

การบูรณาการเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ Internet of Things (IoT) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการโรงพยาบาล

ณัฐวุฒิ เจริญสุข และ นภาพุฒิกิจ*

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700

*อีเมลของผู้ประพันธ์บรรณกิจ: nattawut.cha@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ได้กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาระบบสาธารณสุข และเครือข่าย Wi-Fi ยังเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเชื่อมโยงอุปกรณ์ทางการแพทย์และระบบ Internet of Things (IoT) เข้าด้วยกันอย่างราบรื่น ทั้งนี้ IoT ได้เป็นหัวใจสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพทางการแพทย์ในหลายมิติ เช่น การเฝ้าติดตามสัญญาณชีพผู้ป่วยแบบเรียลไทม์ผ่านอุปกรณ์สวมใส่ การจัดการสินทรัพย์และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การควบคุมสภาพแวดล้อมอัตโนมัติ การส่งยาด้วยหุ่นยนต์ และการสนับสนุนการรักษาทางไกล (Telemedicine) การบูรณาการ IoT เข้ากับปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นรากฐานสำคัญสู่การเป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) แต่การประยุกต์ใช้ IoT ในโรงพยาบาลยังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ อย่างไรก็ตาม แนวโน้มในอนาคตได้ชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการนำระบบ IoT มาประยุกต์ใช้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้ ซึ่งการผสมผสานศักยภาพของเครือข่ายไร้สายและ IoT นี้เอง โรงพยาบาลจึงจะสามารถยกระดับจากการเป็นผู้ให้บริการทางการแพทย์แบบดั้งเดิมไปสู่การเป็นระบบนิเวศการดูแลสุขภาพแบบอัจฉริยะ (Smart Healthcare Ecosystem) ที่มุ่งเน้นการดูแลผู้ป่วยเชิงรุก สร้างความปลอดภัยที่เหนือกว่า และเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างที่มีคุณภาพซึ่งการใช้ระบบ IoT นี้เป็นก้าวสำคัญที่จะนำไปสู่ผลลัพธ์การรักษาที่ดีขึ้นและสร้างระบบการเป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: การบูรณาการเทคโนโลยี; การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่; เครือข่ายไร้สาย; ปัญญาประดิษฐ์; ระบบ Internet of Things (IoT); ระบบสาธารณสุข; โรงพยาบาลอัจฉริยะ

Integrating Wi-Fi and Internet of Things (IoT) Technologies to Enhance Hospital Management Efficiency

Nattawut Charoensuk and Napa Phuksakit*

Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand

*Corresponding author's e-mail: nattawut.cha@mahidol.ac.th

Abstract

In the digital age, information and communication technology (ICT), particularly wireless networks (Wi-Fi), has become essential infrastructure for advancing public health systems. Wi-Fi networks play a critical role in seamlessly connecting medical devices and Internet of Things (IoT) applications. IoT is central to improving healthcare efficiency across multiple dimensions, including real-time monitoring of patient vital signs through wearable devices, asset management and preventive maintenance, automated environmental control, robotic drug delivery, and telemedicine support. The integration of IoT with artificial intelligence (AI) and big data analytics forms a key foundation for realizing Smart Hospitals. However, the implementation of IoT in hospitals continues to face many significant challenges. Nonetheless, future developments indicate that IoT systems will become increasingly effective. By harnessing the combined capabilities of wireless networks and IoT, hospitals can evolve from traditional healthcare providers into Smart Healthcare Ecosystems which proactively enhance patient care, strengthen safety, and optimize resource management. IoT adoption represents a crucial step toward improved treatment outcomes and sustainable Smart Hospital for future.

Keywords: Technology Integration; Big Data Analytics; Wireless Networks; Artificial Intelligence (AI); Internet of Things (IoT); Public Health Systems; Smart Hospital

บทนำ

ในยุคดิจิทัลปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่เข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาในทุกภาคส่วนของสังคม โดยเฉพาะในด้านการแพทย์และสาธารณสุข โรงพยาบาลสมัยใหม่จำเป็นต้องอาศัยระบบเครือข่ายที่มีความรวดเร็ว เสถียร และปลอดภัย เพื่อรองรับการให้บริการทางการแพทย์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น หนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงนี้ คือ เครือข่ายไร้สาย (Wireless Fidelity: Wi-Fi) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้อย่างไร้สาย โดยอาศัยมาตรฐานสากลของ IEEE 802.11 ที่ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับความต้องการด้านความเร็ว ความปลอดภัย และปริมาณการใช้งานที่เพิ่มสูงขึ้น

โรงพยาบาลถือเป็นสถานที่ที่ต้องบริหารจัดการข้อมูลจำนวนมากศาล ทั้งข้อมูลทางการแพทย์ ข้อมูลผู้ป่วยและข้อมูลด้านการบริหารจัดการองค์กร เทคโนโลยี Wi-Fi ทำให้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องมือแพทย์ คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ และระบบ Internet of Things (IoT) ภายในโรงพยาบาลสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น และที่สำคัญคือช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นได้แบบเรียลไทม์ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวินิจฉัย การรักษา และการดูแลผู้ป่วยอย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ การใช้เครือข่าย Wi-Fi ภายในโรงพยาบาลยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงาน ลดการพึ่งพาโครงสร้างสายสัญญาณที่ซับซ้อน อีกทั้งยังเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาสู่โรงพยาบาลอัจฉริยะ (Smart Hospital) ซึ่งเป็นแนวโน้มสำคัญของระบบสาธารณสุขทั่วโลกในปัจจุบัน โรงพยาบาลอัจฉริยะอาศัยเครือข่าย Wi-Fi และ IoT เพื่อเชื่อมโยงระบบสารสนเทศทางการแพทย์เข้ากับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) อันจะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น การแพทย์เชิงป้องกัน (Preventive Medicine) การดูแลผู้ป่วยระยะไกล (Telemedicine) และการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบเครือข่ายไร้สายจึงเป็นหัวใจสำคัญที่รองรับการทำงานและเทคโนโลยีและแอปพลิเคชัน IoT ต่าง ๆ ในโรงพยาบาล ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาบริการทางการแพทย์ที่ทันสมัยและครอบคลุมอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ระบบ IoT ในโรงพยาบาล ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การเฝ้าติดตามสัญญาณชีพเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมการประยุกต์ใช้ที่สำคัญในหลายมิติ ตั้งแต่การดูแลผู้ป่วยแบบเรียลไทม์ผ่านอุปกรณ์สวมใส่ การจัดการสินทรัพย์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ การควบคุมสภาพแวดล้อมและพลังงานในอาคาร การใช้หุ่นยนต์สำหรับการส่งยาและเวชภัณฑ์อัตโนมัติไปจนถึงการสนับสนุนการรักษาทางไกลและการสื่อสารระหว่างบุคลากรอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาและทำความเข้าใจถึงการประยุกต์ใช้เครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) และ IoT ภายในโรงพยาบาลจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากจะช่วยให้เห็นภาพรวมของการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้ในทางปฏิบัติ ทั้งในด้านประโยชน์ที่ได้รับ ชัดจำกัดที่ต้องพิจารณา และแนวโน้มการพัฒนาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ประกอบการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ในการพัฒนาระบบสาธารณสุขสมัยใหม่ต่อไปได้อย่างยั่งยืน

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology)

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Technology) หมายถึง เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้การสื่อสารแบบไร้สายระหว่างอุปกรณ์ในพื้นที่จำกัด (เช่น อาคาร โรงพยาบาล หรือสำนักงาน) แทนการใช้สายสัญญาณ (Wired Network) โดยอาศัย คลื่นวิทยุหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อกลางในการส่งข้อมูล ระบบนี้ช่วยให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ หรืออุปกรณ์ Internet of Things (IoT) สามารถเชื่อมต่อกันและเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างยืดหยุ่นและรวดเร็ว

เทคโนโลยี Wireless LAN ส่วนใหญ่ใช้ มาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งกำหนดความถี่ วิธีการเข้ารหัส และโปรโตคอลการสื่อสาร เพื่อให้การเชื่อมต่อมีความเสถียร ปลอดภัย และสามารถรองรับอุปกรณ์จำนวนมากพร้อมกันได้ นอกจากนี้ WLAN ยังเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนา เครือข่าย IoT และระบบ Smart Hospital ที่ต้องการการสื่อสารแบบเรียลไทม์และความน่าเชื่อถือสูง การสื่อสารผ่าน Wi-Fi ใช้มาตรฐาน IEEE 802.11 ซึ่งแบ่งเป็นหลายรุ่น โดยแต่ละรุ่น มีความเร็ว ความถี่ และเทคโนโลยีรองรับแตกต่างกัน (Saxena et al., 2024)

สัญญาณ Wi-Fi ที่ใช้กันโดยทั่วไปอย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีดังนี้

- 1) Wi-Fi 4 (802.11n): เป็นจุดเริ่มต้นของการใช้งาน Wi-Fi ที่แพร่หลายมากขึ้น ด้วยเทคโนโลยี MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) ที่ช่วยเพิ่มความเร็วและระยะทาง
- 2) Wi-Fi 5 (802.11ac): เน้นเพิ่มความเร็วในย่านความถี่ 5 GHz เหมาะสำหรับการสตรีมวิดีโอและแอปพลิเคชันที่ต้องการแบนด์วิดท์สูง
- 3) Wi-Fi 6 และ Wi-Fi 6E (802.11ax): ออกแบบมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่มีอุปกรณ์หนาแน่น (High-Density Environments) เช่น โรงพยาบาล โดยใช้เทคโนโลยี OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) และ MU-MIMO (Multi-User MIMO) ช่วยให้สามารถให้บริการอุปกรณ์หลายเครื่องพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความหน่วง (Latency) และเพิ่มความจุของเครือข่าย
- 4) Wi-Fi 7 (802.11be): เป็นมาตรฐานล่าสุดที่ขยายการทำงานไปยังย่านความถี่ 6 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ใหม่ที่ยังไม่ถูกใช้งานมากนัก ทำให้มีช่องสัญญาณที่กว้างขึ้น ลดปัญหาการรบกวนสัญญาณได้อย่างมาก เหมาะอย่างยิ่งสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องการความเสถียรและความน่าเชื่อถือสูงสุด

ระบบการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ต (Internet of Things: IoT)

ระบบการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับอินเทอร์เน็ต (Internet of Things: IoT) คือการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ทำการบันทึกและรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ใกล้เคียงหรือจากสภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าเป็นระบบนิเวศของอุปกรณ์ที่เชื่อมโยงกัน ในศตวรรษที่ 21 IoT ถูกพิจารณาว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลสำหรับการกำกับดูแลอุปกรณ์ดิจิทัลจากระยะไกล โดย IoT ได้เชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัลเพื่อเข้ากับสังคมธุรกิจ การศึกษา และการดูแลสุขภาพ อุปกรณ์เหล่านี้มีตั้งแต่ชิปขนาดเล็กระดับนาโนไปจนถึงเราเตอร์ พร้อมด้วยตัวกระตุ้น (Actuators) เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อถึงกันได้ (Khan et al., 2022)

IoT ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อกระบวนการทางการแพทย์ โดยพบเห็นได้จากเหตุการณ์หลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) IoT ถูกพิจารณาให้เป็นกระดูกสันหลังของระบบการดูแลสุขภาพ รวมถึงสถาบันอื่น ๆ เช่น ระบบการศึกษา ณ วันที่ 13 เมษายน 2567 จำนวนผู้ติดเชื้อ COVID-19 รวมทั้งสิ้น 704,753,890 ราย เสียชีวิตรวม 7,010,681 ราย และหายป่วยรวม 675,619,811 ราย ตัวเลขเหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของสถานการณ์ ซึ่งทำให้นักวิจัยทำงานอย่างหนักเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของโรคควบคู่ไปกับการป้องกันและดูแลรักษา นักวิจัยพบว่า ในช่วงที่มีการระบาดใหญ่เช่นนี้ IoT เป็นทางออกที่ดีที่สุดในการสื่อสารเพื่อสร้างความตระหนักรู้

การแพร่กระจาย และมาตรการป้องกันที่เกี่ยวข้องกับโรค โดยการเก็บข้อมูลผ่านอุปกรณ์ที่ทันสมัยเพื่อลดการสัมผัสของมนุษย์ (Khan et al., 2023)

ความสำคัญของเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT (Internet of Things)

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว คำว่า IoT (Internet of Things) กลายเป็นคำที่ถูกพูดถึงบ่อยครั้งมากขึ้น คือแนวคิดในการทำให้อุปกรณ์หรือสิ่งของรอบตัวเรา ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ เครื่องจักร หรือแม้แต่เซ็นเซอร์ขนาดเล็ก สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อเก็บข้อมูล สื่อสาร และทำงานร่วมกันได้อย่างชาญฉลาด โดยไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์คอยควบคุมตลอดเวลา นอกจากนี้ IoT ยังเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานในการขับเคลื่อนการเป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะ เนื่องจากโรงพยาบาลอัจฉริยะต้องพึ่งพาอุปกรณ์ IoT เป็นหลักในการเชื่อมต่ออุปกรณ์สวมใส่ เช่น เซ็นเซอร์ และเครื่องมือทางการแพทย์เข้าด้วยกัน อุปกรณ์ที่เปิดใช้งาน IoT เหล่านี้จะรวบรวมข้อมูลสุขภาพ ตรวจสอบสัญญาณชีพของผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง และส่งข้อมูลเหล่านั้นไปยังแพลตฟอร์มศูนย์กลางเพื่อทำการวิเคราะห์ การเฝ้าติดตามแบบเรียลไทม์ทำให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถติดตามสถานะของผู้ป่วยจากระยะไกล ระบุสัญญาณเตือน และดำเนินการได้อย่างทันท่วงที อีกทั้งอุปกรณ์ IoT ยังช่วยให้สามารถติดตามทรัพย์สิน การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง และการบำรุงรักษาเครื่องมือแพทย์ ให้บุคลากรสามารถมั่นใจได้ว่า จะสามารถใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ramakrishnan et al., 2021)

นอกจากนี้ IoT ยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อการทำงานในโลกยุคดิจิทัล และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ซึ่งในปัจจุบัน AI ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการแพทย์มากยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยของ Alsabab et al (2025) ได้กล่าวว่า AI มีศักยภาพในการเร่งรัดกระบวนการค้นพบยา โดยอาศัยการวิเคราะห์โครงสร้างโมเลกุลเพื่อบ่งชี้สารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นยาได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการเร่งการพัฒนาการรักษาและวัคซีนใหม่ ๆ นอกจากนี้ AI ยังช่วยให้สามารถเฝ้าติดตามสัญญาณชีพและข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยได้อย่างต่อเนื่องจากระยะไกล ซึ่งจะช่วยให้บุคลากรทางการแพทย์สามารถดำเนินการช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที และลดความถี่ของการกลับเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลซ้ำซ้อน

ยิ่งไปกว่านั้น IoT ยังเป็นตัวกลางสำคัญในการเชื่อมต่อสัญญาณชีพ ข้อมูลภาพทางการแพทย์ และลักษณะทางสรีรวิทยาอื่น ๆ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ECG) เครื่องมือเฝ้าติดตามจากระยะไกล และการยกระดับการเฝ้าติดตามสุขภาพภายในระบบการดูแลสุขภาพ รวมทั้งวิธีการแบบไดนามิกที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลซึ่งเปลี่ยนข้อมูลทางการแพทย์ที่ยังไม่ผ่านการประมวลผลให้เป็นข้อมูลเชิงลึก และช่วยปรับปรุงการส่งมอบบริการด้านสุขภาพให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Pradyumna et al., 2024) ขณะเดียวกัน ในบริบทของโรงพยาบาลอัจฉริยะเทคโนโลยี Wi-Fi มีบทบาทสำคัญเช่นเดียวกับ IOT เพราะการเชื่อมต่อที่ราบรื่น มีความเสถียรและครอบคลุมทั่วพื้นที่โรงพยาบาลเป็นพื้นฐานในการให้ IoT และระบบดิจิทัลทำงานได้จริง ยกตัวอย่างเช่น Vejthani Hospital ประเทศไทย ได้ใช้ Wi-Fi 6 เพื่อรองรับระบบต่าง ๆ เช่น HIS, PACS, LIS และรองรับ IoT, AI และหุ่นยนต์ในโรงพยาบาลอย่างเต็มรูปแบบ (Huawei, ม.ป.ป)

องค์ประกอบหลักของ IoT

การทำงานของ IoT ไม่ได้เกิดขึ้นจากอุปกรณ์เพียงชิ้นเดียว แต่เป็นระบบที่ซับซ้อนซึ่งประกอบไปด้วยหลายส่วนที่เชื่อมโยงกัน ได้แก่

1) อุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Devices/Things)

สิ่งของที่ถูกฝังด้วยเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งรอบตัวได้ อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบด้วยเซ็นเซอร์สำหรับเก็บข้อมูล ตัวส่งการ (Actuators) ที่ทำงานตามคำสั่ง หน่วยประมวลผลขนาดเล็กสำหรับการ

ข้อมูล และโมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย เช่น Wi-Fi หรือ Bluetooth ตัวอย่างที่เห็นได้ทั่วไป เช่น หลอดไฟอัจฉริยะ ตู้เย็นอัจฉริยะ นาฬิกาสุขภาพอัจฉริยะ หรือกล้องวงจรปิด

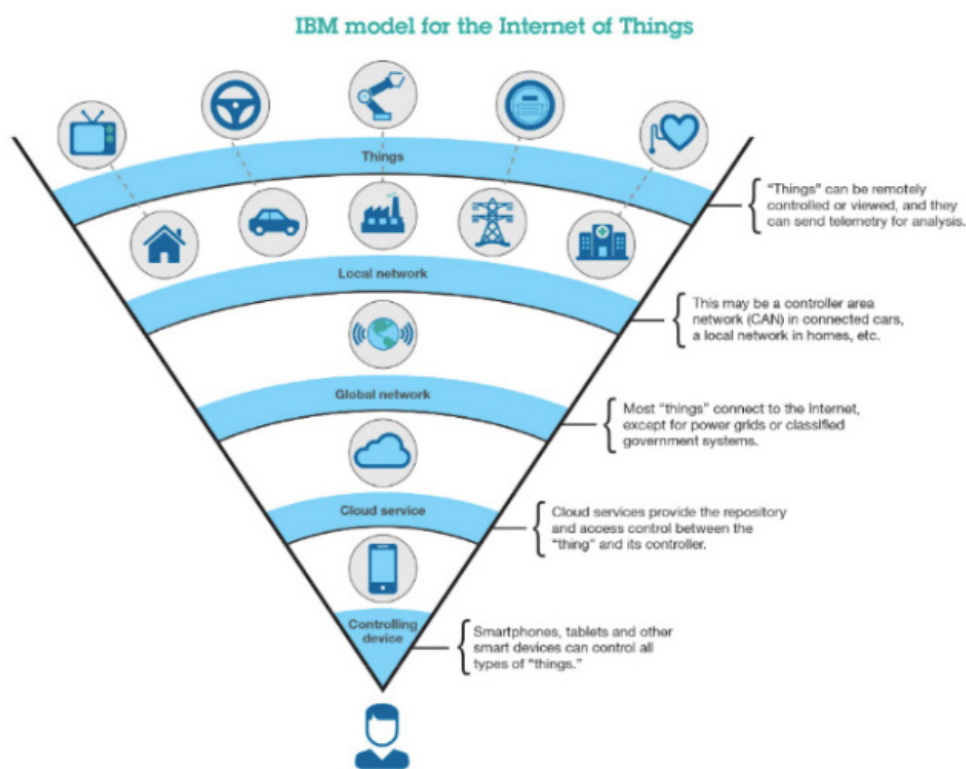
2) การเชื่อมต่อ (Connectivity)

เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้อุปกรณ์ IoT สื่อสารและทำงานร่วมกันได้ โดยเทคโนโลยีที่นิยมใช้ ได้แก่ Wi-Fi สำหรับบ้านหรือสำนักงาน, Bluetooth/BLE สำหรับอุปกรณ์สวมใส่ที่ใช้พลังงานต่ำ, 4G/5G สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่, LoRaWAN/NB-IoT สำหรับการสื่อสารระยะไกลพลังงานต่ำ และ Zigbee/Z-Wave สำหรับบ้านอัจฉริยะ การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับระยะทาง ปริมาณข้อมูล และข้อจำกัดด้านพลังงาน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบ IoT

3) แพลตฟอร์มคลาวด์และระบบประมวลผล (Cloud Platform and Data Processing)

ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ IoT จะถูกส่งไปยังระบบคลาวด์เพื่อการจัดเก็บ ประมวลผล และวิเคราะห์ โดยสามารถรองรับข้อมูลปริมาณมหาศาล (Big Data) และใช้เทคโนโลยีเชิงปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) เพื่อสร้างข้อมูลเชิงลึกและคาดการณ์แนวโน้มที่สำคัญ

4) แอปพลิเคชันและผู้ใช้งาน (Applications/Users) ข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วจะถูกนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่ายต่อผู้ใช้ เช่น แดชบอร์ดหรือกราฟ พร้อมทั้งสามารถสั่งการอุปกรณ์หรือรับการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ



Graphic 1. IBM model for the Internet of Things

Source: IBM X-Force® Research and Development

ภาพอธิบายและ Network Layers ของ Internet of Things โดย IBM

ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการทำงานของ IoT (บริษัท พีเอ็นซี เอ็กเพิร์ท จำกัด, ม.ป.ป)

การทำงานของระบบเครือข่ายไร้สายและ IoT ในโรงพยาบาล

ในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและมีความสำคัญสูง เช่น โรงพยาบาล การทำงานร่วมกันของระบบเครือข่ายไร้สายและ IoT มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานและการดูแลผู้ป่วย ระบบนี้ไม่ได้เป็นเพียงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทั่วไป แต่ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งานทางการแพทย์โดยเฉพาะ โดยมีหลักการทำงานและส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1) จุดเชื่อมต่อไร้สาย (Access Points)

การติดตั้ง Access Points กระจายทั่วโรงพยาบาล รวมถึงห้องผู้ป่วย ห้องผ่าตัด แผนกฉุกเฉิน ห้องแล็บ และพื้นที่สาธารณะ การวางตำแหน่งอย่างรอบคอบช่วยลดจุดอับสัญญาณ (Dead Zones) และลดการรบกวนสัญญาณ (Interference) จากอุปกรณ์ทางการแพทย์หรือโครงสร้างอาคาร เช่น กำแพงหนาหรือโลหะ

2) ตัวควบคุมเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Controller - WLC)

เป็นอุปกรณ์ส่วนกลางที่บริหารจัดการ Access Points ทั้งหมด ปรับกำลังส่งสัญญาณอัตโนมัติ สลับช่องสัญญาณเพื่อลดการรบกวนการบริหารจัดการโรมมิ่ง (Roaming) เมื่อบุคลากรหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ระหว่างโซนต่าง ๆ และควบคุมความปลอดภัย การพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งาน รวมถึงการกำหนดสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล

3) โครงสร้างเครือข่ายหลัก (Core Network Infrastructure)

ระบบไร้สายเชื่อมต่อกับเครือข่ายหลักของโรงพยาบาล ซึ่งมักใช้สาย Fiber Optic และ Ethernet Switch ความเร็วสูง เครือข่ายถูกแบ่งเป็น VLANs เพื่อแยกการจราจรของข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น ข้อมูลผู้ป่วย (PHI), ข้อมูล IoT ของอุปกรณ์ทางการแพทย์ และข้อมูลบุคลากร การแบ่งส่วนนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น

4) ระบบรักษาความปลอดภัย (Security Systems)

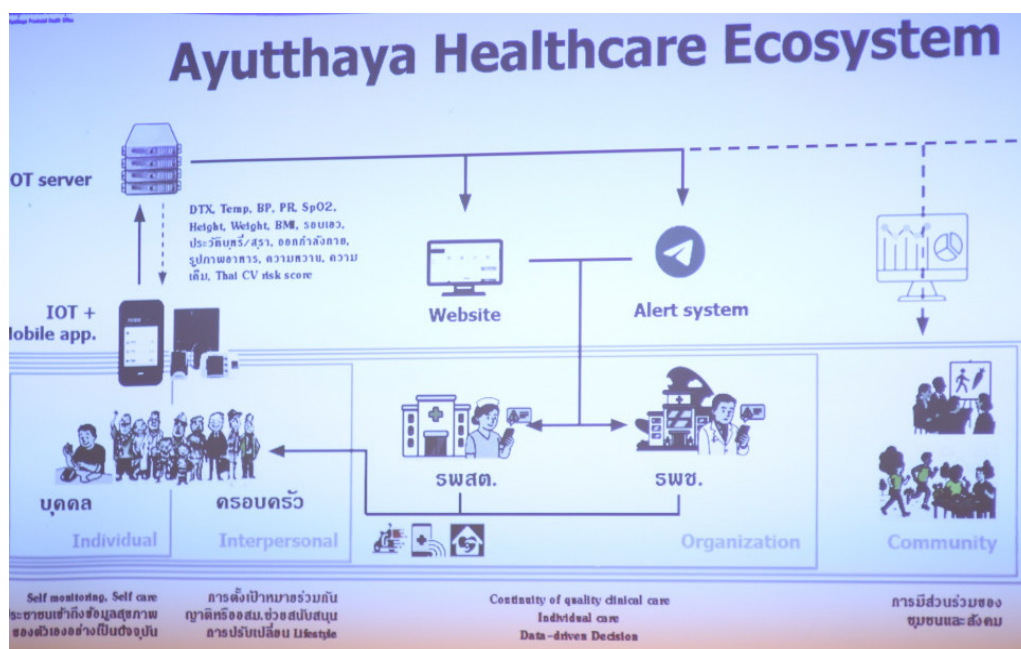
เนื่องจากข้อมูลสุขภาพเป็นข้อมูลที่ละเอียดอ่อน โรงพยาบาลต้องใช้ระบบรักษาความปลอดภัยไซเบอร์ที่เข้มงวด ครอบคลุมการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) การพิสูจน์ตัวตนผู้ใช้งาน (Authentication) แบบหลายปัจจัย เช่น Username/Password, ไบรร์รองดิจิทัล และการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึง (Authorization) ระบบยังติดตั้ง Firewall, IDS/IPS และ Logging/Monitoring เพื่อตรวจจับและตอบสนองต่อภัยคุกคามได้ทันทั่วทั้ง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาล

แม้จะมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในยุคดิจิทัล แต่ในปัจจุบันโรงพยาบาลยังคงเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการให้บริการทางการแพทย์ โดยเฉพาะในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรและการดูแลผู้ป่วยอย่างทั่วถึง ปัญหาสำคัญที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ ผู้ป่วยใช้เวลารอคอยการตรวจที่ยาวนาน เนื่องจากระบบบริหารจัดการคิวและการจัดสรรทรัพยากรบุคคลยังไม่ทันสมัยเท่าที่ควร อีกทั้งเครื่องมือแพทย์และอุปกรณ์ทางการแพทย์บางประเภทถูกใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ หรือขาดระบบติดตามที่แม่นยำ ส่งผลให้เกิดการ สูญหายและความล่าช้าในการให้บริการ และแม้บางโรงพยาบาลได้เริ่มประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT แล้ว แต่ยังคงพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานด้านการเชื่อมต่อ เช่น Wi-Fi ที่มีเสถียรภาพ ทั้งนี้จากข้อมูลของ Anuwat Thonmeerit (2025) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง The Influence of Demographic Factors and the Internet of Things on the Quality of Patient Care in a Tertiary Hospital in Thailand พบว่า หากโรงพยาบาลสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT และ Wi-Fi ได้อย่างบูรณาการและครอบคลุม จะก่อให้เกิดผลกระทบ

เชิงบวกหลายด้านต่อระบบสาธารณสุขของประเทศได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่น การลดเวลารอคอยของผู้ป่วยลงได้ถึง 41 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มความพึงพอใจในการรับบริการ และลดภาระของบุคลากรทางการแพทย์

ในประเทศไทย ได้มีโรงพยาบาลที่นำ IoT มาประยุกต์ใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วย และจากรายงานเชิงประจักษ์พบว่า IoT ช่วยยกระดับการดูแลรักษาผู้ป่วยได้จริง เช่น ในปี 2565 โรงพยาบาลลาดบัวหลวงเริ่มพัฒนาระบบติดตามสถานะของผู้ป่วยด้วยการใช้เทคโนโลยี IoT ในการตรวจวัดและควบคุมโรคเบาหวาน ทำให้ผู้ป่วยและแพทย์ทราบข้อมูลภาวะเบาหวานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ มีทั้งแถบทดสอบระดับน้ำตาลในเลือด เครื่องวัดความดันโลหิต เครื่องวัดอุณหภูมิ และเครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นต้น โดยผู้ป่วยและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) จะใช้อุปกรณ์เหล่านี้ตรวจวัดค่าต่างๆ ทุกเดือน ข้อมูลค่าที่วัดได้จะถูกส่งเข้าสู่ระบบของโรงพยาบาล เพื่อให้แพทย์ใช้ในการประมวลผลและส่งกลับไปยัง รพ.สต. และผู้ป่วยเพื่อให้ทราบสถานะโรค ความเสี่ยงเพื่อนำไปสู่การปรับพฤติกรรม ซึ่งในกรณีที่ข้อมูลสุขภาพผิดปกติ ระบบจะแจ้งเตือนแพทย์เพื่อทำการดูแลอย่างเร่งด่วน โดยในอนาคต ทางโรงพยาบาลมีการวางแผนเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อคาดการณ์แนวโน้มของสถานการณ์โรคเพื่อกำหนดนโยบายต่อไป (Hfocus, 2568) โดยมีโมเดลปรากฏดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงโมเดล IoT ของโรงพยาบาลลาดบัวหลวง

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการนำ IoT มาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการระบบขนส่งสิ่งส่งตรวจ (Specimen) ภายในโรงพยาบาล และทำให้การดำเนินการทางการแพทย์มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากงานวิจัยของ Mya Myet Thwe Chit (2021) ที่ได้ศึกษาเรื่อง Deployment of RFID, GPS and IoT Technology for Medical Specimen Logistic System พบว่า การนำเทคโนโลยี RFID, GPS และ IoT มาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการระบบขนส่งสิ่งส่งตรวจ (Specimen) ภายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย เช่น น้ำปัสสาวะ น้ำลาย หรือเนื้อเยื่อ ซึ่งเดิมทีการติดตามและระบุข้อมูลผู้ป่วยใช้ระบบ Barcode ทำให้มีข้อจำกัดหลายด้าน แต่เมื่อนำ RFID แท็ก มาติดบนหลอดทดลอง และสามารถเขียนและอ่านข้อมูลผู้ป่วยได้โดยตรงจากแท็ก ทำให้การระบุและติดตามข้อมูลมีความแม่นยำและสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้ ขณะขนส่งหลอดทดลองในกล่องควบคุมอุณหภูมิ (Cooler Box) ยังได้ติดตั้งเซนเซอร์ IoT ร่วมกับระบบ GPS เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในกล่อง พร้อมทั้งติดตามตำแหน่งของกล่องขนส่งผ่านระบบคลาวด์ ทำให้ระบบโลจิสติกส์สิ่งส่งตรวจมีความง่ายต่อการจัดการ มีความน่าเชื่อถือสูง และสามารถจัดส่งสิ่งส่งตรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อีกทั้งโรงพยาบาลศิริราชที่ได้ดำเนินการร่วมกับบริษัททรู คอร์ปอเรชั่น ในโครงการ 5G Smart Hospital โดยบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่ ได้แก่ IoT, 5G, AI และ Edge Computing เพื่อยกระดับคุณภาพการดูแลผู้ป่วยและการบริหารจัดการภายในโรงพยาบาลเทคโนโลยี ซึ่ง IoT ถูกนำมาใช้ในโรงพยาบาลอัจฉริยะ และยานยนต์ขนส่งเวชภัณฑ์อัตโนมัติ ทำให้สามารถติดตามสถานะผู้ป่วยและเวชภัณฑ์แบบเรียลไทม์ และแพลตฟอร์ม Edge Computing สามารถรองรับการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการทางการแพทย์ ลดภาระงานของบุคลากร และสนับสนุนการติดตามและบริหารจัดการระบบภายในโรงพยาบาลแบบเรียลไทม์ (บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด, 2566)

ดังนั้นระบบเครือข่ายไร้สายเปรียบเสมือนหัวใจหลักที่ขับเคลื่อนเทคโนโลยี IoT ในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญ ของการยกระดับบริการทางการแพทย์ให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การบูรณาการ IoT เข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของโรงพยาบาลไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่การเชื่อมต่ออุปกรณ์เท่านั้น แต่ยังครอบคลุมมิติสำคัญหลายด้านของการดำเนินงานและการดูแลผู้ป่วยโดยตรง เพื่อให้ระบบ IoT มีประสิทธิภาพสูงสุดและนำไปสู่การพัฒนาบริการทางการแพทย์ที่ทันสมัยและครอบคลุมอย่างแท้จริง จึงต้องมียุทธศาสตร์ประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

1) การติดตามและดูแลผู้ป่วยแบบเรียลไทม์ (Real-time Patient Monitoring & Medical IoT)

อุปกรณ์สวมใส่ (Wearable Devices) และเซ็นเซอร์ทางการแพทย์ขนาดเล็กที่เชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi หรือ Bluetooth สามารถติดตามสัญญาณชีพของผู้ป่วยได้ตลอด 24 ชั่วโมง (เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ระดับออกซิเจนในเลือด อุณหภูมิ ระดับน้ำตาลในเลือด) ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกส่งไปยังระบบส่วนกลาง ทำให้แพทย์และพยาบาลสามารถเฝ้าระวังอาการผู้ป่วย โดยเฉพาะผู้ป่วยวิกฤต ผู้ป่วยเรื้อรัง หรือผู้ป่วยหลังผ่าตัด ได้อย่างใกล้ชิด หากมีสัญญาณเตือนที่ผิดปกติ ระบบจะแจ้งเตือนบุคลากรทางการแพทย์ทันที ซึ่งช่วยให้สามารถเข้าถึงและให้การช่วยเหลือได้อย่างทันท่วงที ลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง และลดความจำเป็นในการตรวจเยี่ยมผู้ป่วยด้วยตนเองบ่อยครั้ง

2) การจัดการสินทรัพย์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ (Asset Tracking and Management)

โรงพยาบาลมีอุปกรณ์ทางการแพทย์ราคาแพงและเคลื่อนย้ายได้จำนวนมาก การติดแท็ก IoT (เช่น RFID หรือ Bluetooth Low Energy - BLE Beacons) ที่เชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ทำให้สามารถติดตามตำแหน่งของอุปกรณ์เหล่านั้นได้อย่างแม่นยำแบบเรียลไทม์ ช่วยลดเวลาในการค้นหาอุปกรณ์ที่จำเป็น ลดการสูญหายหรือถูกขโมย และช่วยในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Predictive Maintenance) โดยการแจ้งเตือนเมื่อถึงกำหนดการบำรุงรักษา หรือเมื่อมีแนวโน้มที่อุปกรณ์จะชำรุด

3) การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงพยาบาล (Environmental Control & Smart Building)

เซ็นเซอร์ IoT สามารถตรวจจับและควบคุมปัจจัยต่างๆ ในสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาลได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น คุณภาพอากาศ (ระดับ CO2 สารระเหย) หรือแม้กระทั่งการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ การควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมไม่เพียงแต่เพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ป่วยและบุคลากร แต่ยังช่วยในการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค และประหยัดพลังงานได้อีกด้วย (เช่น การปรับลดแสงสว่างหรือการทำงานของระบบปรับอากาศในพื้นที่ที่ไม่มีคนอยู่)

4) ระบบการส่งยาและเวชภัณฑ์อัตโนมัติ (Automated Medication and Supply Delivery)

หุ่นยนต์ขนส่งอัจฉริยะที่ทำงานร่วมกับระบบ Wi-Fi และ IoT สามารถนำส่งยา เวชภัณฑ์ หรือแม้แต่อาหารไปยังหอผู้ป่วยต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการ

ขนส่งด้วยมือ และช่วยให้การบริหารจัดการคลังยาและเวชภัณฑ์มีประสิทธิภาพมากขึ้นผ่านเซ็นเซอร์ที่ตรวจสอบสต็อกและวันหมดอายุ

5) การรักษาทางไกล (Telemedicine and Remote Care)

Wi-Fi ที่มีประสิทธิภาพเป็นหัวใจสำคัญของการบริการการแพทย์ทางไกล ทำให้แพทย์สามารถให้คำปรึกษา วินิจฉัย หรือแม้กระทั่งตรวจสอบข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยจากระยะไกลได้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดในการเดินทาง หรือผู้ป่วยที่ต้องการการดูแลต่อเนื่องที่บ้าน นอกจากนี้ยังรวมถึงการผ่าตัดทางไกล (Remote Surgery) ซึ่งต้องการความหน่วงต่ำและความเสถียรสูงเป็นพิเศษ

6) การสื่อสารของบุคลากร (Staff Communication & Real-time Location Systems - RTLS)

เครือข่ายไร้สายช่วยให้แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่สามารถสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยผ่าน โทรศัพท์ VoIP (Voice Over IP) หรือแอปพลิเคชันส่งข้อความที่เข้ารหัสบนอุปกรณ์พกพา ระบบ RTLS ที่ใช้ Wi-Fi หรือ BLE สามารถติดตามตำแหน่งของบุคลากรได้ ช่วยในการจัดสรรกำลังคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถแจ้งเตือนในกรณีฉุกเฉินได้

7) ระบบนำทางในอาคาร (Indoor Navigation / Wayfinding)

โรงพยาบาลขนาดใหญ่อาจใช้ Wi-Fi หรือ BLE Beacons ในการระบุตำแหน่งภายในอาคาร เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยหรือผู้เยี่ยมชมสามารถหาสถานที่ต่าง ๆ เช่น ห้องตรวจ ห้องแล็บ หรือแผนกต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน

ความท้าทายและแนวทางแก้ไขในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาล

การนำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาใช้ในโรงพยาบาลถือเป็นการปฏิรูประบบบริการสุขภาพครั้งสำคัญ เนื่องจากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วย ลดภาระงานบุคลากร และสร้างระบบการจัดการที่อัจฉริยะ อย่างไรก็ตาม การใช้งาน IoT ในสภาพแวดล้อมทางการแพทย์กลับมีความซับซ้อนสูงและเผชิญความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะในมิติของความปลอดภัยไซเบอร์ ความเสถียรของเครือข่าย ความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ และต้นทุนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งหากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพ การรักษาและความปลอดภัยของผู้ป่วยโดยตรง

1) ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลสุขภาพผู้ป่วย (Protected Health Information)

ข้อมูลสุขภาพผู้ป่วยถือเป็นความท้าทายที่สำคัญที่สุด เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีความอ่อนไหวสูงและตกเป็นเป้าหมายของการโจมตีทางไซเบอร์ เช่น Ransomware หรือ Phishing การรั่วไหลของข้อมูลไม่เพียงส่งผลกระทบต่อกฎหมายและชื่อเสียงของโรงพยาบาล แต่ยังบั่นทอนความเชื่อมั่นของผู้ป่วย แนวทางแก้ไขจึงต้องอาศัยการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) การยืนยันตัวตนหลายปัจจัย (Multi-Factor Authentication: MFA) การกำหนดสิทธิ์เข้าถึงตามบทบาท (RBAC) และการตรวจสอบเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง (Monitoring & Logging) นอกจากนี้ การปฏิบัติตามกฎหมายคุ้มครองข้อมูล เช่น HIPAA, GDPR และ PDPA เป็นสิ่งจำเป็นควบคู่กับการสร้างวัฒนธรรมความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยไซเบอร์ในบุคลากรทุกระดับ

2) โครงสร้างพื้นฐานและสัญญาณรบกวน (Interference)

สภาพแวดล้อมของโรงพยาบาลมีความซับซ้อนเนื่องจากมีเครื่องมือแพทย์จำนวนมากที่ปล่อยคลื่นความถี่ซึ่งอาจกระทบต่อสัญญาณ Wi-Fi ประกอบกับโครงสร้างอาคารที่มีความซับซ้อนและหนาแน่น การจัดการปัญหานี้จำเป็นต้องใช้การวางแผนคลื่นความถี่อย่างรอบคอบ (RF Planning) การสำรวจสภาพแวดล้อมจริง (Site Survey) รวมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายรุ่นใหม่ เช่น Wi-Fi 6/6E/7 ที่มีความสามารถในการลดสัญญาณรบกวนและรองรับอุปกรณ์ความหนาแน่นสูงได้ดีกว่าเทคโนโลยีเดิม การใช้ระบบควบคุมเครือข่ายแบบอัจฉริยะ (Intelligent Wireless Controller) มีบทบาทสำคัญในการจัดสรรช่องสัญญาณและกำลังส่งแบบเรียลไทม์เพื่อคงเสถียรภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง

3) ความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ (Interoperability) และความหน่วงต่ำ (Low Latency)

อุปกรณ์ IoT และเครื่องมือแพทย์ที่มาจากผู้ผลิตหลากหลายรายมักใช้มาตรฐานสื่อสารที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดอุปสรรคในการเชื่อมต่อและการทำงานร่วมกัน การแก้ไขปัญหาดังกล่าวควรเน้นการเลือกใช้อุปกรณ์ที่สนับสนุนมาตรฐานเปิด (Open Standards) หรือแพลตฟอร์มบูรณาการกลาง (Middleware) ที่สามารถประสานข้อมูลข้ามระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้งานที่มีความสำคัญต่อชีวิต เช่น การผ่าตัดทางไกล (Remote Surgery) หรือการติดตามสัญญาณชีพผู้ป่วยวิกฤต ต้องการเครือข่ายที่มีความน่าเชื่อถือสูงและความหน่วงต่ำมาก (Ultra-Reliable Low-Latency Communication: URLLC) การรองรับความต้องการดังกล่าวสามารถทำได้ด้วยการผสมผสานการทำงานระหว่าง Wi-Fi 6/7 และ 5G รวมถึงการออกแบบระบบสำรอง (Redundancy) เพื่อป้องกันการหยุดชะงักของบริการที่อาจเกิดขึ้น

4) การลงทุนและการบูรณาการกับระบบเดิม (Legacy Systems)

งบประมาณและต้นทุนการลงทุนเป็นอุปสรรคที่ไม่อาจมองข้ามได้ เนื่องจากการปรับใช้ IoT ต้องอาศัยงบประมาณจำนวนมากทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการพัฒนาทักษะบุคลากร โรงพยาบาลที่มีระบบสารสนเทศเดิมซึ่งไม่รองรับมาตรฐานใหม่ยิ่งเพิ่มความซับซ้อนในการบูรณาการ กลยุทธ์ที่เหมาะสมคือการดำเนินการแบบเป็นระยะ (Phased Implementation) การเลือกใช้อุปกรณ์ที่รองรับการทำงานร่วมกับระบบเดิม (Backward Compatibility) รวมถึงการประเมินผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในระยะยาว เพื่อสร้างความคุ้มค่าและยั่งยืนของการประยุกต์ใช้ IoT ในบริบทการแพทย์อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวโน้มในอนาคตของเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาล

ประเทศไทยมีการเติบโตด้านการใช้ IoT อย่างต่อเนื่องในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ในการผลักดันให้เกิดการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม จากรายงานของสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (ETDA) และการสนับสนุนจากโครงการต่าง ๆ เช่น Thailand 4.0 ซึ่งมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (Happy Smart, ม.ป.ป) ดังนั้นการประยุกต์ใช้ Wi-Fi และ IoT ในโรงพยาบาลจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาระบบการดูแลสุขภาพอัจฉริยะในอนาคต โดยมีแนวโน้มและวิสัยทัศน์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) การพัฒนาเทคโนโลยี Wi-Fi 6E และ Wi-Fi 7 (802.11be) รุ่นใหม่และโครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย

เทคโนโลยี Wi-Fi 6E และ Wi-Fi 7 (802.11be) มีศักยภาพในการรองรับอุปกรณ์ IoT จำนวนมาก พร้อมทั้งเพิ่มความจุและลดความหน่วงของเครือข่ายไร้สายอย่างมีนัยสำคัญ ย่านความถี่ 6 GHz ที่สะอาดและกว้างขวาง ช่วยให้การสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทางการแพทย์และเซ็นเซอร์อัจฉริยะมีความเสถียรและรวดเร็ว โดยเฉพาะ Wi-Fi 7 ที่มีความสามารถในการใช้แบนด์วิดท์สูงสุดถึง 320 MHz และเทคโนโลยี Multi-Link Operation (MLO) ที่ช่วยเพิ่มความเร็ว

และความเสถียรของการเชื่อมต่อ ขณะเดียวกัน การปรับปรุงเทคโนโลยี OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) และ MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) ช่วยให้สามารถรองรับอุปกรณ์ IoT หลายตัวได้พร้อมกันโดยไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้เหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาลที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อจำนวนมาก

2) การบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่อง

การผสมรวมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และ Machine Learning (ML) จะทำให้ข้อมูลจำนวนมากจากอุปกรณ์ IoT สามารถถูกวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการวินิจฉัยโรค การคาดการณ์ภาวะแทรกซ้อน การดูแลสุขภาพเชิงป้องกัน และการบริหารจัดการทรัพยากรโรงพยาบาลอย่างเป็นระบบ อัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) สามารถวิเคราะห์รูปแบบและแนวโน้มจากข้อมูลสัญญาณชีพของผู้ป่วยเพื่อให้คำแนะนำการรักษาที่เหมาะสมและส่วนบุคคล นอกจากนี้ การใช้ Natural Language Processing (NLP) ในการประมวลผลเอกสารทางการแพทย์และการสนทนาระหว่างแพทย์กับผู้ป่วยจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลและการค้นหาข้อมูลทางคลินิก ระบบ AI ยังสามารถเรียนรู้จากข้อมูลในอดีตเพื่อปรับแต่งการทำงานของอุปกรณ์ IoT ให้เหมาะสมกับความต้องการเฉพาะของแต่ละผู้ป่วยและสถานการณ์ทางการแพทย์

3) การประมวลผลแบบ Edge Computing และเครือข่าย 5G

การประมวลผลแบบ Edge Computing ช่วยลดความหน่วงของการรับส่งข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองของระบบแบบเรียลไทม์ เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่มีความต้องการด้านเวลาสูง เช่น การติดตามสัญญาณชีพของผู้ป่วยวิกฤตหรือระบบแจ้งเตือนฉุกเฉิน ขณะเดียวกัน เครือข่าย 5G สามารถเสริมประสิทธิภาพด้านความหน่วงต่ำเป็นพิเศษ (Ultra-Reliable Low-Latency Communication: URLLC) การส่งข้อมูลปริมาณสูง (enhanced Mobile Broadband: eMBB) และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT จำนวนมหาศาล (massive Machine-Type Communications: mMTC) ซึ่งจะสนับสนุนการผ่าตัดทางไกล การควบคุมหุ่นยนต์ทางการแพทย์ และบริการ Telemedicine ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน

4) ความปลอดภัยและความโปร่งใสผ่านเทคโนโลยี Blockchain

เทคโนโลยี Blockchain มีศักยภาพในการสร้างระบบการจัดเก็บและแลกเปลี่ยนข้อมูลสุขภาพอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Health Records: EHR) ที่กระจายศูนย์และปราศจากการดัดแปลง ทำให้การแบ่งปันข้อมูลระหว่างผู้ให้บริการทางการแพทย์เป็นไปอย่างปลอดภัยและตรวจสอบได้ อีกทั้งระบบ Blockchain สามารถสร้างการเข้ารหัสข้อมูลแบบหลายชั้นและใช้สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts) ในการควบคุมการเข้าถึงข้อมูลโดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ความสามารถในการติดตาม (Audit Trail) ของ Blockchain ทำให้สามารถตรวจสอบประวัติการเข้าถึงและการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ทุกขั้นตอน ซึ่งช่วยเพิ่มความโปร่งใสและความรับผิดชอบ ในการจัดการข้อมูลสุขภาพ ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีนี้ยังสนับสนุนการใช้งานข้ามองค์กร (Interoperability) โดยสร้างมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นสากลและสามารถเชื่อมต่อระหว่างโรงพยาบาล คลินิก และสถานพยาบาลต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น ทำให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมการแบ่งปันข้อมูลสุขภาพของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

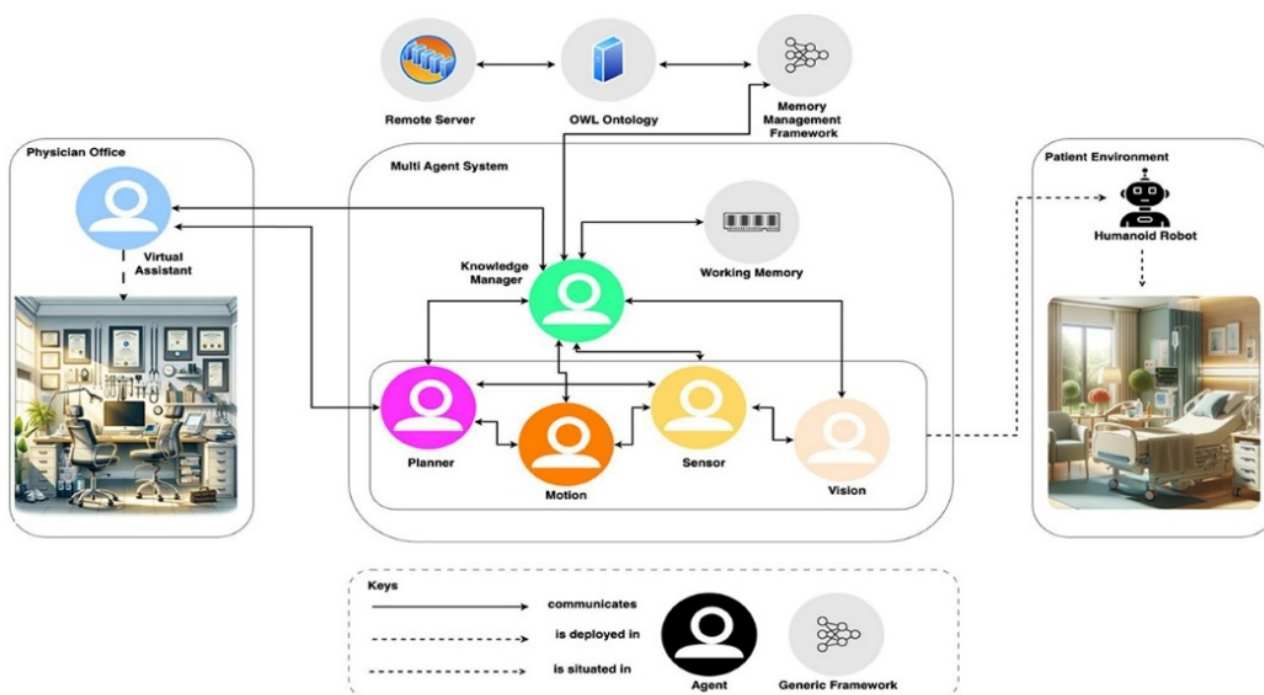
5) การพัฒนาโรงพยาบาลอัจฉริยะในอนาคต

ในอนาคต โรงพยาบาลอาจต้องยกระดับให้เป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะมากขึ้น และเป็นตัวอย่างของการหลอมรวมเทคโนโลยีล้ำสมัย กลยุทธ์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และการดูแลทางการแพทย์ที่มุ่งเน้นผู้ป่วยเข้าไว้ด้วยกัน (Kumar et al.,

2025) ซึ่งแนวคิดนี้เป็นกระบวนทัศน์ใหม่ที่มุ่งบูรณาการเทคโนโลยีและระบบอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร ปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน และยกระดับผลลัพธ์ของการรักษาผู้ป่วย โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่ซับซ้อน ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อและการแบ่งปันข้อมูลอย่างราบรื่นระหว่างระบบ อุปกรณ์ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ ของโรงพยาบาล (Ahad et al., 2019)

6) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 6G และหุ่นยนต์ทางการแพทย์

หากเทคโนโลยี 6G เป็นที่นิยมและเข้าถึงได้มากขึ้น อาจมีการนำหุ่นยนต์มาทำงานร่วมกับบุคลากรทางการแพทย์ เป็นรูปธรรมมากขึ้นด้วย เช่น หุ่นยนต์ถ่ายภาพทางการแพทย์ขั้นสูง ที่สามารถดำเนินการวินิจฉัยด้วยความละเอียดสูงและแบบเรียลไทม์ได้ เนื่องจากศักยภาพการสื่อสารระดับเทระเฮิร์ตซ์ (Terahertz) ของเทคโนโลยี 6G และอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ (AI) ของหุ่นยนต์เหล่านี้เปิดโอกาสให้สามารถวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ได้ทันที ซึ่งอำนวยความสะดวกในการตัดสินใจและการเข้าช่วยเหลือที่รวดเร็วขึ้น อีกทั้งเทคโนโลยี 6G ยังช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรที่มีความเป็นธรรมชาติและทำงานร่วมกับมนุษย์ได้ดียิ่งขึ้น หรืออาจเรียกว่าหุ่นยนต์ คล้ายมนุษย์ (Humanoid Robots) ที่สามารถถูกผนวกเข้ากับขั้นตอนการทำงานด้านการดูแลสุขภาพได้อย่างง่ายดาย เพื่อสนับสนุนภารกิจต่าง ๆ เช่น การดูแลผู้ป่วย การทำกายภาพบำบัด และขั้นตอนทางการแพทย์ตามปกติ (Kumar et al., 2025) ปรากฏดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการทำงานในโรงพยาบาลอัจฉริยะที่ขับเคลื่อนด้วยหุ่นยนต์

แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาลในอนาคต

ในอนาคต โรงพยาบาลควรมุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน Wi-Fi ที่มีความครอบคลุม เสถียร และปลอดภัย เพื่อรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT จำนวนมากได้พร้อมกันอย่างมีประสิทธิภาพ หนึ่งในแนวทางสำคัญคือ การทดลองในผู้ป่วยกลุ่มเฉพาะ เช่น ผู้ป่วยโรคเรื้อรังหรือผู้สูงอายุ โดยใช้อุปกรณ์สวมใส่อัจฉริยะติดตามสัญญาณชีพแบบเรียลไทม์ ข้อมูลจะถูกส่งผ่าน Wi-Fi เข้าสู่ระบบคลาวด์ของโรงพยาบาล เพื่อให้แพทย์ติดตาม วิเคราะห์ และแจ้งเตือนเมื่อมีความผิดปกติ ซึ่งช่วยลดภาระบุคลากร ลดระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาล และเพิ่มคุณภาพชีวิต ของผู้ป่วยได้ อีกทั้งในด้านการบริหารจัดการ

โรงพยาบาลสามารถใช้ IoT เพื่อติดตามอุปกรณ์ทางการแพทย์ แบบเรียลไทม์ ลดการสูญหาย และเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษา รวมถึงติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดคุณภาพอากาศ ความชื้น และอุณหภูมิภายในอาคาร เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการดูแลผู้ป่วยและลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อ และภาครัฐควรสนับสนุนให้โรงพยาบาลจัดตั้งศูนย์ทดลองเทคโนโลยี IoT ทางทางการแพทย์ (IoT Health Innovation Lab) เพื่อพัฒนาและทดสอบระบบก่อนใช้งานจริง ทั้งในด้านความปลอดภัย ความเข้ากันได้ และการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วย

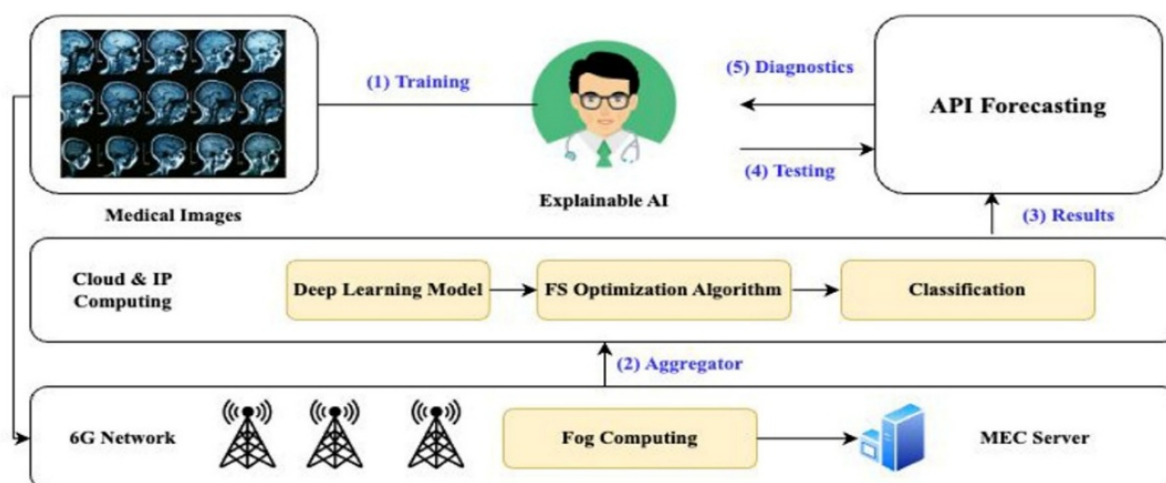
ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายการบูรณาการเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงเข้าสู่ระบบสุขภาพของโรงพยาบาล การพิจารณาเพียงด้านเทคโนโลยีไม่เพียงพอ แต่จำเป็นต้องคำนึงถึง “องค์ประกอบของระบบสุขภาพอัจฉริยะ” ดังนั้น โรงพยาบาลสามารถเลือกใช้โมเดล 4C (Connectivity, Cloud, Care, Cybersecurity) เป็นหลักการสำคัญในการการบูรณาการเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT โดยโมเดล 4C ได้เสนอแนวทางสำคัญของการพัฒนา “Smart Hospital” ในยุค Health Care 4.0 ซึ่งเน้นองค์ประกอบหลัก 4 ประการ ได้แก่

- 1) Connectivity คือ การมีโครงสร้างเครือข่าย Wi-Fi หรือ 5G ที่มั่นคงและครอบคลุม
- 2) Cloud คือ ระบบจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT
- 3) Care คือ การนำข้อมูลที่เชื่อมโยงมาใช้ในการดูแลผู้ป่วยแบบเรียลไทม์
- 4) Cybersecurity คือ มาตรการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลสุขภาพ (CareCloud, ม.ป.ป.)

ต่อยอดจากโมเดล 4C นี้ หากโรงพยาบาลมีการประยุกต์ใช้ IoT เข้ากับเทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain) จะยิ่งยกระดับการทำงานให้เป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะมากยิ่งขึ้น โดย Nasir et al. (2022) กล่าวว่า IoT และบล็อกเชนจะยิ่งเพิ่มประสิทธิภาพและมีข้อดีต่าง ๆ มากมาย อาทิ ความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น การกระจายอำนาจและความเป็นส่วนตัว การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ร่วมกับ IoT ในช่วง COVID-19 ซึ่งสามารถนำมาเป็นทางออกในแง่ของการบูรณาการร่วมกัน ระหว่างความเป็นส่วนตัวและความสามารถในการทำงานร่วมกันได้ เนื่องจากคุณสมบัติของบล็อกเชนมีสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts) แบบจำลองการเชื่อมโยงแบบแฮช (Hashed Link Models) และการเข้ารหัส (Encryption) ซึ่งช่วยให้ระบบการดูแลสุขภาพสามารถจัดเก็บเวชระเบียนได้อย่างปลอดภัย

นอกจากนี้ โรงพยาบาลสามารถนำ IoT มาขับเคลื่อนการทำงานร่วมกับ AI ให้กระบวนการวินิจฉัยมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ โดย Kumar et al. (2025) กล่าวว่า การดำเนินการนี้อาจครอบคลุมถึงการใช้แดชบอร์ดแบบโต้ตอบ (Interactive Dashboards) การแสดงผลด้วยกราฟิกหรือคำอธิบายด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย นอกจากนี้ การออกแบบดังกล่าวยังรวมถึงองค์ประกอบสำหรับการติดตามและประเมินผลการทำงานและความสามารถในการตีความของแบบจำลอง AI อย่างต่อเนื่องตามช่วงเวลา ซึ่งสิ่งนี้เป็นการรับประกันว่าระบบ AI จะมีความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และตอบสนองต่อความต้องการและความคาดหวังของผู้ใช้งานอยู่เสมอ อีกทั้งหาก AI มีกระบวนการวิเคราะห์และวินิจฉัยโรคได้ด้วยตนเอง (Self-Explanatory AI) จะช่วยเสริมสร้างความไว้วางใจ ความรับผิดชอบ และความร่วมมือกันระหว่าง AI กับบุคลากรที่เป็นมนุษย์ ด้วยการนำเสนอเหตุผลในการตัดสินใจที่ซับซ้อนด้วย AI ที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ซึ่งจะช่วยปรับปรุงการตัดสินใจรักษา การมีส่วนร่วมของผู้ป่วย และผลลัพธ์โดยรวมของการดูแลสุขภาพให้ดียิ่งขึ้น ปรากฏดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการวิเคราะห์และวินิจฉัยโรคได้ด้วยตนเอง (Self-explanatory AI)

แม้จะมีความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยไซเบอร์ การจัดการความหนาแน่นของอุปกรณ์ การบูรณาการกับระบบเดิม การรักษาความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้ป่วย และต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นที่สูง แต่ด้วยการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์และการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาบูรณาการร่วมกับ IoT จะช่วยแก้ไขปัญหาด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การพัฒนาระบบ AI ที่มีความสามารถในการอธิบายตนเอง (Self-Explanatory AI) ร่วมกับการออกแบบแดชบอร์ดแบบโต้ตอบที่เข้าใจง่าย ก็จะช่วยสร้างความไว้วางใจและความร่วมมือระหว่างเทคโนโลยีกับบุคลากรทางการแพทย์ ด้วยการเลือกใช้เทคโนโลยีล้ำสมัยและการบูรณาการระบบอย่างเป็นมาตรฐาน โรงพยาบาลสามารถปลดล็อกศักยภาพสูงสุดของการผสมผสานเทคโนโลยี Wi-Fi, IoT, บล็อกเชน และ AI เพื่อยกระดับคุณภาพการดูแลผู้ป่วย สร้างประสบการณ์การรักษาที่มีประสิทธิภาพ โปร่งใส ปลอดภัย และยั่งยืนได้ในอนาคต

กรอบการประเมินผลการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาล

การประเมินผลการบูรณาการเทคโนโลยี Wi-Fi และระบบ IoT ในโรงพยาบาลจำเป็นต้องใช้กรอบ การประเมินที่สามารถสะท้อนภาพรวมของการดำเนินงานได้อย่างครอบคลุม ไม่เพียงแต่ผลลัพธ์สุดท้าย แต่ยังรวมถึงปัจจัยบริบท กระบวนการ และทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ผู้บริหารมีข้อมูลในการนำไปปรับปรุงและตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โมเดล CIPP (Context-Input-Process-Product) จึงเป็นกรอบที่เหมาะสม เพราะช่วยให้การประเมินครอบคลุมตั้งแต่การวิเคราะห์ความจำเป็นและความพร้อมของโรงพยาบาล การจัดสรรทรัพยากรและเทคโนโลยี กระบวนการดำเนินงาน และการวัดผลลัพธ์เชิงประสิทธิภาพและคุณภาพของการบริการที่เกิดขึ้นจริง โดยมีกรอบการประเมินผลดังนี้

ด้าน	รายละเอียดการประเมิน	ตัวชี้วัด (KPI) เบื้องต้น
Context	ความพร้อมของโรงพยาบาลและความสอดคล้องกับนโยบายดิจิทัล	1) มีนโยบายและแผนกลยุทธ์ด้าน IoT/Wi-Fi ภายในองค์กร 2) ระดับความเข้าใจของบุคลากรต่อเทคโนโลยีใหม่
Input	โครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากร	1) ครอบคลุมสัญญาณ Wi-Fi $\geq 95\%$ ของพื้นที่โรงพยาบาล 2) อัตราการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IoT ที่ทำงานได้เสถียร $\geq 90\%$

ด้าน	รายละเอียดการประเมิน	ตัวชี้วัด (KPI) เบื้องต้น
Process	การดำเนินงานและการนำเทคโนโลยีมาใช้	1) อัตราการใช้ระบบ IoT ในงานติดตามผู้ป่วย/อุปกรณ์ $\geq 80\%$ 2) ความพึงพอใจของบุคลากรต่อระบบ $\geq 4.0/5$
Product (Outcome)	ผลลัพธ์เชิงประสิทธิผลและคุณภาพบริการ	1) ลดเวลารอคอยผู้ป่วย $\geq 30\%$ 2) ลดการสูญหายของอุปกรณ์ $\geq 50\%$ 3) ความปลอดภัยของข้อมูล (ไม่พบเหตุละเมิดข้อมูล)

บทสรุป

ระบบเครือข่ายไร้สายเปรียบเสมือน หัวใจหลักที่ขับเคลื่อนเทคโนโลยี IoT ในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการยกระดับบริการทางการแพทย์ให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การบูรณาการ IoT ครอบคลุมมิติสำคัญหลายด้านของการดำเนินงานและการดูแลผู้ป่วยโดยตรง อาทิ การเฝ้าติดตามผู้ป่วยแบบเรียลไทม์ การจัดการสินทรัพย์ การควบคุมสภาพแวดล้อม และการสนับสนุนการรักษาทางไกล ซึ่งแม้การประยุกต์ใช้ IoT ในโรงพยาบาลยังเผชิญความท้าทายหลายประการ เช่น ความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลสุขภาพผู้ป่วย โครงสร้างพื้นฐานและสัญญาณรบกวน ความเข้ากันได้ของอุปกรณ์และความหน่วงต่ำ และการลงทุนและการบูรณาการกับระบบเดิม แต่หากมีการวางแผนเชิงยุทธศาสตร์และการนำเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น บล็อกเชน (Blockchain) และ AI ที่อธิบายตนเองได้ (Self-Explanatory AI) มาบูรณาการร่วมกับ IoT ก็จะช่วยยกระดับความปลอดภัย ความโปร่งใส และความน่าเชื่อถือของการวินิจฉัยและการรักษา ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยีล้ำสมัยและการบูรณาการระบบอย่างเป็นมาตรฐานจะช่วยให้โรงพยาบาลสามารถปลดล็อกศักยภาพสูงสุดของ Wi-Fi, IoT, บล็อกเชน และ AI เพื่อยกระดับประสิทธิภาพรักษาให้มีความปลอดภัย และยั่งยืนได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

บทความทางวิชาการฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยการสนับสนุนจากฝ่ายสารสนเทศ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของการประยุกต์ระบบ IoT (Internet of Things) ในโรงพยาบาล และได้สนับสนุนข้อมูลสำหรับการศึกษาระบบ IoT ให้มีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์ความสามารถในการบริการ และยกระดับระบบทางการแพทย์สู่การเป็นโรงพยาบาลอัจฉริยะ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Generative AI) ในต้นฉบับบทความ

ผู้เขียนบทความได้ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ (Generative AI) ได้แก่ ChatGPT ของ OpenAI เพื่อช่วยในการปรับปรุงและเรียบเรียงข้อความ การตรวจแก้ภาษา และการแปลภาษา โดยมีได้นำ Generative AI มาใช้ในการสร้างข้อมูลการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การสร้างผลการวิจัย หรือการจัดทำรายการอ้างอิง ทั้งนี้ผู้เขียนได้ตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน ความเหมาะสมของเนื้อหาด้วยตนเอง และเป็นผู้รับผิดชอบสูงสุดต่อเนื้อหาทั้งหมดของบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ รวมถึงความถูกต้องของรายการอ้างอิงที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิงท้ายบทความ

คำชี้แจงบทบาทผู้พิมพ์ (CRediT Author Statement)

ณัฐวุฒิ เจริญสุข: การคิดค้นแนวคิด; การตรวจสอบความถูกต้อง; การเขียนต้นฉบับบทความ; การทบทวนต้นฉบับบทความ; การจัดการข้อมูล, **นภาพฤกษ์กิจ:** การตรวจสอบความถูกต้อง; การทบทวนต้นฉบับบทความ

เอกสารอ้างอิง

- บริษัท พีเอ็นซี เอ็กเพิร์ท จำกัด. (ม.ป.ป.). *Internet of Things (IoT) คืออะไร*. สืบค้นจาก <https://shorturl.moe.go.th/lpv9y>
- บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด. (2566). *ทรู ผนึก โรงพยาบาลศิริราช โขว์เคสต้นแบบโรงพยาบาลอัจฉริยะระดับโลก*. สืบค้นจาก <https://www.wearecp.com/true-2023-05-16>
- Happy Smart. (ม.ป.ป.). *แนวโน้มและอนาคตของ IoT ในประเทศไทย*. สืบค้นจาก <https://happysmart.co/trends-and-future-of-iot>
- Hfocus. (2568). “รพ.ลาดบัวหลวง” โขว์โมเดล “IoT” นำร่อง รพ.สต.สิงหนาท ช่วยผู้ป่วยเบาหวาน “หยุดยาสำเร็จ”. สืบค้นจาก <https://www.hfocus.org/content/2025/08/34955>
- Ahad, A., Tahir, M., & Yau, K.-L. A. (2019). 5G-based Smart Healthcare Network: Architecture, Taxonomy, Challenges and Future Research Directions. *IEEE Access*, 7, 100747-100762.
- Alsabah, M., Naser, M. A., Albahri, A. S., Albahri, O. S., Alamoodi, A. H., Abdhussain, S. H., & Alzubaidi, L. (2025). A comprehensive review on key technologies toward smart healthcare systems based IoT: Technical aspects, challenges and future directions. *Artificial Intelligence Review*, 58, 343.
- CareCloud, Inc. (n.d.). *What is healthcare cybersecurity? A detailed overview*. Retrieved from <https://carecloud.com/continuum/healthcare-cybersecurity-detailed-overview>
- Chit, Mya Myet Thwe. (2021). *Deployment of RFID, GPS and IOT technology for medical specimen logistic system* [Master's thesis Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations.
- Huawei. (n.d.). *Huawei Wi-Fi 6 Network Facilitates Transformation of Vejthani into Smart Hospital*. Retrieved from https://e.huawei.com/th/case-studies/th/huawei-wifi-6-smart-hospital-vejthani?utm_source
- Khan, F., Tarimer, I., & Taekeun, W. (2022). Factor model for online education during the COVID-19 pandemic using the IoT. *Processes*, 10(7), 1419.
- Khan, H. U., Ali, Y., & Khan, F. (2023). A features-based privacy preserving assessment model for authentication of internet of medical things (IoMT) devices in healthcare. *Mathematics*, 11(5), 1197.
- Kumar, A., Masud, M., Alsharif, M. H., Gaur, N., & Nanthaamornphong, A. (2025). Integrating 6G technology in smart hospitals: Challenges and opportunities for enhanced healthcare services. *Frontiers in Medicine*, 12, 1534551.
- Nasir, M. U., Khan, S., Mehmood, S., Khan, M. A., Rahman, A. U., & Hwang, S. O. (2022). IoMT-based osteosarcoma cancer detection in histopathology images using transfer learning empowered with blockchain, fog computing, and edge computing. *Sensors*, 22(14), 5444.
- Pradyumna, G. R., Hegde, R. B., Bommegowda, K. B., Jan, T., & Naik, G. R. (2024). Empowering healthcare with IoMT: Evolution, machine learning integration, security, and interoperability challenges. *IEEE Access*, 12, 20603-20623.

- Ramakrishnan, B., Kumar, A., Chakravarty, S., Masud, M., & Baz, M. (2021). Analysis of FBMC waveform for 5G network based smart hospitals. *Applied Sciences*, 11(19), 8895.
- Thonmeerit, A., & U-On, V. (2025). The influence of demographic factors and the internet of things on the quality of patient care in a tertiary hospital in Thailand. *Science of Law*, 2025(1), 99-106.
- Wang, Y., & Gao, Y. (2022). Travel satisfaction and travel well-being: Which is more related to travel choice behaviour in the post COVID-19 pandemic? Evidence from public transport travellers in Xi'an, China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 166, 218-233.