

การพัฒนาต้นแบบระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

Development of Student Attendance Monitoring System Prototype

Using IoT and RFID

รุจกา สติรางกูร^{1*}, พัลลภา มิตรสงเคราะห์² และ อำนวย วิชญะลาส³

Rujaka Stirankura^{1*}, Pallapa Mitsongkraw², and Amnuay Witchayalart³

คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยภาคกลาง^{1,2,3}

Faculty of Science Department of Computer Science The University of Central Thailand^{1,2,3}

E-Mail: rujaka@gmail.com^{1*}, m.pallapa@tuct.ac.th², w.amnuay@tuct.ac.th³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการตรวจสอบการเข้าเรียน 2) พัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหาร คณบดี อาจารย์และนักศึกษา จำนวน 20 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID และ 2) แบบประเมินผลการใช้งานระบบ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการตรวจสอบการเข้าเรียน พบว่าแท็ก RFID แต่ละตัวจะมีหมายเลขเฉพาะของแท็กเป็นตัวเลข 5 ชุดคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ซึ่งสามารถนำมาใช้งานในการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยติดตั้งแท็กลงบนบัตรนักศึกษาและกำหนดหมายเลขแท็กสำหรับนักศึกษาแต่ละคนในฐานข้อมูลนักศึกษา เมื่อนักศึกษาสแกนบัตรเข้าเรียน เครื่องอ่าน RFID จะอ่านค่าจากแท็กบนบัตรนักศึกษาและเวลาที่สแกน จากนั้นบอร์ด IoT จะติดต่อฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อเปรียบเทียบหมายเลขแท็กกับค่าในฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวนักศึกษา 2) ผลการพัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID พบว่าประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 2.1) ฮาร์ดแวร์ ได้แก่ (1) บอร์ด NodeMCU ESP8266 (2) โมดูล RFID และ (3) จอ OLED 2.2) เว็บไซต์ UCT-SAMS จำนวน 5 โมดูล ได้แก่ (1) นักศึกษา (2) อาจารย์ผู้สอน (3) คณบดี (4) ผู้บริหาร และ (5) ผู้ดูแลระบบ และ 3) ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID พบว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นต่อรูปลักษณ์ การทำงานของอุปกรณ์ IoT และความน่าเชื่อถือของข้อมูลในระดับมากที่สุด และผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในส่วนติดต่อผู้ใช้ของระบบ UCT-SAMS ทั้งในส่วนของลำดับเนื้อหาและรูปแบบ และมีคะแนนประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การตรวจสอบการเข้าเรียน, อาร์เอฟไอดี, อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Abstract

The purposes of the research were to 1) study the application of IoT and RFID in student attendance verification, 2) develop student attendance monitoring system using IoT and RFID, and 3) study the opinions of users towards the student attendance monitoring system using IoT and RFID. The target group in this study included administrators, faculty members, instructors and

students. The system was developed by using Arduino, PHP language and MySQL database. The statistics used for analyzing the data are mean and standard deviation.

The research findings showed that 1) applying IoT and RFID in student attendance system can be done by embedding a tag inside the student card and assigning the tag id which are 5 sets of numbers separated by commas for each student in the student database, when an RFID reader reads the tag id on the student card the IoT board then compares the tag id with the value in the database to identify the student 2) the student attendance monitoring system composes of 2 components: 2.1) hardware which includes (1) NodeMCU ESP8266 board (2) RFID module and (3) OLED display 2.2) UCT-SAMS website with 5 modules: (1) student (2) instructor (3) faculty member (4) administrator and (5) system operator 3) the results of the evaluation of the opinions of users towards the system were found that users' opinions on appearance and performance of IoT devices and reliability to be at the highest level. Users are also greatly satisfied with the user interface of the UCT-SAMS system. The overall rating is at the highest level.

Keywords: student attendance, RFID, Internet of Things (IoT)

บทนำ

การตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากอัตราการเข้าเรียนชี้ให้เห็นถึงความรู้ที่นักศึกษาจะได้รับ และยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน การตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาส่วนใหญ่จะใช้วิธีการที่อาจารย์ผู้สอนขานชื่อนักศึกษา หรือให้นักศึกษาลงลายมือชื่อ ซึ่งโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดหรือเอกสารในการตรวจสอบหรือลงลายมือชื่อสูญหายมีความเป็นไปได้ นอกจากนี้ การนำข้อมูลไปใช้งาน เช่น การตรวจสอบผู้มีสิทธิ์สอบโดยส่วนมากจะกำหนดเป็นการเข้าเรียนอย่างน้อย 80% ต้องใช้วิธีการนับจำนวนครั้งในการเข้าเรียนของนักศึกษาแต่ละคนในแต่ละวิชา ซึ่งจะยุ่งยากและใช้เวลานานมาก และยังสามารถเกิดข้อผิดพลาดได้ [1]

จากปัญหาดังกล่าว การนำเทคโนโลยี IoT และ RFID มาประยุกต์ใช้ ในการตรวจสอบการเข้าเรียน จะทำให้การจัดเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว แม่นยำ โอกาสผิดพลาดน้อย ด้วยการติดตั้งแท็ก RFID บนบัตรนักศึกษา และให้นักศึกษาทาบบัตรที่เครื่องอ่านเมื่อเข้าเรียน และใช้เทคโนโลยี IoT ในการส่งข้อมูลของนักศึกษาที่อ่านจากบัตรไปจัดเก็บในฐานข้อมูลบนคลาวด์ และประมวลผลข้อมูลและแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ จะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและรวดเร็วจากทุกที่ผ่านอินเทอร์เน็ต [2]

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID โดยใช้ต้นแบบระบบจากงานวิจัยเรื่อง การออกแบบสภาพแวดล้อมแบบสมาร์ตเลิร์นนิ่งโดยใช้อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง [3] ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ IoT และเครื่องอ่าน RFID และการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ด้วยระบบ UCT-SAMS เพื่อสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทันทีแบบเรียลไทม์ ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการใช้ระบบเดิมที่ตรวจสอบด้วยมือและใช้เวลาน้อยลงในการคำนวณเพื่อสรุปผลสถิติการเข้าเรียน รวมทั้งยังสามารถกำหนดรูปแบบการนำไปใช้งานได้หลากหลาย

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการตรวจสอบการเข้าเรียน
- 1.2 เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID
- 1.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Internet of Things (IoT) หรืออินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมต่อกัน สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมการทำงาน และใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ [4] IoT มีการนำมาใช้งานในด้านต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบบ้านอัจฉริยะ (Smart Home) กระดานดำอัจฉริยะ (Smart Blackboard) ที่ใช้ในการเรียนการสอน อุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมไปถึงระบบขนาดใหญ่อย่างเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ที่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ไว้ทั่วทั้งเมือง [5]

ในการพัฒนาอุปกรณ์ IoT จะใช้บอร์ด IoT ซึ่งเป็นบอร์ดขนาดเล็กประกอบด้วยขา I/O ซึ่งเป็นขาสำหรับการใช้งานเป็นอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก NodeMCU ESP8266 เป็นบอร์ด IoT ชนิดหนึ่ง ภายในบอร์ดประกอบด้วย ESP8266 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเชื่อมต่อ Wi-Fi ได้ มีพอร์ต Micro USB สำหรับจ่ายไฟและอัปโหลดโปรแกรม [3]

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็นระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยจุดเด่นของ RFID อยู่ที่การอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลาย ๆ แท็กแบบไร้สัมผัส [6] RFID ใช้วิธีการจัดเก็บข้อมูลแบบดิจิทัลที่เข้ารหัสลงในแท็ก (Tag) และอ่านข้อมูลโดยใช้เครื่องอ่านด้วยคลื่นวิทยุ RFID อยู่ในกลุ่มของเทคโนโลยีที่เรียกว่า Automatic Identification and Data Capture (AIDC) ซึ่งมีกระบวนการทำงานที่สามารถระบุวัตถุได้โดยอัตโนมัติ เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุนั้น และใส่ข้อมูลลงในระบบคอมพิวเตอร์โดยตรงโดยแทบไม่ต้องอาศัยมนุษย์ [6]

ระบบ RFID ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนคือ แท็ก RFID เครื่องอ่าน และเสาอากาศ โดยแท็กหรือทรานสปอนเดอร์ (Tag / Transponder) ใช้ในการติดกับวัตถุต่าง ๆ เพื่อบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ ภายในแท็กจะมีวงจรรวมและเสาอากาศที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปยังเครื่องอ่าน เครื่องอ่านจะแปลงคลื่นวิทยุให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่านช่องทางการสื่อสารไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล [7]

RFID สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลและช่วยในการแสดงผลแบบเรียลไทม์ สามารถส่งข้อมูลการทำงาน สถานะ รวมถึงรายละเอียดอื่น ๆ เข้าสู่ฐานข้อมูลหรือระบบคลาวด์ได้ทันที ทำให้สามารถใช้ฐานข้อมูลออนไลน์หรือระบบประมวลผลออนไลน์ในการคัดกรองข้อมูล รวมถึงป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันท่วงที โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่หน้างาน และยังสามารถตั้งค่าการตอบสนองต่อรูปแบบของสภาวะการณ์แบบอัตโนมัติ เพื่อสร้างความต่อเนื่องในการทำงาน รวมถึงลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วยการตรวจสอบข้อมูลอย่างเป็นระบบ [8]

Banu Santoso และ Marti Widya Sari [1] ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้เทคโนโลยี IoT ผลการวิจัยได้มีการออกแบบระบบที่ใช้อุปกรณ์ IoT ร่วมกับเครื่องอ่านลายนิ้วมือในการทำงาน

ขั้นตอนแรก นักศึกษาจะต้องกรอกแบบฟอร์มเพื่อขอลงทะเบียน เจ้าหน้าที่จะใส่ข้อมูลของนักศึกษาลงในคอมพิวเตอร์ รวมทั้งบันทึกลายนิ้วมือของนักศึกษาด้วยเครื่องอ่านลายนิ้วมือ จากนั้น เมื่อเข้าเรียนนักศึกษาจะสแกนลายนิ้วมือกับเครื่องที่อาจารย์ประจำรายวิชาเป็นผู้ดูแล ข้อมูลการเข้าเรียนจะถูกส่งจากเครื่องผ่านคลาวด์ ThingSpeak และนำไปจัดเก็บบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำไปใช้งาน

Joseph Dedy Irawan, Emmalia Adriantantri, และ Akh Farid [2] ได้วิจัยเรื่อง RFID และ IoT สำหรับระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน ผลการวิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบที่ใช้เครื่องอ่าน RFID ร่วมกับฐานข้อมูลบนคลาวด์ และได้มีการทดสอบระบบเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมที่ใช้ชานช้อนนักศึกษา พบว่า โดยเฉลี่ยระบบทำงานได้รวดเร็วกว่าวิธีการเดิมถึงเท่าตัว

Keling Bi [9] ได้วิจัยเรื่อง ระบบ smart classroom โดยใช้ IoT ผลการวิจัย พบว่า ได้มีการออกแบบระบบโดยใช้ RFID ในการจัดเก็บข้อมูลนักศึกษา และใช้เทคโนโลยี Zigbee ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการสื่อสารของเครือข่ายไร้สายที่เหมาะสมกับการส่งข้อมูลในระยะทางสั้น ๆ ที่ใช้ค่าใช้จ่าน้อยและใช้พลังงานน้อยกว่า Wi-Fi ในการส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะคำนวณสถิติการเข้าเรียนโดยอัตโนมัติและนำมาแสดงผลทางสมาร์ทโฟนแบบเรียลไทม์

รุจกา สติรางกูร, พัลลภา มิตรสงเคราะห์และอำนาจ วิชญะลาส [3] ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบสภาพแวดล้อมแบบสมาร์ตเลิร์นนิ่งโดยใช้อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยได้มีการออกแบบระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนซึ่งประกอบด้วยเครื่องอ่าน RFID สำหรับการอ่านค่าจากบัตรนักศึกษาที่ติดตั้งแท็ก RFID เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด IoT ซึ่งทำหน้าที่ในการดึงข้อมูลจากเครื่องอ่าน RFID และส่งข้อมูลไปจัดเก็บในฐานข้อมูลบนคลาวด์ ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลและรายงานสรุปสถิติการเข้าเรียนทางเว็บเพจหรือผ่านแอปพลิเคชันโดยใช้สมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

- 1.1 ระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID
- 1.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

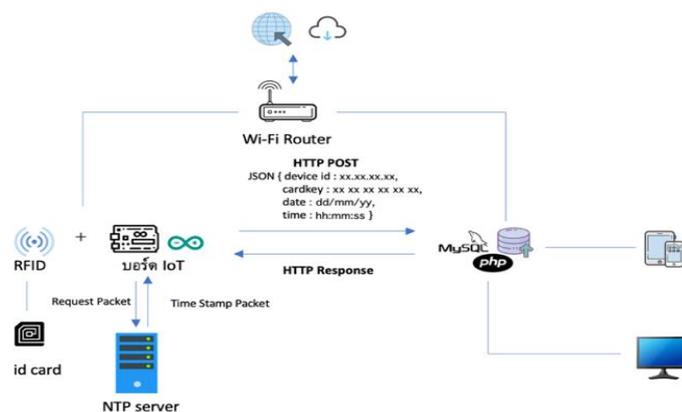
2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหาร อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยภาคกลาง จำนวน 20 คน ประกอบด้วย ผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนจำนวน 7 คนและนักศึกษาจำนวน 13 คน คัดเลือกจากนักศึกษาของทุกคณะที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาฤดูร้อน ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 42 คน คิดเป็นร้อยละ 30.95 วิธีการคัดเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายซึ่งทุกสมาชิกในประชากรมีโอกาสถูกเลือกเท่า ๆ กัน เนื่องจากเป็นระบบสำหรับผู้ใช้ที่เป็นอาจารย์และนักศึกษาทุกคนของมหาวิทยาลัย

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนและการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการพัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน

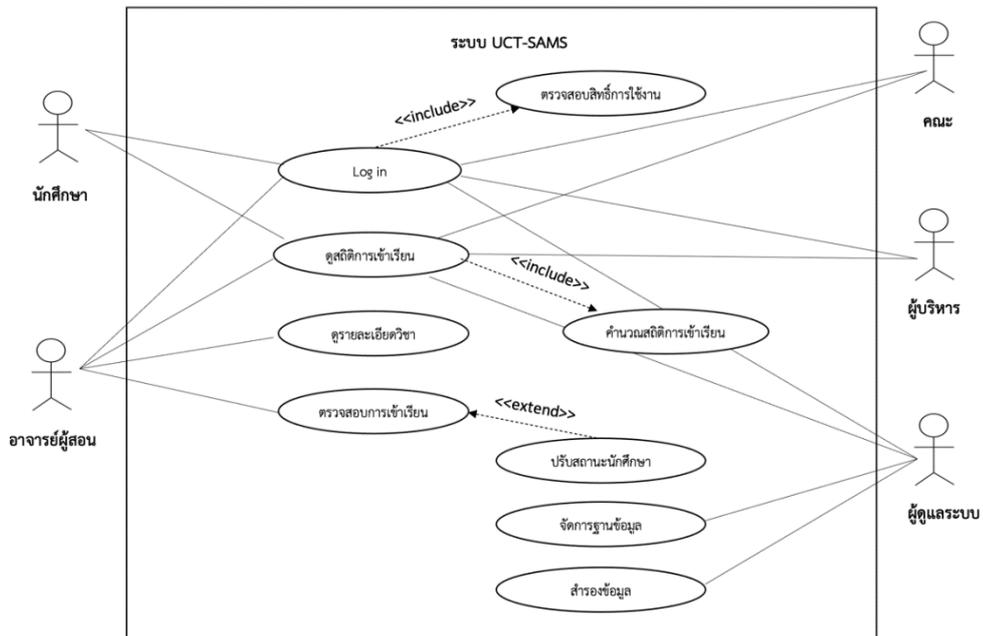
3.2 พัฒนาระบบโดยใช้ต้นแบบจากงานวิจัยเรื่อง การออกแบบสภาพแวดล้อมแบบสมาร์ตเทอร์มินัลโดยใช้ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง [3] ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 4 ขั้นตอนคือ 1) เมื่อเข้าเรียนนักศึกษาต้องทาบัตรนักศึกษาที่ เครื่องอ่าน RFID ที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด IoT ที่ติดตั้งอยู่ที่ห้องเรียน 2) เครื่องอ่าน RFID จะอ่านค่ารหัสคีย์การ์ดซึ่งเป็นตัวเลข 5 ชุด และบอร์ด IoT จะอ่านค่าวันเวลาจากเซิร์ฟเวอร์ให้บริการนาฬิกา NTP (Network Time Protocol) ซึ่งเป็น IP (Internet Protocol) มาตรฐานในการชิงคูปกรณ์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายกับ Coordinated Universal Time (UTC) ที่ละเอียดถึงหน่วยมิลลิวินาที ซึ่งเซิร์ฟเวอร์จะส่งค่าวันเวลากลับมา 3) บอร์ด IoT จะส่งข้อมูลซึ่งประกอบด้วย ห้องเรียน หมายเลขแท็ก และวันเวลาในรูปแบบ JSON โดยใช้ HTTP Request ในรูปแบบ POST ไปจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของ MySQL Server 4) อาจารย์ผู้สอนสามารถเรียกดูรายชื่อนักศึกษาที่เข้าเรียนทางเว็บเพจหรือผ่านแอปพลิเคชันโดยใช้สมาร์ตโฟนหรือคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 1



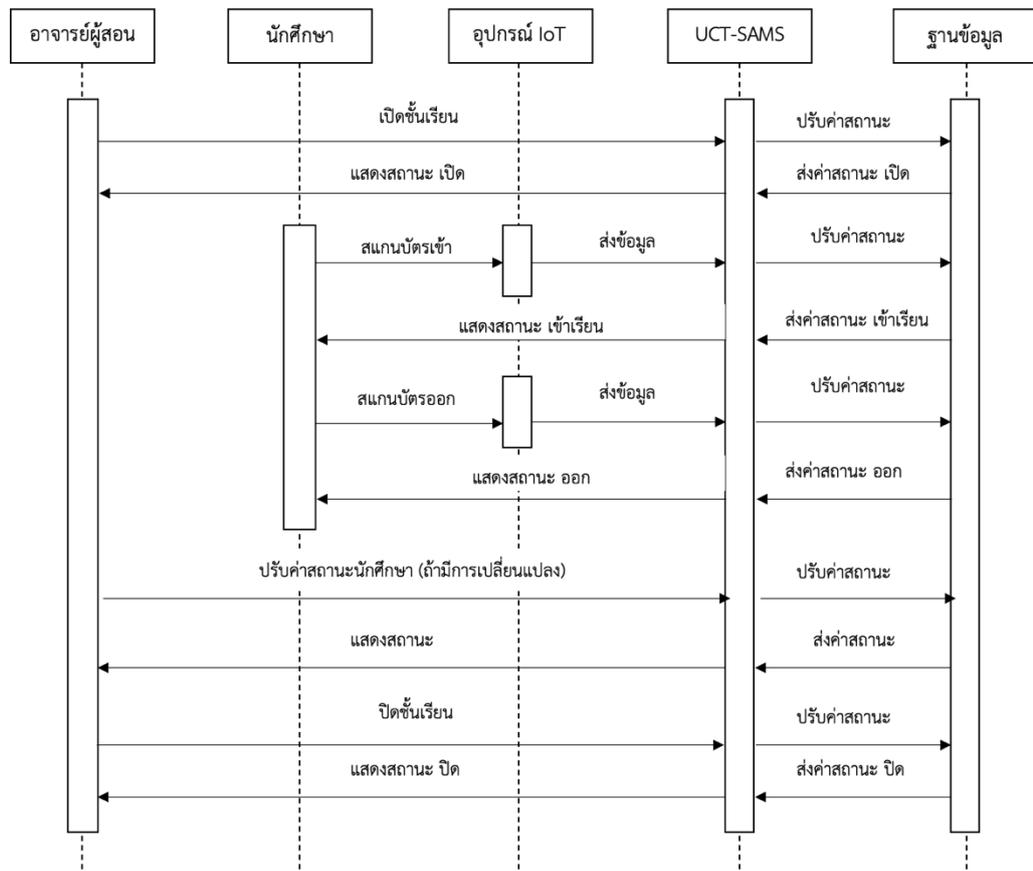
ภาพที่ 1 ระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนด้วย RFID และ IoT

3.3 พัฒนาอุปกรณ์ IoT และเครื่องอ่าน RFID และเขียนชุดคำสั่งในภาษาซีด้วย Arduino IDE ในการเชื่อมต่อบอร์ดกับโมดูล RFID ในการอ่านบัตร [10] และการติดต่อเซิร์ฟเวอร์ด้วย HTTP POST [11]

3.4 พัฒนาเว็บไซต์ UCT-SAMS (UCT – Student Attendance Monitoring System) ในการแสดงข้อมูลของระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน ด้วยโปรแกรมภาษา PHP และเก็บข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูล MySQL ภาพรวมการทำงานของระบบแสดงได้ด้วยแผนภาพยูสเคสของระบบ (Use Case Diagram) ดังภาพที่ 2 ภาพที่ 3 แสดงแผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram) ของระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน



ภาพที่ 2 แผนภาพยูสเคสของระบบ (Use Case Diagram)



ภาพที่ 3 แผนภาพลำดับการทำงาน (Sequence Diagram) ของระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน

3.5 ทดสอบและประเมินผลการใช้งานระบบโดยผู้ใช้งาน โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID การกำหนดแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ IoT (ฮาร์ดแวร์) ซึ่งประเมินในด้านรูปลักษณ์ ประสิทธิภาพในการทำงานและความถูกต้องน่าเชื่อถือ และส่วนที่สองคือ ระบบ UCT-SAMS (ซอฟต์แวร์) ซึ่งประเมินในด้าน การนำไปใช้งาน ประสิทธิภาพของระบบ และส่วนติดต่อผู้ใช้

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ [12]

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

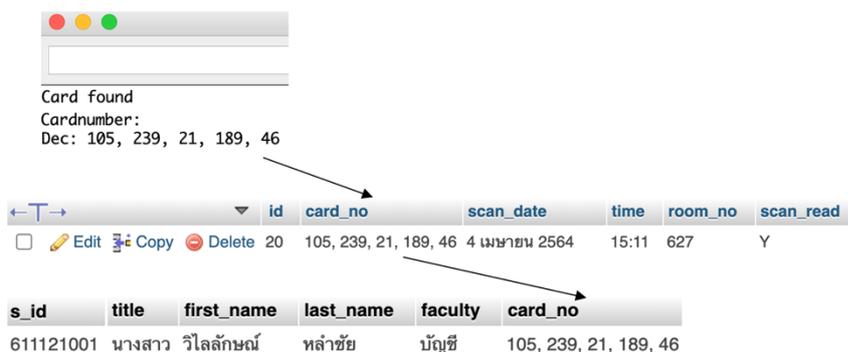
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการตรวจสอบการเข้าเรียน

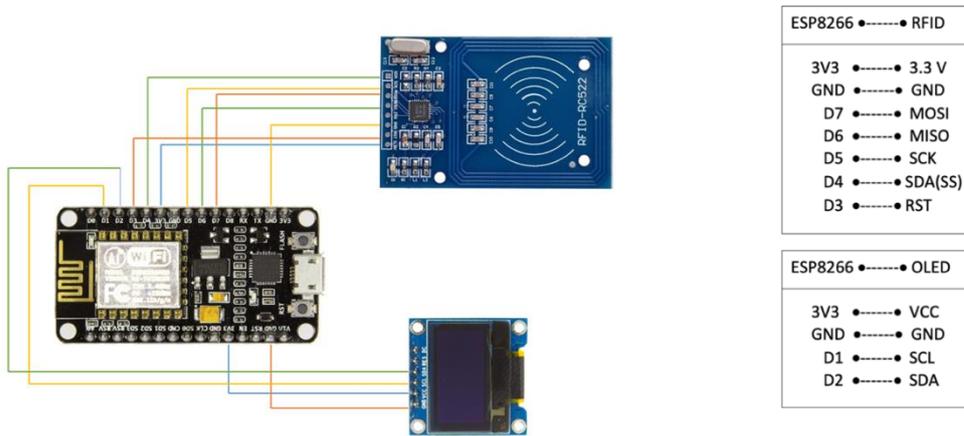
จากการพัฒนาอุปกรณ์ IoT โดยเชื่อมต่อบอร์ด IoT กับเครื่องอ่าน RFID เพื่อทดลองอ่านค่าแท็ก RFID พบว่า แท็ก RFID แต่ละตัวจะมีหมายเลขเฉพาะของแท็กเป็นตัวเลข 5 ชุดคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ซึ่งสามารถนำมาใช้งานในการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยติดตั้งแท็กลงบนบัตรนักศึกษาและกำหนดหมายเลขแท็กสำหรับนักศึกษาแต่ละคนในฐานข้อมูลนักศึกษา เมื่อนักศึกษาสแกนบัตรเข้าเรียน เครื่องอ่าน RFID จะอ่านค่าจากแท็กบนบัตรนักศึกษาและเวลาที่สแกน จากนั้นบอร์ด IoT จะติดต่อฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อเปรียบเทียบหมายเลขแท็กกับค่าในฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวนักศึกษา ดังภาพที่ 4



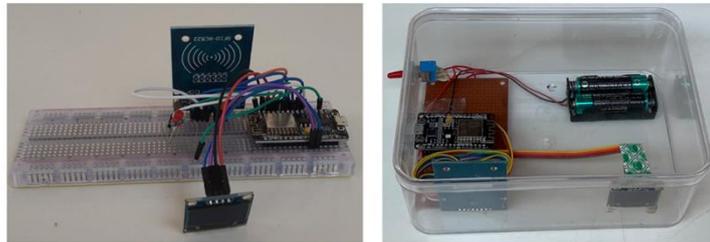
ภาพที่ 4 การอ่านค่าแท็ก RFID และเปรียบเทียบหมายเลขแท็กกับค่าในฐานข้อมูลเพื่อระบุตัวนักศึกษา

2. ผลการพัฒนาระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

2.1 ฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนได้แก่ บอร์ด NodeMCU ESP8266 โมดูล RFID และจอ OLED นำมาเชื่อมต่อกันดังภาพที่ 5 และประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นอุปกรณ์ IoT ในการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ RFID ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อบอร์ด NodeMCU ESP8266 โมดูล RFID และจอ OLED



ภาพที่ 6 อุปกรณ์ IoT ในการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ RFID

จากนั้นเขียนชุดคำสั่งด้วย Arduino IDE ในการสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

- 1) เครื่องอ่าน RFID อ่านค่าหมายเลขแท็ก RFID บนบัตรนักศึกษา
- 2) บอร์ด NodeMCU ESP8266 อ่านค่าเวลาที่นักศึกษาสแกนบัตรจากเซิร์ฟเวอร์ให้บริการ นานิกา NTP
- 3) แสดงหมายเลขบัตรและเวลาบนจอ OLED
- 4) ส่งค่าหมายเลขแท็กและเวลาไปจัดเก็บในฐานข้อมูลบนคลาวด์ ดังภาพที่ 7

| + Options | | id | card_no | scan_date | time | room_no | scan_read |
|--------------------------|------------------|----|-----------------------|----------------|-------|---------|-----------|
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 20 | 105, 239, 21, 189, 46 | 4 เมษายน 2564 | 15:11 | 627 | Y |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 21 | 39, 151, 176, 59, 59 | 4 เมษายน 2564 | 15:11 | 627 | Y |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 22 | 9, 153, 79, 162, 125 | 4 เมษายน 2564 | 15:12 | 627 | Y |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 25 | 39, 151, 176, 59, 59 | 10 เมษายน 2564 | 14:43 | 627 | Y |
| <input type="checkbox"/> | Edit Copy Delete | 26 | 105, 239, 21, 189, 46 | 10 เมษายน 2564 | 14:45 | 627 | Y |

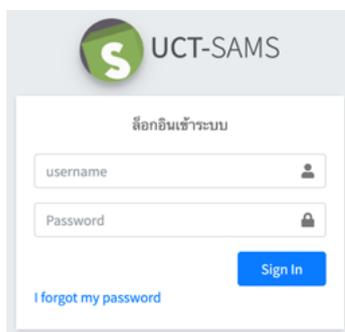
ภาพที่ 7 ข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ IoT

2.2 ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ฐานข้อมูล MySQL และเว็บไซต์ในการแสดงข้อมูลการเข้าเรียน UCT-SAMS

ฐานข้อมูลประกอบด้วยตารางในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบการเข้าเรียนจำนวน 10 ตารางได้แก่

- 1) ตาราง user เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับรหัสผู้ใช้ รหัสผ่านและระดับการใช้งาน
- 2) ตาราง student เก็บข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษารวมถึงหมายเลขแท็ก RFID บนบัตรนักศึกษา
- 3) ตาราง instructor เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน คณะและผู้บริหาร
- 4) ตาราง courses เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาในหลักสูตร
- 5) ตาราง course_open เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษา
- 6) ตาราง schedule เก็บข้อมูลเกี่ยวกับตารางบรรยายของแต่ละรายวิชา
- 7) ตาราง classroom เก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียน
- 8) ตาราง attendance เก็บข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาในแต่ละรายวิชา
- 9) ตาราง scan_info เก็บข้อมูลจากการสแกนบัตรที่รับค่ามาจากอุปกรณ์ IoT
- 10) ตาราง message เก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อความที่มีการรับส่งในระบบของผู้ใช้งาน

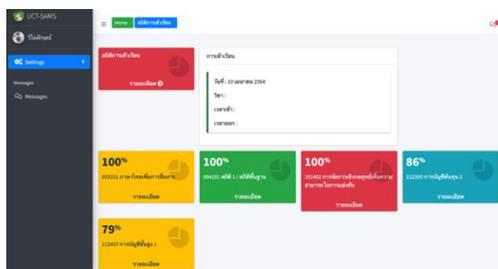
ระบบ UCT-SAMS ถูกออกแบบมาให้มีรูปแบบการแสดงผลที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์หลายประเภททั้งคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ โดยในการใช้งานจะต้องล็อกอินเข้าระบบก่อนการใช้งาน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าล็อกอินของระบบ UCT-SAMS

ผู้ใช้งานแบ่งออกเป็น 5 ระดับได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ผู้สอน คณะ ผู้บริหารและผู้ดูแลระบบ โดยแต่ละระดับจะสามารถเข้าถึงข้อมูลและฟังก์ชันการใช้งานของระบบที่แตกต่างกัน ดังนี้

1) นักศึกษา เมื่อล็อกอินเข้าระบบจะเข้าไปที่หน้าแรกของนักศึกษาซึ่งจะแสดงสถิติการเข้าเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ของนักศึกษา ดังภาพที่ 9 (ก) โดยสามารถเรียกดูข้อมูลโดยคลิกที่ปุ่มรายละเอียดของแต่ละวิชา หรือคลิกที่ปุ่มสถิติการเข้าเรียนเพื่อดูภาพรวมของทุกรายวิชา ดังภาพที่ 9 (ข) คลิกที่ปุ่มพิมพ์จะเป็นการพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์



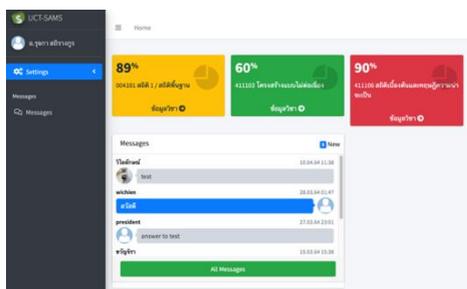
9 (ก) หน้าแรกของนักศึกษา



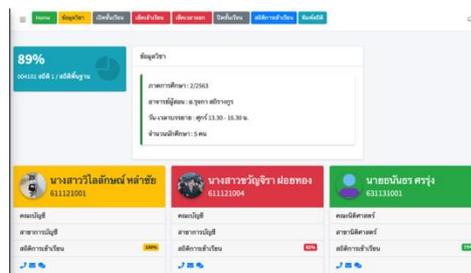
9 (ข) หน้าสถิติการเข้าเรียนของนักศึกษา

ภาพที่ 9 โมดูลนักศึกษา

2) อาจารย์ผู้สอน หน้าแรกของอาจารย์ผู้สอนจะแสดงรายวิชาที่รับผิดชอบพร้อมค่าเฉลี่ยสถิติการเข้าเรียนของแต่ละวิชา ดังภาพที่ 10 (ก) คลิกที่ปุ่มข้อมูลวิชาเพื่อดูรายละเอียดของวิชา ดังภาพที่ 10 (ข)



10 (ก) หน้าแรกของอาจารย์ผู้สอน

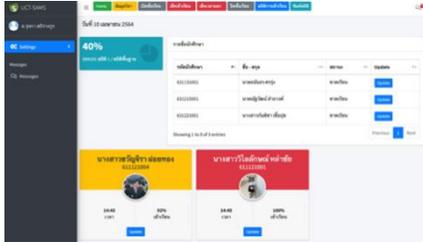


10 (ข) หน้ารายละเอียดของวิชา

ภาพที่ 10 โมดูลอาจารย์ผู้สอน

ในการตรวจสอบการเข้าเรียนประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

- (1) เปิดชั้นเรียน อาจารย์ผู้สอนจะเปิดชั้นเรียนในวันที่มีตารางบรรยาย เพื่อให้นักศึกษาสามารถสแกนบัตรเข้าเรียน
- (2) เช็คเข้าเรียน เมื่อนักศึกษาสแกนบัตรเข้าเรียน ข้อมูลจะถูกส่งลงในฐานข้อมูลเพื่อไปอัปเดตสถานะการเข้าเรียนของนักศึกษาและแสดงผลพร้อมเวลาในการเข้าเรียน ดังภาพที่ 11 (ก)
- (3) เช็คเวลาออก ใช้ในการตรวจสอบว่านักศึกษาได้สแกนบัตรออกเมื่อหมดชั่วโมงเรียน
- (4) ปิดชั้นเรียน เมื่อหมดชั่วโมงเรียน อาจารย์ผู้สอนสามารถปรับสถานะของนักศึกษาถ้ามีการเปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงปิดชั้นเรียน
- (5) สถิติการเข้าเรียน แสดงรายละเอียดการเข้าเรียนของรายวิชา ดังภาพที่ 11 (ข)
- (6) พิมพ์สถิติ ใช้ในการพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์



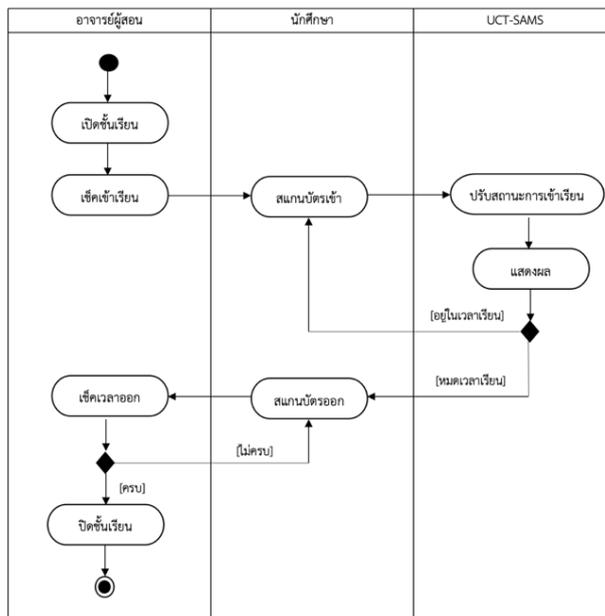
11 (ก) หน้าเช็คเข้าเรียน



11 (ข) หน้าสถิติการเข้าเรียน

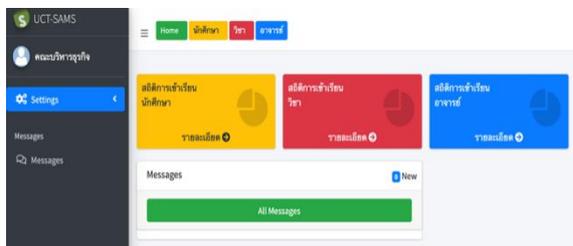
ภาพที่ 11 หน้าการตรวจสอบการเข้าเรียน

ขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน แสดงดังภาพที่ 12

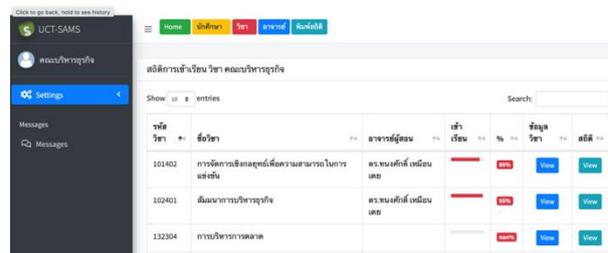


ภาพที่ 12 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน

3) คณะ สามารถเรียกดูข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษา อาจารย์และวิชาที่เปิดสอนของคณะ โดยคลิกที่ปุ่ม รายละเอียดที่หน้าแรกของคณะ ดังภาพที่ 13 (ก) ซึ่งจะแสดงสถิติการเข้าเรียน ดังภาพที่ 13 (ข) คลิกที่ปุ่มพิมพ์สถิติ เพื่อพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์



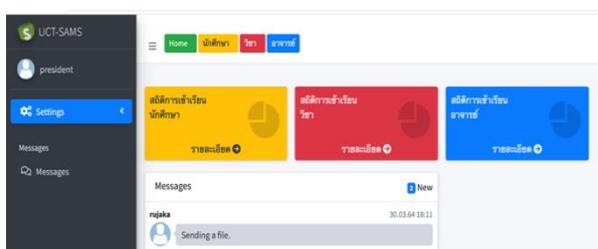
13 (ก) หน้าแรกของคณะ



13 (ข) หน้าสถิติการเข้าเรียน

ภาพที่ 13 โมดูลคณะ

4) ผู้บริหาร สามารถเรียกดูข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษา อาจารย์และวิชาที่เปิดสอนของแต่ละคณะหรือของนักศึกษาทั้งหมด หน้าแรกของผู้บริหาร ดังภาพที่ 14 (ก) และสถิติการเข้าเรียนของนักศึกษา ดังภาพที่ 14 (ข)



14 (ก) หน้าแรกของผู้บริหาร



14 (ข) หน้าสถิติการเข้าเรียน

ภาพที่ 14 หน้าแรกของผู้บริหาร และหน้าแสดงสถิติการเข้าเรียนของนักศึกษาทั้งหมด

5) ผู้ดูแลระบบ ฟังก์ชันการทำงานจะเหมือนกับของผู้บริหาร โดยจะเพิ่มเติมในส่วนของการติดต่อฐานข้อมูลและการสำรองข้อมูล

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

การศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID จำนวน 20 คน ซึ่งประกอบด้วย ผู้บริหาร คณบดี อาจารย์และนักศึกษา โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID แสดงผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID

| รายการ | \bar{X} | SD. | ระดับความคิดเห็น |
|--|-----------|------|------------------|
| ส่วนที่ 1 อุปกรณ์ IoT | | | |
| 1. อุปกรณ์มีรูปลักษณ์สวยงาม เหมาะสมกับการใช้งาน | 4.63 | 0.52 | มากที่สุด |
| 2. อุปกรณ์สามารถใช้งานได้จริงตรงตามวัตถุประสงค์ | 4.88 | 0.35 | มากที่สุด |
| 3. อุปกรณ์ทำงานได้อย่างรวดเร็ว ประมวลผลข้อมูลถูกต้อง | 4.38 | 0.52 | มาก |
| ส่วนที่ 2 ระบบ UCT-SAMS | | | |
| 1. ข้อมูลถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน ทันสมัยและตรงกับความต้องการ | 4.40 | 0.50 | มาก |
| 2. ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ | 4.60 | 0.50 | มากที่สุด |

| | | | |
|--|------|------|-----------|
| 3. การจัดลำดับเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ ง่ายต่อการค้นหาและทำความเข้าใจ | 4.55 | 0.51 | มากที่สุด |
| 4. ลิงก์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้าใจง่ายและใช้งานง่าย | 4.30 | 0.47 | มาก |
| 5. การจัดรูปแบบสวยงาม ทันสมัย ง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน | 4.65 | 0.49 | มากที่สุด |
| โดยรวม | 4.52 | 0.50 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID พบว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID โดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.50)

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาระบบการประยุกต์ใช้ IoT และ RFID ในการตรวจสอบการเข้าเรียน พบว่า สามารถใช้แท็ก RFID ในการระบุตัวนักศึกษา โดยการติดตั้งแท็ก RFID บนบัตรนักศึกษา และใช้เครื่องอ่าน RFID ในการอ่านค่า ซึ่งสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากและรวดเร็ว ข้อมูลมีความถูกต้องและแม่นยำ สอดคล้องกับงานวิจัยในส่วนผลการวิจัยของ Keling Bi [9] ที่ได้ศึกษาเรื่อง ระบบ smart classroom โดยใช้ IoT ที่ได้นำ RFID มาใช้ในการอ่านข้อมูลนักศึกษาและส่งข้อมูลโดย Zigbee ไปจัดเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมที่ติดตั้งบนเซิร์ฟเวอร์ และแสดงผลด้วยแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

2. ผลการพัฒนาการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID พบว่า ระบบประกอบด้วย ส่วนประกอบหลักคือ บอร์ด IoT และโมดูล RFID ประกอบกับชุดคำสั่งในการส่งให้รับข้อมูลจากเครื่องอ่านและส่งข้อมูลไปจัดเก็บบนคลาวด์ จากนั้นนำข้อมูลมาแสดงผลทางเว็บไซต์ UCT-SAMS ทำให้การเข้าถึงข้อมูลเป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็วและสามารถเข้าถึงได้ทุกที่ด้วยอุปกรณ์หลากหลายประเภท การนำ IoT และ RFID มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการเข้าเรียน ทำให้การตรวจสอบการเข้าเรียนรวดเร็วกว่าระบบเดิมที่ใช้วิธีการตรวจสอบด้วยมือโดยอาจารย์ผู้สอน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นแบบเรียลไทม์ ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้ทันทีในขณะที่ใช้งาน และการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ ทำให้สามารถแสดงผลได้หลากหลายรูปแบบ รองรับความต้องการของผู้ใช้หลายระดับและผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับงานวิจัยในส่วนของผลการวิจัยของ Joseph Dedy Irawan, Emmalia Adriantantri, และ Akh Farid [2] เรื่อง RFID และ IoT สำหรับระบบการตรวจสอบการเข้าเรียน โดยใช้เครื่องอ่าน RFID ร่วมกับฐานข้อมูลบนคลาวด์ และได้มีการทดสอบระบบเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมที่ทำด้วยมือพบว่า สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่าเท่าตัว

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID จำนวน 20 คน พบว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นต่อระบบการตรวจสอบการเข้าเรียนโดยใช้ IoT และ RFID โดยรวมในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้ใช้ได้ทดลองใช้งานระบบจริง และระบบสามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำและเป็นประโยชน์ ทำให้ผู้ใช้แสดงความคิดเห็นว่าระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยในส่วนของการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ของ ภราดร รัชชพิชิตกุล, นคร สร้อยสนและ ธนพล กองสันเทียะ [13] เรื่อง ระบบบริหารครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี RFID กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ได้พัฒนาระบบบริหารครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี RFID และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้

ระบบพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากสามารถช่วยให้การบริหารจัดการครุภัณฑ์ สะดวกและรวดเร็วขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากระบวนการตรวจสอบการเข้าเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศของสำนักทะเบียน และวัดผล เนื่องจากมีข้อมูลหลายส่วนที่ต้องใช้งานร่วมกัน เช่น ตารางบรรยายและวิชาที่เปิดสอน ข้อมูลการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา และการรายงานผลการศึกษา เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สถาบันการศึกษามีการจัดเก็บข้อมูล ที่เป็นระบบ มีความสมบูรณ์และครบวงจร ระบบการตรวจสอบการเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบ ตารางตัวเลข ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเพิ่มเติมในรูปแบบของแผนภูมิ เพื่อให้การแสดงผลมีความน่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย รวมถึงการเรียกดูข้อมูลได้มากกว่า 1 ภาคการศึกษาและการที่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างภาคการศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของสถิติการเข้าเรียน

การใช้ RFID และ IoT ในการตรวจสอบการเข้าเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่น ๆ เช่น ระบบการอ่านลายนิ้วมือหรือระบบการจดจำใบหน้า มีข้อดีคือ การพัฒนาระบบไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้ไว้ล่วงหน้าในเครื่องอ่านเหมือนกับลายนิ้วมือ ราคาไม่สูงและจัดหาอุปกรณ์ได้ง่าย แต่ข้อเสียคือ อาจเกิดปัญหาการตรวจสอบตัวตนของนักศึกษา เช่น การใช้บัตรแทนกัน โดยเฉพาะในกรณีที่นักศึกษาที่มีจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] Santoso, B. & Sari, M.W. (2019). Design of Student Attendance System Using Internet of Things (IoT) Technology. *Journal of Physics: Conference Series 2019 Nov 1*. 1254(1):012064.
- [2] Irawan, J.D., Adiantantri, E. & Farid, A. (2019). RFID and IOT for Attendance Monitoring System. In *MATEC Web of Conferences*.
- [3] รุจกา สถิรางกูร, พัฒลา มิตรสงเคราะห์, และอำนวยการ วิชญะลาส. (2563). การออกแบบสภาพแวดล้อมแบบสมาร์ตเลิร์นนิ่งโดยใช้ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วลัยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 15(3), 25-36.
- [4] builtin. (ม.ป.ป.). *IOT: The Internet of Things*. สืบค้นจาก <https://builtin.com/internet-things>
- [5] Ranger, S. (ม.ป.ป.). *What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now*. สืบค้นจาก <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
- [6] วัชรกร หนูทอง, อนุกุล น้อยไม้, และบริพันธ์ วรรณสว่าง. (2548). RFID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์. *สาร NECTEC*, 12(62), 15-22.
- [7] American Barcode and RFID. (ม.ป.ป.). *What is RFID and How does RFID work?*. สืบค้นจาก <https://www.abr.com/what-is-rfid-how-does-rfid-work/>
- [8] Modern Manufacturing. (ม.ป.ป.). *RFID เทคโนโลยีช่วยให้บริหารการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นในแนวความคิด IoT*. สืบค้นจาก <https://www.mmthailand.com/rfid-บริหารกระบวนการผลิต/>
- [9] Bi, K. (2018). IoT based smart classroom system. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*. 2017 Dec 4;9(3-9):95-101.

- [10] myarduino. (ม.ป.ป.). *สอนใช้งาน NodeMCU ESP8266 Rfid อ่านบัตรคีย์การ์ด ควบคุมเปิดปิดไฟ LED*. สืบค้นจาก <https://www.myarduino.net/article/181/>
- [11] กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). *พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspbery Pi*. กรุงเทพมหานคร: อินเทอร์เน็ตมีเดีย.
- [12] บุญศรี พรหมมาพันธุ์. (2561). *การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย* สืบค้นจาก <https://adacstou.wixsite.com/adacstou/single-post/2018/05/16/การวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย>
- [13] ภราดร ริชชัชพิชิตกุล, นคร สร้อยสนและธนพล กองสันเทียะ. (2559). *ระบบบริหารครุภัณฑ์โดยใช้เทคโนโลยี RFID กรณีศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*. *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 3(2), 65-71.