

การพัฒนาระบบสำหรับแจ้งเตือนการลืมปิดประตูหอพักผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

Developing a System for Notification of Forgetting to Close the Dormitory Door with Mobile Application using Internet of Things

พันธวัช พิพัฒน์กำธร¹, เจนจิรา เนาวรรัตน์¹, สัญญา เครื่องหงษ์^{1,*}

Phanthawat Phiphatkamthorn¹, Jenjira Naowarat¹, Sanya Khruahong^{1,*}

¹ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

¹ Department of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding Author: Sanya Khruahong, sanyak@nu.ac.th

Received:

31 March 2022

Revised:

3 May 2022

Accepted:

11 May 2022

คำสำคัญ:

อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์, การแจ้งเตือน, แอปพลิเคชันบนมือถือ, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (ไอโอที)

Keywords:

Ultrasonic sensor, Door, Notification, Mobile application, Internet of things (IoT)

บทคัดย่อ: หอพักได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับประชาชนชาวไทยทั่วไป จากแบบสอบถามของงานวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์พบว่าเหตุผลที่ทำให้คนทั่วไปตัดสินใจเช่าที่พักในแต่ละแห่ง ผู้เช่าจะคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยของที่พักอาศัยเป็นอันดับที่ 2 ถัดจากเรื่องทำเลที่ตั้งที่สะดวกแก่การเดินทาง ดังนั้นปัจจัยด้านความปลอดภัยของที่พักอาศัยจึงเป็น ปัจจัยลำดับต้นๆ ที่ผู้เช่าจะนำมาพิจารณาเพื่อเลือกเช่าหอพัก เพราะเมื่อมีเหตุอาชญากรรมเกิดขึ้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน สภาพจิตใจ และอาจจะถึงแก่ชีวิตของผู้เช่าได้ นอกจากนี้ปัญหาหนึ่งของความเสียหายดังกล่าวก็คือหอพักที่ไม่มีผู้รักษาความปลอดภัยดูแล หรือการเปิดประตูหอพักทิ้งไว้ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาช่วยเหลือผู้ประกอบการหอพักและผู้เช่าหอพัก ซึ่งมีกระบวนการทำงานโดยการสื่อสาร หรือรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ จึงทำให้มีจุดเด่นคือเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว และทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ โดยการจัดทำงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังต่อไปนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบสำหรับแจ้งเตือน ในกรณีที่ลืมปิดประตูหอพัก ด้วยการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) เพื่อประเมินผลการพัฒนาระบบ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เช่าหอพัก และเจ้าของหอพัก เป็นจำนวนทั้งหมด 20 คน โดยเพื่อให้งานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเป็นระบบสำหรับตรวจสอบการลืมปิดประตูหอพัก โดยระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เมื่อมีการลืมปิดประตูหอพักเมื่อใช้งานเสร็จแล้วเป็นเวลา 30 วินาที โดยมีอุปกรณ์สำคัญที่ใช้พัฒนาระบบ คือ 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ 2) อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ จากผลทดลองระบบนั้น ผู้วิจัยเปิดประตูค้างไว้จำนวน 40 ครั้ง ผลการทดลอง

พบว่าการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพักและเจ้าของหอพัก โดยมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์แสดงได้ครบทั้ง 40 ครั้ง และระยะเวลาเฉลี่ยที่ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแชทเป็นเวลา 2.854 วินาที และระยะเวลาเฉลี่ยที่ตัวอุปกรณ์ใช้เพื่อประมวลผลก่อนที่จะส่งเสียงเป็นเวลา 2.681 วินาที นอกจากนี้ยังได้มีการประเมินผลความพึงพอใจของระบบจากเจ้าของหอพักและผู้เช่าหอพักจำนวน 20 คน พบว่าผลการประเมินระบบอยู่ในระดับดี และผู้วิจัยคาดว่าประโยชน์ที่จะได้จากงานวิจัยนี้คือ 1) เป็นต้นแบบสำหรับระบบอัจฉริยะและการทำงานอัตโนมัติภายในหอพัก 2) ช่วยเพิ่มความพึงพอใจในด้านความปลอดภัยของผู้เช่า และผู้ประกอบการหอพัก 3) ลดภาระงานในการดูแลความปลอดภัยของผู้ประกอบการหอพัก

Abstract: Dormitories are very popular with the Thai people. From the research questionnaire of Thammasat University, it was found that people decide to rent accommodation in each place. They will consider the residence's safety as the second priority after the location that is convenient travel. Therefore, the safety factor of the shelter is the top factor that tenants will consider when choosing a dormitory. The crime may cause damage to property, mental state, and possibly death of the tenant. Moreover, one problem is the dormitory without a security guard or leaving the door open. Therefore, the researcher recognizes the importance of the above problem. Therefore, we use the Internet of Things to help the dormitory operators and dormitory tenants. It has a working process of communication or transmitting data between devices. It has a distinctive feature that is to increase comfort, quickly and accurately. The objectives of this research are as follows: 1) to develop a notification system. In the case of forgetting to close the dormitory door with the application of the Internet of Things 2) to evaluate the system development with the sample group being dormitory tenants and dormitory owners, 20 people. For research to achieve such objectives. We have developed a system for checking if forgetting to close the dormitory door. The system will send a notification to the chat group of the dormitory tenants or private chat of the dorm owner and a sound notification from the device when it forgets to close the dormitory door after it has been used for 30 seconds. The system has two important devices used to develop the system are 1) microcontroller board and 2) ultra-sonic sensor. In the experiment, we left the door open forty times. The results showed that a notification was sent to a chat group of dormitory tenants and dormitory owners. There were audible notifications from the device, 2.854 seconds for the average time the notification was sent to the chat. The average time it took the device to process it before sending the sound was 2.681 seconds. In addition, the evaluation of the system's satisfaction by 20 tenants found that the results were a good level.

1. บทนำ

หอพัก เป็นสถานที่ให้เช่าพักเชิงพาณิชย์ โดยหอพักเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมากสำหรับ

นิสิต หรือนักศึกษา เนื่องจากหอพักมีราคาถูกกว่า อะพาร์ตเมนต์ และคอนโดมิเนียม และนิสิต หรือนักศึกษาส่วนใหญ่ยังจำเ็นที่จะต้องเช่าหอพัก เพราะ

ตนเองจะต้องเข้ารับการศึกษาในมหาวิทยาลัยในต่างจังหวัด โดยสาเหตุที่ทำให้ตัดสินใจเลือกเช่าหอพักที่จะอาศัย จากแบบสอบถามของงานวิจัยปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเช่าห้องพักสำหรับการอยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ผนทิพย์ วงศ์ศุภชาติกุล, 2558) สาเหตุที่ทำให้ตัดสินใจเลือกเช่าที่พักในแต่ละที่ ผู้เช่าจะคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยของที่พักอาศัยเป็นอันดับที่ 2 ถัดจากเรื่องทำเลที่ตั้งสะดวกแก่การเดินทาง ดังนั้นหอพักที่มีระบบ หรือการรักษาความปลอดภัยที่ดีจะส่งผลให้มินิสิต นักศึกษา หรือผู้เช่ารายใหม่ สนใจเข้ามาติดต่อและทำการเช่าอยู่เสมอๆ และยังคงสามารถรักษาผู้เช่ารายเก่าให้ยังคงตัดสินใจเช่าต่อไปได้

จากที่ได้กล่าวไปข้างต้น ปัจจัยด้านความปลอดภัยของที่พักอาศัยเป็น ปัจจัยลำดับต้นๆ ที่นิสิต นักศึกษา หรือผู้เช่ารายใหม่จะนำมาพิจารณาเพื่อเลือกเช่าหอพัก เพราะเนื่องจากในปัจจุบัน มีเหตุอาชญากรรมเกิดขึ้นมากมาย ตัวอย่างเช่น 1) สำนักข่าว Bright Today รายงานว่าเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2564 มีวัยรุ่นชายขอยืมงานเสียสติพอกาฐธมิตเข้ามาภายในหอพัก บุคลากรห้องและทำลายทรัพย์สิน (ไบรท์ทูเดย์, 2564) 2) สำนักข่าวไทยรัฐออนไลน์ รายงานว่าเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2564 มีหญิงสาวถูกแทงเสียชีวิตที่บริเวณหน้าลิฟต์ชั้น 7 บนคอนโดมิเนียมแห่งหนึ่งในพื้นที่ หมู่ 7 ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ (ไทยรัฐ, 2564) 3) รายการเรื่องเล่าเช้านี้ รายงานว่านิสิตหญิง มหาวิทยาลัยนเรศวร โพสต์คลิปวงจรปิดเตือนภัย หลังถูกชายแปลกหน้าบุกรุก นำทางเก่งในผู้หญิงมาห้อยที่ลูกบิด และปิ่นช่องลมห้องน้ำ ส่งเสียงคราง ก่อนหลบหนีไป (เรื่องเล่าเช้านี้, 2564) จากเหตุการณ์ตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้น เมื่อมีเหตุอาชญากรรมเกิดขึ้นในหอพัก 1 ครั้ง จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน สภาพจิตใจ และอาจจะถึงแก่ชีวิตของผู้เช่าคนใดคนหนึ่งหอพัก ซึ่งความเสียหายเหล่านี้อาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการหอพักต้องออกค่าใช้จ่ายช่วยเหลือในกรณีที่ทรัพย์สิน

ของผู้เช่าเกิดความเสียหาย และอาจจะส่งผลกระทบต่อผู้ประกอบการหอพักต้องสูญเสียรายได้จากค่าเช่าหอพัก เพราะผลกระทบด้านสภาพจิตใจจากเหตุอาชญากรรม เป็นผลกระทบที่ไม่สามารถซ่อมแซมหรือเยียวยาได้อย่างง่าย ทำให้ผู้เช่ารายอื่นๆ ในหอพักเกิดความหวาดระแวง หวาดกลัว และไม่เชื่อในระบบหรือการรักษาความปลอดภัยของหอพัก จนนำไปสู่การเลิกเช่า และการปิดกิจการหอพักของผู้ประกอบการได้

ในปัจจุบัน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ได้รับการนิยมเป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากสามารถลดภาระงานของมนุษย์ได้ และสามารถทำงานได้ตลอดเวลาโดยไม่แสดงอาการเหนื่อยล้า จึงมีผู้วิจัยหลายท่านได้นำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายด้าน สามารถยกตัวอย่างได้ดังต่อไปนี้ ด้านการเกษตร เช่น แบบจำลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (ทิพนันท์, คุรงค์ดำรงชัยและชัยพร อัดโตดตร, 2563) ระบบให้อาหารม้าแบบอัตโนมัติด้วยไอโอที (โกสิต บุนนารกร, 2564) และด้านความปลอดภัย เช่น ระบบเตือนภัยภายในบ้านบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (دنภพ สวมสูง และนภสินธุ์ สาดศรี, 2560) และการพัฒนาเบรกเกอร์อัจฉริยะเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย (สุชาติ คุ้มมะณี, เอกธราข อาจเจริญ และพีรวัส ชะนวนรัมย์, 2565)

จากข่าวเหตุการณ์อาชญากรรมที่ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่าง และปัจจัยการเลือกหอพักสำหรับนิสิต นักศึกษา หรือผู้เช่ารายใหม่ ทำให้ผู้ประกอบการหอพักจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของหอพัก ซึ่งเหตุการณ์อาชญากรรมส่วนใหญ่มักจะเกิดจากการบุกรุกเข้ามาในหอพักโดยไม่ได้รับอนุญาตของบุคคลภายนอก หรือบุคคลที่ไม่ใช่ผู้เช่า โดยหนึ่งสาเหตุที่ทำให้บุคคลภายนอกสามารถบุกรุกเข้ามาได้ คือการลืมปิดประตูหอพักเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ามาช่วยเหลือผู้ประกอบการหอพัก และผู้เช่าหอพัก ผู้วิจัยจึงได้จัดงานวิจัยนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ดังต่อไปนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบสำหรับแจ้งเตือน
ในกรณีที่ลัดวงจรประตูดึงดูดไฟ ด้วยการประยุกต์ใช้
อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) เพื่อประเมินผลการ
พัฒนาระบบ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เช่าหอพัก และ
เจ้าของหอพัก เป็นจำนวนทั้งหมด 20 คน ซึ่งเพื่อให้
งานวิจัยบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนา
เป็นระบบสำหรับแจ้งเตือนการลัดวงจรประตูดึงดูดไฟผ่าน
แอปพลิเคชันไลน์ กรณีที่ลัดวงจรประตูดึงดูดไฟ ซึ่งถ้า
เปรียบเทียบระบบของงานวิจัยนี้ กับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ที่ผู้วิจัยจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป จะสามารถเปรียบเทียบ
ความแตกต่าง หรือข้อดีได้ดังต่อไปนี้ 1) สามารถแก้ไข
การเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi ได้โดยผ่านโทรศัพท์
2) สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบได้ทันทีผ่าน
แอปพลิเคชันไลน์ ถึงแม้ว่าผู้ใช้งานจะไม่ได้อยู่ใกล้
อุปกรณ์ 3) สามารถแจ้งเตือนไปได้ทั้งโทรศัพท์ที่เป็น
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และระบบปฏิบัติการ
ไอโอเอส 4) ผู้ใช้งานสามารถได้รับการแจ้งเตือน
โดยไม่ต้องอยู่ในเครือข่าย Wi-Fi เดียวกับอุปกรณ์ได้
5) สามารถแจ้งเตือนเป็นเสียงจากอุปกรณ์ได้ และ
สุดท้าย 6) ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเปิดแอปพลิเคชัน
หรือหน้าจอเว็บไซต์ทิ้งไว้ เพื่อให้ทราบถึงการแจ้งเตือน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องในการ
พัฒนางานวิจัยของผู้วิจัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย 2
หัวข้อย่อย คือ งานวิจัยด้านความปลอดภัยในอาคาร
และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยแต่ละหัวข้อ
ดังกล่าวจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยด้านความปลอดภัยในอาคาร

งานวิจัยระบบเตือนภัยภายในบ้านบนเครือข่าย
อินเทอร์เน็ต (ตฤณพ สวมสูง และนภสินธุ์ สาด
ศร, 2560) ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบรักษา
ความปลอดภัยภายในบ้านและแสดงข้อมูลผ่านเว็บ
แอปพลิเคชันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยใช้

งานอุปกรณ์ตรวจจับประเภทต่างๆ ที่สามารถตรวจ
จับสิ่งผิดปกติและสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนแก่
ผู้อาศัยโดยใช้งานอุปกรณ์ 1) Ultrasonic Sensor เพื่อ
ตรวจจับการเคลื่อนไหวเมื่อเกิดการบุกรุกในบริเวณ
ที่พักอาศัย 2) MQ2 LPG CO Smoke Gas Sensor
เพื่อตรวจจับควัน 3) Infrared IR Flame Detector
Sensor เพื่อตรวจจับเปลวไฟเมื่อบริเวณที่พักอาศัย
เกิดเหตุการณ์อัคคีเพลิง และสุดท้าย 4) Magnetic
Reed Switch ตรวจจับการปิดเปิดประตูที่พักอาศัย
โดยอุปกรณ์ทั้งหมดจะส่งต่อข้อมูลที่สามารถตรวจจับ
ได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และ
ส่งผลที่ได้จากการประมวลไปยังเครือข่ายไร้สาย เพื่อ
นำข้อมูลไปแสดงผลบนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อแจ้งเตือน
แก่ผู้พักอาศัยภายในบ้าน ให้ทราบถึงสถานการณ์ความ
ปลอดภัยภายในบ้าน ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น
จะมุ่งเน้นพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับที่พักอาศัยที่เป็น
บ้าน และผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อเสียของระบบซึ่งจะมี
ดังต่อไปนี้ 1) ผู้ใช้งานระบบจำเป็นต้องจะต้องเข้าดูเว็บ
แอปพลิเคชันอยู่เสมอๆ เพื่อให้ทราบถึงการแจ้งเตือน
ของระบบ 2) ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนเครือข่าย Wi-Fi
ของอุปกรณ์ ผู้ใช้งานจะต้องเข้ามาแก้ไขที่คำสั่งภายใน
อุปกรณ์ ซึ่งยากต่อผู้ใช้งานที่ไม่มีความรู้ 3) ไม่มีการ
แจ้งเตือนเป็นเสียงจากอุปกรณ์ เหตุอันตรายเป็นแล้ว กว่า
ผู้ใช้งานจะทราบถึงการแจ้งเตือนก็อาจจะไม่ทันเวลา
ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำแนวทางในการพัฒนา อุปกรณ์
และข้อเสีย ภายในวิจัยดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ และ
ปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบของผู้วิจัยสามารถ
ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยระบบแจ้งเตือนความปลอดภัย
ภายในบ้านผ่านแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ (ตฤณพ
สวมสูง และนภสินธุ์ สาดศร, 2560) เป็นงานวิจัยที่
มุ่งเน้นการพัฒนาระบบเพื่อแจ้งเตือนความปลอดภัย
ภายในบ้านผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ จาก 3 สิ่ง
คือ 1) ความผิดปกติของแก๊สภายในบ้าน 2) ความ
ผิดปกติของควันภายในบ้าน และ 3) การเคลื่อนไหว
ภายในบ้าน โดยเพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับความ

ผิดพลาดที่กล่าวไปข้างต้นได้ ภายในระบบจึงประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ดังต่อไปนี้ 1) MQ Breakout ใช้ตรวจจับความผิดปกติของแก๊ส และควัน 2) PIR Sensor ใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหว 3) ESP8266 Wi-Fi ใช้ปล่อยเครือข่ายแบบไร้สาย เพื่อส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ และ 4) Arduino Uno ใช้เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์หลักในการสั่งการอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบ โดยจากงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น จะเป็นระบบที่มุ่งเน้นพัฒนาเพื่อแจ้งเตือนความปลอดภัยภายในบ้าน และผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงข้อเสียของระบบซึ่งจะมีดังต่อไปนี้ 1) การแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์บนโทรศัพท์ของผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ของตัวอุปกรณ์ก่อนเท่านั้น ถึงจะสามารถรับการแจ้งเตือนได้ 2) แอปพลิเคชันของระบบสามารถใช้งานได้กับโทรศัพท์ที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น 3) ต้องเปิดแอปพลิเคชันไว้ตลอดเวลา เพื่อรับการแจ้งเตือน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำแนวทางในการพัฒนา และข้อเสียดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ และปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Design and Implementation of an IoT-Based Smart Home Security System (Hoque & Davidson, 2019) เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นในการออกแบบ และพัฒนาระบบเกี่ยวกับความปลอดภัย โดยตรวจจับสถานะของประตูภายในบ้าน และส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน โดยเพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับสถานะของประตูที่กล่าวไปข้างต้นได้ ภายในระบบจึงประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ดังต่อไปนี้ 1) Elegoo Mega 2560 board ใช้สั่งการ Magnetic reed switch เพื่อใช้ตรวจจับสถานะของประตู และสั่งการ RF receiver-transmitter pair เพื่อสื่อสารกับ Raspberry Pi 2) RF receiver-transmitter pair ใช้ในการสื่อสาร หรือส่งข้อมูลสถานะของประตูไปยัง Raspberry Pi 3) Magnetic reed switch

ใช้ในการตรวจจับสถานะของประตูว่ามีสถานะเป็นเปิดประตู หรือปิดประตู 4) Raspberry Pi ใช้ในการรับข้อมูลจาก RF receiver-transmitter pair และนำข้อมูลที่ส่งไปยัง Web Server โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และส่งต่อไปยังแอปพลิเคชันของผู้ใช้งานต่อไป โดยจากงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงข้อเสียของระบบซึ่งจะมีดังต่อไปนี้ 1) เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ส่วนใหญ่ติดต่อกับสื่อสารกันด้วยสัญญาณที่คล้ายกับระบบ จึงทำงานการรับส่งข้อมูลระหว่าง Elegoo Mega 2560 board และ Raspberry Pi มีความคลาดเคลื่อน และล่าช้าได้ 2) เนื่องจากเป็นระบบต้นแบบ แอปพลิเคชันสามารถดูข้อมูลสถานะของประตูได้ แต่ยังไม่สามารถแจ้งเตือนได้ 3) ต้องเปิดแอปพลิเคชัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำแนวทางในการพัฒนา และข้อเสียดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ และปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Smart Home Automation and Security System using Arduino and IOT (Wadhvani *et al.*, 2018) เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นพัฒนาระบบเกี่ยวกับการทำงานอัตโนมัติ และตรวจจับความปลอดภัยภายในบ้าน ซึ่งความสามารถของระบบจะมีดังต่อไปนี้ 1) สามารถควบคุมความสว่างจากหลอดไฟภายในบ้านได้ 2) สามารถควบคุมการเปิดปิดของประตูได้ 3) สามารถตรวจจับการพังประตูของผู้บุกรุกได้ 4) ตรวจจับการเกิดไฟไหม้ภายในบ้านได้ และ 5) สามารถดูสถานะต่างๆ ของอุปกรณ์ผ่านคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์ได้ โดยเพื่อให้ระบบมีความสามารถดังกล่าว ภายในระบบจึงประกอบไปด้วย อุปกรณ์ตรวจจับ และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สำคัญดังต่อไปนี้ 1) Arduino UNO ใช้ควบคุม และสั่งการอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ที่อยู่ในระบบ 2) Flex sensor ใช้เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดไฟภายในบ้าน หรือใช้เพื่อเปิดหรือปิด 3) Wi-Fi module ใช้เพื่อติดต่อสื่อสาร หรือส่งข้อมูลไปไว้ในคลาวด์แพลตฟอร์ม 4) Reed relay sensor ใช้เพื่อตรวจจับการพังประตู

ของผู้บุกรุก 5) Flame sensor ใช้เพื่อตรวจจับการเกิดไฟไหม้ภายในบ้าน 6) Accelerometer ใช้เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิดปิดของประตู 4) LDR ใช้เพื่อตรวจจับความสว่างภายในบ้าน โดยจากงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อเสียของระบบซึ่งจะมีดังต่อไปนี้

- 1) ผู้ใช้ต้องเข้าดูคลาวด์แพลตฟอร์มเพื่อดูการแจ้งเตือน
- 2) ถ้าอยู่ไกลจากอุปกรณ์อาจจะทำให้ไม่ได้ยินเสียงการแจ้งเตือนจากตัวอุปกรณ์ จึงอาจจะทำให้ไม่ทราบถึงการแจ้งเตือนได้ทันทีทั้งที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำแนวทางในการพัฒนา และข้อเสียดังกล่าว มาประยุกต์ใช้ และปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

IoT Enabled Home With Smart Security (Chandra, Kumar, & Babu, 2017) เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นพัฒนาระบบ เพื่อความปลอดภัยภายในบ้าน ซึ่งระบบจะมีความสามารถดังต่อไปนี้ 1) สามารถตรวจจับสถานะเปิดปิดของประตูได้ 2) สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 3) สามารถตรวจจับวัตถุอันตรายได้ 4) สามารถตรวจจับวัดค่าความสว่างได้ โดยของการตรวจจับดังกล่าว จะไปแสดงอยู่บนหน้าเว็บไซต์ และเมื่อเหตุการณ์ที่จำเป็นต้องแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ทราบ ตัวอย่างเช่นกรณีมีผู้บุกรุกเข้าห้อง ระบบจะทำการส่งข้อความไปยังอีเมล และแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เอง

- 1) Raspberry Pi ใช้ในการควบคุม และรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ ภายในระบบ
- 2) Magnetic door switch ใช้เพื่อตรวจจับสถานะการเปิดปิดของประตู
- 3) PIR Sensor ใช้เพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวในกรณีที่มิผู้บุกรุกเข้ามา
- 4) Temperature Sensor ใช้เพื่อตรวจจับอุณหภูมิภายในบ้าน
- 5) Gas Sensor ใช้เพื่อตรวจจับปริมาณก๊าซในบ้าน
- 6) LDR ใช้เพื่อตรวจจับวัดค่าความสว่างภายในบ้าน โดยจากงานวิจัยที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงข้อเสียของระบบซึ่งจะมีดังต่อไปนี้

- 1) ถ้าอยู่ไกลจากอุปกรณ์อาจจะทำให้ไม่ได้ยินเสียงการแจ้งเตือนจากตัวอุปกรณ์ จึงอาจจะ

ทำให้ไม่ทราบถึงการแจ้งเตือนได้ทันทีทั้งที่ 2) ความปลอดภัยของข้อมูลที่แสดงบนหน้าเว็บไซต์ เพราะเนื่องจากไม่ใช่เว็บไซต์พัฒนาขึ้นเอง 3) ไม่มีการแจ้งเตือนในกรณีที่ผู้ใช้งาน อยู่ไกลจากตัวอุปกรณ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำแนวทางในการพัฒนา และข้อเสียดังกล่าวมาประยุกต์ใช้และปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 Internet of Things (IoT)

เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) (กรมประชาสัมพันธ์, 2563) เป็นการนำอุปกรณ์ต่างๆ วัตถุ สิ่งของเครื่องใช้เชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เกิดการรับส่งข้อมูล และประมวลผล หรือควบคุมอุปกรณ์ได้ในระยะไกล โดยมีการฝังงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ขอฟต์แวร์ อุปกรณ์ตรวจจับเพื่อตรวจจับ บันทึก และรับส่งข้อมูล ซึ่งเพื่อให้เกิดการทำงานดังกล่าวเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจึงประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบหลักสำคัญ ได้แก่

- 1) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งภายในงานวิจัยนี้จะเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ และโทรศัพท์มือถือ
- 2) การสื่อสาร คือการสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งการสื่อสารสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การสื่อสารแบบไร้สาย เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครือข่าย Wi-Fi เครือข่าย Bluetooth เป็นต้น และการสื่อสารแบบใช้สาย เช่น เชื่อมต่อกันด้วย สาย USB หรือ สาย LAN เป็นต้น
- 3) ระบบการทำงานหลังบ้าน คือการจัดการ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ การดูแลการส่งข้อมูล หรือการสื่อสาร การตรวจสอบสิทธิการเข้าถึงข้อมูล และการดูแลการจัดเก็บข้อมูลเป็นต้น โดยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมีทั้งข้อดี ข้อเสีย และมีความเสี่ยงด้านความปลอดภัย หากอุปกรณ์มีระบบความปลอดภัยไม่ดีพอจะก่อให้เกิดข้อผิดพลาด จนอาจจะทำให้ผู้ไม่หวังดีกระทำการไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ และข้อมูลได้ ซึ่งเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้งาน และพัฒนาจนเกิดเทคโนโลยีต่างๆ เช่น Smart Device,

Smart Home, Smart Network เพื่อลดภาระงาน
หน้าที่ประจำของมนุษย์ และเพิ่มความสะดวกสบาย
ให้แก่มนุษย์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงประโยชน์
และความสอดคล้องกับงานวิจัยของผู้วิจัย กับเทคโนโลยี
ดังกล่าว จึงนำมาพัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้ และ
อ้างอิงจากงานวิจัยทั้ง 5 งานวิจัยในหัวข้อ 2.1 เพื่อ
ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3. วิธีดำเนินงานงานวิจัย

3.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากบทนำที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัย
จะนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์
ใช้ร่วมกับระบบ ผู้วิจัยจึงต้องทำการศึกษาค้นคว้า
เกี่ยวกับ 1) งานวิจัยด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
ซึ่งงานวิจัย และทฤษฎีที่ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ อ้างอิง
ผู้วิจัยได้กล่าวถึงไว้ในหัวขบวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) งานวิจัย
ด้านปัจจัยการเลือกที่อยู่อาศัย ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวถึงไว้
ในหัวข้อบทนำ 3) อุปกรณ์ตรวจจับ 4) อุปกรณ์ไมโคร
คอนโทรลเลอร์ และ 5) วิธีการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ
ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับ และไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้
งานวิจัย ผู้วิจัยได้กล่าวถึงไว้ในหัวข้อวิเคราะห์ระบบ
โดยการศึกษาดังกล่าวเพื่อให้ระบบ หรืออุปกรณ์
สามารถทำงานได้ และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของ
งานวิจัย

3.2 วิเคราะห์ระบบ

จากบทนำที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัย
ต้องการพัฒนาระบบ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการลืมปิด
ประตูหอพักเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว ซึ่งเพื่อการแก้ไขปัญหา
ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงจะต้องสำรวจลักษณะประตูของ
หอพัก เพื่อออกแบบ และคัดเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสม
ซึ่งผลจากการสำรวจ ผู้วิจัยพบว่าประตูหอพักส่วนใหญ่
มีลักษณะทั้งหมด 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้ 1) บานประตู
เป็นกระจกสามารถมองจากด้านในสู่ด้านนอกได้
แต่ไม่สามารถมองจากด้านนอกสู่ด้านในได้และ
ขอบประตูเป็นอะลูมิเนียม 2) มีระบบรหัสผ่านและ

คีย์การ์ด เพื่อใช้ในการเปิดประตูจากภายนอกหอพัก
3) มีระบบการปิดสนิทอัตโนมัติ ในกรณีที่บานประตู
เปิดไม่ถึง 90 องศา แต่ถ้าบานประตูเปิดจนถึง
90 องศา ระบบการปิดสนิทอัตโนมัติจะไม่ทำงาน
4) ประตูจึงถูกเปิดค้างไว้ มีปุ่มกดปลดล็อคประตู
เพื่อใช้ในการเปิดประตูจากภายในหอพัก

จากลักษณะประตูหอพักข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้
กำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบ ให้สอดคล้องกับ
ลักษณะของประตูหอพัก และวัตถุประสงค์ของงาน
วิจัย ทั้งหมด 3 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. ระบบจะต้องแจ้งเตือนเป็นข้อความ และ
เสียงไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัว
ของเจ้าของหอพัก
2. ระบบต้องมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงที่ตัว
อุปกรณ์ เพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ที่มีมิดประตู กลับมา
ปิดประตู
3. ระบบมีการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชัน
Line เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของ
ผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก

เพื่อให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้
ภายใต้เงื่อนไขการทำงานของระบบ ผู้วิจัยจึงจะคัด
เลือกอุปกรณ์ และเทคโนโลยี ดังต่อไปนี้ เพื่อนำมา
พัฒนาเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับการลืมปิดประตู
หอพัก

1. ESP8266 (ElectroPeak, 2019) เป็น
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความคล้ายคลึงกับ
Arduino UNO เพราะเนื่องจากเป็นบอร์ดที่ได้รับการ
พัฒนาต่อยอดมาจาก Arduino UNO ซึ่งสามารถพัฒนา
โดยการเขียนโปรแกรม ผ่านโปรแกรม Arduino IDE
ได้ โดยข้อแตกต่างจาก Arduino UNO และข้อดีของ
ESP8266 จะมีทั้งหมด 5 ข้อ ดังต่อไปนี้ 1) ESP8266
ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า Arduino UNO 2) ESP8266
สามารถเชื่อมต่อกับ Wi-Fi และ Bluetooth ได้โดยที่
ไม่ต้องต่ออุปกรณ์เพิ่ม เพราะมีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ

เครือข่ายดังกล่าวอยู่ในตัวบอร์ดอยู่แล้ว 3) ESP8266 ราคาถูกกว่า Arduino UNO ในกรณีที่จำเป็นต้องซื้อ อุปกรณ์เชื่อมต่อ Wi-Fi และ Bluetooth 4) ขนาดของบอร์ด ESP8266 มีขนาดเล็กกว่า Arduino UNO และสุดท้าย 5) ESP8266 มีแหล่งข้อมูลประกอบการพัฒนาบนเว็บไซต์เป็นจำนวนมาก เพราะได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสำหรับนักพัฒนา เนื่องจากข้อแตกต่าง และข้อดีทั้ง 5 ข้อที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้งาน ESP8266 เพราะมีความสอดคล้อง และเพียงพอต่อการพัฒนาระบบของผู้วิจัยมากที่สุด

2. HC-SR04 (ProjectHub, 2019) เป็นเซ็นเซอร์วัดระยะทางระหว่างตัวเซ็นเซอร์กับวัตถุ ซึ่งในการวัดระยะทาง เซ็นเซอร์จะอาศัยหลักการการสะท้อนของคลื่น Ultrasonic โดยตัวเซ็นเซอร์ HC-SR04 จะมีแหล่งกำเนิดคลื่น Ultrasonic เพื่อส่งออกไป กระทบกับวัตถุที่อยู่ข้างหน้าของตัวเซ็นเซอร์ และสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณที่อยู่บนตัวเซ็นเซอร์ โดยระยะทางที่วัดได้จะสัมพันธ์กับระยะเวลาที่คลื่น Ultrasonic เคลื่อนที่ไปกระทบวัตถุและสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณบนตัวเซ็นเซอร์ เมื่อรู้ระยะเวลาที่คลื่น Ultrasonic สะท้อนกลับมา จึงสามารถคำนวณหาเป็นระยะทางระหว่างเซ็นเซอร์ HC-SR04 กับวัตถุได้ ซึ่งด้วยความสามารถของ HC-SC04 ที่สามารถวัดระยะทางได้ดังที่กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกนำเซ็นเซอร์ HC-SR04 ด้วยเหตุผล 2 ข้อ ดังต่อไปนี้

1) ลักษณะของบานประตูหอเป็นกระจก การใช้ IR Infrared Obstacle Detection Sensor อาจจะทำให้การตรวจจับผิดพลาด เพราะ IR Infrared Obstacle

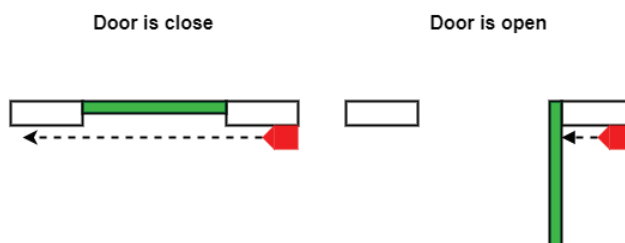
Detection Sensor ใช้หลักการสะท้อนของแสงเมื่อไปกระทบกับวัตถุ แต่อาจจะสะท้อนได้ไม่ดีกับวัตถุที่เป็นกระจก และ 2) การตรวจจับด้วย IR Infrared Obstacle Detection Sensor ในบริเวณที่มีแสงมาก อาจจะทำให้การตรวจจับคลาดเคลื่อนได้

3. Buzzer (Carreira, 2020) เป็นลำโพงแบบแม่เหล็กขนาดเล็ก ใช้พลังงานไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5 v สามารถนำไปประยุกต์เพื่อทำให้ส่งเสียงในรูปแบบต่างๆ ได้ ด้วยขนาดเล็ก และระดับเสียงอยู่ในระดับที่บุคคลทั่วไปสามารถได้ยินได้ชัดเจน แต่ก็ไม่ส่งเสียงดังจนเกินไป ผู้วิจัยจึงนำ Buzzer มาประยุกต์ใช้กับระบบของผู้วิจัย เพื่อส่งเสียงเตือนให้ผู้ที่มีปัดประตู หันหลังกลับมาปิดประตูอีกครั้ง

4. บริการ Line Notify (บริษัทไอบีดีเว็บ จำกัด, 2563) เป็นบริการของแอปพลิเคชัน Line ที่จะช่วยส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังบัญชี Line และกลุ่ม Line ต่างๆ ผ่าน API ที่ Line ได้พัฒนาไว้ โดยผู้วิจัยเลือกใช้งานบริการ Line Notify เพราะสามารถพัฒนาให้เข้ากับระบบได้ง่าย การใช้งาน API เข้าใจได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน และมีแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการนำ Line Notify มาประยุกต์ใช้กับระบบ บนอินเทอร์เน็ตเป็นจำนวนมาก

3.3 ออกแบบการทำงานของระบบ

จากการวิเคราะห์ระบบ จึงนำไปสู่ผลการออกแบบการทำงานของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) จำลองการทำงานของอุปกรณ์ 2) แผนผังการทำงานของระบบ และ 3) สถาปัตยกรรมของระบบ โดยทั้ง 3 หัวข้อดังกล่าวจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

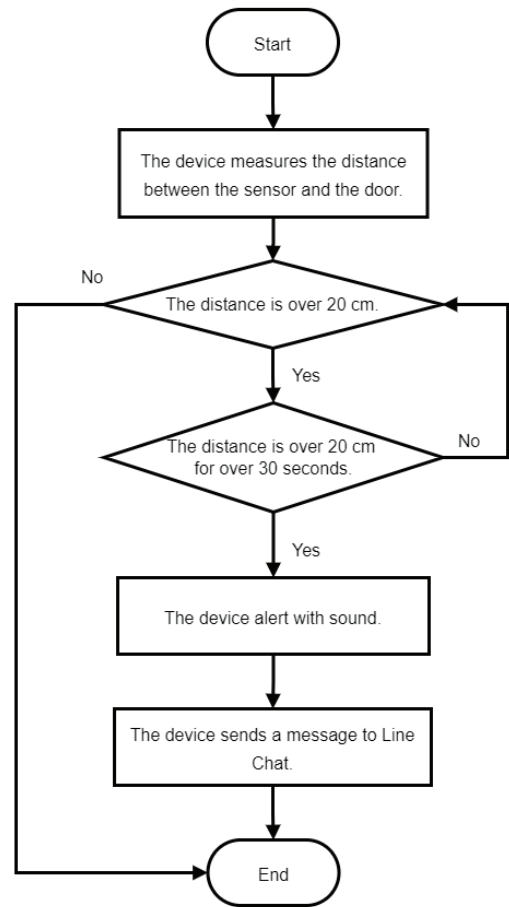


ภาพประกอบ 1 จำลองการทำงานของอุปกรณ์

จากภาพประกอบ 1 จำลองการทำงานของอุปกรณ์ จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานของวงจรจับการลืมปิดประตูหอพัก ซึ่งประตูที่อยู่ภายในภาพ จะเป็นประตูแบบบานพับตามหอพักทั่วไป โดย สีแดง หมายถึงอุปกรณ์ของผู้วิจัย เส้นประสีดำ หมายถึง คลื่น Ultrasonic ที่อุปกรณ์ปล่อยออกมา เพื่อตรวจจับการเปิดปิดประตู สีเขียว หมายถึง บานประตูหอพัก เมื่อประตูหอพักถูกปิดอยู่ ดังภาพด้านซ้าย คลื่นที่ถูกปล่อยจากอุปกรณ์จะไม่กระทบกับบานประตู ทำให้อุปกรณ์เข้าใจว่าประตูถูกปิดไว้อยู่ แต่เมื่อประตูถูกเปิดไว้ ดังภาพด้านขวา คลื่นที่ถูกปล่อยจากอุปกรณ์จะกระทบกับบานประตูกลับมายังอุปกรณ์ ทำให้อุปกรณ์เข้าใจว่าประตูถูกเปิดอยู่ จากนั้นอุปกรณ์จะนับถอยหลัง 30 วินาที เมื่อนับถอยหลังจนครบ อุปกรณ์จะทำการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์ แต่ถ้าประตูถูกปิดก่อน 30 วินาที อุปกรณ์จะไม่ทำการแจ้งเตือน และจะเริ่มนับถอยหลัง 30 วินาที อีกครั้งเมื่อประตูถูกเปิดครั้งถัดไป

จากภาพประกอบ 2 แผนผังการทำงานของระบบของระบบ จะแสดงให้เห็นการทำงานภาพรวมทั้งหมดของระบบ โดยสามารถอธิบายได้เป็นขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มการทำงาน
2. อุปกรณ์วัดระยะทางระหว่างอุปกรณ์กับบานประตู
3. ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ กับบานประตูเกิน 20 เซนติเมตรหรือไม่ ซึ่งจากภาพ ขั้นตอนนี้สามารถแบ่งเป็น 2 เงื่อนไขได้ ดังต่อไปนี้
 - 3.1) ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ กับบานประตูไม่เกิน 20 เซนติเมตร ระบบจะข้ามไปดำเนินการขั้นตอนที่ 7 ทันที และ
 - 3.2) ระยะทางระหว่างเซ็นเซอร์ HC-SR04 กับประตูเกินที่กำหนดไว้ ระบบจะทำงานต่อไปยังขั้นตอนที่ 4

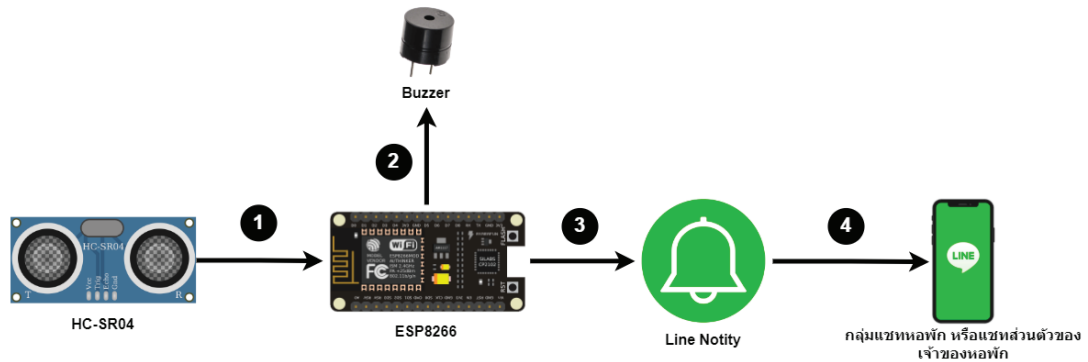


ภาพประกอบ 2 แผนผังการทำงานของระบบ

4. ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ กับบานประตูเกิน 20 เซนติเมตร เป็นเวลา 30 วินาทีหรือไม่ ซึ่งจากภาพ ขั้นตอนนี้สามารถแบ่งเป็น 2 เงื่อนไขได้ดังต่อไปนี้

- 4.1) ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ กับบานประตูเกิน 20 เซนติเมตร ไม่เป็นเวลา 30 วินาที ระบบจะย้อนกลับไปทำงานยังขั้นตอนที่ 3 อีกครั้ง
- 4.2) ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ กับบานประตูเกิน 20 เซนติเมตร เป็นเวลา 30 วินาที ระบบจะทำงานต่อไปยังขั้นตอนที่ 5

5. อุปกรณ์ส่งเสียงเตือน เพื่อให้มีบุคคลที่ได้ยินมาปิดประตูหอพัก



ภาพประกอบ 3 สถาปัตยกรรมของระบบ

6. ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก เพื่อให้ทราบว่ามี การลืมปิดประตูหอพักเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว

7. จบการทำงาน

จากภาพประกอบ 3 สถาปัตยกรรมของระบบ จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบ ซึ่งจากภาพดังกล่าวการทำงานสามารถอธิบายได้เป็นขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนในภาพประกอบเป็นขั้นตอนจำลอง ในกรณีที่บานประตูหอพักถูกเปิดทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วินาที แล้ว โดยรายละเอียดของขั้นตอนทั้งหมดจะมีดังต่อไปนี้ 1) HC-SR04 ส่งค่าระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์กับบานประตู ที่วัดได้ไปให้ ESP8266 2) ESP8266 สั่งให้ Buzzer แจ้งเตือนเป็นเสียง 3) ESP8266 ส่งข้อความ ที่ต้องการจะแสดงการแจ้งเตือนไปให้ Line Notify และสุดท้าย 4) Line Notify ส่งข้อความแจ้งเตือนเป็นเสียง และข้อความไปยัง กลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก

3.4 วิธีการทดลอง

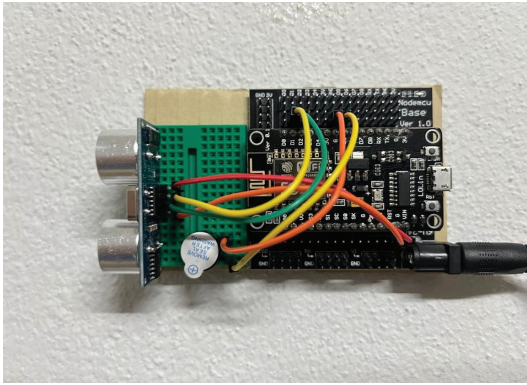
จากหัวข้อกำหนดเงื่อนไขสำหรับการทำงานของระบบ เพื่อให้ระบบของผู้วิจัยสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขทั้ง 3 ข้อ ที่กล่าวไป ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการทดลอง โดยแบ่งเป็น 2 การทดลองดังต่อไปนี้ 1) ทดลองการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก

หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก และ 2) ทดลองการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์

โดยในการทดลองการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก และการทดลองการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์ ผู้วิจัยจะทดลองโดยการนำระบบไปติดตั้งยังตำแหน่งที่ใช้งานจริง คือ ตำแหน่งที่บานประตูเปิดถึง 90 องศา ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 5 จากนั้นผู้วิจัยจะจำลองเปิดประตูค้างไว้เป็นเวลา 30 วินาที เป็นจำนวน 40 ครั้ง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยดังสมการใน (1) เพื่อทดลองว่า 1) ระบบของผู้วิจัยสามารถแจ้งเตือนเป็นข้อความและเสียงไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพักได้หรือไม่ และมีความรวดเร็วในการแจ้งเตือนมากน้อยเพียงใด และ 2) ระบบของผู้วิจัยมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงที่ตัวอุปกรณ์ได้หรือไม่ และมีความรวดเร็วในการแจ้งเตือนมากน้อยเพียงใด

3.5 วิธีการประเมินความพึงพอใจ

เพื่อให้งานวิจัยของผู้วิจัย สามารถแก้ปัญหาที่กล่าวไปในหัวข้อบนนี้ได้จริง และสามารถนำไปใช้งานได้ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง ผู้วิจัยจึงจะนำระบบไปติดตั้งในหอพักแห่งหนึ่ง ณ จังหวัดพิษณุโลก และผู้วิจัยจะให้เจ้าของหอพัก และผู้เช่าหอพัก ร่วมทำ



ภาพประกอบ 4 อุปกรณ์ของระบบสำหรับแจ้งเตือน
การลืมปิดประตูหอพักผ่านแอปพลิเคชันไลน์

แบบประเมินระบบของผู้วิจัย โดยจำนวนผู้เข้าร่วม
การประเมินระบบของผู้วิจัยมีทั้งหมด 20 คน โดย
หัวข้อที่จะประเมินมีทั้งหมด 6 หัวข้อ ดังต่อไปนี้
1) ระบบมีการใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน 2) ลักษณะ
การออกแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานและ
สถานที่ 3) สามารถแจ้งเตือนเมื่อลืมปิดประตูหอพัก
เมื่อใช้งานเสร็จแล้ว 4) มีความน่าเชื่อถือต่อการใช้งาน
5) มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์
ใช้หรือนำไปต่อยอดได้ และสุดท้าย 6) ช่วยเพิ่มความ
ปลอดภัยให้แก่เจ้าของหอพัก และผู้เช่าหอพัก และ
เมื่อได้ผลการประเมินของทั้ง 6 หัวข้อจากผู้เช่า และ
เจ้าของหอพักแล้ว ผู้วิจัยจะนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธี
ทางสถิติ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยดังสมการ (1) และหา
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังสมการ (2) เพื่อนำ
ค่าเฉลี่ยมาแปลผลตามเกณฑ์การประเมิน ซึ่งเกณฑ์
การประเมินจะแบ่งออกออกเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้
1) คะแนนเฉลี่ย 0.0 ถึง 1.0 คือน้อยที่สุด 2) คะแนน
เฉลี่ย 1.1 ถึง 2.0 คือน้อย 3) คะแนนเฉลี่ย 2.1 ถึง
3.0 คือปานกลาง 4) คะแนนเฉลี่ย 3.1 ถึง 4.0 คือดี
และสุดท้าย 5) คะแนนเฉลี่ย 4.1 ถึง 5.0 คือดีมาก
(ภฤณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2563)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad (1)$$



ภาพประกอบ 5 ตำแหน่งของการติดตั้ง
อุปกรณ์ของระบบ

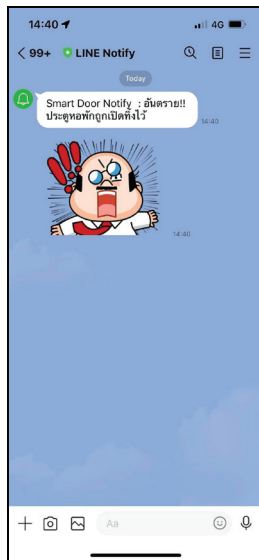
$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n(\bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

4. ผลการพัฒนา ผลการทดลอง และ ผลการประเมินระบบ

4.1 ผลการพัฒนา

จากภาพประกอบ 4 อุปกรณ์ของระบบสำหรับ
แจ้งเตือนการลืมปิดประตูหอพักผ่านแอปพลิเคชันไลน์
เป็นภาพอุปกรณ์ของระบบสำหรับแจ้งเตือนการลืม
ปิดประตูหอพักผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ที่ผู้วิจัยพัฒนา
จนสำเร็จแล้ว ซึ่งจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ
ที่สำคัญทั้งหมดดังนี้ 1) ESP8266 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่
สั่งการให้เซ็นเซอร์ HC-SR04 ทำงาน ก่อนที่จะนำ
ผลที่ได้มาประมวลผลการลืมปิดประตูหอพัก และ
สั่งการให้ Buzzer ส่งเสียง หรือแจ้งเตือนเป็นเสียง
และส่งข้อความไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือ
แชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก เมื่อประมวลผลแล้ว
ว่าบานประตูถูกเปิดเป็นเวลา 30 วินาที 2) เซ็นเซอร์
HC-SR04 ที่จะปล่อย และรับคลื่น Ultrasonic เพื่อ
ใช้ในการวัดระยะห่างระหว่างตัวอุปกรณ์กับบานประตู
หอพัก 3) Buzzer จะคอยรับคำสั่งจาก ESP8266
เพื่อส่งเสียงเตือน

จากภาพประกอบ 5 ตำแหน่งของการติดตั้ง
อุปกรณ์ของระบบ ตำแหน่งที่จะให้อุปกรณ์ของระบบ



ภาพประกอบ 6 การแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชท
ของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก
ในแอปพลิเคชัน Line

ทำงานได้ คือ ตำแหน่งที่บ้านประตูถูกเปิดไว้ 90 องศา
ตัวอย่างดังภาพประกอบด้านบน เพราะเนื่องจาก
อุปกรณ์จะทำการตรวจจับจากบานประตู ถ้าบานประตู
ถูกเปิดไว้ดังภาพประกอบด้านบน จะทำให้ระยะห่าง
ระหว่างอุปกรณ์กับบานประตู มีระยะน้อยกว่าที่กำหนดไว้
จึงทำให้ระบบเข้าใจว่าบานประตูถูกเปิดไว้อยู่
และถ้าระยะห่างระหว่างอุปกรณ์กับบานประตู
มีระยะน้อยกว่าที่กำหนดไว้เป็นเวลา 30 วินาที ระบบ
จึงจะทำการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก
หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก และทำการ
แจ้งเตือนเป็นเสียงที่ตัวอุปกรณ์

จากภาพประกอบ 6 การแจ้งเตือนไปยัง
กลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของ
หอพัก ในแอปพลิเคชัน Line โดยในการแจ้งเตือน
ไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของ
เจ้าของหอพัก ประตูหอพักจะต้องถูกเปิดทิ้งไว้เป็น
เวลา 30 วินาที ระบบจึงจะทำการส่งข้อความแจ้ง
เตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วน
ตัวของเจ้าของหอพัก ซึ่งการแจ้งเตือนจะประกอบ
ไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้ 1) ข้อความการแจ้งเตือนว่า
“อันตรายประตูหอพักถูกเปิดทิ้งไว้” 2) สติ๊กเกอร์ของ
แอปพลิเคชัน Line ที่สื่อความหมายถึงความอันตราย
ซึ่งการส่งข้อความสำหรับการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชท
ของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพักที่
ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้พัฒนาโดยใช้บริการของ
Line Notify ตามที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในหัวข้อคัดเลือก
อุปกรณ์ และบริการสำหรับพัฒนาระบบ

4.2 ผลการทดลอง

จากตาราง 1 ผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าการ
ทดลองการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก
หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก และทดลองการ
แจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เอง ระบบของ
ผู้วิจัยสามารถแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เอง
และแจ้งเตือนเป็นเสียง และข้อความไปยังกลุ่มแชท
ของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก
ได้ครบทั้ง 40 ครั้งที่ผู้วิจัยทำการทดลอง ซึ่งระยะเวลา
เฉลี่ยที่ใช้ในการส่งการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของ
ผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพักเป็น

ตาราง 1 ผลการทดลอง

การทดลอง	การแจ้งเตือน	ระยะเวลาเร็ว ที่สุด	ระยะเวลาช้า ที่สุด	ระยะเวลาเฉลี่ย 40 ครั้ง
1) ทดลองการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชท ของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของ เจ้าของหอพัก	40 ครั้ง	2.748 วินาที	2.969 วินาที	2.854 วินาที
2) ทดลองการแจ้งเตือนเป็นเสียงจาก ตัวอุปกรณ์	40 ครั้ง	2.431 วินาที	2.712 วินาที	2.681 วินาที

ตาราง 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบ

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1) ระบบมีการใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน	4.4	0.66	ดีมาก
2) ลักษณะการออกแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานและสถานที่	3.7	0.95	ดี
3) สามารถแจ้งเตือนเมื่อลืมนัดนัดหมายหรือเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว	4.6	0.66	ดีมาก
4) มีความน่าเชื่อถือต่อการใช้งาน	3.8	0.77	ดี
5) มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือนำไปต่อยอดได้	3.9	0.79	ดี
6) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่เจ้าของหอพัก และผู้เช่าหอพัก	4.0	0.84	ดี
รวม	4.1	0.85	ดีมาก

เวลา 2.854 วินาที และระยะเวลาเฉลี่ยที่ตัวอุปกรณ์ใช้เพื่อประมวลผล ก่อนที่จะส่งเสียงเป็นเวลา 2.681 วินาที โดยผู้วิจัยมีความเห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขสำหรับการทำงานของระบบ และมีความเร็วสำหรับการแจ้งเตือนอยู่ในระดับที่รวดเร็ว เพราะเนื่องจากใช้เวลาในการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก และแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เอง เพียงภายใน 3 วินาที

4.3 ผลการประเมินผลความพึงพอใจของระบบ

จากตาราง 2 ผลการประเมินระบบ ซึ่งเป็นผลการประเมินระบบจากเจ้าของหอพัก และผู้เช่าหอพัก ในหอพักแห่งหนึ่งใน จังหวัดพิษณุโลก โดยจากผลการประเมินจากตาราง ผู้วิจัยพบว่าผลการประเมินแต่ละหัวข้ออยู่ในระดับดี และดีมาก ซึ่งผลการประเมินของแต่ละหัวข้อจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1) ระบบมีการใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 4.4 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.66 แปลผลเป็นดีมาก 2) ลักษณะการออกแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานและสถานที่ มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 3.7 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.95 แปลผลเป็นดี

3) สามารถแจ้งเตือนเมื่อลืมนัดนัดหมายหรือเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 4.6 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.66 แปลผลเป็นดีมาก 4) มีความน่าเชื่อถือต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 3.8 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.77 แปลผลเป็นดี 5) มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือนำไปต่อยอดได้ มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 3.9 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.79 แปลผลเป็นดี และสุดท้าย 6) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่เจ้าของหอพัก และผู้เช่าหอพัก มีค่าเฉลี่ยของผลการประเมินอยู่ที่ 4.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.84 แปลผลเป็นดี

5. อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาระบบ เพื่อแจ้งเตือนการลืมนัดนัดหมาย โดยระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพัก หรือแชทส่วนตัวของเจ้าของหอพัก พร้อมทั้งมีการแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์เมื่อมีการลืมนัดนัดหมายหรือเมื่อใช้งานเสร็จแล้วเป็นเวลา 30 วินาที จากผลทดลองระบบนั้น ผู้วิจัยได้จำลองเปิดประตูค้างไว้เป็นจำนวน 40 ครั้ง ผลการทดลองพบว่าสามารถแจ้งเตือนไปยังกลุ่มแชทของผู้เช่าหอพักและเจ้าของหอพัก และสามารถแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์แสดงได้ครบทั้ง

40 ครั้ง และระยะเวลาเฉลี่ยที่ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังเซฟเป็นเวลา 2.854 วินาที และระยะเวลาเฉลี่ยที่ตัวอุปกรณ์ใช้เพื่อประมวลผลก่อนที่จะส่งเสียงเป็นเวลา 2.681 วินาที นอกจากนั้นได้มีการประเมินผลความพึงพอใจของระบบจากเจ้าของหอพักและผู้เช่าหอพักจำนวน 20 คน ด้วยวิธีการทางสถิติ คือ การหาค่าเฉลี่ย และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งพบว่าผลการประเมินระบบอยู่ในระดับดี

ข้อกำหนดในการติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้แม่นยำ จะต้องใช้กับประตูหอพักที่เป็นบานพับ และต้องติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่ในจุดที่อุปกรณ์ตรวจจับสามารถปล่อยคลื่น Ultrasonic เพื่อตรวจจับการเปิดของบานประตูได้ ดังภาพประกอบ 1 และภาพประกอบ 5 เมื่อนำไปติดตั้งตามตำแหน่งดังกล่าวแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi ที่ปล่อยจากอุปกรณ์ ผ่านโทรศัพท์ เพื่อเข้าสู่หน้าจอเลือกเครือข่าย Wi-Fi ของหอพัก ซึ่งเป็นเครือข่ายที่มีอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล

ปัญหาที่พบในงานวิจัยนี้ เนื่องจากระบบของผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจจับการลืมปิดประตูหอพัก แต่ในกรณีที่ผู้เช่า หรือเจ้าของหอพักมีความประสงค์ที่จะเปิดประตูเป็นเวลานานๆ เพื่อทำการขนของ หรือกิจกรรมอื่นๆ ระบบก็ยังแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์ ไปเรื่อยๆ จนประตูจะถูกปิดจึงอาจจะก่อให้เกิดความไม่สะดวกได้ และในกรณีที่เครือข่าย Wi-Fi ของหอพักไม่สามารถใช้งานได้ ระบบจะไม่สามารถแจ้งเตือนไปยังกลุ่มเซฟของผู้เช่าหอพัก และเจ้าของหอพัก แต่จะยังสามารถแจ้งเตือนเป็นเสียงจากตัวอุปกรณ์ได้อยู่

แนวทางการงานวิจัยในอนาคต เนื่องจากการงานวิจัยนี้เป็นการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) มาพัฒนาอุปกรณ์ และระบบของผู้วิจัยสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อื่นๆ ภายในหอพักได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำระบบไปประยุกต์ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ 1) กล้องวงจรปิด เพื่อสามารถบันทึก

วิดีโอในขณะที่ประตูหอพักถูกเปิดไว้เป็นเวลานานได้ 2) ระบบการปิดประตูของหอพัก เพื่อให้สามารถปิดประตูได้โดยการควบคุมจากระยะไกล 3) ระบบตรวจจับไฟไหม้ เพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้เช่าได้ทันทีที่เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมประชาสัมพันธ์. (2563). *Internet of Things (IoT)*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <http://km.prd.go.th/iot-platform/>
- กฤษฎพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2563). *ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean and Standard Deviation)*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://touchpoint.in.th/mean-sd/>
- دنوپھ سوامسۇڭ ۋە نىنلىنىڭ سادىر. (2560). *ระบบเตือนภัยภายในบ้านบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต*. สืบค้น 22 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/15723>
- ไทยรัฐ. (2564). *คืนสุดสยอง หม่อมลึกลับบุกทางสาวในห้องบนคอนโด ก่อนออกมาหมดลมที่หน้าลิฟต์*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://www.thairath.co.th/news/crime/22737>
- บริษัทไอบัดดีเว็บจำกัด. (2563). *Line Notify ตัวช่วยใหม่ให้คุณไม่พลาดข่าวสารสำคัญทางธุรกิจ*. สืบค้น 23 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://www.ibuddyweb.com/news/line-notify/>
- โปรททุเคย์. (2564). *ระทึก! ความปลอดภัยของหอพักอยู่ไหน ปลดคนขึ้นมาชั้น 6 ไล่ทุบประตูทุกห้อง*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://www.brighttv.co.th/social-news/dormitory-condo-legal-entity>

- ฝนทิพย์ วงศ์ศุภชาติกุล. (2558). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเช่าห้องพักสำหรับการอยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล*. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัยและชัยพร อัดโดดดร. (2563). แบบจำลองระบบไอโอทีสำหรับฟาร์มไก่อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิทยาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม*, 7(2), 73-86. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JEET/article/view/243422>
- เรืองเล่าเช้านี้. (2564). นิสิตสาว ม.ดังผวา โรคจิตบุกหอห้อย กนก.ที่ลูกบิด ปีนช่องลมส่งเสียงคราง. สืบค้น 20 ธันวาคม 2564. สืบค้นจาก <https://ch3plus.com/news/program/232900>
- โกศิ บุญนารกร. (2564). *ระบบให้อาหารม้าแบบอัตโนมัติด้วยไอโอที*. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุชาติ คุ่มมะณี, เอกราช อาจเจริญและพีรวัส ชะนอบรัมย์. (2565). การพัฒนาเบรกเกอร์อัจฉริยะเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัยจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร. *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์*, 4(1), 48-61. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/246883>
- Carreira, R. (2020). *ESP8266 NodeMCU Make some noise with buzzers*. Retrieved 15 January 2022. Retrieved from <https://www.geekering.com/categories/embedded-sytems/esp8266/ricardocarreira/esp8266-nodemcu-make-some-noise-with-buzzers/>
- Chandra, M. R., Kumar, B. V., & Babu, B. S. (2017). IoT enabled home with smart security. *Proceeding of the International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*. 1-2 August 2017, IEEE, <https://doi.org/10.1109/ICECDS.2017.8389630>
- ElectroPeak. (2019). *Getting Started w/NodeMCU ESP8266 on Arduino IDE*. Retrieved 15 January 2022. Retrieved from <https://create.arduino.cc/projecthub/electropeak/getting-started-w-nodemcu-esp8266-on-arduino-ide-28184f>
- Hoque, M. A. & Davidson, C. (2019). Design and Implementation of an IoT-Based Smart Home Security System. *International Journal of Networked and Distributed Computing*, 7(2), 85-92. <https://doi.org/10.2991/ijndc.k.190326.004>
- ProjectHub. (2019). *Ultrasonic Sensor HC-SR04 with Arduino Tutorial*. Retrieved 10 January 2022. Retrieved from <https://create.arduino.cc/projecthub/abdularbi17/ultrasonic-sensor-hc-sr04-with-arduino-tutorial-327ff6>
- Wadhwani, S., Singh, U., Singh, P., & Dwivedi, S. (2018). Smart home automation and security system using Arduino and IOT. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(2), 1357-1359. <https://www.irjet.net/archives/V5/i2/IRJET-V5I2296.pdf>