

การพัฒนากล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอว์เมด (Time4Med)

กิตติศักดิ์ ตั้งตรงเป้า, สิริญญา ฐระตา, จุฑาวัฒน์ แสงดี,
ประติพัทธ์ ชินพลผล และ พศิน พิทักษ์วาปี

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก

Email: kittisak16chaichun@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอว์เมด (Time4Med) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมที่ช่วยแจ้งเตือนผู้สูงอายุเพื่อให้ได้รับประทานยาอย่างครบถ้วน ถูกชนิดและตรงต่อเวลาที่แพทย์สั่ง เพื่อลดการพึ่งพาความจำจากตัวผู้สูงอายุและการรักษาเป็นไปตามแผนการรักษาของแพทย์ กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือ ผู้สูงอายุและญาติจำนวน 7 คู่ ที่มีความจำเป็นต้องใช้ยารักษาอย่างต่อเนื่อง วิจัยดำเนินการวิจัยใช้การทดลองร่วมกับการสังเกตแบบสอบถามและการสัมภาษณ์โดยพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบที่ประกอบด้วยกล่องยา ระบบเสียงเตือน ไฟแจ้งเตือน จอแสดงผล และการส่งข้อมูลไปมาด้วยแอปพลิเคชัน Blynk และ Telegram เพื่อที่จะสามารถตั้งเวลาได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา และติดตามพฤติกรรมทานยาได้ ผลการทดลองพบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้ตรงเวลาที่ระบบแจ้งเตือน การแสดงผล และการส่งข้อมูล อีกทั้งกลุ่มเป้าหมายมีระดับความพึงพอใจในระดับดีมาก และลืมทานยาน้อยลงอย่างสังเกตได้ โดยงานวิจัยนี้พัฒนาและทดสอบกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะ Time4Med ($n = 7$ คู่ ผู้สูงอายุ-ผู้ดูแล) ผลการแก้ปัญหาการลืมทานยาและการทานยาไม่ตรงเวลา ในภาพรวมอยู่ที่ระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.212) ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้ทดลองใช้งาน ภาพรวมอยู่ที่ระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.137) ซึ่งชี้ปัญหาด้านคุณภาพภาพ โดยรวมอุปกรณ์ช่วยลดการลืมทานยาและเพิ่มความพึงพอใจของผู้ใช้

ข้อเสนอแนะจากกลุ่มเป้าหมายบางรายระบุว่าควรปรับความดังของเสียงแจ้งเตือนและพัฒนาช่องแยกยาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นเพื่อให้สะดวกมากยิ่งขึ้นและแก้ปัญหาคความผิดพลาดจากการแจ้งเตือนของกล่อง อุปกรณ์นี้จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุและเป็นสิ่งที่ผู้สูงอายุสามารถปฏิบัติด้วยตัวเองได้

บทนำ

ปัจจัยของปัญหานี้มาจากผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางสุขภาพและผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง อาทิ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ สัมรับประทานยา คือการไม่รับประทานยามากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และมากกว่าร้อยละ 40 เกิดปัญหาจากการรับประทานยาไม่ครบถ้วนตามที่แพทย์สั่ง อ้างอิงจากข้อมูลสถิติในปี 2566 พบว่าประมาณร้อยละ 57.80 ของผู้สูงอายุที่ประสบกับปัญหาการรับประทานยาที่ไม่ครบถ้วน ไม่ถูกชนิดและไม่ตรงต่อเวลา (วัชรภรณ์ เปาโรหิตย์ และคณะ, 2566) จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลกระทบต่อผู้สูงอายุในหลายๆด้านทั้งทางตรง คือ การที่ร่างกายของผู้สูงเกิดปัญหาสุขภาพ ส่งผลให้แพทย์ต้องสั่งยาหลายชนิดและหลายขนาดตามอาการ และในทางอ้อม คือการที่ผู้ดูแล ญาติ หรือลูกหลานของผู้สูงอายุจำเป็นต้องเสียสละเวลาว่างส่งผลให้ไม่สะดวกในการไปทำงาน หรือธุระต่างๆ และอาจส่งผลต่อการจ่ายค่ารักษาพยาบาลที่ตามมา ดังนั้นคณะผู้จัดทำสังเกตเห็นถึงปัญหานี้จึงคิดค้นและประดิษฐ์นวัตกรรม “กล่องเตือนทานยา” โดยกล่องยามีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง, จอแสดงผล, และการส่งข้อความ และรูปแจ้งเตือนผ่าน Telegram เมื่อถึงเวลาทานยา ผู้ดูแลสามารถตั้งเวลาให้ตรงกับช่วงเวลาทานยาของแต่ละวัน แล้วมีการตรวจเมื่อเปิดกล่องยาถ่ายภาพ และส่งข้อความ และภาพแจ้งเตือนผ่าน Telegram เพื่อยืนยันว่าผู้ป่วยได้หยิบยาออกจากกล่องแล้ว

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนากล่องเตือนรับประทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมต (Time4Med)
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกล่องเตือนรับประทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมต (Time4Med)

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง กล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมต ได้มีการศึกษา เอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำโดยเป็นหัวข้อดังนี้

1. ความต้องการจำเป็นของกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะ

วัชรภรณ์ เปาโรหิตย์ และคณะ (2566) ได้ศึกษาผู้สูงอายุในแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช และพบว่าผู้สูงอายุมักเผชิญกับปัญหาในการใช้ยาหลายประการ อาทิ การลืมรับประทานยา การรับประทานยาไม่ตรงเวลา หรือการรับประทานยาดูผิดชนิด โดยมีสาเหตุสำคัญคือเกิดจากการหลงลืม หรือความสับสนในการจำชื่อยา รวมถึงจำนวนยาที่ต้องรับประทานในแต่ละวัน ส่งผลให้การรักษาไม่เป็นไปตามที่แพทย์กำหนด และอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ ซึ่งจากปัญหาจากบทความนี้ เราจึงต้องแก้ไขปัญหาการลืมรับประทานยา

ปิยะดา ยู่ยนิม และคณะ (2561) ได้ทำโปรแกรมที่จะให้ครอบครัวเป็นคนดูแลเรื่องการทานยา ของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังต่างๆ โดยได้ผลว่าผู้สูงอายุไม่ลืมรับประทานยา รับประทานได้ตรงเวลา และถูกต้องชนิดยามากขึ้น จึงสรุปได้ว่าครอบครัวมีผลต่อการทานยาของผู้สูงอายุเป็นอย่างมากซึ่งจากปัญหาจากบทความนี้ เราจึงต้องแก้ปัญหาโดยสามารถให้ครอบครัวมาช่วยในการตั้งเวลาที่ต้องทานยาได้

2. ฟังก์ชันการทำงานของกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะ

Ronglong, S. et al. (2012) ได้สร้างระบบแจ้งเตือน ที่จะส่งข้อมูลของผู้สูงอายุ โดยใช้ VoIP, SMS และเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อแจ้งเตือนหรือส่งข้อมูล โดยจะเน้นการใช้งานที่สะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยสามารถที่จะนำมาพัฒนาร่วมกับอุปกรณ์เตือนทานยาที่เราจะพัฒนาได้

รติพร ชาญศิริวัฒน์ และ อชิณี พลสวัสดิ์ (2566) ได้พัฒนา "กล่องจ่ายยาอัตโนมัติ" เพื่ออัปเดตฟังก์ชันให้ใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น โดยจะทำการเพิ่มการแจ้งเตือนรูปแบบต่างๆ ให้มากขึ้นและยังเพิ่มการแจ้งเตือนผ่านไลน์ได้ แต่ไม่สามารถตรวจสอบยาที่หยิบและผู้ป่วยยาได้ ดังนั้นเราควรสร้างอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบได้

ธีรฉวัลย์ ปานกลาง และ รัตนสุตา สุกตัญญู (2567) ได้พัฒนากล่องยาอัจฉริยะ ที่จะแจ้งเตือนให้ผู้สูงอายุ โดยจุดเด่นคือการใช้ระบบ IoT และมีการแจ้งเตือนไปยังไลน์ จากการพัฒนานี้ทำให้ผู้สูงอายุ ทานยาได้ตรงเวลา ถูกต้อง และผู้ที่ดูแลตรวจสอบการทานยาได้อีกด้วย แต่มีการแจ้งเตือนที่ไม่หลากหลายทำให้ผู้สูงอายุบางประเภทไม่สามารถได้รับการแจ้งเตือนได้ ดังนั้นเราจึงจะต้องสร้างที่มีรูปแบบการแจ้งเตือนที่รองรับผู้สูงอายุที่หลากหลายสถานการณ์มากยิ่งขึ้น

Ahmad, A. et al. (2020) ได้สร้างระบบการเตือนทานยา โดยใช้กล่องยาอัจฉริยะที่มีฟังก์ชันแจ้งเตือนผ่านเสียง และข้อความ และจะส่งข้อมูลการรับประทานยาให้แก่ผู้ดูแลแบบทันที เพื่อความสะดวกและการแจ้งเตือนที่ตรงเวลา และพัฒนาเพื่อลดความผิดพลาดต่างๆ จากรุ่นก่อนๆ และการทดสอบทำให้ทราบว่าตัวกล่องได้ถูกพัฒนาให้ประสิทธิภาพดีขึ้นอย่างมาก แต่เมื่อผู้สูงอายุอยู่ห่างจากกล่องและไม่ได้ยินเสียงเตือนทำให้ยังลืมรับประทานยาเช่นเดิม เพราะฉะนั้นเราจึงต้องสร้างอุปกรณ์ช่วยเตือนแบบสามารถพกพาได้

3. ส่วนประกอบของกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะ

RobotSiam (2563) ได้สอนเกี่ยวกับการนำ ESP32 ไปใช้งานต่างๆ เช่นการทำงานกับโปรเจกต์ IoT ที่จะควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk และเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ และยังสามารถส่งข้อมูลไปมากับโทรศัพท์มือถือได้ ซึ่งเป็นแนวทางในการนำพัฒนาร่วมกับกล่องเตือนทานยาที่เราต้องการสร้าง

Artronsshop (2564) ให้ข้อมูลของการใช้บอร์ด ESP32 ด้วยการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยโทรศัพท์มือถือผ่านการเชื่อมต่อกับ WIFI และเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ และแจ้งเตือนผ่านไลน์ ทำให้บอร์ดตัวนี้สามารถทั้งควบคุม รับ-ส่งข้อมูล กับแอปพลิเคชันต่างๆ ได้ ซึ่งทำให้เราทราบว่าบอร์ดรุ่นนี้เหมาะกับประเภทงานของเรา

Greetch (2563) ให้ความรู้ของไมโครสวิตช์ว่าเป็น สวิตช์ขนาดเล็กที่จะทำงานเมื่อมีแรงกดแม้เล็กน้อย ซึ่งสามารถนำมาใช้งานกับงานที่ขนาดเล็ก และแรงกดน้อย เพราะยังทำงานไม่ว่าแรงกดจะมากหรือน้อย ซึ่งลดความผิดพลาดจากแบบปกติได้ดีมาก สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบเมื่อกล่องเตือนทานยาถูกเปิดได้อย่างเหมาะสม

Axay & Purohit, (2025) ได้พัฒนา ระบบกล่องตรวจจับความเคลื่อนไหวหรือกล่องวงจรปิด เขาใช้ ESP32-CAM กับเซ็นเซอร์ต่างๆ การทำงานจะทำงานเมื่อมีการเคลื่อนไหว และถ่ายภาพส่งให้ Telegram ที่เป็นแอปพลิเคชันไม่ต้องสร้างเซิร์ฟเวอร์ส่วนตัว โดยสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในการตรวจสอบการหยิบยาและผู้ป่วยยาได้

ณัฐกาญจน์ มีสุขโข และ สุรรัตน์ จันทรเมือง (2551) ได้ทำปริญญานิพนธ์เกี่ยวกับ การสร้างเครื่องเล่นเพลง ที่จะเปิดไฟล์จาก SD Card โดยที่มีขนาดเล็ก ใช้งานง่ายกว่าแบบเดิม และสามารถนำมาใช้กับงานที่ต้องการพื้นที่กระชับ อย่างกล่องเตือนทานยาได้อย่างเหมาะสม

Verma, C. et al. (2021) ได้ใช้หน้าจอ LCD 16x2 โดยที่เขาควบคุมมันผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจอมีลักษณะที่เล็ก และแสดงผลได้ 2 บรรทัด เหมาะกับการนำไปใช้กับการสร้างอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก โดยยังสามารถแสดงข้อความได้อย่างเพียงพอ

ESPBoards (2025) ให้ข้อมูลของไฟ LED ที่ชื่อว่า KY-009 RGB Full Color LED SMD ซึ่งมีลักษณะพิเศษ ที่มีสี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน มีขนาดเล็กและบาง ใช้กำลังไฟต่ำ เหมาะกับการนำมาสร้างโปรเจกต์ที่ขนาดกะทัดรัด และใช้พลังงานน้อย

ขอบเขตงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกผู้สูงอายุตั้งแต่ 50 ปีเป็นต้นไปที่ใช้ยาต่อเนื่องมากกว่า 3 เดือน, และผู้สูงอายุต้อง สามารถเปิดกล่องได้ด้วย ตนเอง หรือมีผู้ดูแลช่วยเหลือจำนวน 7 คู่ ระยะเวลาทดสอบเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรต้น คือ กล่องเตือนรับประทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของกล่องเตือนรับประทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)

สมมุติฐานงานวิจัย

กล่องTime4Medจะเพิ่มระดับความสม่ำเสมอในการทานยาของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญโดยทำการทดสอบจากการใช้งานกล่อง Time4Med ภายใน 4 สัปดาห์ โดยผู้สูงอายุต้องทานยาครบตามกำหนด

วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง กล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med) ใช้กระบวนการพัฒนาตามแนวทางการการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) โดยมีวิธีการการดำเนินงานดังนี้

ขั้นทำความเข้าใจ (Empathize)

1. สังเกตปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยแรงบันดาลใจของโครงการนี้มาจากปัญหาที่พบบ่อยในกลุ่มผู้สูงอายุ คือ การทานยาไม่ตรงเวลา ลืมทานยา และทานยาไม่ถูกต้องตามที่หมอสั่งซึ่งปัญหานี้ส่งผลต่อสุขภาพและอาการของโรคเรื้อรังอย่าง ความดันโลหิตสูง เบาหวาน หรือโรคหัวใจ

2. สำรวจสาเหตุของปัญหา ปัญหาส่วนใหญ่ที่ผู้สูงอายุพบจากการสำรวจและพูดคุยกับผู้สูงอายุในครอบครัวพบว่าปัญหาหลักมาจากระบบแจ้งเตือนแบบเดิม ที่ไม่มีความแม่นยำหรือไม่เพียงพอในการแจ้งเตือนและบวกเข้ากับผู้สูงอายุส่วนใหญ่อยู่ตามลำพังหรือไม่ก็มีผู้ดูแลเพียงช่วงสั้น ๆ ของวันทำให้การพึ่งพาความจำตัวเองหรือการจดเพื่อเตือนแบบเดิมจึงไม่เพียงพอส่งผลให้ลืมทานยา

3. สรุปปัญหา ผู้สูงอายุจำนวนมากลืมทานยาหรือทานยาผิดเวลาทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพจึงต้องการอุปกรณ์ในการช่วยเตือนและเพื่อช่วยให้รับประทานยาได้ถูกต้อง โดยจะต้องใช้งานง่าย สะดวก และสามารถตรวจสอบได้อย่างเรียลไทม์

ขั้นระบุปัญหา (Define)

ในการกำหนดหัวข้อของการพัฒนากล่องเตือนทานยาทางผู้พัฒนาจะกำหนดหัวข้อของการพัฒนากล่องเตือนทานยา ดังนี้

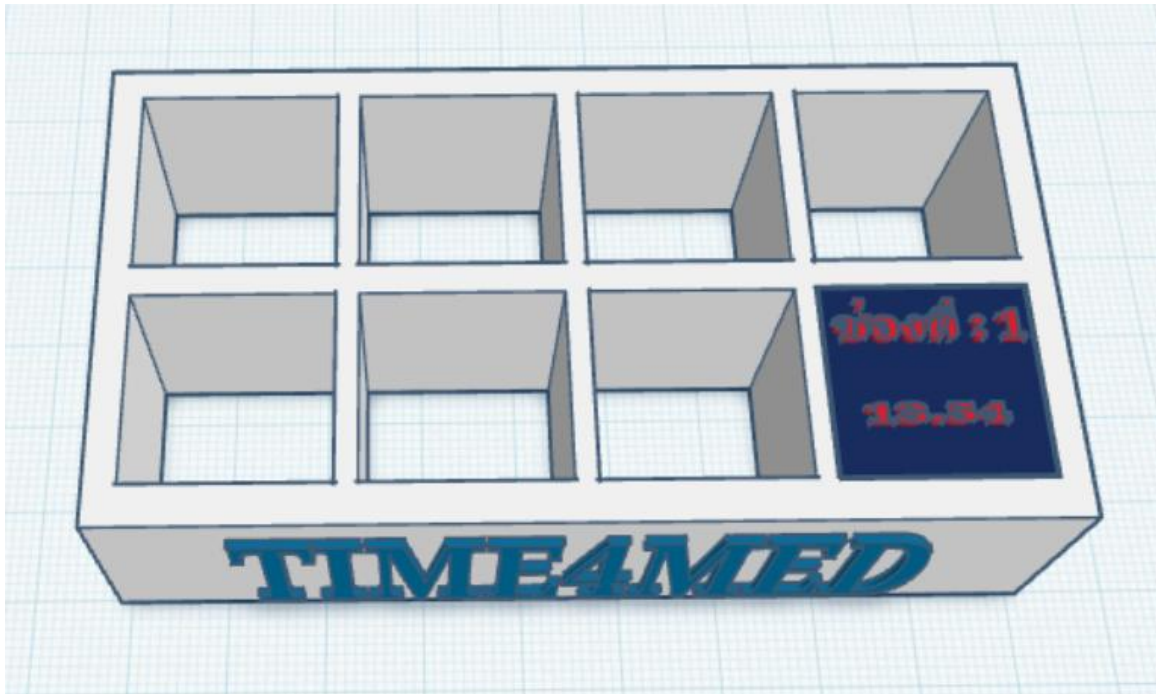
1. อุปกรณ์ที่สามารถแจ้งเตือนผู้สูงอายุให้ทานยาได้ตรงตามเวลาเพื่อลดความเสี่ยงของผลข้างเคียงจากการลืมทานยา

2. อุปกรณ์ที่สามารถแจ้งเตือนให้ผู้สูงอายุทานยาได้ตรงตามที่แพทย์สั่งได้อย่างถูกต้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษา

3. อุปกรณ์ที่ใช้งานง่าย สะดวกต่อทั้งผู้สูงอายุและผู้ดูแล

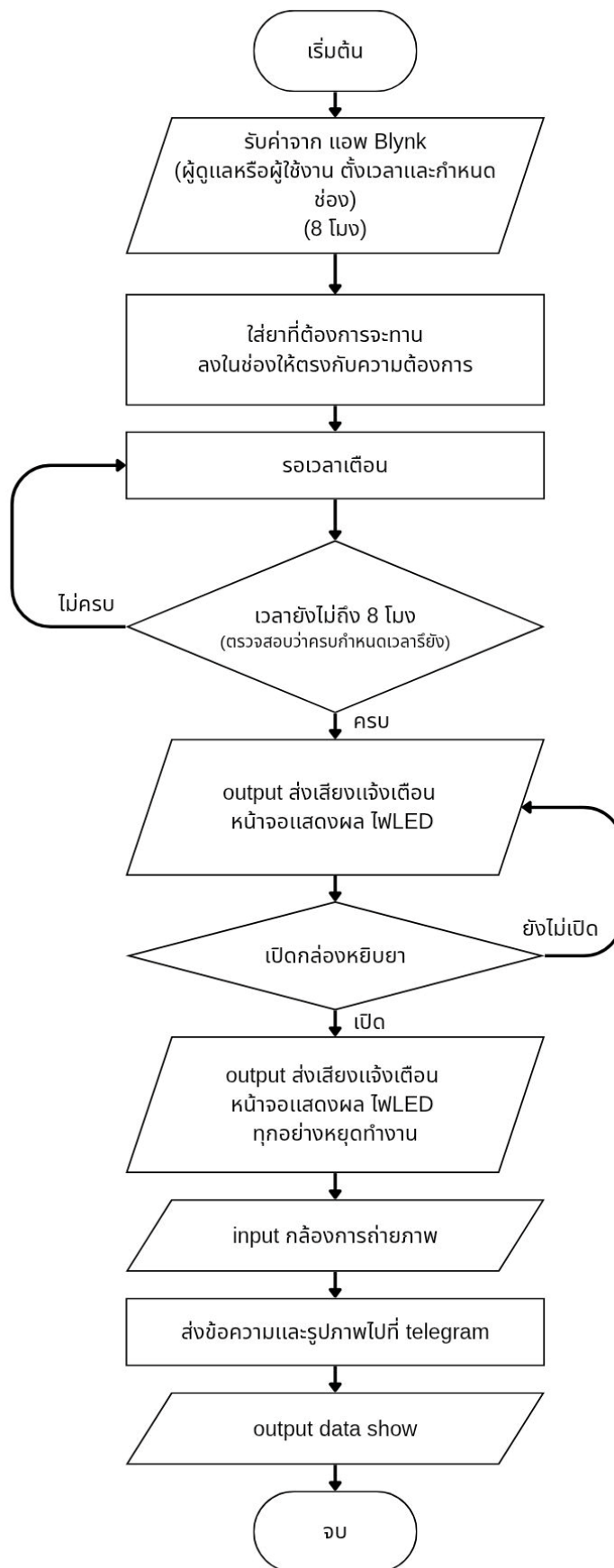
ชั้นระดมความคิด/สร้างแนวคิด (Ideate)

ปัญหาการลืมทานยาและการทานยาไม่ตรงเวลาคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้โรคเรื้อรังของผู้สูงอายุมีอาการที่ย่ำแย่ขึ้นและทำให้แผนการรักษาของแพทย์เป็นไปได้อย่างยากลำบากและผู้สูงอายุอาจมีอาการดื้อยาเกิดขึ้นทำให้เกิดผลข้างเคียงที่อาจจะเป็นอันตรายต่อชีวิตตามมา ทางผู้พัฒนาจึงได้พัฒนานวัตกรรม "กล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (TIME4MED) อัตโนมัติ" ที่มีจุดมุ่งหมายในการเป็นผู้ช่วยเตือนความจำและเตือนเวลาในการทานยาเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายอย่างผู้สูงอายุสามารถรับประทานยาได้ตรงเวลาและถูกต้องเพื่อที่จะลดความเสี่ยงของการเกิดผลข้างเคียงที่เป็นอันตราย โดยได้ออกแบบเป็นภาพร่าง ตามที่แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพร่างอุปกรณ์เตือนรับประทานยาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับผู้สูงอายุ

จากภาพที่ 1 โดยผู้วิจัยได้เริ่มต้นจากกล่องยาแบบทั่วไปที่มีลักษณะเป็นช่องใส่ยาที่แยกตามวันหรือเวลา จากนั้นจึงต่อยอดแนวคิดโดยผสมผสานระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปอย่างการเพิ่ม ระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงแสง การตั้งเวลาเตือน การแสดงผลผ่านจอ LED และการส่งข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน โดยจะมีกระบวนการทำงานตามที่แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Flowchart แสดงการทำงานของกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุโทรศัพท์มือถือ

จากภาพที่ 2 คือหลักการทำงานของ TIME4MED โดยระบบจะทำการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน Blynk เพื่อให้ผู้ใช้งานหรือผู้ดูแลสามารถตั้งเวลาและช่องยาที่ต้องการให้ทานยาได้ตามต้องการ โดยเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไฟตามช่องที่ต้องการทานยาจะติด กล้องจะส่งเสียง พร้อมมีการแสดงผลผ่านทางหน้าจอ และจะมีการส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอป Telegram โดยหากไม่มีการเปิดกล่องตามเวลาระบบก็จะทำการส่งการแจ้งเตือนซ้ำเพื่อให้ผู้ดูแลทราบและสามารถทำการตรวจสอบได้ ทั้งนี้หากกล่องตรวจสอบว่ามีการเปิดใช้งานก็จะทำการส่งข้อมูลผ่านแอป Telegram ให้ผู้ดูแลทราบว่ามีการเปิดใช้งาน

ขั้นตอนพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ (Prototype)

TIME4MED ถูกพัฒนาจากกล่องยาพลาสติกโปร่งใสที่แบ่งเป็นช่อง พร้อมทั้งฝังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ บอร์ด ESP32 จอแสดงผล LED ลำโพงแจ้งเตือน และกล้องถ่ายภาพเพื่อบันทึกภาพเมื่อมีการใช้งาน โดยได้มีการติดฉลากยา และแสดงหมายเลขช่องที่ชัดเจน เพื่ออำนวยความสะดวกตามที่แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 TIME4MED อุปกรณ์เตือนรับประทานยาด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับผู้สูงอายุ

ขั้นตอนทดสอบและประเมินผล (Testing)

1. การทดสอบประสิทธิภาพ

1.1 การทดสอบด้านการแจ้งเตือนที่ตรงต่อเวลา การทดสอบการแจ้งเตือนที่ตรงต่อเวลา จะทำการตั้งเวลาและวันที่แตกต่างจากนั้นเมื่อถึงวันและเวลาที่กำหนดจะสังเกตว่าการแจ้งเตือนด้วยเสียง แสงไฟ แจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ดูแลและกล่องแจ้งเตือนแบบพกพาสามารถทำการแจ้งเตือนได้หรือไม่และตรงตามเวลาด้วยหรือไม่จากนั้นจะทำการเก็บสถิติความคลาดเคลื่อนและวิเคราะห์ว่าสาเหตุคืออะไรเพื่อทำการแก้ไขต่อไป

1.2 การทดสอบการตั้งเวลาเมื่ออยู่ห่างจากเครื่อง การทดสอบการตั้งเวลาเมื่ออยู่ห่างจากเครื่องจะเป็นการจำลองสถานการณ์เมื่อผู้ดูแลจะตั้งเวลาเมื่ออยู่ห่างจากกล่องเตือนทานยาการออกไปทำงานและไม่ได้ตั้งเวลาไว้ก่อนออกไปทำงานซึ่งเราจะทำการตั้งเวลาจากอีกสถานที่ และสังเกตการแจ้งเตือนเมื่อถึงวันเวลาที่ตั้งไว้ว่าทำการแจ้งเตือนหรือไม่จากนั้นหากมีปัญหาจะวิเคราะห์ และทำการแก้ปัญหา

1.3 การทดสอบการแจ้งเตือน และหยุดแจ้งเตือน

การทดสอบการแจ้งเตือนจะทำการทดสอบเมื่อถึงเวลาแจ้งเตือนโดยจะทดสอบว่ามีเสียงและแสงขึ้นตามเวลาที่กำหนดหรือไม่และการทดสอบหยุดการแจ้งเตือนจะทดสอบโดยการเปิดกล่องและหยิบยาออกมาแล้วลำโพงหยุดส่งเสียง ไฟLEDดับหรือไม่ และมีการแจ้งเตือนว่าหยิบยาแล้วพร้อมภาพถ่ายไปยังมือถือของผู้ดูแลหรือไม่

1.4 การทดสอบการจับภาพและความคมชัดของภาพ

การทดสอบการจับภาพและความคมชัดของภาพจะทดสอบโดยให้ผู้ผู้ใช้เปิดกล่องหลังจากนั้นกล่องจะได้รับคำสั่งให้ถ่ายภาพ และส่งรูปมายังมือถือของผู้ดูแลทำให้สามารถตรวจสอบภาพเพื่อยืนยันได้ว่าผู้ใช้ได้รับยาที่ถูกต้อง

1.5 การทดสอบเสียง การทดสอบระบบเสียงแจ้งเตือนจะทดสอบเมื่อถึงเวลาทานยา โดยจะทดสอบว่าการแจ้งเตือนด้วยเสียงมีความชัดเจน ตรงตามเวลาที่กำหนดไว้ในการทานยา

1.6 การทดสอบการใช้งานจริง การทดสอบการใช้งานจริงเป็นการนำกล่องเตือนทานยาไปให้ผู้สูงอายุใช้งานจริง เพื่อเก็บความคิดเห็น ความพึงพอใจ และผลจากการใช้งานจริงจากผู้สูงอายุและจากผู้ดูแล

2. ด้านความพึงพอใจและข้อเสนอแนะ

2.1 คะแนนความพึงพอใจรวม โดยใช้แบบสอบถามรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) 5 ระดับ 5 = พึงพอใจมากที่สุด, 4 = พึงพอใจมาก, 3 = ปานกลาง, 2 = พึงพอใจน้อย, 1 = ไม่พึงพอใจ โดยมีคำถามดังนี้

- 2.1.1 ความชัดเจนของเสียง/แสงเตือน
- 2.1.2 การแสดงผลทางเสียง แสง และหน้าจอถูกต้อง
- 2.1.3 การแจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ดูแล
- 2.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้งาน
- 2.1.5 ความมั่นใจว่าระบบจะช่วยเตือนรับประทานยาได้จริง

2.2 ผลจากการใช้งานโดยการสังเกตในการเก็บข้อมูลดังนี้

- 2.2.1 จำนวนวันที่ลืมทานยา
- 2.2.2 จำนวนครั้งที่ลืมทานยาตรงเวลา
- 2.2.3 จำนวนครั้งที่เกิดข้อผิดพลาดในการทานยา
- 2.2.4 การปฏิบัติตามแผนการรักษาของแพทย์

3. ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน

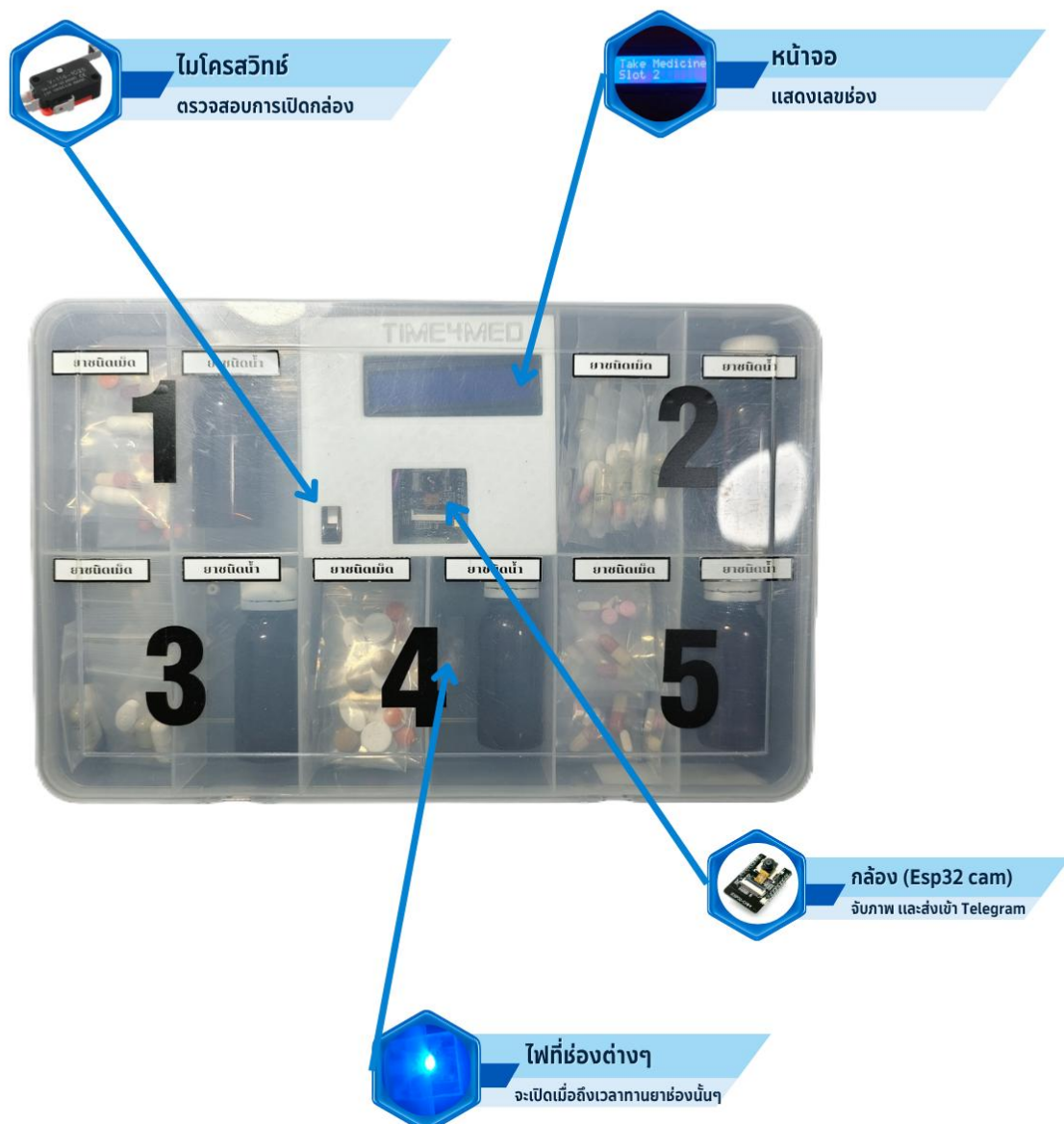
สอบถามข้อเสนอแนะจากผู้สูงอายุและผู้ดูแลเพื่อเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอนำเสนอข้อมูลผลการพัฒนากล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

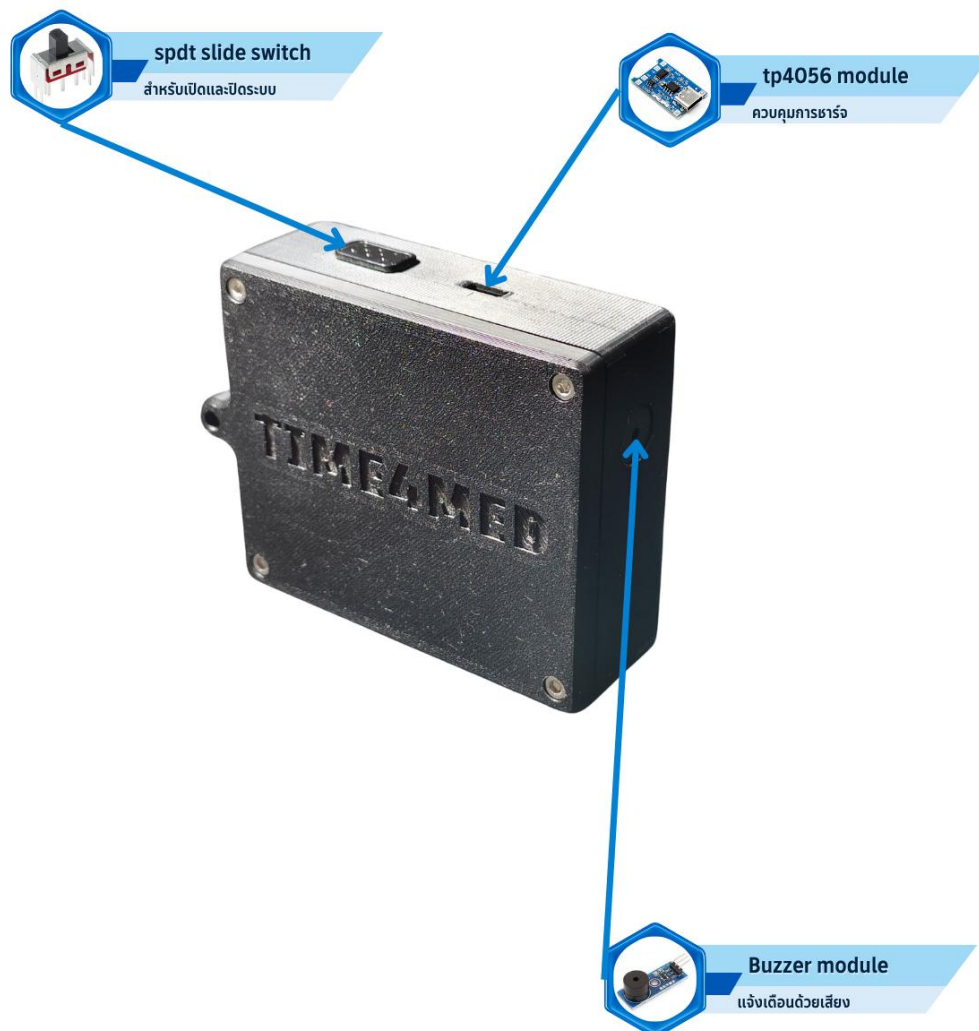
1. ผลการพัฒนากล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (TIME4MED) ตามภาพที่ 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 ดังนี้

TIME4MED ส่วนประกอบ



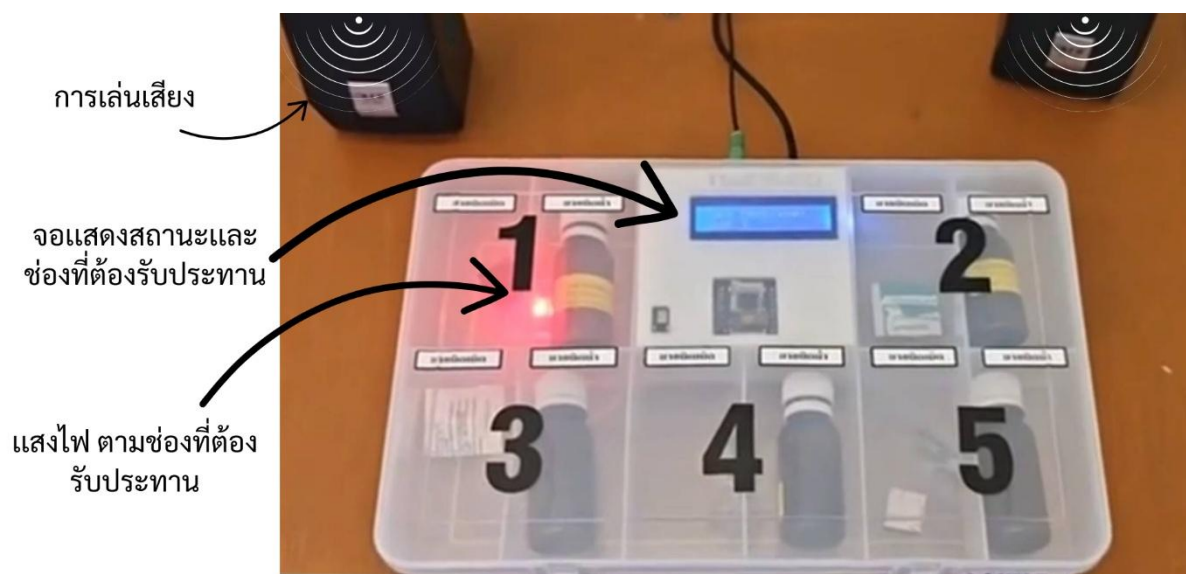
ภาพที่ 4 กล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)

TIME4MED ส่วนประกอบ



ภาพที่ 5 กล่องเตือนทานยาแบบพกพาสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)

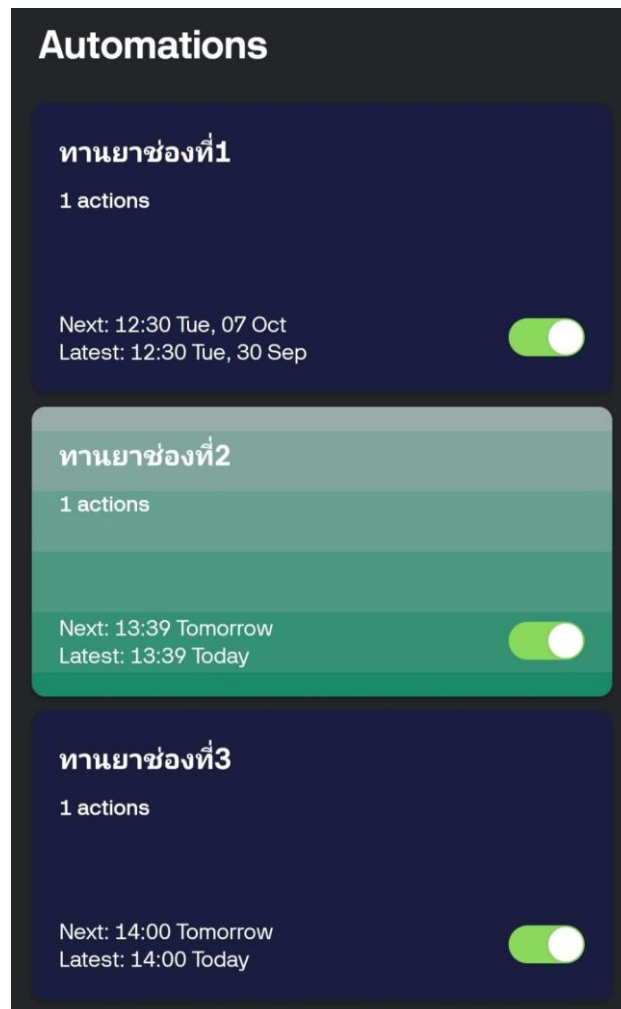
กระบวนการใช้งาน เริ่มจากผู้ดูแลทำการจัดยาใส่ในช่องที่กำหนด พร้อมตั้งเวลาและข้อมูลชื่อยาผ่านแอป Blynk เมื่อถึงเวลาที่กำหนดอุปกรณ์จะส่งเสียงเตือนและแสดงข้อมูลผ่านจอ LED หากมีการเปิดกล่อง กล่องจะถ่ายภาพและส่งผ่าน Telegram ทำให้ผู้ดูแลสามารถทำการตรวจสอบได้ทันที ในกรณีที่พื้นที่ใช้งานกว้างหรือมีหลายชั้น สามารถใช้กล่องเตือนทานยาแบบพกพาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแจ้งเตือนให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น



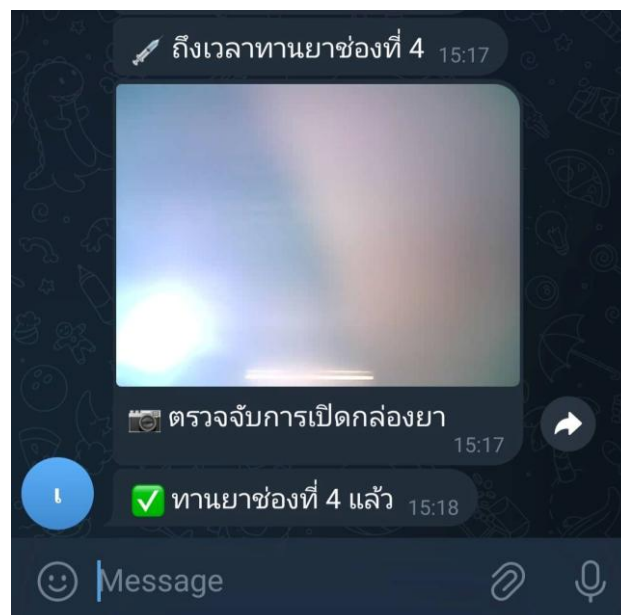
ภาพที่ 6 การทำงานของกล่องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)



ภาพที่ 7 การทำงานของกล่องเตือนทานยาแบบพกพาสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (Time4Med)



ภาพที่ 8 การตั้งเวลาแต่ละช่องยา ผ่านแอป Blynk ในมือถือ



ภาพที่ 9 การแจ้งเตือนทั้งข้อความและรูปภาพ ผ่านแอป Telegram ในมือถือ

2. ผลการศึกษา การแก้ปัญหาการลืมทานยาและการทานยาไม่ตรงเวลา โดยมีข้อมูลดังนี้
 ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยผู้พัฒนา

หัวข้อที่	หัวข้อการประเมินจากผู้จัดทำ	ระดับการประเมิน		ระดับใช้ตาม สมมุติฐาน
		$\bar{X}$	S.D.	
1	การทดสอบด้านการแจ้งเตือนที่ตรงเวลา	4.8	0.668	มากที่สุด
2	การทดสอบการตั้งเวลา เมื่ออยู่ห่างจากเครื่อง	4.7	0.617	มากที่สุด
3	การทดสอบหยุดการแจ้งเตือน และแจ้งเตือนการหยิบยา	4.4	0.627	มาก
4	การทดสอบการจับภาพและความชัดของภาพ	3	0.693	ปานกลาง
5	การทดสอบเกี่ยวกับเสียงเตือน	4.1	0.255	มาก
6	การนำไปทดสอบการใช้งานจากผู้สูงอายุ	4.6	0.236	มากที่สุด
รวม		4.27	0.212	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า กล้องเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทม์ฟอร์เมด (TIME4MED) มีการทดสอบในด้านการแจ้งเตือนที่ตรงเวลา โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.668) การทดสอบการตั้งเวลาเมื่ออยู่ห่างจากเครื่องอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.6.17) ในด้านการทดสอบหยุดการแจ้งเตือน และแจ้งเตือนการหยิบยาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.4$, S.D. = 0.627) ในด้านการทดสอบการจับภาพและความชัดของภาพอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3$, S.D. = 0.693) การทดสอบเกี่ยวกับเสียงเตือนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.1$, S.D. = 0.255) การนำไปทดสอบการใช้งานจากผู้สูงอายุอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.6$, S.D. = 0.236) และการประเมินโดยรวมอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.212) ผลการวิจัยโดยรวมเป็นไปตามสมมุติฐาน

ตารางที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพจากผู้ทดลองใช้งาน (Try Out User)

หัวข้อที่	หัวข้อการประเมินจากผู้ใช้งาน	ระดับการประเมิน		ระดับใช้ตาม สมมุติฐาน
		$\bar{X}$	S.D.	
1	ความชัดเจนของเสียง/แสงเตือน	4.6	0.450	มากที่สุด
2	การแสดงผลทางเสียง แสง และหน้าจอชัดเจน	4.9	0.436	มากที่สุด
3	การแจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ดูแลถูกต้องและตรงเวลา และภาพชัดเจน	4.2	0.373	มาก
4	ความสะดวกในการใช้งาน และการตั้งเวลา	3.6	0.431	ปานกลาง

หัวข้อที่	หัวข้อการประเมินจากผู้ใช้งาน	ระดับการประเมิน		ระดับใช้ตาม สมมุติฐาน
		$\bar{X}$	S.D.	
5	ความมั่นใจว่าระบบจะช่วยเตือนรับประทานยาได้จริง	4.3	0.158	มาก
6	ความพึงพอใจโดยรวม	4.6	0.165	มากที่สุด
รวม		4.37	0.137	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มเตือนทานยาอัจฉริยะสำหรับผู้สูงอายุไทมโฟร์เมด (TIME4MED) มีการทดสอบในด้านความชัดเจนของเสียง/แสงเตือนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.6$, S.D. = 0.450) ในด้านการทดสอบการแสดงผลทางเสียง แสง และหน้าจอชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.9$, S.D. = 0.436) ในด้านการทดสอบการแจ้งเตือนไปยังมือถือของผู้ดูแล ถูกต้อง ตรงเวลา ภาพชัดเจน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.2$, S.D. = 0.373) ในด้านการทดสอบความสะดวกในการใช้งาน และการตั้งเวลา อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.6$, S.D. = 0.431) ในด้านการทดสอบความมั่นใจว่าระบบจะช่วยเตือนรับประทานยาได้จริง อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.3$, S.D. = 0.158) ในด้านความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.6$, S.D. = 0.165) และการประเมินโดยรวมอยู่ที่ระดับมาก ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.137) ผลการวิจัยโดยรวมเป็นไปตามสมมุติฐาน

อภิปรายผล

จากผลการทดสอบอุปกรณ์กลุ่มเตือนทานยาอัจฉริยะ TIME4MED พบว่า ระบบแจ้งเตือนสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำและตรงเวลา ทั้งในรูปแบบเสียง แสง และการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ของผู้ดูแล ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบในการช่วยให้ผู้สูงอายุไม่พลาดการรับประทานยา เหมือนงานก่อนหน้า แต่ Time4Med เพิ่มการยืนยันด้วยภาพแบบเรียลไทม์เป็นจุดเด่นที่ช่วยให้ผู้ดูแลมั่นใจขึ้น และยังมีกล่องช่วยเตือนทานยาที่จะเตือนเมื่อผู้สูงอายุอยู่ห่างจากกล่องช่วยให้ผู้สูงอายุทราบการแจ้งเตือนทานยามากยิ่งขึ้น โดยค่าคะแนนเฉลี่ยของความตรงต่อเวลาของการแจ้งเตือนอยู่ในระดับ “มากที่สุด” (4.8) ซึ่งสนับสนุนผลการวิจัยก่อนหน้า เช่นของ Ruochen F. and Xiaofei M. (2025) ที่พบว่า Smart Product-Service Systems (SPSS) ช่วยให้ผู้สูงอายุในจีนมีพฤติกรรมการรับประทานยาที่ดีขึ้น และรู้สึกมั่นใจมากขึ้นเมื่อมีการแจ้งเตือนผ่านหลายช่องทาง (เสียง/แสง/แอป) การตั้งเวลาแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งสามารถควบคุมได้จากระยะไกล ก็มีคะแนนเฉลี่ย 4.7 ซึ่งชี้ว่าอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อคำสั่งของผู้ดูแลได้แม้จะไม่อยู่ใกล้ผู้สูงอายุ พีเจอรันี่สอดคล้องกับระบบในงานของ Lavanya, N. A., Pavalajaran, S. and Meenambika, A. (2025) ที่พัฒนา Medicine Monitoring System โดยใช้ Bluetooth เชื่อมกับสมาร์ทโฟน ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลสามารถควบคุมและติดตามการใช้จ่ายได้อย่างต่อเนื่อง ในส่วนของการตรวจจัดการหยาและการส่งรูปภาพยืนยันผ่าน Telegram อุปกรณ์ได้รับการประเมินอยู่ในระดับ “มาก” (4.4) โดยระบบตรวจจัดการเปิดกล่องและส่งภาพยืนยันสร้างความมั่นใจแก่ผู้ดูแล อย่างไรก็ตาม ในการประเมินคุณภาพของภาพ กลับได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 3.0 (ปานกลาง) ซึ่งสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านกล่องบนอุปกรณ์ และควรพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต ประเด็นนี้มีความคล้ายคลึงกับข้อเสนอในงานของ Seckin et al. (2024) ที่ใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ตรวจจัดการหยา พร้อม

ระบบกล้องถ่ายภาพ แต่ชี้ให้เห็นถึงปัญหาด้านความชัดเจนของภาพในสภาพแสงน้อย ด้านเสียงแจ้งเตือนได้รับคะแนนเฉลี่ย 4.1 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีข้อเสนอจากผู้ใช้งานว่าควรมีการปรับระดับเสียงให้เหมาะสมกับการได้ยินของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีภาวะการได้ยินถดถอย งานวิจัยของ P. Priya, K. and Nagarajan, R. (2024) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการปรับระดับเสียงให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการใช้งานอุปกรณ์แบบ Smart Pill Box อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความพึงพอใจโดยรวม อุปกรณ์ TIME4MED ได้รับคะแนน 4.6 (มากที่สุด) โดยเฉพาะองค์ประกอบเสียง แสง และหน้าจอ ที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึง 4.9 ซึ่งสะท้อนความสามารถของอุปกรณ์ในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้สูงอายุและผู้ดูแล ทั้งนี้ งานของ Azizatunnisa, R. and Ghozali, M. T.(2025). ยืนยันว่าอุปกรณ์ที่มีรูปแบบแจ้งเตือนหลายรูปแบบและอินเทอร์เฟซใช้งานง่าย จะส่งผลต่อระดับความพึงพอใจและการยอมรับของผู้ใช้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ในมิติของความสะดวกในการตั้งค่าและใช้งาน อินเทอร์เฟซของอุปกรณ์ยังได้รับเพียงระดับ "ปานกลาง" (3.6) โดยมีผู้สูงอายุบางรายพบว่าเมนูในแอปพลิเคชันยังซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้ที่ไม่คุ้นชินกับเทคโนโลยี ซึ่งประเด็นนี้ตรงกับสิ่งที่ Verdú, I. S et al. (2025) กล่าวถึงในการออกแบบระบบให้เหมาะกับผู้สูงอายุ โดยเน้น UX ที่เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป

สรุปผลงานวิจัย

จากผลการประเมินประสิทธิภาพของกล่องเตือนทานยา TIME4MED พบว่า อุปกรณ์สามารถทำงานด้านการแจ้งเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการเตือนแบบเสียง และการส่งข้อมูลไปยังโทรศัพท์ของผู้ดูแล โดยประสิทธิภาพการประเมินอยู่ในระดับ “มาก” ถึง “มากที่สุด” โดยเฉพาะในด้านความตรงต่อเวลาของการแจ้งเตือน การควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกล และระดับความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งาน ซึ่งสะท้อนว่าระบบสามารถตอบสนองเป้าหมายของงานวิจัยที่ต้องการลดการลืมรับประทานยาของผู้สูงอายุได้จริง

ทั้งนี้ ถึงแม้ผลการทดสอบโดยภาพรวมจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่อุปกรณ์ยังมีข้อจำกัดบางส่วน โดยเฉพาะความคมชัดของภาพที่ได้จากการบันทึกในขณะหยิบยา ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง สะท้อนถึงความสามารถของกล้องที่ยังไม่สอดคล้องกับสภาพหน้างานบางสถานการณ์ นอกจากนี้ ในส่วนของการใช้งานเบื้องต้น เช่น การตั้งค่าเวลา มีผู้สูงอายุบางรายประเมินว่าเมนูและขั้นตอนยังคงซับซ้อนต่อการใช้งานจริง จึงเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมในระยะถัดไป

เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินในด้านความมั่นใจของผู้ดูแลและความพึงพอใจในการใช้งานกล่องเตือนทานยา TIME4MED แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์นี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการยาได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งฟังก์ชันเฉพาะ เช่น การยืนยันภาพหยิบยาและการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้ห่างจากตัวเครื่อง เป็นลักษณะเด่นที่ช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในการติดตามอย่างต่อเนื่องและลดความเสี่ยงจากการลืมหรือการรับประทานยาไม่ตรงเวลา

โดยสรุป ผลการทดสอบแสดงว่า กล่องเตือนทานยา TIME4MED มีคุณสมบัติการทำงานที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ดูแลในบริบทจริง สามารถลดช่องว่างของปัญหาการจัดการยาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีศักยภาพที่จะพัฒนาไปเป็นระบบติดตามการใช้ยาที่รองรับการใช้งานในวงกว้างมากขึ้นในอนาคต หากมีการปรับปรุงด้านคุณภาพของภาพและความง่ายต่อการใช้งานของระบบสำหรับผู้สูงอายุเพิ่มเติมในครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐกาญจน์ มีสุขโข และ สุรรัตน์ จันทร์เมือง. (2551). *การออกแบบและพัฒนาเครื่องเล่นเอ็มพีสาม* [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1391/1/Nutthakarn%20Meesukkho.pdf>
- จิตติพร ชาญศิริวัฒน์ และ อชินี พลสวัสดิ์. (2566). *การพัฒนากล่องจ่ายยาอัตโนมัติ. วารสารวิทยาสารสนเทศและเทคโนโลยี*, 5(2), 57–60. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก https://so09.tci-thaijo.org/index.php/jait_ssru/article/view/3523
- ธีรฉัตร ปานกลาง และ รัตนสุตา สุกดน้อยสร. (2567). *การพัฒนากล่องยาอิเล็กทรอนิกส์แจ้งเตือนทานยาผ่านแอปพลิเคชันไลน์. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 19(2), 42–46. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/phjbuu/article/view/268965/>
- ปิยะดา ยุ่มนิม, มยุรี นิรัตธราทร, พนิดา ศิริอำพันกุล, และ ณัฐพัชร บัวบุญ. (2561). *ผลของโปรแกรมการมีส่วนร่วมของครอบครัวในการจัดการปัญหาการใช้ยาต่อพฤติกรรมการใช้ยาของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังในชุมชน. วารสารสาธารณสุขศาสตร์*, 48(1), 45–46. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jph/article/view/92360/92396>
- วัชรภรณ์ เปาโรหิตย์, ธัญรัตน์ ปรราบริปู, กิตติยา มหาวิริโยทัย, และ ฉัตรวารินทร์ บุญเดช. (2566). *ปัญหาการใช้ยาของผู้ป่วยสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังที่มารับบริการในคลินิกอายุรกรรมโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช. ราชวดีสาร วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์*, 13(2), 48. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/bcnsurin/article/view/266251/179937>
- Ahmad, S., Hasan, M., Pasha, G., & Allvi, M. W. (2020). IoT based pill reminder and monitoring system. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 20(7), 153–157. https://www.researchgate.net/publication/349899849_IoT_Based_Pill_Reminder_and_Monitoring_System
- Artronshop. (2564). *ESP32 เบื้องต้น: บทที่ 15 การนำ ESP32 ไปใช้งานจริง*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://www.artronshop.co.th/article/65/esp32>
- Axay, R., & Purohit, A. (2025). *IoT-based motion sensor camera surveillance system with Telegram control using ESP32-CAM*. [Online]. Retrieved January 1, 2025, from https://www.researchgate.net/publication/390915692_IOTBASED_MOTION_SENSOR_CAMERA_SURVEILLANCE_SYSTEM_WITH_TELEGRAM_CONTROL_USING_ESP32-CAM_Introduction
- Azizatunnisa, R., & Ghazali, M. T. (2025, April). *Improving medication adherence in elderly patients through IoMT-enabled smart pill dispensers: A narrative review*. In *5th International Conference on Emerging Smart Technologies and Applications (eSmarTA)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/eSmarTA66764.2025.11132209>
- ESPboards. (2025). *ESP32 KY-009 RGB full color LED SMD module pinout, wiring and more*. [Online]. Retrieved January 1, 2025, from <https://www.espboards.dev/sensors/ky-009/>
- Ruochen, F., & Xiaofei, M. (2025). *Understanding older adults' adoption of smart product-service systems for medication management in China: An extended UTAUT model approach*. *Frontiers in Public Health*, 13, 1657473. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1657473>

- Greentech. (2563). ไมโครสวิตช์ใช้สำหรับอะไร - ความรู้อุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://th.greentech-switch.com/info/what-are-micro-switches-used-for-50611984.html>
- Lavanya, N. A., Pavalarajan, S., & Meenambika, A. (2025). *Medicine monitoring system using Arduino microcontroller*. In *2025 5th International Conference on Soft Computing for Security Applications (ICSCSA)* (pp. 679–686). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCSA66339.2025.11170732>
- Priya, K. P., & Nagarajan, R. (2024). *Raspberry Pi-based automated reminder pill box for elderly people*. In *9th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCES63552.2024.10859817>
- Robotsiam. (2563). โปรเจกต์ IoT ESP32 เปิดปิดไฟผ่าน Internet ด้วยแอป Blynk. [ออนไลน์]. Roboticsiam. สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2568, จาก <https://www.robotsiam.com/article/75/%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%88%E0%B8%84-iot-esp32>
- Ronglong, S., Sookplang, C., Arpnikanondt, C., & Vanijja, V. (2012). *Design of a medication reminder and feedback system for Thai elders*. In *2012 International Conference on Computer & Information Science (ICCI Sci)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCI Sci.2012.6297210>
- Seckin, M., Alcaide, J., Smith, R., & Zhang, L. (2024). *MedDock: A 3D-printed smart pill dispenser with sensitive textile sensor for adherence monitoring*. In *2024 IEEE 20th International Conference on Body Sensor Networks (BSN)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BSN63547.2024.10780516>
- Verma, C., Taneja, K., & Mahajan, A. (2021). *COVID-19 in pediatric oncology patient: Clinical course and outcomes from a tertiary care center in North India*. *Indian Journal of Pediatrics*, 89(2), 1–1. <https://doi.org/10.1007/s12098-021-03987-z>
- Verdú, I. S., Calatayud, E. S., Pellicer, L. T., & Dunai, L. (2025). *Smart sensors in the design of a medication management system: Enhancing patient autonomy*. In *International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics (ACEMP) & 2025 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/OPTIM-ACEMP62776.2025.11075288>