อมูลบนระบบคลาวด์ และใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก จากผลการวิเคราะห์ครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า แม้ระบบเดิมมีจุดแข็งด้านความเหมาะสมต่อผู้ใช้งานและสามารถสนับสนุนการบันทึกข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลตามมาตรฐานสากล การบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่ง และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง บทความจึงเสนอแนวทางการยกระดับระบบจากแอปพลิเคชันแบบสแตนด์อโลนไปสู่แพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลที่สามารถเชื่อมต่อและขยายผลได้ในอนาคต การศึกษาครั้งนี้มีนัยสำคัญเชิงวิชาการในการเชื่อมโยงงานพัฒนาเชิงประยุกต์กับการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีอย่างเป็นระบบ และมีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติในการกำหนดทิศทางพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุให้สอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพในระดับสากล

คำหลัก: ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพ ผู้สูงอายุ การวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยี เทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล

Abstract

The transition toward an aging society has introduced significant challenges in health data management and the continuous monitoring of chronic diseases. This academic article aims to analyze a mobile-based health data recording system for older adults, developed on the Android platform, using a technological analysis framework. The analysis is conducted to compare the system’s characteristics with those of contemporary health applications and to identify technological gaps in terms of system architecture, data interoperability, data governance, and analytical capabilities. The system was originally developed following the System Development Life Cycle (SDLC) methodology. The study involved three experts and 399 users as participants. The evaluation results indicated a high level of user satisfaction (mean = 4.32, standard deviation = 0.61), reflecting the system’s appropriateness for use among older adults. However, within the context of contemporary digital health technologies, health applications have evolved toward integrated platform-based systems capable of connecting medical devices via internet networks, supporting cloud-based data processing, and utilizing artificial intelligence for advanced data analytics. The findings from this analysis reveal that, although the existing system demonstrates strengths in usability and effectively supports personal health data recording, it remains limited in terms of interoperability with international standards, multi-source data integration, and the application of advanced analytics technologies.

Therefore, this article proposes strategic directions for transforming the system from a standalone application into an interoperable and scalable digital health platform. This study contributes academically by bridging applied system development with systematic technological analysis and contributes practically by providing a development roadmap for digital health systems tailored to older adults in alignment with global health technology trends.

Keywords: health data recording system, older adults, technological gap analysis, digital health technology

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรสู่สังคมผู้สูงอายุเป็นปรากฏการณ์สำคัญที่เกิดขึ้นทั่วโลก โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2023) รายงานว่าประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจะส่งผลกระทบต่อระบบบริการสุขภาพในระยะยาว โดยเฉพาะในประเด็นการดูแลโรคเรื้อรังและการจัดการข้อมูลสุขภาพของผู้สูงอายุ กลุ่มประชากรดังกล่าวมักมีภาวะโรคเรื้อรังหลายชนิดร่วมกัน (multimorbidity) และจำเป็นต้องมีการติดตามข้อมูลสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ เช่น ค่าความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด และข้อมูลการใช้ยา อย่างไรก็ตาม การจัดเก็บข้อมูลสุขภาพในรูปแบบเอกสารหรือการจดบันทึกแบบดั้งเดิมอาจก่อให้เกิดปัญหาความไม่ต่อเนื่องของข้อมูล การสูญหายของเอกสาร และข้อจำกัดในการนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจทางคลินิก

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) และ Mobile Health (mHealth) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการดูแลสุขภาพด้วยตนเองและการบริหารจัดการข้อมูลสุขภาพ งานวิจัยเชิงทบทวนอย่างเป็นระบบชี้ให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสุขภาพสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโรคเรื้อรัง ส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสม และสนับสนุนการติดตามอาการอย่างต่อเนื่อง (Triantafyllidis et al., 2022; Keesara et al., 2020) นอกจากนี้ แนวโน้มของเทคโนโลยีสุขภาพร่วมสมัยยังมุ่งสู่การบูรณาการอุปกรณ์ Internet of Medical Things (IoMT) อุปกรณ์สวมใส่ (wearable devices) ระบบคลาวด์ และการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เพื่อพัฒนาระบบสุขภาพแบบเรียลไทม์และเชิงคาดการณ์ (Wang et al., 2022; WHO, 2023; Jiang et al., 2021; Islam et al., 2020) การเปลี่ยนผ่านดังกล่าวสะท้อนถึงการยกระดับจากระบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานไปสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านสุขภาพ (health decision-support systems) ที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก

ในบริบทของการออกแบบเทคโนโลยีสำหรับผู้สูงอายุ การพัฒนาแอปพลิเคชันจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านสมรรถภาพร่างกายและทักษะดิจิทัลของผู้ใช้งาน หลักการออกแบบที่เป็นมิตรต่อผู้สูงอายุ (age-friendly design) และแนวคิดการเข้าถึงอย่างทั่วถึง (universal design) จึงมีบทบาทสำคัญ งานวิจัยระบุว่าการออกแบบอินเทอร์เฟซที่เรียบง่าย ตัวอักษรขนาดใหญ่ สีที่มีความคมชัดเหมาะสม และลดขั้นตอนการใช้งานที่ซับซ้อน มีผลต่อการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีในกลุ่มผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญ (Marston et al., 2021; Seifert et al., 2020) จากการดำเนินงานวิจัยก่อนหน้า ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุบนอุปกรณ์สมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้กระบวนการพัฒนาตามรูปแบบวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ผลการประเมินพบว่าระบบมีความเหมาะสมและได้รับความพึงพอใจใน ระดับมาก (สุภัทรา สุวรรณหงษ์, 2565) สะท้อนถึงความสามารถของระบบในการสนับสนุนการบันทึกข้อมูลสุขภาพพื้นฐานและการจัดการนัดหมายทางการแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทผู้สูงอายุ เมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มของแอป

พลิเคชันสุขภาพร่วมสมัยในระดับสากล พบว่าระบบสุขภาพดิจิทัลปัจจุบันได้พัฒนาไปสู่รูปแบบแพลตฟอร์มแบบบูรณาการที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลจากหลายแหล่ง และสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคาดการณ์เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Wang et al., 2022) ขณะที่ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้นยังคงมีลักษณะเป็นแอปพลิเคชันแบบสแตนด์อโลน ซึ่งอาศัยการป้อนข้อมูลด้วยตนเองเป็นหลัก และยังไม่ได้บูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูงดังกล่าว

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยด้านแอปพลิเคชันสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจำนวนมากมุ่งเน้นการประเมินความพึงพอใจหรือปัจจัยการยอมรับการใช้งาน ขณะที่งานด้านเทคโนโลยีสุขภาพร่วมสมัยมุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเชิงเทคโนโลยีในภาพรวม แต่ยังขาดการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบอย่างเป็นระบบระหว่าง ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพที่ออกแบบเฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ กับกรอบเทคโนโลยีของแอปพลิเคชันสุขภาพร่วมสมัย ช่องว่างดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี (technological gap analysis) เพื่อยกระดับระบบให้สอดคล้องกับแนวโน้ม Digital Health ในปัจจุบัน

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบระบบดังกล่าวกับแนวโน้มและมาตรฐานของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย และเพื่อเสนอแนวทางการยกระดับระบบสู่ระบบสุขภาพดิจิทัล โดยทำการวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของระบบแอปพลิเคชันสุขภาพร่วมสมัย ทั้งในด้านสถาปัตยกรรมระบบ ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล และศักยภาพในการประมวลผลข้อมูลเชิงวิเคราะห์ เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาระบบในระยะต่อไปอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับมาตรฐานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลในระดับสากล

การทบทวนวรรณกรรม

แนวโน้มเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลในบริบทสังคมผู้สูงอายุ

การพัฒนาเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัล (Digital Health) ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในบริบทของสังคมผู้สูงอายุซึ่งมีความต้องการระบบติดตามสุขภาพอย่างต่อเนื่องและแม่นยำ องค์การอนามัยโลก (WHO, 2023) ระบุว่า Digital Health เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับคุณภาพบริการสุขภาพ ลดความเหลื่อมล้ำ และสนับสนุนการดูแลระยะยาว (long-term care) สำหรับผู้สูงอายุ โดยเน้นการพัฒนาระบบที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพแบบบูรณาการ และรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก ระบบสุขภาพดิจิทัลในปัจจุบันไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เท่านั้น แต่ได้พัฒนาไปสู่รูปแบบ “Digital Health Ecosystem” ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ (cloud infrastructure) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ Internet of Medical Things (IoMT) ระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health Records: EHR) และเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลด้วยปัญญาประดิษฐ์

(AI-driven analytics) การบูรณาการองค์ประกอบเหล่านี้ช่วยให้สามารถติดตามข้อมูลสุขภาพแบบเรียลไทม์และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงคาดการณ์ (predictive decision-making) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wang et al., 2022; WHO, 2023) งานวิจัยของ Wang et al. (2022) ซึ่งเป็นการทบทวนอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับ mobile health interventions พบว่าแอปพลิเคชันสุขภาพที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์สวมใส่และระบบคลาวด์สามารถช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ด้านสุขภาพของผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น เบาหวานและโรคอ้วน ได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านการควบคุมค่าทางชีวภาพและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนถึงความสำคัญของการพัฒนาระบบที่มีศักยภาพมากกว่าการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน อย่างไรก็ตาม แม้เทคโนโลยีจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การนำระบบสุขภาพดิจิทัลมาใช้ในกลุ่มผู้สูงอายุยังต้องเผชิญกับข้อจำกัดด้านการออกแบบและการยอมรับการใช้งาน ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบด้านในกระบวนการพัฒนา

Mobile Health และการจัดการโรคเรื้อรังในผู้สูงอายุ

Mobile Health (mHealth) หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์ไร้สายเพื่อสนับสนุนบริการสุขภาพและข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคล ในบริบทของผู้สูงอายุ mHealth มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการดูแลสุขภาพด้วยตนเอง (self-management) และการติดตามอาการอย่างต่อเนื่อง Triantafyllidis et al. (2022) ได้ศึกษาคุณลักษณะ ผลลัพธ์ และความท้าทายของ mobile health interventions สำหรับผู้ป่วยโรคเรื้อรัง พบว่าแอปพลิเคชันที่มีระบบแจ้งเตือน การบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback mechanisms) สามารถเพิ่มความสม่ำเสมอในการปฏิบัติตามแผนการรักษาและลดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่าแอปพลิเคชันจำนวนมากยังขาดการเชื่อมต่อกับระบบข้อมูลสุขภาพในระดับองค์กร และไม่รองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคาดการณ์ ในบริบทของประเทศไทย งานพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุส่วนใหญ่ยังคงมุ่งเน้นการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน เช่น ค่าความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด และการนัดหมายแพทย์ โดยยังไม่ครอบคลุมการบูรณาการข้อมูลจากอุปกรณ์ IoMT หรือการเชื่อมต่อกับระบบ EHR ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบสุขภาพดิจิทัลยุคใหม่

การเชื่อมต่อข้อมูลและมาตรฐาน Interoperability

องค์ประกอบสำคัญของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัยคือความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบ (interoperability) การเชื่อมต่อข้อมูลอย่างมีมาตรฐานช่วยให้ข้อมูลสุขภาพสามารถไหลเวียนระหว่างแอปพลิเคชัน อุปกรณ์ทางการแพทย์ และระบบเวชระเบียนได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2023) ระบุว่า การพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัลควรยึดหลักมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลสากล เช่น HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) ซึ่งออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพในรูปแบบ API-based architecture การใช้

มาตรฐานดังกล่าวช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบ และรองรับการขยายผลในอนาคต อย่างไรก็ตาม งานวิจัยด้านแอปพลิเคชันสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจำนวนมากยังไม่ได้กล่าวถึงการรองรับมาตรฐาน interoperability อย่างชัดเจน ส่งผลให้ระบบมีข้อจำกัดในการเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มสุขภาพขนาดใหญ่ และไม่สามารถพัฒนาไปสู่ระดับ ecosystem ได้อย่างเต็มศักยภาพ

ปัญญาประดิษฐ์และการวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลสุขภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เป็นแนวโน้มสำคัญของ Digital Health โดยเฉพาะในด้านการพยากรณ์ความเสี่ยง (risk prediction) และการตรวจจับความผิดปกติของข้อมูล (anomaly detection) ระบบที่มี AI analytics สามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากจากหลายแหล่ง และสร้างแบบจำลองเชิงคาดการณ์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกได้

Wang et al. (2022) ชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ AI ใน mobile health applications มีผลต่อการปรับปรุงผลลัพธ์ด้านสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรัง อย่างไรก็ตาม การนำ AI มาใช้จำเป็นต้องมีโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสม ระบบฐานข้อมูลที่มีคุณภาพ และมาตรการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลอย่างเข้มงวด ในกรณีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้นก่อนหน้า แม้จะมีศักยภาพในการเก็บข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive data) แต่ยังไม่มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงหรือแบบจำลองเชิงคาดการณ์ ซึ่งสะท้อนถึงช่องว่างเชิงเทคโนโลยีเมื่อเปรียบเทียบกับระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย

การออกแบบที่เป็นมิตรต่อผู้สูงอายุ (Age-Friendly Design)

การออกแบบเทคโนโลยีสำหรับผู้สูงอายุจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านสมรรถภาพร่างกาย การมองเห็น และทักษะดิจิทัล Marston et al. (2021) ระบุว่า age-friendly design ควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความเรียบง่ายของอินเทอร์เฟซ ความชัดเจนของตัวอักษร การใช้สีที่มีความเปรียบต่างสูง และการลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการใช้งาน โดยการออกแบบที่เหมาะสมช่วยเพิ่มอัตราการยอมรับเทคโนโลยี และลดความวิตกกังวลในการใช้งาน (technology anxiety) ของผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตาม การเน้นเฉพาะ usability โดยไม่คำนึงถึงสถาปัตยกรรมระบบและการเชื่อมต่อข้อมูล อาจทำให้ระบบไม่สามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่สอดคล้องกับแนวโน้ม Digital Health ได้ในระยะยาว

ช่องว่างองค์ความรู้จากการทบทวนวรรณกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้งานวิจัยจำนวนมากได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ mobile health applications ในการสนับสนุนการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ แต่ยังมีช่องว่างองค์ความรู้ใน 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบระหว่างระบบที่พัฒนาในบริบทเฉพาะกับกรอบเทคโนโลยีสุขภาพร่วมสมัย 2) การประเมินศักยภาพด้าน interoperability และการรองรับมาตรฐานสากล 3) การวิเคราะห์ความสามารถเชิงสถาปัตยกรรมและการประยุกต์ใช้ AI analytics โดยช่องว่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานสำคัญของการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมุ่งวิเคราะห์ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีเพื่อระบุ technological gap และเสนอแนวทางการยกระดับระบบในอนาคต

กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี (Technological Analysis Framework)

การพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัลในบริบทปัจจุบันจำเป็นต้องพิจารณามากกว่าความสามารถในการใช้งาน (usability) หรือความพึงพอใจของผู้ใช้ แต่ต้องประเมินศักยภาพของระบบในเชิงโครงสร้างเทคโนโลยี การเชื่อมต่อข้อมูล และความสามารถในการขยายผลในระยะยาว องค์การอนามัยโลก (WHO, 2023) ได้เสนอกรอบแนวคิดด้าน Digital Health ที่เน้นการบูรณาการระบบ การกำกับดูแลข้อมูล และความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมีมาตรฐาน ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการประเมินระบบสุขภาพดิจิทัลในหลายมิติ จากการทบทวนวรรณกรรมและการสังเคราะห์แนวคิดด้าน Digital Health Ecosystem (Wang et al., 2022; Triantafyllidis et al., 2022; WHO, 2023) การศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดกรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี (Technological Analysis Framework) สำหรับประเมินระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุใน 4 มิติหลัก ดังนี้

มิติที่ 1 สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)

สถาปัตยกรรมระบบเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่กำหนดความสามารถในการทำงาน การขยายระบบ และการรองรับเทคโนโลยีในอนาคต ระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัยมักใช้สถาปัตยกรรมแบบหลายชั้น (multi-tier architecture) หรือแบบบริการเชิงโมดูล (service-oriented architecture: SOA) ซึ่งช่วยให้สามารถแยกส่วนการทำงานของระบบออกจากกันอย่างชัดเจน และรองรับการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต (WHO, 2023) ในทางตรงกันข้าม แอปพลิเคชันสุขภาพแบบสแตนด์อโลนมักมีโครงสร้าง client-server ที่เรียบง่าย และขาดชั้นกลาง (middleware) สำหรับการจัดการการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ส่งผลให้ความสามารถในการบูรณาการกับระบบอื่นมีข้อจำกัด

มิติที่ 2 ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล (Interoperability Capability)

Interoperability หมายถึง ความสามารถของระบบในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบอื่นอย่างมีมาตรฐาน และเป็นองค์ประกอบหลักของ Digital Health Ecosystem (WHO, 2023; Adler-Milstein et al., 2021) มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ได้แก่ HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) ซึ่งออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพผ่าน RESTful APIs โดยงานวิจัยระบุว่าระบบที่รองรับ interoperability สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลสุขภาพ ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และสนับสนุนการตัดสินใจทางคลินิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wang et al., 2022) ในบริบทของผู้สูงอายุ ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) หรืออุปกรณ์ IoMT ช่วยให้ข้อมูลสุขภาพมีความครบถ้วนและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

มิติที่ 3 การกำกับดูแลและความปลอดภัยของข้อมูล (Data Governance and Security)

ข้อมูลสุขภาพเป็นข้อมูลส่วนบุคคลที่มีความละเอียดอ่อน การพัฒนาระบบสุขภาพดิจิทัลจำเป็นต้องมีมาตรการกำกับดูแลข้อมูล (data governance) และการรักษาความมั่นคงปลอดภัย (data security) อย่างชัดเจน WHO (2023) เน้นย้ำว่าระบบสุขภาพดิจิทัลควรมีการเข้ารหัสข้อมูล (data encryption) การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง (access control) และการตรวจสอบการใช้งาน (audit trail) โดยในกลุ่มของผู้สูงอายุความปลอดภัยของข้อมูลมีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากอาจมีข้อจำกัดด้านความเข้าใจเทคโนโลยี และมีความเสี่ยงต่อการถูกละเมิดข้อมูลส่วนบุคคล

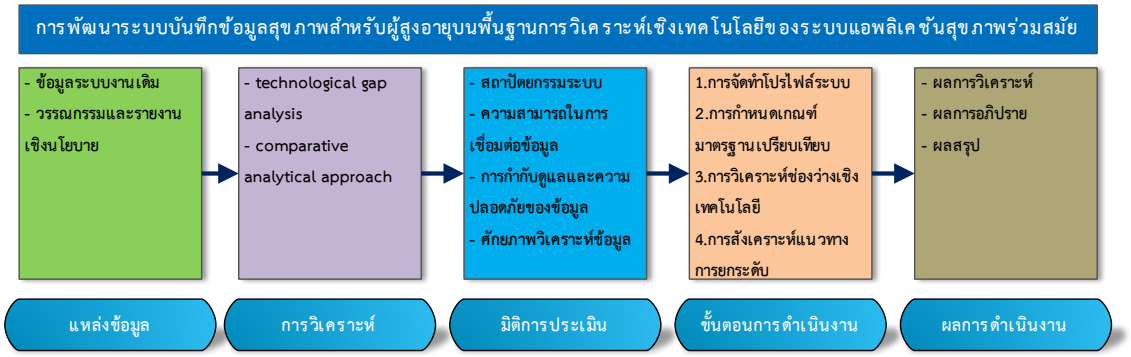
มิติที่ 4 ศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูล (Analytics Capability)

ศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นองค์ประกอบสำคัญที่แยกระหว่าง “ระบบบันทึกข้อมูล” กับ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านสุขภาพ” (health decision-support system) งานวิจัยของ Triantafyllidis et al. (2022) พบว่าระบบที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงสามารถสนับสนุนการจัดการโรคเรื้อรังได้ดีกว่าระบบที่มีเพียงการบันทึกข้อมูลเชิงพรรณนา เช่น การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัย การวิเคราะห์เชิงพยากรณ์ ระบบแจ้งเตือนความเสี่ยงอัตโนมัติ ซึ่งระบบที่ไม่มีความสามารถด้าน predictive analytics หรือ AI integration จะมีข้อจำกัดในการพัฒนาไปสู่ digital health platform ที่สมบูรณ์

กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในบทความนี้มีบทบาทเป็นเครื่องมือประเมินศักยภาพของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้พัฒนาขึ้นก่อนหน้า โดยมุ่งวิเคราะห์ว่า ระบบมีความพร้อมในระดับใดเมื่อเทียบกับมาตรฐาน Digital Health ร่วมสมัย มีช่องว่างเชิงเทคโนโลยีในมิติใดและควรยกระดับในประเด็นใดเพื่อรองรับการพัฒนาในอนาคต ซึ่งการกำหนดกรอบการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบช่วยให้การประเมินมีความชัดเจน โปร่งใส และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบสุขภาพอื่นได้ในอนาคต

แนวทางการวิเคราะห์ (Analytical Approach)

บทความวิชาการฉบับนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์เทคโนโลยี (technology-oriented analytical study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้พัฒนาขึ้นก่อนหน้า ผ่านการเปรียบเทียบกับกรอบเทคโนโลยีสุขภาพร่วมสมัย (contemporary digital health framework) การศึกษานี้มิได้มุ่งดำเนินการพัฒนาระบบใหม่หรือเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามเพิ่มเติม แต่เป็นการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างและเชิงสถาปัตยกรรมของระบบเดิมอย่างเป็นระบบ ภายใต้กรอบแนวคิดที่สังเคราะห์จากวรรณกรรมและรายงานเชิงนโยบายด้าน Digital Health ในระยะเวลาไม่เกิน 5 ปีที่ผ่านมา (WHO, 2023; Wang et al., 2022; Triantafyllidis et al., 2022) เพื่อให้การประเมินภายใต้กรอบดังกล่าวดำเนินไปอย่างเป็นระบบ จึงกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวทางการวิเคราะห์

ประเภทของการวิเคราะห์

การศึกษานี้ใช้แนวทางการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (comparative analytical approach) ควบคู่กับการวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยี (technological gap analysis) เพื่อประเมินความแตกต่างระหว่างสภาพปัจจุบันของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ กับคุณลักษณะของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัยที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ขอบเขตของการวิเคราะห์ครอบคลุมเฉพาะองค์ประกอบเชิงเทคนิคและเชิงสถาปัตยกรรมของระบบ ได้แก่ โครงสร้างระบบ กลไกการจัดการข้อมูล และศักยภาพด้านการประมวลผลข้อมูล โดยไม่ครอบคลุมการทดสอบประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการเพิ่มเติม

แหล่งข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ใช้ข้อมูลจาก 2 ส่วนหลัก ได้แก่ เอกสารและรายละเอียดเชิงเทคนิคของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้นก่อนหน้า ซึ่งประกอบด้วยโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ การจัดเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูล การออกแบบกระบวนการทำงาน และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และวรรณกรรมและรายงานเชิงนโยบายด้านเทคโนโลยีสุขภาพที่เผยแพร่ภายในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับกำหนดมาตรฐานเปรียบเทียบ

กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี

การประเมินระบบดำเนินการภายใต้กรอบการวิเคราะห์ 4 มิติหลัก ซึ่งได้พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์วรรณกรรม ดังนี้ 1) สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) เพื่อพิจารณารูปแบบโครงสร้างระบบ การแบ่งชั้นการทำงาน (layered architecture) ความสามารถในการรองรับ API และศักยภาพในการขยายระบบ (scalability) 2) ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล (Interoperability Capability) เพื่อประเมินการรองรับมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพ เช่น HL7 FHIR ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) และอุปกรณ์ IoMT 3) การกำกับดูแลและความปลอดภัยของข้อมูล (Data Governance and Security) เพื่อพิจารณากลไกการเข้ารหัสข้อมูล การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล และแนวทางการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลตามหลักความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ 4)

ศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูล (Analytics Capability) เพื่อประเมินระดับความสามารถในการประมวลผลข้อมูล ตั้งแต่ descriptive analytics ไปจนถึง predictive analytics และการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์

ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์

กระบวนการวิเคราะห์เชิงระบบดำเนินการตามลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดทำโปรไฟล์ระบบ (System Profiling) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเชิงเทคนิคของระบบเดิม และจัดทำแผนผังสถาปัตยกรรมเพื่อแสดงโครงสร้างการทำงานของระบบอย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานเปรียบเทียบ (Benchmark Definition) ดำเนินการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานโดยอ้างอิงจากแนวทาง Digital Health ระดับสากล ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบด้าน cloud integration, API-based communication, interoperability standards และ AI-driven analytics และกำหนดเกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Alignment Criteria) เพื่อให้การประเมินช่องว่างเชิงเทคโนโลยีมีความชัดเจนและเป็นระบบ การจัดระดับความสอดคล้องของระบบในแต่ละมิติได้กำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1) สอดคล้อง (Aligned) คือ ระบบมีคุณลักษณะตรงตามมาตรฐานเทคโนโลยีสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัยอย่างครบถ้วน 2) สอดคล้องบางส่วน (Partially Aligned) คือ ระบบมีคุณลักษณะบางส่วนที่สอดคล้องกับมาตรฐาน แต่ยังไม่ครบถ้วน และ 3) ไม่สอดคล้อง (Not Aligned) คือ ระบบไม่มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับมาตรฐานหรือมีในระดับที่ไม่เพียงพอ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ช่องว่างเชิงเทคโนโลยี (Gap Identification) ดำเนินการเปรียบเทียบองค์ประกอบของระบบเดิมกับเกณฑ์มาตรฐานในแต่ละมิติ ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศสุขภาพและเทคโนโลยีดิจิทัล โดยผู้เชี่ยวชาญทำการพิจารณาองค์ประกอบของระบบตามกรอบการวิเคราะห์ที่กำหนด และให้ระดับความสอดคล้องใน 3 ระดับ ได้แก่ สอดคล้อง สอดคล้องบางส่วน และไม่สอดคล้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสังเคราะห์แนวทางการยกระดับ (Strategic Synthesis) ดำเนินการสังเคราะห์ผลการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของช่องว่าง และเสนอแนวทางพัฒนาเชิงระบบอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อรองรับการยกระดับสู่แพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลในอนาคต

ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิดที่มีการอ้างอิงวรรณกรรมและรายงานเชิงนโยบายระดับสากล ซึ่งการใช้แหล่งข้อมูลหลายประเภทช่วยให้ข้อสรุปมีความสอดคล้องกับบริบทเทคโนโลยีสุขภาพร่วมสมัยเพื่อเสริมสร้างความน่าเชื่อถือของผลการศึกษามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การประเมินความสอดคล้องของระบบยังได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งมีความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและระบบสุขภาพดิจิทัล โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบเพื่อเสริมสร้างความน่าเชื่อถือของผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี

ผลการวิเคราะห์ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้พัฒนาขึ้นก่อนหน้า ถูกประเมินภายใต้กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี 4 มิติ ได้แก่ สถาปัตยกรรมระบบ ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล การกำกับดูแลและความปลอดภัยของข้อมูล และศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบกับแนวโน้มและมาตรฐานของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ด้านสถาปัตยกรรมระบบ

จากการวิเคราะห์โครงสร้างระบบพบว่า ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุมีลักษณะเป็น mobile-based client-server architecture โดยใช้แพลตฟอร์ม Android เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้ (presentation layer) และใช้ฐานข้อมูลบน Firebase เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูล (data layer) โครงสร้างดังกล่าวมีข้อดีในด้านความเรียบง่ายและต้นทุนการพัฒนาที่ต่ำ อีกทั้งสามารถรองรับการใช้งานในบริบทผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มของ cloud-based digital health platforms ซึ่งมักใช้สถาปัตยกรรมแบบหลายชั้น (multi-tier architecture) และรองรับการเชื่อมต่อผ่าน RESTful APIs (WHO, 2023) พบว่าระบบเดิมยังขาดชั้นกลาง (middleware layer) สำหรับจัดการการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก และยังไม่มีโครงสร้างที่รองรับการขยายระบบในระดับแพลตฟอร์ม (platform scalability) ดังนั้น ในมิติด้านสถาปัตยกรรม ระบบถูกจัดระดับเป็น “สอดคล้องบางส่วน” (Partially Aligned) กล่าวคือ มีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ แต่ยังไม่สอดคล้องกับโครงสร้างแบบ digital ecosystem อย่างสมบูรณ์

ผลการวิเคราะห์ด้านความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล

การวิเคราะห์ในมิตินี้พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นยังไม่มีการรองรับมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพ เช่น HL7 FHIR และไม่มีการพัฒนา API สำหรับการเชื่อมต่อกับระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) หรืออุปกรณ์ IoMT ในบริบทของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย WHO (2023) ระบุว่า interoperability เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้ข้อมูลสุขภาพสามารถแลกเปลี่ยนระหว่างระบบได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน Wang et al. (2022) พบว่าการบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และติดตามโรคเรื้อรัง การที่ระบบเดิมยังอาศัยการป้อนข้อมูลด้วยตนเอง (manual data entry) เป็นหลัก และไม่สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์วัดค่าทางชีวภาพโดยตรง สะท้อนถึงข้อจำกัดด้าน interoperability อย่างชัดเจน ดังนั้น ในมิตินี้ ระบบถูกจัดระดับเป็น “ไม่สอดคล้อง” (Not Aligned) เมื่อเทียบกับมาตรฐาน Digital Health ร่วมสมัย

ผลการวิเคราะห์ด้านการกำกับดูแลและความปลอดภัยของข้อมูล

ระบบเดิมมีการจัดเก็บข้อมูลบนแพลตฟอร์ม Firebase ซึ่งมีมาตรการรักษาความปลอดภัยพื้นฐาน เช่น การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงและการยืนยันตัวตนผู้ใช้ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์พบว่าไม่มีการกำหนดนโยบายการกำกับดูแลข้อมูล (data governance policy) ที่ชัดเจน และไม่มีการระบุแนวทาง

การเข้ารหัสข้อมูลระดับขั้นสูง (end-to-end encryption) WHO (2023) เน้นย้ำว่าระบบสุขภาพดิจิทัลควรมีโครงสร้างการกำกับดูแลข้อมูลที่ชัดเจน เพื่อรองรับการขยายผลในระดับองค์กรหรือระดับประเทศ การขาดนโยบายที่เป็นลายลักษณ์อักษรอาจเป็นข้อจำกัดต่อการนำระบบไปใช้ในบริบทที่กว้างขึ้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากระบบยังอยู่ในระดับแอปพลิเคชันส่วนบุคคล (personal health application) และไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบสาธารณสุขขนาดใหญ่ จึงสามารถจัดระดับความสอดคล้องในมิตินี้เป็น “สอดคล้องบางส่วน” (Partially Aligned)

ผลการวิเคราะห์ด้านศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์พบว่า ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุรองรับเฉพาะการจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive analytics) เช่น การแสดงค่าความดันโลหิตย้อนหลัง หรือประวัติการนัดหมายแพทย์ แต่ยังไม่มีการประมวลผลข้อมูลเชิงวินิจฉัย (diagnostic analytics) หรือเชิงพยากรณ์ (predictive analytics) งานวิจัยของ Triantafyllidis et al. (2022) ระบุว่า mobile health applications ที่มีระบบวิเคราะห์ข้อมูลและแจ้งเตือนความเสี่ยงอัตโนมัติสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการโรคเรื้อรังได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Wang et al. (2022) พบว่าการประยุกต์ใช้ AI-driven analytics มีบทบาทสำคัญในการยกระดับระบบสุขภาพดิจิทัล การขาดโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงและระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติในระบบเดิม สะท้อนถึงช่องว่างเชิงเทคโนโลยีที่สำคัญในมิตินี้ ดังนั้น ระบบถูกจัดระดับเป็น “ไม่สอดคล้อง” (Not Aligned) ในด้าน analytics capability

จากตาราง 1 ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุมีความสอดคล้องในระดับบางส่วนในมิติด้านสถาปัตยกรรมและการกำกับดูแลข้อมูล ขณะที่มิติด้าน interoperability และ analytics capability ยังมีช่องว่างเชิงเทคโนโลยีอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนถึงข้อจำกัดในการพัฒนาไปสู่ระดับ digital health platform อย่างเต็มรูปแบบ เมื่อสังเคราะห์ผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 มิติ พบว่า ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุมีจุดแข็งด้านการออกแบบที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน และมีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถรองรับการพัฒนาเพิ่มเติมได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างเชิงเทคโนโลยีในด้าน interoperability และ analytics capability ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย ผลการศึกษาสะท้อนว่าระบบเดิมมีความเหมาะสมในฐานะ personal health recording application แต่ยังไม่สามารถพัฒนาไปสู่ระดับ integrated digital health platform ได้อย่างสมบูรณ์ หากไม่ได้รับการยกระดับในเชิงสถาปัตยกรรม การเชื่อมต่อข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง

ตาราง 1 สรุปผลการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

มิติการวิเคราะห์	สถานะของระบบเดิม	เกณฑ์มาตรฐาน Digital Health ร่วมสมัย	ระดับความสอดคล้อง
System Architecture	Mobile-based client-server, Firebase backend	Cloud-integrated, multi-tier, API-based modular architecture	สอดคล้องบางส่วน
Interoperability Capability	ไม่มี RESTful API, ไม่รองรับ HL7 FHIR, ไม่เชื่อม EHR/IoMT	รองรับ HL7 FHIR, RESTful APIs, เชื่อมต่อ EHR และ IoMT	ไม่สอดคล้อง
Data Governance & Security	มี authentication พื้นฐาน	มี data governance framework, encryption, audit trail	สอดคล้องบางส่วน
Analytics Capability	Descriptive analytics เท่านั้น	Predictive analytics, AI-driven decision support	ไม่สอดคล้อง

อภิปรายผล

การอภิปรายผลในงานวิจัยนี้สามารถเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้อย่างเป็นระบบ โดยผลการวิเคราะห์ในแต่ละมิติสะท้อนให้เห็นถึงช่องว่างเชิงเทคโนโลยีของระบบ การเปรียบเทียบกับแนวโน้มระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย และนำไปสู่การเสนอแนวทางการยกระดับระบบ ผลการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุสะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าในระดับการออกแบบเพื่อผู้ใช้งาน (user-centered design) แต่ยังมีข้อจำกัดในเชิงสถาปัตยกรรมและการบูรณาการเทคโนโลยีเมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มระบบสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย การอภิปรายผลในส่วนนี้มุ่งเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์เข้ากับกรอบแนวคิด Digital Health Ecosystem และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายความหมายเชิงวิชาการและเชิงระบบของช่องว่างเชิงเทคโนโลยีที่ค้นพบ ดังนี้

ความสอดคล้องเชิงบริบทกับการออกแบบเพื่อผู้สูงอายุ

ผลการศึกษาพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีจุดแข็งด้านการออกแบบที่สอดคล้องกับบริบทการใช้งานของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในด้านความเรียบง่ายของอินเทอร์เฟซ การจัดวางองค์ประกอบที่ไม่ซับซ้อน และการรองรับการบันทึกข้อมูลสุขภาพพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด age-friendly design ที่เน้นการลดภาระทางปัญญาและเพิ่มความเข้าใจง่ายในการใช้งาน (Marston et al., 2021)

ช่องว่างด้านสถาปัตยกรรมและการบูรณาการระบบ

แม้ระบบจะมีโครงสร้าง client-server ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับแอปพลิเคชันส่วนบุคคล แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแนวโน้มของ cloud-integrated health platforms พบว่ายังขาดองค์ประกอบสำคัญ เช่น middleware layer และ API-based integration (WHO, 2023) ซึ่งเป็นพื้นฐานของระบบสุขภาพดิจิทัลแบบบูรณาการ การขาดโครงสร้างดังกล่าวส่งผลให้ระบบไม่สามารถเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มสุขภาพอื่น หรือรองรับการขยายผลในระดับองค์กรได้อย่างยืดหยุ่น ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ

Wang et al. (2022) ที่ระบุว่าการบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพของ mobile health interventions โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยโรคเรื้อรัง

ข้อจำกัดด้าน Interoperability และผลกระทบเชิงระบบ

ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าระบบยังไม่รองรับมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพ เช่น HL7 FHIR และไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) หรืออุปกรณ์ IoMT การขาด interoperability ส่งผลให้ข้อมูลสุขภาพยังคงอยู่ในลักษณะ isolated data ซึ่งจำกัดศักยภาพในการนำข้อมูลไปใช้ในระดับเครือข่ายสุขภาพ WHO (2023) เน้นว่า interoperability เป็นองค์ประกอบหลักของ Digital Health Ecosystem และเป็นเงื่อนไขสำคัญสำหรับการพัฒนาระบบสุขภาพที่ยั่งยืน การที่ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุยังไม่รองรับมาตรฐานดังกล่าว สะท้อนถึงช่องว่างเชิงเทคโนโลยีที่อาจส่งผลต่อการขยายผลในอนาคต

ศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูลและการยกระดับสู่ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบที่พัฒนาขึ้นรองรับเฉพาะการแสดงผลข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive analytics) โดยไม่มีโมดูลวิเคราะห์เชิงพยากรณ์หรือระบบแจ้งเตือนความเสี่ยงอัตโนมัติ ข้อจำกัดดังกล่าวทำให้ระบบยังไม่สามารถทำหน้าที่เป็น health decision-support system ได้อย่างสมบูรณ์ Triantafyllidis et al. (2022) รายงานว่า mobile health applications ที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลและ feedback mechanisms สามารถช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ด้านสุขภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Wang et al. (2022) ชี้ให้เห็นบทบาทของ AI-driven analytics ในการพยากรณ์ความเสี่ยงและสนับสนุนการตัดสินใจ เมื่อเปรียบเทียบกับกรอบดังกล่าว ระบบเดิมจึงยังอยู่ในระดับ “data recording system” มากกว่าระบบวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง การยกระดับสู่ predictive analytics จึงเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนาในระยะต่อไป

ผลกระทบเชิงย้อนกลับของการบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูง

แม้ว่าการบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ระบบคลาวด์ และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoMT จะช่วยเพิ่มศักยภาพของระบบในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการสนับสนุนการตัดสินใจ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มความซับซ้อนของระบบอาจส่งผลกระทบต่อจุดแข็งเดิมของระบบที่เน้นความเรียบง่ายและความเหมาะสมต่อผู้ใช้งานสูงอายุ โดยเฉพาะในด้าน usability และ cognitive load งานวิจัยด้าน age-friendly design ชี้ให้เห็นว่า การออกแบบระบบสำหรับผู้สูงอายุควรลดความซับซ้อนของอินเทอร์เฟซ และหลีกเลี่ยงการนำเสนอข้อมูลที่มากเกินไปในเวลาเดียวกัน (Marston et al., 2021) ดังนั้น การยกระดับระบบควรดำเนินควบคู่กับการออกแบบเชิงสมดุล (design trade-off) ระหว่าง “ความสามารถเชิงเทคโนโลยี” และ “ความง่ายในการใช้งาน” เพื่อไม่ให้การเพิ่มฟังก์ชันขั้นสูงกลายเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานจริงของผู้สูงอายุ

ข้อเสนอเชิงระบบและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

จากผลการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยี พบว่าระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่พัฒนาขึ้นมีจุดแข็งด้านการออกแบบเพื่อผู้ใช้งานและความเหมาะสมในบริบทการใช้งานส่วนบุคคล อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างเชิงเทคโนโลยีในด้านสถาปัตยกรรมระบบ ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล และศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ดังนั้น เพื่อให้ระบบสามารถพัฒนาไปสู่ระดับแพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลที่สอดคล้องกับแนวโน้ม Digital Health ร่วมสมัย จึงเสนอแนวทางการพัฒนาในเชิงระบบ ดังต่อไปนี้

การยกระดับสถาปัตยกรรมระบบสู่โครงสร้างแบบแพลตฟอร์ม

การปรับปรุงสถาปัตยกรรมระบบจาก mobile standalone application ไปสู่โครงสร้างแบบ cloud-integrated platform โดยเพิ่มชั้นกลาง (middleware layer) เพื่อรองรับการเชื่อมต่อผ่าน Application Programming Interface (API) WHO (2023) ระบุว่าการออกแบบระบบสุขภาพดิจิทัลควรใช้แนวทาง modular architecture ซึ่งช่วยให้สามารถพัฒนาและปรับปรุงองค์ประกอบต่าง ๆ ได้อย่างยืดหยุ่นในอนาคต การปรับโครงสร้างให้รองรับ RESTful APIs จะช่วยให้ระบบสามารถเชื่อมต่อกับบริการภายนอก เช่น ระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ (EHR) หรือระบบข้อมูลสุขภาพระดับองค์กรได้

การพัฒนา Interoperability ตามมาตรฐานสากล

จากผลการวิเคราะห์พบว่า ระบบยังขาดความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลตามมาตรฐานสากล ดังนั้น ควรพัฒนาโมดูลรองรับมาตรฐาน HL7 FHIR เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบสุขภาพอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ WHO (2023) เน้นย้ำว่า interoperability เป็นหัวใจสำคัญของ Digital Health Ecosystem เนื่องจากช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลผู้ป่วยในระดับเครือข่ายสุขภาพ ขณะเดียวกัน Wang et al. (2022) พบว่าการบูรณาการข้อมูลจากหลายแหล่งช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและการจัดการโรคเรื้อรังอย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนา interoperability จึงควรครอบคลุม การสร้าง RESTful API การกำหนดรูปแบบข้อมูลตาม FHIR resources การทดสอบการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก และการรองรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoMT

การบูรณาการอุปกรณ์ IoMT และระบบติดตามแบบเรียลไทม์

ในบริบทของการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoMT เช่น เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิทัล เครื่องตรวจระดับน้ำตาลในเลือด หรืออุปกรณ์สวมใส่ (wearable devices) จะช่วยลดภาระการป้อนข้อมูลด้วยตนเอง และเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล Triantafyllidis et al. (2022) ระบุว่า mobile health interventions ที่มีระบบเชื่อมต่ออุปกรณ์และให้ feedback แบบทันที มีผลต่อการเพิ่มความสม่ำเสมอในการติดตามสุขภาพของผู้ป่วยโรคเรื้อรัง การพัฒนาระบบให้รองรับการดึงข้อมูลแบบอัตโนมัติจากอุปกรณ์ IoMT จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพข้อมูลและลดข้อผิดพลาดจากการบันทึกด้วยตนเอง

การพัฒนาโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง

การยกระดับระบบจาก data recording system ไปสู่ health decision-support system จำเป็นต้องพัฒนาโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพยากรณ์ (predictive analytics) และระบบแจ้งเตือนความเสี่ยงอัตโนมัติ Wang et al. (2022) พบว่าการใช้ AI-driven analytics ใน mobile health applications สามารถช่วยประเมินแนวโน้มความเสี่ยงและสนับสนุนการปรับพฤติกรรมสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพัฒนาโมดูลดังกล่าวอาจครอบคลุมด้านการวิเคราะห์แนวโน้มค่าทางชีวภาพ ด้านการแจ้งเตือนเมื่อค่าผิดปกติ และการสร้างโมเดลคาดการณ์ความเสี่ยงเบื้องต้น

สรุปผล

บทความวิชาการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพของระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่ได้พัฒนาขึ้นก่อนหน้า โดยใช้กรอบการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีเปรียบเทียบกับแนวโน้มของระบบแอปพลิเคชันสุขภาพดิจิทัลร่วมสมัย การศึกษามุ่งเน้นการประเมินองค์ประกอบเชิงสถาปัตยกรรม ความสามารถในการเชื่อมต่อข้อมูล การกำกับดูแลและความปลอดภัยของข้อมูล ตลอดจนศักยภาพการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ภายใต้กรอบแนวคิด Digital Health Ecosystem ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล (WHO, 2023) ผลการวิเคราะห์พบว่า ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุมีจุดแข็งสำคัญในด้านการออกแบบที่เหมาะสมกับบริบทผู้ใช้งาน โดยเฉพาะการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิด age-friendly design ซึ่งช่วยส่งเสริมการยอมรับเทคโนโลยีและการใช้งานอย่างต่อเนื่องในกลุ่มผู้สูงอายุ (Marston et al., 2021) ระบบดังกล่าวสามารถรองรับการบันทึกข้อมูลสุขภาพพื้นฐานและการติดตามข้อมูลย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับบุคคล อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในเชิงโครงสร้างเทคโนโลยี พบว่าระบบยังมีข้อจำกัดสำคัญในสามประเด็นหลัก ได้แก่ 1) สถาปัตยกรรมระบบที่ยังไม่รองรับการขยายผลในระดับแพลตฟอร์ม 2) การขาดความสามารถด้าน interoperability ตามมาตรฐานสากล และ3) การไม่มีโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงหรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านสุขภาพ ช่องว่างดังกล่าวสะท้อนถึงความแตกต่างระหว่าง “ระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคล” กับ “แพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลแบบบูรณาการ” ซึ่งเป็นแนวโน้มสำคัญของ Digital Health ในปัจจุบัน (WHO, 2023; Wang et al., 2022) ในบริบทของการดูแลผู้สูงอายุ การพัฒนาระบบให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoMT และรองรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพยากรณ์จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการติดตามสุขภาพอย่างต่อเนื่อง และสนับสนุนการป้องกันภาวะแทรกซ้อนของโรคเรื้อรังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Triantafyllidis et al., 2022) ดังนั้น การยกระดับระบบในเชิงสถาปัตยกรรมและการวิเคราะห์ข้อมูลจึงเป็นทิศทางสำคัญสำหรับการพัฒนาในอนาคต ในเชิงวิชาการ การศึกษาครั้งนี้มีส่วนช่วยเชื่อมโยงงานพัฒนาเชิงประยุกต์กับการวิเคราะห์เชิงเทคโนโลยีอย่างเป็นระบบ โดยเสนอกรอบการประเมิน 4 มิติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบสุขภาพดิจิทัลอื่นได้ นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้แนวคิด technological gap analysis ในบริบทระบบสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

ยังช่วยขยายขอบเขตองค์ความรู้ด้านการประเมินระบบสารสนเทศสุขภาพให้มีความลึกซึ้งยิ่งขึ้น ในเชิงปฏิบัติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นแนวทางการพัฒนาที่ชัดเจน ได้แก่ การปรับปรุงสถาปัตยกรรมให้รองรับ API-based integration การพัฒนา interoperability ตามมาตรฐาน HL7 FHIR การบูรณาการอุปกรณ์ IoMT และการเพิ่มโมดูลวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพยากรณ์ควบคู่กับการกำกับดูแลข้อมูลอย่างเหมาะสม การดำเนินการดังกล่าวจะช่วยให้ระบบสามารถพัฒนาไปสู่แพลตฟอร์มสุขภาพดิจิทัลที่มีความยั่งยืนและสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาระบบสุขภาพในระดับสากล

เอกสารอ้างอิง

สุภัทรา สุวรรณหงษ์. (2565). *การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ* [รายงานวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.

Adler-Milstein, J., Holmgren, A. J., Kralovec, P., Worzala, C., Searcy, T., & Patel, V. (2021). Electronic health information exchange and interoperability. *Health Affairs, 40*(1), 62–69.

Keesara, S., Jonas, A., & Schulman, K. (2020). COVID-19 and health care’s digital revolution. *New England Journal of Medicine, 382*(23), e82. https://doi.org/10.1056/NEJMp2005835

Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., Wang, Y., Dong, Q., Shen, H., & Wang, Y. (2021). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. *Stroke and Vascular Neurology, 6*(2), 230–243. https://doi.org/10.1136/svn-2020-000101

Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. (2020). The Internet of Things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access, 8*, 678–708.

Marston, H. R., Shore, L., & White, P. J. (2021). How does a (smart) age-friendly ecosystem look in a post-pandemic society? *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(16), 8276. https://doi.org/10.3390/ijerph18168276

Seifert, A., Cotton, S. R., & Xie, B. (2020). A double burden of exclusion? Digital and social exclusion of older adults. *The Journals of Gerontology: Series B, 75*(1), e99–e103.

Triantafyllidis, A., Kondylakis, H., Votis, K., Tzovaras, D., & Maglaveras, N. (2022). Features, outcomes, and challenges in mobile health interventions for patients living with chronic diseases: A systematic review. *Journal of Medical Internet Research, 24*(4), e34760. https://doi.org/10.2196/34760

Wang, Y., Min, J., Khuri, J., Xue, H., Xie, B., & Ahn, J. (2022). Effectiveness of mobile health interventions on diabetes and obesity treatment and management: Systematic review of systematic reviews. *JMIR mHealth and uHealth, 10*(2), e32015. https://doi.org/10.2196/32015

World Health Organization. (2023). *Global strategy on digital health 2020–2025: Progress report*.