

การพัฒนาาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บ
เลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทธโสธ
อำเภอพุทธโสธ จังหวัดบุรีรัมย์

Developing an Online Blood Bank Management System with a Blood Bank
Temperature Monitoring Device using Internet of Things Technology:
a Case Study of Phutthaisong Hospital, Phutthaisong District, Buriram Province

สกรณ บุษบง^{1*}, ทิพวัลย์ แสนคำ², นพพัสสร พูนสังข์³, และ มนัสวี เดชบัณฑิต⁴

Zagon Busabong^{1*} Thippawan Saenkham² Noppassorn Poonsunk³ Manatsawee Dechbandid⁴

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์^{1,2,3,4}

Computer Science Program, Faculty of Science at Buriram Rajabhat University^{1,2,3,4}

E-Mail: Zagon.bb@bru.ac.th, Thippawan.sk@bru.ac.th, Noppassorn.poo@bru.ac.th, Manatsawee.dat@bru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโปรแกรมระบบจัดการคลังเลือด (รับเลือด-จ่ายเลือด) ตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้เย็นจัดเก็บหมู่เลือด พร้อมทั้งแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิออกนอกช่วงควบคุมให้แสดงผ่านไลน์บอท พร้อมชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งแบบ Real-time และ 2) ประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์ กลุ่มเป้าหมาย คือ แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ และพยาบาล จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ PHP, HTML5, CSS, AngularJs และ JSON 2) Framework ได้แก่ Bootstrap Framework 3) โปรแกรม ได้แก่ Visual Studio Code, Xampp และ Arduino IDE 4) ฐานข้อมูล ได้แก่ Firebase Real-time Database 5) อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ NodeMCU ESP8266 V3, Sensor DHT22/AM2302, GPS Shield, RFID Reader and Tag และ จอ LCD 6) เทคโนโลยีเชื่อมต่อ ได้แก่ NETPIE และ 7) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการคลังเลือด พบว่า ชุดอุปกรณ์สามารถบันทึกค่าอุณหภูมิลงเว็บแอปพลิเคชัน แล้วทำการส่งค่าอุณหภูมิตู้เก็บเลือดไปยังไลน์บอทแบบ Real-time ในกรณีที่อุณหภูมิไม่อยู่ในช่วง 2-6 องศาเซลเซียส หมู่เลือดที่ใกล้หมดอายุ โดยไลน์บอทจะทำการแจ้งเตือนอุณหภูมิและแจ้งเตือนหมู่เลือด 7 วันก่อนหมดอายุทันที นอกจากนั้นยังสามารถติดตามตำแหน่งของกล่องเก็บความเย็นที่อยู่บนรถขนส่งกล่องเก็บความเย็นได้จาก RFID Tag แบบ Real-time โดยจะเห็นกล่องเก็บความเย็นเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่รถขนส่งกล่องเก็บความเย็นกำลังเดินทางในขณะนั้น และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง จากผู้ใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยที่ 4.56

คำสำคัญ: ฐานข้อมูล Real-time, ระบบจัดการคลังเลือด, ระบบติดตามสินค้า, อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง

Abstract

The purposes of this research were: 1) to develop a program to manage the blood bank system (collecting blood - transfusing blood) for checking the temperature inside the blood bank and also for alerting when the temperature is higher or lower than the controlled temperature to be displayed through the LINE Bot and 2) to evaluate the efficiency of the online archiving system. The sample group consisted of 25 samples, namely doctors, medical technicians, and nurses. The research instruments consisted of 1) programming languages which were PHP, HTML5, CSS, AngularJs and JSON, 2) a framework which was Bootstrap Framework, 3) Application programs which were Visual Studio Code, Xampp and Arduino IDE, 4) Database System which was Firebase Real-time Database, 5) Hardware which were NodeMCU ESP8266 V3, Sensor DHT22/AM2302, GPS Shield, RFID Reader and Tag and LCD monitor, 6) connected technology which was NETPIE, and 7) the system's efficiency evaluation questionnaire.

The results showed that 1) the temperature can be recorded into the web application by using the device. The temperature value was real-time sent to LINE Bot. In the case that the temperature is not in the range of 2-6 degrees Celsius but the blood type is nearly outdated, there is a notification immediately made by the LINE Bot notifying the temperature and alerting about the blood type: 7 days before expiry date. In addition, the location of the thermal cooler box in a carrying vehicle can also be tracked from the Real-time RFID Tag. The location of the vehicle can be seen when the box is moving along the route. And 2) the results from the system efficiency evaluation made by users showed that in the overall aspect, the users had the highest opinion level (4.56)

Keywords: Real-time Database, Blood Management system, Tracking System, Internet of Things

บทนำ

กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลพุทธโสธรจะออกมารับบริจาคเลือดนอกสถานที่ 3 เดือนต่อครั้ง เพื่อให้เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยในโรงพยาบาล การออกมารับบริจาคเลือดทุกครั้งจะมีการตรวจคัดกรองซีกประวัติเบื้องต้น เพื่อให้ทราบข้อมูลผู้บริจาคว่ามีคุณสมบัติที่จะสามารถบริจาคเลือดได้หรือไม่ อีกทั้งลดความเสี่ยงเพื่อให้ได้เลือดที่มีคุณภาพ และผู้บริจาคเลือดปลอดภัย ซึ่งข้อมูลตรวจคัดกรองซีกประวัติเบื้องต้นนักเทคนิคการแพทย์จะนำไปบันทึกในโปรแกรม Excel ภายหลังจากได้รับบริจาค หลังผู้บริจาคผ่านการตรวจคัดกรองซีกประวัติเบื้องต้น และประเมินว่ามีคุณสมบัติในการบริจาคเลือดได้จึงจะสามารถบริจาคเลือด โดยจะได้รับเลขบาร์โค้ดประจำถุงเลือดและหลอดใส่เลือดแทน ชื่อ-สกุล ของผู้บริจาค หลังบริจาคถุงเลือดที่ยังไม่ผ่านการตรวจ Infectious Marker จะต้องเก็บรักษาในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ 2-6 องศาเซลเซียส ส่วนหลอดบรรจุเลือดจะส่งไปตรวจที่ Infectious

Marker สภาอากาศไทย เมื่อถูกเลือดผ่านการตรวจ Infectious Marker แล้วจะนำเข้าคลังเลือดโดยนำมาจัดเรียงตามหลัก FEFO (First Expired First Out) ในคลังเลือดของโรงพยาบาล เพื่อนำไปหมุนเวียนตามวันหมดอายุ ก่อนหลังในการรักษาผู้ป่วยได้ และหากถูกเลือดไม่ได้ใช้ภายใน 7 วันก่อนหมดอายุ นักเทคนิคการแพทย์จะต้องนำไปแลกเปลี่ยนกับโรงพยาบาลประจำจังหวัด ปัญหาที่พบคือ นักเทคนิคการแพทย์ไม่สามารถทราบข้อมูลประวัติเดิมของผู้รับบริจาค ณ จุดรับบริจาคเลือด เช่น ข้อมูลทั่วไปของผู้บริจาค จำนวนครั้งในการบริจาคที่ผ่านมา กรู๊ปเลือด Rh-typing ความเข้มข้นเลือด อีกทั้งการบริหารจัดการระบบคลังเลือด จะต้องนำถูกเลือดที่ได้รับบริจาคมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าและไม่เหลือเลือดทิ้งไว้จนหมดอายุ อีกปัญหาหนึ่งคือ ต้องมีการจดค่าอุณหภูมิจากตู้เก็บเลือดทุก 4 ชั่วโมง โดยไม่มีการแจ้งเตือนวันอายุของเลือดและอุณหภูมิจากตู้เก็บเลือด รวมถึงปัญหาการนำเลือดที่ใกล้หมดอายุไปแลกเปลี่ยน โดยไม่มีระบบติดตามกล่องเก็บความเย็นในขณะขนส่ง ทำให้ไม่ทราบตำแหน่งและอุณหภูมิของกล่องเก็บความเย็น [1]

ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่งขึ้น เพื่อเก็บข้อมูลผู้บริจาคและค้นหาข้อมูลผู้บริจาคได้ โดยชุดอุปกรณ์จะส่งข้อมูลอุณหภูมิจากตู้เก็บเลือดมาบันทึกไว้โดยอัตโนมัติและแจ้งเตือนวันหมดอายุของเลือดผ่านไลน์ แจ้งเตือนอุณหภูมิที่ไม่อยู่ช่วงปกติได้ทันที รวมถึงสามารถติดตามกล่องเก็บความเย็นได้ในขณะขนส่ง เพื่อช่วยลดภาระงาน ประหยัดเวลา และทำให้การจัดสรรเลือดเป็นไปอย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง เพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้บริจาค และผู้รับบริจาคเลือด

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการคลังเลือด (รับเลือด-จ่ายเลือด) ตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้เย็นจัดเก็บหมู่เลือด และแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิออกนอกช่วงควบคุมให้แสดงผ่านไลน์บอท พร้อมชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งแบบ Real-time

1.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชูวงศ์ สีตะพงศ์ และเฉลิมชัย บัวชุม [2] ได้ทำวิจัยเรื่อง BloodBankTH ตัวช่วยจัดการข้อมูลการบริจาคโลหิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแอปพลิเคชันที่มีฟังก์ชันการแจ้งเตือนผู้บริจาคเมื่อใกล้ถึงการบริจาคครั้งต่อไป เพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่าถึงเวลาในการเริ่มเตรียมความพร้อมให้ร่างกายได้ และอีกหนึ่งการแจ้งเตือนคือ จุดรับบริจาคเลือดที่ใกล้เคียดกับตัวผู้ใช้งาน ที่จะทำให้ทราบว่าสถานที่ใดที่ใกล้ที่สุด ณ เวลานั้น ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางไปที่โรงพยาบาลลงด้วย และในแอปพลิเคชันจะมีการบอกจุดรับบริจาคของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และสภาอากาศไทยด้วย ผลการวิจัยพบว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ดี ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก

ณัฐพล อิศโรพาร [3] ได้ทำวิจัยเรื่อง Arduino & Raspberry Pi สำหรับวัดความชื้นในอากาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ตรวจสอบอุณหภูมิความชื้นในอากาศซึ่งจำเป็นมากในทางการเกษตร สภาพแวดล้อมและการเพาะปลูกพืชต่าง ๆ ซึ่ง Arduino Board และ Raspberry Pi สามารถใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ DHT22 ซึ่งสามารถทำ

การตรวจวัดค่าความชื้นในอากาศได้แม่นยำ และมีความคลาดเคลื่อนของตัวเลขน้อย Arduino Board ที่นำมาใช้ในโครงการนี้ คือ Microcontroller ATmega32 เมื่อนำไปประยุกต์เข้ากับเซนเซอร์ DHT22 แล้วจะสามารถกำหนดได้ว่าจะให้แสดงผลด้วยอะไร เช่น LCD, LED, HyperTerminal หรือจะเป็นระบบปฏิบัติการ Android ซึ่งจะทำให้เราใช้งานได้ง่ายมากขึ้น ผลการวิจัย พบว่า Arduino และ Raspberry Pi ต่างก็เป็นบอร์ดสมองกลฝังตัวที่ทำงานได้ดีกับเซนเซอร์ DHT22 แต่จากการใช้งานพบว่า Raspberry Pi มีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากกว่า

พรพิมล กันทะวงค์ และคณะ [4] ได้ทำวิจัยเรื่อง การควบคุมตู้อบแห้งแบบใช้ปั๊มความร้อนด้วยระบบสมองกลฝังตัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการอบแห้ง ซึ่งเทคโนโลยีหนึ่งที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องคือเทคโนโลยีปั๊มความร้อน ที่สามารถนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการอบแห้งกลับมาใช้เพื่อลดการสูญเสียได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถทำการอบแห้งที่อุณหภูมิไม่สูงมากนัก จึงนำระบบสมองกลฝังตัวเข้ามาช่วยในการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และเวลาที่ใช้ใน การอบแห้งผลผลิต เพื่อยืดอายุของผลผลิต ลดต้นทุนในการผลิต ส่งเสริมการส่งออก และสามารถแข่งขันในด้านพลังงานต้นทุนต่ำได้ โดยใช้อุปกรณ์ Sensor DHT-22 ติดตั้งภายในเครื่องอบแห้งจำนวน 5 ตัว ระบบการทำงานจะถูกควบคุมด้วยระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ทำให้การทำงานของระบบเป็นอัตโนมัติด้วยการควบคุมเวลา อุณหภูมิ และความชื้นด้วยการวัดอุณหภูมิ ความชื้น ภายในห้องอบแห้ง และความชื้นจากอากาศภายนอก ผลการวิจัยพบว่า สามารถทำให้การอบแห้งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ภราดร รัชชัชชิตกุล, นคร สร้อยสน และ ธนพล กองสันเทียะ [5] ได้ทำวิจัย เรื่อง ระบบบริหารครุภัณฑ์ โดยใช้เทคโนโลยี RFID กรณีศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผลการวิจัยพบว่า เทคโนโลยี RFID สามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการครุภัณฑ์ของคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ทั้งในด้านการตรวจสอบข้อมูลครุภัณฑ์ การติดตามรายการครุภัณฑ์ การทำรายงานที่เกี่ยวกับรายการครุภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังลดข้อผิดพลาดจากการทำงานได้เป็นอย่างดี โดยมีผลประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้อยู่ในระดับมากที่สุด

มัทมัต มั่นศรีธา, มุขอฟพัล มุดอ, อับดุลเลาะ สะนอยานยา และ ซุลกีฟลี กะเต็ง [6] ได้ทำวิจัยเรื่อง ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/NodeMCU โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดพลังงานไฟฟ้า ในห้องน้ำซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องเปิดไฟทุกครั้งเมื่อใช้งานห้องน้ำ เมื่อผู้ใช้ได้ออกจากห้องน้ำ ปัญหาหนึ่งที่ได้พบคือ ผู้ใช้อาจลืมปิดไฟจึงพัฒนาระบบควบคุมแสงสว่างภายในห้องน้ำอัตโนมัติ โดยใช้ตัวตรวจจับแบบอินฟราเรด (PIR Sensor) ตรวจจับการเคลื่อนไหว เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ เซนเซอร์ (PIR Sensor) จะทำการส่งค่าตรวจจับไปยังโหนด ESP8266/NodeMCU เป็นตัวประมวลผล และควบคุมให้วงจรรีเลย์ เพื่อเปิดและปิดหลอดไฟเองโดยอัตโนมัติ ผลจากการทดสอบระบบและเปรียบเทียบการใช้พลังงานภายในห้องน้ำก่อนและหลังติดตั้ง ระบบควบคุมอัตโนมัติ พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานภายในอาคาร 6 ชั้นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครราชสีมาธานีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Škraba, and others [7] ได้ ทำ วิจัย เรื่ อ ง Prototype of Group Heart Rate Monitoring with NODEMCU ESP8266 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบที่ช่วยให้สามารถตรวจสอบอัตราการเต้นของหัวใจและจังหวะการเต้นของหัวใจระหว่างกันได้ ต้นแบบใช้โมดูลฮาร์ดแวร์ ESP8266 WebSocket library nodejs และ JavaScript ซึ่งเซิร์ฟเวอร์ nodejs จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลสัญญาณและผู้ให้รหัส GUI สำหรับไคลเอ็นต์ โดยใช้อัลกอริทึมการประมวลผลสัญญาณใน JavaScript แล้วนำเสนอ GUI แอปพลิเคชันที่สามารถใช้ได้บนโทรศัพท์มือถือ มีการอธิบายถึงส่วนสำคัญต่าง ๆ ของรหัสซึ่งแสดงให้เห็นถึงการสื่อสารระหว่างโมดูล ESP8266

เซิร์ฟเวอร์ และไคลเอ็นต์ ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นถึงหนึ่งในความเป็นไปได้ในการติดตามข้อมูลชีวการแพทย์ ผลการวิจัยพบว่าการทำงานของระบบโดยรวมนั้นมีประสิทธิภาพที่น่าพอใจ และแสดงถึงความเป็นไปได้อีกหนึ่งรูปแบบในการติดตามข้อมูลทางชีวการแพทย์

Priya, C.G., AbishekPandu, M., & Chandra, B. [8] ได้ทำวิจัยเรื่อง Automatic Plant Monitoring and Controlling System over GSM using Sensors โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์สำหรับเกษตรกรในการควบคุมอุณหภูมิแสง น้ำ และความชื้น ระบบนี้จะช่วยให้แน่ใจได้ว่าปัจจัยเหล่านี้มีให้กับพืชในปริมาณที่เหมาะสมเมื่อจำเป็น เซนเซอร์ถูกใช้เพื่อติดตามอุณหภูมิความชื้นแสง ความชื้น และความชื้นในดิน เมื่อมีปัจจัยหนึ่งที่ลดลง อุปกรณ์ที่เหมาะสมจะถูกเปิดโดยอัตโนมัติซึ่งจะนำปัจจัยกลับไปยังช่วงที่ระบุ มีการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้เซนเซอร์ AM2302 DHT22 สำหรับอุณหภูมิและความชื้น และเซนเซอร์ความชื้นในดินเพื่อตรวจหาปริมาณน้ำในดิน ใช้รีเลย์เพื่อเชื่อมต่อ Arduino กับอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยข้อมูลเกี่ยวกับสถานะอุปกรณ์ และสถานะถูกส่งไปยังโทรศัพท์มือถือโดยใช้ GSM เพื่อนำไปสู่การเพิ่มอัตราการผลิต

Hari Shankar Singh and Uma Shankar Singh [9] ได้นำเสนอคุณสมบัติของ Google Firebase ไว้ดังนี้ Firebase คือ “NoSQL” ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ รองรับปัญหาประสิทธิภาพการทำงานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา นอกจากนี้ Firebase ยังเป็นฐานข้อมูลแบบ “Real Time” มี API ที่ช่วยให้นักพัฒนาในการจัดเก็บและซิงค์ข้อมูล โดยข้อมูลใน Firebase จะบันทึกเป็น JSON สามารถส่งออกได้และดำเนินการได้ง่ายและรวดเร็วด้วย API ที่ใช้งานง่ายบรรจุลงใน SDK เดียว ทำให้นักพัฒนาไม่ต้องเสียเวลาสร้างที่ซับซ้อน สำหรับพัฒนาต้นแบบระบบชุดอุปกรณ์ติดตามสินค้าแบบ Real-time โดยใช้เทคโนโลยี IoT ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและคุณสมบัติของ Google Firebase มาใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อความเหมาะสมกับการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

K.N.Manog Kumar, Kailasa Akhi Sai, Kumar Gunti and M.Sai Prathap Reddy [10] ได้ทำวิจัยเรื่อง Implementing Smart Home using Firebase โดยนำกรอบแนวคิดมาใช้ร่วมกับเครื่องมือและชุดอุปกรณ์ IoT ในการติดตามสินค้าคือ การเชื่อมต่อ Google Firebase กับชุดอุปกรณ์ IoT รวมไปถึงการส่งค่าและจัดเก็บข้อมูลแบบ Real-time โดยแสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการทำงาน และมีความน่าเชื่อถือของการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์เป็นอย่างมาก ผลการวิจัย พบว่าการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์สมองกลฝังตัวกับ Google Firebase นั้นเป็นไปอย่างดีเกินความคาดหมายของผู้วิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา ได้แก่ PHP, HTML5, CSS, AngularJs, C และ JSON
- 1.2 Framework ได้แก่ Bootstrap Framework
- 1.3 โปรแกรม ได้แก่ Visual Studio Code, Xampp และ Arduino IDE
- 1.4 ฐานข้อมูล ได้แก่ Firebase Real-time Database

1.5 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ NodeMCU ESP8266 V3, Sensor DHT22/AM2302, GPS Shield, RFID Reader and Tag และ จอ LCD

1.6 เทคโนโลยีเชื่อมต่อ ได้แก่ NETPIE

1.7 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ และพยาบาล ประจำโรงพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 25 คน คัดเลือกจากประชากรแบบเจาะจง

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาสำรวจข้อมูลความต้องการการพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์

3.2 ค้นคว้าและศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 วิเคราะห์ และออกแบบระบบ

3.4 พัฒนาระบบและทดสอบระบบ

3.5 นำระบบไปให้ผู้ใช้งานทดลองใช้ ปรับปรุงชุดอุปกรณ์และระบบ และประเมินประเมินประสิทธิภาพของระบบ

3.6 ติดตั้งระบบและทำการส่งมอบระบบให้ผู้ใช้งาน

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [11]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

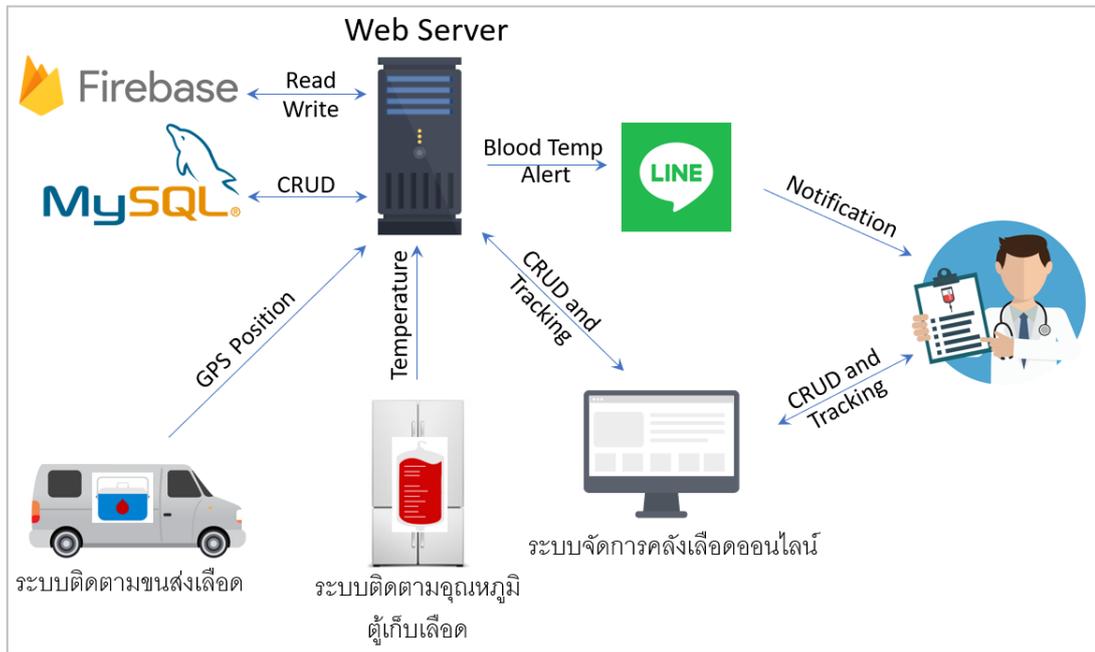
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมระบบจัดการคลังเลือด (รับเลือด-จ่ายเลือด) ตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้เย็น จัดเก็บหมู่เลือด และแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิออกนอกช่วงควบคุมให้แสดงผ่านไลน์บอท พร้อมชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งแบบ Real-time

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยแบ่ง

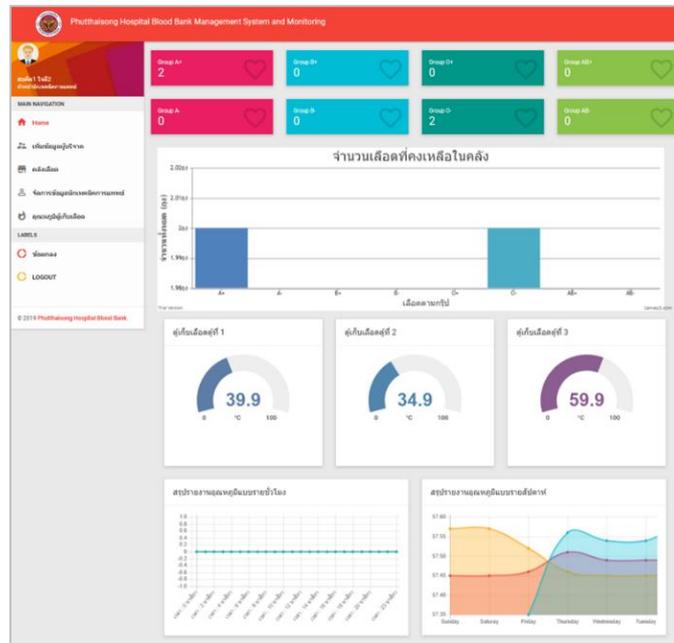
การทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบจัดการคลังเลือด ระบบติดตามอุณหภูมิตู้เก็บเลือด และระบบติดตามขนส่งเลือด ภาพรวมของระบบแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพรวมของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์

จากภาพที่ 1 สามารถอธิบายการทำงานของส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้นมาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชันทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลประวัติผู้บริจาค ค้นหารายชื่อผู้บริจาคได้ สามารถตรวจสอบประวัติการบริจาคเลือด รวมถึงการจัดการเลือด (รับเลือด-จ่ายเลือด) บันทึกค่าอุณหภูมิจากการตรวจสอบผ่านไลน์บอทที่ส่งมาจากระบบติดตามอุณหภูมิตู้เก็บเลือด สามารถติดตามกล่องเก็บความเย็น พร้อมทั้งแสดงอุณหภูมิขณะขนส่งไปแลกเปลี่ยนกับโรงพยาบาลประจำจังหวัดจากระบบติดตามขนส่งเลือด ระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์ แสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งเป็นหน้าแรกของผู้ดูแลระบบ โดยด้านขวาจะแสดงจำนวนเลือดของแต่ละกรุ๊ป แผนภูมิแสดงจำนวนเลือดที่คงเหลือในคลัง แผนภูมิแสดงอุณหภูมิของตู้เก็บเลือด และแผนภูมิรายงานอุณหภูมิรายชั่วโมง/รายสัปดาห์ ส่วนด้านซ้ายจะเป็นเมนูสำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อจัดการข้อมูลผู้บริจาค ข้อมูลคลังเลือด ข้อมูลนักเทคนิคการแพทย์ และอุณหภูมิตู้เก็บเลือด



ภาพที่ 2 หน้าแรกของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง วิทยาลัยการพยาบาลพุทไธสง ตำบลมะเพ็ญ อำเภพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์

ส่วนที่ 2 ระบบติดตามอุณหภูมิตู้เก็บเลือด พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีของสรรพสิ่ง (Internet of Things) เพื่อให้ทำหน้าที่ส่งค่าอุณหภูมิภายในตู้เก็บเลือดไปยังเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อทำบันทึกข้อมูลของตู้เก็บเลือด แล้วทำการแจ้งเตือนผ่านไลน์บอท ชุดอุปกรณ์ประกอบด้วย NodeMCU และ Sensor DHT22/AM2302 ทำหน้าที่วัดอุณหภูมิและส่งค่าอุณหภูมิไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อบันทึกข้อมูลแบบ Real-time ลงในฐานข้อมูล Google Firebase ทำการแจ้งเตือนผ่านไลน์บอทในกรณีที่อุณหภูมิของตู้เก็บเลือดไม่อยู่ในช่วง 2-6 องศาเซลเซียส แจ้งเตือนสถานะของถุงเลือดก่อนหมดอายุ 7 วัน สามารถแสดงค่าอุณหภูมิมิน NETPIE และส่งเสียงสัญญาณเตือน ณ ตู้เก็บเลือดโดยใช้ Buzzer โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบอุณหภูมิผ่านจอ LCD ที่ติดตั้งอยู่กับตู้เก็บเลือดได้ ระบบติดตามอุณหภูมิตู้เก็บเลือดนี้จะติดตั้งไว้บริเวณด้านข้างของตู้เก็บเลือด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ติดตั้งระบบติดตามอุณหภูมิตู้เก็บเลือด เข้ากับตู้เก็บเลือด

ส่วนที่ 3 ระบบติดตามขนส่งเลือด เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่บนรถขนส่งเลือดติดตั้งภาพที่ 4 ทำหน้าที่ติดตามตำแหน่งของกล่องเก็บความเย็นที่อยู่บนรถขนส่งเลือดแบบ Real-time โดยมีการกำหนดรหัสของ RFID Tag เป็น Primary Key ของกล่องเก็บความเย็นแต่ละกล่องในการบันทึกข้อมูลไปยัง Google Firebase ซึ่งก่อนทำการขนส่งจะต้องมีการบันทึกข้อมูลกล่องเก็บความเย็นลงในระบบติดตามโดยใช้ RFID Reader อ่าน RFID Tag ที่กล่องเก็บความเย็น เพื่อบันทึกว่ารถขนส่งคันใดทำหน้าที่ขนส่งกล่องเก็บความเย็นนี้ โดยมีชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งของรถขนส่งเลือดทำหน้าที่ส่งตำแหน่งปัจจุบัน ผ่านชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งที่ติดตั้งบนรถ ซึ่งประกอบไปด้วยบอร์ด ESP8266 ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อ WiFi จาก Mobile Hotspot และ GPS Shield ทำหน้าที่ในการระบุตำแหน่งปัจจุบัน (Lat, Long) นอกจากนี้ ยังมีการติดตั้ง Sensor DHT22/AM2302 ในกล่องเก็บความเย็นเพื่อรับค่าอุณหภูมิปัจจุบันภายในกล่องเก็บเลือด เพื่อส่งข้อมูลตำแหน่งและอุณหภูมิไปยัง Google Firebase ทุก ๆ 10 วินาที ตลอดเวลาที่เปิดทำงาน ส่วนของ Google Firebase จะเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน โดยชุดอุปกรณ์ติดตามตำแหน่งนั้นจะใช้พลังงาน 12v จากช่องจุดบุหรี่ของรถยนต์ ผู้ใช้ที่ต้องการติดตามตำแหน่งของกล่องเก็บความเย็นสามารถใช้รหัส RDIF ของกล่องเก็บความเย็นนั้น ๆ ในการกรอกบนเว็บแอปพลิเคชันเพื่อติดตามตำแหน่งของ โดยจะเห็นกล่องเก็บความเย็นเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่รถขนส่งกล่องเก็บความเย็นกำลังเดินทางในขณะนั้น



ภาพที่ 4 ติดตั้งชุดอุปกรณ์บนรถขนส่งเลือด

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์

ผู้วิจัยนำระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ใช้ ได้แก่ แพทย์ นักเทคนิคการแพทย์ และพยาบาล ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง ผลการประเมินการใช้งานพบว่า ระบบสามารถทำงานได้จริงและสามารถใช้งานได้ดี โดยมีผลประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทธโสธร อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดบุรีรัมย์

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านการใช้งานชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด	4.68	0.48	มากที่สุด
2. ด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์ ตรงตามหลักทางการแพทย์	4.48	0.77	มาก

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านใช้งานระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง วิทยาลัยพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์	4.52	0.59	มากที่สุด
โดยรวม	4.56	0.61	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง วิทยาลัยพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยที่ 4.56 โดยมีผลการใช้งานด้านการใช้งานชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดอยู่ในระดับมากที่สุด (4.68) และผลการใช้งานด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์ ตรงตามหลักทางการแพทย์ อยู่ในระดับน้อยที่สุด (4.48)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือด โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง วิทยาลัยพยาบาลพุทไธสง อำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดอุปกรณ์และส่วนของแอปพลิเคชัน โดยจะมีการส่งข้อมูลจากชุดอุปกรณ์มายังแอปพลิเคชันเพื่อแจ้งเตือนและให้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับ ชูวงศ์ สีตะพงษ์ และเฉลิมชัย บัวชุม [2] ที่ทำวิจัยเรื่อง BloodBankTH ตัวช่วยจัดการข้อมูลการบริจาคโลหิต โดยแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันการแจ้งเตือนผู้บริจาคเมื่อใกล้ถึง การบริจาคครั้งต่อไป และจุดรับบริจาคเลือดที่ใกล้เคียงกับตัวผู้ใช้งาน ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางไป ที่โรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี

2. ความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของชุดอุปกรณ์ระบบที่สามารถแจ้งเตือนและให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิได้แบบ Real-time สามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยมีผลการใช้งานด้านการใช้งานชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดมากที่สุด สอดคล้องกับ ภราดร รัชชัยพิชิตกุล, นคร สร้อยสน และ ธนพล กองสันเทียะ [5] ที่ทำวิจัย เรื่อง ระบบบริหารครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี RFID วิทยาลัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผลการวิจัยพบว่า เทคโนโลยี RFID สามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการครุภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังลดข้อผิดพลาดจากการทำงานได้เป็นอย่างดี และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumar, K. N. Manoj, Akhi, Kailasa, Gunti, Sai Kumar, & Reddy, M.Sai Prathap. [10] ที่ทำวิจัยเรื่อง Implementing Smart Home using Firebase โดยมีการเชื่อมต่อ Google Firebase กับชุดอุปกรณ์ IoT เพื่อส่งค่าและจัดเก็บข้อมูลแบบ Real-time ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะจากนักเทคนิคการแพทย์เพื่อการปรับปรุงและพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มหมู่เลือดย่อยอีก 32 หมู่ เพื่อตอบโจทย์ต่อความต้องการของนักเทคนิคการแพทย์มากยิ่งขึ้น

2. เพิ่มจำนวนแพทย์ผู้ใช้งานระบบให้มากขึ้น เพื่อให้สามารถตรวจสอบจำนวนหมู่เลือดภายในคลังเลือด และสามารถกรอกแบบฟอร์มขอใช้เลือดได้
3. เพิ่มการบันทึกประวัติการออกหน่วยรับบริจาคโลหิตของนักเทคนิคการแพทย์และแสดงรายการการออกหน่วยได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศรารุณี ชาติชัย.(2560, 7 กรกฎาคม). นักเทคนิคการแพทย์สัมภาษณ์ โรงพยาบาลพุทธโสสง อำเภอบางบาล จังหวัดบุรีรัมย์. สัมภาษณ์.
- [2] ชูวงศ์ สีตะพงศ, และเฉลิมชัย. (2560). *BloodBankTH* ตัวช่วยจัดการข้อมูลการบริจาคโลหิต. สืบค้นจาก <http://www.digitalagemag.com/bloodbankth-ตัวช่วยจัดการข้อมูลการบริจาคโลหิต>.
- [3] ณัฐพล อิศโรพาร. (2556). *Arduino & Raspberry Pi สำหรับวัดความชื้นในอากาศ: โครงการ*. สงขลา: สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [4] อุเทน ชันทะบุตร, สราญรัตน์ เขาวะนะ, และพรพิมล กันทะวงศ์. (2557). *การควบคุมตู้อบแห้งแบบใช้บีมความร้อนด้วยระบบสมองกลฝังตัว*. สืบค้นจาก https://prezi.com/wif-rg4q_ize/presentation/
- [5] ภราดร รัชชพิชิตกุล, นคร สร้อยสน, และธนพล กองสันเทียะ. (2559). ระบบบริหารครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี RFID กรณีศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม*, 3(2), 65-71.
- [6] มุหัมมัด มั่นศรีธา, มุขอฟฟัล มุดอ, อับดุลเลาะ สะนอยานยา, และซุลกีฟลี กะเต็ง. (2560). ระบบเปิดปิดไฟอัตโนมัติภายในห้องน้ำโดยใช้โครงข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ESP8266/NodeMCU. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์*, 9(2), 73-82.
- [7] Škraba, A. Koložvari, D. Kofjač, R. Stojanović, V. Stanovov & E. Semenkin, (2017). Prototype of group heart rate monitoring with NODEMCU ESP8266. In *2017 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, (pp. 1-4). Bar. doi: 10.1109/MECO.2017.7977151
- [8] Priya, C.G., AbishekPandu, M., & Chandra, B. (2017). Automatic plant monitoring and controlling system over GSM using sensors. In *2017 IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, (pp.173-176). Chennai. doi: 10.1109/tiar.2017.8273710
- [9] Singh,Hari Shankar & Singh,Uma Shankar. (2017). Study on Google Firebase for Website Development (The real time database). *International Journal of Engineering Technology Science and Research*, 4(3), 364-367. Retrieved from file:///C:/Users/Admin/Downloads/Documents/1491130534_mit382_ijetsr_m.pdf
- [10] Kumar, K. N. Manoj, Akhi, Kailasa, Gunti, Sai Kumar, & Reddy, M.Sai Prathap. (2016). *Implementing Smart Home Using Firebase*. *International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences (UREAS)*, 6(10), 193-198. Retrieved from <http://euroasiapub.org/implementing-smart-home-using-firebase>
- [11] บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.