

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริหารพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติ
ด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น

สุรนารถ สุพรรณ

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม

167 หมู่ที่ 8 บ้านเนินสะอาด ตำบลนาราชควาย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000

Development of a Web Application for Automated Creative Learning Space
Services Using IoT through Home Assistant on Local Network

Suranart Supun

Academic Resource Center, Nakhon Phanom University

167 Moo 8 Ban Noen Sa-at, Na Ratcha Khwai, Mueang, Nakhon Phanom 48000

E-mail: azimuthotg@npu.ac.th

► รับบทความ 13 กุมภาพันธ์ 2568 ► แก้ไขบทความ 08 กรกฎาคม 2568 ► ตอรับบทความ 09 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

การให้บริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยนครพนม ได้รับความสนใจจากผู้ใช้บริการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ประสบปัญหาด้านผู้ให้บริการมีจำนวนจำกัด พื้นที่บริการกระจายตามชั้นต่าง ๆ และระบบจองพื้นที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ จึงเป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น 2) บูรณาการระบบใหม่กับระบบจองพื้นที่เดิมให้ทำงานร่วมกันโดยอัตโนมัติ ซึ่งประยุกต์ใช้วงจรพัฒนาระบบ SDLC ร่วมกับหลักการ Agile โดยใช้ Django Framework ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ Sonoff และยืนยันตัวตนด้วย LINE LIFF ผลการพัฒนา พบว่า ระบบใหม่สามารถบูรณาการกับระบบจองพื้นที่เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยืนยันตัวตนได้แม่นยำ ตอบสนองคำสั่งควบคุมภายใน 1-2 วินาที นอกจากนี้ ระบบยังแก้ปัญหาการใช้งานเกินเวลาด้วยการควบคุมการเข้า-ออกตามเวลาจองและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อครบกำหนดอัตโนมัติ ช่วยลดภาระการดูแลพื้นที่ของผู้ให้บริการ โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ที่ 4.52

คำสำคัญ

เว็บแอปพลิเคชัน, บริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, โสมแอซซิสแทนต์, ไลน์ลิฟฟ์

Abstract

The creative learning spaces service at the Office of Academic Resources, Nakhon Phanom University, has experienced continuously increasing user interest. However, challenges emerged including limited staff, dispersed service areas across multiple floors, and an inefficient space reservation system. These issues inspired the development of a new system with the following objectives 1) To develop a web application system for controlling IoT devices through Home Assistant on a local network, 2) To seamlessly integrate the new system with the existing space reservation system to enable automatic collaboration.

ผลงานนี้ได้ผ่านการนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ PULINET ครั้งที่ 15 วันที่ 15-17 มกราคม 2568

จัดโดยสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และหน่วยงานห้องสมุดมหาวิทยาลัยส่วนภูมิภาค (PULINET)

The project applied the Systems Development Life Cycle (SDLC) methodology combined with Agile principles, using Django Framework to develop a web application to control Sonoff devices with LINE LIFF for identity verification. The results showed that the new system was effectively integrated with the existing space reservation system, provided accurate identity verification, and responded to control commands within 1-2 seconds. Furthermore, the system effectively addressed the issue of overtime usage by managing access based on reservation times and automatically shutting off electrical equipment once the booking period ended. This helped reduce the service providers' operational burden, with an overall user satisfaction rating averaging 4.52.

Keywords

Web Application, Creative Space Service, IoT, Home Assistant, LINE LIFF

บทนำ (Introduction)

ในศตวรรษที่ 21 บทบาทของห้องสมุดได้มีการปรับเปลี่ยนไปจากเดิมที่เน้นการเป็นแหล่งรวบรวม จัดเก็บ และให้บริการทรัพยากรสารสนเทศ มาสู่แนวคิดการเป็นห้องสมุดที่ให้บริการพื้นที่การเรียนรู้แบบครบวงจร (Learning Commons) ซึ่งมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมและประสบการณ์ของผู้ใช้บริการเป็นศูนย์กลาง เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนและการวิจัยในยุคดิจิทัล ห้องสมุดได้มีการจัดสรรพื้นที่ให้บริการหลากหลายรูปแบบ เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างกันของผู้ใช้บริการ (ปรีดี ปลื้มสำราญกิจ และ ดารารพร มาตขาว, 2561) การบริหารจัดการพื้นที่ดังกล่าวอย่างมีประสิทธิภาพ จึงถือเป็นความท้าทายสำคัญของห้องสมุดยุคใหม่

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า พฤติกรรมการใช้งานห้องสมุดของผู้ใช้บริการในยุคปัจจุบัน ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจน โดยผู้ให้บริการมีความต้องการใช้งานพื้นที่ที่หลากหลายรูปแบบ การพัฒนาพื้นที่ของห้องสมุดต้องให้ความสำคัญกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานให้สอดคล้องกับความต้องการผู้ให้บริการ รวมถึงการวางแผนนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการพื้นที่ ไม่ว่าจะเป็นระบบการจองใช้พื้นที่หรือควบคุมอุปกรณ์อำนวยความสะดวกภายในพื้นที่ (มธุรส ปราปไพรี และ ทวี นวมนิม, 2562) แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับบริบทของยุค Digital 4.0 หรือที่เรียกว่ายุค Machine to Machine ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เทคโนโลยีมีความสามารถในการติดต่อสื่อสารและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ได้โดยอัตโนมัติผ่านแอปพลิเคชันโดยไม่จำเป็นต้องกดปุ่มผ่านอุปกรณ์โดยตรง อีกทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในห้องสมุด โดย Bayani et al. (2017) พบว่า IoT สามารถเปลี่ยนระบบห้องสมุดแบบดั้งเดิมให้กลายเป็นระบบอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ ส่วนเทคโนโลยี LINE LIFF ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบยืนยันตัวตนในสถาบันการศึกษาไทยอย่างแพร่หลาย (Srisud et al., 2025) ดังนั้น เทคโนโลยีจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตประจำวันของนักศึกษาและบุคลากรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้ห้องสมุดจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันต่อการพัฒนานวัตกรรมในยุคดิจิทัล (อุกฤษฏ์ ดอนบัณฑิต และ เอกราช โกษิตพิมานวัช, 2567)

อย่างไรก็ตาม การให้บริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรคยังคงพบปัญหาสำคัญอีกหลายประการ โดยเฉพาะการจองใช้พื้นที่บริการแล้วไม่มาตามเวลา การใช้งานพื้นที่เกินระยะเวลาที่จอง นอกจากนี้ ยังพบผู้ใช้บริการละเลยการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าหลังการใช้งาน ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น ปัญหาเหล่านี้ ล้วนเป็นการเพิ่มภาระให้กับผู้ให้บริการ ต้องออกตรวจตราและดูแลแต่ละพื้นที่อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะพื้นที่บริการกระจายตัวอยู่ตามชั้นต่าง ๆ ทำให้การดูแลและควบคุมพื้นที่เป็นไปได้ไม่ทั่วถึง

การบริหารจัดการพื้นที่บริการที่มีศักยภาพที่เป็นอีกหนึ่งแนวทาง คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในพื้นที่ โดยงานวิจัย พบว่า ระบบ IoT สามารถควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ ซึ่งไม่เพียงช่วยลดภาระของผู้ให้บริการ

ในการดูแลพื้นที่บริการเท่านั้น แต่ยังช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย (ศรีรุ่ง แก้วโพนุ้ย และ สมชาย เล็กเจริญ, 2561) อย่างไรก็ตาม แพลตฟอร์ม IoT ที่ผู้ให้บริการภายนอกใช้ควบคุมอุปกรณ์ของตนในรูปแบบคลาวด์นั้น ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากต้องพึ่งพาอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเร็วในการส่งคำสั่งควบคุมอุปกรณ์และความเสถียรในการใช้งานระบบ (ธีรวัฒน์ ชื่นอัคตงคต และ ศราวุธ จิตรพัฒนากุล, 2565) นอกจากนี้ การเข้าถึงแพลตฟอร์ม IoT และควบคุมอุปกรณ์ยังจำกัดเฉพาะผู้ดูแลระบบเท่านั้น ผู้ใช้บริการทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงแพลตฟอร์ม หรือควบคุมอุปกรณ์ในพื้นที่ที่ตนจองได้โดยตรง เมื่อผู้ใช้บริการต้องการใช้งานจำเป็นต้องแจ้งผู้ให้บริการเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกครั้ง ส่งผลให้การให้บริการยังคงต้องพึ่งพาผู้ให้บริการ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงมีแนวคิดในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น โดยบูรณาการเชื่อมต่อกับระบบจองพื้นที่เดิม เพื่อให้สามารถยืนยันตัวตนผู้ใช้บริการ ควบคุมสิทธิ์การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยตนเอง แก้ปัญหาการใช้งานพื้นที่เกินเวลา ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อหมดเวลา และลดภาระการตรวจตราของผู้ให้บริการ นอกจากนี้ กระบวนการควบคุมอุปกรณ์อยู่บนระบบเครือข่ายท้องถิ่น ยังสามารถลดการพึ่งพาอินเทอร์เน็ต ยังช่วยเพิ่มความเร็ว ความเสถียร และที่สำคัญ คือ เพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล เนื่องจากไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลออกไปยังเซิร์ฟเวอร์ผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม IoT ภายนอก ทำให้ไม่มีการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ โดยมีขอบเขตการพัฒนา ประกอบด้วย (1) ด้านระบบพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย Django RESTful Framework เชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น และใช้ LINE LIFF สำหรับการยืนยันตัวตน (2) ด้านอุปกรณ์ IoT เลือกใช้อุปกรณ์ Sonoff ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า (3) ด้านผู้ใช้งานระบบ แบ่งเป็นผู้ใช้บริการที่จองพื้นที่และผู้ให้บริการที่ดูแลระบบของห้องสมุด

วัตถุประสงค์ (Objective)

1. เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT โดยใช้ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น
2. เพื่อบูรณาการเชื่อมต่อบริบบใหม่กับระบบจองพื้นที่เดิมให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ

วิธีการดำเนินการ (Methodology)

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริหารพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น แบ่งวิธีดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบ และการดำเนินการพัฒนาระบบ

1. กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบ มีแนวคิดประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาระบบ Software Development Life Cycle (SDLC) ร่วมกับหลักการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile เพื่อช่วยให้การพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นไปอย่างมีขั้นตอน มีกระบวนการพัฒนาที่ชัดเจนและตรงต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยใช้วงจร SDLC เป็นกระบวนการพัฒนาหลักที่กำหนดขั้นตอนการพัฒนาดังแต่วางแผนไปจนถึงการบำรุงรักษา และใช้หลักการ Agile ประยุกต์เข้ากับการพัฒนาระบบในแต่ละระยะย่อย แบ่งงานแต่ละระยะออกเป็นส่วนเล็ก (Sprint) จัดลำดับความสำคัญของฟีเจอร์ ส่งมอบผลงานเป็นระยะ ๆ โดยมีการทดสอบและรับข้อเสนอแนะจากผู้บริการ เพื่อนำมาปรับปรุงในรอบ Sprint ต่อไป

1.1 วงจรการพัฒนาระบบ SDLC ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1.1.1 การวางแผน (Planning) เริ่มจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ Home Assistant ในการติดตั้งบนเครือข่ายท้องถิ่นสำหรับห้องสมุด รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการห้องและอุปกรณ์ภายในห้องสมุด ประกอบด้วย เอกสารการจองพื้นที่แบบฟอร์มการขอใช้อุปกรณ์ รายงานสถิติการใช้บริการ รายงานการปฏิบัติงาน ข้อเสนอแนะและข้อร้องเรียนต่าง ๆ เพื่อนำมาวางแผนการพัฒนาระบบใหม่

1.1.2 การวิเคราะห์ (Analysis) นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมมาวิเคราะห์ เพื่อระบุปัญหา ความต้องการ และข้อจำกัดของระบบของเดิม โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) ผู้ใช้บริการห้องสมุด จำนวน 10 คน ที่มีอัตราการจองใช้บริการสูง เพื่อสำรวจความต้องการ ปัญหา และข้อเสนอแนะ (2) ผู้ให้บริการ ที่มีหน้าที่ให้บริการภายในห้องสมุด จำนวน 8 คน ประกอบด้วย บรรณารักษ์ 5 คน นักเอกสารสนเทศ 1 คน นักวิชาการคอมพิวเตอร์ 1 คน และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานห้องสมุด 1 คน เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการ ปัญหา ข้อจำกัดของระบบเดิมและความต้องการของระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่

1.1.3 การออกแบบ (Design) ภายหลังจากการวิเคราะห์ความต้องการ ทีมพัฒนาได้ออกแบบการพัฒนา ระบบ ออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ (1) การออกแบบสถาปัตยกรรมส่วนแอปพลิเคชัน ซึ่งประกอบด้วย ระบบยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF ระบบจองพื้นที่บริการ ระบบ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น และเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ ซึ่งครอบคลุมการการติดตั้งแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ การตั้งค่าการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐาน การจำแนกประเภทพื้นที่บริการสำหรับติดตั้งอุปกรณ์และคัดเลือกอุปกรณ์ IoT สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.1.4 การพัฒนา (Implementation) แบ่งการพัฒนาออกเป็น 5 ระยะ โดยแต่ละระยะได้นำหลักการ Agile มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบในแต่ละระยะ โดยแบ่งระยะการพัฒนาระบบออกเป็น ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วย LINE LIFF

ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบจองพื้นที่เดิม

ระยะที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ Sonoff และเชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น

ระยะที่ 4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์

ระยะที่ 5 การเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับระบบจองพื้นที่

การพัฒนาในแต่ละระยะ สามารถพัฒนาแยกอิสระจากกันแต่มีการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกัน ทำให้สามารถพัฒนาและทดสอบ แก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ลดความเสี่ยงในการพัฒนาระบบเมื่อเปรียบเทียบกับระบบขนาดใหญ่

1.1.5 การทดสอบ (Testing) หลังการพัฒนา มีการทดสอบทำงานของโมดูลและพีเจอรในแต่ละรอบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานพื้นฐาน หลังผ่านการทดสอบในแต่ละรอบ จึงดำเนินการทดสอบการทำงานร่วมกันของโมดูลและพีเจอรในระบบทั้งหมดร่วมกัน และนำระบบที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบใช้งานจริงร่วมกับกลุ่มผู้ให้บริการ เพื่อประเมินผลและรวบรวมข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงและในขั้นตอนสุดท้ายได้ทำการทดสอบด้านประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบ

1.1.6 การบำรุงรักษา (Maintenance) หลังจากผ่านการทดสอบ ทีมพัฒนางวางแผนติดตามการทำงานของระบบอย่างต่อเนื่อง เพื่อตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงาน พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาและข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่พบระหว่างการใช้งาน รวมถึงการจัดทำเอกสารและคู่มือการใช้งานระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบและผู้ดูแลระบบสามารถใช้งานได้ถูกต้องและมีการบำรุงรักษาระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile ทีมพัฒนาได้ประยุกต์ใช้หลักการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile ในการขับเคลื่อนการพัฒนาในแต่ละระยะ มีการแบ่งขั้นตอนการพัฒนาระบบออกเป็นช่วงสั้น ๆ (Sprint) ระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ โดยแต่ละ Sprint มีการวางแผน พัฒนา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงระบบให้ได้ตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้บริการ

ทีมพัฒนาระบบมีทั้งหมด 3 คน ที่ทำงานร่วมกันในลักษณะทีม Scrum มีหน้าที่ ดังนี้

1.2.1 บรรณารักษ์ผู้ให้บริการ หรือ Product Owner ทำหน้าที่นำเสนอระบบที่พัฒนาเสร็จแก่ผู้ให้บริการ รับข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของผู้ใช้บริการ รวบรวม จัดลำดับความสำคัญ และแจ้งต่อทีมพัฒนา

1.2.2 นักเอกสารสนเทศ หรือ Developer ทำหน้าที่พัฒนาระบบส่วนผู้ใช้งานหน้าบ้าน (Front-End) และส่วนผู้ใช้งานหลังบ้าน (Back-End) พัฒนาระบบตามข้อเสนอและความคิดเห็น และรายงานผลในการประชุม Daily Scrum

1.2.3 นักวิชาการคอมพิวเตอร์ หรือ Scrum Master ทำหน้าที่ติดตั้งและกำหนดค่าระบบและอุปกรณ์ ดูแลความปลอดภัยของระบบ ทดสอบการทำงาน อำนาจความสะดวกในการขบวนการ Scrum และวัดผลการทำงานในแต่ละช่วง กระบวนการพัฒนาในแต่ละระยะ ดำเนินการผ่านกระบวนการ Sprint ซึ่งมีกิจกรรม ดังนี้

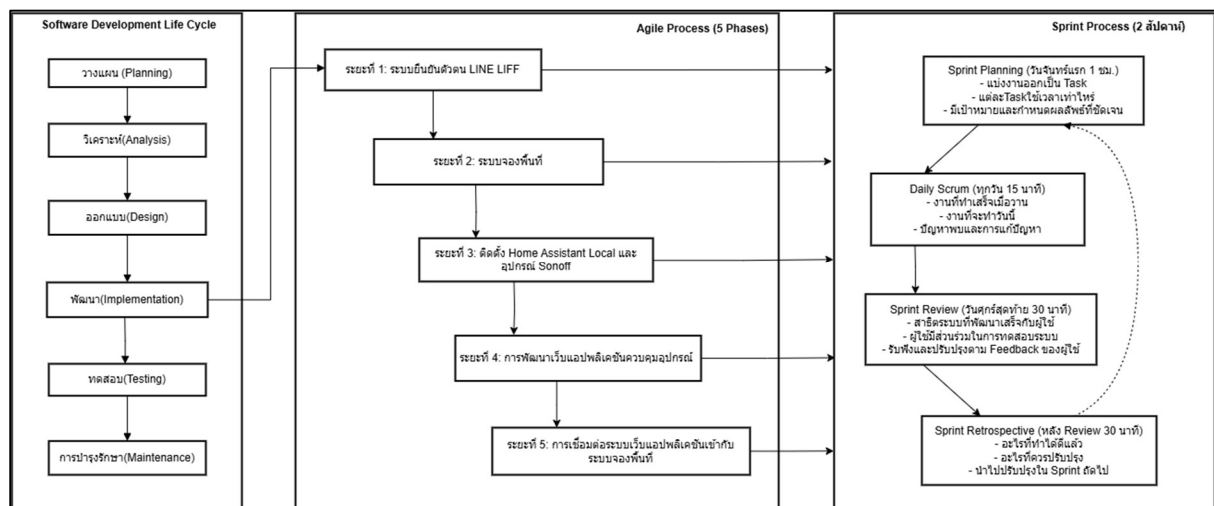
1.2.3.1 Sprint Planning (ทุกวันจันทร์ หรือวันแรกของสัปดาห์ ใช้เวลา 30-60 นาที) (1) ทีมพัฒนาแบ่งงานที่ต้องทำในแต่ละระยะออก Task เล็ก ๆ (2) กำหนดเวลาว่า แต่ละ Task ใช้เวลาทำเท่าไร (3) กำหนดผลลัพธ์ที่ต้องทำได้และกำหนดเป้าหมายใหม่สำหรับรอบต่อไป

1.2.3.2 Daily Scrum (ทุกวัน ใช้เวลา 15-30 นาที) (1) ทีมพัฒนารายงานความคืบหน้าว่าทำงานอะไรเสร็จแล้วบ้าง (2) งานที่จะทำในวันนี้ (3) แจ้งปัญหาที่พบและหาแนวทางแก้ไขร่วมกัน

1.2.3.3 Sprint Review (ทุกวันศุกร์สุดท้ายของรอบ Sprint ใช้เวลา 30 นาที) โดยบรรณารักษ์ทำการสาธิตโมดูลที่พัฒนาเสร็จแล้วกับผู้ให้บริการ ร่วมทดสอบ รับฟังข้อเสนอแนะและเก็บข้อมูล เพื่อส่งให้ทีมพัฒนานำไปปรับปรุง

1.2.3.4 Sprint Retrospective (หลังจากที่บรรณารักษ์นำเสนอผลงาน ใช้เวลา 30 นาที) (1) สรุปผลว่างานส่วนไหนที่ทำได้ดี (2) งานส่วนไหนที่ต้องนำไปปรับปรุง (3) นำงานที่ต้องปรับปรุงบรรจุเข้าสู่การพัฒนาในรอบ Sprint รอบถัดไป

การพัฒนาแบบ Agile ช่วยให้ทีมพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว โดยผู้ให้บริการมีส่วนร่วมในการทดสอบและให้ข้อเสนอแนะ อีกทั้งทีมพัฒนายังสามารถแก้ไขปัญหาที่พบได้อย่างรวดเร็ว ผ่านการพูดคุย ประชุม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้ระบบที่พัฒนาขึ้นตรงตามความต้องการและเหมาะสมนำไปใช้งานจริงมากที่สุด (นิภาพร สุวัฒนวิษ, 2562)



ภาพที่ 1 สรุปกรอบแนวคิดการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile ร่วมกับวงจรการพัฒนาแบบ SDLC

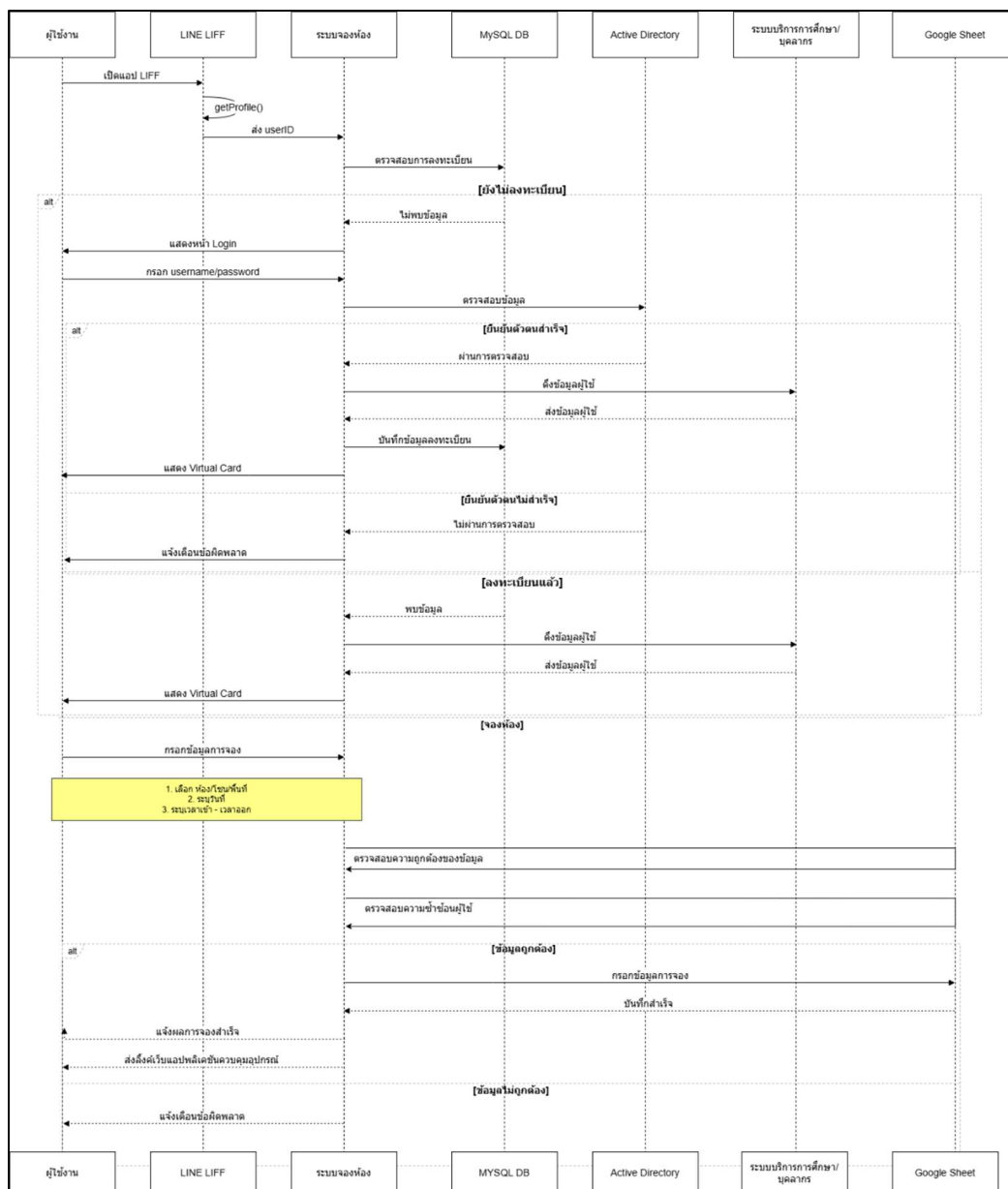
2. การดำเนินการพัฒนาระบบ การพัฒนาระบบแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ตามลำดับการพัฒนาจริง ดังนี้

2.1 ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบยืนยันตัวตนด้วย LINE LIFF ทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์ม LINE ระบบจะดึงข้อมูลผู้ใช้งาน LINE มาตรวจสอบกับฐานข้อมูลของห้องสมุดเป็นอันดับแรก หากไม่พบข้อมูล ระบบจะนำผู้ให้บริการไปยังหน้ายืนยันตัวตนกับระบบฐานข้อมูลกลางของมหาวิทยาลัย เมื่อยืนยันตัวตนกับระบบผ่านแล้ว ระบบจะดึงข้อมูลส่วนตัวที่จำเป็นจากฐานข้อมูลบริการนักศึกษาหรือฐานข้อมูลบุคลากรมาผูกกับข้อมูลผู้ใช้งาน LINE และทำบันทึกฐานข้อมูลของห้องสมุด พร้อมแสดงข้อมูลผู้ใช้เป็นบัตรประจำตัวเสมือน (Virtual Card) ด้วยกระบวนการนี้ ผู้ให้บริการ

เพียงยืนยันตัวตนครั้งแรกเท่านั้น การใช้งานครั้งต่อไป ไม่จำเป็นต้องยืนยันตัวตนอีก ทำให้การเข้าใช้บริการสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2.2 ระยะที่ 2 การพัฒนาระบบจองพื้นที่ ทำการปรับปรุงระบบจองพื้นที่เดิม ที่พัฒนาด้วย Google App Script ทำงานบน LINE Official Account (Line OA) ของห้องสมุด ซึ่งยังขาดระบบยืนยันตัวตน ทำให้ไม่สามารถติดตามผู้ใช้บริการได้ เมื่อเกิดปัญหาขึ้น การพัฒนาระยะนี้ จึงได้นำระบบยืนยันตัวตนที่พัฒนาขึ้นในระยะที่ 1 มาบูรณาการกับระบบจองพื้นที่เดิม เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยของระบบ พร้อมทั้งขยายพื้นที่บริการ จาก 1 ห้องเป็น 4 พื้นที่บริการ ได้แก่ ห้องมินิเธียเตอร์ พื้นที่ Edutainment พื้นที่ห้องวารสารชั้น 1 และพื้นที่บริการ Canva Pro เพื่อรองรับความต้องการใช้พื้นที่ที่หลากหลายมากขึ้น

ระบบจองพื้นที่ใหม่ ได้กำหนดให้ผู้ใช้บริการต้องยืนยันตัวตนก่อนเข้าสู่หน้าจองพื้นที่ โดยระบุข้อมูลพื้นที่บริการ วันที่และเวลาเข้า-ออก ระบบจะตรวจสอบความซ้ำซ้อน บันทึกข้อมูล และแจ้งผลการจองกลับไปยังผู้ใช้บริการผ่าน LINE โดยอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงกระบวนการยืนยันตัวตนและการจองพื้นที่ที่เรียนรู้สร้างสรรค์

2.3 ระยะที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ Sonoff และเชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น ในระยะนี้ จะเป็นการติดตั้งระบบบริหารจัดการอุปกรณ์ IoT บนเครือข่ายท้องถิ่นของห้องสมุด ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังนี้

2.3.1 การติดตั้งระบบ Home Assistant บนเครื่องแม่ข่ายภายในห้องสมุด ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุม อุปกรณ์ IoT ทั้งหมด โดยติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu และใช้ Docker เป็นแพลตฟอร์มในการรันระบบ พร้อมติดตั้งส่วนขยายเพิ่มเติม ได้แก่ Home Assistant Community Store (HACS) และ Sonoff LAN Integration สำหรับค้นหา แสดง ข้อมูลสถานะและความคุมอุปกรณ์ Sonoff บนเครือข่ายท้องถิ่นโดยตรงผ่านแดชบอร์ด (Dashboard)

2.3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ IoT ที่พัฒนา เลือกใช้อุปกรณ์ Sonoff จำนวน 2 รุ่น ได้แก่ (1) Sonoff Basic R4 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รองรับการทำงานต่อ Wi-Fi สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป เช่น ปลั๊กไฟฟ้า โคมไฟ ระบบ แสงสว่าง ระบบเสียง และเครื่องปรับอากาศ (2) Module Sonoff 5-32 โวลต์ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 รองรับ การเชื่อมต่อ Wi-Fi ทำงานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5-32 โวลต์ สำหรับควบคุมการ เปิด-ปิด ระบบกลอนไฟฟ้าของประตู ห้องมินิเธียเตอร์

2.3.3 ตั้งค่าอุปกรณ์ Sonoff ทั้งหมดเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย Wi-Fi เดียวกันกับเครื่องแม่ข่าย Home Assistant เพื่อการสื่อสารบนเครือข่ายท้องถิ่นโดยตรง ทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ Sonoff ได้ แม้ไม่มีการเชื่อมต่อ อินเทอร์เน็ต เพิ่มความเสถียรและปลอดภัยในการใช้งาน เนื่องจากการควบคุมอุปกรณ์ดำเนินการอยู่บนเครือข่ายท้องถิ่น เท่านั้น

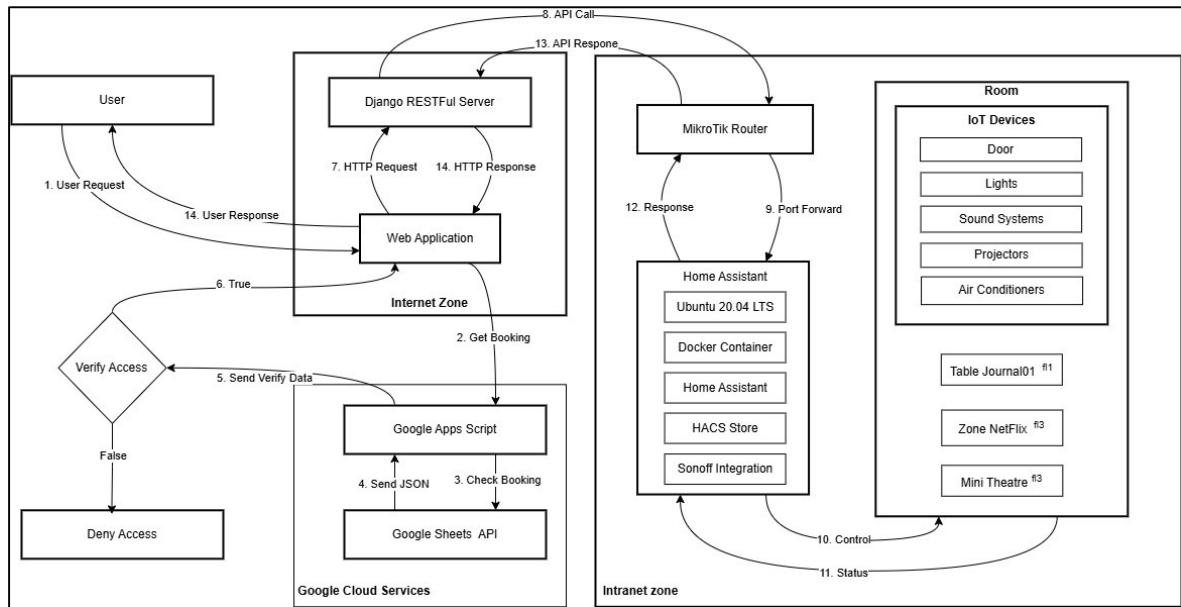
2.4 ระยะที่ 4 การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ ในระยะนี้ มุ่งเน้นการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วย Django RESTful Framework เป็นหลัก โดยพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีดีไซน์แบบเรียบง่าย และพัฒนาส่วนติดต่อโปรแกรม ประยุกต์ (Application Programming Interface: API) สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเว็บแอปพลิเคชันและระบบ Home Assistant เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ

เนื่องจากระบบ Home Assistant ถูกติดตั้งบนเครื่องแม่ข่ายบนเครือข่ายท้องถิ่นภายในห้องสมุด ซึ่งแยกออกจากเครื่องแม่ข่ายเว็บแอปพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่ภายนอกเครือข่ายห้องสมุด และเพื่อความปลอดภัยในการสื่อสารระหว่างสอง เครือข่ายนี้ จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคการส่งต่อพอร์ต (Port Forwarding) ผ่านอุปกรณ์เราเตอร์ (Router) Mikrotik ซึ่งทำหน้าที่ เป็นเกตเวย์ (Gateway) ของระบบเครือข่ายท้องถิ่นของห้องสมุด โดยกำหนดให้การเชื่อมต่อที่มาจากภายนอกเครือข่ายไปยัง พอร์ตที่กำหนดบนเราเตอร์จะถูกส่งต่อไปยังพอร์ตของระบบ Home Assistant ที่อยู่บนเครือข่ายท้องถิ่นของห้องสมุด ทำให้ เว็บแอปพลิเคชันสามารถส่งคำสั่ง API สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไปยังระบบ Home Assistant ได้อย่างปลอดภัย

2.5 ระยะที่ 5 การเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันเข้ากับระบบจองพื้นที่ ระยะสุดท้ายนี้ คือ การเชื่อมต่อระหว่าง เว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ที่พัฒนาในระยะที่ 4 เข้ากับระบบจองพื้นที่ที่พัฒนาในระยะที่ 2 เพื่อให้เว็บแอปพลิเคชัน สามารถตรวจสอบข้อมูลการจองและกำหนดสิทธิ์การควบคุมอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการแต่ละรายได้อย่างอัตโนมัติ โดยมีวิธีการ ดำเนินงาน ดังนี้

2.5.1 จากการศึกษากระบวนการจองพื้นที่พัฒนาด้วย Google Apps Script ที่ใช้ Google Sheets เป็นฐานข้อมูล สำหรับจัดเก็บข้อมูลการจอง พบว่า ระบบจองพื้นที่มี API ที่สามารถเรียกใช้งานผ่านการร้องขอ HTTP เพื่อดึงข้อมูลการจอง ออกมาในรูปแบบ JSON ได้ ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย รหัสผู้ใช้ของ LINE พื้นที่บริการ วันที่และเวลาเข้า-ออก

2.5.2 การเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ ถูกพัฒนาให้มีกลไกการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงตาม ข้อมูลการจองพื้นที่ โดยเมื่อผู้ใช้บริการทำการจองพื้นที่ ใน LINE OA ของห้องสมุดสำเร็จ ระบบจองพื้นที่จะส่งลิงก์สำหรับ ควบคุมอุปกรณ์ให้ผ่าน LINE ให้อัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้บริการคลิกลิงก์ที่ได้รับ ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลการจองกับระบบ จองพื้นที่ หากพบว่า ผู้ใช้บริการมีข้อมูลการจองพื้นที่ที่ถูกต้องตามเงื่อนไข ระบบจะอนุญาตให้เข้าถึงส่วนควบคุมอุปกรณ์ใน พื้นที่ที่จองไว้ได้ แต่หากไม่พบข้อมูลการจอง ยังไม่ถึงช่วงเวลาการจอง หรือเกินช่วงเวลาการจอง ระบบจะไม่อนุญาตให้เข้าถึง



ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงการเชื่อมต่อการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของระบบ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น คัดเลือกเทคโนโลยีที่ใช้โดยพิจารณาจากความปลอดภัยและความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างระบบ

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของเทคโนโลยีและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการพัฒนาระบบ พร้อมทั้งอธิบายที่มาของการนำมาใช้งานและเหตุผลในการเลือกใช้แต่ละรายการ

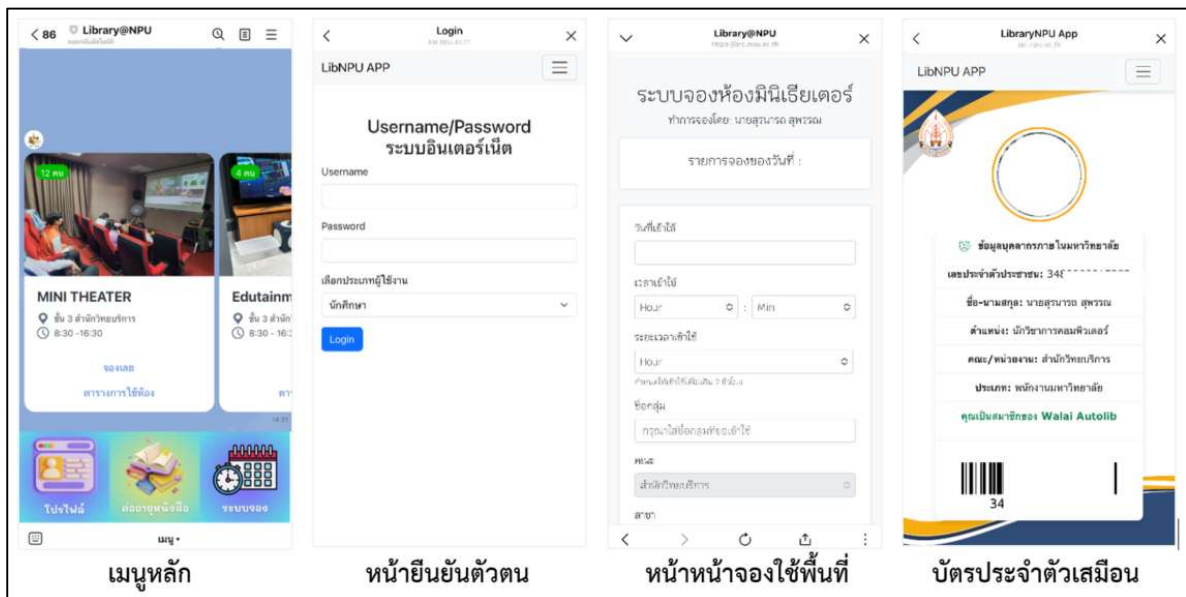
เครื่องมือที่ใช้	การนำใช้งาน	เหตุผลที่เลือกใช้
LINE LIFF (LINE Login Framework)	ยืนยันตัวตนผู้ใช้และสิทธิ์การเข้าถึงผ่าน LINE	เพิ่มความปลอดภัยและสะดวก เนื่องจากผู้ใช้ส่วนใหญ่มีบัญชี LINE อยู่แล้ว
Google Apps Script และ Google Sheets	จัดการและจัดเก็บข้อมูลการจองพื้นที่	ใช้ระบบที่มีอยู่เดิมและเข้าถึงข้อมูลผ่าน API ได้
Django RESTful Framework v3.15.2	พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์	ยืดหยุ่นสำหรับการพัฒนา API และในการเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ
Ubuntu v20.04 LTS	ระบบปฏิบัติการที่ใช้เป็นเครื่องแม่ข่ายในท้องถิ่น	เป็นระบบปฏิบัติการ Open Source ที่มีความเสถียร รองรับการจัดตั้ง Docker และ Home Assistant
Docker v26.1.3	แพลตฟอร์มคอนเทนเนอร์สำหรับรัน Home Assistant	ช่วยให้การจัดการและบำรุงรักษาระบบทำได้ง่าย แยกอิสระจากระบบหลัก
Home Assistant v2024.20.4	ควบคุมอุปกรณ์ IoT ผ่านเครือข่ายท้องถิ่น	รองรับอุปกรณ์ IoT ได้หลากหลาย ควบคุมผ่านเครือข่ายท้องถิ่นได้เสถียรและรวดเร็ว
HACS v2.0.5 และ Sonoff Integration v3.8.2	ส่วนเสริมใน Home Assistant สำหรับควบคุมอุปกรณ์ Sonoff	เพิ่มความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ Sonoff บนเครือข่ายท้องถิ่น
Mikrotik Router รุ่น CCR 1072-1G-8S	จัดการส่งต่อข้อมูลระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับ Home Assistant	มีความยืดหยุ่นในการ Forward Port และการจัดการเครือข่าย เพิ่มความปลอดภัยและรวดเร็ว
Sonoff Device รุ่น Basic R4 และ Module 5-12 โวลต์	ควบคุมการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์	ต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย เชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น ควบคุมอุปกรณ์ได้รวดเร็ว

ผลการดำเนินการและอภิปรายผล (Result and Discussion)

1. ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ IoT โดยใช้ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น การพัฒนาระบบได้มีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้ Chrome DevTools เป็นเครื่องมือบนเบราว์เซอร์สำหรับวัดเวลาการตอบสนอง (Response Time) และติดตามการทำงานของ API ใช้เครื่องมือ WiFi Analyzer สำหรับวัดความแรงของสัญญาณ Wi-Fi ทุกจุดที่ติดตั้ง โดยมีผลการดำเนินงานและผลการทดสอบในแต่ละส่วน ดังนี้

1.1 ผลการพัฒนาระบบยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF จากการทดสอบ พบว่า ระบบสามารถดำเนินการได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบของพื้นที่ ระบบจะดึงข้อมูลผู้ใช้จาก LINE ซึ่งประกอบด้วย รหัสผู้ใช้ ชื่อและรูปประจำตัว จากนั้น ระบบจะนำรหัสผู้ใช้งานมาตรวจสอบกับฐานข้อมูลของห้องสมุด กรณีที่ผู้ใช้บริการยังไม่ได้ลงทะเบียน ระบบจะนำผู้ใช้บริการไปยังหน้าเข้าสู่ระบบ เพื่อทำการลงทะเบียนและแสดงข้อมูลผู้ใช้บริการในรูปแบบบัตรประจำตัวเสมือน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า ด้านการใช้งาน ผู้ใช้บริการสามารถยืนยันตัวตนได้โดยไม่ต้องกรอกข้อมูลเพิ่มเติมและระบบสามารถดึงข้อมูลผู้ใช้จาก LINE ได้อย่างถูกต้อง โดยเวลาเฉลี่ยในการยืนยันตัวตนประมาณ 3-4 วินาที เพื่อความปลอดภัย ระบบป้องกันการเข้าถึง API จากแหล่งที่ไม่ได้รับอนุญาต โดยมีการตรวจสอบ LIFF ID และ LINE Channel ID รวมถึงการเข้ารหัสข้อมูลในการสื่อสารระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับ LINE Platform ผ่านโปรโตคอล HTTPS



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอ การเลือกพื้นที่บริการ การยืนยันตัวตน การกรอกข้อมูลจอง และแสดง Virtual Card

1.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันและการเชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์และการเชื่อมต่อกับ Home Assistant สามารถดำเนินการได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยระบบได้รับการพัฒนาให้มีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่เรียบง่าย จัดแบ่งการแสดงผลตามประเภทของอุปกรณ์ เช่น ปลั๊กไฟฟ้า ทีวี ระบบแสงสว่าง ระบบเสียง โปรเจคเตอร์ และเครื่องปรับอากาศ มีปุ่มควบคุมแบบสลับสำหรับเปิด-ปิดการทำงาน พร้อมแสดงสถานะการทำงานแบบเรียลไทม์ เพื่อความปลอดภัยของการสื่อสารระหว่างเว็บแอปพลิเคชันกับ Home Assistant มีการยืนยันตัวตน ด้วย Long-Lived Access Token และใช้ API ในการดึงข้อมูลสถานะอุปกรณ์ผ่าน API แบบ GET และการส่งคำสั่งควบคุมผ่าน API แบบ POST

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า ระบบมีเวลาตอบสนองในการส่งคำสั่งและแสดงผลเฉลี่ย 1-2 วินาที รองรับการใช้งานพร้อมกันหลายพื้นที่ โดยมีอัตราความสำเร็จในการส่งคำสั่งควบคุมร้อยละ 95 ทั้งนี้ ประสิทธิภาพดังกล่าวเป็นผลจากการติดตั้ง Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น ซึ่งช่วยให้การเชื่อมต่อมีความเสถียรและรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม

กรณีไฟฟ้าขัดข้อง ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบและควบคุมอุปกรณ์ จึงมีระบบ Manual สำหรับควบคุมอุปกรณ์เป็นแนวทางสำรอง

1.3 ผลการติดตั้งอุปกรณ์ Sonoff และการเชื่อมต่อกับ Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น สามารถดำเนินการได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ส่วนหลัก

1.3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ Sonoff เลือกใช้ตามลักษณะการใช้งาน โดยสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ใช้ Sonoff Basic R4 แบบ 1 ช่องสัญญาณ ส่วนเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูง มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันร่วมด้วย เช่น แมกเนติก คอนแทคเตอร์และโอเวอร์โวลต์รีเลย์ สำหรับ Module Sonoff 5-32 โวลต์ ติดตั้งร่วมกับ Power Supply Control ของระบบกลอนประตูไฟฟ้าใช้ ทั้งนี้ การติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดอยู่ภายใต้การดูแลของผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้า

1.3.2 ด้านการเชื่อมต่อเครือข่าย กำหนดให้อุปกรณ์ทั้งหมดตั้งค่าการเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi ภายใต้เครือข่ายเดียวกันกับ Home Assistant โดยสื่อสารเพื่อควบคุมภายในเครือข่ายท้องถิ่น

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า Home Assistant สามารถค้นหาและเชื่อมต่ออุปกรณ์ Sonoff ได้โดยอัตโนมัติ ภายใต้สัญญาณ Wi-Fi เดียวกัน และอุปกรณ์สามารถกลับมาเชื่อมต่อได้เองหากเกิดการเชื่อมต่อ ระบบสามารถควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ มีความเสถียรสูง และแสดงสถานะการทำงานแบบเรียลไทม์ การเลือกใช้ อุปกรณ์ Sonoff มีความเหมาะสมและคุ้มค่า เนื่องจากมีต้นทุนต่อจุดต่ำและสามารถติดตั้งร่วมกับระบบไฟฟ้าเดิมได้โดยไม่ต้องปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน

ตารางที่ 2 แสดงราคาเปรียบเทียบอุปกรณ์ Sonoff R4 และ Module 5-32 โวลต์ จากเว็บไซต์ออนไลน์ จำนวน 2 แห่ง

ลำดับ	รายชื่ออุปกรณ์	ราคาอ้างอิงจากเว็บไซต์ที่ 1	ราคาอ้างอิงจากเว็บไซต์ที่ 2	ราคาเฉลี่ย
1	Sonoff Basic R4	170	172	171
2	Module Sonoff 5-32 โวลต์	233	164	198.5

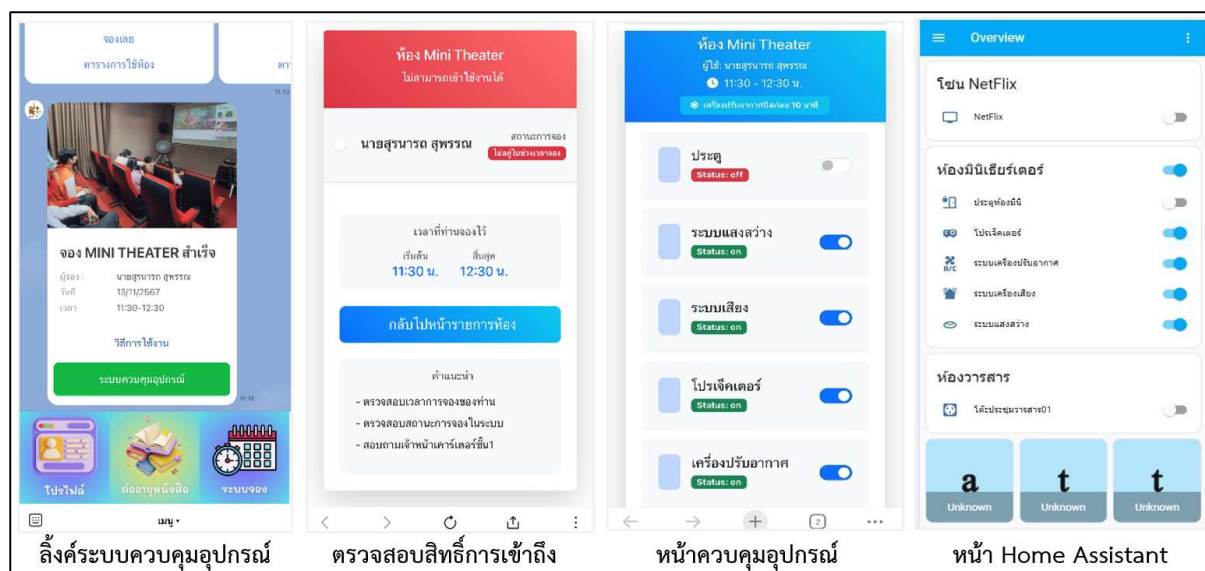
หมายเหตุ: ราคาที่อ้างอิงนี้มาจากข้อมูล ณ วันที่ 3 มิถุนายน 2567 ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามตลาด



ภาพที่ 5 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ Sonoff กับระบบไฟฟ้าเดิม

2. ผลการบูรณาการเชื่อมต่อระบบใหม่กับระบบจองพื้นที่เดิมให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ
การเชื่อมต่อเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นกับระบบจองพื้นที่ที่พัฒนาต่อยอดจากระบบเดิม สามารถดำเนินการได้ตามที่ออกแบบไว้ เมื่อผู้ใช้บริการต้องการเข้าควบคุมอุปกรณ์ ระบบจะดึงข้อมูลการจองจากฐานข้อมูลระบบจองพื้นที่ จากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้บริการกับข้อมูลการจองรวมถึงตรวจสอบวันที่และเวลาปัจจุบันกับช่วงเวลาที่จะจองไว้ หากพบข้อมูลผู้ใช้บริการถูกต้องและอยู่ในช่วงเวลาที่จอง ระบบจะอนุญาตให้เข้าใช้งานเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ได้

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า ในด้านการตรวจสอบสิทธิ์และการควบคุมการเข้าถึง ระบบสามารถตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้บริการและควบคุมการเข้าถึงตามเวลาที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้บริการไม่มีสิทธิ์เข้าใช้งาน ส่วนด้านการควบคุมอุปกรณ์ ระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ปลดล็อกประตูชั่วคราวและล็อกกลับอัตโนมัติ พร้อมทั้งเปิดระบบไฟส่องสว่างหลังตามลำดับ โดยมีการตอบสนองคำสั่งควบคุมภายใน 1-2 วินาที นอกจากนี้ ระบบมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่าน LINE OA ก่อนหมดเวลา 15 นาที และเมื่อหมดเวลา ระบบจะตัดสิทธิ์การเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุปกรณ์ พร้อมปิดอุปกรณ์ทั้งหมดโดยอัตโนมัติ โดยมีความคลาดเคลื่อนในการทำงานไม่เกิน 5 วินาที



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการจอง การตรวจสอบสิทธิ์ การควบคุมอุปกรณ์เทียบกับ Home Assistant

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ทีมพัฒนาได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้งานจริงและเก็บข้อมูลการใช้งานเป็นเวลา 2 เดือน โดยใช้ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) กับผู้ใช้บริการที่มีการจองพื้นที่ในช่วงเวลาทดสอบและใช้ทฤษฎีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สำหรับผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบงานบริการภายในห้องสมุด จากข้อมูลการใช้งาน พบว่า มีผู้ใช้บริการทั้งสิ้น 606 คน ที่เข้าใช้บริการ จากข้อมูลการจอง 212 รายการ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) การประเมินโดยผู้ใช้บริการ จำนวน 57 คน ซึ่งเป็นผู้ดำเนินการจองพื้นที่บริการโดยตรง ประกอบด้วย นักศึกษาและบุคลากร โดยให้ผู้ใช้บริการแต่ละรายประเมินเพียงครั้งเดียวเพื่อป้องกันความซ้ำซ้อนของข้อมูล (2) การประเมินโดยผู้ให้บริการ จำนวน 8 คน

ทั้งสองกลุ่มใช้แบบประเมินความพึงพอใจออนไลน์แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert (1932) เพื่อวัดระดับความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน จากการตอบแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มผู้ใช้บริการระบบ มีจำนวน 57 คน ประกอบด้วย นักศึกษา 51 คน (ร้อยละ 89.47) และบุคลากรมหาวิทยาลัย 6 คน (ร้อยละ 10.53) โดยจำแนกตามเพศ เป็นเพศชาย 21 คน (ร้อยละ 36.84) และเพศหญิง 36 คน (ร้อยละ 63.16) ส่วนกลุ่มผู้ให้บริการ มีจำนวน 8 คน ประกอบด้วย บุคลากรมหาวิทยาลัย 8 คน (ร้อยละ 100) โดยจำแนกตามเพศ เป็นเพศชาย 5 คน (ร้อยละ 62.50) และเพศหญิง 3 คน (ร้อยละ 37.50)

3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการเว็บแอปพลิเคชัน โดยภาพรวม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 2 กลุ่ม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด รายละเอียด ดังตาราง 3-4

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการจองและเข้าใช้งานระบบ			
- การยืนยันตัวตนผ่านระบบ LINE LIFF	4.60	0.48	มากที่สุด
- ส่วนติดต่อผู้ใช้มีการออกแบบที่เป็นระบบและใช้งานง่าย	4.55	0.50	มากที่สุด
- ความสะดวกในการเข้าใช้งานระบบ	4.65	0.46	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.48	มากที่สุด
2. ด้านการควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติ			
- ความแม่นยำในการควบคุมอุปกรณ์	4.55	0.49	มากที่สุด
- การแสดงสถานะของอุปกรณ์แบบเรียลไทม์	4.52	0.51	มากที่สุด
- ประสิทธิภาพการควบคุมอุปกรณ์ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้	4.48	0.53	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.51	มากที่สุด
3. ด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ			
- ประสิทธิภาพการยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF	4.62	0.47	มากที่สุด
- ระบบการจำกัดสิทธิ์การเข้าถึง	4.58	0.48	มากที่สุด
- ความปลอดภัยในการใช้งานระบบ	4.55	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.48	มากที่สุด
4. ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน			
- เวลาตอบสนองในการประมวลผลคำสั่ง	4.20	0.51	มาก
- ความเสถียรของระบบเครือข่ายท้องถิ่น	4.45	0.52	มาก
- ความแม่นยำในการประมวลผล	4.50	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.38	0.51	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.52	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.52 โดยด้านการจองและเข้าใช้งานระบบมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 รองลงมา ด้านความปลอดภัย ที่ค่าเฉลี่ย 4.58 และด้านการควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติ ที่ค่าเฉลี่ย 4.52 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.38 โดยเฉพาะเวลาตอบสนองในการประมวลผลคำสั่ง ที่ค่าเฉลี่ย 4.20 ซึ่งควรได้รับการพัฒนาในอนาคต

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ให้บริการ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการจัดการพื้นที่			
- พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์มีความเหมาะสมและรองรับการใช้งาน	4.60	0.45	มากที่สุด
- พื้นที่และอุปกรณ์ครอบคลุมการใช้งานทั้งหมด	4.30	0.46	มาก
- การตรวจสอบอุปกรณ์ในแต่ละพื้นที่สะดวกและไม่เป็นอุปสรรค	4.65	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.52	0.46	มากที่สุด
2. ด้านการควบคุมอุปกรณ์			
- ระบบการควบคุมอุปกรณ์สะดวกและใช้งานง่าย	4.65	0.45	มากที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
- ระบบแสดงสถานะอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน	4.60	0.46	มากที่สุด
- สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ตามต้องการ	4.55	0.48	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.46	มากที่สุด
3. ด้านการบำรุงรักษาระบบ			
- การเข้าถึงอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษาสะดวกและรวดเร็ว	4.45	0.50	มาก
- การบำรุงรักษาระบบสามารถทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ	4.40	0.52	มาก
- ระบบสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีอุปกรณ์ขัดข้องอย่างชัดเจน	4.35	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.40	0.50	มาก
4. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน			
- ระบบช่วยลดภาระการตรวจตราได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.65	0.48	มากที่สุด
- ระบบสามารถทำงานอัตโนมัติได้อย่างสมบูรณ์	4.60	0.49	มากที่สุด
- ความเสถียรของระบบสามารถใช้งานได้ต่อเนื่องโดยไม่เกิดปัญหา	4.55	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ให้บริการมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.53 โดยด้านการควบคุมอุปกรณ์และด้านประสิทธิภาพการทำงานมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากัน ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 โดยเฉพาะข้อ ระบบช่วยลดภาระการตรวจตราได้อย่างมีประสิทธิภาพ ที่ค่าเฉลี่ย 4.65 รองลงมา ด้านการจัดการพื้นที่ ที่ค่าเฉลี่ย 4.52 ส่วนด้านการบำรุงรักษาระบบ ค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.40 โดยเฉพาะ ข้อระบบแจ้งเตือนเมื่อมีอุปกรณ์ขัดข้อง ที่ค่าเฉลี่ย 4.35 ซึ่งควรได้รับการพัฒนาในอนาคตเช่นกัน

ผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวม พบว่า ทั้งผู้ให้บริการและผู้ให้บริการมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.52 และ 4.53 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด และตอบสนองความต้องการของทั้งสองกลุ่มได้เป็นอย่างดี โดยผู้ให้บริการมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านที่ระบบช่วยลดภาระการตรวจตรา ที่ค่าเฉลี่ย 4.65 ซึ่งตรงกับปัญหาผู้ให้บริการมีจำนวนจำกัดที่ต้องการแก้ไข ส่วนผู้ให้บริการมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านความสะดวกในการเข้าใช้งานระบบ ที่ค่าเฉลี่ย 4.65 และการยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 ส่งผลให้การบริหารจัดการพื้นที่เป็นระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ ผู้ให้บริการสามารถจองและเข้าใช้พื้นที่พร้อมควบคุมอุปกรณ์ได้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้ให้บริการสามารถบริหารจัดการและตรวจสอบการใช้งานพื้นที่ผ่านระบบ ช่วยลดภาระงานของผู้ให้บริการโดยไม่ต้องออกตรวจตรา นับเป็นการตอบสนองพฤติกรรมการใช้บริการในยุคดิจิทัลได้เป็นอย่างดี ทำให้มีเวลาในการสร้างสรรค์บริการอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

อภิปรายผล (Discussion)

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริหารพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น ได้ดำเนินการทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งานจริง สามารถพัฒนาได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยสามารถแก้ไขปัญหาที่พบในการให้บริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ได้ ดังนี้

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระบบจองพื้นที่เดิมกับระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่

ประเด็นปัญหา	ระบบจองพื้นที่เดิม	ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่	การปรับปรุง
การใช้งานพื้นที่เกินเวลา	ผู้ให้บริการต้องตรวจตราและแจ้งเตือนด้วยตนเอง	แจ้งเตือนก่อน 15 นาที และปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อหมดเวลา	- ลดการใช้งานเกินเวลาได้ 100% - ลดการรอของผู้ใช้บริการรายถัดไป
การเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้หลังใช้งานเสร็จ	ผู้ให้บริการต้องตรวจตราและปิดอุปกรณ์ทุกครั้ง	ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อหมดเวลา	ลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น
การยืนยันตัวตนผู้ใช้บริการ	ผู้ใช้บริการแสดงบัตรประจำตัวกับผู้ให้บริการ	ยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลมหาวิทยาลัย	ลดเวลายืนยันตัวตนจาก 3-5 นาที เหลือเพียง 3-4 วินาที
การควบคุมอุปกรณ์	ผู้ให้บริการต้อง เปิด-ปิด ประตูและอุปกรณ์ให้ผู้ให้บริการ	ผู้ใช้บริการควบคุมประตูและอุปกรณ์ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน	ลดเวลาคอยผู้ให้บริการดำเนินการให้ เหลือ 5-10 นาทีต่อการใช้งาน
การตรวจสอบอุปกรณ์	ผู้ให้บริการต้องเข้าตรวจสอบอุปกรณ์ด้วยตนเอง	ตรวจสอบสถานะการทำงานแบบเรียลไทม์ผ่าน Home Assistant	ลดเวลาการตรวจสอบจาก 5-10 นาทีต่อรอบ เหลือเพียง 1-2 วินาที

เว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริหารพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่น ช่วยจัดการปัญหาจากการให้บริการพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายด้าน อาทิ ปัญหาผู้ให้บริการมีจำนวนจำกัด แต่พื้นที่บริการกระจายตัวตามชั้นต่าง ๆ โดยผู้ให้บริการสามารถตรวจสอบสถานะและควบคุมอุปกรณ์ในทุกพื้นที่ผ่านระบบจากจุดเดียว ลดการออกตรวจตราพื้นที่ ส่วนปัญหาการใช้งานพื้นที่เกินเวลาและการละเลยการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบแจ้งเตือนผู้ให้บริการล่วงหน้า 15 นาที ผ่าน LINE OA พร้อมตัดสิทธิ์การเข้าถึงและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดเมื่อครบกำหนด ลดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ประการสุดท้าย ปัญหาการเข้าถึงแพลตฟอร์ม IoT และการควบคุมอุปกรณ์ โดยระบบใหม่อนุญาตให้ผู้ให้บริการควบคุมอุปกรณ์ในพื้นที่ได้โดยตรงผ่านเว็บแอปพลิเคชัน มีการตอบสนองคำสั่งควบคุมที่รวดเร็วภายใน 1-2 วินาที

การพัฒนา Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่นร่วมกับอุปกรณ์ Sonoff แทนการใช้แพลตฟอร์ม IoT บนคลาวด์ของผู้ให้บริการภายนอกมีความเหมาะสมด้วยเหตุผลที่มีความเสถียรสูงและตอบสนองได้รวดเร็ว ไม่ต้องพึ่งพาอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรวัฒน์ ชื่นอัตตงคต และ ศราวุธ จิตรพัฒนากุล (2565) ที่พบว่า การควบคุมอุปกรณ์ IoT บนเครือข่ายท้องถิ่นมีความเสถียรและรวดเร็วกว่าการควบคุมผ่านคลาวด์ และมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากไม่ต้องส่งข้อมูลออกไปยังเซิร์ฟเวอร์ผู้ให้บริการภายนอก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bhatt and Baria (2017) ที่พบว่า การใช้ Home Assistant ในการควบคุมอุปกรณ์อัตโนมัติสามารถลดภาระงานของผู้ใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง มีความคุ้มค่าเพราะอุปกรณ์ Sonoff มีราคาไม่สูง (ประมาณ 170-200 บาทต่อชิ้น) และติดตั้งร่วมกับระบบไฟฟ้าเดิมได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ ความล่าช้าในการดึงข้อมูลการจองจาก Google Sheets ที่อยู่ภายนอกเครือข่ายมหาวิทยาลัย ทำให้ต้องเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ตทุกครั้ง ทำให้มีความหน่วงในการตรวจสอบข้อมูลการจอง

ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

1. พัฒนาระบบจองใช้พื้นที่ใหม่ โดยให้ฐานข้อมูลการจองทำงานอยู่บนเครือข่ายท้องถิ่น
2. พัฒนาระบบให้ครอบคลุมพื้นที่และอุปกรณ์มากขึ้น เพิ่มคุณสมบัติใหม่ ๆ เพื่อรองรับความต้องการที่ผู้ใช้บริการ
3. จัดหาแนวทางสำรองและเตรียมความพร้อมสำหรับกรณีเกิดเหตุระบบไฟฟ้าขัดข้องเป็นเวลานาน

บทสรุป (Conclusion)

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการบริหารพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์อัตโนมัติด้วย IoT ผ่าน Home Assistant บนเครือข่ายท้องถิ่นได้ แสดงให้เห็นว่าสามารถแก้ปัญหาการให้บริการ ทั้งปัญหาการใช้งานพื้นที่เกินเวลา การเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ และข้อจำกัดด้านจำนวนผู้ให้บริการที่ต้องดูแลพื้นที่บริการที่กระจายตัวอยู่ตามชั้นต่าง ๆ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถบูรณาการกับระบบจองพื้นที่เดิมให้ทำงานร่วมกันได้อย่างอัตโนมัติ มีการยืนยันตัวตนผ่าน LINE LIFF ควบคุมการเข้า-ออกตามเวลาจอง และปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อหมดเวลา

ถึงแม้จะมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การพัฒนาระบบนี้ยังคงเน้นความคุ้มค่าและประสิทธิภาพ ด้วยการเลือกใช้อุปกรณ์ Sonoff ที่มีต้นทุนไม่สูง ติดตั้งร่วมกับระบบไฟฟ้าเดิมได้โดยไม่ต้องปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน และใช้งานบนเครือข่ายท้องถิ่นที่มีความเสถียรและปลอดภัย ผลการประเมินความพึงพอใจจากทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.52 และ 4.53 ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าระบบตอบสนองความต้องการของทั้งสองกลุ่มได้เป็นอย่างดี

การพัฒนาระบบนี้นับเป็นก้าวสำคัญในการเปลี่ยนแปลงสู่การเป็นห้องสมุดดิจิทัลที่ให้บริการพื้นที่เรียนรู้แบบครบวงจร โดยผสมผสานเทคโนโลยี IoT ระบบอัตโนมัติ และเว็บแอปพลิเคชันเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ ยังสามารถขยายผลไปยังพื้นที่บริการอื่น ๆ ภายใต้ระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัย เพื่อนำบริการห้องสมุดออกสู่ประชาคมมหาวิทยาลัยได้อย่างทั่วถึง โดยยังคงรักษามาตรฐานการบริการและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ

รายการอ้างอิง (References)

- ธีรวัฒน์ ชื่นอัคตงคต และ ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล. (2565). การศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิผ่านสมาร์ตโฟนสำหรับโรงเรือนปลูกผักสลัด. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(3), 33-46.
<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/257169/174770>
- นิภาพร สุวัฒน์วินิจ. (2562). แนวทางการใช้ Agile (Agile) ในองค์กรให้ประสบความสำเร็จของธนาคารแห่งหนึ่ง [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปรีดี ปลื้มสำราญกิจ และ ดารารพร มาตขาว. (2561). ห้องสมุดในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการหอสมุดแห่งชาติ*, 6(1), 1-16.
<https://so04.tci-thaijo.org/index.php/nlt/article/view/168052>
- มธุรส ปราบโพธิ์ และ ทวี นวมนิม. (2562). การจัดพื้นที่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ PULINET ครั้งที่ 9: Together We Share* (น. 2-679). สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศรีรุ่ง แก้วโพน และ สมชาย เล็กเจริญ. (2561). ระบบควบคุมห้องเรียนอัจฉริยะด้วย Internet of Things (IoT) ผ่าน Android และ iOS. ใน *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13* (น. 2839-2852). มหาวิทยาลัยรังสิต.
- อุกฤษฏ์ ดอนบันเทา และ เอกธราช โกษิตพิมานวัช. (2567). การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 7(3), 899-914. <https://so07.tci-thaijo.org/index.php/JMCR/article/view/898-914/3314>
- Bayani, M., Segura, A., Alvarado, M., & Loaiza, M. (2017). IoT-based library automation and monitoring system: Developing an implementation framework of implementation. *E-Ciencias De La Información*, 8(1), 1-18. <https://doi.org/10.15517/eci.v8i1.30010>

- Bhatt, C., & Baria, S. (2017). Personal and Intelligent Home Assistant to Control Devices Using Raspberry Pi. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 6(4), 213-220.
<https://doi.org/10.12785/ijcds/060407>
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.
- Srisud, W., Intaraamorn, T., & Bangthamai, E. (2025). Empowering BCC spirit traits and good student qualities by using LINE Front-end Framework (LIFF) application: A case study of Bangkok Christian College. *RICE Journal of Creative Entrepreneurship and Management*, 6(1).
<https://ricejournal.net/index.php/rice/article/view/138>