

การตรวจจับและแจ้งเตือนอัตโนมัติของการล้มในห้องน้ำโดยเซนเซอร์อินฟราเรด Automatic Detection and Alert of Fall in a Restroom by Infrared Sensor

กรกนก สาระนั้น และ นันทิยา ชัยบุตร
Kornkanok Saranan and Nuntiya Chaiyabut

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
Electrical and Electronics Department, School of Engineering, Bangkok University

*Corresponding author e-mail: nuntiya.cb@bu.ac.th

(Received February 21, 2020, Revised :March 18, 2020, Accepted :June 1, 2020)

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำซึ่งพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยระบบนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัด ไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ส่งสัญญาณ ข้อมูลในส่วนตรวจวัดสัญญาณจะถูกวัดโดยอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางแบบอินฟราเรดและส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งในบทความนี้ใช้อาร์ดูโน ยูโน ในการประมวลผลการล้ม ผลที่ได้จากการประมวลผลจะถูกส่งออกด้วยอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปยังแหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆโดยใช้โหนด เอ็มซียู สำหรับอุปกรณ์รับสัญญาณคือโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งสัญญาณแจ้งเตือนที่ถูกส่งไปยังแอปพลิเคชันไลน์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เมื่อมีการล้มในห้องน้ำเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพิ่มเติมเพื่ออำนวยความสะดวกในการขอความช่วยเหลือตามที่ผู้ใช้งานได้ระบุไว้ ผลการทดสอบระบบตรวจจับและแจ้งเตือนการล้มอัตโนมัติสรุปได้ว่าระบบสามารถแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำผ่านแอปพลิเคชันไลน์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุก 10 วินาทีเมื่อการล้มเกิดขึ้นโดยมีความถูกต้องแม่นยำในการวัดร้อยละ 98

คำสำคัญ: การตรวจจับการล้มอัตโนมัติ, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, การแจ้งเตือนอัตโนมัติ, ห้องน้ำ

Abstract

This paper presents the automatic detection and alert of fall in a restroom which is developed by internet of things (IoT) concept. The system consists of sensors, microcontroller, transmitter, and receiver device. The data are measured by infrared distance sensors and sent to the microcontroller. In this paper, Arduino Uno is used for processing the fall. Then the results of processing are transmitted to the cloud by Node MCU. The receiver device is a mobile phone. The alert signal is sent to Line application on a mobile phone when a fall in a restroom appears. Moreover, we develop the application for the Android operating system on mobile devices. This application is designed to facilitate the request for help as specified by the user. The test result of the automatic detection and alert system is the system can alert through the Line application on mobile devices for every ten seconds after the fall event occurs with 98 percent accuracy.

Keywords: Automatic Fall detection, Internet of Things, Auto alert, Restroom

1. บทนำ

การพลัดตกหกล้มเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่สองในกลุ่มของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ โดยสาเหตุอันดับที่หนึ่งคือการ

เกิดอุบัติเหตุบนทางถนน ซึ่งการหกล้มทำให้เกิดอาการบาดเจ็บตั้งแต่การบาดเจ็บเล็กน้อยจนถึงขั้นรุนแรง คือ การเสียชีวิตได้ในช่วงหกเดือนแรกของปี พ.ศ. 2551 พบว่า การพลัดตกหกล้ม

ที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 18 โดยเกิดขึ้นในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย ซึ่งการพลัดตกหกล้มมีความถี่ของการเกิดนอกเขตเทศบาลสูงกว่าในเขตเทศบาล ในขณะเดียวกันจะเกิดในพื้นที่ภาคกลางสูงกว่าภาคอื่น (NHESO, 2009) การพลัดตกหกล้มในกลุ่มผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่ารวมทุกกลุ่มอายุประมาณ 3 เท่าในปี พ.ศ. 2552 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เป็น 4 เท่าในปี พ.ศ. 2561 (Ministry of public health, 2019)

ระบบการแจ้งเตือนการล้มที่ผ่านมาโดยมากจะถูกพัฒนาโดยอาศัยกล้องในการจับภาพ ซึ่งมีทั้งกรณีใช้กล้องตรวจจับความร้อนเพื่อนำภาพที่ได้ไปผ่านกระบวนการประมวลผลภาพในการบ่งชี้สถานะการล้มของคนในขณะที่เข้าห้องน้ำ (Kido et al., 2009; Shirogane et al., 2019) และการใช้กล้องบันทึกภาพเพื่อนำภาพที่ได้ไปประมวลผลผ่านสมองกลฝังตัวก่อนส่งผลรายงานการล้มเท่านั้น (Chotikawanich, 2012) หรือมีการนำอัลกอริทึมใหม่ๆ ทางด้านปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการประมวลผลเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้กับบ้านอัจฉริยะ (de Miguel et al., 2017) ซึ่งการนำวิธีการดังกล่าวไปใช้กับการตรวจสอบการล้มในห้องน้ำถือได้ว่าเป็นวิธีการที่ก่อให้เกิดความรู้สึกสูญเสียความเป็นส่วนตัวเนื่องจากการใช้กล้องในการบันทึกภาพในห้องน้ำ ถึงแม้ว่ารูปที่บันทึกจะมีได้ถูกส่งออกก็ตาม ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวระบบแจ้งเตือนการล้มที่ทำให้ไม่สูญเสียความเป็นส่วนตัวและสร้างความสะดวกสำหรับผู้อยู่อาศัยจึงถูกพัฒนาขึ้น

ระบบแจ้งเตือนการล้มจากการศึกษาของหลายงานวิจัยได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการตรวจจับมุมที่เปลี่ยนแปลงไปตามแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเอียง (GP1S036HEZ) (Thawornwong et al., 2011) ในบางงานวิจัยใช้เซนเซอร์วัดความเร่งแบบ 3 แกนโดยใช้บอร์ด FiO-Std (Kanjananoppawong & Puttha, 2013) หรือเซนเซอร์วัดความเร่งแบบบลูทูธ (Bluetooth accelerometer) (Sompang & Jaruwittayakowit, 2017) ซึ่งอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นจะถูกติดตั้งบริเวณเอวของผู้สูงอายุ เพื่อวัดมุมที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อผู้ใช้เกิดการล้ม แต่ผู้ใช้ต้องสวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าวตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบการล้มทำให้เกิดความไม่สะดวกในกรณีต้องเข้าห้องน้ำ

บทความฉบับนี้นำเสนอระบบแจ้งเตือนการล้ม โดยมีการตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่พิจารณา ในที่นี้เจาะจงไปที่เหตุการณ์การเกิดการล้มบริเวณห้องน้ำซึ่งเป็นสถานที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดการล้มมากที่สุด โดยได้พัฒนาอุปกรณ์ในการตรวจวัดสัญญาณเพื่อนำไปประมวลผลการทำงานที่

ไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งผ่านสัญญาณจากการประมวลผลแล้วไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อแจ้งเตือนการล้มผ่านแอปพลิเคชันไลน์ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพิ่มเติมเพื่ออำนวยความสะดวกในการขอความช่วยเหลือตามที่ผู้ใช้งานได้รับไว้ โดยการทดสอบระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำดำเนินการผ่านการจำลองท่าทางในการล้ม 4 ท่าทางคือ ท่านอนคว่ำหน้า ท่านอนหงายหน้า ท่านอนตะแคงข้าง และท่านั่งกึ่งนอน ซึ่งผลการทดสอบระบบการแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำสามารถมั่นใจได้ว่าระบบสามารถแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2. วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 หัวข้อ ประกอบด้วย อุปกรณ์แจ้งเตือนการล้มและการประเมินผลความถูกต้องของระบบแจ้งเตือนการล้ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

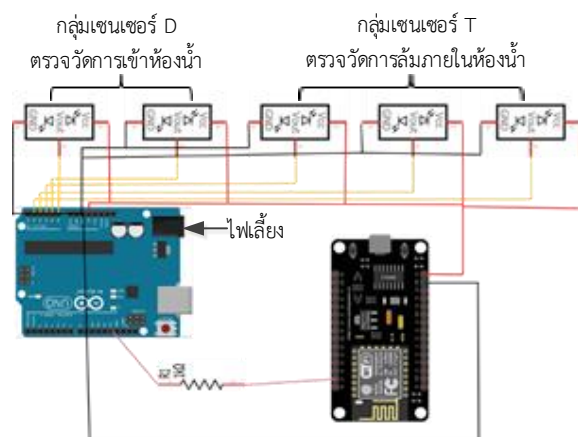
2.1 อุปกรณ์แจ้งเตือนการล้ม

อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดการล้มอาศัยแนวคิดของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่ว่าอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ย่อมสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับส่งสัญญาณที่ต้องทำงานอย่างถูกต้องและครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด ระดับเครือข่ายที่ต้องคำนึงถึงการสร้างระบบให้สามารถใช้งานในเครือข่ายได้ และระดับประยุกต์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของภาคธุรกิจหรืออุตสาหกรรม (de Miguel et al. 2017; Mattern & Floerkemeier, 2010) โดยที่ผ่านมามีการนำอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ เช่น การแสดงข้อมูลแบบที่วัดได้แบบทันทีทันใด (real time) (Perera et al., 2014) และการแจ้งเตือนการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Casini, 2014)

อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดการล้มถูกพัฒนาขึ้นจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ (sensor) ชนิดการวัดระยะทางแบบอินฟราเรด รุ่น Sharp GP2Y0A02 ซึ่งสามารถวัดระยะทางได้ 20 - 150 เซนติเมตร โดยมีเวลาหน่วงในการส่งสัญญาณสูงสุดไม่เกิน 5 มิลลิวินาที (Nilrak et al., 2018) ทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในงานนี้เลือกใช้อาร์ดูโน ยูโน (Arduino Uno) เนื่องจากมีช่องรับสัญญาณแบบอนาล็อก (analog input) เพียงพอต่อการใช้งานร่วมกับตัวรับสัญญาณและ โหนด เอ็มซียู (Node MCU) เนื่องจากมีโมดูลไวไฟ (Wi-Fi module) ภายในสำหรับใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยอาร์ดูโนและโหนด เอ็มซียู สื่อสารกันแบบอนุกรม (serial

communication) ภายใต้มาตรฐาน RS232 ทั้งนี้ดำเนินการส่งสัญญาณผ่านช่องสัญญาณ Tx และ Rx ของบอร์ดทั้งสอง โดยใช้ขาราวตีในการอ้างอิง

โดยอาร์ดูโน ยูโน ถูกนำมาใช้สำหรับการประมวลผลจากสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณและกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณมากกว่า 1 ตัว สำหรับ โหนด เอ็มซียู ถูกนำมาใช้ในการส่งผลการประเมินที่ได้ไปยัง โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมีการต่อวงจรดังรูปที่ 1 โดยในรูปแสดง การเชื่อมต่ออุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณจำนวน 5 ตัว



รูปที่ 1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แจ้งเตือนการล้ม

2.2 การประเมินผลความถูกต้อง

การประเมินผลความถูกต้อง (Accuracy) ของปริมาณที่ได้จากการตรวจวัดการทำงานของระบบสามารถพิจารณาได้จาก ค่าความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) เนื่องจากการประเมินในค่าความไวและความจำเพาะของระบบ มีความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพที่ดีกว่าการวัดความถูกต้อง โดยตรงเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ ในกรณีที่เหตุการณ์ขึ้นจริงและระบบทำงานกับกรณีที่ไม่เกิดเหตุการณ์และระบบไม่ทำงาน ซึ่งกรณีทั้ง 2 กรณีถือได้ว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเช่นเดียวกัน โดยเหตุการณ์ต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นในระบบสามารถแบ่งออกเป็น 4 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เหตุการณ์เกิดขึ้นจริง และระบบมีการทำงานจริง เรียกว่า ผลบวกที่เป็นจริง (True Positive: TP)

กรณีที่ 2 เหตุการณ์เกิดขึ้นจริง แต่ระบบไม่มีการทำงาน เรียกว่า ผลลบที่ไม่เป็นจริง (False Negative: FN)

กรณีที่ 3 ไม่เกิดเหตุการณ์ขึ้นจริง แต่ระบบมีการทำงาน เรียกว่า ผลบวกที่ไม่เป็นจริง (False Positive: FP)

กรณีที่ 4 ไม่เกิดเหตุการณ์ขึ้นจริง และระบบไม่มีการทำงานจริง เรียกว่า ผลลบที่เป็นจริง (True Negative: TN)

ความไว (Sparkfun, 2019; Wangsuphachart, 2018) คือ สัดส่วนของผลบวกที่เป็นจริงต่อผลรวมของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด เมื่อพิจารณาความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ นั่นคือ ความสามารถในการตรวจจับการล้ม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ ร้อยละความไวสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ (2)

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \quad (1)$$

$$\%Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \times 100 \quad (2)$$

ความจำเพาะ (Sparkfun, 2019; Wangsuphachart, 2018) คือ สัดส่วนของผลลบที่เป็นจริงต่อผลรวมของเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นจริงทั้งหมด เมื่อพิจารณาความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ นั่นคือ ความสามารถในการตรวจจับว่าไม่เกิดการล้ม ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) และร้อยละความจำเพาะสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ (4)

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3)$$

$$\%Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \times 100 \quad (4)$$

ความถูกต้อง (Sparkfun, 2019; Wangsuphachart, 2018) คือ ระดับความเที่ยงตรงของการวัดโดยพิจารณาจากค่าที่วัดได้ว่าใกล้เคียงกับเป้าหมายเพียงใด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6) และ (5)

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FN + TN + FP} \quad (5)$$

$$\%Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FN + TN + FP} \times 100 \quad (6)$$

การประเมินผลความถูกต้องในการวัดนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อประเมินผลการทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดการล้มที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้

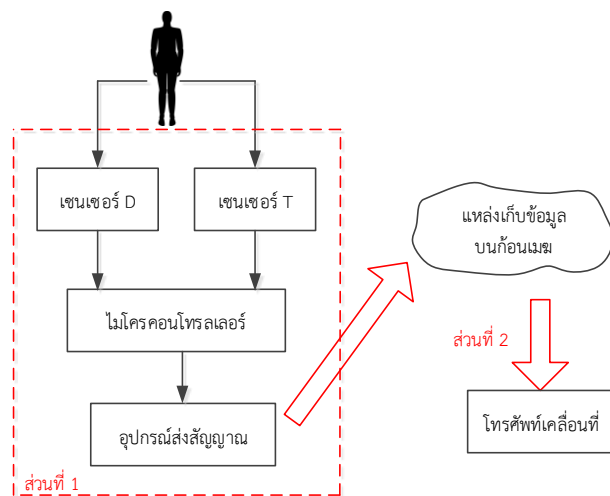
3. การออกแบบ

การออกแบบระบบแจ้งเตือนการล้นน้ำประกอบ 2 ส่วนหลัก คือ การออกแบบระบบการทำงานและการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการล้น

3.1 การออกแบบระบบการทำงาน

ระบบแจ้งเตือนการล้นน้ำถูกออกแบบให้การทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนแรก คือ ส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ และส่วนที่สอง คือ ส่วนรับสัญญาณ โดยแสดงผลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ในกรณีที่เกิดการล้นขึ้นจริงภายในห้องน้ำ สามารถแสดงแผนภาพการทำงานได้ดังรูปที่ 2

จากแผนภาพการทำงานระบบแจ้งเตือนการล้น ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ ประกอบด้วยกลุ่มอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ (เซนเซอร์) D และ T โดยกลุ่มอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ D ทำหน้าที่ในการตรวจวัดสถานะการเข้าห้อง สำหรับกลุ่มอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ T ทำหน้าที่ตรวจวัดสถานะการล้นภายในห้อง ซึ่งในงานนี้กำหนดขอบเขตให้มีการตรวจสอบการล้นภายในห้องน้ำเท่านั้น



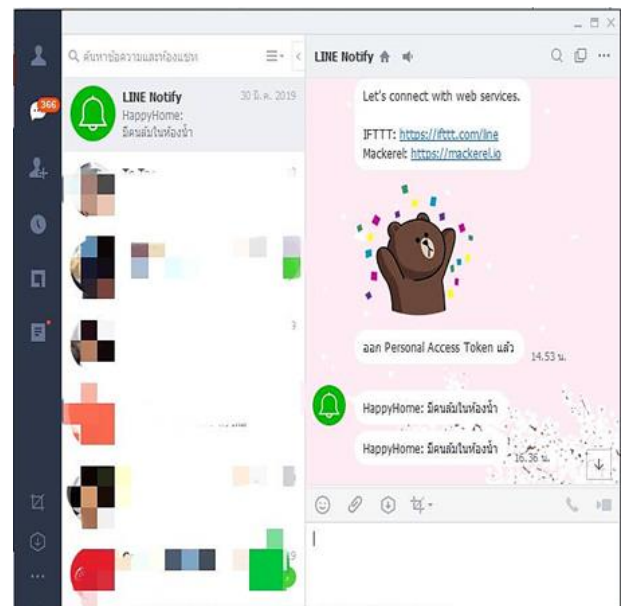
รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานระบบแจ้งเตือนการล้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ในที่นี้ทำหน้าที่ในการรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณเพื่อประมวลผลและส่งข้อมูลแจ้งเตือนขึ้นสู่แหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆผ่านอุปกรณ์ส่งสัญญาณ (โหนดเอ็มซียู)

สำหรับแหล่งข้อมูลบนก้อนเมฆในที่นี้เลือกใช้รูปแบบการเก็บข้อมูลผ่านไฟร์เบส (Firebase) ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม (Platform) ที่รวบรวมเครื่องมือและโครงสร้างต่างๆ สำหรับจัดการทางด้านต่างๆ ภายใน (Backend) จึงสร้างความสะดวกให้แก่การพัฒนาแอปพลิเคชัน

สำหรับส่วนที่ 2 คือ ส่วนรับสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการแจ้งเตือนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้จะแจ้งเตือนการผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) และส่วนของการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อระบุเบอร์โทรฉุกเฉิน ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในกรณีต้องการความช่วยเหลือแบบเร่งด่วน

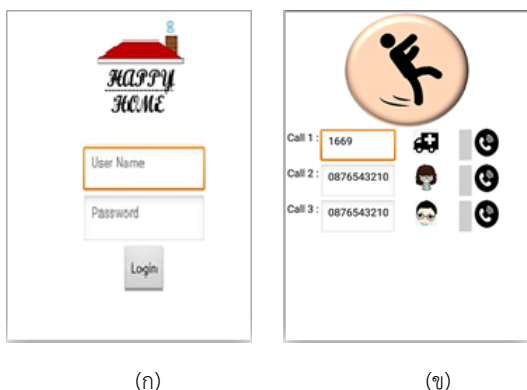
การแจ้งเตือนการผ่านแอปพลิเคชันไลน์ อาศัย Line Notify ซึ่งให้บริการโดยไลน์ในรูปแบบ API ซึ่งเป็นการสื่อสารผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (hypertext transfer protocol: http) โดยใช้ RESTful API และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสำหรับการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้อย่างสะดวก โดยข้อความนี้จะแจ้งเตือนทุก 10 วินาที จนกว่าผู้ที่เกิดอุบัติเหตุได้รับการช่วยเหลือออกจากห้องน้ำจึงหยุดการส่งข้อความ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การแจ้งเตือนการผ่านแอปพลิเคชันไลน์

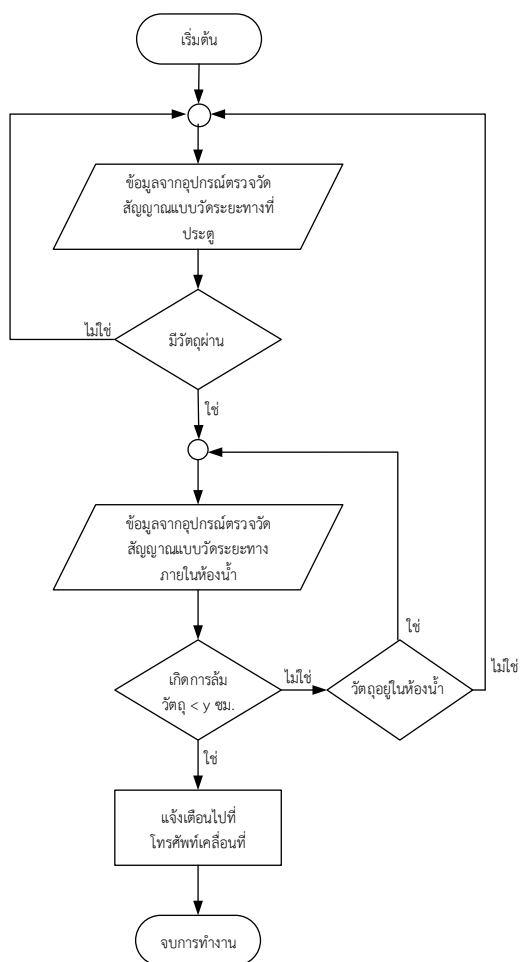
การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันได้ถูกออกแบบและพัฒนาโดยใช้โปรแกรม MIT App Inventor (Dounghaklang et al., 2017) ให้ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Operating System) โดยมีการรักษาความปลอดภัยก่อนเข้าใช้งานด้วยการยืนยันตัวตนผ่านการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน แสดงดังรูปที่ 4 (ก) เมื่อป้อนรหัสผ่านแล้วจะเข้าสู่หน้าต่างสำหรับกรอกหมายเลขฉุกเฉินที่ผู้ใช้ต้องการ โดยในที่นี้กำหนดให้มีการกรอกหมายเลขฉุกเฉินได้ 3 หมายเลข ซึ่งผู้ใช้

สามารถกดโทรออกจากหน้าแอปพลิเคชันนี้ได้โดยตรง ดังแสดง
ในรูปที่ 4 (ข)



รูปที่ 4 แอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่

การทำงานของระบบแจ้งเตือนคนล้มในห้องน้ำสามารถแสดงได้
ดังแผนผังขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 5



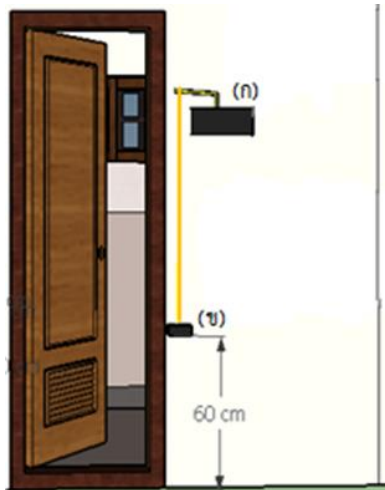
รูปที่ 5 แผนผังขั้นตอนการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้ม

ขั้นตอนการทำงานของระบบแจ้งเตือนคนล้มในห้องน้ำ
สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 รับค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณแบบวัดระยะทางที่ประตูทางเข้าห้องน้ำ
- ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบว่ามีวัตถุผ่านหรือไม่ ถ้าใช่ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 3 ถ้าไม่ใช่ให้กลับไปขั้นตอนที่ 1
- ขั้นตอนที่ 3 สั่งให้อุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณแบบวัดระยะทางที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องน้ำทำงานเพื่อดำเนินการตรวจสอบการล้มในห้องน้ำ
- ขั้นตอนที่ 4 รับค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณแบบวัดระยะทางภายในห้องน้ำ
- ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบการล้มภายในห้องน้ำตามเงื่อนไขที่ว่าวัตถุอยู่ต่ำกว่า y เซนติเมตรหรือไม่ ถ้าใช่ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 6 ถ้าไม่ใช่ให้ไปที่ขั้นตอนที่ 7
- ขั้นตอนที่ 6 แจ้งเตือนไปที่โทรศัพท์เคลื่อนที่
- ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบว่ามีวัตถุอยู่ในห้องน้ำหรือไม่ ถ้าใช่ให้กลับไปขั้นตอนที่ 4 ถ้าไม่ใช่ให้กลับไปยังขั้นตอนที่ 1

3.2 การออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการล้ม

การนำอุปกรณ์แจ้งเตือนการล้มติดตั้งที่ห้องน้ำเพื่อทดสอบการทำงานได้มีการออกแบบให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือส่วนที่ใช้ตรวจสอบการเข้า-ออกห้องน้ำ (กลุ่มเซ็นเซอร์ D) โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณแบบวัดระยะทาง 2 ชุด ประกอบด้วย ชุดด้านนอกและด้านในห้องน้ำเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบโดยภายนอกห้องน้ำมีการติดตั้งกล่องบรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ไว้ที่ตำแหน่ง (ก) ซึ่งระยะการติดตั้งขึ้นอยู่กับความสะดวกของเจ้าบ้านชุด และติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 60 เซนติเมตร ดังรูปที่ 6 สำหรับรูปที่ 7 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณด้านนอก (ข) และด้านในห้องน้ำ (ค) เพื่อตรวจวัดการเข้าออกห้องน้ำ



รูปที่ 6 ระยะการติดตั้งอุปกรณ์ที่หน้าประตูห้องน้ำ



รูปที่ 7 ระยะการติดตั้งอุปกรณ์ที่หน้าประตูห้องน้ำ

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนการตรวจวัดการล้มภายในห้องน้ำ (กลุ่มเซนเซอร์ T) ประกอบด้วยเซนเซอร์จำนวน 3 ตัว ซึ่งเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวนี้อาศัยการตรวจวัดระยะทาง โดยถ้ามีการล้มเกิดขึ้นในห้องน้ำแล้วระยะทางที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้จะยาวกว่ากรณีที่ไม่มีการล้มในห้องน้ำ เนื่องจากไม่มีส่วนของร่างกายมาขวางระยะทางในการวัดของเซนเซอร์ สำหรับการออกแบบในงานวิจัยนี้อ้างอิงห้องน้ำที่มีขนาดกว้าง ยาว สูง คือ 1 X 2 X 2.5 เมตร ตามลำดับ มีฝักบัว ไม่มีอ่างอาบน้ำ และห้องอาบน้ำแยกเป็นสัดส่วน โดยเมื่อเปิดประตูเข้าห้องน้ำจะพบกับอ่างล้างหน้า โถสุขภัณฑ์ และฝักบัวอาบน้ำ ซึ่งภาพมุมมองของการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดถูกติดตั้งภายในห้องน้ำแสดงดังรูปที่ 8



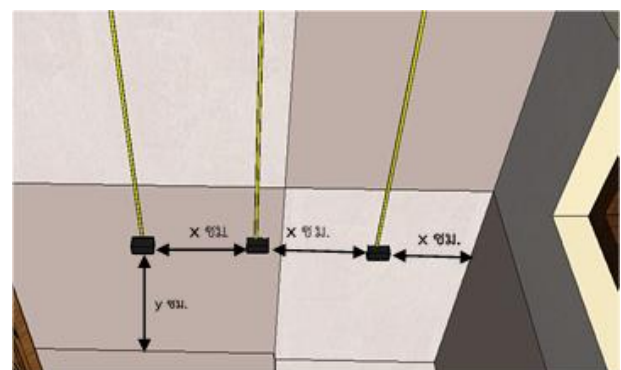
รูปที่ 8 ภาพมุมมองบนของการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดภายในห้องน้ำ

จากผลการสำรวจรูปร่างทั่วประเทศของศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) (National Electronics and Computer Technology Center, 2009) พบว่า รูปร่างผู้ชายไทยและผู้หญิงไทยโดยเฉลี่ย สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยรูปร่างผู้ชายไทยและผู้หญิงไทย

เพศ	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	รอบอก (ซม.)	รอบเอว (ซม.)	รอบสะโพก (ซม.)
ผู้ชาย	68.83	169.46	99.20	84.79	37.40
ผู้หญิง	57.40	157.00	91.09	79.83	38.50

จากข้อมูลในตารางที่ 1 เพื่อให้สามารถตรวจสอบการล้มภายในห้องน้ำได้จึงออกแบบให้อุปกรณ์ตรวจวัดถูกติดตั้งดังรูปที่ 9 โดยมีค่า x และ y เท่ากับ 25 และ 75 ซม. ตามลำดับ



รูปที่ 9 ระยะการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดภายในห้องน้ำ

ทั้งนี้ระยะ x และ y ของการติดตั้งและจำนวนของอุปกรณ์ตรวจวัด สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามขนาดของห้องน้ำและรูปร่างของผู้ใช้งานจริง

4. ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อทดสอบระบบการทำงานของระบบแจ้งเตือนการล้นในท้องน้ำของงานวิจัยนี้จะดำเนินการทดสอบทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนการตรวจวัดการเข้าออกท้องน้ำ และส่วนการตรวจวัดการล้นภายในท้องน้ำ โดยได้แสดงผลการทดลองความถูกต้องในการวัดแยกในแต่ละส่วน ดังรายละเอียดด้านล่าง

4.1 ผลการตรวจวัดการเข้าออกท้องน้ำ

การทดลองความถูกต้องในส่วนของการตรวจวัดการเข้า-ออกท้องน้ำซึ่งอ้างอิงตำแหน่งจากรูปที่ 6 และ 7 ได้ดำเนินการผ่านกรณีศึกษา 4 กรณี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กรณีศึกษาของการทดลองการตรวจวัดการเข้า-ออกท้องน้ำ

กรณี	ลำดับการทำงานของอุปกรณ์วัด	ผลลัพธ์
1	(ข)	ไม่ผ่านเข้าท้องน้ำ
2	(ข)→(ค)	ผ่านเข้าท้องน้ำ
3	(ข)→(ค) แล้ว (ค)	ผ่านเข้าแต่ไม่ออกจากท้องน้ำ
4	(ข)→(ค) แล้ว (ค)→(ข)	ผ่านเข้าและออกจากท้องน้ำ

ผลการทดลองการตรวจวัดการเข้า-ออกท้องน้ำในแต่ละกรณี สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3 โดยทำการทดลองกรณีละ 10 ครั้งเพื่อให้มั่นใจว่าการทำงานของส่วนการตรวจสอบการเข้าออกท้องน้ำมีเสถียรภาพ ซึ่งจะพบว่า การทำงานของส่วนนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำในทุกกรณีและทุกครั้งที่ทำการทดลอง

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการตรวจวัดการเข้า-ออกท้องน้ำ

กรณี	การทดลองครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ / คือ เป็นไปตามผลลัพธ์ × คือ ไม่เป็นไปตามผลลัพธ์

4.2 ผลการตรวจวัดการล้นภายในท้องน้ำ

การทดลองความถูกต้องในส่วนของการตรวจวัดการล้นภายในท้องน้ำจะถูกจำลองกรณีศึกษา 2 กรณี คือ กรณีเกิดการล้นในท้องน้ำ และกรณีที่มิเกิดการล้นในท้องน้ำ โดยในกรณีเกิดการล้นในท้องน้ำจะพิจารณาตามลักษณะการล้น ทั้งการล้นไปข้างหน้าและการล้นไปทางด้านหลัง (Kitisomprayoonkul,

2018) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาท่าทางภายหลังการล้นทั้งหมด 4 ท่า คือ ท่านอนคว่ำหน้า ท่านอนหงายหน้า ท่านอนตะแคงข้าง และท่านั่งกึ่งนอน ซึ่งเมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้นในแต่ละกรณี ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการแจ้งเตือนการล้นสามารถเป็นไปได้ 2 ผลลัพธ์ ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่เป็นไปได้สำหรับระบบแจ้งเตือนการล้น 4 เหตุการณ์ คือ

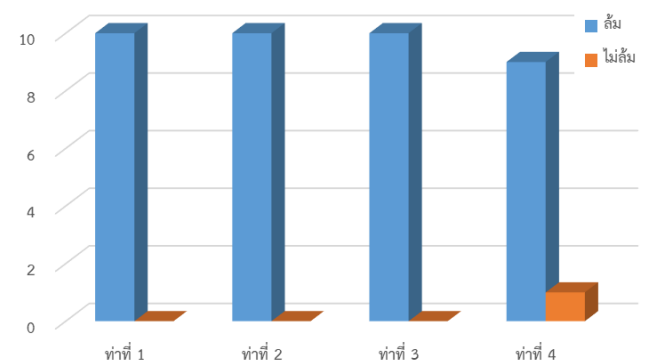
เหตุการณ์ 1 เกิดการล้นในท้องน้ำ และมีการแจ้งเตือน เหตุการณ์นี้เปรียบได้กับการประเมินกรณี TP

เหตุการณ์ 2 เกิดการล้นในท้องน้ำ แต่ไม่มีการแจ้งเตือน เหตุการณ์นี้เปรียบได้กับการประเมินกรณี FN

เหตุการณ์ 3 ไม่เกิดการล้นในท้องน้ำ แต่มีการแจ้งเตือน เหตุการณ์นี้เปรียบได้กับการประเมินกรณี FP

เหตุการณ์ 4 ไม่เกิดการล้นในท้องน้ำ และไม่มีการแจ้งเตือน เหตุการณ์นี้เปรียบได้กับการประเมินกรณี TN

ผลการทดลองการตรวจวัดกรณีเกิดการล้นภายในท้องน้ำทั้ง 4 ท่าทาง ประกอบด้วย ท่าที่ 1, 2, 3 และ 4 คือ การล้นท่านอนคว่ำหน้า ท่านอนหงายหน้า ท่านอนตะแคงข้าง และท่านั่งกึ่งนอน ตามลำดับ โดยทำการทดลองท่าทางละ 10 ครั้ง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 10 ซึ่งจะพบว่า การล้นใน 3 ท่าแรก ระบบตรวจจับการล้นในท้องน้ำสามารถตรวจวัดได้ในทุกครั้งที่ทำการทดลองเมื่อเกิดการล้นขึ้น ยกเว้นกรณีการล้นท่านั่งกึ่งนอนมีเพียงการทดลอง 1 ครั้งที่ทำให้ระบบไม่แจ้งเตือน ซึ่งเกิดจากลักษณะการล้นที่ระบบไม่สามารถตรวจวัดเจอไม่ใช่เกิดจากระบบตรวจวัดได้แล้วไม่แจ้งเตือน



รูปที่ 10 ผลการทดลองการล้นภายในท้องน้ำ

สำหรับผลการทดลองการตรวจวัดกรณีที่มิเกิดการล้นในท้องน้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง ผลที่ได้พบว่าระบบ

สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทุกครั้ง กล่าวคือ ไม่เกิดการแจ้งเตือนมายังโทรศัพท์เคลื่อนที่

จากผลการทดลองระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำ สามารถนำมาประเมินผลความถูกต้อง โดยมีค่าดังนี้

$$\%Sensitivity = \frac{39}{39+1} \times 100 = 97.5\%$$

ความจำเพาะ

$$\%Specificity = \frac{10}{10+0} \times 100 = 100\%$$

ความถูกต้อง

$$\%Accuracy = \frac{39+10}{39+1+10+0} \times 100 = 98\%$$

จากผลการประเมินจะพบว่า ระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำความไวในการตรวจสอบการล้มร้อยละ 97.5 ในขณะที่มีความจำเพาะที่แสดงถึงความสามารถในการตรวจจับว่าไม่เกิดการล้มร้อยละ 100 ซึ่งโดยรวมแล้วค่าความถูกต้องหรือความเที่ยงตรงในการวัดของระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 98

5. สรุป

การพัฒนาาระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณ และแอปพลิเคชันสำหรับรับสัญญาณและแจ้งเตือน โดยอุปกรณ์ตรวจวัดและส่งสัญญาณทำหน้าที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณการเข้า-ออกและการล้มภายในห้องน้ำที่พัฒนาขึ้น ซึ่งข้อมูลที่รับมาจะนำไปประมวลผลสถานการณ์การล้มในห้องน้ำและส่งสัญญาณและข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแหล่งเก็บข้อมูลบนก้อนเมฆ จากนั้นส่วนรับสัญญาณจะนำข้อมูลแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้งานได้ทราบผ่านแอปพลิเคชันไลน์และเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการขอความช่วยเหลือโดยใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น ข้อดีของระบบการแจ้งเตือนที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ คือ ระบบนี้จะไม่ทำให้ผู้ใช้งานสูญเสียความเป็นส่วนตัวเหมือนกับการใช้กล้องเพื่อตรวจสอบ และไม่ก่อให้เกิดความรำคาญหรือสร้างความสะดวกโดยไม่ต้องพกพาอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจวัดการล้มติดตัวตลอดเวลา

ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำทำให้ทราบว่า ระบบแจ้งเตือนฯ สามารถแจ้งเตือนการล้มในห้องน้ำ

ได้อย่างถูกต้องแม่นยำถึงร้อยละ 98 โดยแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ในทุกๆ 10 วินาที จนกว่าผู้ที่เกิดอุบัติเหตุ

ได้รับการช่วยเหลือออกจากห้องน้ำ นอกจากนี้ยังเพิ่มในส่วนของแอปพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่พัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกและรวดเร็วในการขอความช่วยเหลือตามที่ต้องการได้

6. เอกสารอ้างอิง

- NHESO. (2009). *Report of the Thai public health survey by physical examination (2008 - 2009)*. <https://www.hiso.or.th/hiso/picture/reportHealth/report/report6.pdf> The Graphico systems
- Ministry of public health. (2019, 20 December). *Data on the number and rate of death from falls in the elderly ICD10 (W00 - W19)*. <http://www.thaincd.com/2016/mission/documents-detail.php?id=13658&tid=39&gid=1-027>
- Kido, S., Miyasaka, T., Tanaka, T., Shimizu, T., & Saga, T. (2009, January 29). *Fall detection in toilet rooms using thermal imaging sensors* [Paper presentation]. 2009 IEEE/ SICE International Symposium on System Integration (SII), Tokyo, Japan.
- Shirogane, S., Takahashi, H., Murata, K., Kido, S., Miyasaka, T., Saga, T., Sakurai, S., Hamaguchi, T., & Tanaka, T. (2019). Use of Thermal Sensors for Fall Detection in a Simulated Toilet Environment. *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)*, 5(11), 21–25.
- Chotikawanich, T. (2012). *An Embedded System for Fall Detection While Showering by a Privacy Camera* [Master's Thesis]. Prince of Songkla University. <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/8375>
- de Miguel, K., Brunete, A., Hernando, M., & Gambao, E. (2017). Home Camera-Based Fall Detection System for the Elderly. *Sensors (Basel)*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 17(12), 1 – 31. <https://doi.org/10.3390/s17122864>
- Thawornwong, N., Akarasatthung, A., & Makasorn, P. (2011). Designing of Falls Detection for Elderly by Using Tilt Sensor. *Naresuan University Journal, Special Issue*, 43–46.
- Kanjananoppawong, J., & Puttha, K. (2013). *Fall Behavior Detection System using 3-Axis Accelerometer by FiO Std Board* [Bachelor's Thesis]. Nakhon Ratchasima. Suranaree university of technology.
- Sompang, P., & Jaruwittayakowit, T. (2017, November 1-2). 2D Fall Detection with Bluetooth Accelerometer Sensor. 9th National Conference on Information Technology, NCIT.

- Mattern, F., & Floerkemeier, C. (2010). *From Internet of Computers to the Internet of Things*. Springer-Verlag Berlin.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Context-Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 6(1), 414–454.
- Casini, M. (2014). Internet of things for Energy efficiency of buildings. *International Scientific Journal Architecture and Engineering*, 29, 1–5.
- Nilrak, P., Yatdon, W., & Chaiyabut, N. (2018). Alert System of Solar Panels Operation. *Engineering Journal Chiang Mai University*, 25(2), 124 – 134.
- Sparkfun. (2019, January 29). *Sharp GP2Y0A02*. https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Infrared/gp2y0a02yk_e.pdf
- Wangsuphachart, S. (2018, October 29). *Research Design & Research Methodology*. <http://www.cai.md.chula.ac.th/lesson/research/re7.htm>
- Doungthaklang, P., Sreesompan, P., & Batchinger, R. (2017). Real-world Applications Development with MIT App Inventor. *Apheit journals*, 6(1), 80–91.
- National Electronics and Computer Technology Center. (2009, October 29). *survey results of size nationwide*. http://www.sizethailand.org/region_all.html
- Kitisomprayoonkul, W. (2018, October 29). *Falling and prevention*. http://medinfo2.psu.ac.th/cancer/db/news_ca.php?newsID=106&typeID=20&form=7