ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนโดยใช้บีคอนบลูทูธพลังงานต่ำและอุปกรณ์แอนดรอย

Classroom Attendance System with Bluetooth Low Energy Beacon and Android Devices

ธนา หงส์สุวรรณ* นนทวัชร์ พลานา และ คณัฐ ตังติสานนท์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: thana.ho@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน เป็นระบบที่ทำหน้าที่จัดการข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา ระบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรก คือ บีคอนบลูทูธพลังงานต่ำ (BLE) ซึ่งพัฒนาขึ้นเองโดยใช้ไมโครคอน-โทรลเลอร์ ESP32 ซึ่งทำหน้าที่ส่งข้อมูลบีคอน (Beacon Advertising) ออกมาทุก 1 วินาที โดยจะวางบีคอนไว้ในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบการเข้าห้องของนักศึกษา ส่วนที่ 2 คือ แอปพลิเคชันแอนดรอยซึ่งทำหน้าที่ให้นักศึกษาได้เช็คอินเมื่ออยู่ในห้องเรียนเรียบร้อยแล้ว และส่วนที่ 3 คือ ส่วนเก็บข้อมูล ซึ่งโครงงานนี้เลือกใช้ กูเกิลชีท ทำหน้าที่เก็บค่าเริ่มต้น และตรวจสอบผลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา ทำให้ไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ในการทำงานเลย ทำให้การนำไปใช้งานทำได้ง่าย

คำสำคัญ: BLE บีคอน ESP32 ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน

Abstract

Classroom Attendance System with Bluetooth Low Energy Beacon and android devices. It is divide into three parts: Bluetooth low energy beacon (BLE), in house developing with ESP32 microcontroller, broadcasts beacon advertising every second as beacon will be placed in the classroom in order to verify the attendance of each student. The second part is the android application; student has to have this application for check-in to the class. The last part is data collecting, google sheet is chosen for initialization and check the student attendance. This leads to the working system without server computer and deployment is easy

Keywords: BLE Beacon, ESP32, Attendance System

1. ที่มาและความสำคัญ

การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน เป็นเรื่องที่ยังมีความสำคัญ เนื่องจากเป็นการกระตุ้นให้นักศึกษาเข้าเรียนตรงเวลา อย่างไรก็ตามการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนด้วยวิธีการต่างๆ ยังมีข้อเสียอยู่ เช่น การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนโดยใช้ขานชื่อก็จะเสียเวลาในการขานชื่อนักศึกษา และบันทึกลงในใบรายชื่อทีละคน กว่าจะครบทั้งห้องก็ต้องใช้เวลา ทำให้เสียเวลาในการเรียนการสอน หรือ หากทำเป็นใบเซ็นชื่อให้นักศึกษาเซ็นชื่อเข้าห้องเรียน ก็ยากจะตรวจสอบว่ามีการปลอมลายมือชื่อ เพื่อเซ็นแทนกันหรือไม่

*Corresponding auther, e-mail: thana.ho@kmitl.ac.th

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนมากขึ้น มีการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับช่วยในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน เช่น Plickers เป็นแอปพลิเคชันหนึ่ง ที่ใช้วิธีการแจกกระดาษสัญลักษณ์ ให้นักเรียนถือไว้คนละใบ เมื่อจะตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน ก็ให้นักศึกษาชูกระดาษสัญญลักษณ์เอาไว้ และอาจารย์นำมือถือที่ติดตั้ง Plickers มาสแกนกระดาษสัญลักษณ์ผ่านกล้องถ่ายภาพ ก็จะทราบว่าใครเข้าเรียน ทำให้ลดเวลาในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนได้ อย่างไรก็ตาม วิธีการข้างต้นยังมีปัญหา กรณีนักเรียนลืมกระดาษสัญญลักษณ์ หรือ การฝากกระดาษให้เพื่อนช่วยเช็คชื่อแทน ซึ่งในกรณีที่มีนักศึกษาจำนวนมาก ก็อาจจะตรวจสอบไม่ทั่วถึงได้

วิธีการอื่นที่นิยมได้แก่การใช้ QR Code โดยจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ได้พัฒนาแอปพลิเคชัน MyCourseville [1] ซึ่งสามารถตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนผ่าน QR Code โดยจะมีการสร้าง QR Code และนำขึ้นฉายผ่านเครื่องโปรเจ็กเตอร์ จากนั้นนักศึกษาใช้โทรศัพท์มือถือของตนเอง สแกน QR Code และเข้าสู่ส่วนบันทึกการเข้าชั้นเรียนของโปรแกรม โดย QR Code จะมีอายุการใช้งาน 10 นาที วิธีการนี้สามารถลดเวลาในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนได้ดี แต่ยังมีปัญหาหนึ่ง คือ นักศึกษาสามารถจะถ่ายภาพ QR Code และส่งให้เพื่อน เพื่อสแกนลงการบันทึกการเข้าชั้นเรียนได้ แม้จะไม่อยู่ในห้องเรียนก็ตาม

งานวิจัยนี้ นำเสนอการใช้เทคโนโลยี Bluetooth Low Energy (BLE) (บางทีเรียกว่า Smart Bluetooth) หรือ Bluetooth 4.0 มาใช้ ซึ่งมีรูปแบบการทำงานที่ง่าย ใช้งานได้สะดวก แม้ว่าจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการนำ BLE Beacon มาใช้ แต่ก็มีราคาไม่แพงมากนัก โดย BLE เป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการระบุตำแหน่ง ซึ่งกรณีนี้คือตำแหน่งของห้องเรียน โดย BLE Beacon จะกระจาย (broadcast) ข้อมูลประจำตัวออกมาในทุกๆ รอบเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นจะใช้โทรศัพท์มือถือของนักศึกษา ซึ่งได้ติดตั้งโปรแกรมลงเวลาการเข้าชั้นเรียนเอาไว้แล้วมารับสัญญาณ หากโทรศัพท์มือถือสามารถรับสัญญาณได้ ก็จะสามารถลงเวลาได้ หากโทรศัพท์มือถือไม่อยู่ในขอบเขตสัญญาณก็ไม่สามารถจะลงเวลาการเข้าชั้นเรียนได้

และจากความจริงที่ว่าสัญญาณ Bluetooth เป็นสัญญาณที่มีพลังงานต่ำ จึงทะลุผนังกำแพงได้ยาก ดังนั้นจึงมีเพียงโทรศัพท์มือถือที่อยู่ภายในห้องเท่านั้นที่สามารถจะลงเวลาการเข้าชั้นเรียนได้ จึงสามารถป้องกันการส่งข้อมูลให้เพื่อนลงเวลาได้อย่างเด็ดขาด โดยสัญญาณมีขอบเขตประมาณ 30 เมตร จึงสามารถใช้กับห้องเรียนทั่วไปได้ดี และเพื่อลดค่าใช้จ่ายงานวิจัยนี้ จึงนำไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 มาใช้เป็น BLE Beacon ทำให้มีราคาถูกกว่า Beacon ที่มีจำหน่าย และยังสามารถสร้างโปรแกรมเพิ่มเติมลงไปให้มีความสามารถมากขึ้นได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน โดยมีเป้าหมายในการนำเทคโนโลยี BLE มาใช้เพื่อลดเวลาตรวจสอบ
2. เพื่อศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศแบบไม่ใช้เซิร์ฟเวอร์ (Serverless)

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 BLE (Bluetooth Low Energy) และ Beacon

Bluetooth เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด (point to point) ระยะสั้น นิยมใช้ในคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือ เพื่อใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้าง เช่น หูฟัง เมาส์ คีย์บอร์ด หรือติดต่อระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง ก่อนจะใช้งานจะต้องมีการแพร์ (Pairing) หลังจากนั้นจึงจะสามารถสื่อสารระหว่างกันได้ สำหรับ BLE เป็นความสามารถเพิ่มเติมที่มีใน Bluetooth 4.0 โดยจะเป็นความสามารถในการส่งข้อมูลแบบใหม่เรียกว่า advertising ซึ่งมีลักษณะเป็นการส่งข้อความสั้นๆ

ออกไป ที่สำคัญคือ อุปกรณ์ที่รับข้อความนี้ได้ ไม่จำเป็นต้องแพร์กันก่อน นั่นหมายความว่า อุปกรณ์ Bluetooth 4.0 ใดๆ สามารถจะรับข้อความสั้นนี้ได้หมด

ด้วยความสามารถในการส่งข้อความสั้นออกไปรอบๆ ตัว (Broadcast) นี่เอง จึงทำให้เกิดการประยุกต์ใช้แบบใหม่ คือ การใช้ BLE ในการระบุตำแหน่ง (Positioning Service) เนื่องจากอุปกรณ์ BLE แต่ละตัวจะส่งรหัสหรือข้อความที่มีลักษณะเฉพาะตัว จึงทำให้ทราบว่าข้อความที่ได้รับมาจากอุปกรณ์ BLE ตัวใด และเนื่องจากเราทราบว่าอุปกรณ์ BLE แต่ละตัวติดตั้งอยู่ที่ใด จึงสามารถจะบอกได้ว่าขณะนั้น ผู้รับอยู่ใกล้กับอุปกรณ์ BLE ตัวใด และในกรณีที่ผู้รับสามารถรับสัญญาณจากอุปกรณ์ BLE มากกว่า 1 ตัว ยังสามารถใช้ความแรงของสัญญาณในการตรวจสอบว่าผู้รับอยู่ใกล้กับอุปกรณ์ BLE ตัวใดมากกว่ากัน และหากตัวรับสามารถรับสัญญาณอุปกรณ์ BLE มากกว่า 3 ตัว โดยที่รู้ว่าอุปกรณ์ BLE อยู่ห่างกันเท่าไรแล้ว สามารถจะใช้ความแรงของสัญญาณที่ได้รับมาคำนวณเพื่อหาตำแหน่งที่อยู่ของผู้รับได้อย่างแม่นยำได้

เนื่องจากอุปกรณ์ BLE มีหน้าที่อย่างเดียว คือ ส่ง advertising packet ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นจะต้องส่งข้อมูลตลอดเวลา เช่น อาจกำหนดให้ส่งสัญญาณทุก 1 วินาที โดยระยะเวลาที่ไม่ได้ส่งข้อมูล ก็สามารถจะให้อุปกรณ์ BLE อยู่ในโหมดหลับ (sleep หรือ deep sleep mode) การใช้งานลักษณะนี้จะทำให้อุปกรณ์ BLE สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้ได้อย่างมาก โดยแม้จะใช้ถ่านชนิด CR2032 (ถ่านกระดุม) สามารถจะได้งานได้มากกว่า 1 ปี จึงเป็นที่มาของชื่อ Low Energy และด้วยการทำงานของการหลับและตื่นขึ้นมาส่งสัญญาณเป็นรอบๆ ซึ่งคล้ายสัญญาณที่ได้รับจากประภาคาร จึงทำให้มีผู้เรียกชื่อเล่นของอุปกรณ์ชนิดนี้ว่า Beacon โดยผู้ที่ทำให้การให้บริการชนิดนี้เป็นที่รู้จักมากที่สุด ก็คือ iBeacon จากบริษัท Apple นั่นเอง

รูปแบบการใช้งาน Beacon ในการระบุตำแหน่ง มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) Check point รูปแบบนี้จะใช้ Beacon เพียงตัวเดียว เมื่อผู้รับได้รับสัญญาณก็แสดงว่ามีการเข้าใกล้ Beacon 2) Zone รูปแบบนี้จะใช้ Beacon มากกว่า 1 ตัว ติดตั้งกระจายกันในพื้นที่หนึ่ง ให้สัญญาณครอบคลุมพื้นที่ เมื่อตัวรับเข้ามาใน Zone ก็สามารถบอกได้ว่าอยู่ใน Zone หากออกไปนอก Zone ก็สามารถบอกได้ว่าออกนอก Zone 3) Real-time Tracking รูปแบบนี้จะใช้ Beacon มากกว่า 1 ตัวเช่นกัน แต่ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Beacon ให้ครอบคลุมพื้นที่ แต่ต้องมีครอบคลุมบริเวณที่ต้องการติดตามตำแหน่ง เมื่อตัวรับสามารถรับสัญญาณจาก Beacon ตัวใด ก็สามารถจะระบุและติดตามตำแหน่งของตัวรับได้

3.2 Firebase Realtime Database และ Firebase Cloud Function

Firebase realtime database เป็นฐานข้อมูลออนไลน์ในรูปแบบคลาวด์ Firebase DB เป็นฐานข้อมูลในรูปแบบ NoSQL คือ ไม่ใช้ภาษา SQL ในการเข้าถึง แต่จะใช้รูปแบบของ API เช่น setValue, push, updateChildren, removeValue โดยมีโครงสร้างข้อมูลเป็นแบบ JSON (JavaScript Object Notation) การใช้ Firebase DB มีข้อดี คือ ไม่จำเป็นต้องตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับเก็บข้อมูล และหากใช้งานส่วนบุคคลหรือปริมาณไม่มาก สามารถใช้งานได้ฟรี

Firebase Cloud Function เป็นบริการออนไลน์ของ google โดยเป็นโปรแกรมหรือฟังก์ชันที่เก็บเอาไว้ในคลาวด์ ซึ่งจะมีการทำงานในรูปแบบของ Trigger โดยจะใช้งานร่วมกับ Cloud Services ของ google ต่างๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ คือ Firebase DB โดย Cloud Function จะคอยตรวจสอบข้อมูลใน Firebase DB เมื่อข้อมูลใน Firebase มีการเปลี่ยนแปลง ก็จะเรียก Cloud Function ขึ้นมาทำงาน โดยทำให้เราสามารถผูกการทำงานของคลาวด์อื่นๆ เข้ากับ Firebase DB ได้ สำหรับโครงงานนี้ มีการผูก Cloud Function เข้ากับ Google Sheet เพื่อให้ผลการลงชื่อเข้าชั้นเรียนไปอยู่ใน Sheet ซึ่งสามารถนำออกมาใช้งานได้ง่ายกว่าการใช้ Firebase DB โดยตรง

สาเหตุที่เลือกใช้ Firebase DB และ Cloud Function เนื่องจากงานวิจัยนี้ออกแบบให้ทำงานในแบบ Serverless คือ ไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ทำให้การนำไปใช้มีความสะดวกแม้จะใช้งานส่วนบุคคลก็ตาม

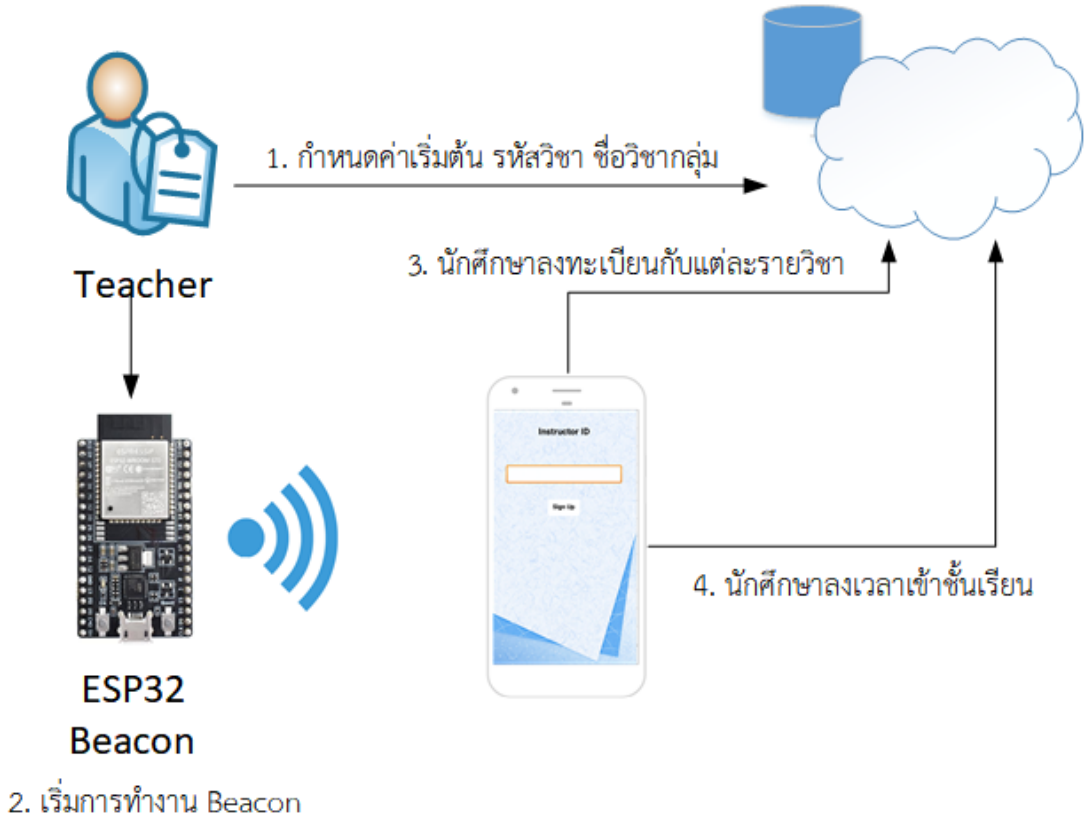
3.3 ESP32

ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต ที่มีราคาไม่แพง มีหน่วยประมวลผล 2 แกน ความเร็วในการทำงาน 240 MHz มีหน่วยความจำแฟลช 4 เมกะไบต์ และหน่วยความจำ 512 กิโลไบต์ มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับ WiFi และ Bluetooth โดยสามารถทำงานได้ทั้ง Bluetooth 2.0 และ 4.0 BLE สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้หลากหลาย ได้ทั้ง UART, I^2C, SPI, ADC, DAC, I^2S และ SD-Card โดยมีโหมดประหยัดพลังงาน ใช้กระแสเพียง 2.5 ไมโครแอมป์เมื่ออยู่ในโหมดหลับ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การออกแบบระบบ

โครงสร้างของระบบ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบจะประกอบด้วย

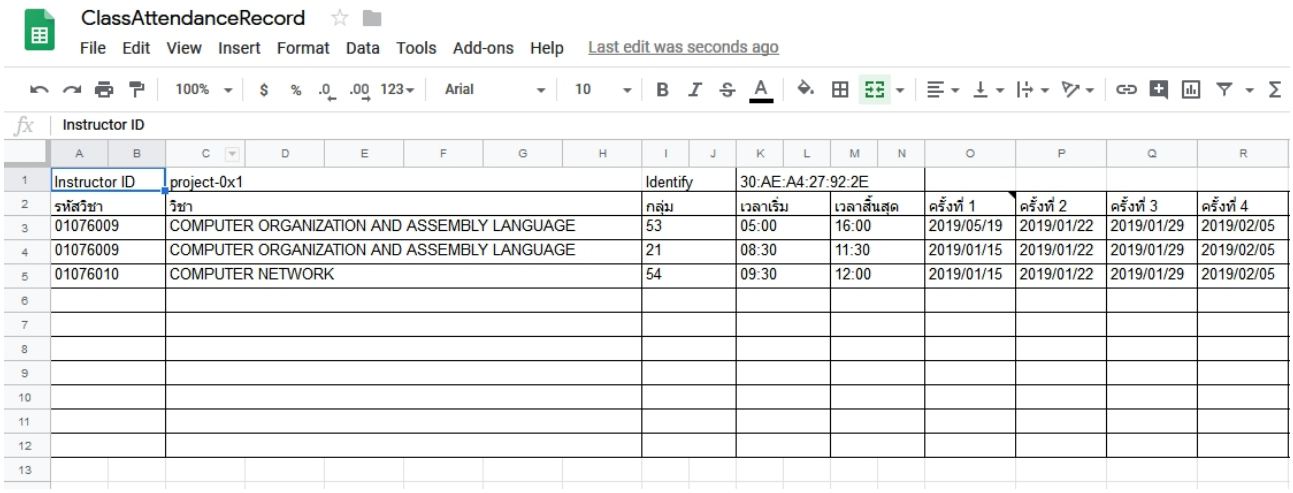
1. อาจารย์ผู้สอน สร้างฐานข้อมูล Firebase จากนั้นนำชื่อฐานข้อมูล มากำหนดค่าเริ่มต้นใน Google Sheet และนำค่า mac address ของ Bluetooth ใน ESP32 มากำหนดค่าเริ่มต้นใน Google Sheet ด้วย จากนั้นเพิ่ม Firebase Library เข้าใน Google Sheet เพื่อให้ Google Sheet สามารถเรียกใช้ฟังก์ชันของ Firebase ได้ และเพิ่ม Google Script เข้าไป 2 ฟังก์ชัน ประกอบด้วย 1) ฟังก์ชัน updateEvent ทำหน้าที่นำข้อมูลใน Sheet ไปสร้างหรือปรับปรุงข้อมูลใน FirebaseDB เพื่อให้แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถืออ่านข้อมูลจาก FirebaseDB ไปอีกที เนื่องจากแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ไม่สามารถติดต่อ

กับ Google Sheet โดยตรงได้ 2) ฟังก์ชัน updateClassAttendence เป็นฟังก์ชันที่นำข้อมูลการลงเวลาเรียนของนักศึกษาที่เก็บอยู่ใน Firebase มาอัปเดต ลงใน Google Sheet จากนั้นกำหนดให้ Trigger ทำงาน และกำหนดรหัสวิชา ชื่อวิชา และกลุ่ม

2. อาจารย์ผู้สอน เริ่มการทำงานของ Beacon โดยสามารถใช้ได้ทั้ง Beacon สำเร็จรูป หรือใช้ ESP32 มาเขียนโปรแกรมเพื่อใช้เป็น Beacon โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ใช้ภาษา C++ โดยพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการ RTOS โดยการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจาก 1) การกำหนดรูปแบบของ Beacon Packet ที่จะส่งออกมา 2) เข้าสู่วงรอบ (loop) การส่งข้อมูล โดยใน Beacon ที่โปรแกรมขึ้นนี้จะใช้รูปแบบ Packet ตามรูปแบบของ Eddtstone ซึ่งเป็นรูปแบบที่ Google กำหนดขึ้น โดยจะส่ง Packet ต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วินาที จากนั้นจึงเข้าสู่โหมดหลับ (deep sleep) เป็นเวลา 10 วินาที จึงตื่นขึ้นมาทำงานใหม่

3. นักศึกษาต้องติดตั้งแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยเริ่มต้นนักศึกษาจะต้องลงทะเบียนเข้าใช้ครั้งแรก เพื่อเป็นการผูกโทรศัพท์มือถือเข้ากับรหัสนักศึกษา โดยป้อนรหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา เลือกรายวิชา และกลุ่ม จากนั้นระบบจะบันทึกข้อมูลรหัสนักศึกษาลงไปในเครื่องโทรศัพท์มือถือ โดยให้ลงทะเบียนได้ครั้งเดียว ดังนั้นนักศึกษาจะเปลี่ยนชื่อผู้ใช้เพื่อลงชื่อแทนเพื่อนไม่ได้ หลังจากที่นักศึกษาลงทะเบียน ข้อมูลจะส่งไปเก็บที่ Firebase DB จากนั้น Cloud Function ที่ได้ทำเอาไว้ จะนำข้อมูลรหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา ไปใส่ใน Google Sheet ดังนั้นอาจารย์สามารถจะดูได้ว่านักศึกษาคนใดที่ลงทะเบียนแล้ว และใครที่ยังไม่ได้ลง

4. หลังจากที่นักศึกษาลงทะเบียนแล้ว โปรแกรมจะให้ทำได้เพียง 2 อย่างเท่านั้น คือ เลือกรายวิชาที่จะลงเวลาเรียนและลงเวลาเรียน โดยปุ่มสำหรับลงเวลาเรียน จะใช้งานได้ (Active) เฉพาะตอนที่อยู่ในห้องเรียนเท่านั้น หากไม่ได้อยู่ในห้องเรียนจะไม่สามารถลงเวลาเรียนได้


ClassAttendanceRecord

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help Last edit was seconds ago

Instructor ID

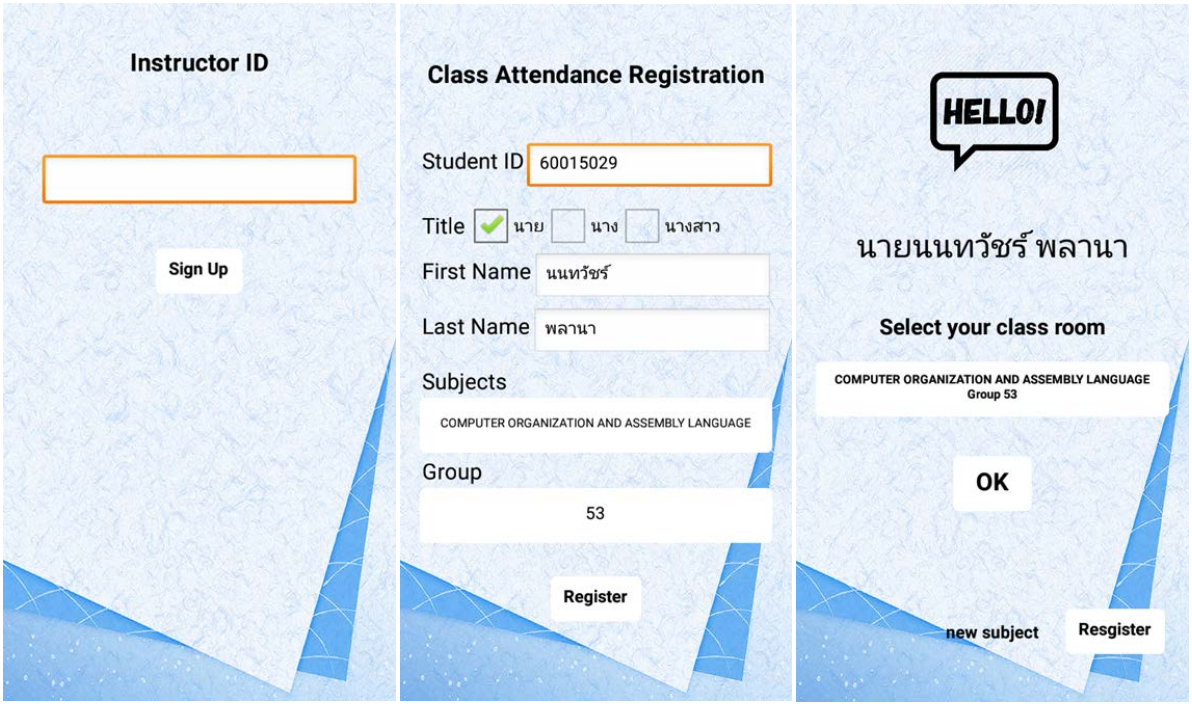
	Instructor ID	project-0x1		Identify	30:AE:A4:27:92:2E				
2	รหัสวิชา	วิชา		กลุ่ม	เวลาเริ่ม	เวลาสิ้นสุด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
3	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE		53	05:00	16:00	2019/05/19	2019/01/22	2019/01/29	2019/02/05
4	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE		21	08:30	11:30	2019/01/15	2019/01/22	2019/01/29	2019/02/05
5	01076010	COMPUTER NETWORK		54	09:30	12:00	2019/01/15	2019/01/22	2019/01/29	2019/02/05

รูปที่ 2 การตั้งค่าเริ่มต้นของระบบผ่าน Google Sheet

5. ผลและวิจารณ์

รูปที่ 2 แสดงการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับระบบ โดยผ่านทาง Google Sheet โดยระบบจะใช้ค่าเหล่านี้ในการทำงาน ประกอบด้วย 1) Instructor ID คือ รหัสของฐานข้อมูล Firebase DB ซึ่งจะใช้โดย Google Script ที่เขียนเอาไว้ ซึ่งจะนำข้อมูลใน sheet ไปสร้างเป็นค่าเริ่มต้นในการทำงานในฐานข้อมูล Firebase DB ซึ่งจะถูกดึงไปใช้โดยแอปพลิเคชัน Andriod อีกต่อหนึ่ง 2) Identify จะเป็นหมายเลข mac address ของ Beacon ที่ ใช้กับระบบนี้ 3) ข้อมูลในแต่ละรายวิชา ประกอบด้วย รหัสวิชา ชื่อวิชา กลุ่ม เวลาเริ่มเรียน เวลาสิ้นสุด และวันเวลาเรียนในแต่ละครั้ง โดยสามารถกำหนดวันเรียนได้

สูงสุด 20 วัน (วันเรียน เวลาเริ่มเรียน และเวลาสิ้นสุด จะนำไปใช้โดยแอปพลิเคชันแอนดรอย ในการตรวจสอบวันและช่วงเวลาที่ยอมให้นักศึกษาลงเวลาเรียนได้ หากอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด นักศึกษาจึงจะสามารถลงเวลาเรียนได้ หากอยู่นอกเวลาที่กำหนด



รูปที่ 3 การลงทะเบียนในแอปพลิเคชัน

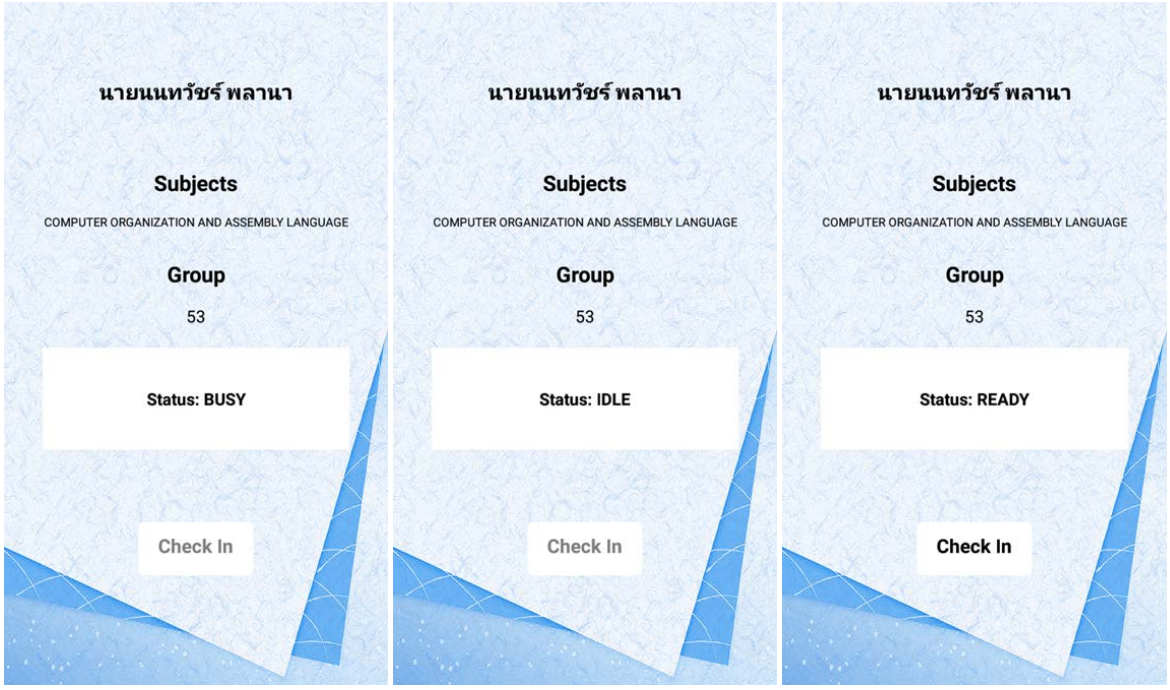
รูปที่ 3 แสดงการทำงานของการลงทะเบียนในแอปพลิเคชัน โดยเริ่มต้น (ซ้าย) จากให้ป้อน Instructor ID ซึ่งก็จะเป็นชื่อของฐานข้อมูล Firebase DB ที่จะติดต่อ โดยผู้สอนจะต้องแจ้งแก่นักศึกษาในชั้นเรียน (กลาง) จากนั้นแอปพลิเคชัน จะติดต่อกับฐานข้อมูล Firebase DB ซึ่งจะค้นหารหัสวิชา ชื่อวิชา และกลุ่มเรียน จากนั้นจึงแสดงหน้านักศึกษาลงทะเบียน ซึ่งประกอบด้วย รหัสนักศึกษา คำนำหน้า ชื่อและนามสกุล เลือกชื่อวิชา และกลุ่มเรียน (ขวา) เมื่อนักศึกษากด Register ระบบจะส่งข้อมูลไปเก็บลงใน Firebase DB และทำให้เรียก (Trigger) Cloud Function ขึ้นมาทำงาน โดยจะส่งข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase DB ไปเก็บลงใน Google Sheet ซึ่งอาจารย์ผู้สอนสามารถตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่กดลงทะเบียนได้ เพื่อจะได้ตรวจสอบว่านักศึกษาคนใดที่ยังไม่ลงทะเบียน จากนั้นในหน้านักศึกษาจะแสดงตามรูปขวา ซึ่งเป็นหน้าจอที่แสดงหลังจากลงทะเบียนครั้งแรกสำเร็จ

fx

	A	B	C	D	E
1	ข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนกับแอปพลิเคชั่น				
2	รหัสนักศึกษา	ชื่อ - นามสกุล	รหัสวิชา	วิชา	กลุ่ม
3	60010018	นายกรินทร์ อ่อนวงศ์	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE	21
4	60010019	นายกรี สมุทรพูนไพศาล	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE	21
5	60010031	นายกฤษกร วัฒนาจารุพงศ์	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE	21
6	60010033	นางสาวกฤษณา ชินสร้อย	01076009	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE	21

รูปที่ 4 ตัวอย่างผลการลงทะเบียนจากแอปพลิเคชันที่ปรากฏบน Google Sheet

หลังจากนั้นข้อมูลที่นักศึกษาป้อนเพื่อลงทะเบียนจะไปปรากฏบน Google Sheet ตามรูปที่ 4 หลังจากนั้น นักศึกษาจะสามารถใช้แอปพลิเคชันลงเวลาเรียนได้ ตามรูปที่ 5 (ซ้าย) จะเป็นกรณีที่นักศึกษาเปิดแอปพลิเคชัน นอกเวลาเรียน จะแสดงข้อความ BUSY จะ Check In ไม่ได้ (กลาง) จะเป็นกรณีที่อยู่ในช่วงเวลาเรียน แต่อยู่นอกขอบเขตสัญญาณของ Beacon จะแสดง IDLE จะ Check In ไม่ได้เช่นกัน (ขวา) จะเป็นกรณีที่นักศึกษาอยู่ในช่วงเวลาเรียน และอยู่ในขอบเขตสัญญาณของ Beacon จะแสดง READY ซึ่งนักศึกษาสามารถจะ Check In เข้าชั้นเรียนในเวลานั้นได้



รูปที่ 5 การลงเวลาเรียนผ่านแอปพลิเคชัน

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	รหัสวิชา	01076009	วิชา	COMPUTER ORGANIZATION AND ASSEMBLY LANGUAGE								
2	รหัสนักศึกษา	ชื่อ - นามสกุล	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ครั้งที่ 9	ครั้งที่ 10
3	60010018	นายกรินทร์ อ่อนวงศ์	09.10	09.04	09.07	09.15	09.01					
4	60010019	นายกรี สมุทรพูนไพศาล	09.00	09.20	09.25		09.20					
5	60010031	นายกฤษกร วัฒนาจารุพงศ์	09.02	09.10	09.08	09.03	09.00					
6	60010033	นางสาวกฤษณา ชินสร้อย	09.15	09.10	09.11	09.04	09.12					

รูปที่ 6 ตัวอย่างผลการลงเวลาเรียนผ่านแอปพลิเคชัน

เมื่อนักศึกษากด Check In แล้ว แอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลไปยัง Firebase DB และเมื่อเปิด Google Sheet จะทำให้ Google Script ที่กำหนดให้ทำงานเมื่อเปิดไปอ่านข้อมูลจาก Firebase DB และมาอัปเดตใน Google Sheet ทำให้สามารถดูผลการลงเวลาเรียนของนักศึกษาบน Google Sheet ได้

6. สรุปผล

จากระบบงานที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าเป็นระบบที่ใช้งานง่าย อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาไม่แพง ไม่ต้องพึ่งพาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย สามารถเซ็ตอัประบบได้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นระบบยังมีความสามารถปิดจุดอ่อนของระบบการ

ตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนอื่นๆ ได้ โดยนักศึกษาต้องอยู่ในห้องเรียนจึงจะลงเวลาเรียนได้ และนักศึกษาลงเวลาเรียนด้วยตนเอง ทำให้ไม่เสียเวลาอาจารย์ผู้สอน อาจารย์เพียงกำหนดค่าเริ่มต้นและนำ Beacon ไปวางในห้องเรียนเท่านั้น

สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อ เนื่องจากระบบที่พัฒนาในปัจจุบันยังไม่สามารถเชื่อมต่อระหว่าง Google Sheet กับแอปพลิเคชันแอนดรอยได้โดยตรง ต้องผ่านฐานข้อมูล Firebase DB จึงน่าจะพัฒนาในจุดนี้ต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

myClouseville, 2560 [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.mycourseville.com/

รู้จัก Cloud Function for Firebase, 2560 [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://bit.ly/2W3hDUT

Sync ข้อมูลระหว่าง Firebase Realtime Database กับ Google Sheets, 2561 [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://bit.ly/2Q9FcVF

ESP32 BLE for Arduino, 2560 [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://github.com/nkolban/ESP32_BLE_Arduino

Getting Started with ESP32 Bluetooth Low Energy (BLE) on Arduino IDE, 2562 [ออนไลน์], แหล่งที่มา https://randomnerdtutorials.com/esp32-bluetooth-low-energy-ble-arduino-ide/

นุชนารถ สัตย์วินิจ และ วันชัย อนุไวยา (2561), **ระบบตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนผ่าน Smartphone**, การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 10 (ECTI-CARD 2018), Phisanulok, Thailand

Mi-Young Bae and Dae-Jea Cho (2558), **Design and Implementation of Automatic Attendance Check System Using BLE Beacon**, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol. 10, No. 10 , pp. 177-186

Shota Noguchi, Michitoshi Niibori, Erjing Zhou and Masaru Kamada (2558), **Student Attendance Management System with Bluetooth Low Energy Beacon and Android Devices**, 18th International Conference on Network-Based Information Systems