การพัฒนาระบบชั้นวางของอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
The Development of Smart Shelves System with Internet of Things

ณัฐพัชญ์ ศรีราจันทร์[1*] และ ภาณุพงศ์ แสงสว่าง[2]
Nattapatch Srirajun[1*] and Panupong Sangsawang[2]
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม[1, 2]
Department of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University[1, 2]
e-mail: Nattapatch@webmail.npru.ac.th[1], panupongsa7@gmail.com[2]
Received: October, 31, 2020; Revised: December 22, 2020; Accepted: December 23, 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบชั้นวางของอัจฉริยะ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะช่วยส่งเสริมศักยภาพการจัดการสินค้าให้กับร้านค้า โดยการนำเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาช่วยตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้าแทนที่มนุษย์ ทำให้ระบบสามารถตรวจสอบจำนวนสินค้าที่มีอยู่บนชั้นวางได้โดยอัตโนมัติ งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเครื่องมือและการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยทำการทดสอบการตรวจจับระยะห่างด้วยเซนเซอร์อัลตร้าโซนิคกับสินค้าแต่ละชิ้นบนชั้นวาง ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าเริ่มต้นของระบบผ่านทางแอปพลิเคชัน ได้แก่ขนาดของชั้นวาง ขนาดของสินค้าแต่ละชนิด ระบบจะทำการคำนวณจำนวนสินค้าที่สามารถวางบนชั้นวาง และจำนวนสินค้าคงเหลือบนชั้นวางจะถูกตรวจสอบตามค่าระยะทางที่คำนวณได้จากค่าระยะที่เซนเซอร์ตรวจพบ ดังนั้นผู้ใช้สามารถตรวจสอบสินค้าคงเหลือบนชั้นวางด้วยแอปพลิเคชันที่พัฒนา และในกรณีที่สินค้าหมดระบบจะสามารถทำการแจ้งข้อความไปยังผู้ใช้งาน การวิจัยได้ทำการทดสอบจากการตรวจสอบความแม่นยำในการตรวจจับระยะห่างของเซนเซอร์ด้วยสินค้า 3 ประเภท ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของสินค้าทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 0.2 นั่นหมายความว่าเซนเซอร์สามารถตรวจสอบระยะทางได้อย่างแม่นยำเมื่อเทียบกับระยะทางจริง นอกจากนี้การทำงานของแอปพลิเคชันสามารถเชื่อมต่อค่ากับเซนเซอร์และเครื่องมือของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้เป็นอย่างดี ค่าระยะห่างที่ได้รับจากการตรวจจับของเซนเซอร์สามารถแสดงผลลัพธ์บนแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เทคนิคการตรวจจับระยะ การจัดการสินค้า

Abstract

This research designed and developed a smart-shelf system for the purpose of promoting the potential of product management. This was useful for storing technological data with the Internet of Things (IoT) that could check stock, rather than it being checked by humans. The system can check product stock on the shelf automatically. This research designed tools and developed the applications for detecting the distances between products on the shelf, by means of Ultrasonic Distance Sensor. The user can set initial values of the system in the planed application, such as the size of the shelf and the dimensions of the product. This system calculated the number of products which could be put on the shelf. The number of products remaining on the shelf will be checked by calculating the distance, based on the distance values

of the detecting sensor. Then, the user can check the number of remaining products which can be put on the shelf. In the case of out-of-stock products, the system can send a message of notification to the user. The system was tested for its accuracy by checking the distances between the detecting sensor and these products. The results show that the average standard deviation (S.D.) value of 3 products was 0.2. This means that the sensor is able to present distance checking accurately, when compared with the actual distances. Moreover, the application functionality is able to connect the sensor and the data of the Internet of Things tools well. The distance value was obtained by sensor detection, which can be accurately displayed on the application.

Keywords: Internet of Things, Distance Detection Technique, Product Management

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างมากมายเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานด้านต่าง ๆ ทำให้ปัจจุบันนี้ทุกคนต้องหันมาใส่ใจและรู้เท่าทันเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างง่ายดายผ่านทางโทรศัพท์มือถือสมาร์ตโฟนต่าง ๆ ทำให้การติดต่อสื่อสารสะดวกรวดเร็วมากขึ้น และยังช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงานต่าง ๆ ทั้งของภาครัฐ เอกชน ภาคธุรกิจ รวมถึงทางด้านการศึกษา เป็นต้น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หรือ ไอโอที (Internet of Things: IoT) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่ได้กล่าวถึงอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน โดยมีการพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถทำงานบนแนวคิดของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างหลากหลาย ตัวอย่างเช่นการนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ ได้แก่ การประยุกต์ในอุตสาหกรรม เมืองอัจฉริยะ (Smart City) เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) เป็นต้น โดยที่อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้ถูกนิยามโดยสถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์นานาชาติ (IEEE) โดยที่งานวิจัยต่าง ๆ ได้กล่าวถึงอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งทั้งในมุมมองการประยุกต์ใช้งาน เช่น การเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ การวิเคราะห์ข้อมูลหรือสารสนเทศที่ถูกจัดเก็บไว้บนระบบคลาวด์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์กับการเฝ้าระวังและการเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ในอนาคต (สุวิทย์ ภูมิฤทธิกุล และปานวิทย์ ธุวะนุติ, 2559) อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ในระยะไกลได้ มีการศึกษาพัฒนาเพื่อทดลองเปรียบเทียบการทำงานและประสิทธิภาพของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งกับแพลตฟอร์มต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง เช่น NETPIE, Anto, AWS IoT (Amazon), Azure IoT Hub (Microsoft), Blynk, Firebase Realtime Database (Google) และ IBM Watson Internet of Things (IBM Bluemix) เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพความแตกต่างของแต่ละแพลตฟอร์ม และการทำงานร่วมกัน เพื่อนำมาเลือกใช้งานร่วมกันได้อย่างเหมาะสม (ขวัญชนก ศรีมูล, ฐาปนี ฉายากุล, เอมอัชนา นิรันตสุขรัตน์, พนิตา พงษ์ไพบูลย์ และสุขุมาล กิติสิน, 2560)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบชั้นวางของอัจฉริยะ (Smart Shelves) โดยการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้กับแพลตฟอร์มบนระบบคลาวด์พร้อมกับการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันในการทำงาน เพื่อช่วยพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพการจัดการสินค้าให้กับร้านค้า การนำเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาช่วยตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้า เพื่อทำให้ทราบถึงปริมาณจำนวนของสินค้าที่มีอยู่บนชั้นวาง โดยที่เจ้าของร้านหรือพนักงานไม่จำเป็นต้องเดินไปตรวจสอบที่ชั้นวางสินค้า

โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์ตรวจสอบระยะของสินค้าบนชั้นวางสินค้าและผู้ใช้หรือเจ้าของร้านสามารถตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันที่พัฒนาได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ทำให้มีงานวิจัยที่นำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ร่วมกับระบบสมองกลฝังตัวเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุณหภูมิภายในโรงเรือน โดยแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน คือส่วนควบคุมโรงเรือนผ่านบอร์ดควบคุม ส่วนควบคุมผ่านบลูทูทและระบบส่งข้อความสั้น ส่วนวัดค่าอุณหภูมิและความชื้น (เอกลักษณ์ สุมนพันธุ์ และธานินทร์ สุเชียง, 2558) และงานวิจัยที่ได้นำประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาช่วยในการสื่อความหมาย นำมาช่วยในการสร้างเครื่องมือในการจัดการข้อมูลถึงแม้จะอยู่ห่างไกลและเป็นประโยชน์กับผู้ป่วยที่อยู่ในระยะไกล ซึ่งในปัจจุบันมีการนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาใช้มากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรมและการให้บริการโดยงานหลักของวิจัยนี้คือ การนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านสุขภาพ โดยการนำอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ในส่วนของเครื่องมือที่ดูแลในส่วนของเด็ก โรคเรื้อรัง ผู้ป่วยวิกฤต เครื่องส่องตรวจ รวมถึงการจ่ายยา (Yeole & Kalbande, 2016)

นอกจากนี้มีงานวิจัยที่ได้มีการอภิปรายถึงการศึกษาความน่าเชื่อถือของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่ถือว่าเป็นการเพิ่มความชัดแจ้งไปยังผู้ใช้งาน ในเชิงความหมายและการแสดงผลด้วยซอฟต์แวร์แบบง่าย รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับอุปกรณ์ทางด้านอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Pignotti & Edwards, 2013) และ จักรพงษ์ มณีศรี (2560) เสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอาโมดูลเซนเซอร์แสงสำหรับตรวจจับเมื่อมีจดหมายส่งเข้ามาแล้วแจ้งเตือนเข้าผ่าน Line ผู้วิจัยเลือกใช้เซนเซอร์แสงสำหรับตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยเซนเซอร์นี้จะมีตัวรับและตัวส่งอินฟราเรด เมื่อมีวัตถุมาขวางคลื่นสัญญาณอินฟราเรดที่ถูกส่งออกมาจะสะท้อนกลับไปเข้าตัวรับสัญญาณ สามารถนำมาใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ ภายในโมดูลยังสามารถปรับความไว ระยะการตรวจจับใกล้หรือไกลได้

วิลาวัณย์ บุตรศรี (2557) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องวัดส่วนสูงแบบดิจิตอล ที่สามารถวัดส่วนสูงของคนที่สูงตั้งแต่ 50 ซม. ถึง 178 ซม. แสดงผลเป็นดิจิตอลผ่านจอ LCD โดยใช้หลักการทำงานความห่างระหว่างเซนเซอร์อัลตราโซนิคกับพื้นด้านล่างที่ 180 ซม. และเมื่อมีผู้ใช้มายืนค่าความห่างก็จะเปลี่ยนไป จากนั้นให้นำค่าความห่างที่เหลืออยู่ไปลบกับ 180 ก็จะทราบความสูงของผู้ใช้ได้ และ สันติพงศ์ แสงฮวด, พยุง มีสัตย์ และสุนันทา สดสี (2560) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาเกี่ยวกับการนำเอา RFID มาจัดการในส่วนของการรักษาความปลอดภัยให้กับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่ามี 3 อัลกอริทึมที่สามารถนำเอามาประยุกต์ใช้กับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้แก่ Zhao’s scheme Zhang, Qi’s scheme และ Farash’s scheme ส่วน Farash’s scheme มีความเหมาะสมที่จะนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เพราะ Comparison of Computational Cost น้อยที่สุด

นอกจากนี้งานวิจัยของ Smeets และ Luyten (2017) ได้พัฒนาแบบจำลองระบบสารสนเทศสัญญาณไฟจราจรที่ให้ผู้ขับขี่ทราบว่าต้องขับรถเร็วเท่าไรเพื่อผ่านไฟเขียว การสร้างสัญญาณไฟจราจรโดยใช้ ARDUINO UNO REV3 และ Ultrasonic Distance Sensor-HC-SR04 ซึ่งสามารถวัดความเร็วของยานพาหนะที่ผ่านได้โดยแจ้งความเร็วผ่านระบบแบบ Real-Time ในแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และ Allende (2017) ได้พัฒนาถังขยะอัจฉริยะ โดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิคและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ที่สามารถเช็คปริมาณและอุณหภูมิของขยะในถังแสดงบนจอ LCD และสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อขยะเต็มถัง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบในการตรวจสอบจำนวนสินค้าบนชั้นวางสินค้าโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเช็คจำนวนสินค้าที่มีอยู่บนชั้นวางสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันของระบบได้
3. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถรับข้อมูลเซนเซอร์การตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้าโดยนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนารูปแบบในการแสดงผลและแจ้งเตือนสินค้ากรณีที่สินค้าหมดได้

วิธีดำเนินการวิจัย

สมมติฐานการวิจัยและการกำหนดตัวแปร การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบกำหนดดังนี้

ตัวแปรต้น คือ 1) ค่าระยะห่างจากเซนเซอร์และสินค้าแต่ละชิ้น

2) ค่าระยะความกว้างของสินค้า

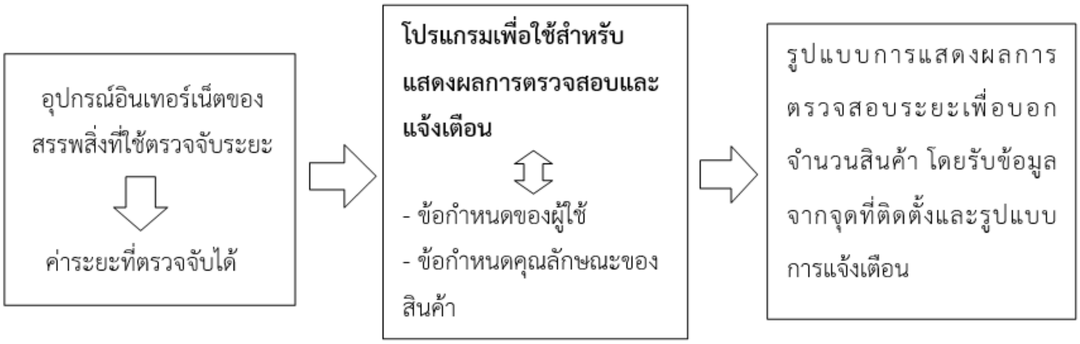
ตัวแปรตาม คือ จำนวนสินค้าที่อยู่บนชั้นวางสินค้า

ตัวแปรควบคุม คือ 1) สินค้าที่วางบนชั้นวางจะต้องเป็นสินค้าชนิดเดียวกันที่มีขนาดที่เท่ากัน

2) โปรแกรมที่พัฒนาเพื่อใช้สำหรับแสดงผลการตรวจสอบจำนวนสินค้าและการแจ้งเตือนกรณีสินค้าหมดจะต้องมีความถูกต้องตามข้อกำหนดของผู้ใช้

กรอบแนวคิดงานวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยและการกำหนดตัวแปร ได้มีการสร้างกรอบแนวคิดดังแสดงดังภาพที่ 1



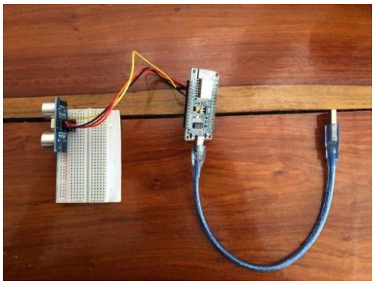
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การทำงานของระบบชั้นวางของอัจฉริยะ อยู่บนการประยุกต์ใช้เซนเซอร์บนเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่สามารถตรวจวัดระยะห่างของสินค้าแต่ละชิ้น ทำให้สามารถบอกถึงจำนวนสินค้าที่คงอยู่บนชั้นวางสินค้า การออกแบบตามกรอบแนวคิดประกอบด้วย 4 ส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) การทำงานในส่วนของเซนเซอร์และอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 2) เครื่องแม่ข่ายที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลของเซนเซอร์และอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 3) แอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน และ 4) การแจ้งเตือนแบบอัตโนมัติ

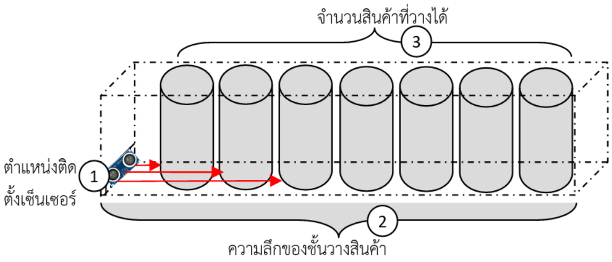
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ที่สำคัญคือ NodeMCU และเซนเซอร์อัลตราโซนิคจะถูกทำการติดตั้ง ณ จุดติดตั้ง ในกรณีนี้คือชั้นวางสินค้า จากนั้นค่าที่ได้รับจากการตรวจจับระยะของเซนเซอร์จะถูกส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบสโดยที่งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อเป็นส่วนเชื่อมต่อค่าข้อมูลที่ได้รับจากเซนเซอร์เพื่อแสดงผลไปยังผู้ใช้งาน และผู้ใช้สามารถทำการกำหนดค่าเริ่มต้นผ่านทางแอปพลิเคชันก่อนการใช้งานระบบได้

การทำงานของระบบประกอบด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือ ดังนี้ 1) NodeMCU ESP8266 Wifi เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ติดตั้งโมดูลอินเทอร์เน็ตไร้สายในตัว ทำให้บอร์ดมีขนาดเล็ก เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเซนเซอร์เพื่อให้สามารถรับ-ส่งข้อมูลไปยังโปรแกรมที่เกี่ยวข้องแบบออนไลน์ได้ 2) Ultrasonic Distance Sensor (HC-SR04) หรือเซนเซอร์อัลตราโซนิค เป็นโมดูลเซนเซอร์ใช้สำหรับตรวจวัดระยะห่างได้ตั้งแต่ 2 ซม. ถึง 400 ซม. กรณีพบสิ่งกีดขวางโดยที่ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับวัตถุ มีความแม่นยำในการวัดระยะละเอียดถึง 3 มิลลิเมตร โดยในตัวโมดูลจะประกอบไปด้วย ตัวส่งคลื่นอัลตราโซนิค ตัวรับ และวงจรควบคุมการทำงานภายใน จากภาพที่ 3 (ก) แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์และเซนเซอร์ และจากภาพที่ 3 (ข) แสดงตำแหน่งและลักษณะการตรวจจับของเซนเซอร์



ภาพที่ 3 (ก) การเชื่อมต่ออุปกรณ์และเซนเซอร์



ภาพที่ 3 (ข) ตำแหน่งและลักษณะการตรวจจับของเซนเซอร์

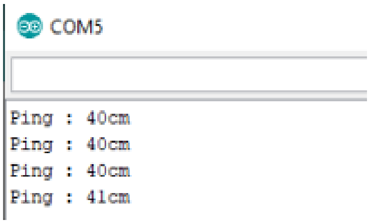
เครื่องแม่ข่ายที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลจากเซนเซอร์และอุปกรณ์ที่ติดตั้ง งานวิจัยนี้ใช้เครื่องแม่ข่ายไฟร์เบส (Firebase) โดยทำการกำหนดฟิลด์ข้อมูลในเครื่องแม่ข่ายที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์และข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ใช้งาน

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งานได้มีการออกแบบบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การทำงานของแอปพลิเคชันจะต้องประสานงานกับค่าที่ได้รับจากการตรวจจับระยะห่างของเซนเซอร์ โดยที่การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันมีลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งาน

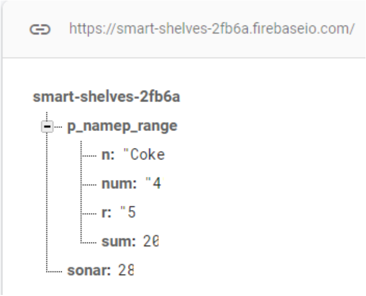
ผลการวิจัย

จากวิธีดำเนินการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและทดลองการทำงานในส่วนต่าง ๆ เริ่มจากศึกษาความสามารถของอุปกรณ์เซนเซอร์อัลตราโซนิค เพื่อตรวจจับระยะห่างพร้อมกับการใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ NodeMCU และโปรแกรม Arduino IDE ด้วยภาษา C/C++ ที่ใช้สำหรับควบคุมการรับ-ส่งค่าที่ได้จากเซนเซอร์ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการใช้งานเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบสซึ่งเป็นการบริการจัดเก็บข้อมูลบนระบบคลาวด์ และการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Thunkable ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้และการคำนวณระยะห่างของสินค้าแต่ละชิ้นบนชั้นวาง ภาพที่ 5 (ก) แสดงตัวอย่างการทดสอบค่าระยะห่างที่วัดได้จากเซนเซอร์ในโปรแกรม Arduino IDE และ ภาพที่ 5 (ข) แสดงค่าบนเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบสที่กำหนดฟิลด์ที่สำคัญในการใช้งานระบบซึ่งค่าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากผู้ใช้และจากการตรวจจับระยะห่างที่ได้รับจากเซนเซอร์



ภาพที่ 5 (ก) ค่าระยะที่วัดได้จากเซนเซอร์ใน
โปรแกรม
Arduino IDE

num ; จำนวนสินค้าที่วางได้
r ; ขนาดสินค้า
sum ; ขนาดชั้นวาง
sonar ; ค่าระยะที่จับตรวจจับได้ ถ้ามากกว่าขนาดชั้นวาง แสดงว่าสินค้าหมด



ภาพที่ 5 (ข) ค่าระยะในเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบสที่ได้รับจากผู้ใช้และเซนเซอร์

การพัฒนาแอปพลิเคชัน

การพัฒนาแอปพลิเคชันเป็นส่วนที่อำนวยความสะดวกกับผู้ใช้งาน เพื่อให้สามารถบันทึกข้อมูล แสดงผลข้อมูล และได้รับแจ้งเตือนกรณีที่สินค้าหมดได้ ในส่วนแรกผู้ใช้ต้องทำการตั้งค่า ขนาดชั้นวางสินค้า ชื่อสินค้า และความกว้างของสินค้า เพื่อระบบจะทำการคำนวณจำนวนของสินค้าบนชั้นวาง ดังภาพที่ 6 (ก) ข้อมูลตั้งค่านี้จะถูกส่งไปยังเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบสกรณีที่ผู้ใช้ต้องการตรวจเช็คสินค้าสามารถทำการเช็คสินค้าบนชั้นวางได้ ดังภาพที่ 6 (ข)-(ง) และในกรณีที่สินค้าหมดระบบจะทำการแจ้งเตือนโดยการส่งข้อความไปยังผู้ใช้งานได้

ภาพที่ 6 (ก) หน้ากรอกข้อมูลสินค้า

ภาพที่ 6 (ข) หน้าเช็คสินค้าบนชั้นวาง

ภาพที่ 6 (ค) แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือบนชั้นวาง

ภาพที่ 6 (ง) แสดงกรณีสินค้าหมด

การทดสอบระบบเป็นการวัดผลหลังจากการติดตั้งอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการพัฒนาแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจจับระยะห่างของสินค้าเมื่อเทียบกับระยะห่างจริง บนชั้นวางความลึก 50 ซม. และการติดตั้งเซนเซอร์มีผลต่อชั้นวาง 2 ซม. โดยทำการทดสอบกับสินค้าจำนวน 3 ชนิด ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

1) สินค้าชนิดที่ 1 มีความกว้าง 9 ซม. วางของได้ 5 ชิ้น โดยทำการทดลองจากการจับระยะห่างที่เซนเซอร์ตรวจจับได้กับของแต่ละชิ้น จำนวน 20 ครั้ง โดยสามารถสรุประยะการตรวจจับของเซนเซอร์ โดยแสดงดังตารางที่ 1

2) สินค้าชนิดที่ 2 มีความกว้าง 7 ซม. วางของได้ 6 ชิ้น โดยทำการทดลองจากการจับระยะห่างที่เซนเซอร์ตรวจจับได้กับของแต่ละชิ้น จำนวน 20 ครั้ง โดยสามารถสรุประยะการตรวจจับของเซนเซอร์ โดยแสดงดังตารางที่ 2

3) สินค้าชนิดที่ 3 มีความกว้าง 11 ซม. วางของได้ 4 ชิ้น โดยทำการทดลองจากการจับระยะห่างที่เซนเซอร์ตรวจจับได้กับของแต่ละชิ้น จำนวน 20 ครั้ง โดยสามารถสรุประยะการตรวจจับของเซนเซอร์ โดยแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1

การตรวจจับระยะของเซนเซอร์ของสินค้าชนิดที่ 1

ระยะห่างจริงของเซนเซอร์กับสินค้าแต่ละชิ้น	ค่าเฉลี่ยการตรวจจับของเซนเซอร์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชิ้นที่ 1 ระยะห่างจริง 3 ซม.	3.08	0.17
ชิ้นที่ 2 ระยะห่างจริง 12 ซม.	12.05	0.14
ชิ้นที่ 3 ระยะห่างจริง 21 ซม.	21.10	0.12
ชิ้นที่ 4 ระยะห่างจริง 30 ซม.	30.10	0.14
ชิ้นที่ 5 ระยะห่างจริง 39 ซม.	39.01	0.18

ตารางที่ 2

การตรวจจับระยะของเซนเซอร์ของสินค้าชนิดที่ 2

ระยะห่างของเซนเซอร์กับของแต่ละชิ้น	ค่าเฉลี่ยการตรวจจับของเซนเซอร์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชิ้นที่ 1 ระยะห่างจริง 6 ซม.	6.02	0.11
ชิ้นที่ 2 ระยะห่างจริง 13 ซม.	13.07	0.11
ชิ้นที่ 3 ระยะห่างจริง 20 ซม.	20.83	0.81
ชิ้นที่ 4 ระยะห่างจริง 27 ซม.	27.06	0.10

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การตรวจจับระยะของเซนเซอร์ของสินค้าชนิดที่ 2

ระยะห่างของเซนเซอร์กับของแต่ละชิ้น	ค่าเฉลี่ยการตรวจจับของเซนเซอร์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชิ้นที่ 5 ระยะห่างจริง 34 ซม.	34.32	0.34
ชิ้นที่ 6 ระยะห่างจริง 41 ซม.	41.65	0.35

ตารางที่ 3

การตรวจจับระยะของเซนเซอร์ของสินค้าชนิดที่ 3

ระยะห่างของเซนเซอร์กับของแต่ละชิ้น	ค่าเฉลี่ยการตรวจจับของเซนเซอร์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชิ้นที่ 1 ระยะห่างจริง 4 ซม.	4.07	0.11
ชิ้นที่ 2 ระยะห่างจริง 15 ซม.	15.06	0.12
ชิ้นที่ 3 ระยะห่างจริง 26 ซม.	26.13	0.13
ชิ้นที่ 4 ระยะห่างจริง 37 ซม.	37.07	0.08

จากตารางที่ 1-3 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยในการตรวจจับมีความใกล้เคียงกับระยะจริงค่อนข้างมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ต่ำ โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยของสินค้าทั้ง 3 ชนิดคือ 0.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำในการตรวจจับของเซนเซอร์ ส่วนในกรณีที่สินค้าหมด ระบบจะตรวจสอบจากค่าระยะการตรวจจับของเซนเซอร์ที่ให้ค่าที่มากกว่าค่าความลึกของชั้นวางสินค้า

นอกจากนี้การตรวจจับระยะห่างของเซ็นเซอร์สามารถรองรับโดยแบ่งออกเป็น 3 กรณีคือ 1) กรณีที่ขนาดของสินค้าพอดีกับการวางบนชั้น ตัวอย่างเช่น ชั้นวางสินค้ามีความลึก 1 เมตร (100 ซม.) แบบพอดี ถ้าสินค้ามีขนาดความกว้างประมาณ 19-20 ซม. จะวางสินค้าได้ 5 ชิ้น 2) กรณีที่ชั้นวางสินค้าแบบไม่สามารถวางได้พอดีจะคำนวณว่าวางสินค้าได้มากสุดกี่ชิ้น พื้นที่ส่วนที่เหลือจะนำมาหารส่วนตามจำนวนชิ้นที่วางได้ ตัวอย่างเช่นชั้นวางสินค้ามีความลึก 1 เมตร (100 ซม.) ถ้าสินค้ามีขนาดความกว้างประมาณ 28 ซม. จะวางสินค้าได้ 3 ชิ้นเหลือพื้นที่ 16 ซม. เฉลี่ยพื้นที่ที่เหลือกับจำนวนสินค้าที่วางได้ พื้นที่ต่อชิ้นประมาณ 33.33 ซม. และ 3) กรณีที่สินค้าวางติดกันโดยเหลือพื้นที่ส่วนหน้า การตรวจสอบสินค้าชิ้นแรกจะนำความกว้างที่เหลือรวมกับขนาดของสินค้าชิ้นแรก ถ้าเซนเซอร์ตรวจจับระยะได้ค่าที่มากกว่า แสดงว่าไม่มีสินค้าชนิดที่ 1 ก็จะทำการคำนวณระยะห่างของสินค้าชิ้นถัดไป โดยจะทำการคำนวณโดยการเพิ่มระยะการตรวจจับจากขนาดของสินค้าจนค่าที่ได้รับมากกว่าขนาดของชั้นวางสินค้า

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยได้แบ่งส่วนการทำงานดังนี้ 1) การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและเซนเซอร์ 2) การตรวจสอบค่าที่ได้รับมาจากอุปกรณ์และจากโปรแกรม Arduido IDE 3) การส่งข้อมูลที่ได้รับไปยังเครื่องแม่ข่ายไฟร์เบส 4) การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อกำหนดค่าตั้งต้นและแสดงผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้งาน

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีหลายส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการทดสอบจะทำการทดสอบทีละหน่วยย่อย (Unit Test) เมื่อหน่วยย่อยแต่ละส่วนเรียบร้อยก็จะทำการทดสอบแบบรวม (Integration Test) นอกจากนี้ยังทำการทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับของเซนเซอร์กับระยะตำแหน่งของสินค้าแต่ละชิ้นที่วางบนชั้นพบว่าค่าเฉลี่ยการตรวจวัดระยะห่างมีความใกล้เคียงกับระยะห่างจริง นอกจากนี้ค่าส่วนเบี่ยงเบนค่อนข้างต่ำ จากการทดสอบสรุปได้ดังนี้ 1) งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถรับข้อมูลเซนเซอร์การตรวจสอบสินค้าบนชั้นวางสินค้าเพื่อนำมาแสดงผลและแจ้งเตือนได้ 2) ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบจำนวนสินค้าบนชั้นวางสินค้าและแจ้งเตือนกรณีที่สินค้าหมดผ่านทางแอปพลิเคชันและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้

การอภิปรายผล

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะพบว่า ส่วนใหญ่ได้นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ โดยการศึกษาการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและการเลือกอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น งานวิจัยของ จักรพงษ์ มณีศรี (2560) ที่เป็นงานวิจัยที่นำโมดูลเซนเซอร์แสงมาใช้สำหรับตรวจจับจดหมายที่ส่งเข้ามาในกล่องจดหมาย แล้วแจ้งเตือนจดหมายเข้า และงานวิจัยของ วิลาวัณย์ บุตรศรี (2557) เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับเครื่องวัดส่วนสูงแบบดิจิตอล โดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิคซึ่งมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ที่นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการจัดการสินค้าบนชั้นวางสินค้า รวมถึงงานวิจัยของ Allende (2017) ที่สร้างถังขยะอัจฉริยะ โดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิคและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ ตรวจสอบปริมาณและอุณหภูมิของขยะในถัง พร้อมทั้งแสดงบนจอ LCD และสามารถส่งข้อความไปเตือนเมื่อขยะเต็มถัง เป็นต้น จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่าผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ การทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องแม่ข่ายและแอปพลิเคชันที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งานและการทำงาน เพิ่มความรวดเร็วในการตรวจสอบและส่งข้อมูล และสามารถสื่อสารข้อมูลในระยะไกลได้ ทำให้เป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชนก ศรีมูล, ฐาปนี ฉายากุล, เอมอัชนา นิรันตสุขรัตน์, พนิตา พงษ์ไพบูลย์ และสุขุมาล กิติสิน. (2560). การศึกษาเปรียบเทียบ NETPIE กับแพลตฟอร์ม Internet of things อื่น. ใน **การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 13** (หน้า 680-685). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จักรพงษ์ มณีศรี. (2560). ตู้รับจดหมายแจ้งเตือนผ่าน Line notify. **เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, 9**(443), 48-53.

วิลาวัณย์ บุตรศรี. (2557). **เครื่องวัดส่วนสูงแบบดิจิทัล.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สันติพงศ์ แสงฮวด, พยุง มีสัตย์ และสุนันทา สดสี. (2560). การทบทวนการเข้ารหัสเพื่อระบุตัวตนด้วยอาร์เอฟไอดีสำหรับอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง. **วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 3**(1), 45-55.

สุวิทย์ ภูมิฤทธิกุล และปานวิทย์ ธุวะนุติ. (2559). Internet of thing เพื่อการเฝ้าระวังและเตือนภัยต่อสุขภาพของมนุษย์และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้โปรแกรม Hadoop. **วารสารวิชาการปทุมวัน, 6**(15), 61-72.

เอกลักษณ์ สุมนพันธุ์ และธานินทร์ สุเชียง. (2558). แอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับควบคุมระบบไฟฟ้าและอุณหภูมิในโรงเรือนเลี้ยงหนอนไหม. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5** (หน้า 686-695). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

Allende, A. S. (2017). **Eco-thing #1 “eco-smart-container V1.0.”** Retrieved from https://create.arduino.cc/projecthub/alexis-santiago-allende/eco-thing-1-eco-smart-container-v1-0-220439

Pignotti, E., & Edwards, P. (2013). Trusted tiny things: Making the internet of things more transparent to users. **Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security, USA, 2**, 1-4. doi:10.1145/2523501.2523503

Smeets, J., & Luyten, P. (2017). **Traffic light information system.** Retrieved from https://create.arduino.cc/projecthub/38611/traffic-light-information-system-3f0e9e?ref=search&ref_id=Pieter%20Luyten%20&offset=0

Yeole, A. S., & Kalbande, D. R. (2016). Use of internet of things (IoT) in healthcare: A survey. In D. K. Miahra, R. Sheikh, & S. Jain (Eds.), **Proceedings of the ACM Symposium on Women in Research** (pp. 71-76). New York, NY: Association for Computing Machinery. doi: 10.1145/2909067