

ระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่พักอาศัยบนพื้นฐานแนวคิดอินเทอร์เน็ต เพื่อทุกสิ่งผ่านโปรโตคอล MQTT

ไชยพงศ์ จันธราภักย์บุญ และ ประเสริฐศักดิ์ อู่อรุณ

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Email: krencyp@gmail.com, prasertsak.u@ku.th

บทคัดย่อ

การนำระบบสมาร์ตโฮมเข้ามาช่วยในการอำนวยความสะดวกให้กับผู้พักอาศัยในปัจจุบันแพร่หลายอย่างมาก และมุ่งเน้นไปในการใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มความสามารถระบบสมาร์ตโฮมให้สามารถใช้งานเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยภายในที่พักอาศัยร่วมด้วย โดยการประยุกต์ใช้ระบบคลาวด์ผ่านโปรโตคอล MQTT ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นได้จำลองรูปแบบการตรวจสอบความผิดปกติด้วยการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่เมื่อพบสิ่งต้องสงสัยเกิดขึ้น เช่น เปลวไฟ คิว้น และบุคคลที่เข้ามาภายในที่พักอาศัย เป็นต้น การเพิ่มความสามารถให้กับระบบสมาร์ตโฮมสามารถช่วยให้ผู้พักอาศัยใช้ประโยชน์จากระบบดังกล่าวได้มากขึ้น ซึ่งการทำงานของระบบตรวจสอบความผิดปกติสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดได้

คำสำคัญ — ระบบสมาร์ตโฮม; ระบบรักษาความปลอดภัย; อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง; โปรโตคอล MQTT; ระบบคลาวด์; ราสเบอร์รี่พาย; แอปพลิเคชันมือถือ

ABSTRACT

The smart home is a concept of computing in controlling home appliances that is widely used and focus on the facilitation to control various devices. Thus, we had an idea to enhance feature of smart home system, which is use for the security within the residence. In this paper, we propose the smart home

system based on Cloud Computing system via MQTT protocol, which help to notify suspicious events such as flame of fire, smoke, and intruder person to mobile device directly. Moreover, we build the experimental residence with small model to validate the functionalities of application. Finally, the smart home system with security enhancement can take advantage of such a system and able to function in security purpose that meet the objectives set.

Keyword — Smart Home; Security System; Internet of things; MQTT Protocol; Cloud Computing; Raspberry Pi; Mobile Application

1. บทนำ

ในยุคแห่งการเจริญเติบโตของอุปกรณ์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ต ระบบสมาร์ตโฮมได้รับความนิยมในระดับที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการพัฒนารูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย ทั้งสามารถเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้งานผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ รองรับการดำเนินงานทั้งแบบอัตโนมัติ และแบบสั่งงานได้โดยตรง อย่างไรก็ตามระบบสมาร์ตโฮมส่วนใหญ่มักเน้นที่การอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่พักอาศัยเป็นหลัก [1] มีการใช้ระบบคลาวด์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ [4][5] และมีระบบรักษาความปลอดภัยในการตรวจจับผู้บุกรุกเข้ามาภายในที่พักอาศัย [3] แต่อย่างไรก็ตามความไม่

ปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นกับชีวิตและทรัพย์สิน อาจมาจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นภายในที่פקอาศัยซึ่งมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆภายในที่פקอาศัย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบสมาร์ตโฮมที่ดูแลเกี่ยวกับความปลอดภัยเป็นการเฉพาะขึ้น ด้วยการประยุกต์ใช้แนวคิด “อินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่ง” ร่วมกับการใช้โปรโตคอล MQTT และระบบคลาวด์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ในการดูแลความปลอดภัยต่าง ๆ ภายในที่פקอาศัย โดยระบบที่พัฒนาขึ้นได้ทำการจำลองรูปแบบที่פקอาศัยขนาดเล็กเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบ ซึ่งสามารถรองรับกรณีเกิดความผิดปกติต่าง ๆ ได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุก เป็นต้น ระบบจะสามารถแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุต่าง ๆ ขึ้น

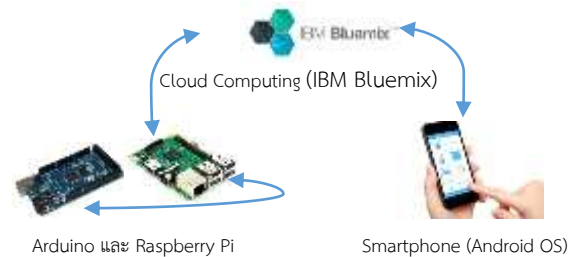
2. ทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ (เช่น เซอร์) ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกเพิ่มเติมได้ผ่าน I/O พอร์ต

Raspberry Pi เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อกับจอมอนิเตอร์ คีย์บอร์ด และเมาส์ได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม และยังสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้ ซึ่งเราสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้โดยการนำข้อดีของ Arduino ที่มีความสามารถแปลงสัญญาณ Analog และ Raspberry Pi ที่สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการได้ เพื่อใช้ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยการใช้ Serial Interface ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Arduino และ Raspberry Pi เพื่อการรับส่งข้อมูล [2] ทั้งนี้ผู้วิจัยจะได้นำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้งานร่วมกันเพื่อรับและส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านระบบคลาวด์

3. การออกแบบระบบ

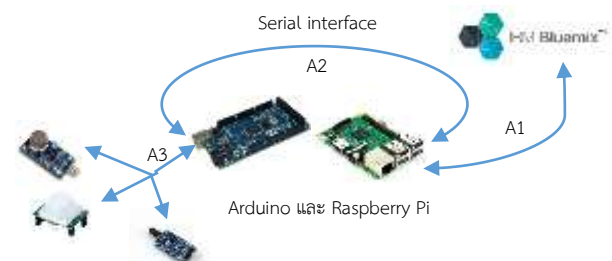
ระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่פקอาศัยบนพื้นฐานแนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งผ่านโปรโตคอล MQTT ประกอบด้วย 3 ส่วนการทำงาน ได้แก่ ส่วนการทำงานของ Arduino และ Raspberry Pi, ส่วนการทำงานของ Cloud Computing (IBM Bluemix) และส่วนการทำงานของ Smartphone (Android OS)



ภาพที่ 1 ภาพรวมของการทำงานทั้งระบบ

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการทำงานทั้งระบบ เป็นการส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความ JSON ประกอบด้วยสามส่วนคือ Raspberry Pi and Arduino, Cloud Computing (IBM Bluemix) และ Smartphone (Android OS)

3.1 ส่วนการทำงานของ Raspberry Pi และ Arduino



ภาพที่ 2 ส่วนการทำงานของ Raspberry Pi และ Arduino

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงส่วนการทำงานของ Raspberry Pi และ Arduino ซึ่งมีลำดับการทำงานดังนี้

3.1.1 Raspberry Pi มีส่วนเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ (IBM Bluemix) และบอร์ด Arduino ผ่านทางจุดเชื่อมต่อ A1 และ A2 ตามลำดับ โดย A1 สื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย A2 เชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ซึ่ง Raspberry Pi เป็นส่วนควบคุมและสื่อกลางในการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง Cloud Computing (IBM Bluemix) กับบอร์ด Arduino เพื่อควบคุมและรายงานสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยที่ Raspberry Pi มีหน้าที่จัดการรูปแบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับ Arduino ให้เป็นไปตามข้อมูลที่ได้

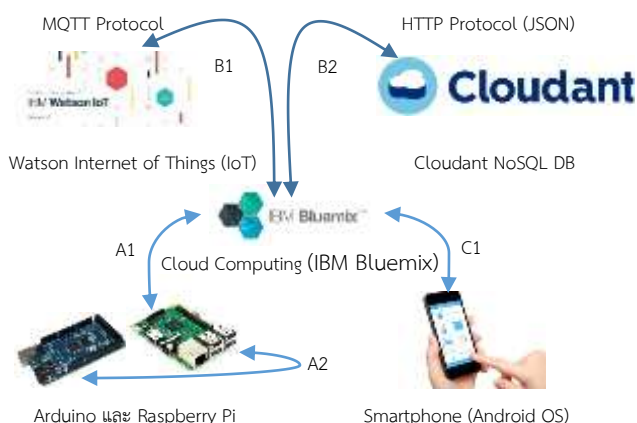
รับมาจากส่วนของ Smartphone (Android OS) ซึ่งแบ่งการทำงานได้ 2 แบบดังนี้

3.1.1.1 ควบคุมแบบสั่งการเอง (Manual) เป็นการควบคุมการทำงานของภายในแบบจำลองที่ปักอาศัยผ่านแอปพลิเคชัน โดยที่ Raspberry Pi จะทำหน้าที่ส่งต่อข้อมูลไปยัง Arduino เพื่อที่จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับ Arduino

3.1.1.2 ควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic) เป็นการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในแบบจำลองที่ปักอาศัยผ่านแอปพลิเคชันโดยที่ผู้ใช้ได้มีการตั้งค่าการทำงานเอาไว้เพื่อให้ Raspberry Pi ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่อ่านข้อมูลได้จาก Arduino ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และกรณีผิดปกติต่าง ๆ ได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุกกลับไปยัง Arduino เพื่อที่จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับ Arduino

3.1.2 Arduino เป็นส่วนของบอร์ดที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ทำงานโดยรับข้อมูลจากส่วนควบคุม หรือ Raspberry Pi ผ่านจุดเชื่อมต่อ A2 และมีหน้าที่อ่านข้อมูลสภาพแวดล้อมจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ รวมทั้งส่งคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ผ่านทางสายเชื่อมต่อ A3 ในการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ใช้เซ็นเซอร์จำนวน 3 ชนิดได้แก่ Motion Sensor ใช้ตรวจจับความเคลื่อนไหว, Fire Sensor ใช้ตรวจจับการเกิดเปลวไฟ และ Gas Sensor ใช้ตรวจจับการเกิดควัน

3.2 ส่วนการทำงานของ IBM Bluemix



ภาพที่ 3 ส่วนการทำงานของ Cloud Computing (IBM Bluemix)

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการทำงานบน Cloud Computing (IBM Bluemix) หลังจากรับส่งข้อมูลที่มาจากรaspberry Pi และ Smartphone มีลำดับการทำงานดังนี้

3.2.1 เมื่อมีการรับส่งข้อมูลจากส่วน A1 ที่มาจาก Raspberry Pi หรือ มีการรับส่งข้อมูลจากส่วน C1 ที่มาจาก Smartphone ซึ่งระบบคลาวด์ที่ได้เตรียมไว้จะถูกจัดการดังนี้

- ข้อมูลจะถูกส่งไปยังส่วน B1 เพื่อรับส่งข้อมูลไปยัง Watson Internet of Things (IoT) ผ่านโปรโตคอล MQTT

- ข้อมูลจะถูกส่งไปยังส่วน B2 เพื่อเก็บหรืออ่านข้อมูลไปยัง Cloudant NoSQL DB ผ่านโปรโตคอล HTTP

3.2.2 ในส่วนของ IoT Service จะใช้ MQTT Message ในการรับส่งข้อมูลซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ Topic และ Message ซึ่ง Topic ทำหน้าที่เป็นตัวอ้างอิงหลักของข้อมูลที่จะส่ง Message ไปยัง Watson Internet of Things (IoT) และ Message ทำหน้าที่เป็นหน่วยข้อมูลของระบบที่ใช้ส่งให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะการทำงาน โดยในส่วนของ Message เมื่อมีการรับส่งข้อมูลมาจากส่วน B1 จะจัดการกับข้อมูลของส่วนที่เป็นผู้ส่งข้อมูลและผู้รับข้อมูลจากหัวข้อ (Topic) ซึ่งเป็นตัวอ้างอิงหลักของข้อมูลที่จะส่งออกไปยัง Broker ของ IoT Service ที่ติดต่อสื่อสารกัน เพื่อให้เกิดการสื่อสารในหัวข้อของข้อมูลที่ได้ตกลงกันไว้ของทั้งฝั่ง Raspberry Pi และ Smartphone ฝ่ายผู้ส่งข้อมูลคือ Publisher และฝ่ายผู้รับข้อมูลคือ Subscriber ซึ่ง Raspberry Pi และ Smartphone ทำหน้าที่ทั้ง Publisher และ Subscriber แต่ต่างส่วนการทำงานออกไป

3.2.3 Cloudant NoSQL เป็นการเก็บข้อมูลด้วยโครงสร้างข้อความแบบ JSON เพราะมีความกระชับ และมีภาษาหลาย ๆ ภาษาที่รองรับการใช้งานข้อความแบบ JSON เมื่อมีการรับส่งข้อมูลมาจากส่วน B2 จะจัดการกับข้อมูลโดยการเก็บบันทึกอ่าน หรือ แก้ไข ข้อมูลสถานะการทำงานที่มาจาก Raspberry Pi และ Smartphone ในรูปแบบ JSON โดยมีการอ้างอิงการเข้าถึงข้อมูลด้วยตัวแปร _id เช่น

```
{ "_id": "configrpi",
  "_rev": "5-ce253f7cdc67602259ff4ac59cdab383",
  "modeAI": 1, "inHome": 1, "lightVar": 100,
  "temperatureVar": 30, "smokeVar": 0, "fireVar": 0,
  "motionVar": 1, "ultrasonicVar": 20, "raindropVar": 0 }
```

ข้อมูลข้างต้นเป็นตัวอย่าง JSON Message ที่อยู่ในฐานข้อมูล config-raspberrypi3 ซึ่งเก็บบันทึกการตั้งค่าของ Raspberry Pi เพื่อให้ Raspberry Pi นำข้อมูลไปวิเคราะห์สถานการณ์ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและการแจ้งเตือนกรณีผิดปกติได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุก ซึ่งประกอบด้วย

- ตัวแปร _id หรือ _rev ที่ใช้อ้างอิงในการเข้าถึงข้อมูลชุดนี้
- ตัวแปร modeAI คือโหมดการทำงานของ Raspberry Pi (หมายเลข 1 คือ automatic mode หมายเลข 0 คือ manual mode)
- ตัวแปร inHome คือโหมดการทำงานของ Raspberry Pi (หมายเลข 1 คือ อยู่บ้าน หมายเลข 0 คือ ไม่อยู่บ้าน)
- ตัวแปร lightVar คือค่าแสงสว่าง
- ตัวแปร temperatureVar คือค่าอุณหภูมิ
- ตัวแปร smokeVar คือค่าสถานะการเกิดควัน (หมายเลข 0 คือเกิดควัน หมายเลข 1 คือไม่เกิดควัน)
- ตัวแปร fireVar คือค่าสถานะการเกิดแสงไฟ (หมายเลข 0 คือมีแสงไฟ หมายเลข 1 คือไม่มีแสงไฟ)
- ตัวแปร motionVar คือสถานะความเคลื่อนไหว (หมายเลข 1 คือเคลื่อนไหว หมายเลข 0 คือไม่เคลื่อนไหว)
- ตัวแปร ultrasonicVar คือค่าระยะห่างของวัตถุ
- ตัวแปร raindropVar คือสถานะของน้ำเมื่อมีฝน (หมายเลข 0 คือมีฝน หมายเลข 1 คือไม่มีฝน)

ทั้งนี้ค่าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การแจ้งเตือนกรณีผิดปกติได้แก่ modeAI, inHome, motionVar, fireVar และ smokeVar ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า จะใช้ค่าทั้งหมดที่มีในฐานข้อมูล config-raspberrypi3

จากภาพที่ 4 การทำงานของแอปพลิเคชัน บน Smartphone มีลำดับการทำงานดังนี้ การออกแบบระบบการทำงานในส่วน of แอปพลิเคชัน บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ จะอาศัยรูปแบบการทำงานแยกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนแสดงผลสถานะของ อุปกรณ์ไฟฟ้ารวมถึงการแจ้งเตือนกรณีผิดปกติ และส่วนส่งคำสั่งเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยแบ่งเป็นลำดับประกอบด้วย

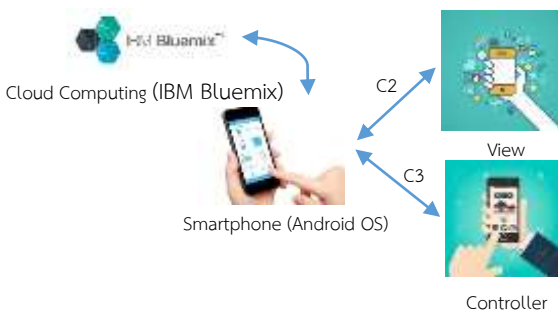
3.3.1. เมื่อมีการรับส่งข้อมูลจากส่วน C1 จากระบบ Cloud Computing (IBM Bluemix) จะถูกส่งไปแสดงผลในส่วน of View ผ่าน C2 และ รับคำสั่งการควบคุมจาก Controller ผ่านส่วน C3

3.3.2. View เป็นส่วนการแสดงผลให้ทราบถึงการทำงานของฝั่ง Raspberry Pi เมื่อได้รับข้อมูลมาจาก Cloud Computing (IBM Bluemix) และส่งผ่านส่วน C2 ซึ่งเป็นข้อมูลจากการอ่านค่า เซ็นเซอร์ สถานะของการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ประวัติการทำงานค่าของ เซ็นเซอร์ ประวัติการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุก

3.3.3. Controller เป็นส่วนการควบคุมการทำงานต่าง ๆ โดยส่งข้อมูลผ่านส่วน C3 ดังนี้

- สามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยการส่งข้อมูลไปที่ Cloud Computing (IBM Bluemix) เพื่อส่งต่อไปยัง Raspberry Pi
- สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการทำงานของระบบให้เป็นแบบอัตโนมัติ และ ควบคุมด้วยมือได้
- สามารถปรับเปลี่ยนการวิเคราะห์การทำงานของ Raspberry Pi ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมทั้งแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุก

3.3 ส่วนการทำงานของ Smartphone (Android OS)



ภาพที่ 4 ส่วนการทำงานของ Smartphone (Android OS)

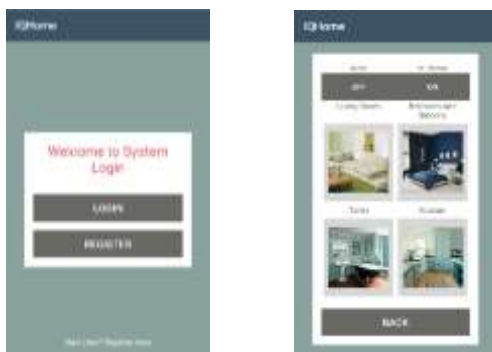
4. การพัฒนาระบบ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบทางผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของแบบจำลองที่พิกอาศัย และส่วนของแอปพลิเคชัน บนอุปกรณ์เคลื่อนที่



ภาพที่ 5 ส่วนที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า, เซ็นเซอร์, Arduino และ Raspberry Pi ติดตั้งลงบนแบบจำลองที่พิกอาศัย

จากภาพที่ 5 เป็นส่วนของแบบจำลองที่พิกอาศัย ประกอบด้วยห้องนั่งเล่น, ห้องนอนรวมถึงระเบียง, ห้องครัว และห้องน้ำ โดยที่ Motion Sensor ได้ทำการติดตั้งที่ห้องนั่งเล่น ส่วน Fire Sensor และ Gas Sensor ได้ทำการติดตั้งที่ห้องครัว



ภาพที่ 6 หน้าการใช้งาน IQHome Application

จากภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างหน้าจอของแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน ประกอบด้วย หน้าหลักเพื่อเข้าใช้งาน และหน้าจอภาพเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานได้โดยแบ่งเป็นห้องต่าง ๆ ตามที่ได้ติดตั้งไว้



ภาพที่ 7 หน้าการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติ

จากภาพที่ 7 เมื่อเกิดสถานการณ์ความผิดปกติภายในที่พักอาศัย จะมีการแจ้งเตือนขึ้นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ได้แก่ Catch Fire! หมายถึงเมื่อมีเปลวไฟเกิดขึ้น, Smoke! หมายถึงเมื่อมีควันเกิดขึ้น และ Intruder! หมายถึงเมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามาในที่พักอาศัย การดักจับผู้บุกรุกใช้กลไกการจับการเคลื่อนไหวโดยใช้เซ็นเซอร์ ซึ่งจะทำให้การแจ้งเตือนก็ต่อเมื่อผู้ใช้เปิดใช้งานการแจ้งเตือน ในขณะที่ไม่มีคนอยู่บ้าน หากมีคนอยู่บ้านผู้ใช้งานสามารถปิดโหมดการแจ้งเตือนได้ เพื่อไม่ให้ระบบสนใจความเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น

5. การทดสอบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบโดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 กรณี ได้แก่ ทดสอบการตรวจจับการเกิดเปลวไฟ, ทดสอบการตรวจจับการเกิดควัน และ ทดสอบการตรวจจับความเคลื่อนไหว จากกรณีที่ได้กล่าวมาผู้วิจัยได้จำลองการทำงานถึงสถานการณ์ภายในที่พักอาศัยโดยนำส่วนการทำงานของ Raspberry Pi and Arduino ติดตั้งลงในแบบจำลองที่พิกอาศัย (แสดงดังภาพที่ 5) และทดสอบโดยการจำลองเหตุการณ์ภายในที่พักอาศัยด้วยการทำให้มีวัตถุเคลื่อนไหวภายในที่พักอาศัย จุดไฟ และทำให้เกิดควันโดยใช้ธูป เพื่อให้แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ Smartphone มีการตอบสนองในการแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติ ได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และเกิดการบุกรุก ให้ผู้ใช้งานได้ทราบ โดยได้ทำการสุ่มผู้ใช้งาน 10 คน คนละ 10 ครั้ง รวม 100 ครั้ง ผลการทดลองสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ผู้ใช้งาน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ภาพที่ 8 ตารางการทดสอบการแจ้งเตือนการเกิดเปลวไฟ, การเกิดควัน และเกิดการบุกรุกจากการสุ่มผู้ใช้งาน 5 คนแรก

ผู้ใช้งาน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

ภาพที่ 9 ตารางการทดสอบการแจ้งเตือนการเกิดเปลวไฟ, การเกิดควัน และเกิดการบุกรุกจากการสุ่มผู้ใช้งาน 5 คนสุดท้าย

ในการทดสอบการแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติ แอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ซึ่งได้ทำการทดลองกับ Smartphone ต่างรุ่นต่างยี่ห้อของการสั่งการพบว่า 90% ตอบสนองในการแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติได้ถูกต้อง อีก 10% พบว่าไม่สามารถตอบสนองในการแจ้งเตือนกรณีเกิดความผิดปกติได้ ซึ่งสาเหตุของปัญหามาจากเครือข่ายที่ไม่เสถียร และปัญหาที่ตัวฮาร์ดแวร์ (แสดงดังภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9) ส่วน การแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ยังสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ผ่าน Cloud Computing (IBM Bluemix)

6. สรุป

จากการศึกษาและพัฒนาาระบบรักษาความปลอดภัยภายในที่พักอาศัยบนพื้นฐานแนวคิดอินเทอร์เน็ตเพื่อทุกสิ่งผ่านโปรโตคอล MQTT สามารถแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานถึงเหตุการณ์ในกรณีที่เกิดความผิดปกติได้แก่ การเกิดควัน การเกิดไฟ และผู้บุกรุกได้แบบทันทีทันใดในขณะที่ผู้ใช้ไม่ได้อยู่ภายในที่พักอาศัย และยัง สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องผ่าน Cloud Computing (IBM Bluemix) อย่างไรก็ตามการแจ้งเตือนผู้บุกรุก ยังไม่สามารถถ่ายภาพที่ปรากฏ ณ ขณะนั้นได้ ทำให้ขาดความสมบูรณ์ในการแจ้งเตือน ซึ่งหากใช้งานร่วมกับระบบ CCTV ได้จะสามารถทำให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ทศวิน จ้างประเสริฐ. 2541. Smart Home บ้านอัจฉริยะ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.vcharkarn.com/project/655>. (30 มกราคม 2560)
- [2] AdrieSentosa. 2015. Raspberry Pi - Arduino Serial Communication. Last Access: <https://www.instructables.com/id/Raspberry-Pi-Arduino-Serial-Communication/> (30 January 2017)
- [3] G. Sowjanya and S. Nagaraju, "Design and implementation of door access control and security system based on IOT," 2016 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), Coimbatore, 2016, pp. 1-4. (30 January 2017)

- [4] I. I. Pătru, M. Carabaş, M. Bărbulescu and L. Gheorghe, "Smart home IoT system," 2016 15th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research, Bucharest, 2016, pp. 1-6. (30 January 2017)
- [5] R. K. Kodali, V. Jain, S. Bose and L. Boppana, "IoT based smart security and home automation system," 2016 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA), Noida, 2016, pp. 1286-1289. (30 January 2017)