การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ท ด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี

จิณณพัต นิลคำ[1], อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา[1] และ ไพศาล สิมาเลาเต่า[1*]

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*paisan.smlt@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบ และพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี และ 2) หาประสิทธิภาพของต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี เครื่องมือในการพัฒนา ประกอบไปด้วย Arduino IDE และ Sublime text เครื่องมือในการทดลอง คือ ต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี ที่พัฒนาด้วยภาษา HTML, CSS, PHP และ C++ วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ 2) ออกแบบระบบ 3) พัฒนาระบบ 4) ทดสอบระบบ และ 5) ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี สามารถใช้งานได้อย่างดี ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ ($\bar{X}$=4.64, S.D.=0.48)

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ท อาร์เอฟไอดี

The Development of the Prototype of Smart Parking Management Application with Internet of Things and RFID

Jinnapat Nilkam[1], Ubonrat Sirisukpoca[1] and Paisan Simalaotao[1*]

[1]Computer Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
*paisan.smlt@gmail.com

Abstract

The objectives of this research are: 1) to design and develop the prototype of smart parking management application with internet of things and RFID, and 2) to determine the effectiveness of the development of the prototype of smart parking management application with internet of things and RFID. The research tools consisted of development tool and experimental tool. Development tools include arduino IDE and sublime text. Experimental tool is a prototype of smart parking management application with internet of things and RFID developed with HTML, CSS, and C++. Research methodology can be classified into 5 steps: 1) problem and requirement analysis, 2) system design, 3) system development, 4) system testing, and 5) system evaluation by three purposively selected experts.

The findings from this research are: 1) the prototype of smart parking management application with internet of things and RFID can be performed well, and 2) the efficiency of the proposed system evaluated by three experts is in highest level ($\bar{X}$=4.64, S.D.=0.48).

Keywords: Web Application, Internet of Things, Smart Parking Management System, RFID

1. บทนำ

ในปัจจุบันการคมนาคมได้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ปัญหาเรื่องที่จอดรถไม่เพียงพอเป็นปัญหาอันดับต้น ๆ และพื้นที่ที่มีปัญหาส่วนใหญ่คือ ผู้อยู่อาศัยในคอนโดมิเนียม การจัดการที่จอดรถภายในคอนโดมิเนียมแต่ละแห่งนั้นต่างก็เลือกใช้วิธีบริหารจัดการที่แตกต่างกันออกไป หลาย ๆ คนมักจะตัดสินใจเลือกซื้อคอนโดมิเนียมโดยดูจากพื้นที่จอดรถที่มีพื้นที่มาก ๆ จึงอาจจะไม่ใช่วิธีที่ถูกต้อง ดังนั้นเรื่องที่จอดรถไม่เพียงพอจึงไม่ได้ขึ้นกับจำนวนพื้นที่เท่านั้น แต่ประกอบด้วยหลายปัจจัย ปัญหาที่พบในปัจจุบัน เช่น ปัญหาลูกบ้านนำรถเข้ามาจอดมากกว่า 1 คันทั้งที่คอนโดมีที่จอดรถไม่เพียงพอ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการนำอุปกรณ์ หรือระบบทางไฟฟ้าต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาเชื่อมต่อกัน โดยสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็น Smart ต่าง ๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network [1] เห็นได้ว่าเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้น เป็นเทคโนโลยีที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานได้อย่างดี ซึ่งมีการนำมาใช้ช่วยอำนวยความสะดวกในการหาที่จอดรถหรือการแสดงตำแหน่งช่องว่างที่สามารถจอดรถได้ แต่ไม่มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาเรื่องการเพิ่มที่จอดรถในพื้นที่จำกัดมากนัก

ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี ซึ่งเหมาะสำหรับพื้นที่จำกัด ช่วยลดปัญหาลานจอดรถไม่เพียงพอ ลดปัญหาการเสียเวลาในการวนหาที่จอดรถ สามารถปรับแต่งการติดตั้งได้หลายรูปแบบและช่วยประหยัดพลังงานในอนาคตได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 Internet of Things (IoT) [2] คือ "อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง" หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3.1.2 ระบบจอดรถแบบโรตารี [3] คือ ระบบทางกลร่วมกับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อเคลื่อนย้ายรถไปสู่พื้นที่สำหรับจอดรถและกำจัดปัญหาการใช้พื้นที่ที่สิ้นเปลืองไปโดยสูญเปล่าโดยปราศจากการใช้กำลังของมนุษย์ ระบบทั้งหมดควบคุมโดยอัตโนมัติด้วยตัวมันเอง และระบบควบคุมสามารถทำได้โดยใช้ตัวควบคุมขนาดเล็ก (Microcontroller) รวมทั้งระบบหาที่จอดรถและรับรหัสจอดรถแบบอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (IoT) เพื่อให้เป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้น

3.1.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ [4] คือชิปประมวลผลชนิดหนึ่ง เป็นสมองของหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ช่วยให้นักออกแบบในการติดต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ควบคุมพิเศษร่วมกัน และมีตรรกะโดยรวมของหุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี Core Processor หน่วยความจำและอินพุต/เอาต์พุต Programmable อุปกรณ์ต่อพ่วง หน่วยความจำโปรแกรมในรูปแบบของ Ferroelectric RAM หรือแฟลชหรือ OTP รอมก็มักจะรวมอยู่ในชิปเช่นเดียวกับจำนวนเงินขนาดเล็ก ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับการออกแบบสำหรับการใช้งานที่ฝังตัว ในทางตรงกันข้ามกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือการใช้งานอเนกประสงค์อื่น ๆ

3.1.4 เทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification) [5] เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เพื่อวัตถุประสงค์ในการรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ที่สะดวกและง่ายต่อการจัดการข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลายประเภทอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว และเพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น RFID ประกอบด้วย ส่วนฉลากหรือป้าย (Tags) ที่บันทึกข้อมูลเอาไว้ ซึ่งจะมีชื่อเรียกอย่างเป็นทางการอีกอย่างว่า ทรานสพอนเดอร์ (Transponder) และส่วนที่เป็นเครื่องอ่าน (Reader) หรือเรียกว่า ทรานสซิฟเวอร์ (Transceiver) โดยมีการถอดรหัสสัญญาณ (Decoding) ด้วยอัลกอริทึมที่อยู่ในเฟิร์มแวร์ (firmware) ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ และรับส่งสัญญาณเพื่อถอดรหัสสัญญาณที่ได้รับ

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติวาท, ณัฐพล และปิติภัทร [6] พัฒนาแบบจำลองที่จอดรถอัตโนมัติแบบโรโตรี่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม โดยอาศัยหลักการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อใช้ในการประมวลผลการสั่งการมอเตอร์ให้หมุนกระเช้าเพื่อมารับรถที่จะนำมาจอด และใช้ระบบอาร์เอฟไอดี (RFID) ในการรวบรวมตัวตนรหัสผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นระบบไร้สายที่เหมาะสมกับชิ้นงานและง่ายต่อการใช้งาน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของที่จอดรถแบบอัตโนมัติ ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถบรรจุรถได้ทั้งหมด 6 คัน โดยใช้ NFC (Near Field Communication) ในการระบุรหัสผู้ใช้งาน โดยใช้การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำหน้าที่ประมวลผลการทำงาน โดยการควบคุมตำแหน่งของกระเช้า จะรับคำสั่งจากเซนเซอร์ นำไปประมวลผลในการควบคุมตำแหน่งกระเช้า โดยใช้มอเตอร์ดีซีเกียร์ ในการเคลื่อนที่ตำแหน่งกระเช้า

จิรัฐิดิษฐ์ และวันมาฆ [7] ศึกษาเปรียบเทียบระบบที่จอดรถอัตโนมัติ ระบบ Tower Parking และ ระบบ Multi-Story Parking ผลการทดลองระบบแรก Tower Parking ระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติเนื่องจากสามารถใช้การ์ดในการสแกนเพื่อนำรถเข้า-

ออกได้ เป็นระบบที่จอดรถที่มีลักษณะเป็นอาคารสูง สามารถเพิ่มพื้นที่จอดรถได้แนวดิ่ง ระบบนี้เคลื่อนย้ายรถเข้าเก็บ-นำออก โดยง่ายมีความปลอดภัยสูง สามารถออกแบบได้หลากหลาย เหมาะกับสถานที่ที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ระบบที่สอง ระบบ Multi-Story Parking ระบบนี้เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ เนื่องจากระบบต้องควบคุมด้วยการใช้มือสัมผัสในการสั่งการทำงานเป็นระบบที่จอดรถที่มีลักษณะโครงสร้างอาคารในแนวราบ ไม่สูงมาก สามารถเพิ่มพื้นที่จอดรถได้ทั้งแนวราบและแนวดิ่ง ระบบนี้สามารถเคลื่อนย้ายรถได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง เป็นระบบที่ใช้งานง่าย มีความปลอดภัยสูง เหมาะกับสถานที่ที่ต้องการเพิ่มจำนวนที่จอดรถโดยต้องมีพื้นที่ในแนวราบพอสมควร

ไชยอนันต์ และคณะ [8] พัฒนาที่จอดรถอัจฉริยะแบบหน่วยแยก มุ่งเน้นพัฒนาโครงสร้างและระบบส่งกำลังของที่จอดรถอัจฉริยะแบบหน่วยแยกประเภทเลื่อน และยก เป็นระบบหนึ่งภายในของที่จอดรถอัจฉริยะแบบหอคอยที่สามารถติดตั้งบนพื้นได้และไม่ต้องการตัวอาคาร แต่ที่จอดรถอัจฉริยะประเภทนี้ต้องเว้นพื้นที่จอดรถยนต์ชั้นล่างจำนวน 1 คัน เพื่อให้ถาดจอดรถยนต์อื่น ๆ ของระบบสามารถเคลื่อนที่ได้ วัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบการคมนาคมและการจราจรในเมืองหลวงและเมืองใหญ่ ในรูปแบบของการขนส่งมวลชนด้วยระบบการจอดและจรโดยการเพิ่มศักยภาพของพื้นที่จอดรถให้สามารถจอดรถในพื้นที่ที่จำกัดได้เป็นจำนวนมากขึ้น และพัฒนาที่จอดรถอัจฉริยะแบบหน่วยแยกต้นแบบให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต่อการใช้งานในเมืองหลวงและเมืองใหญ่ของประเทศไทย

ณัทกิตติ และคณะ [9] พัฒนาแบบจำลองระบบการจัดการลานจอดรถผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยนำเทคนิคการจัดเรียงจากน้อยไปมากมาประยุกต์ใช้ในการจัดเรียงช่องจอดรถที่ใกล้ที่สุดเพื่อแจ้งไปยังเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบกับการใช้เซนเซอร์มาช่วยในการตรวจสอบสถานะของช่องจอดรถแต่ละช่องจอด โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeESP 8266, NodeMCU V3 WIFI LUA based ESP8266, ภาษา C/C++, NodeJS, Sensor Ultrasonic, ไฟ LED แสดงสถานะ และฐานข้อมูล Firebase มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา ผลจากการพัฒนาระบบพบว่า สามารถตรวจสอบช่องจอดรถว่างได้พร้อมกับสามารถนำทางผู้ใช้งานไปยังช่องจอดที่ว่างที่ใกล้ที่สุด และสามารถแสดงไฟสถานะช่องจอดรถได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โสภณัฐ, อิศรา และสัญญา [10] ทำวิจัยเรื่อง การควบคุมลิฟต์จอดรถอัตโนมัติด้วยบอร์ด ราสเบอร์รี่ พาย โดยการทดลองนำบอร์ด ราสเบอร์รี่ พาย มาใช้งานแทนพีแอลซี เพื่อให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่ต่ำและมีประสิทธิภาพ โดยการประยุกต์ใช้หลักการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ตระกลูราสเบอร์รี่ พาย และซอฟต์แวร์ โค้ดซิส ดีเวลลอบเมนท์ ซิสเต็มส์ในการควบคุมการทำงานซึ่งผลการทดลอง พบว่า การนำบอร์ดราสเบอรี่ พายมาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมลิฟต์จอดรถอัตโนมัติระบบสามารถทำงานได้ดีเหมือนใช้พีแอลซี ในการควบคุมโดยการเขียนภาษาแลดเดอร์ในโปรแกรมโค้ดซิส คอนโทรล สำหรับ ราสเบอร์รี่ พาย ซอพต์แวร์จะส่งโปรแกรมไปประมวลที่บอร์ด ราสเบอร์รี่ พาย เสร็จแล้วบอร์ด ราสเบอร์รี่ พาย จะนำสัญญาณอินพุตเข้าผ่านขาสัญญาณของบอร์ด ราสเบอร์รี่ พายและส่งไปที่ซอพต์แวร์และจะมีการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกผ่านขาสัญญาณของบอร์ดราสเบอร์รี่ พาย โดยผ่านวงจรอินพุตและเอาต์พุตที่สร้างขึ้นและส่งสัญญาณไปควบคุมลิฟต์จอดรถอัตโนมัติโดยรวมระบบสามารถทำงานได้ดี

เกรียงไกร และคณะ [11] พัฒนาระบบจองที่จอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง โดยพัฒนาแบบจำลองลานจอดรถ ณ อาคาร 8 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีการนำอุปกรณ์บอร์ดอาร์ดูโน ยูโน อาร์สาม บอร์ดโหนดเอ็มซียู อีเอสพีแปดสองหกหก และเซนเซอร์วัดระยะทางมาใช้ในการจับวัตถุด้านหน้าเพื่อแสดงสถานะของที่จอดรถ โดยผู้ใช้สามารถจองที่จอดรถได้ผ่านแอปพลิเคชันสำหรับจองที่จอดรถ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่นักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ทิพย์จิรา, อุบลรัตน์ และไพศาล [12] ทำการวิจัย เรื่อง การออกแบบโมเดลเพื่อพัฒนาระบบต้นแบบในการบริหารจัดการข้อมูลบุคคล ด้วยการผสมผสานเทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วย RFID และการเข้าถึงผ่านบาร์โคด 2 มิติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโมเดลการทำงานของระบบต้นแบบเพื่อบริหารจัดการข้อมูลบุคคล ซึ่งแบ่งการทำงานเป็นส่วนของเทคโนโลยีระบุตัวตนด้วย RFID ที่มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน พกพาง่าย เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออนไลน์ และส่วนของการเข้าถึงข้อมูลบุคคลผ่านเทคโนโลยีบาร์โคด 2 มิติ ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลบุคคลได้สะดวก รวดเร็ว โดยเป็นการทำงานในส่วนของเว็บแอปพลิเคชันเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออนไลน์ที่พัฒนาโดยใช้ PHP การวัดประสิทธิภาพการทางานของโมเดลผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการประเมินคุณภาพของโมเดลจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.66 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบและประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ต่อไปได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี มีขั้นตอนวิธีในการดำเนินการวิจัย ตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้

4.1 การศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับระบบการจอดรถแบบสามาร์ท การสร้างแอปพลิเคชัน การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยศึกษาจากหนังสือ งานวิจัย และเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี

4.2 การกำหนดความต้องการของระบบ

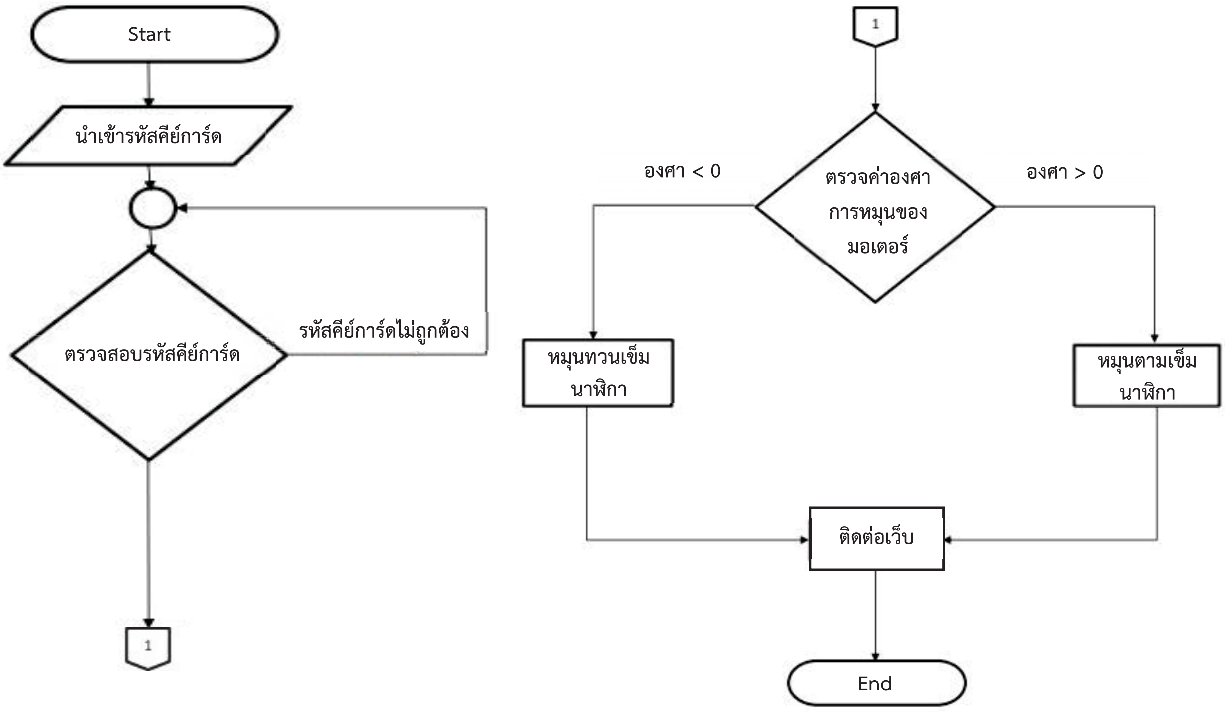
ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของระบบ โดยผู้ดูแลระบบสามารถเช็คข้อมูลจากคีย์การ์ดแบบ RFID เพื่อดูว่ามีใครเข้ามาจอดรถบ้าง และผู้ใช้งานสามารถสแกนคีย์การ์ด เพื่อแสดงตัวตน โดยที่จอดรถจะเคลื่อนที่มายังตำแหน่งที่กำหนดและสามารถนำรถเข้าไปจอดในตำแหน่งของตนเองได้

4.3 การออกแบบระบบ

ต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี มีการออกแบบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

4.3.1 การออกแบบส่วนผังงานของระบบ (System Flowchart)

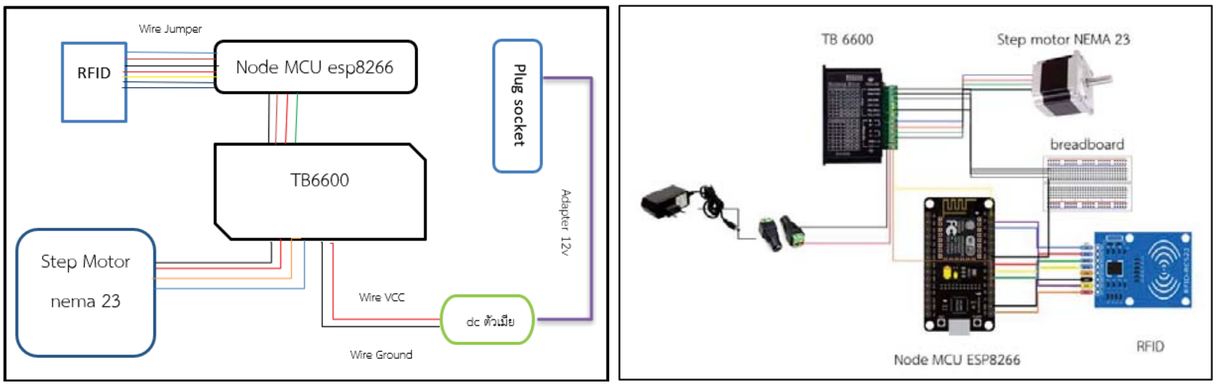
ส่วนการทำงานของต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี มีการทำงานคือ รับข้อมูลคีย์การ์ดแบบ RFID และส่งข้อมูลคีย์การ์ดไปยัง ESP8266 เพื่อหมุน Step motor NEMA 23 และส่งไปยังเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อแสดงข้อมูลคีย์การ์ด ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Flowchart การทำงานส่วนผังงานของระบบ

4.3.2 การออกแบบวงจร

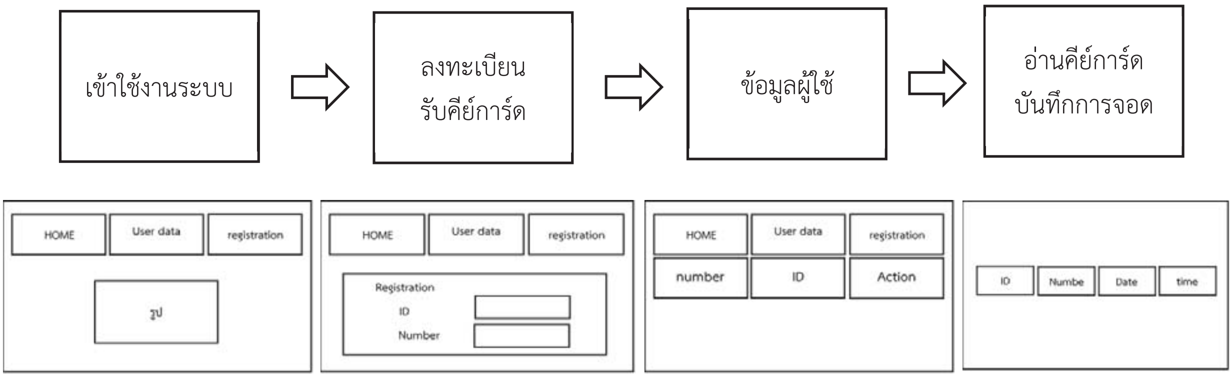
ในส่วนของการออกแบบต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยสายสีแดงคือสายที่มีไฟฟ้าวิ่งผ่าน และสายสีดำคือสายกราวด์ TB6600 คือตัวขับ Step Motor nema 23 ส่วน NodeMCU คือส่วนที่ใช้ควบคุม RFID ผ่านสายจั้มเปอร์ และส่งข้อมูลไปยัง NodeMCU เพื่อควบคุม TB6600 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงการเชื่อมต่อของวงจร

4.3.3 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ส่วนของการออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน แสดงให้เห็นถึงหน้าจอต่าง ๆ เช่น หน้า Home ซึ่งเป็นหน้าแรก ดังภาพที่ 3 (ก) หน้า User data เป็นหน้าที่แสดงข้อมูลต่าง ๆ ของระบบ ดังภาพที่ 3 (ข) หน้า registration เป็นส่วนที่ลงทะเบียนข้อมูลของคีย์การ์ด ดังภาพที่ 3 (ค) และหน้า read tag ID เป็นส่วนที่ผู้ใช้นำคีย์การ์ดมาแสดง ดังภาพที่ 3 (ง)



(ก) หน้า Home (ข) หน้า registration (ค) หน้า User data (ง) หน้า read tag ID

ภาพที่ 3 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

4.4 การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยเลือกใช้บอร์ดควบคุมชนิด NodeMCU v.3 เนื่องจากเป็นรุ่นใหม่มีขนาดของหน่วยความจำที่มากกว่ารุ่นก่อน ทั้งยังมีโมดูลที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไร้สายติดตั้งมากับบอร์ดทำให้ใช้งานได้สะดวก และใช้ Step motor nema 23 เนื่องจากมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้ในงานวิจัยนี้ และใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ด้วยภาษา C++ รวมถึงใช้ Auto cloud server ในการเชื่อมโยงการทำงานของอุปกรณ์เข้ากับการทำงานของแอปพลิเคชัน ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม sublime text เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนเว็บโดยเฉพาะและใช้ได้ฟรี ทำให้ง่ายต่อการพัฒนา สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Firebase) โดยในงานวิจัยนี้มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	หน่วย	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	หน่วย
1. Node MCU esp8266 V2	1	บอร์ด	4. RFID card	5	ใบ
2. สายไฟจัมเปอร์	20	เส้น	5. Adapter 12v	1	เครื่อง
3. Step Motor nema 23	1	ชุด	6. TB6600	1	ชุด

4.5 การทดสอบระบบ

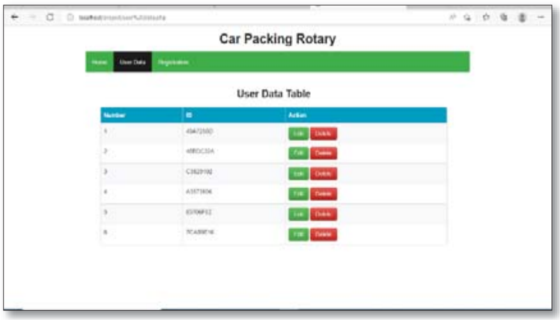
เมื่อทำการพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีเสร็จแล้ว จึงได้ทำการจำลองสถานการณ์การจอดรถในตำแหน่งจอดรถตำแหน่งต่าง ๆ ด้วยการสแกนคีย์การ์ดแบบ RFID เพื่อทดสอบหาข้อผิดพลาดของระบบ และแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ผลการวิจัย

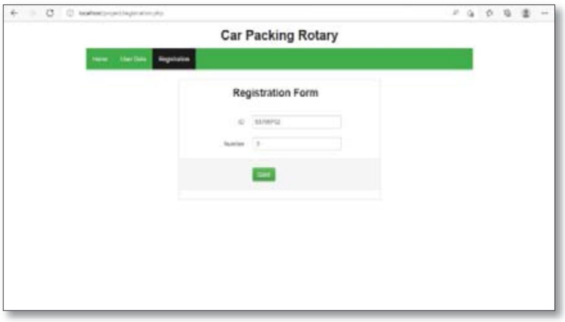
5.1 ผลการพัฒนาระบบ

การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี มีการทำงานของระบบแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน และส่วนของต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมที่จอดรถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

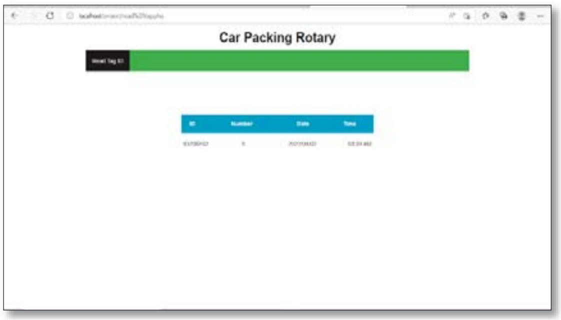
5.1.1 ผลพัฒนาระบบส่วนของเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อเริ่มการใช้งาน หน้าจอหลักเป็นหน้าแสดงผลข้อมูล RFID ซึ่งแสดงรายละเอียดข้อมูลคีย์การ์ดที่มีผู้ใช้งานลงทะเบียนไว้ ดังภาพที่ 4 (ก) ผู้ใช้งานนำคีย์การ์ดมาสแกนข้อมูล เพื่อลงทะเบียน ข้อมูลคีย์การ์ดจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูล ดังภาพที่ 4 (ข) และหน้าจอการทำงานของคีย์การ์ด เป็นการทำงานของ RFID ที่ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยแสดงชื่อ วันที่ และเวลา ดังภาพที่ 4 (ค)



(ก) รายละเอียดข้อมูลคีย์การ์ด



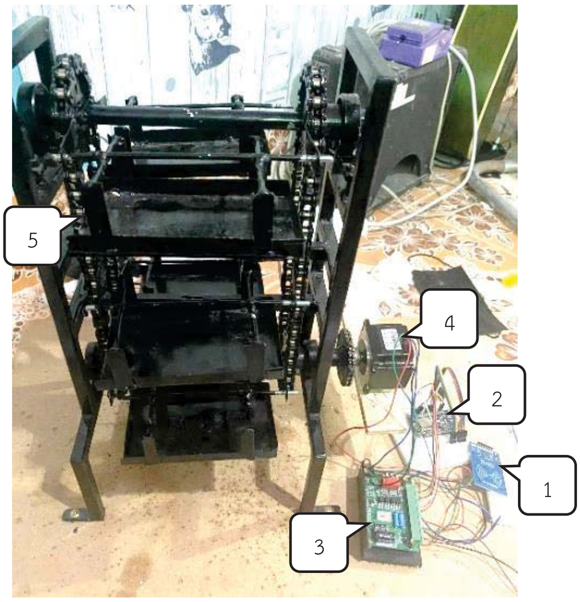
(ข) หน้าจอการลงทะเบียนของคีย์การ์ด



(ค) หน้าจอการทำงานของคีย์การ์ด

ภาพที่ 4 ผลการพัฒนาระบบ

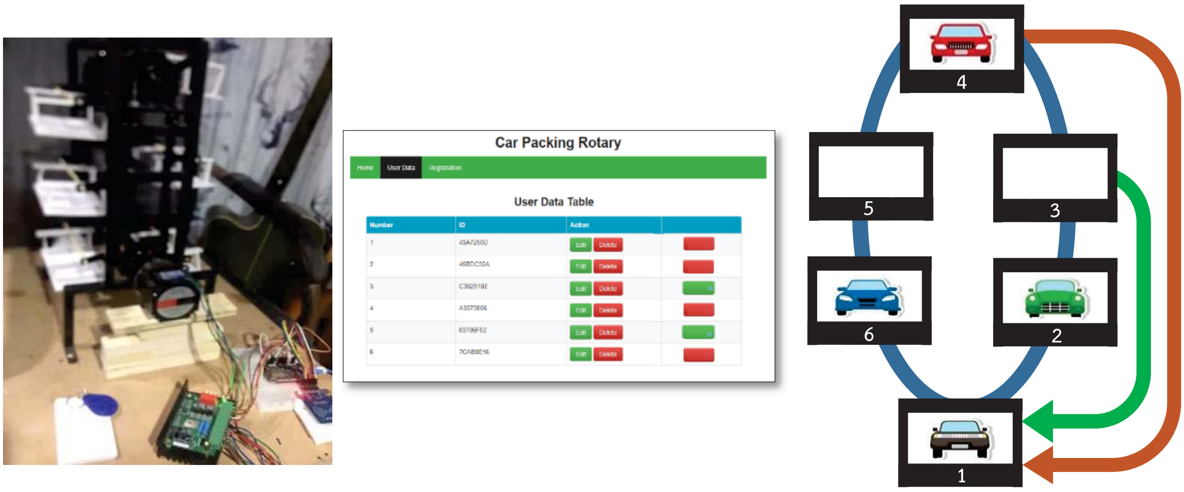
5.1.2 ผลการพัฒนาต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมที่จอดรถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี ผู้วิจัยได้จัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบวงจรไว้ในขั้นตอนของการดำเนินงาน โดยการจัดวางวงจรส่วนของ ESP8266 และโมดูลต่าง ๆ ในส่วนของ Step motor nema23 จะมีการหมุนตามคีย์การ์ดที่สแกน ดังภาพที่ 5



1. RFID card reader
2. Node MCU esp8266 V2
3. TB6600
4. Step Motor nema 23
5. Car parking prototype

ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาชุดควบคุมอุปกรณ์

5.1.3 ผลการทดลองการใช้งาน แสดงภาพต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมที่จอดรถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี (ก) และแสดงสถานะตำแหน่งที่จอดรถ (ข) ที่ยังว่าง (สีเขียว) และไม่ว่าง (สีแดง) แสดงแบบจำลองการใช้งาน (ค) กรณีที่ต้องการนำรถเข้าจอดระบบจะทำการหาตำแหน่งที่จอดรถที่ยังว่างอยู่และควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อนำที่จอดรถที่ว่าง (ตัวอย่างที่จอดว่างที่ช่องหมายเลข 3) ลงมายังตำแหน่งด้านล่าง และกรณีที่ต้องการนำรถออกจากที่จอดรถ (ตัวอย่างการจอดรถที่ช่องหมายเลข 4) ผู้ใช้จะนำคีย์การ์ดมาที่เครื่องอ่านและระบบจะทำการควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อนำที่จอดรถ ลงมายังตำแหน่งด้านล่าง กรณีจอดรถเต็มจะแสดงสถานะสีแดงที่หน้าเว็บ



(ก) ต้นแบบชุดอุปกรณ์ (ข) แสดงสถานะที่จอดรถว่าง (เขียว) และไม่ว่าง (แดง) (ค) แบบจำลองการใช้งาน

ภาพที่ 5 ผลการทดลองการใช้งานต้นแบบชุดอุปกรณ์ควบคุมที่จอดรถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี

5.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี ประเมินผลด้วยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน แสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ประเด็นประสิทธิภาพ	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
1. ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement)	4.73	0.35	ดีมาก
1.1 ความสามารถของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความสามารถของระบบในการควบคุมอุปกรณ์	4.33	0.58	ดี
1.3 ความสามารถของโมดูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความสามารถของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความสามารถของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
2. ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)	4.73	0.46	ดีมาก
2.1 ความถูกต้องในการจัดประเภทข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของระบบในการเพิ่ม ปรับปรุง และนำเสนอข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความถูกต้องของข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง	4.67	0.58	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์	4.67	0.58	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของการทำงานระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3. ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)	4.53	0.58	ดีมาก
3.1 ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.33	0.58	ดี
3.4 ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ	4.33	0.58	ดี
3.5 ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
4. ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance)	4.60	0.46	ดีมาก
4.1 ความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนต่าง ๆ	5.00	0.00	ดีมาก
4.2 ความเร็วในการติดต่อกับระบบออนไลน์	4.33	0.58	ดี
4.3 ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูลผ่านระบบ	4.33	0.58	ดี
4.4 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
4.5 ความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
5. ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security)	4.58	0.58	ดีมาก
5.1 การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 ความปลอดภัยของระบบเครือข่าย	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.67	0.58	ดีมาก
5.5 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
5.6 มีระบบป้องกันภัยจากไวรัส หรือผู้บุกรุก	4.67	0.58	ดีมาก
5.7 รองรับข้อมูลที่ตรงกับความต้องการ นำไปใช้ประโยชน์ได้	4.33	0.58	ดี
5.8 การให้คำปรึกษาและแก้ปัญหาสำหรับการใช้งาน	4.33	0.58	ดี
ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน	4.64	0.48	ดีมาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.66, S.D.=0.48) ประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.35) 2) ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.46) 3) ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.53, S.D.=0.58) 4) ประสิทธิภาพของระบบด้านความเร็ว (Performance) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.46) และ 5) ประสิทธิภาพของระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.58, S.D.=0.58)

6. สรุปผลการวิจัย

6.1 การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี ระบบสามารถอ่านข้อมูลของคีย์การ์ดแบบ RFID เพื่อตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสมาชิกในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยควบคุมการหมุนของชุดมอร์เตอร์เพื่อนำที่จอดรถมาอยู่ในจุดที่กำหนดเพื่อให้รถสามารถเข้าจอดและนำรถกลับขึ้นไปเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี มีผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.64, S.D.=0.48)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 หากมีการนำไปประยุกต์ใช้จริงควรคำนวณน้ำหนักของโมเดลเมื่อมีรถจอดอยู่ในที่จอดรถครบทุกช่อง เพื่อกำหนดและเลือกใช้งานชุดมอเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริง

7.2 ควรมีการควบคุมมอเตอร์ให้สามารถหมุนได้ทั้งแบบทวนเข็มนาฬิกาและแบบตามเข็มนาฬิกา ด้วยหลักความคิดการเลือกทิศทางการหมุนโดยใช้ระยะทางหรือใช้เวลาสั้นที่สุด เพื่อลดเวลาและลดการใช้งานพลังงานลง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรองแก้ว พรหมปัญญา. (2563). **IoT หรือ Internet of Things คืออะไร.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก http://km.prd.go.th/iot-platform/

[2] sogoodweb. (2563). **Arduino IDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/59554/Internet-of-Things-(IoT)-คืออะไร-มาหาคำตอบกัน

[3] พุฒิพงศ์ ขุนทรง และณรงค์ชัย จินดาประกาย. (2561). การออกแบบต้นแบบจำลองระบบจอดรถอัจฉริยะแบบโรตารี. **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา.** 205-210.

[4] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2560). **Microcontroller.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2565 จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller

[5] วัชรากร หนูทอง. (2548). **Radio Frequency Identification**. ค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2556 จาก http://www.geocities.com/kitalo17/what_is_RFID.htm

[6] กิตติวาท พุทธิมณี, ณัฐพล พรายวัน และปิติภัทร ตันเขมจารี. (2559). **แบบจำลองที่จอดรถอัตโนมัติแบบโรโตรี่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม.** วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[7] จิรัฐติษฐ จันทรหอม และวันมาฆ พรมโชโต. (2562). การศึกษาเปรียบเทียบระบบที่จอดรถอัตโนมัติ. **การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2.** คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 46-55.

[8] ไชยอนันต์ ติยะวัฒน์วิทยา, ธัญญะ เกียรติวัฒน์, ประกอบ สุรวัฒนาวรรณ และกรีฑา สมเกียรติกุล. (2560). การพัฒนาที่จอดรถอัจฉริยะแบบหน่วยแยก. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มก.** 102 (30), 47-60.

[9] ณัทกิตติ ชาวชน, อัคเดช แก่นแก้ว, ธนกฤษ จันทร์แสง และทิพย์มณฑา ผกาแก้ว. (2564). แบบจำลองระบบการจัดการลานจอดรถผ่านเว็บแอปพลิเคชัน. **การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 13 "การบูรณาการสหวิทยาการเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น".** 1-11.

[10] โสภณ ชุนการุณ, อิศรา สวรรค์บัญชา และสัญญา สมัยมาก. (2561). การศึกษาการควบคุมลิฟท์จอดรถอัตโนมัติด้วยราสเบอร์รี่ พาย. **การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 3.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล. 24-28.

[11] เกรียงไกร สวางวงศ, พีรภัทร ใสสกุล, วรเทพ ศรีแสงยศ, อนุศิษฐ ทิพยภูนอก และนัฐพงศ สงเนียม. (2563). การพัฒนาระบบจองที่จอดรถอัจฉริยะโดยใชเทคโนโลยีอินเทอรเน็ตของทุกสรรพสิ่ง. **วารสารวิชาการวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.** 2 (1), 57-68.

[12] ทิพย์จิรา นมัสการ อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา และไพศาล สิมาเลาเต่า. (2557). การออกแบบโมเดลเพื่อพัฒนาระบบต้นแบบในการบริหารจัดการข้อมูลบุคคล ด้วยการผสมผสานเทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วย RFID และการเข้าถึงผ่านบาร์โค้ด 2 มิติ. **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 "บูรณาการงานวิจัย เพื่อพัฒนาท้องถิ่น สู่ประชาคมอาเซียน" มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.** (30 - 31 พฤษภาคม 2557), 8 หน้า, 1-8.