

Received: November 2, 2022; Revised: November 28, 2022; Accepted: December 30, 2022

ระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง Smart parking system using Internet of Things

เปรม อิงคเวชากุล¹ และกิตติคุณ บุญเกตุ^{1*}Prem Enkvetchakul¹ and Kittikoon Boonkate^{1*}¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์¹Faculty of Sciences, Buriram Rajabhat University, Buriram Province

*Corresponding Author E-mail Address: kittikoon.bk@bru.ac.th

บทคัดย่อ

วิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเรื่อง ระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ศึกษาการใช้งานอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU และเซนเซอร์ Ultrasonic Module HY-SRF05 Distance ตรวจจบบานพาหนะที่เข้ามาจอดในที่จอดรถ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาสาเหตุในการจอดรถกับระบบงานการจัดการที่จอดรถในปัจจุบัน 2) ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการวิจัย 3) การออกแบบและพัฒนาระบบ โดยระบบสามารถแสดงสถานะช่องจอดรถผ่านหน้าจอแสดงผลเพื่อให้ประหยัดเวลาในการวนหาที่จอด และช่วยลดค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการสูญเสียพลังงานเชื้อเพลิงหรือมลพิษที่เพิ่มขึ้น จากการทดสอบพบว่า เมื่อผู้ใช้งานถอยรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่พัฒนาไว้จะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันเพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดรถ และส่งค่าไปยังฐานข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล จากนั้นแสดงข้อมูลสถานะช่องจอดรถบนหน้าจอแสดงผล ทั้งยังสามารถนำทางไปยังสถานที่จอดรถในแต่ละอาคารได้ นอกจากนี้ยังได้มีการดำเนินการทดลองใช้ระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาขึ้น โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการพิจารณาและประเมินประสิทธิภาพในระบบจอดรถอัจฉริยะ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีคะแนนมากที่สุด 3 อันดับแรก ในด้านการออกแบบมีความเหมาะสม ความปลอดภัยในการใช้งาน และผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ พบว่า โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านประโยชน์ของการใช้งาน รองลงมา คือ ด้านความรวดเร็วของการใช้งาน ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ด้านความถูกต้องของการทำงาน และด้านการออกแบบระบบ

คำสำคัญ: ระบบจอดรถอัจฉริยะ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The aims were to 1) develop a smart parking system utilizing Internet of Things technology, and 2) investigate the usage of the NodeMCU microcontroller device and the Ultrasonic Module HY-SRF05 Distance sensor to detect cars that park in the area where the automobile was parked. The procedure consisted of three steps: 1) Study and analyze the causes of parking problems with the current parking management system, 2) Study the equipment and technology used in the research, and 3) System design and development so that the system can be displayed through a display screen to save time finding parking and reduce costs due to increased fuel loss or pollution. The sensor has been used to receive the status of the parking place, which was then shown on the screen. The result demonstrates that the intelligent parking system was designed utilizing Internet of Things technology as a system simulation. When the user reverses into a parking place, the designed signaling device provides the information to the program, which updates the parking spaces' state and sends values to the database for processing. The information would then be displayed on the display screen and can also navigate to the parking space in each structure. It may also be utilized to make parking easier in various locations. In addition to universities, intelligent parking system trials employing established Internet of Things technologies have been carried out in retail malls, hotels, schools, and other areas where there is parking. Using the quality assessment form, three professionals considered and evaluated the efficiency of the intelligent parking system. The overall system quality evaluation was deemed to be at a high level. With the highest amount of top three scores in terms of design appropriateness, user safety, and accurate findings. The findings of system user satisfaction investigating revealed that overall satisfaction was high. Usability received the greatest level of satisfaction, followed by speed of use, safety in operation, accuracy in operation, and system design.

Keywords: Smart parking system, Internet of Things, Microcontroller

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ได้มีการนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการนำอุปกรณ์ หรือระบบไฟฟ้าต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมาเชื่อมต่อกันหรือพัฒนาให้สะดวกขึ้นโดยผ่านการควบคุมทางอินเทอร์เน็ต (Aydin et al., 2017) จากการเปลี่ยนแปลงสังคมที่รวดเร็วเนื่องจากวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทำให้การทำงานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ทำให้เราสามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานทางการสื่อสารเพื่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุด รวมทั้งการบริการและเสริมสร้างคุณภาพชีวิตของมนุษย์ เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์ กล้องถ่ายภาพ และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่เชื่อมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งกระบวนการนี้จะนำไปสู่การสร้างสรรคณวัตกรรมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ กับมนุษย์ สามารถทำได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น (Buyya and Dastjerdi, 2016) ทำให้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ามามีอิทธิพลในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น เกิดผลกระทบใน 3 ระดับ คือ 1) ระดับบุคคล โดยจะเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตของทุกคน การสื่อสารอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำได้โดยง่าย 2) ระดับรัฐบาล โดยนำไปสู่แผนและกลยุทธ์ในการพัฒนาประเทศของหลาย ๆ ประเทศ โดยนำแนวคิดอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ไปสู่การสร้างสมาร์ทซิตี้ (Smart cities) 3) ระดับโลก เป็นผลจากพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของคนทั่วโลก ส่งผลให้

การพัฒนาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทุกคนทั่วโลกสามารถเข้าถึงบริการได้จากเครือข่ายทั่วโลก (Michael, 2015)

จากการพัฒนาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) อย่างต่อเนื่องในปัจจุบันนี้บางเทคโนโลยีเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ และวิถีชีวิตประจำวัน เช่น สมาร์ทฟาร์ม สมาร์ทโฮม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการเชื่อมต่อทางอินเทอร์เน็ตมาใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ (Hainalkar et al., 2018) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านั้น และยังสามารถนำมาใช้งานร่วมกับระบบการนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ เช่น ระบบนำทางไปห้างสรรพสินค้า ระบบนำทางไปโรงพยาบาล และระบบนำทางไปยังสถานที่จอดรถ (Yugopuspito et al., 2016) ซึ่งในปัจจุบันประชากรส่วนใหญ่ใช้รถยนต์เป็นยานพาหนะในการเดินทาง และนับวันจะมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยใช้รถส่วนตัวมากกว่าขนส่งสาธารณะ เนื่องจากต้องการความสะดวกสบายในการเดินทาง จะเห็นได้ว่าปัญหารถจราจรติดขัดที่สร้างความวุ่นวายมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากจะทำให้เราเสียสุขภาพจิตแล้วยังส่งผลกระทบต่ออีกหลาย ๆ ด้าน ทั้งมลภาวะทางท่อไอเสีย ปัญหาที่จอดรถในสถานที่ต่าง ๆ เช่น มหาวิทยาลัย หรือสถานที่ต่าง ๆ ที่คนมักไปใช้บริการหรือสถานที่ที่คนมักเข้าออกเป็นประจำ สถานที่เหล่านี้มีที่จอดรถไว้ให้ผู้มาใช้บริการอยู่แล้วแต่บางช่วงเวลาผู้ที่มาใช้บริการมากเกินไปที่จอดรถไม่เพียงพอต่อผู้มาใช้บริการ มักจะมีปัญหาในการหาที่จอดรถผู้มาใช้บริการขับรถวนหาที่จอดอยู่เป็นประจำ เนื่องจากผู้มาใช้บริการไม่ทราบตำแหน่งที่ว่างของลานจอดรถที่แน่ชัดทำให้ผู้มาใช้บริการเสียเวลาในการทำธุระต่าง ๆ

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยใช้แนวความคิดที่อธิบายการเชื่อมต่อ (Connecting) กับวัตถุทางกายภาพใด ๆ หรือ สิ่ง (Thing) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้อุปกรณ์สามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ โดยนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาฝังไว้ในสิ่งต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะไม่ติดต่อกับมนุษย์โดยตรง แต่จะมีอยู่ในสิ่งแวดล้อม อาคาร สถานที่ ต้นไม้ และรถยนต์ ซึ่งอุปกรณ์ทุกอย่างสามารถเชื่อมต่อกันได้ (Padraig and Lueth, 2016) จากแนวคิดนี้ ผู้พัฒนาจึงได้พัฒนาระบบจอดรถอัจฉริยะขึ้นมา โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าเว็บไซต์ หรือดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน BRU Smart Parking มาติดตั้ง ทำให้สามารถทราบถึงรายละเอียดอาคาร ลานจอดรถในสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการไป และยังสามารถทราบจำนวนช่องจอดรถที่ว่างในแต่ละอาคาร โดยแอปพลิเคชันจะแสดงให้เห็นจำนวนที่จอดรถทั้งหมดและแสดงสถานะของที่จอดรถ เมื่อผู้ใช้งานถอยรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในช่องจอดจะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน เพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดรถนั้น ๆ นอกจากสามารถทำการตรวจสอบที่จอดรถได้แล้วนั้นผู้ใช้งานยังสามารถให้ระบบนำทางไปยังอาคารหรือลานจอดรถที่ต้องการเข้าใช้บริการได้ รวมถึงมีบริการที่สามารถจองที่จอดรถได้ สามารถดูการสรุปข้อมูลการเข้าใช้งานอาคาร หรือลานจอดรถ และแสดงข้อมูลข้อเสนอแนะ หรือการแจ้งปัญหาต่าง ๆ จากผู้ให้บริการได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

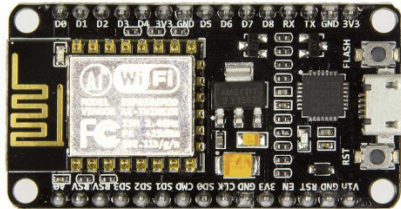
ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างง่าย เข้าถึงได้ทุกอุปกรณ์ จึงพัฒนาด้วยเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อความสะดวกสบายในการเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา ในส่วนของอุปกรณ์ ผู้วิจัยเลือกใช้ NodeMCU ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีราคาถูก ใช้ไฟฟ้าน้อย และสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และใช้ NETPIE ใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการเช่าเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาของระบบจอตลอดอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software)

1.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1.1.1 NodeMCU ESP8266 WIFI

เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ Arduino ทั้งโครงสร้างขา Input/Output และจำนวนขาที่ให้มาเพียงพอต่อการใช้งานทั่วไป ข้อดี คือ สามารถเชื่อมต่อ Wifi และ Bluetooth รองรับ การเขียนโปรแกรมโดยใช้ Arduino IDE และรองรับไลบรารีส่วนใหญ่ของ Arduino ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย (ภาสกร, 2562) แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 บอร์ด NodeMCU ESP8266

1.1.2 เซนเซอร์วัดระยะ HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module

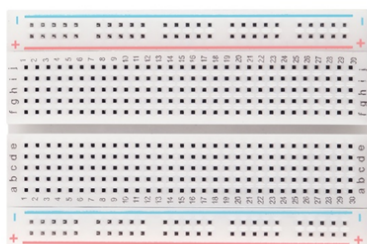
เป็นโมดูลสำหรับวัดระยะทางด้วยคลื่นเสียงอัลตราโซนิก ระยะที่สามารถวัดได้ตั้งแต่ 2 cm ถึง 400 cm รองรับแรงดันไฟ 3.3-5V ใช้งานง่าย ราคาถูก มีไลบรารีสำหรับต่อกับ Arduino ได้โดยตรง เพื่อแสดงระยะทางได้ทันที (ซัชชัย, 2562) แสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เซนเซอร์วัดระยะ HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module

1.1.3 บอร์ดทดลอง (Breadboard)

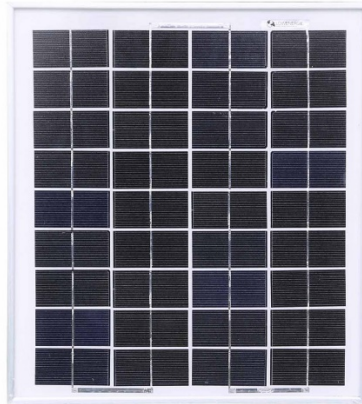
เป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้สามารถเชื่อมต่อวงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้น ลักษณะของบอร์ดจะเป็นพลาสติกมีรูจำนวนมาก ภายใต้รูเหล่านั้นจะมีการเชื่อมต่อถึงกันอย่างมีรูปแบบ เมื่อนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเสียบ จะทำให้พลังงานไฟฟ้าสามารถไหลจากอุปกรณ์หนึ่ง ไปยังอุปกรณ์หนึ่งได้ มีข้อดี คือ เป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะช่วยให้เราออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ง่ายขึ้นเพราะการใช้งาน Breadboard ไม่ต้องใช้การบัดกรีวงจร เพียงแค่ใช้สายไฟเสียบลงไปทีละรูบนบอร์ดก็สามารถเชื่อมต่อจุดในวงจรได้ตามที่เราต้องการ แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 บอร์ดทดลอง (Breadboard)

1.1.4 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Paned)

เป็นการนำเอาโซลาร์เซลล์ จำนวนหลาย ๆ เซลล์ มาต่อวงจรรวมกัน อยู่ในแผงเดียวกัน ซึ่งจะทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น ข้อดี คือ เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ผลิตไฟฟ้าได้ทุกขนาด ไม่ว่าจะใช้ภายในบ้าน การเกษตร หรือโรงงานอุตสาหกรรม สามารถประยุกต์ใช้ทุกงานและเป็นพลังงานที่ไม่จำกัด (ยศพล และคณะ, 2564) แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Paned)

1.1.5 คอนโทรลชาร์จเจอร์

เป็นตัวควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้า หรือโซลาร์ชาร์จคอนโทรลเลอร์ มีข้อดี คือ ช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ได้ ซึ่งอาจมีบางช่วงสูงบางช่วงต่ำ รวมถึงยังสามารถป้องกันแรงดันที่สูงเกินไปเนื่องจากแสงที่มากกระทบแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งวัน (จักรพันธ์, 2556) แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 คอนโทรลชาร์จเจอร์

1.1.6 แบตเตอรี่ 12V

เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Kandasamy et al., 2556) แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แบตเตอรี่ 12V

1.1.7 ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถ

ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน แสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถ

1.1.8 โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน

สมาร์ทโฟนที่รองรับการใช้งานแอปพลิเคชันเอาไว้หลากหลาย จำเป็นต้องมีอินเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อเพื่อการทำงานของระบบได้ตลอดเวลา

1.2 ส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1.2.1 Arduino IDE เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรมลงบนชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.2 Microgear เป็น Library สำหรับ NETPIE.io

1.2.3 ภาษา HTML เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการสร้างเพจหรือเว็บไซต์

1.2.4 ภาษา PHP เป็นภาษาในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ไซด์สคริปต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML

1.2.5 MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System)

โดยใช้ภาษา SQL

1.2.6 NETPIE เป็นคลาวด์แพลตฟอร์มสำหรับให้บริการเชื่อมต่อการสื่อสาร IoT

1.2.7 Bootstrap ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ส่วนการแสดงผล

1.2.8 MIT App Inventor เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.3 รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค

1.3.1 Input / Output Specification

1.3.1.1 Input

- 1) ข้อมูล รูปภาพ ที่ใช้ในการลงทะเบียน
- 2) ข้อมูล Username และ Password ที่ใช้ในการ login
- 3) ข้อมูลการจอง
- 4) ข้อมูลอาคาร หรือลานจอดรถ
- 5) ข้อมูลสถานที่จอดรถ

1.3.1.2 Output

- 1) แสดงผลการลงทะเบียน
- 2) แสดงสถานะการเข้าสู่ระบบ
- 3) แสดงผลการจอง
- 4) แสดงข้อมูลสถานะที่จอดรถ

1.3.2 Functional Specification

1.3.2.1 ผู้ใช้บริการ

- 1) สามารถดูข้อมูลอาคาร หรือลานจอดรถได้
- 2) สามารถให้ระบบนำทางไปยังอาคาร หรือลานจอดรถได้
- 3) สามารถทราบจำนวนที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 4) สามารถดูตำแหน่งที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 5) สามารถลงทะเบียนได้
- 6) สามารถลงชื่อเข้าสู่ระบบได้
- 7) สามารถทำการจองที่จอดรถได้
- 8) สามารถยกเลิกการจองที่จอดรถได้
- 9) สามารถแสดงความคิดเห็น ให้คำแนะนำ หรือแจ้งปัญหาได้

1.3.2.2 เจ้าหน้าที่

- 1) สามารถลงชื่อเข้าสู่ระบบได้
- 2) สามารถดูข้อมูลอาคาร หรือลานจอดรถได้
- 3) สามารถดูจำนวนที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 4) สามารถดูตำแหน่งที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 5) สามารถดูข้อมูลการจองที่จอดรถได้
- 6) สามารถดูข้อมูลการแสดงความคิดเห็น การให้คำแนะนำ หรือการแจ้งปัญหาต่าง ๆ ได้

1.3.2.3 ผู้ดูแลระบบ

- 1) สามารถลงชื่อเข้าสู่ระบบได้
- 2) สามารถดูข้อมูลอาคาร หรือลานจอดรถได้
- 3) สามารถดูจำนวนที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 4) สามารถดูตำแหน่งที่ว่าง ของที่จอดรถได้
- 5) สามารถดูข้อมูลการจองที่จอดรถได้
- 6) สามารถดูข้อมูลการแสดงความคิดเห็น การให้คำแนะนำ หรือการแจ้งปัญหาต่าง ๆ ได้
- 7) สามารถดูรายงานการเข้าใช้ที่จอดรถโดยรวมได้
- 8) สามารถดูรายงานการเข้าใช้ที่จอดรถในแต่ละอาคารได้
- 9) สามารถดูรายงานการเป็นกราฟได้
- 10) สามารถค้นรายงานต่าง ๆ ตามช่วงวัน เดือน ปี ได้

2. ขอบเขตและการทำงานของระบบ

หลักการทำงานของระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถ และแอปพลิเคชัน ITBRU SMART PARK

2.1 ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถ

2.1.1 สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยผ่านแผงโซลาร์เซลล์ มาเก็บพลังงานไว้ที่แบตเตอรี่ 12 โวลต์ได้ และจ่ายไฟให้บอร์ดทดลองด้วยอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์

2.1.2 สามารถตรวจสอบการเข้าจอดรถ ในช่องจอดได้โดยใช้การวัดระยะจากเซนเซอร์วัดระยะได้

2.1.3 สามารถส่งข้อมูลสถานะการที่จอดรถไปยัง NETPIE ได้

2.2 ส่วนของแอปพลิเคชัน ITBRU SMART PARK

2.2.1 สามารถแสดงจำนวนที่จอดรถที่ว่างของแต่ละอาคารได้

2.2.2 สามารถแสดงสถานะช่องจอดของแต่ละอาคารตามสีได้ โดยถ้าที่จอดว่างเกิน 80% ของที่จอดรถทั้งหมดจะแสดงสถานะสีฟ้า ถ้าต่ำกว่านั้นจะแสดงสีเหลือง และถ้าที่จอดรถเต็มจะแสดงสีแดง

2.2.3 สามารถแสดงข้อมูล รูปภาพ และตำแหน่งที่จอดรถที่ว่าง และไม่ว่างของแต่ละอาคารได้

2.2.4 สามารถกดปุ่มนำทางเพื่อแสดงเส้นทางไปยังที่จอดรถที่ต้องการได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนี้ เป็นการวิจัยและการพัฒนาระบบการจัดการพื้นที่ในการจอดรถ มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำผลมาเปรียบเทียบเกณฑ์ โดยใช้มาตรการวัดแบบ Rating Scale โดยให้ผู้ตอบคำถามเลือกตอบเพียงคำตอบเดียวมี 5 ระดับ และมีเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายความว่า มากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายความว่า มาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายความว่า ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายความว่า น้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายความว่า น้อยที่สุด

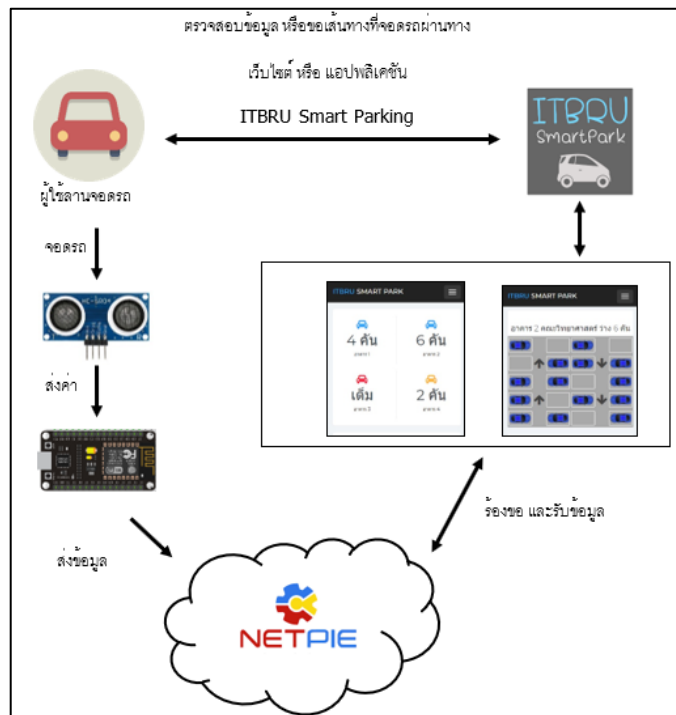
3.3 ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาสาเหตุในการจอดรถ กับระบบงานการจัดการที่จอดรถในปัจจุบัน

3.4 ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการวิจัย

3.5 ออกแบบและพัฒนาระบบ

3.5.1 โครงสร้างของซอฟต์แวร์ (Design)

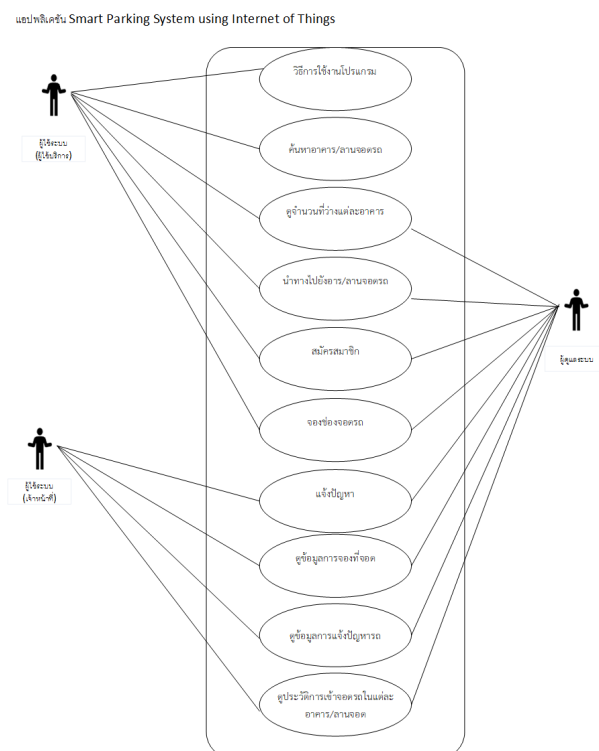
เมื่อผู้ใช้งานถอยรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่พัฒนาไว้จะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันเพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดตรงนั้น ๆ เพื่อแสดงที่จอดรถว่างหรือไม่ว่าง แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงการทำงานของระบบโดยภาพรวม

3.5.2 Use Case Diagram

จากการวิเคราะห์ และออกแบบความสัมพันธ์ของระบบได้พบว่าระบบมีขั้นตอนการทำงานที่มีความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถอธิบายตามแผนภาพ Use Case Diagram แสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 Use Case Diagram

4. เครื่องมือการวิจัย

- 4.1 ระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 4.2 แบบประเมินคุณภาพระบบ
- 4.3 แบบประเมินความพึงพอใจระบบ

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 5.1 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบประเมินคุณภาพระบบให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณาและประเมินประสิทธิภาพระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 5.2 ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการแจกแบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ
- 5.3 เก็บรวบรวมแบบประเมิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลและแปลผลในขั้นตอนต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพและแบบประเมินความพึงพอใจระบบ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำไปสรุปและอภิปรายผลต่อไป

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงไกร และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาบริบทพื้นที่ที่จอตรถยนต์ และการบริหารจัดการที่จอตรถยนต์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร 2) ออกแบบและพัฒนาระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ผลการวิจัยพบว่า ระบบจอตรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพภาพ โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจระบบแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.12$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.482) ด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.52$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.223) ด้านคุณสมบัติของการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.68$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 และ 4) ด้านภาพรวมระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.38$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 จากผลการประเมินทั้ง 4 ด้านพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

จิณณพัต และคณะ (2565) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอตรถแบบสมารถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอตรถแบบสมารถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีและ 2) หาประสิทธิภาพของต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอตรถแบบสมารถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีเครื่องมือในการพัฒนา ประกอบไปด้วย Arduino IDE และ Sublime text เครื่องมือในการทดลอง คือ ต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอตรถแบบสมารถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีที่พัฒนาด้วยภาษา HTML, CSS, PHP และ C++ วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ 2) ออกแบบระบบ 3) พัฒนาระบบ 4) ทดสอบระบบ และ 5) ประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 3 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอตรถแบบสมารถด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดีสามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D.=0.48)

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลการสร้างชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถอัจฉริยะ

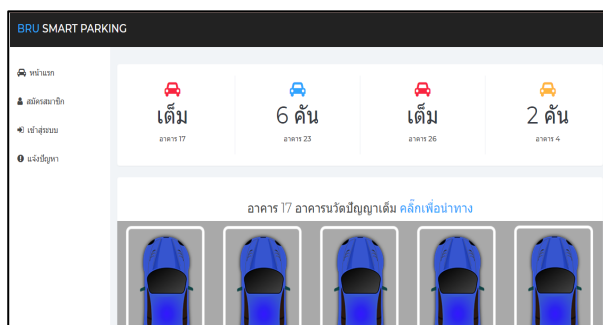
ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบระบบจอดรถอัจฉริยะ เป็นการนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เข้ามาใช้งาน ทำให้สามารถรายงานสถานะการจอดรถ การส่งค่า ส่งข้อมูล ผ่านเว็บไซต์หรือเว็บแอปพลิเคชัน และได้มีการนำแผงโซลาร์เซลล์มาติดตั้งกับชุดอุปกรณ์เพื่อนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาเก็บในแบตเตอรี่ และจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ในการทำงาน แสดงในรูปที่ 10



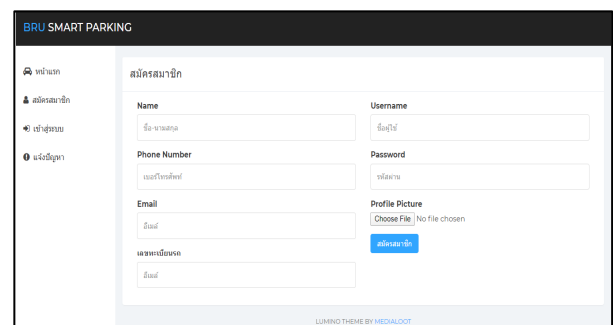
รูปที่ 10 ชุดอุปกรณ์ตรวจสอบการจอดรถอัจฉริยะ

2. ผลการพัฒนาระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ระบบจอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเข้ามาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และแสดงผลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) หรือโมบายแอปพลิเคชัน (Mobile application) โดยผู้ใช้งานสามารถเข้ามาดูรูปภาพสถานที่ให้บริการที่จอดรถ ดูจำนวนที่จอดรถที่ว่างของแต่ละอาคาร ดูตำแหน่งที่จอดรถที่ว่าง รวมไปถึงสามารถแสดงเส้นทางและนำทางเพื่อไปยังสถานที่จอดรถได้ แสดงในรูปที่ 11 – 13



(ก) หน้าจอแสดงผลหน้าหลัก



(ข) หน้าสมัครสมาชิก

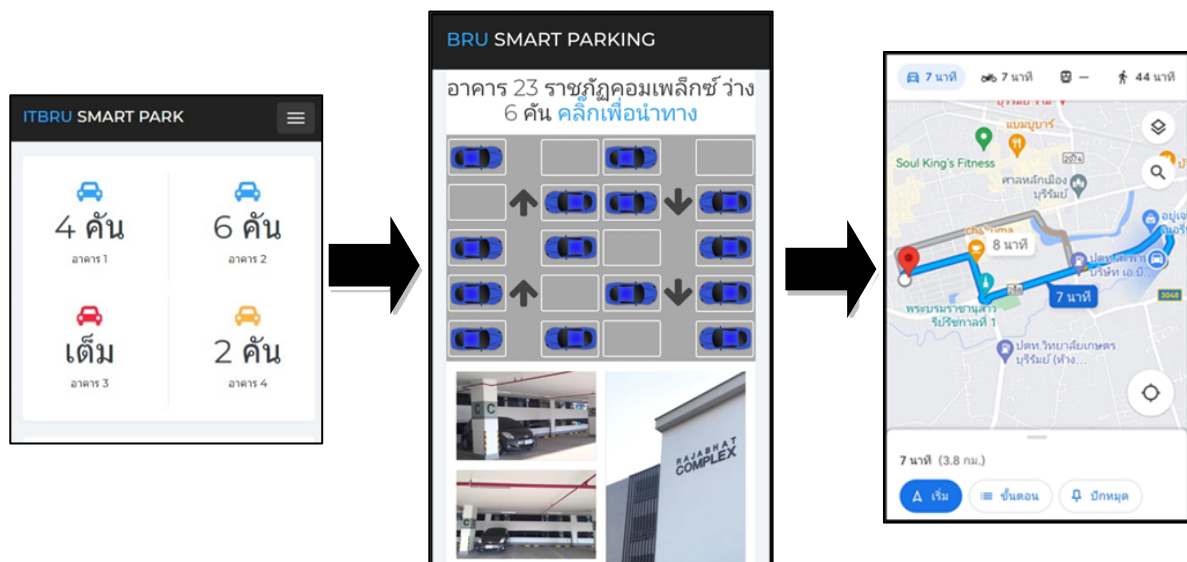
รูปที่ 11 การออกแบบหน้าจอแสดงผลหน้าหลักและหน้าสมัครสมาชิก

(ก) หน้าแสดงขั้นตอนการจอง

อาคารที่จอง	อาคาร	ห้อง	เลขทะเบียนรถ	หมายเลข	สถานะการจอง
15 มกราคม 2562 15:15 น.	17	1	เลข 8442 ขุขันธ์	จำนวนที่จอดรถในอาคารไม่เพียงพอ	ยกเลิกการจอง
8 มกราคม 2562 20:30 น.	23	A8	เลข 8 ขุขันธ์		-
1 มกราคม 2562 8:00 น.	26	3	เลข 8442 ขุขันธ์		-

(ข) หน้าแสดงตารางข้อมูลการจอง

รูปที่ 12 หน้าแสดงขั้นตอนการจองและข้อมูลการจองรถ



รูปที่ 13 ผลการพัฒนาระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จากรูปที่ 13 ระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จะมีส่วนแสดงผลของสถานะที่จอดรถ และจำนวนรถที่ว่างในแต่ละอาคาร โดยเมื่อมีรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่พัฒนาไว้จะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชัน เพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดนั้น ๆ เพื่อแสดงที่จอดรถว่างหรือไม่ว่างและแสดงสถานะบนหน้าจอแสดงผล

3. ผลการทดลองใช้ระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบจอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่พัฒนาขึ้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาและประเมินประสิทธิภาพในระบบจอดรถอัจฉริยะ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ และนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบจอตกรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. การทำงานของระบบเซนเซอร์	3.67	0.58	มาก
2. การทำงานของระบบประมวลผล	4.00	0.00	มาก
3. การทำงานของระบบแสดงผลหน้าจอ	4.00	0.00	มาก
4. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.33	0.58	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้	4.00	1.00	มาก
6. ความสะดวกต่อการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
7. สามารถนำไปใช้ได้จริง	4.00	1.00	มาก
8. ความรวดเร็วในการทำงาน	4.00	0.00	มาก
9. ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ	4.33	0.58	มากที่สุด
10. การออกแบบมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
โดยรวม	4.10	0.43	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.10 อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการออกแบบมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 รองลงมาคือด้านความถูกต้องแม่นยำ และความปลอดภัยในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และน้อยที่สุดในด้านการทำงานของระบบเซนเซอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบจอตกรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบจอตกรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง สามารถแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจระบบจอตกรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1. ด้านการออกแบบระบบ	4.02	0.77	มาก
2. ด้านความรวดเร็วของการใช้งาน	4.46	0.58	มากที่สุด
3. ด้านความถูกต้องของการใช้งาน	4.32	0.59	มากที่สุด
4. ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน	4.34	0.69	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์ของการใช้งาน	4.62	0.49	มากที่สุด
โดยรวม	4.35	0.66	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.35 อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดในด้านประโยชน์ของการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 รองลงมา คือ ด้านความรวดเร็วของการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ด้านความถูกต้องของการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และด้านการออกแบบระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02

การอภิปรายผล

1. ระบบจอตลอดอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เป็นการออกแบบจำลองระบบ โดยติดตั้งอุปกรณ์ ได้แก่ บอร์ด NodeMCU ESP8266 เพื่อใช้ในการจ่ายไฟไปยังเซ็นเซอร์วัดระยะ HC-SR04 Ultrasonic Sensor Module เมื่อผู้ใช้งานถอยรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่พัฒนาไว้จะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันเพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดรถนั้น ๆ เพื่อแสดงที่จอดรถว่างหรือไม่ว่าง และส่งค่าไปยังฐานข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผล และแสดงสถานะบนหน้าจอแสดงผล และจากอุปกรณ์ที่ใช้ได้มีการให้พลังงานโดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ในการให้พลังงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ เดชวิทย์ และ ธงรบ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ระบบการจัดการลานจอดรถด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่า การออกแบบจำลองระบบการจัดการลานจอดรถแสดงผลสถานะของเซ็นเซอร์ผ่านเครือข่ายไร้สาย (WIFI) ไปยังจอแสดงผลซึ่งเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับรถทุกคันที่เข้ามาจอดพร้อมกับแสดงค่าที่จอแสดงผล ซึ่งสีแสดงสถานะไม่ว่างและสีเขียวแสดงสถานะว่าง จากนั้นทำการส่งค่าไปประมวลผลและแสดงสถานะบนหน้าจอแสดงผล และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบจองที่จอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่า การบริหารจัดการที่จอดรถของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร บริเวณพื้นที่ที่จอดรถเป็นลานกว้างพื้นที่ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีการแบ่งเส้นพื้นที่จอดรถเป็นส่วน ๆ จากพื้นที่ที่จอดรถที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาจึงได้จัดทำแบบจำลองที่จอดรถขึ้น โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ ได้แก่ บอร์ด Arduino UNO R3 บอร์ด NodeMCU ESP8266 เพื่อใช้ในการจ่ายไฟไปยังเซ็นเซอร์วัดระยะด้วยเสียง Ultrasonic และหลอดไฟ LED เมื่อมีรถเข้ามาจอดเซ็นเซอร์จะทำการตรวจจับวัตถุด้านหน้าและแสดงการแจ้งเตือนผ่านหลอดไฟ LED เพื่อแสดงสถานการณ์ว่างหรือไม่ว่างของลานจอดรถ จากอุปกรณ์ที่ใช้ได้มีการให้พลังงานโดยใช้ แผงโซลาร์เซลล์ในการให้พลังงานแก่อุปกรณ์

2. ผลการทดลองใช้ระบบจอตลอดอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการพิจารณาและประเมินประสิทธิภาพในระบบจอตลอดอัจฉริยะ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ พบว่า ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านคุณสมบัติประโยชน์ของการใช้งาน รองลงมา คือ ความรวดเร็วของการใช้งาน และน้อยที่สุดคือด้านการออกแบบระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงไกร และคณะ (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบจองที่จอดรถอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานระบบโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านคุณสมบัติประโยชน์ของการใช้งาน รองลงมาคือ ด้านการใช้งานระบบ และด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ด้านการออกแบบระบบ

บทสรุป

จากการทดลองระบบการทำงานของระบบจอตลอดอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จะเห็นได้ว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ จะมีส่วนแสดงผลของสถานะที่จอดรถ และจำนวนรถที่ว่างในแต่ละอาคาร โดยเมื่อมีรถเข้าจอดในช่องจอด อุปกรณ์ส่งสัญญาณที่พัฒนาไว้จะส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันเพื่อเป็นการอัปเดตสถานะของช่องจอดรถนั้น ๆ เพื่อแสดงที่จอดรถว่างหรือไม่ว่างและแสดงสถานะบนหน้าจอแสดงผล นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบายสำหรับการจอดรถในสถานที่ต่าง ๆ นอกจากในมหาวิทยาลัยทั้งในห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงเรียน และสถานที่อื่น ๆ ที่มีสถานที่จอดรถ โดยกรณีที่ต้องการนำไปใช้งานนอกจากพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษา จำเป็นต้องศึกษาพื้นที่

จอตระยานอกโดยรวมและความต้องการใช้บริการตามความต้องการแต่ละพื้นที่ให้ตีก่อนนำไปใช้งาน เพื่อเกิดประสิทธิภาพได้สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

- จักรพันธ์ นันทบุตร. (2556). Solar energy harvesting in wireless sensor network. โครงการงานวิศวกรรม. สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.
- จิณณพัต นิลคำ, อุบลรัตน์ ศิริสุขโกศา และไพศาล สิมะเลาเต่า. (2565). การพัฒนาต้นแบบแอปพลิเคชันระบบจัดการที่จอดรถแบบสมาร์ทด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและอาร์เอฟไอดี. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14. 7 – 8 กรกฎาคม 2565 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. นครปฐม. 720-730.
- เกรียงไกร สว่างวงศ์, พีรภัทร ไสสกุล, วรเทพ ศรีแสงยศ, อนุศิษฐ์ ทิพย์ญนอก และนัฐพงศ์ ส่งเนียม. (2563). การพัฒนาระบบจองที่จอดรถอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. 2(1): 57-68.
- ชัยชัย คุณบัว. (2562). IoT สถาปัตยกรรมการสื่อสาร Internet of Things. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- เดชวิทย์ รัชมี และธงรบ อักษร. (2560). ระบบการจัดการลานจอดรถยนต์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 2 การวิจัย 4.0 เพื่อการพัฒนาประเทศสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. 26-27 กรกฎาคม 2560. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. อุบลราชธานี. 421-428.
- ภาสกร พาเจริญ. (2562). พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU. กรุงเทพฯ: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.
- ยศพล จุฑะโยธิน, สราวุฒิ เพ็ชรทับทิม, วัชรพล อินเกสร, ทินกร ชุมหนัทรกุล, จิตติยา เนตรวงษ์ และสุรสิทธิ์ ทรงม้า. (2564). ตู้อบกล้วยพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยระบบไฮบริด. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(3): 44-56.
- Aydin I., Karakose M. and Karakose E. (2017). A navigation and reservation based smart parking platform using genetic optimization for smart cities. In 2017 5th International Istanbul Smart Grid and Cities Congress and Fair (ICSG). Turkey. 120-124.
- Buyya R. and Dastjerdi A.V. (2016). Internet of things: principles and paradigms. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- Hainalkar G.N. and Vanjale M.S. (2018). Smart parking system with pre & post reservation, billing and traffic app. In 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). India. 500-505.
- Kandasamy R., Raut S., Varma D. and There G. (2013). Design of solar tricycle for handicapped person. Journal of Mechanical and Civil Engineering. 25(2): 11-24.
- Michael S.S. (2015). Protecting privacy in an IoT-connected world. Information Management. 49(6): 36-39.
- Padraig S. and Lueth K.L. (2016). Guide to IoT Solution Development. Accessed 10 Sep 2022. <https://iot-analytics.com/product/guide-to-iot-solution-development>.
- Yugopuspito P., Herwansyah R.A., Krisnadi D., Cahya S. and Panduwina F. (2016). Performance notification in a reservation based parking system. In 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA). Indonesia. 429-434.