วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 33 ฉบับเพิ่มเติม 1 กันยายน - ตุลาคม 2567

Journal of Health Science of Thailand
Vol. 33 Supplement 1, September - October 2024

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original article*

การประยุกต์ใช้ Smart Device ในการควบคุมอุณหภูมิเก็บรักษายา

อติพล คล้ายปักษี ภ.ม.*
พรพรรณ สุระเสถียร ภ.บ.*
*กลุ่มงานเภสัชกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว
ติดต่อผู้เขียน: อติพล คล้ายปักษี Email: atipol_tum@hotmail.com

วันรับ: 22 พ.ย. 2566
วันแก้ไข: 15 ก.พ. 2567
วันตอบรับ: 25 ก.พ. 2567

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิให้ตอบสนองการใช้งานครอบคลุมพื้นที่เก็บยา เพื่อลดการสูญเสียจากการเก็บยาที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิออกนอกช่วง และเพื่อลดเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นรูปแบบวิจัยเชิงพัฒนาโดยประยุกต์ใช้ smart device คือ Mi smart home ร่วมกับอุปกรณ์อื่น วัดผลพัฒนาระยะที่ 1 ดังนี้ (1) พัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์แจ้งเตือนไปห้องจ่ายยาในได้ 24 ชั่วโมง (เชื่อมต่อกระดิ่งไฟไหม้) (2) พัฒนาระบบโทรแจ้งเตือนอัตโนมัติ โดยประยุกต์ใช้ auto dialer และ (3) พัฒนาระบบควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิ โดยใช้ mi smart plug พัฒนาระยะที่ 2 ดังนี้ (1) พัฒนาระบบแจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับใช้ router ร่วมกับ sim net และเครื่องสำรองไฟ uninterruptible power supply (UPS) (2) มีระบบเฝ้าระวังการทำงานของอุปกรณ์ให้ลงอุณหภูมิ เช้า-เย็น โดยดูจากแอปพลิเคชัน Mi home เปลี่ยนจากการบันทึกกระดาษเป็น online ผ่าน glide app แสดงกราฟโดย Looker studio ผลการศึกษาพบว่าหลังพัฒนาระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งาน ดังนี้ (1) มีระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์ 24 ชั่วโมง (2) มีระบบโทรแจ้งเตือน (3) มีระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิ (4) ระบบสามารถแจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับ (5) มีระบบเฝ้าระวังการทำงานอุปกรณ์ (6) ครอบคลุมพื้นที่ทุกจุด (42 จุด) สามารถลดการสูญเสียยาที่มีสาเหตุจากการเก็บยาในกรณีอุณหภูมิออกนอกช่วง คือ ก่อนพัฒนาระบบมีมูลค่ายาสูญเสีย 92,212.50 บาท หลังพัฒนาระบบไม่มีมูลค่ายาที่สูญเสีย โดย (1) สามารถป้องกันการสูญเสียจากตู้เย็นไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ทั้งหมด 11 ครั้ง โดยมีสาเหตุดังนี้ ปิดตู้เย็นไม่สนิท 4 ครั้ง น้ำแข็งเกาะตัว 1 ครั้ง คอมเพรสเซอร์ตู้เย็นเสีย 2 ครั้ง เรียงยาแน่นเกินไป 1 ครั้ง ตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิต่ำเกินไป 3 ครั้ง และ (2) แจ้งเตือนเปิดตู้เย็นนานทำให้อุณหภูมิสูง ทั้งหมด 23 ครั้ง นอกจากนี้ยังช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จากการทำงาน 24 ชั่วโมง เหลือ 12 ชั่วโมง เฉลี่ย 337.6 วัน จาก 365 วัน ดังนั้น ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายา โดยประยุกต์ใช้ smart device สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ ลดการสูญเสียจากการเก็บยาที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิออกนอกช่วง และลดเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิได้

คำสำคัญ: **ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิ; ระบบ smart device; การควบคุมอุณหภูมิเก็บรักษายา**

บทนำ

ยาและวัคซีนมีความสำคัญในการป้องกันโรคและรักษาโรค การเก็บรักษาให้ได้มาตรฐานจึงมีความสำคัญตามหลักเกณฑ์ปฏิบัติที่ดีในการจัดเก็บยาและเวชภัณฑ์ขององค์การอนามัยโลกได้ให้คำแนะนำในการเก็บยาและเวชภัณฑ์ ควรเก็บในที่มีอากาศถ่ายเทดี อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 60%[1] นอกจากนี้ ยังพบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความคงตัวของยา เช่น ยาฉีดอินซูลินหากเก็บที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส จะมีอายุ 2 ปี แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีอายุ 1 เดือน[2] โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้วมีมูลค่าการซื้อยากว่า 100 ล้านบาทต่อปี วันที่ 24 เม.ย. 2564 มีรายงานความเสี่ยงตู้เย็นห้องยาในไม่ทำงานเวลา 4.00 น. และตรวจพบเวลา 8.00 น. ส่งผลให้ยาเสียหายมูลค่า 92,212.50 บาท จากการวิเคราะห์พบว่า แบตเตอรี่สำรองไฟซึ่งต่อกับตู้เย็นและระบบแจ้งเตือนชื่อ HexSense เสื่อม ทำให้ระบบไม่ทำงาน และพบว่า สัญญาณอินเทอร์เน็ตของโรงพยาบาลไม่เสถียร ส่งผลให้ระบบแจ้งเตือนไม่ทำงาน ปัจจุบัน Internet of Things (IoT)[3] ซึ่งหมายถึง ระบบโครงข่ายที่รองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลากหลายชนิดตั้งแต่คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ อุปกรณ์โครงข่าย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และวัตถุต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางโครงข่าย อินเทอร์เน็ต เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก มีระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วงประยุกต์ใช้ IoT อย่างมากมาย ดังการศึกษาของ วิจิตตรา คุ้มวงษ์ และคณะฯ[4] ที่พัฒนาระบบติดตามอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของยา จากไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด NodeMCU V2 LUA based ESP8266-12E และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ DHT22 โดยใช้โปรแกรม arduino IDE และคมสันต์ ยศอินทร[5] ที่พัฒนาระบบติดตามและแจ้งเตือนอุณหภูมิของตู้เย็น โดยใช้โปรแกรม arduino IDE เช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิที่ใช้ระบบ raspberry pi หรือ arduino IDE สามารถแจ้งเตือนได้ผ่านทาง line notification เท่านั้น ซึ่งจากความเสี่ยงที่พบคือ ช่วงเวลา 4.00-8.00 น. ระบบดังกล่าวอาจไม่ตอบสนองต่อการใช้ได้ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเจ้าหน้าที่ไม่ได้อ่านไลน์ นอกจากนี้ปัญหาที่พบจากระบบดังกล่าว คือ ระบบเน็ตเวิร์คของโรงพยาบาลหลุดบ่อยทำให้ส่งข้อมูลไม่ถึงเซิฟเวอร์ อแดปเตอร์แปลงไฟเสียเพราะต้องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และไฟฟ้าดับทำให้เซ็นเซอร์ดับไปด้วย อ้างอิงบทความของ Puwadon Srichaoen[6] ดังนั้น การใช้ raspberry pi หรือ arduino IDE อาจไม่ตอบสนองต่อการใช้งาน ปัจจุบันพบว่า มี smart device ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด สามารถใช้ monitor อุณหภูมิได้ เช่น Mi home[7], tuya smart[8] เป็นต้น ซึ่งประยุกต์การใช้งานได้หลากหลาย จึงได้นำอุปกรณ์มาใช้สำหรับแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วง โดยประยุกต์ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น auto dialer กระดิ่งแจ้งเตือนไฟไหม้ และร่วมกับการใช้ glide app และ Looker studio

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิให้ตอบสนองการใช้งานครอบคลุมพื้นที่เก็บยาเพื่อลดการสูญเสียจากการเก็บยา ที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิออกนอกช่วง และเพื่อลดเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (developmental research) เพื่อพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิให้ตอบสนองการใช้งาน โดยประยุกต์ใช้ smart device คือ mi smart home ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายาออกนอกช่วง ให้ครอบคลุมพื้นที่เก็บยา เพื่อลดการสูญเสียจากการเก็บยา ที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิออกนอกช่วง และเพื่อลดเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิ

สถานที่วิจัย

โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว ณ กลุ่มงาน

เภสัชกรรม โดยศึกษาอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษายาในตู้เย็นและอุณหภูมิห้อง ณ กลุ่มงานเภสัชกรรม และตู้เย็นเก็บวัคซีนห้อง NCD clinic โดยแบ่งการพัฒนาเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2564 ถึง 30 กันยายน 2565 และระยะที่ 2 ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 31 มกราม 2566

กลุ่มตัวอย่าง

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษายาในตู้เย็นและอุณหภูมิห้องในกลุ่มงานเภสัชกรรม และตู้เย็นเก็บวัคซีนห้อง NCD clinic โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว ทั้งหมด 42 จุด

วิธีการดำเนินการวิจัย

ออกแบบระบบโดยใช้ Design thinking[9] เพื่อให้ตอบสนองต่อผู้ใช้งาน โดยวิเคราะห์ร่วมกับเภสัชกรงานบริหารคลังยาและเวชภัณฑ์ พบว่า อุปกรณ์ที่นำมาใช้ต้องตอบสนองความต้องการใช้งาน ดังนี้

1. มีระบบ central monitor alarm สามารถแจ้งเตือนไปยังจุดซึ่งมีเจ้าหน้าที่ 24 ชั่วโมงได้
2. มีระบบโทรแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิออกนอกช่วง
3. ระบบสามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิลดการใช้พลังงาน
4. สามารถแจ้งเตือนได้แม้ว่าไฟฟ้าดับ
5. มีระบบ Monitor การทำงานของอุปกรณ์
6. ครอบคลุมทุกพื้นที่

นิยามศัพท์เฉพาะ

Smart device คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ และสามารถทำงานในลักษณะต่าง ๆ ได้ เช่น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เปิด-ปิดสวิทซ์ไฟฟ้า เป็นต้น

อุณหภูมิเก็บรักษายา คือ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษายาแต่ละประเภท ได้แก่ อุณหภูมิตู้เย็น คือ 2-8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิห้อง คือ 15-25 องศาเซลเซียส โดยในการศึกษานี้กำหนดให้ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ตามสภาวะ Store under ambient conditions

แอปพลิเคชัน Mi home คือ แอปพลิเคชันสำหรับใช้ตรวจสอบการทำงานของ smart device โดยสามารถทำงานได้ผ่านโทรศัพท์มือถือ ชนิด smart phone

Aqara temperature คือ อุปกรณ์ smart device ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์อุณหภูมิ โดยรุ่นที่ใช้คือ Xiaomi Aqara Temperature Humidity Sensor ซึ่งมีช่วงการตรวจจับอุณหภูมิ: -20-60 องศาเซลเซียส (+/- 0.3 องศาเซลเซียส)

Mi smart plug คือ อุปกรณ์ smart device ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้า โดยรุ่นที่ใช้ คือ Xiaomi Mijia Smart Wifi Socket 3

Mi gateway คือ คือ อุปกรณ์ smart device ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นชุมทางอุปกรณ์เชื่อมต่อกับ smart device ต่าง ๆ โดยรุ่นที่ใช้ คือ Aqara Hub M1S

หลักการทำงานโดยใช้ smart device ในการแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วง

ใช้ smart device ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ ทำหน้าที่ต่าง ๆ คือ aqara temperature ทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์อุณหภูมิรับอุณหภูมิจากตู้เย็นหรืออุณหภูมิห้องที่เก็บรักษายา จากนั้นจะส่งค่าอุณหภูมิผ่าน Mi gateway ซึ่งเป็นเสมือนชุมทางเชื่อมกับอินเทอร์เน็ตและสามารถสั่งการ smart device อื่น ๆ คือ Mi smart plug ให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติ automation ได้ เช่น เปิดสวิตซ์เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 8 องศาเซลเซียส ซึ่งการเปิดสวิตซ์หากนำไปเชื่อมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น กระดิ่งแจ้งเตือนไฟไหม้ auto dialer (ระบบโทรศัพท์อัตโนมัติ) หรือเครื่องปรับอากาศ จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้นทำงานได้

ระยะที่ 1 พัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายาออกนอกช่วง ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2564 ถึง 30 กันยายน 2565

1. พัฒนาระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์ (central monitor alarm) สามารถแจ้งเตือนไปยังห้องจ่ายยาผู้ป่วยในได้ 24 ชั่วโมง

เป้าหมาย: เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถแจ้งเตือนไปยังจุดบริการที่มีเจ้าหน้าที่อยู่ตลอด 24 ชั่วโมงได้ และการ

แจ้งเตือนต้องชัดเจนเพียงพอให้เจ้าหน้าที่ทราบได้

การพัฒนา: พัฒนาโดยใช้ฟังก์ชั่นระบบอัตโนมัติ automation ในแอปพลิเคชัน Mi home โดยใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ คือ aqara temperature วางในตำแหน่งกลางตู้เย็น (กรณีตู้เย็น) ส่วนกรณีอุณหภูมิห้องวางในตำแหน่งที่ห่างจากเครื่องปรับอากาศที่ร้อนที่สุด (hot spot) หากพบว่า มีอุณหภูมิออกนอกช่วง จะสั่งการให้ตัวควบคุมไฟฟ้า คือ Mi smart plug เปิดสวิตซ์ สั่งการให้กระดิ่งแจ้งเตือนไฟไหม้ทำงาน (ใช้กระดิ่งแจ้งเตือนไฟไหม้ เป็นตัวส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือน เนื่องจากช่วงทดสอบใช้ตัวส่งสัญญาณเสียงจากชุมทางอุปกรณ์ คือ Mi gateway แล้วพบว่าเสียงดังไม่เพียงพอ และแจ้งเตือนเพียงครั้งเดียว ทำให้เจ้าหน้าที่ไม่สนใจการแจ้งเตือน)

2. พัฒนาระบบโทรแจ้งเตือนอัตโนมัติ

เป้าหมาย: เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถโทรแจ้งเตือนไปยังผู้ที่ดูแลระบบได้ 24 ชั่วโมง แม้อยู่นอกพื้นที่ และเป็นระบบสำรองการแจ้งเตือนกรณีระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์ (central monitor alarm) ล้มเหลว

การพัฒนา: พัฒนาโดยใช้ฟังก์ชั่นระบบอัตโนมัติ automation ในแอปพลิเคชัน Mi home โดยใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ คือ aqara temperature หากพบว่า มีอุณหภูมิออกนอกช่วง จะสั่งการให้ตัวควบคุมไฟฟ้า คือ Mi smart plug เปิดสวิตซ์ สั่งการให้ระบบโทรอัตโนมัติ คือ auto dialer ทำงาน โทรแจ้งไปยังผู้ดูแลระบบอัตโนมัติ

3. พัฒนาระบบควบคุมการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิอัตโนมัติ

เป้าหมาย: เพื่อพัฒนาระบบให้สามารถควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศได้ตามอุณหภูมิเพื่อลดพลังงาน เนื่องจากเดิมต้องมีการเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องเก็บรักษายาตลอด 24 ชั่วโมง แม้ในเวลากลางคืน แต่จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ช่วงเวลา 19.00 น.-7.00 น. ของวันถัดไป พบว่า อุณหภูมิยังอยู่ในช่วงไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส

การพัฒนา: พัฒนาโดยใช้ฟังก์ชั่นระบบอัตโนมัติ automation ในแอปพลิเคชัน Mi home โดยใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ คือ aqara temperature หากพบว่า มีอุณหภูมิออกนอกช่วง (กำหนดให้ระบบสั่งทำงานที่อุณหภูมิ 29.0 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันอุณหภูมิไม่ให้มากกว่า 30 องศาเซลเซียส) จะสั่งการให้ตัวควบคุมไฟฟ้า คือ Mi smart plug เปิดสวิตซ์ สั่งการให้เครื่องปรับอากาศทำงาน (โดยขอความร่วมมืองานวิศวกรรม ต่อเต้าเสียบไฟฟ้าเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศผ่านตัวควบคุมไฟฟ้า Mi smart plug)

ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่สามารถ monitor อุณหภูมิเก็บรักษายาตามจุดต่าง ๆ ได้แบบ real time ผ่านแอปพลิเคชัน Mi Home

หลังพัฒนาระบบพบว่า ระบบล้มเหลว ทั้งระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์ (central monitor alarm) และระบบโทรแจ้งเตือนอัตโนมัติเนื่องจากไม่ทราบว่าระบบขาดการเชื่อมต่อ (offline) แต่ไม่มียาเสียหายเนื่องจากตู้เย็นที่อุณหภูมิออกนอกช่วงเก็บเฉพาะยาครีมและพบว่า ระบบล้มเหลวเนื่องจากไฟฟ้าดับอุปกรณ์ไม่ทำงานจึงได้ดำเนินการในระยะที่ 2

ระยะที่ 2 พัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายาออกนอกช่วง (ภาพที่ 1)

4. พัฒนาระบบแจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับ

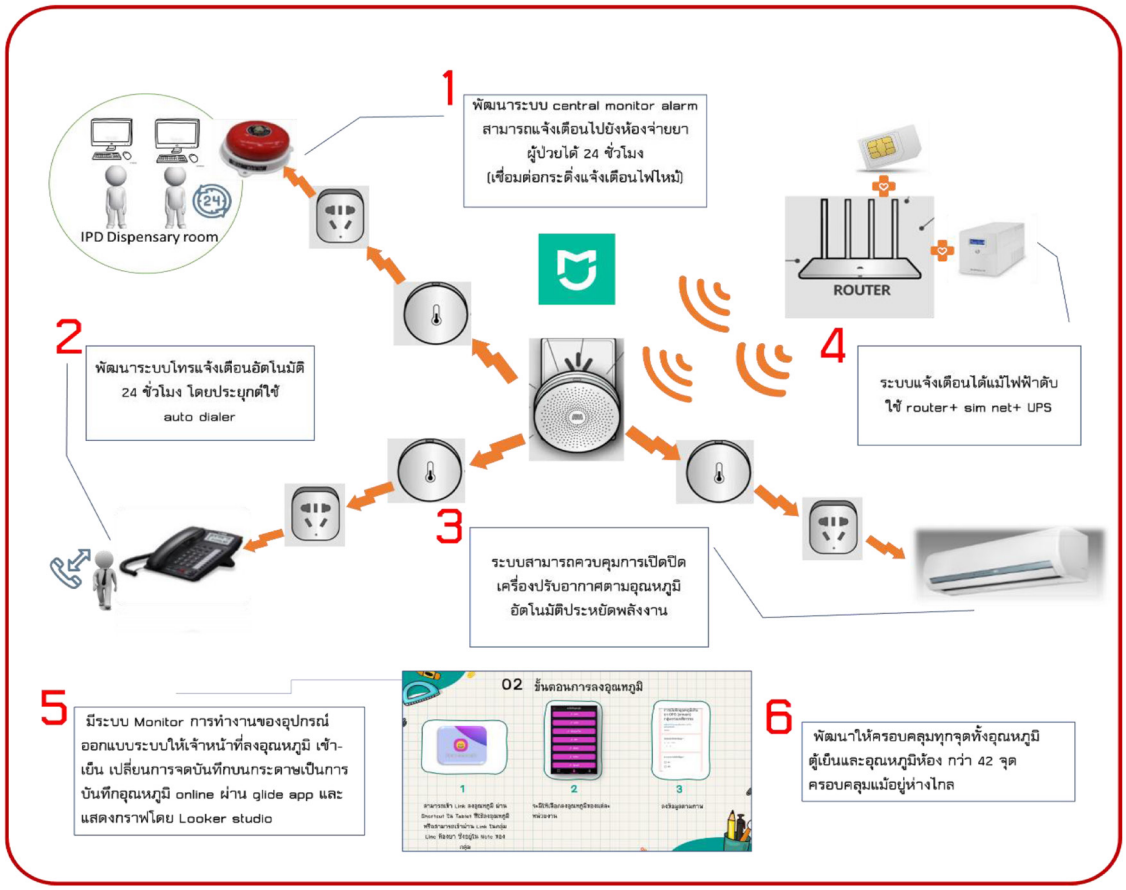
เป้าหมาย: จากการพัฒนาระบบระยะที่ 1 ระบบล้มเหลว เนื่องจากหากไฟฟ้าดับระบบแจ้งเตือนจะไม่ทำงานด้วย จึงมุ่งผลให้ระบบแจ้งเตือนมีระบบไฟฟ้าสำรองกรณีไฟฟ้าดับ

การพัฒนา: เลือกใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ คือ aqara temperature เนื่องจากใช้สัญญาณ Zigbee ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ แบตเตอรี่ในอุปกรณ์มีอายุการใช้งาน 6 เดือน – 1 ปี จากนั้นใช้เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาด 1,000 VA เชื่อมต่อกับชุมทางอุปกรณ์ คือ Mi gateway และใช้ router ชนิดใส่ sim net เป็นตัวปล่อยสัญญาณอินเทอร์เน็ต ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ (สำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 45 นาที)

5. พัฒนาระบบเฝ้าระวัง (Monitor) การทำงานของอุปกรณ์

เป้าหมาย: จากการพัฒนาระบบระยะที่ 1 ระบบล้ม

ภาพที่ 1 การพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วงโดยประยุกต์ใช้ smart device



เหลว เนื่องจากไม่ทราบว่าระบบ offline สาเหตุจากอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ชนิด Internet of things (IoT) ซึ่งต้องใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตเป็นตัวเชื่อมต่อ ดังนั้น จึงมีโอกาสที่อุปกรณ์จะขาดการเชื่อมต่อต่างจากการใช้สายสัญญาณ

การพัฒนา: เดิมระบบไม่มีการเฝ้าระวัง (monitor) อุปกรณ์ว่าทำงานหรือไม่ จึงออกแบบระบบให้เปลี่ยนการลงอุณหภูมิ เช้า-เย็นของเจ้าหน้าที่ จากจดบันทึกบนกระดาษเป็นการบันทึกอุณหภูมิ online โดยเจ้าหน้าที่ต้องดูอุณหภูมิปัจจุบันผ่าน แอปพลิเคชัน Mi home จากนั้นบันทึกอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน glide app และแสดงกราฟอุณหภูมิโดย Looker studio ที่ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมขึ้น ทำให้พบปัญหาได้รวดเร็วกรณีระบบขาดการเชื่อมต่อ

6. พัฒนาให้ครอบคลุมทุกจุดทั้งอุณหภูมิตู้เย็นและอุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วง และมูลค่ายาสูญเสีย ก่อน-หลังพัฒนาระบบด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ปริมาณ ความถี่ ร้อยละ

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

การศึกษานี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว รหัสโครงการ S013b/66 Exempt เมื่อวันที่ 19 เมษายน 2566

ผลการศึกษา

ผลของการประยุกต์ใช้ smart device ต่อการควบคุมอุณหภูมิเก็บรักษายา เป็นรูปแบบวิจัยเชิงพัฒนา โดยได้ประยุกต์ smart device เพื่อใช้ในการแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิเก็บรักษายาออกนอกช่วง โดยผลการวิจัยแบ่ง

ออกเป็นแต่ละส่วนดังนี้

1. พัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิยากรณีออกนอกช่วง ให้ตอบสนองต่อการใช้งาน ครอบคลุมพื้นที่เก็บยา

โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว มีสถานที่เก็บยาส่วนใหญ่ คือ กลุ่มงานเภสัชกรรม ดังนี้ (1) งานบริหารคลังยาและเวชภัณฑ์ (2) งานผลิตยา (3) งานบริการจ่ายยาผู้ป่วยนอก (4) งานบริการจ่ายยาผู้ป่วยใน (5) NCD clinic (6) ห้องจ่ายยาห้องแยกโรค (7) ห้องจ่ายยางานปฐมภูมิ และ (8) พื้นที่เก็บยาของกลุ่มการพยาบาล คือ ตู้เย็นเก็บวัคซีน NCD Clinic โดยแต่ละจุดมีจำนวนตู้เย็นและอุณหภูมิห้องดังตารางที่ 1

ก่อนพัฒนาระบบฯ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานได้ในทุกหัวข้อ หัวข้อที่สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้บางส่วน คือ มีระบบโทรแจ้งเตือน มีทั้งหมด 5 จุด จาก 17 จุด และแจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับ มีทั้งหมด 5 จุด จาก 17 จุด ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิที่ใช้เดิมมีเฉพาะอุณหภูมิตู้เย็นเท่านั้น โดยมีทั้งหมด 17 จุด ดังตารางที่ 2 โดยระบบที่ใช้เดิมมี 2 ระบบ คือ

1) HexSense ลักษณะการแจ้งเตือน คือ หากมีความผิดปกติระบบจะแจ้งเตือนผ่านทาง line notification สามารถดูอุณหภูมิได้ผ่านมือถือ

2) Medic cool ลักษณะการแจ้งเตือน คือ หากมีความผิดปกติระบบจะโทรแจ้งเตือน โดยกล่องอุปกรณ์ 1 ตัว จะต่อได้กับอุปกรณ์ 5 ตัวเท่านั้น (จำกัด) และต้องอยู่ในพื้นที่ใกล้กันเนื่องจากใช้สายสัญญาณ ไม่สามารถดูอุณหภูมิปัจจุบันผ่านมือถือได้

หลังพัฒนาระบบฯ ระยะที่ 1 สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ ดังนี้

1) มีระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์

2) มีระบบโทรแจ้งเตือน

3) มีระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิและขยายพื้นที่ครอบคลุมเพิ่มขึ้นจากก่อนพัฒนาระบบฯ จาก 17 จุด เป็น 23 จุด ดังตารางที่ 2

หลังพัฒนาระบบฯ ระยะที่ 2 สามารถพัฒนาระบบฯ ได้ตอบสนองต่อการใช้งาน โดยมีการพัฒนาเพิ่ม คือ

4) แจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับ

5) มีระบบ Monitor การทำงานของอุปกรณ์โดยขยายพื้นที่ครอบคลุมทั้ง 42 จุด ดังตารางที่ 2

2. การสูญเสียจากการเก็บรักษายา วัคซีน ที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิออกนอกช่วง

ก่อนพัฒนาระบบฯ มีมูลค่ายาสูญเสีย 92,212.50 บาท (ความเสี่ยง 1 ครั้ง ป้องกันได้ 0 ครั้ง)

หลังพัฒนาระบบฯ ระยะที่ 1 มีมูลค่ายาสูญเสีย 0 บาท (ความเสี่ยง 9 ครั้ง ป้องกันได้ 8 ครั้ง ระบบล้มเหลว 1 ครั้ง แต่ไม่มียาเสียหาย เนื่องจากตู้เย็นแช่เฉพาะยาครีม

ตารางที่ 1 พื้นที่เก็บรักษายา และประเภทการเก็บรักษายา ณ พื้นที่เก็บรักษายาต่าง ๆ

พื้นที่เก็บรักษายา	อุณหภูมิตู้เย็น (จุด)	อุณหภูมิห้อง (จุด)
1. งานบริหารคลังยาและเวชภัณฑ์(คลังยา)	10	11
2. งานผลิตยา (ผลิต)	4	3
3. งานบริการจ่ายยาผู้ป่วยนอก (ห้องยานอก)	1	2
4. งานบริการจ่ายยาผู้ป่วยใน	3	2
5. NCD clinic	1	1
6. ห้องจ่ายยาห้องแยกโรค	0	1
7. ห้องจ่ายยางานปฐมภูมิ (ปฐมภูมิ)	1	1
8. กลุ่มการพยาบาล NCD clinic	1	0
รวม	**21**	**21**

ตารางที่ 2 การพัฒนาระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วงและควบคุมอุณหภูมิ ระยะต่าง ๆ

ความต้องการของระบบพัฒนา	ก่อนพัฒนา (ก่อน 1 พ.ค. 2564)	หลังพัฒนาระยะที่ 1 (1 พ.ค. 2564 -30 ก.ย. 2565)	หลังพัฒนาระยะที่ 2 (1 ต.ค.65 -31 ม.ค. 2566)
1. มีระบบแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์	ไม่มี	มี	มี
2. มีระบบโทรแจ้งเตือน	บางส่วน (5จุด จาก17จุด)	มี (ทุกจุดที่ติดตั้ง)	มี
3. มีระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิ	ไม่มี	มี	มี
4. แจ้งเตือนได้แม้ไฟฟ้าดับ	บางส่วน (5จุด จาก17จุด)	บางส่วน (5จุด จาก17จุด)	มี (ทุกที่ติดตั้งจุด)
5. มีระบบ Monitor การทำงานของอุปกรณ์	ไม่มี	ไม่มี	มี
6. ครอบคลุมพื้นที่	17 จุด (เฉพาะตู้เย็น)	23 จุด (ตู้เย็น+ห้อง) เฉพาะงานผลิตยา	42 จุด (ตู้เย็น+ห้อง) ครบทุกจุด

เก็บได้ที่อุณหภูมิ <25 องศาเซลเซียส)

หลังพัฒนาระบบฯ ระยะที่ 2 มีมูลค่ายาสูญเสีย 0 บาท (ความเสี่ยง 3 ครั้ง ป้องกันได้ 3 ครั้ง) โดยระบบมีการแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วง ดังนี้

1) ป้องกันการสูญเสียจากตู้เย็นเสีย/ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ทั้งหมด 11 ครั้ง ดังตารางที่ 3

2) แจ้งเตือนเจ้าหน้าที่เปิดตู้เย็นนานเนื่องจากจัดยาทำให้อุณหภูมิสูงกว่า 2-8 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 23 ครั้ง

3) แจ้งเตือนอุณหภูมิสูง-ต่ำเนื่องจากวางเซนเซอร์อุณหภูมิ (aqara temperature)ในตำแหน่งไม่เหมาะสม 8 ครั้ง

3. ลดระยะเวลาทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิยา

ก่อนพัฒนาระบบฯ เครื่องปรับอากาศทำงาน 24 ชั่วโมง 365 วัน (1 ปี) จำนวน 3 เครื่อง

หลังพัฒนาระบบฯ ใน 365 วัน เครื่องปรับอากาศทำงาน 24 ชั่วโมง เครื่องที่ 1 = 36 วัน เครื่องที่ 2 = 23 วัน และเครื่องที่ 3 = 23 วัน ส่วนวันที่เหลือทำงานเพียง 12 ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยลดพลังงานได้ คิดเป็นการลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จากการทำงาน 24 ชั่วโมง เหลือ 12 ชั่วโมง เฉลี่ย 337.6 วัน จาก 365 วัน โดยมีการทำงาน 24 ชั่วโมงในเดือนต่าง ๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 การแจ้งเตือนอุณหภูมิออกนอกช่วงของระบบ ที่สามารถป้องกันได้

ประเภทการแจ้งเตือน	สาเหตุที่แจ้งเตือน	จำนวนครั้ง	สถานที่
อุณหภูมิสูง	ปิดตู้เย็นไม่สนิท	4	ห้องยานอก (3 ครั้ง) คลังยา (1 ครั้ง)
	น้ำแข็งเกาะตัว	1	ห้องยานอก (1 ครั้ง)
	คอมเพรสเซอร์เสีย	2	ห้องยานอก (1 ครั้ง) ผลิต (1 ครั้ง)
	เรียงยาแน่นเกินไป	1	ผลิต (1 ครั้ง)
อุณหภูมิต่ำ	ตั้งเซนเซอร์ตู้เย็นต่ำเกินไป	3	ปฐมภูมิ (2 ครั้ง) คลังยา (1 ครั้ง)

ตารางที่ 4 การทำงานของเครื่องปรับอากาศ กรณีที่ทำงาน 24 ชั่วโมง

เครื่องปรับอากาศตัวที่	เดือนที่เครื่องปรับอากาศทำงาน 24 ชั่วโมง
เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1	- กุมภาพันธ์ 1 ครั้ง
	- มีนาคม 15 ครั้ง
	- เมษายน 17 ครั้ง
	- พฤษภาคม 1 ครั้ง
	- กรกฎาคม 1 ครั้ง
	- พฤศจิกายน 1 ครั้ง
เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2	- มีนาคม 11 ครั้ง
	- เมษายน 12 ครั้ง
เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 3	- มีนาคม 10 ครั้ง
	- เมษายน 12 ครั้ง
	- พฤษภาคม 1 ครั้ง

วิจารณ์

การพัฒนาระบบการแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายาออกนอกช่วง เป็นการพัฒนาโดยประยุกต์ใช้ smart device ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ระบบโทรอัตโนมัติ (auto dialer) กระดิ่งแจ้งเตือนไฟไหม้ เป็นต้น เป็นการพัฒนาระบบฯอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เวลาพัฒนาระบบนานกว่า 1 ปี 8 เดือน เพื่อพัฒนาระบบให้ตอบสนองต่อความต้องการใช้และลดข้อบกพร่องของระบบที่มีอยู่เดิม ออกแบบระบบโดยใช้แนวคิด design thinking[9] เพื่อให้ตอบสนองต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปใช้ได้จริง จากนั้นนำระบบไปทดลองใช้ ติดตามข้อ-ผิดพลาดของระบบและพัฒนา/ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง พบว่า หลังพัฒนาระบบฯในระยะที่ 2 สามารถตอบสนองความต้องการใช้ได้ครบทุกหัวข้อ คือ

1. มีระบบ central monitor alarm สามารถแจ้งเตือนไปยังจุดซึ่งมีเจ้าหน้าที่ 24 ชั่วโมงได้

2. มีระบบโทรแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิออกนอกช่วง

3. ระบบสามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศตามอุณหภูมิลดการใช้พลังงาน

4.สามารถแจ้งเตือนได้แม้ว่าไฟฟ้าดับ

5. มีระบบ Monitor การทำงานของอุปกรณ์ และครอบคลุมทุกพื้นที่จำนวน 42 จุด

ระบบสามารถลดการสูญเสียยาที่มีสาเหตุจากการเก็บยากรณีอุณหภูมิออกนอกช่วงได้ โดยก่อนพัฒนาระบบฯ มีมูลค่ายาสูญเสีย 92,212.50 บาท หลังพัฒนาระบบฯ ไม่มีมูลค่ายาที่สูญเสีย เมื่อพิจารณาอุบัติการณ์ความเสี่ยงย้อนหลังของตู้เย็นในโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราช-สระแก้ว พบว่า

ปี 2559 พบอุบัติการณ์ 2 ครั้ง ไม่พบความเสียหาย

ปี 2560 พบอุบัติการณ์ 3 ครั้ง ตู้เย็นเสียนอกเวลาราชการ ไม่มีการแจ้งเตือนเกิดความเสียหาย 250,481 บาท

ปี 2562 และ 2563 พบอุบัติการณ์ปีละ 1 ครั้ง ไม่พบความเสียหาย

ปี 2564 มีมูลค่ายาสูญเสีย 92,212.50 บาท

เมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุน smart device ซึ่งใช้งบประมาณ 65,000 บาท (Mi gateway จำนวน 15 ตัว x 1,500 = 22,500 บาท, aqara temperature จำนวน 42 ตัว x 500 = 21,000 บาท, Mi smart plug จำนวน 3 ตัว x 500 = 1,500 บาท, router เครื่องสำรองไฟ และอุปกรณ์อื่น 20,000 บาท) และมีค่าใช้จ่ายรายปี sim net 8 จุด x 1,500 = 12,000 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่ามีค่าใช้

จ่ายที่ต่ำกว่าความเสียหายจากการสูญเสียยาที่มีสาเหตุจากการเก็บยากรณีอุณหภูมิออกนอกช่วง นอกจากนี้ระบบฯที่พัฒนา ยังช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากการทำงาน 24 ชั่วโมง เหลือ 12 ชั่วโมง เฉลี่ย 337.6 วัน จาก 365 วัน (เดิมทำงาน 24 ชั่วโมง) ซึ่งจะเห็นได้ว่า IoT สามารถใช้ในการแจ้งเตือนอุณหภูมิเก็บรักษายาได้ สอดคล้องกับการศึกษาของวิจิตตรา คุ้มวงษ์ และคณะฯ[4] และคมสันต์ ยศอินทร[5] โดยระบบที่ใช้เดิมมีข้อจำกัด คือ หากมีความผิดปกติระบบจะแจ้งเตือนผ่านทาง line notification เท่านั้น (กรณี HexSense) ระบบไม่สามารถดูอุณหภูมิได้ผ่านมือถือ (กรณี Medic cool) กล่องอุปกรณ์ 1 ตัวจะจำกัดการต่อกับตัวเซนเซอร์อุณหภูมิ (5 ตัว) (กรณี Medic cool) และต้องอยู่ในพื้นที่ใกล้กันเนื่องจากใช้สายสัญญาณ (กรณี Medic cool)

อย่างไรก็ตาม ระบบแจ้งเตือนอุณหภูมิที่มีในประเทศไทย หลายระบบใช้ระบบ raspberry pi หรือ arduino IDE ซึ่งระบบแจ้งเตือนผ่านทาง line notification แต่ไม่สามารถโทรแจ้งเตือนได้ และไม่สามารถแจ้งเตือนแบบรวมศูนย์ไปยังหน่วยที่มีเจ้าหน้าที่อยู่ 24 ชั่วโมงได้ ซึ่งอาจพบความเสี่ยงกรณีที่พบอุณหภูมิออกนอกช่วงในเวลากลางคืนได้ เนื่องจากเจ้าหน้าที่อาจไม่ได้อ่านไลน์ในช่วงเวลาดังกล่าว นอกจากนี้ปัญหาที่พบจากระบบดังกล่าว คือ ระบบเน็ตเวิร์คของโรงพยาบาลหลุดบ่อยทำให้ส่งข้อมูลไม่ถึงเซิฟเวอร์ ดังบทความของ Puwadon Srich-aroen [6] แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นได้ใช้ sim net ซึ่งจากการใช้ระบบมากว่า 1 ปี พบปัญหาสัญญาณอินเทอร์เน็ตหลุดน้อยมาก นอกจากนี้ปัญหาที่พบจากระบบ raspberry pi หรือ arduino IDE คืออแดปเตอร์แปลงไฟเสียเพราะต้องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นประยุกต์ใช้เซนเซอร์อุณหภูมิ aqara temperature ซึ่งใช้แบตเตอร์รี่ในการทำงานและใช้สัญญาณ zigbee ซึ่งใช้พลังงานต่ำ แบต-เตอร์รี่อยู่ได้ 6 เดือน - 1 ปี และปัญหาที่พบจากระบบ raspberry pi หรือ arduino IDE คือกรณีไฟฟ้าดับทำให้เซ็นเซอร์ดับไปด้วย แต่ระบบที่พัฒนาใหม่แก้ปัญหาโดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ smart device และ router ร่วมกับ sim net เข้ากับเครื่องสำรองไฟ (UPS) ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้แม้ว่าไฟฟ้าดับจากประสบการณ์การของผู้วิจัยพบว่าระบบ Medic cool ซึ่งใช้สายสัญญาณจะมีเสถียรภาพสูง คือ ระบบล้มเหลวหรือขาดการเชื่อมต่อน้อย แต่ปัญหาที่พบ คือ ไม่สามารถขยายพื้นที่ไปยังพื้นที่ห่างไกลได้ เช่น ห้องจ่ายยาปฐมภูมิมีพื้นที่ห่างไกลจากโรงพยาบาลกว่า 2 กิโลเมตร และพื้นที่อื่น ๆ ในโรงพยาบาลอยู่ห่างไกลกันมากไม่สามารถต่อสัญญาณได้ ต้องเพิ่มจุดให้บริการซึ่งมีค่าใช้จ่ายกว่าแสนบาท แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นอุปกรณ์ที่ใช้มีราคาค่อนข้างต่ำ เช่น aqara temperature และ Mi smart plug ราคาต่ำกว่า 500 บาท ดังนั้น จึงสามารถขยายจุดแจ้งเตือนอุณหภูมิได้โดยใช้งบประมาณน้อย อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ smart device จะใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ตซึ่งมีโอกาสที่ระบบขาดการเชื่อมต่อ (offline) ผู้วิจัยจึงได้ลดความผิดพลาดโดยการออกแบบระบบให้เปลี่ยนการลงอุณหภูมิเช้า-เย็นของเจ้าหน้าที่จากจดบันทึกบนกระดาษเป็นการบันทึกอุณหภูมิ online โดยเจ้าหน้าที่ต้องดูอุณหภูมิปัจจุบันผ่านแอปพลิเคชัน Mi home จากนั้นจึงบันทึกอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน glide app และแสดงกราฟอุณหภูมิโดย Looker studio ทำให้มีการตรวจสอบระบบฯว่าขาดการเชื่อมต่อ (offline) หรือไม่ในทุกวัน เช้า-เย็น ส่งผลให้สามารถแจ้งผู้ดูแลระบบให้ดำเนินการแก้ไขได้ทันที นอกจากนี้ระบบฯที่พัฒนาขึ้นยังช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จากการทำงาน 24 ชั่วโมง เหลือ 12 ชั่วโมง อีกด้วย ซึ่งจะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศทั้ง 3 เครื่อง ระบบจะทำงานในช่วงเวลา 19.00 น.-7.00 น. ของวันถัดไป เฉพาะในเดือนที่เป็นฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงเท่านั้น (มีนาคม-เมษายน)

ข้อเสนอแนะ

1. การเฝ้าระวัง (monitor) การทำงานของอุปกรณ์บางครั้งยังพบระบบขาดการเชื่อมต่อ (offline) แต่เจ้าหน้าที่ไม่ได้แจ้ง อาจประยุกต์ใช้ line notification และเพิ่มแบบบันทึกตรวจสอบระบบขัดข้อง

2. การพัฒนาระบบยังไม่ครอบคลุมการเก็บรักษายาในตู้เย็นของหอผู้ป่วย และไม่ครอบคลุมการเก็บรักษายาของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อาจพิจารณาขยายเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว กลุ่มงานเภสัชกรรม และงานวิศวกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Technical Report Series 1025: annex 7 - Good storage and distribution practices for medical products [Internet]. 2020 [cited 2024 Feb 7]. Available from: https://www.who.int/publications/m/item/trs-1025-annex-7
2. ศศิประภา ชิตรัตถา. ความคงสภาพของยา (drug stability) [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [สืบค้นเมื่อ 9 ต.ค. 2565]: แหล่งข้อมูล: https://ccpe. pharmacycouncil.org/ showfile.php?file=484
3. สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียงกิจการโทรทัศน์และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. เทคโนโลยี internet of things และนโยบาย Thailand 4.0, 2560 [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 9 ต.ค. 2565]: แหล่งข้อมูล: https://www.nbtc.go.th/Services/quarter2560/ ปี-2561/32279.aspx?lang=th-th
4. วิจิตตรา คุ้มวงษ์, สรวง รุ่งประกายพรรณ. การพัฒนาชุดอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับติดตามอุณหภูมิและความชื้นของการเก็บรักษายา. วารสารไทยไภษัชยนิพนธ์ 2565;17(2):101-18
5. คมสันต์ ยศอินทร์. ระบบติดตามและแจ้งเตือนอุณหภูมิของตู้เย็น. โครงการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัยระดับประเทศและภาคีเครือข่าย R2R 2562[อินเทอร์เน็ต]. 2562 [สืบค้นเมื่อ 9 ต.ค. 2565]: แหล่งข้อมูล: http://r2rthailand.org/sites/default/files/scridb/abstract_r2r_2562.pdf
6. Sricharoen P. เล่าประสบการณ์การพัฒนาระบบเฝ้าระวังอุณหภูมิตู้เก็บยาในโรงพยาบาล [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [สืบค้นเมื่อ 9 ต.ค. 2565]: แหล่งข้อมูล: https://medium.com/linedevth/เล่าประสบการณ์การพัฒนาระบบเฝ้าระวังอุณหภูมิตู้เก็บยาในโรงพยาบาล-58d5f9eed133
7. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. Xiaomi smart home [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [สืบค้นเมื่อ 9 ก.พ. 2566]. แหล่งข้อมูล: https://en.wikipedia.org/wiki/Xiaomi_Smart_Home
8. วินเซนต์ จู. ทุยคืออะไร? ทุกอย่างเกี่ยวกับ Tuya และคู่มือ 'How To' [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [สืบค้นเมื่อ 18 ก.ย. 2567]. แหล่งข้อมูล: https://www.acslocks.com/th/what-is-tuya/
9. Poothanapibul AB. Design thinking คืออะไร. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมข้าราชการพลเรือน; 2560.

Application of Smart Device on the Control of Drug Storage Temperature

Atipol klaypaksi, M.Sc. in Pharm.; Pornpun Surasatien, B.Pharm.

Pharmacy Department, Sakaeo Crown Prince Hospital, Sakaeo Province, Thailand

Journal of Health Science of Thailand 2024;33(Suppl 1):S159-S169.

Corresponding author: Atipol klaypaksi, Email: atipol_tum@hotmail.com

Abstract: The aim of this research was to develop a temperature alert system that responds to the needs of medication storage areas, reducing losses caused by storing medications outside the recommended temperature range. Additionally, the system aimed at decreasing the operational time of air conditioning units used for temperature control. The research utilized smart devices such as the Mi Smart Home in connection with other devices. The research was conducted in two phases: phase 1, from May 2021 to September 2022, the development of (1) a centralized alert system, (2) an automatic notification system using an auto dialer, and (3) a temperature-controlled air conditioning system using the Mi Smart Plug; and phase 2, from October 2022 to January 2023, with the following development: (1) constructing a notification system even during power outages using a router, SIM network, and UPS, and (2) implementing a monitoring system for device operations that records temperatures in the morning and evening, transitioned from paper records to an online format through the Glide app, and presented graphical data using Looker Studio. The research results revealed that after system development, the following capabilities were achieved: (1) a centralized alert system, (2) a notification system using an auto dialer, (3) temperature-controlled air conditioning, (4) power outage-resistant notification, and (5) device operation monitoring. The system covered 42 designated area and successfully reduced medication losses. Before system implementation, the value of medicine lost was 92,212.50 Baht; and after implementation, there was no loss. Such implementation had prevented losses from the refrigerator's inability to control temperature from which a total of 11 incidents were avoided including 4 instances of the refrigerator door not closing properly, 1 instance of ice accumulation, 2 instances of refrigerator compressor failure, 1 instance of overly packed medication arrangement, and 3 instances of setting the temperature sensor too low. In adddition, the system had notified prolonged refrigerator door openings, resulting in elevated temperatures for a total of 23 incidents. Fuethermore, it also contributed to reducing the operational hours of the air conditioning unit from 24 hours to 12 hours on average, totaling 337.6 days out of 365 days. Thus, the developed temperature alert system for medication storage using smart devices has effectively met operational requirements, reduced medication losses due to temperature variations, and decreased the operational time of air conditioning units.

Keywords: temperature alert system; smart devices; temperature-controlled medication storage