

การพัฒนาบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ
ด้วยเทคโนโลยีไอโอที
และระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ:
กรณีศึกษาจังหวัดนครพนม

DEVELOPMENT OF SMART HOMES FOR
THE ELDERLY WITH INTERNET OF THINGS
TECHNOLOGY AND AUTOMATED
EMERGENCY MEDICAL SERVICES: A CASE
STUDY OF NAKHON PHANOM PROVINCE

ทิพากรณ์ หอมดี¹

อนิรุทธิ์ พงคสี²

วชิรกรณ์ เสนาวัง³

Tipaporn Homdee¹

Anirut Pongklee²

Wachirakorn Senawang³

มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม 48000^{1 ถึง 3}

Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom 48000 Thailand^{1 to 3}

Corresponding E-mail : tipaporn@npu.ac.th

Received Date September 9, 2024

Revised Date June 17, 2025

Accepted Date June 19, 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุในจังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุสูงมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละ 28.71 ของประชากรทั้งหมด และมีข้อจำกัดในการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ศึกษาโดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสาน ประกอบด้วย การเก็บข้อมูลความต้องการบ้านของผู้สูงอายุเชิงปริมาณ จำนวน 436 ราย การสัมภาษณ์เชิงลึก จำนวน 24 ราย และการสนทนากลุ่มกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง 8 ราย จากนั้นวิจัยเชิงทดลองโดยบูรณาการเทคโนโลยีไอโอทีและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ รวมทั้งประเมินระบบการใช้งานและแอปพลิเคชัน ผลการศึกษานำไปสู่การพัฒนาบ้านต้นแบบพื้นที่ใช้สอยไม่เกิน 100 ตารางเมตร ที่ติดตั้งระบบอัจฉริยะ 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบความปลอดภัยอัตโนมัติ เช่น เซนเซอร์ตรวจจับการล้มและการเคลื่อนไหวผิดปกติ ระบบติดตามสุขภาพ เช่น การวัดสัญญาณชีพ และระบบแจ้งเตือนฉุกเฉินอัตโนมัติที่เชื่อมต่อกับศูนย์บริการการแพทย์ฉุกเฉิน ผลการทดสอบระบบเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ระบบการใช้งานในบ้านอัจฉริยะมีความแม่นยำในการตรวจจับเหตุฉุกเฉินร้อยละ 95 มีเวลาตอบสนองเฉลี่ย 2 นาที 50 วินาที และมีอัตราการแจ้งเตือนผิดพลาดเพียงร้อยละ 5 นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้สูงอายุร้อยละ 80 รู้สึกปลอดภัยและมั่นใจมากขึ้น อีกทั้งผู้ดูแลเห็นว่าระบบช่วยลดภาระในการดูแลได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: บ้านอัจฉริยะ ผู้สูงอายุ ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (ไอโอที) การดูแลผู้สูงอายุ

Abstract

This article aims to design and develop smart homes for the elderly in Nakhon Phanom province which has a population of 28.71% of the province's total population, the highest elderly population ratio in the Northeastern region. This group of population faces limitations in accessing emergency medical services. The study integrated Internet of Things (IoT) technology with an automated emergency medical service system. The research employed a mixed-method approach, comprising a survey of 436 elderly respondents, in-depth interviews with 24 participants, and focus group discussions with eight stakeholders. The findings led to the development of prototype homes with living space not exceeding 100 square meters, featuring three main intelligent systems: automated safety systems, such as fall detection and abnormal movement sensors, health monitoring systems for vital signs measurement, and automated emergency alert systems connected to emergency medical service centers. The three-month system trial revealed that the system achieved 95% accuracy in emergency detection with an average response time of 2.5 minutes, and maintained a low false alarm rate of 5%. Furthermore, satisfaction assessment showed that 80% of elderly users reported feeling safer and more confident, while caregivers indicated that the system significantly reduced their caregiving burden.

Keywords: smart home, the elderly, automated Emergency Medical Services (EMS), Internet of Things (IoT), elderly care

1. บทนำ

ประเทศไทยกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรอย่างรวดเร็ว โดยใน พ.ศ. 2568 เป็นการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2562) จากข้อมูลพบว่า ประเทศไทยมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 18.7 ของประชากรทั้งหมด และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยคาดว่าจะเพิ่มเป็นร้อยละ 28 ใน พ.ศ. 2573 สถานการณ์นี้ก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากในการจัดการด้านที่อยู่อาศัยและการดูแลสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

การศึกษาที่ผ่านมาทั้งในระดับนานาชาติและในประเทศชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ โดยพบว่า การอยู่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่คุ้นเคยช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ สอดคล้องกับในประเทศไทยที่การออกแบบที่อยู่อาศัยตามหลักอารยสถาปัตย์สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและเพิ่มความเป็นอิสระในการดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุ ความท้าทายเหล่านี้ยิ่งทวีความสำคัญในพื้นที่ทางไกลความเจริญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดนครพนม ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมต่อการเป็นพื้นที่กรณีศึกษา เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุสูงที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คิดเป็นร้อยละ 28.71

ของประชากรทั้งหมด มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยมีระยะทางเฉลี่ยจากชุมชนถึงโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด 15 กิโลเมตร และยังเป็นพื้นที่ที่น่าร่งในการพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบบูรณาการของกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์

การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูงในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง หรือ ไอโอที (Internet of Things: IoT) และปัญญาประดิษฐ์ หรือ เอไอ (Artificial Intelligence: AI) ซึ่งสามารถช่วยในการติดตาม เฝ้าระวัง และให้ความช่วยเหลือผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ Majumder et al. (2017) แสดงให้เห็นว่า การใช้ระบบไอโอทีในการติดตามสุขภาพผู้สูงอายุสามารถช่วยในการวินิจฉัยและป้องกันปัญหาสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเทศไทยได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนการล้มอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีเอไอและไอโอที โดยเน้นการตรวจจับเหตุการณ์ล้มและการระบุผู้ประสบเหตุ และมีการพัฒนาอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีหลายอย่างเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในบ้าน เช่น ปียะพวงษ์ พรหมลักษณ์ และคณะ (2566) พัฒนาดันแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้าน บุญญฤทธิ์ คำหมอน และ วิโรวรรณ แสนชนะ (2567) พัฒนาระบบต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟภายในบ้าน ด้วยแอปพลิเคชัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในบริบทของสังคมไทย

อย่างไรก็ตาม พบว่ายังมีช่องว่างสำคัญในการวิจัย เช่น ขาดการบูรณาการระหว่างการออกแบบที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ การพัฒนาระบบการแพทย์ฉุกเฉินที่ตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้สูงอายุในพื้นที่ห่างไกลยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในบริบทของสังคมชนบทไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะ (smart home) สำหรับผู้สูงอายุและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติในจังหวัดนครพนม โดยบูรณาการแนวคิดการออกแบบที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมเข้ากับเทคโนโลยีไอโอทีและระบบการแพทย์ฉุกเฉิน การศึกษานี้จะช่วยลดช่องว่างในองค์ความรู้ที่มีอยู่และนำเสนอโมเดลต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในบริบทของสังคมไทย นอกจากนี้ผลการวิจัยยังเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนนโยบายและการพัฒนาโครงการด้านการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ โดยบูรณาการเทคโนโลยีไอโอทีเข้ากับระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติที่เชื่อมต่อกับบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ

3. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (mixed method research) ซึ่งประกอบด้วยการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) การวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) และการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและลึกซึ้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือผู้สูงอายุในจังหวัดนครพนมที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 104,933 ราย ซึ่งมีลักษณะทางประชากรศาสตร์ คือ มีอายุเฉลี่ย 68.4 ปี สัดส่วนเพศหญิงต่อเพศชายคิดเป็น 55 ต่อ 45 มีโรคประจำตัวอย่างน้อย 1 โรค คิดเป็นร้อยละ 67.2 ของจำนวนผู้สูงอายุ และส่วนใหญ่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ร้อยละ 78.9

การศึกษานี้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล ดังนี้

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการตอบแบบสอบถาม ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling) ตามแนวคิดของ Neyman (1992) โดยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง 436 ราย จากตาราง Krejcie and Morgan (1970) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนประชากรในแต่ละอำเภอ โดยกำหนดเกณฑ์คัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป สามารถสื่อสารได้ และยินยอมเข้าร่วมวิจัย

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการสนทนากลุ่ม ใช้วิธีสุ่มตามความสะดวก (convenience sampling) จำนวน 24 คน โดยคัดเลือกให้มีความหลากหลายด้านเพศ การศึกษา และสถานะสุขภาพ จากนั้นแบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อยตามช่วงอายุ กลุ่มละ 8 คน ได้แก่ กลุ่มอายุ 60-69 ปี 70-79 ปี และ 80 ปีขึ้นไป

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 4 คน โดยคัดเลือกจากผู้สูงอายุที่สามารถสื่อสารได้และมีความต้องการในการปรับปรุงบ้านที่อยู่อาศัย

3.1.4 กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดสอบแอปพลิเคชันและระบบ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 100 ราย โดยสุ่มแบบเจาะจงจากผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และกระจายตามสัดส่วนประชากรใน 12 อำเภอ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบสอบถาม พัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมและผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปและสภาพความเป็นอยู่ แบบประเมินความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ตามแบบประเมินดัชนีบาร์เทล (Barthel ADL Index) (Mahoney & Barthel, 1965)

3.2.2 แนวคำถามสำหรับการสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์เชิงลึก พัฒนาตามแนวทางของ Krueger and Casey (2014) เพื่อรับฟังปัญหาและความต้องการด้านที่อยู่อาศัยและการดูแลสุขภาพ

3.2.3 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินและรวบรวมข้อมูลผู้สูงอายุสามารถทำงานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ iOS และ Android

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและความต้องการที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ โดยใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุในจังหวัดนครพนม จำนวน 436 ราย นอกจากนี้ได้จัดการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่มตามแนวทางของ Krueger and Casey (2014) เพื่อรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการด้านที่อยู่อาศัย

3.3.2 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนนี้ได้จัดประชุมกลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholder participation) ตามทฤษฎีของ Freeman (1984) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงพรรณนา ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) ตามแนวทางของ Krippendorff (2019) จากนั้นสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดเพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบบ้านผู้สูงอายุและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

3.3.3 ออกแบบบ้านผู้สูงอายุและเครื่องอำนวยความสะดวก โดยยึดหลักการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ (age-friendly design) ตามแนวคิดขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) (WHO, 2007) และหลักการออกแบบสากล (universal design) ของ Mace et al. (1990) พร้อมทั้งกำหนดเครื่องอำนวยความสะดวกที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ โดยเน้นการใช้อุปกรณ์และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) นอกจากนี้ ยังได้ออกแบบระบบเทคโนโลยีไอโอทีสำหรับการติดตามสุขภาพและความปลอดภัยของผู้สูงอายุตามแนวคิดของ Majumder et al. (2017)

3.3.4 ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้วิธีการประเมินแบบ heuristic evaluation ตามแนวทางของ Nielsen (1994) ประกอบด้วย ความง่ายในการใช้งาน (usability) ประสิทธิภาพการทำงาน (system performance) ความแม่นยำในการตรวจจับเหตุการณ์ (detection accuracy) เวลาตอบสนอง (response time) และความพึงพอใจของผู้ใช้ (user satisfaction) จากนั้นทดลองใช้งานระบบในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุจำนวน 30 ราย เป็นระยะเวลา 3 เดือน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ตามแนวคิดการประเมินผลของ Falletta (1998)

3.3.5 วิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ และสรุปผลการวิจัยโดยใช้กรอบแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable development) ขององค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) (UN, 2015)

4. การทบทวนวรรณกรรม

4.1 สถานการณ์ผู้สูงอายุและความท้าทายในการดูแล

ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ โดย Knodel et al. (2015) คาดการณ์ว่าภายใน พ.ศ. 2568 ประเทศไทยจะมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นชัดเจนในจังหวัดนครพนม ซึ่งมีสัดส่วนผู้สูงอายุสูงถึงร้อยละ 28.71 (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2562) ก่อให้เกิดความท้าทายในการดูแลผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล ทั้งในด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพและสังคมและการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน (วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกรมกิจการผู้สูงอายุ, 2560) แม้ว่าระบบการดูแลผู้สูงอายุในปัจจุบันของไทยยังคงพึ่งพาครอบครัวเป็นหลักตามแนวคิดทฤษฎีความกตัญญูทดแทน (Choowattanapakorn, 1999) แต่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างครอบครัวและการย้ายถิ่นของคนรุ่นใหม่ส่งผลให้ระบบนี้เริ่มมีข้อจำกัดมากขึ้น (Knodel et al., 2015) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบการดูแลผู้สูงอายุที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุม โดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว (Majumder et al., 2017)

4.2 แนวคิดบ้านอัจฉริยะและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีสำหรับผู้สูงอายุ

แนวคิดบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีพื้นฐานจากหลักการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไอโอทีในการดูแลสุขภาพ (Majumder et al., 2017) การออกแบบบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุต้องคำนึงถึงความต้องการเฉพาะของผู้สูงอายุ เช่น ความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ โดยพบว่า การใช้เทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะ สามารถช่วยในการติดตามสุขภาพ เพิ่มความปลอดภัย และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้สูงอายุได้ ในประเทศไทย จันทิมา ทูมมะลา (2562) ได้พัฒนาระบบแจ้งเตือนการล้มอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีไอโอทีและเอไอ โดยเน้นการตรวจจับเหตุการณ์ล้มและการระบุผู้ประสบเหตุ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีมาใช้กับผู้สูงอายุยังมีความท้าทาย โดยเฉพาะในด้านการยอมรับเทคโนโลยี (Chen & Chan, 2014) และความกังวลเรื่องความเป็นส่วนตัว ดังนั้น การพัฒนาบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุจึงต้องให้ความสำคัญในการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน การให้ความรู้ และการสร้างความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยีแก่ผู้สูงอายุและผู้ดูแล

4.3 ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุ

ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องการความช่วยเหลือเร่งด่วน ในประเทศไทยแม้จะมีการพัฒนาระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงพบปัญหาในการเข้าถึงบริการ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล (Suriyawongpaisal et al., 2014) รายงานจากสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (2562) ระบุว่า ผู้สูงอายุเป็นกลุ่มที่ใช้บริการการแพทย์ฉุกเฉินมากที่สุด แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการเข้าถึงบริการ ทั้งนี้ การนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน เช่น ระบบเรียกรถพยาบาลอัตโนมัติ (automatic ambulance dispatch system) และการใช้ GPS ในการระบุตำแหน่งผู้ป่วย สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การบูรณาการระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศและปัญญาประดิษฐ์ ยังช่วยในการคัดกรองและประเมิน

ความเร่งด่วนของสถานการณ์ฉุกเฉินได้แน่นย่ำมากขึ้น (ยุวเรศมคฺฐ์ สิทธิชาญบัญชา, 2564) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบดังกล่าวในประเทศไทยยังอยู่ในระยะเริ่มต้น และต้องคำนึงถึงความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีและการยอมรับของผู้ใช้บริการ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ

4.4 การบูรณาการระบบบ้านอัจฉริยะกับบริการการแพทย์ฉุกเฉิน

การบูรณาการระบบบ้านอัจฉริยะกับบริการการแพทย์ฉุกเฉินเป็นแนวคิดที่มีศักยภาพสูงในการยกระดับคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยของผู้สูงอายุ โดยใช้ทักษะของผู้ช่วยเหลือผสมผสานกับเทคโนโลยีไอโอทีและเอไอ (Artsanthia et al., 2022) และระบบการสื่อสารแบบทันที (real time) เข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ระบบบูรณาการนี้สามารถตรวจจับเหตุฉุกเฉิน เช่น การหกล้มหรือภาวะหัวใจเต้นผิดปกติ และแจ้งเตือนไปยังศูนย์บริการการแพทย์ฉุกเฉินโดยอัตโนมัติ (Kanjawanishkul et al., 2019) นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลสุขภาพที่สำคัญของผู้สูงอายุไปยังทีมแพทย์ฉุกเฉินก่อนถึงที่เกิดเหตุ ช่วยให้การรักษากลายเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบบูรณาการดังกล่าวยังมีความท้าทายหลายประการ เช่น ความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัยของข้อมูล การทำงานร่วมกันของระบบที่แตกต่างกัน (interoperability) และการยอมรับเทคโนโลยีของผู้สูงอายุ (Chen & Chan, 2014) ในบริบทของประเทศไทย แม้จะมีการริเริ่มโครงการนำร่องในบางพื้นที่ แต่การบูรณาการระบบในวงกว้างยังต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วนและการพัฒนานโยบายสนับสนุนที่เหมาะสม (Suriyawongpaisal et al., 2014)

4.5 ช่องว่างในงานวิจัยและโอกาสในการพัฒนา

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบ้านอัจฉริยะและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับผู้สูงอายุเผยให้เห็นถึงช่องว่างที่สำคัญในงานวิจัย โดยการศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่การออกแบบทางกายภาพของที่อยู่อาศัย แต่ยังขาดการบูรณาการกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ Suriyawongpaisal et al. (2014) ระบุว่า ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินในประเทศไทยยังขาดการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Knodel et al. (2015) ที่ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาระบบการดูแลผู้สูงอายุที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างครอบครัวในสังคมไทย โอกาสในการพัฒนาจึงอยู่ที่การบูรณาการองค์ความรู้ด้านการออกแบบที่อยู่อาศัย เทคโนโลยีไอโอที และระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินเข้าด้วยกัน โดยคำนึงถึงบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของประเทศไทย (Choowattanapakorn, 1999) รวมถึงการพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุไทย โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลอย่างจังหวัดนครพนม ซึ่งมีความท้าทายทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐานและการยอมรับเทคโนโลยีของผู้สูงอายุ (Chen & Chan, 2014)

จะเห็นได้ว่า การพัฒนาเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการในการยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อรองรับความต้องการเฉพาะของกลุ่มนี้ เช่น โรจศักดิ์ แสงธศิริวิไล (2562) ได้ใช้เทคโนโลยีไอโอทีในการตรวจจับการเคลื่อนไหวและอาการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลสามารถติดตามสุขภาพและความปลอดภัยของผู้สูงอายุได้แบบเวลาจริง (real-time) ขณะเดียวกัน ใจสวรรค์ อนันต์โสภณ (2567) พบว่า การออกแบบบ้านอัจฉริยะในประเทศไทยต้องคำนึงถึงบริบททางวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม เช่น การใช้งานเทคโนโลยีที่ง่ายต่อการเข้าใจ

และการปรับแต่งระบบให้เหมาะสมกับการใช้ชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุในพื้นที่ชนบท นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะควรรวมถึงการจัดการพลังงานอัตโนมัติและการตรวจจับสภาพอากาศภายในบ้าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของผู้สูงอายุในระยะยาว (กุลยศ อุดมวงศ์เสรี, 2562) การวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการพัฒนาบ้านอัจฉริยะในประเทศไทยที่ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของผู้สูงอายุ

5. ผลการศึกษา

5.1 ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการที่อยู่อาศัยของผู้สูงอายุ

ผลการศึกษาด้านข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของผู้สูงอายุในจังหวัดนครพนมแสดงให้เห็นถึงลักษณะทางประชากรศาสตร์ สภาพความเป็นอยู่ สุขภาพ และความต้องการด้านที่อยู่อาศัยที่มีความเฉพาะเจาะจง ดังนี้

5.1.1 ด้านลักษณะทางประชากรศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.8 อยู่ในช่วงอายุ 65-69 ปี ร้อยละ 37.2 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 62.4 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 68.1 และส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ร้อยละ 45.6 ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างทางสังคมของผู้สูงอายุในพื้นที่ชนบทของประเทศไทย ซึ่งมีระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและยังคงมีบทบาทในภาคเกษตรกรรม

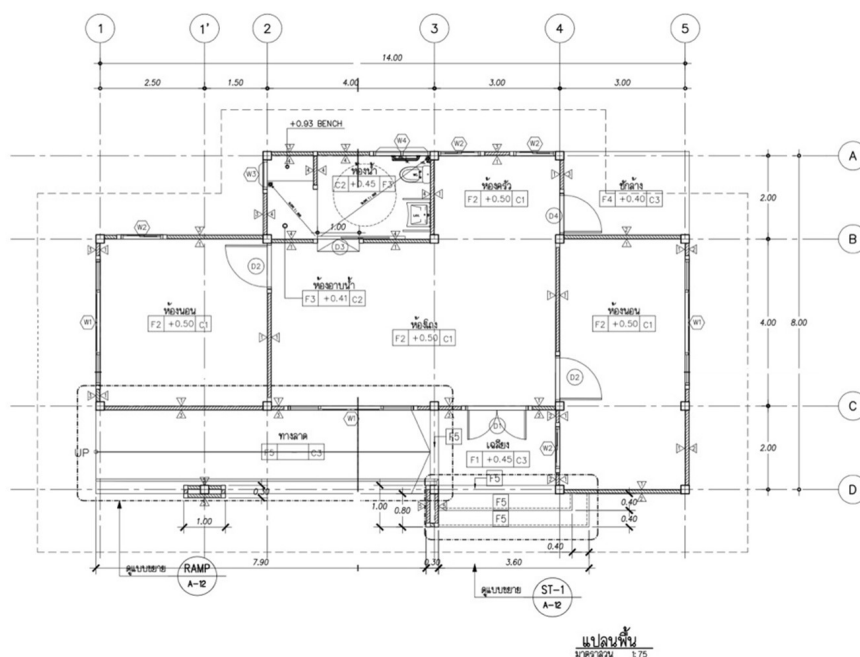
5.1.2 ด้านสภาพความเป็นอยู่และสุขภาพ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ผู้สูงอายุส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับคู่สมรส ร้อยละ 41.3 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ในช่วง 1,000-5,000 บาท ร้อยละ 53.7 โดยมีแหล่งรายได้หลักจากเบี้ยยังชีพผู้สูงอายุ ร้อยละ 68.3 ส่วนใหญ่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติในการรักษาพยาบาล ร้อยละ 78.9 และมีโรคประจำตัวอย่างน้อย 1 โรค ร้อยละ 67.2 โดยโรคที่พบมากที่สุดคือความดันโลหิตสูงและเบาหวาน ข้อมูลนี้สะท้อนให้เห็นถึงความท้าทายทางเศรษฐกิจและสุขภาพที่ผู้สูงอายุในพื้นที่เผชิญ ซึ่งมีนัยสำคัญต่อการวางแผนนโยบายสาธารณะและการจัดบริการสุขภาพ

5.1.3 ด้านความต้องการที่อยู่อาศัย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่มแสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและความสะดวกสบายเป็นอันดับแรก โดยมีความต้องการพื้นที่บ้านที่เรียบและไม่ลื่น ร้อยละ 92.6 ราวจับในจุดสำคัญ ร้อยละ 88.4 และระบบแจ้งเตือนฉุกเฉิน ร้อยละ 76.2 นอกจากนี้ ยังต้องการแสงสว่างที่เพียงพอ ร้อยละ 90.1 ระบบระบายอากาศที่ดี ร้อยละ 87.6 และห้องน้ำที่ออกแบบเฉพาะสำหรับผู้สูงอายุ ร้อยละ 85.3 ที่น่าสนใจคือ ผู้สูงอายุแสดงความสนใจในเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกและดูแลสุขภาพ เช่น ระบบติดตามสุขภาพอัตโนมัติ ร้อยละ 58.7 และระบบเตือนการรับประทานยา ร้อยละ 54.1

5.2 การออกแบบบ้านผู้สูงอายุต้นแบบ

ผลการศึกษาการออกแบบบ้านผู้สูงอายุต้นแบบจากแบบพิมพ์เขียวในภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการบูรณาการแนวคิดการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ และหลักการออกแบบสากล เข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

บ้านต้นแบบเป็นบ้านชั้นเดียว มีพื้นที่ใช้สอยรวม 100 ตารางเมตร งบประมาณการก่อสร้างไม่เกิน 1 ล้านบาท ซึ่งสะท้อนถึงการคำนึงถึงข้อจำกัดด้านการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเข้าถึงด้านราคา บ้านประกอบด้วยพื้นที่หลัก 6 ส่วน ได้แก่ ห้องนอนผู้สูงอายุ ห้องนอนผู้ดูแล ห้องน้ำ 2 ห้อง (แยกเป็นห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะ 1 ห้อง) ห้องนั่งเล่น ห้องครัว และระเบียง การจัดวางพื้นที่คำนึงถึงการเข้าถึงและการใช้งานที่สะดวกสำหรับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดวางห้องนอนผู้สูงอายุให้อยู่ใกล้กับห้องน้ำและทางออกฉุกเฉิน สอดคล้องกับหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (design for all) ที่เน้นการใช้งานได้อย่างเท่าเทียมและยืดหยุ่น



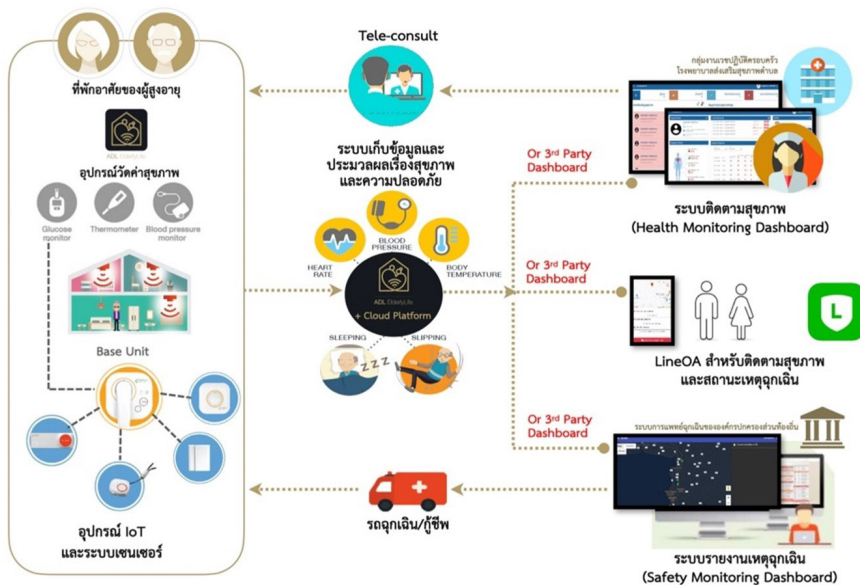
ภาพที่ 1 แบบพิมพ์เขียวบ้านผู้สูงอายุต้นแบบ

ลักษณะเด่นของบ้านต้นแบบประกอบด้วยพื้นบ้านเรียบเสมอกันทั้งหลังและใช้วัสดุกันลื่น ประตูทุกบานมีความกว้างอย่างน้อย 90 เซนติเมตร เพื่อรองรับการใช้รถเข็น มีการติดตั้งราวจับตามจุดสำคัญทั่วทั้งบ้าน ห้องน้ำสำหรับผู้สูงอายุมีพื้นที่กว้างขวางพร้อมอุปกรณ์ช่วยพยุงตัว ระบบแสงสว่างอัตโนมัติที่ปรับความสว่างตามช่วงเวลา และระบบระบายอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น องค์ประกอบเหล่านี้สอดคล้องกับแนวทางการออกแบบสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุขององค์การอนามัยโลก (WHO, 2007)

นอกจากนี้ บ้านต้นแบบยังติดตั้งระบบอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีไอโอที ประกอบด้วย ระบบควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ ระบบปรับอุณหภูมิอัตโนมัติ ระบบตรวจจับการล้ม ระบบแจ้งเตือนการรับประทานยา และกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ ระบบเหล่านี้เชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มกลางที่สามารถควบคุมและตรวจสอบได้ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนของผู้ดูแล การบูรณาการเทคโนโลยีไอโอทีที่เข้ากับการออกแบบบ้านสอดคล้องกับแนวคิดของ Majumder et al. (2017) ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ

5.3 ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัจฉริยะ

ผลการศึกษาเกี่ยวกับระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัจฉริยะแสดงให้เห็นถึงการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุอย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพที่ 2 ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่



ภาพที่ 2 ระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

5.3.1 อุปกรณ์ไอโอทีและเซนเซอร์ภายในบ้าน ประกอบด้วย เราเตอร์ (router) 4G หน่วยควบคุมหลัก กล้องวงจรปิดอัจฉริยะพร้อมระบบวิเคราะห์ข้อมูล ปุ่มกดฉุกเฉิน อุปกรณ์วัดสัญญาณชีพ เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และป้ายไฟสัญญาณเตือน

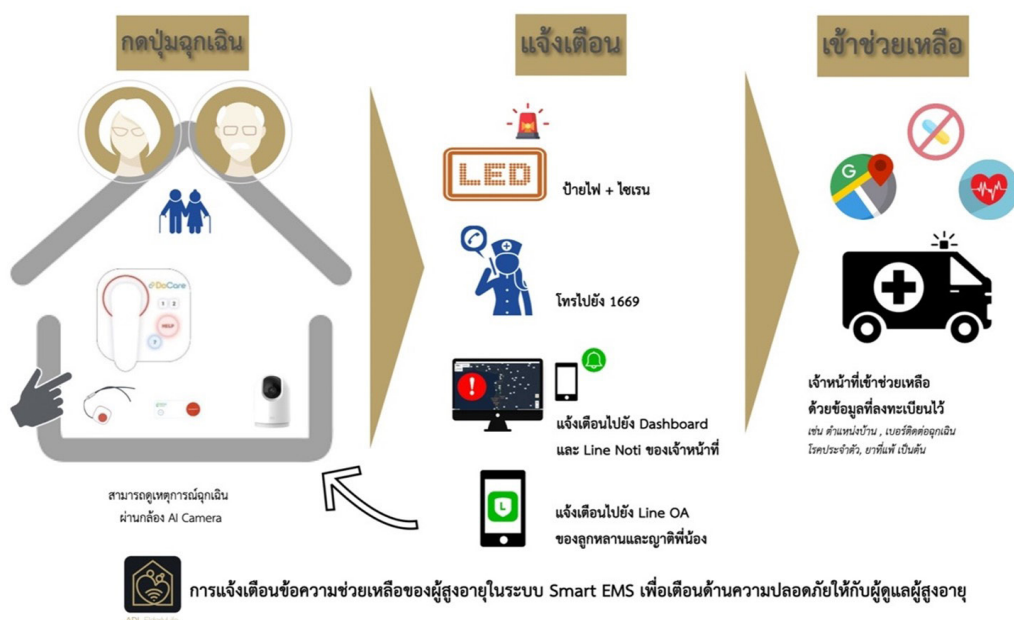
5.3.2 แพลตฟอร์มคลาวด์สำหรับประมวลผลข้อมูล ซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บ ประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูลจากอุปกรณ์ไอโอทีเพื่อตรวจจับเหตุผิดปกติและแจ้งเตือน

5.3.3 แอปพลิเคชันสำหรับผู้ดูแลและบุคลากรทางการแพทย์ ใช้สำหรับติดตามสถานะของผู้สูงอายุ มีระบบแจ้งเตือนฉุกเฉิน และระบบรายงานสุขภาพ

5.3.4 ระบบแจ้งเตือนฉุกเฉินอัตโนมัติ ประมวลผลอัตโนมัติเพื่อตรวจจับเหตุฉุกเฉินและแจ้งเตือนไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 3 แสดงแนวคิดการแจ้งเหตุเพื่อขอความช่วยเหลือของผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ จุดเด่นของระบบนี้คือการออกแบบให้มีการแจ้งเตือนหลายระดับ ทั้งการแจ้งเตือนภายในบ้านผ่านป้ายไฟ LED (Light Emitting Diode) และระบบเสียง การแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน และการแจ้งเตือนไปยังหน่วยฉุกเฉินที่เกี่ยวข้อง ระบบนี้ยังมีความสามารถในการส่งข้อมูลสุขภาพที่สำคัญของผู้สูงอายุไปพร้อมกับการแจ้งเตือน ซึ่งช่วยให้การช่วยเหลือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ระบบสามารถตรวจจับเหตุฉุกเฉินได้อย่างแม่นยำร้อยละ 95 โดยมีเวลาตอบสนองเฉลี่ย 2 นาที 50 วินาที การบูรณาการองค์ประกอบทั้ง 4 ส่วนนี้ช่วยสร้างระบบเฝ้าระวังและช่วยเหลือฉุกเฉินที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองต่อความต้องการด้านความปลอดภัยของผู้สูงอายุ



ภาพที่ 3 แนวคิดการแจ้งเหตุเพื่อขอความช่วยเหลือของผู้สูงอายุ

ความโดดเด่นของระบบนี้อยู่ที่การผสมผสานอุปกรณ์หลากหลายประเภท โดยเฉพาะกล้องวงจรปิดที่มีระบบวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถตรวจจับความเคลื่อนไหว ใบหน้า และภาษากาย ช่วยให้สามารถประเมินสถานการณ์ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ การใช้อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวที่ไม่ใช้กล้องยังช่วยรักษาความเป็นส่วนตัวของผู้สูงอายุ

5.4 ผลการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ

การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ ดำเนินการผ่านการทดสอบภาคสนามและการจำลองสถานการณ์ฉุกเฉิน โดยติดตั้งระบบในบ้านของผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลา 3 เดือน พร้อมทั้งจำลองสถานการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ เพื่อทดสอบการตอบสนองของระบบการวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 26 ซึ่งเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ และ NVivo 12 สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 4 ที่แสดงหน้าจอระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติเพื่อติดตามและรายงานข้อมูลสุขภาพที่สำคัญของผู้สูงอายุ ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลการรายงานข้อมูลกิจกรรมและสุขภาพของผู้ใช้งานระบบได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ความดันโลหิตระดับน้ำตาลในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ ระบบยังสามารถบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมประจำวัน เช่น การเคลื่อนไหว คุณภาพการนอน และการเข้าห้องน้ำ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำคัญของคุณภาพชีวิตและความเป็นอิสระของผู้สูงอายุ

การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติดำเนินการผ่านการทดสอบใน 2 สภาพแวดล้อม คือ

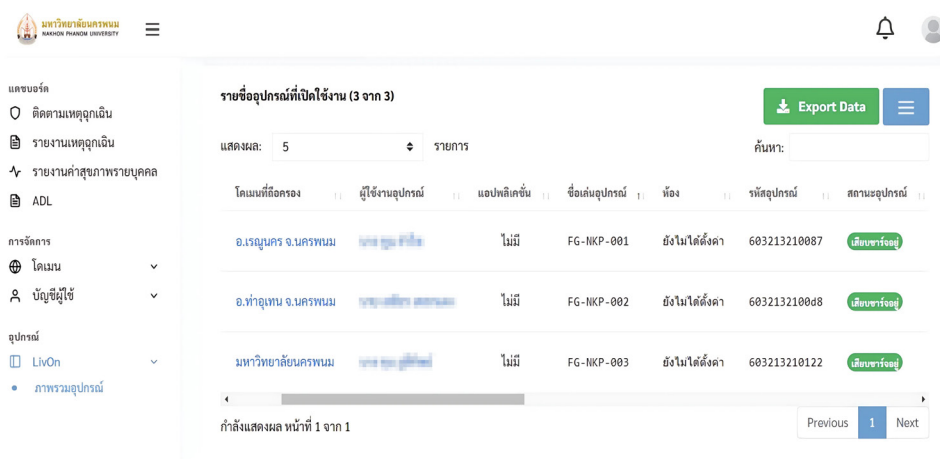
ก) การทดสอบในสภาพแวดล้อมควบคุม (controlled environment) การทดสอบในสภาพแวดล้อมควบคุมดำเนินการในกลุ่มตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยจำลองสถานการณ์ฉุกเฉินประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การหกล้มแบบฉับพลัน การหกล้มแบบช้า ๆ การไม่เคลื่อนไหวเป็นเวลานาน ผลการทดสอบพบว่า ระบบมีความแม่นยำในการตรวจจับเหตุฉุกเฉินแต่ละประเภทดังนี้ การล้มร้อยละ 97.0 การเคลื่อนไหวผิดปกติร้อยละ 94.7 และภาวะฉุกเฉินทางสุขภาพร้อยละ 93.8

ข) การทดสอบในสถานการณ์จริง (real-world setting) ดำเนินการในกลุ่มตัวอย่างเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยระบบได้รับการประเมินตามแนวทาง heuristic evaluation ของ Nielsen (1994) ซึ่งครอบคลุม 5 ด้านหลักที่ปรับให้เหมาะกับระบบบ้านอัจฉริยะ ได้แก่ 1) มีความง่ายในการใช้งาน มีความชัดเจนในการแจ้งเตือน และการแสดงสถานะของระบบ 2) มีความสอดคล้องกับบริบทผู้ใช้ที่เป็นผู้สูงอายุ มีการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย 3) มีการควบคุมและเสถียรภาพของผู้ใช้ ที่สามารถยกเลิกการแจ้งเตือนหรือควบคุมระดับความเป็นส่วนตัวได้ 4) ความมีมาตรฐานความปลอดภัยและเข้ากันได้กับระบบการแพทย์ฉุกเฉิน และ 5) มีการป้องกันความผิดพลาดด้วยระบบสำรองกรณีไฟฟ้าขัดข้อง ผลการทดสอบพบว่า ระบบมีความแม่นยำในการตรวจจับเหตุฉุกเฉินร้อยละ 95 มีเวลาตอบสนองเฉลี่ย 2 นาที 50 วินาที และมีอัตราการแจ้งเตือนผิดพลาด (false alarms) เพียงร้อยละ 5 ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการแจ้งเตือนแบบดั้งเดิม เนื่องจากระบบสามารถตรวจจับเหตุฉุกเฉินอัตโนมัติผ่านเซนเซอร์ ประมวลผลและตัดสินใจแจ้งเตือนแบบเวลาจริง และส่งข้อมูลไปยังหน่วยฉุกเฉินโดยตรงผ่านระบบดิจิทัล

ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบในด้านความแม่นยำในการตรวจจับเหตุฉุกเฉิน ร้อยละ 95 ได้จากการทดสอบในสถานการณ์จริงกับกลุ่มตัวอย่างบ้านผู้สูงอายุจำนวน 3 หลัง เป็นระยะเวลา 3 เดือน การทดสอบอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมปัจจัยสำคัญคือ คุณภาพการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และแสงสว่างในเวลากลางวัน และกลางคืน โดยใช้วิธีการประเมินแบบ event-based analysis ซึ่งวิเคราะห์จากจำนวนเหตุการณ์ที่ระบบตรวจจับได้ถูกต้องเทียบกับจำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องดำเนินการผ่านกล้องบันทึกวิดีโอตลอด 24 ชั่วโมง เก็บข้อมูลผ่านคลาวด์ มีระบบการแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชันและมีผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่บ้านกลุ่มตัวอย่างยืนยันความถูกต้องของเหตุการณ์

จากการวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบพบว่า มีการแจ้งเตือนผิดพลาดที่มีสาเหตุหลักจากการเคลื่อนไหวปกติของผู้สูงอายุที่คล้ายการล้ม ร้อยละ 3 และสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่น ร้อยละ 2 ในขณะที่การไม่แจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุจริงมีสาเหตุหลักมาจากบ้านอยู่ในจุดอับสัญญาณและความผิดพลาดของเซนเซอร์ ปัญหาเหล่านี้ได้รับการแก้ไขโดยการเพิ่มจุดติดตั้งเซนเซอร์และการปรับปรุงระบบตรวจสอบอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดทางเทคนิคบางประการ กล่าวคือ ประสิทธิภาพของระบบจะลดลงร้อยละ 10 ในสภาพแสงน้อย และการส่งข้อมูลอาจล่าช้า 15-30 วินาที ในกรณีที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร อย่างไรก็ตาม ระบบมีการติดตั้งไฟส่องสว่างฉุกเฉินและระบบสำรองข้อมูลแบบออฟไลน์ (offline) เพื่อรองรับปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงระบบสำรองไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้ต่อเนื่องนาน 6 ชั่วโมงในกรณีไฟฟ้าดับ

ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ผู้สูงอายุร้อยละ 80 รู้สึกปลอดภัยและมั่นใจมากขึ้นเมื่อมีระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติติดตั้งในบ้าน ผู้ดูแลเห็นว่าการช่วยลดภาระในการดูแลผู้สูงอายุได้ดี โดยเฉพาะในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความรวดเร็วในการแจ้งเตือน และประโยชน์ของข้อมูลสุขภาพสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มระยะยาว ซึ่งผลการประเมินนี้แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้จะมีข้อจำกัดบางประการที่ต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงต่อไป



มหาวิทยาลัยนครพนม
NAKHON PHANOM UNIVERSITY

แดชบอร์ด
ติดตามเหตุฉุกเฉิน
รายงานเหตุฉุกเฉิน
รายงานค่าสุขภาพรายบุคคล
ADL

การจัดการ
โดเมน
บัญชีผู้ใช้
อุปกรณ์
LivOn
ภาพรวมอุปกรณ์

รายชื่ออุปกรณ์ที่ปิดใช้งาน (3 จาก 3)

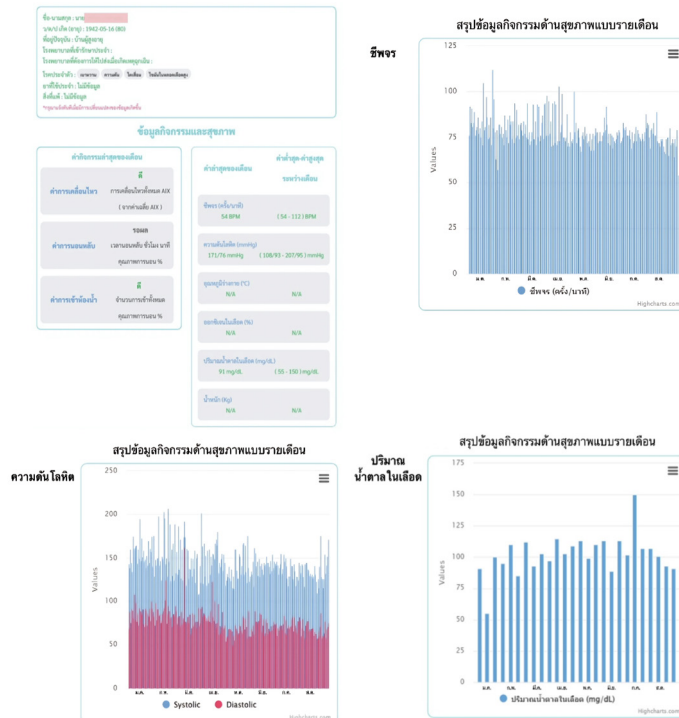
แสดงผล: 5 รายการ ค้นหา:

โดเมนที่ถือครอง	ผู้ใช้งานอุปกรณ์	แอปพลิเคชัน	ชื่อเล่นอุปกรณ์	ห้อง	รหัสอุปกรณ์	สถานะอุปกรณ์
อ.เรณูกร จ.นครพนม	นาง ชุติมา ศรีสุข	ไม่มี	FG-NKP-001	ยังไม่ได้ตั้งค่า	603213210087	เปิดใช้งาน
อ.ทำอุเทน จ.นครพนม	นางสาวสุวิภา วัฒนาราม	ไม่มี	FG-NKP-002	ยังไม่ได้ตั้งค่า	603213210088	เปิดใช้งาน
มหาวิทยาลัยนครพนม	นาง ชุติมา ศรีสุข	ไม่มี	FG-NKP-003	ยังไม่ได้ตั้งค่า	603213210122	เปิดใช้งาน

กำลังแสดงผล หน้า 1 จาก 1

Previous 1 Next

ภาพที่ 4 หน้าจอระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติเพื่อติดตามและรายงานข้อมูลสุขภาพผู้ใช้งาน



ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลการรายงานข้อมูลกิจกรรมและสุขภาพของผู้ใช้งานระบบ

6. การอภิปรายผล

การพัฒนาบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติในจังหวัดนครพนม แสดงให้เห็นถึงการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการดูแลผู้สูงอายุในบริบทของสังคมไทย ผลการศึกษาสะท้อนประเด็นสำคัญหลายประการที่สอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

6.1 ผลการสำรวจความต้องการของผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องการพื้นที่บ้านที่เรียบและไม่ลื่น รวมถึงราวจับในจุดสำคัญ สอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ องค์การอนามัยโลก (WHO, 2007) และหลักการออกแบบสากลของ Mace et al. (1990) การออกแบบบ้านต้นแบบที่คำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ไม่เพียงแต่ตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุ แต่ยังช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งสอดคล้องกับอารยสถาปัตย์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ

6.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและข้อจำกัดทางเทคนิคของระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติ แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการตรวจจับเหตุฉุกเฉินในระดับที่น่าพอใจ โดยมีความแม่นยำในการตรวจจับร้อยละ 95 และมีเวลาตอบสนองเฉลี่ย 2 นาที 50 วินาที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Majumder et al. (2017) ที่พบว่า การบูรณาการเทคโนโลยีไอโอทีเข้ากับระบบการดูแลผู้สูงอายุสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ

และป้องกันเหตุฉุกเฉินได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การศึกษาพบข้อจำกัดและความท้าทายที่สำคัญหลายประการ เช่น การแจ้งเตือนผิดพลาดซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวปกติที่คล้ายการล้ม และสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่น แม้ว่าอัตราความผิดพลาดนี้จะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับระบบเฝ้าระวังทางการแพทย์ทั่วไป แต่ยังคงต้องการการพัฒนาอัลกอริทึมการตรวจจับให้แม่นยำยิ่งขึ้น

ขณะที่ปัญหาการไม่แจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์จริงที่พบน้อยมากก็มีความสำคัญที่ไม่สามารถละเลยได้ เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้สูงอายุ สาเหตุหลักมาจากจุดอ่อนสัญญาณในบางพื้นที่ของบ้านและความผิดพลาดของเซนเซอร์ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสังเกตของ Chen and Chan (2014) เกี่ยวกับความท้าทายด้านเทคนิคในการติดตั้งระบบอัจฉริยะในที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ นอกจากนี้ปัญหาด้านเทคนิคในกรณีที่สัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่เสถียร โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกล ยังสะท้อนให้เห็นความสำคัญของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสารควบคู่ไปกับการพัฒนาระบบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Suriyawongpaisal et al. (2014) เกี่ยวกับการพัฒนาระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่ชนบทของประเทศไทย

6.3 ความท้าทายด้านความเป็นส่วนตัวและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยเฉพาะการบันทึกภาพและการเก็บข้อมูลสุขภาพ แม้ว่าระบบจะมีมาตรการรักษาความปลอดภัยหลายระดับ แต่ยังคงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งเป็นความท้าทายในการสร้างสมดุลระหว่างประโยชน์ทางเทคโนโลยีและการคุ้มครองสิทธิส่วนบุคคลที่เน้นย้ำความสำคัญของการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบดูแลผู้สูงอายุอัจฉริยะ

จะเห็นได้ว่า แม้ว่าเทคโนโลยีบ้านอัจฉริยะและระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติจะมีศักยภาพที่ดีในการยกระดับการดูแลผู้สูงอายุ แต่ความสำเร็จในการนำไปใช้จริงยังขึ้นอยู่กับ การแก้ไขข้อจำกัดทางเทคนิค การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการสร้างความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูล

7. ข้อสรุป

การศึกษาการพัฒนาบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุและระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติในจังหวัดนครพนมได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการดูแลผู้สูงอายุในบริบทของสังคมไทย โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

7.1 การออกแบบบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุนำมาซึ่งความต้องการเฉพาะของผู้สูงอายุ โดยเน้นความปลอดภัยและความสะดวกสบายเป็นหลัก ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การออกแบบที่เหมาะสมสามารถตอบสนองความต้องการของผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านการลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุและการส่งเสริมการดำเนินชีวิตอย่างอิสระ

7.2 ระบบบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับและแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉิน รวมถึงการติดตามและรายงานข้อมูลสุขภาพที่สำคัญของผู้สูงอายุได้อย่างต่อเนื่อง ระบบดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้สูงอายุ แต่ยังสนับสนุนการดูแลสุขภาพเชิงป้องกันผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว

7.3 ผลการประเมินการยอมรับเทคโนโลยีแสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุมีทัศนคติเชิงบวกต่อระบบที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะในด้านการรับรู้ประโยชน์และความตั้งใจใช้งาน ทั้งผู้สูงอายุ ผู้ดูแล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แสดงความพึงพอใจในระดับสูงต่อระบบในด้านความสะดวกในการใช้งาน ความรวดเร็วในการแจ้งเตือน และประโยชน์ของข้อมูลสุขภาพสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มระยะยาว อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายในการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น และความกังวลด้านความเป็นส่วนตัวและการเก็บรักษาข้อมูล ซึ่งเป็นประเด็นที่ต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบในการพัฒนาระบบต่อไป

โดยสรุป การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาบ้านอัจฉริยะและระบบบริการการแพทย์ฉุกเฉินอัตโนมัติสามารถยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในจังหวัดนครพนมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเพิ่มความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน อย่างไรก็ตาม การพัฒนาในอนาคตควรให้ความสำคัญกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุมากขึ้น และการสร้างความสมดุลระหว่างประโยชน์ทางเทคโนโลยีกับการคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบดูแลผู้สูงอายุในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยต่อไป

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

8.1.1 การศึกษาระยะยาวและการขยายขอบเขต ควรมีการติดตามและประเมินผลการใช้งานระบบในระยะยาว โดยขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความหลากหลายทั้งในเขตเมืองและชนบท รวมถึงกลุ่มผู้สูงอายุที่มีภาวะสุขภาพแตกต่างกัน การศึกษานี้จะช่วยให้เข้าใจผลกระทบของระบบต่อคุณภาพชีวิตและสุขภาพของผู้สูงอายุในบริบทที่หลากหลาย อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการนำระบบมาใช้ในการระยะยาวได้

8.1.2 การพัฒนาระบบความปลอดภัยของข้อมูลและความเป็นส่วนตัว ควรมีการวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและการคุ้มครองความเป็นส่วนตัวในระบบบ้านอัจฉริยะและการแพทย์ฉุกเฉิน โดยเฉพาะในบริบทของกฎหมายและจริยธรรมที่เกี่ยวข้อง การศึกษานี้ควรครอบคลุมทั้งด้านเทคนิคและด้านนโยบาย เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้งานและสนับสนุนการยอมรับเทคโนโลยีในวงกว้าง

8.1.3 การบูรณาการกับระบบสาธารณสุขและการพัฒนาโมเดลธุรกิจ ควรศึกษาแนวทางการเชื่อมโยงระบบบ้านอัจฉริยะและการแพทย์ฉุกเฉินเข้ากับระบบสาธารณสุขในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ พร้อมทั้งพัฒนาโมเดลธุรกิจที่ยั่งยืนสำหรับการนำระบบไปใช้ในวงกว้าง การศึกษานี้ควรคำนึงถึงความสามารถในการจ่ายของผู้สูงอายุ ระบบสวัสดิการของประเทศ และความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน เพื่อให้เกิดการพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพ เข้าถึงได้ และยั่งยืนในระยะยาว

8.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสำหรับกิจการสื่อสารดิจิทัล

8.2.1 ภาครัฐควรเร่งพัฒนาและขยายโครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงให้ครอบคลุมทั่วประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทและห่างไกล เพื่อรองรับการใช้งานเทคโนโลยีไอโอที และระบบบ้านอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุ ควบคู่ไปกับการส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยี 5G เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลและการตอบสนองในระบบการแพทย์ฉุกเฉิน นอกจากนี้ ควรมีนโยบายส่งเสริมการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ เช่น การสนับสนุนด้านการเงินในการติดตั้งระบบบ้านอัจฉริยะ การจัดอบรมการใช้งานเทคโนโลยีสำหรับผู้สูงอายุ และการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เป็นมิตรกับผู้สูงอายุ การดำเนินการในด้านนี้จะช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลและเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงบริการด้านสุขภาพและความปลอดภัยสำหรับผู้สูงอายุในทุกพื้นที่

8.2.2 การบูรณาการระบบสื่อสารดิจิทัลกับระบบสาธารณสุขและการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล ควรมีนโยบายส่งเสริมการเชื่อมโยงระบบสื่อสารดิจิทัลสำหรับบ้านอัจฉริยะและการแพทย์ฉุกเฉินเข้ากับระบบสาธารณสุขของประเทศ เพื่อให้เกิดการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบองค์รวมและมีประสิทธิภาพ ในขณะเดียวกัน ต้องมีการบังคับใช้กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลอย่างเข้มงวด และกำหนดแนวปฏิบัติด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ (cybersecurity) สำหรับระบบบ้านอัจฉริยะและการแพทย์ฉุกเฉิน การบูรณาการระบบพร้อมกับการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้งาน และส่งเสริมให้เกิดการใช้งานเทคโนโลยีอย่างแพร่หลาย ซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในระยะยาว

รายการเอกสารอ้างอิง

- กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2562). สถิติผู้สูงอายุ ณ วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2562 แยกตามตำบล. <http://www.dop.go.th/th/know/1/238>
- กุลยศ อุดมวงศ์เสรี. (2562). แนวโน้มทิศทางและเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าในอนาคต. *UNISEARCH (Unisearch Journal)*, 6(3), 3-9. <https://doi.org/10.58837/CHULA.UNISEARCH.6.3.1>
- จันทิมา ทูมมะลา. (2562). การตรวจจับการทกล้มของผู้สูงอายุโดยใช้โมดูลกล้องพร้อมระบบแจ้งเตือน [วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2019.1231>
- ใจสวรรค์ อนันตโสภณ. (2567). การออกแบบและการพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรรูปแบบใหม่ เพื่อสังคมเป็นสุขอย่างยั่งยืน. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 12(6), 2506-2522. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/journal-peace/article/view/279696>
- บุญญฤทธิ์ คำหมอน และ วิไลวรรณ แสนชนะ. (2567). ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟภายในบ้านด้วยแอปพลิเคชันบลูทูลี. *วารสารวิทยาสารสนเทศและเทคโนโลยี*, 5(1), 71-80. https://so09.tci-thaijo.org/index.php/jait_ssr/article/view/3517
- ปิยะพงษ์ พรหมลักษณ์, ณัฐดนัย สิงห์ศรีวรรณ, และ รัตนสุดา สุกดนัยสร. (2566). การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอที. *วารสารวิจัย มทร. กรุงเทพ*, 17(2), 21-35. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/rmutk/article/view/249807>
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2562). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2561*. กรมกิจการผู้สูงอายุ. https://www.dop.go.th/download/knowledge/th1573033396-261_0.pdf
- ยุวเรศมศุทธิ์ สิทธิชาญบัญชา. (2564). ปัญญาประดิษฐ์ Artificial intelligence (AI) กับการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และเวชศาสตร์ฉุกเฉิน. *วารสารการแพทย์ฉุกเฉินแห่งประเทศไทย*, 1(1), 91-104. <https://doi.org/10.14456/jemst.2021.10>
- โรงศักดิ์ แสงศิริวิไล. (2562). พัฒนารัฐกิจบริการดูแลผู้สูงอายุยุคดิจิทัล 5G ตามความคาดหวัง ผู้ดูแลผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารวิทยาลัยพณิชยศาสตร์บริหารพาณิชยกรรม*, 14(1), 121-140. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/GSC/article/view/199757>
- วิทยาลัยประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2560). *รายงานการศึกษาโครงการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานตามแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545-2564) ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2550-2554)*. กรมกิจการผู้สูงอายุ. https://www.dop.go.th/download/knowledge/th1516865515-114_0.pdf
- สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ. (2562). *รายงานประจำปี 2562*. <https://www.niems.go.th/1/Ebook/Detail/10123?group=23>

- Artsanthia, J., Leeissarapong, S., & Tamwattananugul, P. (2022). Future nursing education in the VUCA world changing from the 2019 coronavirus pandemic situation. *APHEIT Journal of Nursing and Health*, 4(2), e2760. <https://rsujournals.rsu.ac.th/index.php/ajnh/article/view/2760>
- Chen, K., & Chan, A. H. S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: A senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, 57(5), 635-652. <https://doi.org/10.1080/00140139.2014.895855>
- Choowattanapakorn, T. (1999). The social situation in Thailand: The impact on elderly people. *International Journal of Nursing Practice*, 5(2), 95-99. <https://doi.org/10.1046/j.1440-172x.1999.00155.x>
- Falletta, S. V. (1998). [Review of the book *Evaluating training programs*; The four levels by D. L. Kirkpatrick]. *The American Journal of Evaluation*, 19(2), 259-261. [https://doi.org/10.1016/S1098-2140\(99\)80206-9](https://doi.org/10.1016/S1098-2140(99)80206-9)
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Kanjanawanishkul, K., Bunkon, K., Ladkeaw, N., & Khongcharern, N. (2019). An Alarm and Monitoring System for the Elderly via a WiFi Network. *Journal of Engineering and Digital Technology (JEDT)*, 7(1), 15-21. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/TNJournal/article/view/198035>
- Knodel, J., Teerawichitchainan, B., Prachuabmoh, V., & Pothisiri, W. (2015). *The situation of Thailand's older population: An update based on the 2014 Survey of Older Persons in Thailand* (pp. 1-98). Research Collection School of Social Sciences. https://ink.library.smu.edu.sg/soass_research/1948/
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to its methodology* (4th ed.). Sage. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research* (5th ed.). Sage.
- Mace, R. L., Hardie, G. J., & Place, J. P. (1990). Accessible Environments: Toward Universal Design. In W. E. Preiser, J. C. Vischer, & E. T. White (Eds.), *Design intervention: Toward a more humane architecture* (pp. 155-175). Van Nostrand Reinhold. <https://mn.gov/mnddc/parallels2/pdf/90s/90/90-AEN-CAH.pdf>

- Mahoney, F. I., & Barthel, D. M. (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 56-61. <https://www.kcl.ac.uk/nmpc/assets/rehab/tools-bi-functional-evaluation-the-barthel-index.pdf>
- Majumder, S., Aghayi, E., Noferesti, M., Memarzadeh-Tehran, H., Mondal, T., Pang, Z., & Deen, M. J. (2017). Smart homes for elderly healthcare—Recent advances and research challenges. *Sensors*, 17(11), 2496. <https://doi.org/10.3390/s17112496>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage.
- Neyman, J. (1992). On the two different aspects of the representative method: the method of stratified sampling and the method of purposive selection. In S. Kotz, & N. L. Johnson (Eds.), *Breakthroughs in statistics: Methodology and distribution* (pp. 123-150). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_12
- Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In J. Nielsen, & R. L. Mack (Eds.), *Usability inspection methods* (pp. 25-62). John Wiley & Sons.
- Suriyawongpaisal, P., Aekplakorn, W., & Tansirisithikul, R. (2014). A Thailand case study based on quantitative assessment: does a national lead agency make a difference in pre-hospital care development in middle income countries? *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 22, Article 75. <https://doi.org/10.1186/s13049-014-0075-x>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>
- World Health Organization. (2007). *Checklist of essential features of age-friendly cities* (No. WHO/FCH/ALC/2007.1). <https://extranet.who.int/agefriendlyworld/wp-content/uploads/2018/04/Age-Friendly-Checklist-WHOedit.pdf>