

การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด

DEVELOPMENT OF A CLASSROOM ATTENDANCE RECORDING SYSTEM USING RFID AND QR CODES

ฉัตรกาญจน์ นามวิเศษ^{1,*} และ ภูเบศร์ พิพิทธิธัญการ²

Chattrakan Namwiset^{1,*} and Phubet Phiphithirankarn²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

²สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด และหาประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย คือ 1) ออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และออกแบบเครื่องบันทึกเวลาเรียน 2) พัฒนาโปรแกรมระบบบันทึกเวลาเรียน และสร้างเครื่องบันทึกเวลาเรียน 3) ทดลองใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ พบว่า 1) ผลการออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 8 เมนูหลัก คือ หน้าหลัก หน้าบันทึกเวลาเรียน หน้าข้อมูลนักเรียน หน้าข้อมูลครู หน้าข้อมูลรายวิชา หน้าตารางสอน หน้าสรุปผล และหน้าผู้จัดทำ 2) ผลการออกแบบเครื่องบันทึกเวลาเรียนและสร้างเครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์เป็นตัวแสดงผล ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เป็นตัวควบคุมข้อมูลไปประมวลผลที่ชิพประมวลผลคำสั่ง และยังนำข้อมูลไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ โมดูลอ่านแท็กอาร์เอฟไอดี และกล้องอ่านคิวอาร์โค้ด เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังแท็กหรือโค้ด และจอแอลซีดี เป็นตัวแสดงผล 3) ทดลองใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดกับนักเรียนใน 4 วิชา รวมการบันทึกทั้งหมดได้ 832 ครั้ง และเครื่องบันทึกเวลาเรียนสามารถบันทึกได้

* ผู้ประสานงาน: ฉัตรกาญจน์ นามวิเศษ

อีเมล: chattrakan.nn@gmail.com

ถูกต้องทั้ง 832 ครั้ง เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือเท่ากับ 0% และค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือเท่ากับ 100% แสดงให้เห็นว่าเครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดี และคิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูล

คำสำคัญ: เครื่องบันทึกเวลาเรียน, อาร์เอฟไอดี, คิวอาร์โค้ด

Abstract

This research involved development of a classroom attendance recording system using RFID and QR codes and to determine the efficiency of the system. The research methodology was: 1) to design a time recording system using RFID and QR codes that consists of two parts: a computer program and a time recorder, 2) to develop this system, and, 3) determine the effectiveness of this tool. The resulting program had eight menus: main, student record, student information, teacher information, subject information, classroom timetable, results summary and author pages. The computer display was controlled using Arduino UNO R3 microcontrollers for data processing. The chip executes the instructions and displays information on a computer screen. The system has a RFID tag reader and camera to read QR codes and transmit the tag or code to an LCD screen. The system was used in four classes where it correctly made 832 readings with no errors. Hence, the error value of the tool was 0% and its performance was 100%, which indicates that the RFID and QR readers were effective for recording attendance.

Keywords: Study time recorder, RFID, QR Code

บทนำ

การพัฒนาเครื่องมือ เพื่อช่วยในการทำงานให้มีระยะเวลาที่รวดเร็ว มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ ต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เครื่องมือสามารถสร้างสรรค์คุณูปการที่ดีขึ้น รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องมือ เพื่อให้ได้ความต้องการที่จะมีเครื่องมือในการทำงานที่มีคุณภาพ ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการและนำวัสดุที่ใกล้ตัวมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

ในการจัดการเรียนการสอน ปัจจุบันต้องมีการเช็คชื่อในการเข้าเรียน ปกติจะเป็นหน้าที่ของครูผู้สอน ส่วนมากจะตรวจสอบโดยการเช็คตามใบรายชื่อ (จิราการ เณิมดิษฐ์, 2555) อาจเกิดการผิดพลาดเช่น ลืมเช็คชื่อ และไม่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้หรือนักเรียนมีจำนวนมากไม่สามารถเช็คชื่อได้ทั่วถึงเพราะใช้เวลามากเกินไป อาจมีการเช็คชื่อแทนกันได้ (วริญทร เจนชัย และคณะ, 2555) และไม่มีข้อมูลมาประมวลผลในระบบจัดเก็บข้อมูลทำให้ระบบไม่มีประสิทธิภาพ

อาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) เทคโนโลยีระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุ สามารถอ่านข้อมูลจากแท็กอาร์เอฟไอดี (RFID Tag) ได้หลาย ๆ อันแบบไร้สัมผัส แม้ในสภาวะอากาศไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น และแรงเสียดทาน สามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง (พิทักษ์ จิตรสำราญ, 2551) ซึ่งค่าเฉลี่ยของความถูกต้องจากการอ่านข้อมูลด้วยเทคโนโลยี RFID อยู่ประมาณ 99.5% (สุริย์พร มั่งมี, 2553) จากข้อได้เปรียบของเทคโนโลยี RFID ปัจจุบันจึงได้นำมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น เช่น การตรวจสอบเกี่ยวกับอาหาร (การบูรณาการอาร์เอฟไอดี เครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายและการทำเหมืองข้อมูลในระบบตรวจสอบย้อนกลับของผลิตภัณฑ์อาหาร) (Ganjar et al., 2560) การจัดการด้านการขนส่ง (ระบบการบ่งชี้รหัสเฉพาะโดยใช้ความถี่วิทยุกับการจัดการขนส่งทรงประสิทธิภาพ) (จินตนา สีหาพงษ์ และ กัญชพร ศรมณี, 2558) รถไฟฟ้า ที่จอดรถ งานด้านห้องสมุด (การประยุกต์ใช้อาร์เอฟไอดีในงานห้องสมุด) (สิริยาภรณ์ ผาโลวรรณ และ สุรพล ฤทธิ์รวมทรัพย์, 2558) จึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการบันทึกเวลาเรียนและมีเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดที่นำมาใช้งานด้านการศึกษาด้วยเช่นกัน

คิวอาร์โค้ด (Quick Response Code: QR code) หรือบาร์โค้ด 2 มิติ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนามาจากอาร์เอฟไอดี เพื่อติดตามยานพาหนะระหว่างการผลิตถูกคิดค้นขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2537 โดยบริษัทเดนโซ-เวฟ (Denso Wave) ปัจจุบันนำมาประยุกต์ใช้ในงาน

ต่าง ๆ เช่น ด้านอาหาร นามบัตร สื่อสิ่งพิมพ์ ป้ายโฆษณา การบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อการศึกษา (การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์) (นฤเทพ สุวรรณธาดา และคณะ, 2556) การพัฒนาระบบและกิจกรรมการเรียนรู้แบบตนเองในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ u-learning ด้วยการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้แท็บเล็ตและ QR code (นพดล ผู้มีจรรยา และ ฌมมน จีรังสุวรรณ, 2555)

จากที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยเห็นความสำคัญและสนใจศึกษาการพัฒนาบบบันทึกเวลาเรียนและสร้างเครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด เพื่อนำมาช่วยในการบันทึกเวลาเข้าเรียนของนักเรียนโรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก สังกัดกรุงเทพมหานคร

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1) ออกแบบระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย 8 เมนูหลัก คือ หน้าหลัก หน้าบันทึกเวลาเรียน หน้าข้อมูลนักเรียน หน้าข้อมูลครู หน้าข้อมูลรายวิชา หน้าตารางสอน หน้าสรุปผล และหน้าผู้จัดทำ



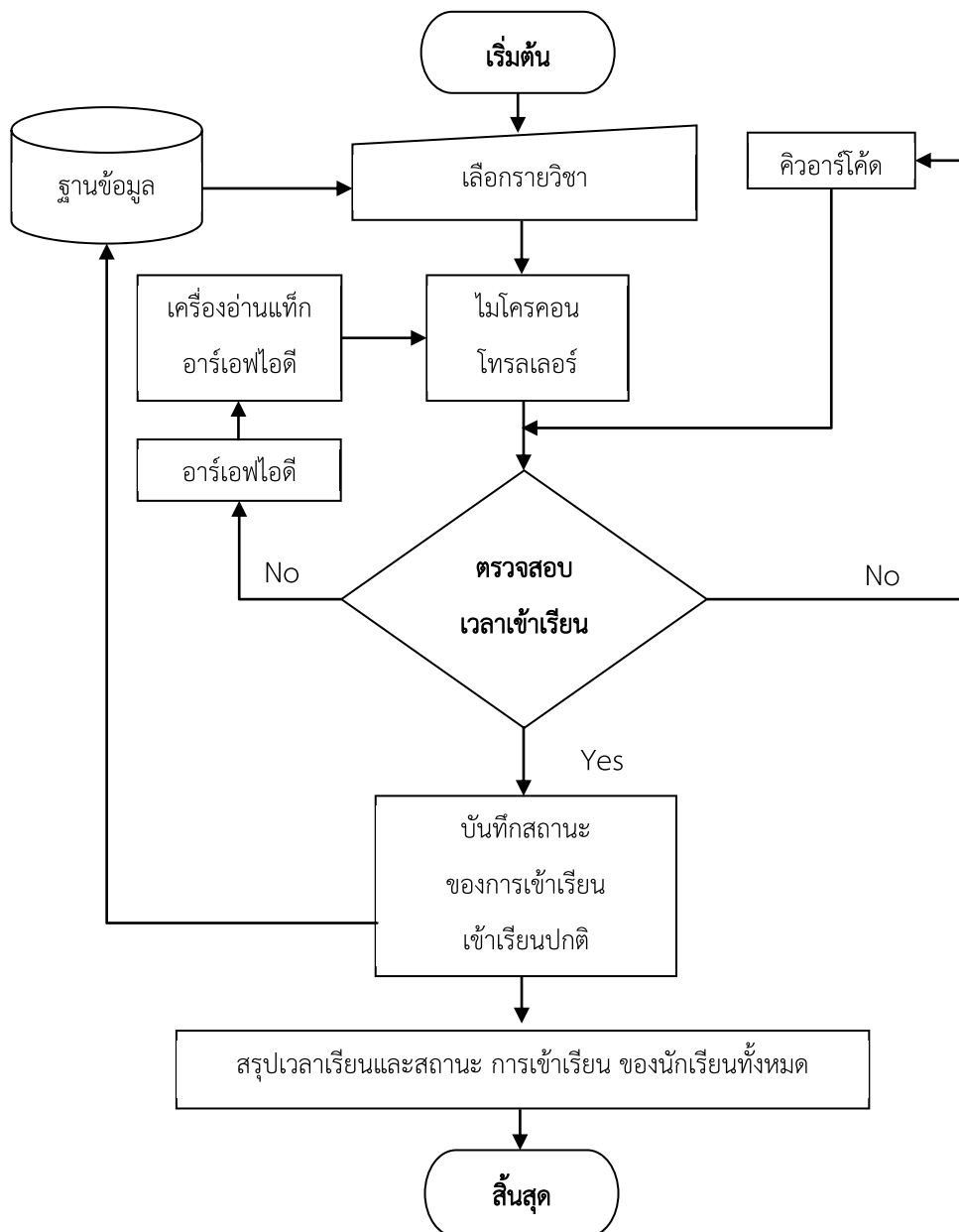
รูปที่ 1 ตัวอย่างระบบบันทึกเวลาเรียน

2) ออกแบบเครื่องบันทึกเวลาเรียนและสร้างเครื่องบันทึกเวลาเรียนตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์เป็นตัวแสดงผล ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เป็นตัวควบคุมข้อมูลไปประมวลผลที่ชิพประมวลผลคำสั่ง และยังนำข้อมูลไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ โมดูลอ่านแท็กอาร์เอฟไอดีและกล้องอ่านคิวอาร์โค้ด เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังแท็กหรือโค้ด และจอแอลซีดี เป็นตัวแสดงผล

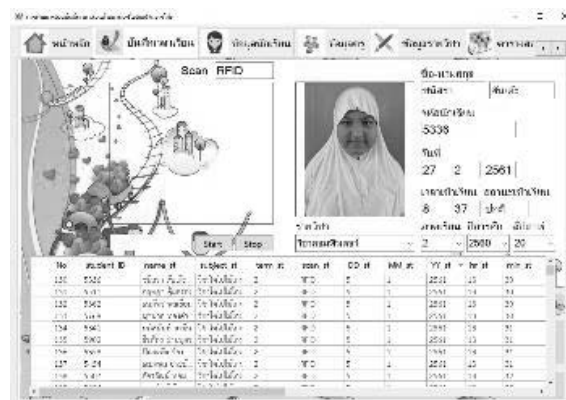


รูปที่ 2 เครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด

3) ทดลองใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด ทั้งนี้ได้ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุเหร่าดอนสะแก เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีการกำหนดโค้ดของอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด คนละหนึ่งโค้ด โดยการนำชื่อมากำหนดเป็นโค้ด เพื่อนำไปบันทึกในระบบของแต่ละวิชา



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด



รูปที่ 4 ตัวอย่างโปรแกรมระบบบันทึกเวลาเรียน (อ่านผ่านเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี)



รูปที่ 5 ตัวอย่างโปรแกรมระบบบันทึกเวลาเรียน (อ่านผ่านกล้องเว็บแคมอ่านคิวอาร์โค้ด)

4) หาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ซึ่งได้จาก

$$\frac{|A - B|}{A} \times 100$$

เมื่อ A = จำนวนครั้งที่อ่าน แท็ก อาร์เอฟไอดีทั้งหมด

B = (จำนวนครั้งที่อ่านถูกต้อง - จำนวนครั้งที่อ่านผิดพลาด)

และได้ตั้งเกณฑ์การมีประสิทธิภาพ การทำงานของระบบบันทึกเวลาเรียนไว้ เมื่อมีความผิดพลาดไม่เกิน 1%

ในการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ด มีผลการทดลองใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนกับนักเรียนทั้งหมด 26 คน ซึ่งทดลองใช้กับ 4 วิชา ได้แก่

วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี พบว่า มาปกติจาก 208 ครั้ง มาเรียนตามจริง 187 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 90 ขาดเรียน 21 ครั้งคิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีการเรียนมาสาย

[illegible]

รูปที่ 6 ส่วนหน้าสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี

[illegible]

รูปที่ 7 ส่วนท้ายสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี

[illegible][illegible]

ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (2561) ISSN 2287-0083

รูปที่ 10 ส่วนหน้าสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาโตไปไม่โกง

รูปที่ 11 ส่วนท้ายสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาโตไปไม่โกง

Vol.6 Issue.2 (2018) ISSN 2287-0083

รูปที่ 12 ส่วนหน้าสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาคอมพิวเตอร์

รูปที่ 13 ส่วนท้ายสรุปผลการบันทึกเวลาเรียนวิชาคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรมบันทึกเวลาเรียน ประกอบด้วย 8 เมนูหลัก คือ หน้าหลัก หน้าบันทึกเวลาเรียน หน้าข้อมูลนักเรียน หน้าข้อมูลครู หน้าข้อมูลรายวิชา หน้าตารางสอน หน้าสรุปผล และหน้าผู้จัดทำ ทุกหน้าเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยระบบจะทำงานร่วมกับเครื่องบันทึกเวลาเรียน เมื่อแท็กอาร์เอฟไอดีได้รับสัญญาณส่งมาจากเครื่องอ่าน และจะส่งสัญญาณ

กลับไปยังตัวควบคุม แล้วประมวลผลด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งไปยังโปรแกรมเพื่อค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล และไปแสดงในโปรแกรมบันทึกเวลาเรียน

การสร้างเครื่องบันทึกเวลาเรียน ได้ออกแบบสร้างโดยอาศัยโปรแกรมบันทึกเวลาเรียน เป็นตัวควบคุมและสั่งการในเครื่องบันทึกเวลาเรียนตามที่โปรแกรมบันทึกเวลาเรียนได้ส่งข้อมูล และภายในเครื่องบันทึกเวลาเรียนนั้นประกอบไปด้วย โมดูลอ่านอาร์เอฟไอดีและกล้องเว็บแคมอ่านคิวอาร์โค้ด เป็นตัวส่งสัญญาณไปยังแท็กหรือไอดี ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นตัวควบคุมข้อมูลไปประมวลผลที่ชิพประมวลผลคำสั่ง และยังนำข้อมูลไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์ด้วย จอแอลซีดี เป็นตัวแสดงผล

ในการใช้โปรแกรมบันทึกเวลาเรียนและเครื่องบันทึกเวลาเรียนแสดงผลถูกต้องครบถ้วน ตรงตามข้อมูลที่บันทึก เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมเทียบกับบัญชีเรียกชื่อ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจิตติพงษ์ วงสาโท และคณะ (2558) ได้พัฒนาระบบนำขมพิพธิภัณฑ์แบบเครือข่ายด้วยคิวอาร์โค้ดบนสมาร์ตโฟน ผลการวิจัยพบว่า การบันทึกเวลาสามารถเก็บบันทึกข้อมูลและเก็บสถิติย้อนหลังได้ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาความยุ่งยากในการใช้อุปกรณ์ และในการบันทึก ใช้บันทึก 4 วิชา ซึ่งพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มาเรียนปกติและไม่มาเรียนสาย เมื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือเท่ากับ 0% และหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือเท่ากับ 100%

ดังนั้นวิเคราะห์ผลการวิจัยนี้ได้ว่า การใช้โปรแกรมบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดไม่เกิน 1% แสดงให้เห็นว่าเครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและแม่นยำในการเก็บข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าเมื่อทดลองใช้ระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 4 วิชาคือ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี วิชาแนะแนว วิชาคอมพิวเตอร์ และวิชาโตไปไม่โกง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มาเรียนปกติและไม่มาเรียนสาย เมื่อนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของเครื่องมือเท่ากับ 0% และเมื่อหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องมือเท่ากับ 100% ผลการใช้โปรแกรมบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดนั้นมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดไม่เกิน 1% แสดงให้เห็นว่าเครื่องบันทึกเวลาเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีและคิวอาร์โค้ดที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการบันทึกข้อมูลเวลาเรียน

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่กรุณาให้คำปรึกษา อ่าน แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และดูแลให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา สีหาพงษ์ และ กัญชพร ศรมณี. (2558). ระบบการบ่งชี้รหัสเฉพาะโดยใช้ความถี่วิทยุกับการจัดการขนส่งทรงประสิทธิภาพ. *วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ*, 4(1), 102-109.
- จิรากร เถลิณดิษฐ์. (2555). ระบบตรวจสอบรายชื่อการเข้าเรียนของนักเรียนโรงเรียนวัดบางกระโดยใช้ RFID. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.)
- จิตติพงษ์ วงสาโท, ละออ โค้ววิสารัช, ทวีศักดิ์ สรรเพชุตตา, ฤทธา จินดา, สดใส วิเศษสุด และ อนุวัฒน์ ไชยวงศ์เย็น. (2558). การพัฒนาระบบนำชมพิพิธภัณฑ์แบบเครือข่ายด้วยคิวอาร์โค้ดบนสมาร์ตโฟน. *วารสารการจัดการมหาวิทยาลัยวิถีโลกทัศน์*, 4(1), 12-22.
- นพดล ผู้มีจรรยา และ ฌมณ จีรังสุวรรณ. (2555). การพัฒนาระบบและกิจกรรมการเรียนรู้แบบตนเองในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ u-learning ด้วยการเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้แท็บเล็ตและ QR code. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, 5(26), 13-24.
- นฤเทพ สุวรรณธาดา, สมคิด แซ่หลี่ และ สรเดช ครุฑจ้อน. (2556). การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ดในการบันทึกข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อสำเร็จการศึกษาโดยนำเข้าข้อมูลผ่านระบบเก็บข้อมูลออนไลน์. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 4(2), 20-26.
- พิทักษ์ จิตรสำราญ. (2551). โปรแกรมการจัดการงานกิจกรรมนิสิตและการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาด้วย RFID. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- วริญทร เจนชัย, จิตมนต์ อังสกุล และ ธรา อังสกุล. (2555). ระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 4(1), 37-55.

- สิริยาภรณ์ ผาดาวรรณ และ สุรพล ฤทธิธรรมทรัพย์. (2558). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในห้องสมุด. *วารสารวิจัยสมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย*, 8(1), 115-133.
- สุรีย์พร มั่งมี. (2553). *การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบ RFID ที่มีการสื่อสารแบบ Frame ALOHA*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.)
- Ganjar, A., Jongtae, R., Hyejung, A., Jaeho, L., Umar, F., Muhammad, F. I. & M Alex, S. (2560). Integration of RFID, wireless sensor networks, and data mining in an e-pedigree food traceability system. *Journal of Food Engineering*, 212, 65-67.