บทความวิจัย

ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

RFID Time Attendance Recording System Monitoring the Faculty Lecturers and Students at Nakorn Sri Thammarat Rajabhat University

ธรรมสันต์ สุวรรณ์โรจน์[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยี RFID มาพัฒนาร่วมกับระบบฐานข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี โดยระบบจะบันทึกเวลาโดยตรวจสอบกับตารางเรียนและตารางสอนซึ่งเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศของสำนักทะเบียนและประมวลผล จากนั้นระบบทำการบันทึกข้อมูลลงในบัตร RFID Tag Card ของอาจารย์ผู้สอนและของนักศึกษา โดยใช้ความถี่คลื่นสัญญาณย่าน 13.56 MHz หรือในระยะห่าง 10 เซนติเมตร โดยระบบงานเป็นแบบ Client Application และ Web Application สถานที่ที่ติดตั้งระบบ RFID คือ ประตูห้องเรียนตรงทางเข้าและทางออกของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยอาจารย์ผู้สอนสามารถดูการบันทึกเวลาเข้าสอนและเวลาเข้าเรียนของนักศึกษา เมื่อนำระบบไปติดตั้งใช้งานจริงพร้อมทั้งทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับดีมาก ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยนักศึกษา พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพดี ทำงานได้ถูกต้อง ผลการประเมินความพึงพอใจของอาจารย์ผู้สอน พบว่า อาจารย์ผู้สอนมีความพึงพอใจในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับดีเช่นกัน

คำสำคัญ : อาร์เอฟไอดี แท็กการ์ด ระบบบันทึกการเข้าสอนและการเข้าเรียน

[1] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โทร. 075-809854
E-mail : tham_suw@hotmail.com

Abstract

The objective of the research was to integrate RFID technology to the Attendance Recording System constructed by the researcher, in order to record attendances of both lecturers and students, in Bachelor of Science Program, Department of Computer Technology at Nakorn Sri Thammarat Rajabhat University. The system collected entry and exit times of lecturers and students according to their timetable which was linked to electronic register system of the Registrar Office. At the same time, the system recorded data on their RFID Tag Cords, by using 13.56 MHz frequency or 10 centimeter of distance. Developed as a client and a web application, the RFID system was installed inside and outside the lecture rooms, computer rooms and labs, and was used for monitoring every subject of the faculty. Lecturers were able to view their attendances and those of the students.

In terms of efficiency, the system was evaluated by students who reported that it was efficient and accurate at a good level. And it was found that both lecturers and students were satisfied with the system at a good level.

Keywords : RFID, Tag Card, Teachers and Students Attendance

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันผู้สอนเสียเวลากับการตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่เข้าเรียนในแต่ละรายวิชาด้วยวิธีขานรายชื่อนักศึกษาที่ละคน หากเป็นรายวิชาที่มีจำนวนผู้ลงทะเบียนเรียนมากย่อมทำให้ผู้สอนต้องเสียเวลาในการขานชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน และทำให้ระยะเวลาในการสอนลดลงด้วย ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification : RFID) เข้ามาใช้เพื่อช่วยลดเวลาในการขานรายชื่อนักศึกษาในชั้นเรียน ซึ่ง RFID เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุ หรือ บุคคล ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งได้รับพัฒนามาในยุค ค.ศ.1970 เพื่อวัตถุประสงค์ในการบ่งชี้วัตถุในระดับไกลได้ โดยมีจุดเด่น คือ สามารถอ่านข้อมูลจากป้าย (Tag) ได้หลาย ๆ ป้ายแบบไร้สัมผัสและสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน Micro Chip ที่อยู่ในป้าย ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ในงานด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากการนำมาใช้ทดแทนระบบรหัสแท่งแบบเดิมได้แก่ การใช้งานในบัตรชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรประจำตัวพนักงาน (ID Card) บัตรโดยสาร บัตรสำหรับผ่านเข้าออกห้องพัก บัตรที่จอดรถตามศูนย์การค้าต่าง ๆ ป้ายสำหรับติดกระเป๋าเดินทาง ป้ายสำหรับติดสินค้า หนังสือ หรือ ฉลากยา (ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม, 2548 : 9) ระบบ RFID สามารถนำไปประยุกต์ในงานได้อย่างหลากหลายและครอบครอบคลุมเกือบทุกอุตสาหกรรม ด้านการค้าปลีก

(http://library.dip.go.th/multim2/news/N03019.pdf2551, 15 กรกฎาคม 2551) ภาคการผลิต อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับพื้นที่ เวลา และการติดตาม (Tracking) เช่น การควบคุมเวลาเข้าออก หรือลงเวลาปฏิบัติงานของบุคลากร (อนล ไพศาล, 2547 : 65)

จากคุณสมบัติของเครื่อง RFID ในด้านความเร็วในการอ่านและในการเขียนข้อมูลและมีการนำไปใช้งานเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงใช้อุปกรณ์ RFID มาออกแบบเพื่อนำไปบันทึกเวลาเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาการเสียเวลาในการขานชื่อของผู้สอน และเป็นการลงเวลาปฏิบัติราชการของอาจารย์ผู้สอนผ่านระบบดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี

3. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิดในการออกแบบพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งมีขั้นตอน 7 ขั้นตอนตามทฤษฎีวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้ 1) ศึกษาปัญหา (Problem Recognition) 2) ศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบ (Feasibility Study of System) 3) วิเคราะห์ระบบ (System Analysis) 4) ออกแบบระบบ (System Design) 5) สร้างและพัฒนาระบบ (Construction and Development System) 6) ทดสอบระบบ (Test System Conversion) 7) บำรุงรักษาระบบ (System Maintenance) จากนั้นผู้วิจัยจึงทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ และหาประสิทธิภาพของระบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาเบื้องต้น โดยสามารถสรุปปัญหาได้ดังนี้

1. ผู้สอนเสียเวลากับการตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่เข้าเรียนในแต่ละรายวิชาด้วยวิธีขานรายชื่อนักศึกษาที่ละคน

2. ผู้สอนใช้เวลาในการขานชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนประมาณ 15-20 นาที ต่อ 1 กลุ่ม (1 กลุ่ม = 50) ซึ่งผู้สอนรับผิดชอบสอนรวม 4 กลุ่ม มีนักศึกษาประมาณ 200 คน และทำให้ระยะเวลาในการสอนลดลง

3. ผู้สอนไม่มีระบบติดตามเพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละรายวิชา

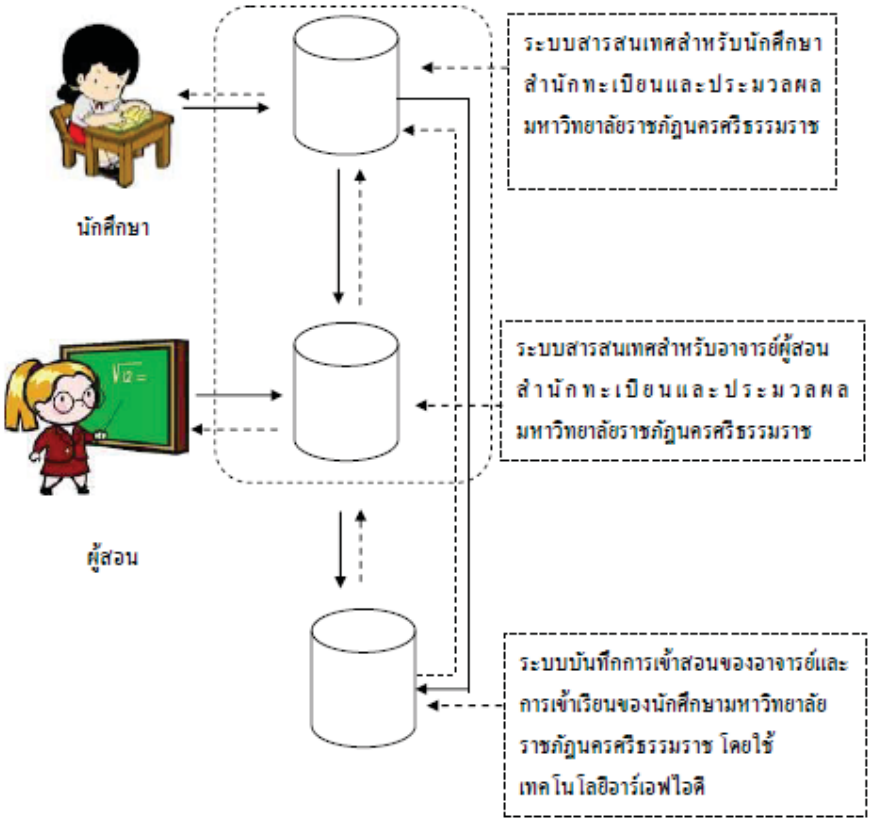
2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบ โดยสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

1. ผู้สอนจะสามารถลดเวลาการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาที่เข้าเรียนในแต่ละรายวิชาด้วยการนำเทคโนโลยี RFID (Radio Frequency Identification : RFID) เข้ามาใช้ เนื่องจากซึ่ง RFID เป็นเทคโนโลยีการระบุข้อมูลที่แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุ หรือ บุคคล ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

2. ผู้สอนสามารถลงเวลาปฏิบัติราชการในแต่ละวัน โดยใช้เทคโนโลยี RFID เพื่อช่วยลดปริมาณกระดาษจากการลงลายมือชื่อปฏิบัติราชการในแต่ละวัน

3. ผู้วิจัยได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาฟังก์ชันของระบบให้มีระบบติดตามเพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละรายวิชา

3. วิเคราะห์ระบบ



ภาพที่ 1 การนำ RFID มาใช้บันทึกเวลา

4. ออกแบบระบบ จากปัญหาและความเป็นไปได้ดังกล่าวข้างต้นได้ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบงานตามภาพที่ 1 และพัฒนาระบบงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

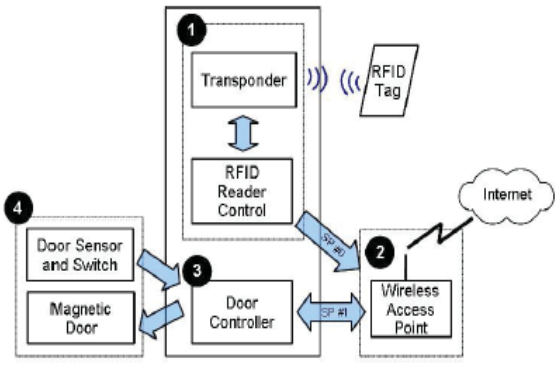
1. Web Application

ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาและตอบสนองความต้องการของผู้สอนในเรื่องความรวดเร็วและสิทธิการใช้งานที่กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านขานชื่อนักศึกษาและบันทึกเวลาเรียนในใบรายชื่อ โดยระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาซึ่งจะอ้างอิงข้อมูลจากระบบสารสนเทศของสำนักทะเบียนและประมวลผล ซึ่งประกอบด้วยระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ผู้สอน และระบบสารสนเทศสำหรับนักศึกษาโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะเชื่อมโยงกับระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ระบบจะทำการบันทึกเวลาปฏิบัติราชการในแต่ละวันของอาจารย์ผู้สอน ระบบจะรายงานแสดงเวลาเข้าออกชั้นเรียนในแต่ละสัปดาห์ของนักศึกษาและจะรวมเวลาเรียนเมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษา ซึ่งสามารถประเมินตนเองได้ โดยระบบจะรายงานเวลาเข้าออกชั้นเรียนให้ผู้เรียนและผู้สอนแบบอัตโนมัติ ตามเงื่อนไขต่าง ๆ โดยมี Web Application ดังภาพที่ 3 ซึ่งเป็นระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์สามารถเข้าสู่ระบบผ่านทาง URL : http://regis.nstru.ac.th/oatis/index.php ได้ตลอดเวลา

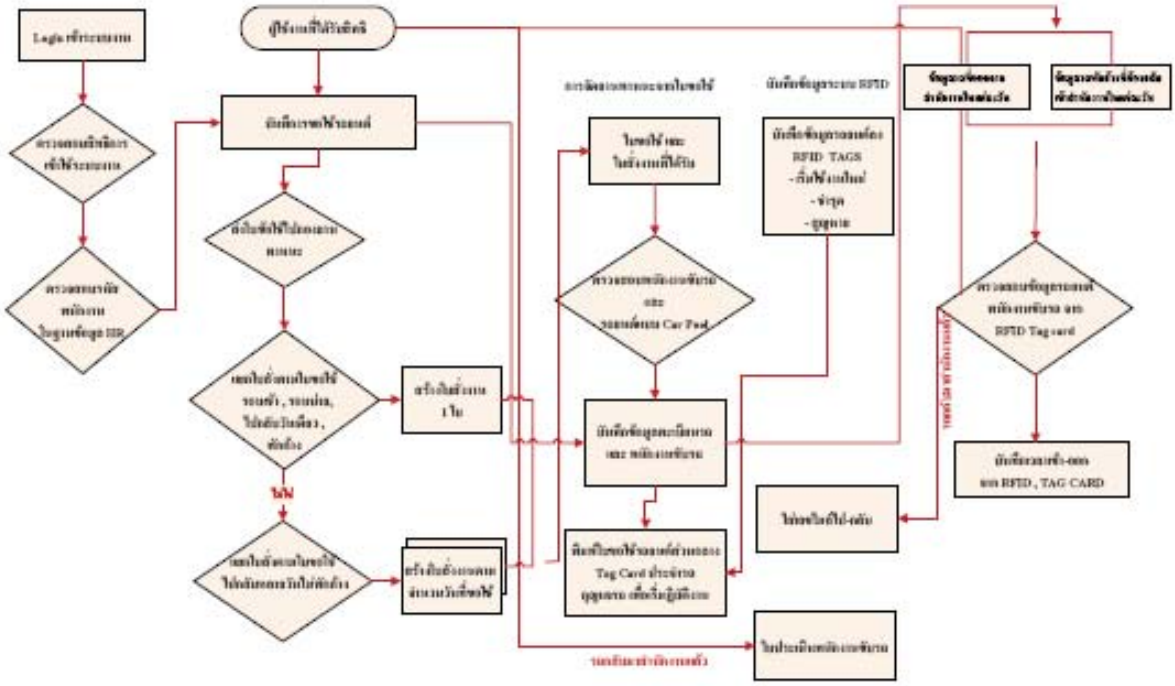
2. Client Application

ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา มีเครื่อง RFID เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย USB 1.1 ตัวเครื่องมีคุณสมบัติในการบันทึกและอ่านได้ในตัวเอง นำมาใช้ในการบันทึกข้อมูลลงใน Tag ซึ่งภายใน Tag จะมีของข้อมูลนักศึกษาและข้อมูลของอาจารย์ผู้สอนจากส่วนกลาง

โครงสร้างของระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 โดยมีองค์ประกอบหลักดังนี้



ภาพที่ 2 โครงสร้างของระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา



ภาพที่ 3 แผนผังแสดงการออกแบบระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา

จากภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา เริ่มจากการเข้าชั้นเรียน ระบบจะตรวจสอบข้อมูลใน Tag ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลอาจารย์ ข้อมูลการลงทะเบียนในแต่ละภาคเรียน ข้อมูลตารางเรียนของนักศึกษาและตารางสอนของอาจารย์ผู้สอน เมื่อนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนเดินผ่านประตูเพื่อเข้าห้องเรียน อุปกรณ์ตัวอ่านสัญญาณที่ติดตั้งที่ประตูทำการบันทึกข้อมูลเวลาเข้าห้องเรียนโดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเวลาครั้งแรกสุดโดยอ้างอิงตามตารางเรียนและตารางสอนจากส่วนกลาง และเมื่อเสร็จสิ้นชั่วโมงสอนของอาจารย์ผู้สอน นักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนเดินผ่านประตู อุปกรณ์ตัวอ่านสัญญาณจะทำการบันทึกเวลาออกครั้งสุดท้ายโดยอัตโนมัติลงใน Tag ซึ่งอ้างอิงตามตารางเรียนที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนไว้และตารางสอนของอาจารย์และส่งข้อมูลไปเข้าสู่ระบบเพื่อบันทึกเวลาออกจากชั้นเรียนโดยอัตโนมัติ เมื่อระบบทำการบันทึกเวลาเสร็จสิ้น ระบบจะสร้างรายงาน (Report) เวลาเข้าเรียน เวลาเข้าสอน เวลาออกจากชั้นเรียน และเวลาสิ้นสุดการสอนตามเงื่อนไขที่ระบุไว้ และจะแสดงข้อมูลให้ทราบผ่านระบบสารสนเทศสำหรับนักศึกษา และระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ผู้สอน ของสำนักทะเบียนและประมวลผล

เมื่อนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนนำบัตร RFID (RDIF Tag) เข้ามาใกล้กับส่วนการอ่านบัตร RFID (ส่วนที่ 1) ในระยะ10 เซนติเมตร Transponder ซึ่งได้รับสัญญาณจากบัตร RFID จะทำการส่งข้อมูลให้ RFID Reader Control เพื่อทำการอ่านค่ารหัสของบัตร โดยจะทำการส่งต่อข้อมูลไปยังส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล

ในส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล จะมีระบบสารสนเทศ (Web Application) ที่มีฐานข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับการบันทึกช่วงเวลาเข้าออกชั้นเรียนของนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน เมื่อได้รับข้อมูลก็จะทำการตรวจสอบรหัสนักศึกษากับตารางเรียน หากเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนและข้อมูลตารางสอดคล้องกับระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์ผู้สอน นักศึกษาจะได้รับมีสิทธิบันทึกเวลาเข้าออกชั้นเรียนในวันและเวลาปัจจุบัน ขณะทำการตรวจสอบนี้ ก็จะทำการส่งข้อมูลต่อให้กับระบบเพื่อจะบันทึกเวลาเข้าออกชั้นเรียนของนักศึกษา ในส่วนของอาจารย์ผู้สอน ระบบบันทึกเวลาเข้างานและเวลาเข้าสอนของอาจารย์พร้อมทั้งเวลาสิ้นสุดการปฏิบัติการสอน และเวลาเลิกงาน เช่นเดียวกัน

5. การพัฒนาระบบ

การสร้างและพัฒนาระบบประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. พัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ด้วย ภาษา Personal Home Page (PHP)

2. พัฒนาระบบควบคุมการเข้าออกห้องเรียนด้วย Microsoft Visual Studio 2005 ใช้ภาษา VB.NET

3. ฐานข้อมูลที่ใช้คือ Microsoft SQL Server 2003

4. อุปกรณ์ IT WORKS RFID- M1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ IT WORKS RFID – M1

ส่วนเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์	USB 1.1 และ RS-232
มาตรฐานการทำงาน	ISO14443 Type A
ความถี่คลื่นสัญญาณ	13.56 MHz
อัตราการส่งข้อมูล	106 Kbit/s
มาตรฐานในการบรรจุข้อมูล (Transponders)	Mifare@ classic, Mifare@ UltraLight, Mifare@Pro(X), Mifare@ DESFire และ ISO14443 A
การแสดงผล	หลอดไฟ LED และเสียงเตือน
ความยาวสาย USB	1.2 เมตร
แหล่งจ่ายไฟ	ผ่านทาง USB
กระแสไฟฟ้า	ไม่เกิน 120 mA
ระยะทางสูงสุดในการอ่านข้อมูล	10 cm

การสร้างระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาจะทำการอธิบายถึงรายละเอียดขององค์ประกอบหลักของระบบที่พัฒนาขึ้น ตามภาพที่ 3 ซึ่งพัฒนาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันเป็นรุ่นที่ 2.1 โดยมีค่าใช้จ่ายเครื่องต้นแบบประมาณ 15,000 บาท

ส่วนการอ่านบัตร RFID เมื่อย้อนไปประมาณ 3 ปีที่เริ่มทำการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ส่วนการอ่านบัตรเป็นส่วนที่มีราคาแพง และถ้าต้องการพัฒนาเองก็จะเป็นส่วนที่มีความยุ่งยากในการพัฒนามากที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของ Transponder ที่มีลักษณะเป็นสายอากาศ (antenna) ที่พันขึ้นจากขดลวดทองแดงซึ่งต้องมีจำนวนรอบ และขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่า L (หน่วยเป็นไมโครเฮนรี่) ตามต้องการ การหาผู้ผลิตเพื่อให้ได้ค่า L ตามที่ได้ออกแบบวงจรไว้เป็นเรื่องยาก แม้ว่าทางผู้วิจัยจะทำการปรับวงจรเพื่อให้รองรับกับค่า L ที่สามารถหาได้ก็ยังส่งผลต่อการอ่านข้อมูลบัตรที่ไม่แน่นอน

อย่างไรก็ตาม ในการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาในรุ่นที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ได้เปลี่ยนมาใช้ชิป ID-12 [2] ที่เป็นชิปสำเร็จรูปที่รวมเอาส่วน Transponder และส่วนควบคุมเข้าด้วยกัน ซึ่งจะให้สัญญาณเอ้าท์พุทมาเป็นข้อมูลผ่านทางการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port) ส่งผลให้การออกแบบในส่วนนี้ง่ายขึ้นเป็นอย่างมาก

เนื่องจากระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เริ่มต้นเพื่อการใช้งานภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งนักศึกษามีบัตรประจำตัวเป็นแบบ RFID ทำงานที่ความถี่ 13.56 MHz หน่วยความจำ 64 บิต ใช้ฟอร์แมต EM4001 เป็นชนิดอ่านและมีการเขียนข้อมูลลงบนบัตร

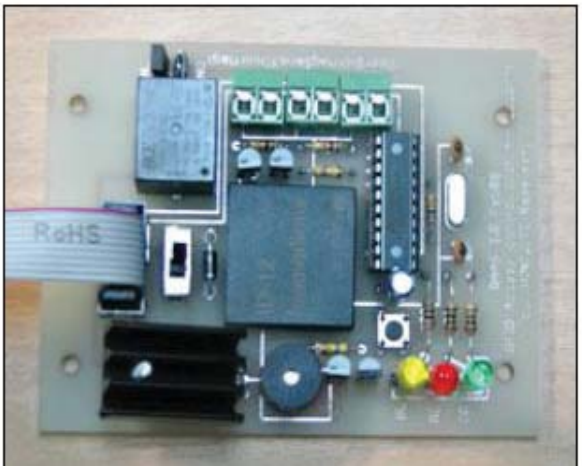
ส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล ในการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษารุ่นแรก ทีมผู้พัฒนาใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุม ซึ่งทำให้ระบบโดยรวมมีราคาแพง และมีขนาดใหญ่ติดตั้งยาก ต่อมาในรุ่นปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ ไวร์เลสแอกเซสพอยต์ โดยอุปกรณ์ที่เลือกใช้คือ Linksys WRT54GL (เผ่าภัค ศิริสุข และคณะ, 2547 : 45) ซึ่งมี Flash Memory ขนาด 4 MByte และ RAM ขนาด 16 MByte โดยในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ทำการดัดแปลงวงจรให้มีความสามารถรองรับการสื่อสารแบบอนุกรมได้กับอุปกรณ์ที่ต้องการต่อเชื่อม รวมถึงส่วนอ่านบัตรที่ประตู

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งระบบปฏิบัติการใหม่แทนระบบที่มากับตัวแอกเซสพอยต์เดิม โดยได้เลือกติดตั้งชุดระบบปฏิบัติการลีนุกส์ (Linux Distribution) ที่มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับอุปกรณ์แบบฝังตัวที่มีชื่อว่า Open-WRT [1] รุ่น White Russian (RC5)

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นได้แก่ ส่วนการยืนยันตนและตรวจสอบสิทธิการเข้าเรียน (Authentication and Access Verification) ระบบฐานข้อมูลผู้ใช้ (User dB) ระบบการบริหารจัดการวัน-เวลา การเข้าใช้ (Access Management) ระบบเก็บข้อมูลสถิติการเข้าเรียน สถิติการปฏิบัติงาน การเฝ้าตรวจสอบการทำงานของระบบโดยรวม (System Monitoring) ระบบการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซอร์เวอร์ภายนอก (WLAN Communication) เพื่อโอนถ่ายข้อมูลจากตัวแอกเซสพอยต์ผ่านเครือข่ายแลนไร้สายตามมาตรฐาน IEEE802.11b ระบบอ่านบัตรที่ประตูผ่านเว็บ (Web Door Control ดังภาพที่ 4) พร้อมทั้งจัดทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) ผ่านเว็บเซอร์เวอร์ที่อยู่ในตัวแอกเซสพอยต์

ข้อสังเกตในส่วนของระบบการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซอร์เวอร์ภายนอก ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาจะทำการตั้งค่าให้อุปกรณ์แอกเซสพอยต์ทำงานอยู่ในโหมดลูกข่าย (Client Mode) ที่ได้รับการจ่ายค่า IP Address แบบ DHCP จากระบบเครือข่ายแลนไร้สาย (สามารถตั้งค่า IP Address แบบถาวรได้) ดังนั้นระบบที่ติดตั้งจึงไม่รบกวนต่อการทำงานของระบบแลนไร้สายในบริเวณนั้น

ภาพที่ 4 การควบคุมการบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาผ่าน Web Application



ภาพที่ 5 แผงวงจรรวม ที่รวมส่วนการอ่านบัตร และส่วนการอ่านบัตร ณ ประตูเข้าด้วยกัน

ส่วนการอ่านบัตร ณ ประตู หน้าที่หลักในส่วนนี้ คือ การบันทึกเวลาปฏิบัติราชการในแต่ละวันของอาจารย์ผู้สอน และบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์ บันทึกการเข้าเรียนของนักศึกษา ณ ประตูห้องเรียน โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ MCS51 (http://www.thaiembedded.com/blog/?tag=smartcard, 4 สิงหาคม 2551) ที่ส่งรับข้อมูลการเปิดปิดประตูจากส่วนที่ 2 ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม เมื่อได้รับคำสั่งให้เปิดประตู ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งให้ชุดรีเลย์เพื่อทำการเปิดประตู โดยรับคำสั่งควบคุมการเปิดปิดประตูจากซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนส่วนควบคุมผ่านทางพอร์ตอนุกรม และรับสภาวะการเปิดประตูแบบ Manual จากการกดสวิทช์เปิดประตู รวมถึงการตรวจสอบสถานะการปิดหรือเปิดประตู การเปิดเสียงเตือนเมื่อประตูปิดไม่สนิทหรือมีการเปิดนานเกินกว่าค่าหน่วงเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งแสดงสถานะการทำงานผ่าน LED

เพื่อให้ระบบมีขนาดเล็กติดตั้งได้โดยง่าย ผู้วิจัยจึงทำการรวมส่วนที่ 1 และ 3 เข้าด้วยกันเป็นแผงวงจรรวม ดังแสดงในภาพที่ 5

ส่วนกลอนและสวิทช์ประตู เป็นส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการเปิดปิดประตู โดยเลือกใช้กลอนประตูไฟฟ้าแบบแผ่นเรียบ ที่มีความแรงของการยึดอยู่ที่ 600 ปอนด์ (จากการทดลองใช้ความแรงของการยึดที่ 300 ปอนด์ไม่สามารถทนต่อแรงดึงของผู้ใช้งานได้) ติดตั้งอยู่ด้านบนของประตู ดังภาพที่ 6 (ถ้าทำการติดตั้งบริเวณตรงกลางประตู ต้องติดตั้งชุดกลอนแบบเขี้ยวล็อค ซึ่งอาจมีปัญหาในกรณีที่ประตูตก หรือ ไม่ขบสนิท) รวมถึงระบบสวิทช์ในการเปิดประตูแบบอัตโนมัติที่ติดตั้งบริเวณกลางประตูด้านในของห้องเรียน โดยระบบได้ตั้งค่าให้ใช้งานเป็นแบบปกติปิด (Normally Close) ซึ่งจะปิดประตูเมื่อมีการจ่ายไฟ และจะเปิดเมื่อมีคำสั่งให้เปิดเท่านั้น

ภาพที่ 6 การติดตั้งชุดกลอนประตูไฟฟ้า

เนื่องจากการออกแบบระบบในครั้งแรก ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีชุดอ่านบัตรเพียงชุดเดียว ตามความต้องการในตรวจสอบสิทธิการเข้าห้องเรียน โดยเมื่อต้องการออกจากห้องเรียน นักศึกษาจะทำการกดสวิทช์ประตู และระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลในบัตร เพื่อยืนยันการเปิดประตูในแต่ละครั้ง หากไม่มีบัตร RFID จะต้องกดสวิทช์เพื่อเปิดประตูจากภายในห้องให้แก่นักศึกษาที่ไม่มีบัตร RFID เข้ามาใช้ห้อง ผู้วิจัยจึงทำการแก้ปัญหาในส่วนนี้โดยการติดตั้งชุดอ่านบัตรในฝั่งขาออกเพิ่มอีกชุด และแก้ไขชุดระบบกลอนประตูไฟฟ้าที่ใช้งาน เมื่อเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง เพื่อให้ประตูสามารถใช้งานได้ตามปกติ

ในส่วนของการปลอมแปลงบัตร RFID มีผู้พยายามทำการปลอมบัตรโดยการลักลอบฟังสัญญาณ และนำไปสร้างบัตรใหม่ได้ ในปัจจุบันผู้วิจัยจึงได้ออกแบบระบบป้องกันการปลอมแปลง ความปลอดภัยโดยรวมอยู่ในขั้นที่ยอมรับได้ เหมาะกับการรักษาความปลอดภัยโดยทั่วไป แต่ถ้าต้องการความปลอดภัยในระดับสูงอาจต้องใช้กุญแจร่วมด้วย

6. การทดสอบระบบ

1. การทดสอบระบบ

การติดตั้งใช้งานระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาในส่วนของชุดกลอนไฟฟ้า และแผงวงจรรวมส่วนอ่านบัตร จะขึ้นกับลักษณะของประตูของห้องเรียนที่ต้องการควบคุม (ประตูไม้ หรือ ประตูกระจกกรอบอลูมิเนียม) ซึ่งต้องมีการปรับจุดติดตั้งตามหน้างานจริง โดยตัวอย่างการติดตั้งแสดงดังภาพที่ 7 ส่วนตำแหน่งติดตั้งส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล (แอกเซสพอยต์) จะขึ้นกับค่าความแรงของสัญญาณแลนไร้สายที่ได้รับ และตำแหน่งของปลั๊กไฟ

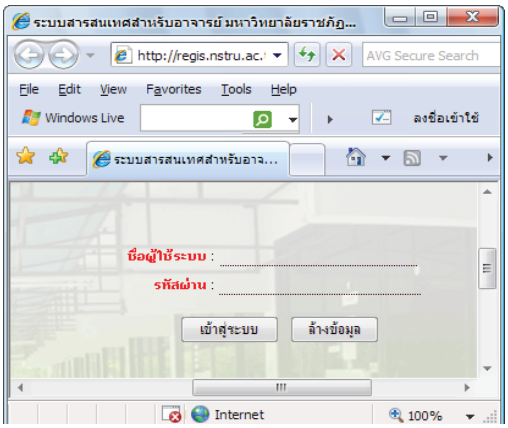
ภาพที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาในส่วนการเก็บข้อมูลและประมวลผล

สภาพการทำงานและจุดติดตั้ง ผู้วิจัยได้นำระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาติดตั้งใช้งานจริงแล้วจำนวน 5 จุด ดังตารางที่ 2 โดยจุดติดตั้งดังกล่าวมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันทั้งปริมาณของผู้ใช้งาน ปริมาณการเข้าออกห้อง และช่วงเวลาในการใช้งาน

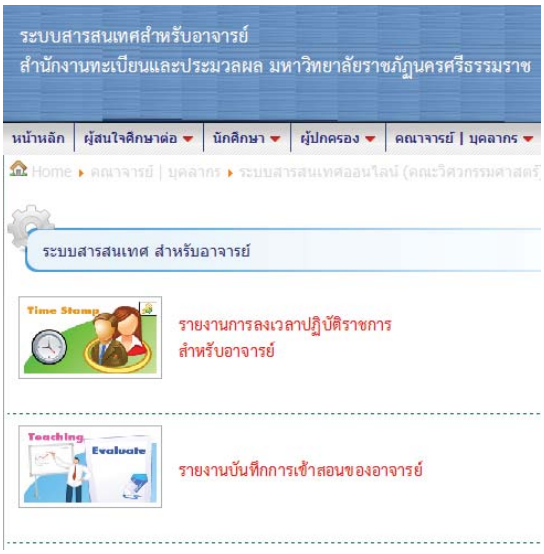
ตารางที่ 2 จุดติดตั้งระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา

ลำดับที่	จุดติดตั้งระบบ	คณะ
1	ห้องเรียนบรรยาย 1826	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2	ห้องพักอาจารย์ 1827	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
3	ห้องคอมพิวเตอร์ 1828	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
4	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 1837	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
5	ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 1838	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

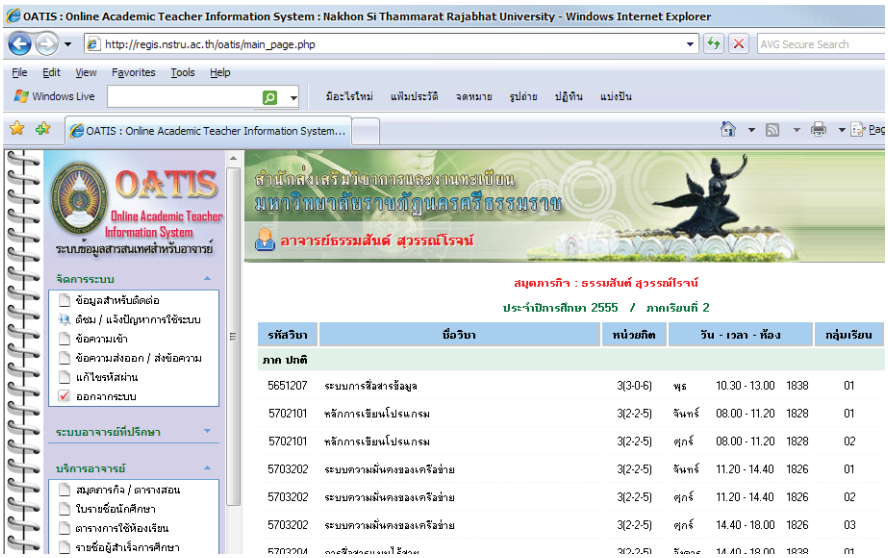
2 ผลการพัฒนาระบบ



ภาพที่ 8 ระบบสารสนเทศสำหรับอาจารย์



ภาพที่ 9 ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา



ภาพที่ 10 เงื่อนไขและการใช้งานของระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา

ภาพที่ 11 การบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา

รายงานเวลาเข้าออกชั้นเรียนให้ผู้เรียนและผู้สอนแบบอัตโนมัติ (report)
สำหรับผู้สอน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

อาจารย์ผู้สอน : อาจารย์ ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์
คณะ: เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
รหัสวิชา : 5702101
รายวิชา : วิชาหลักการเขียนโปรแกรม (principles of programming)
นักศึกษาหลักสูตร : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะ: เทคโนโลยีอุตสาหกรรม กลุ่มเรียน : 01 ห้องเรียน : 1828
วันที่สอน : จันทร์ (1/12/55) เวลา : 08.00-11.20 น

รหัส นักศึกษา	ชื่อ-สกุล	เวลาเข้า	เวลาออก	รวมเวลา	สัปดาห์การเรียน 1 3/11/55	2 10/11/55	3 17/11/55	4 24/11/55	5 1/12/55
5511513001	นายอารุฟิน ดีแม	08.05	11.21	196	/	/	/	/	/
5511513002	นายโกเมศ ไพเราะ	07.55	11.25	210	/	/	/	/	/

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ / คือ เข้าเรียนตามปกติ x คือ ขาดเรียน

นักศึกษาที่เข้าเรียนทั้งหมด 2 คน
นักศึกษาที่ขาดเรียนทั้งหมด 0 คน
รวมนักศึกษาทั้งหมด 2 คน

ผู้พิมพ์เอกสาร : อาจารย์ ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์ วันที่ 1/12/55 เวลา 13.45 น.

ภาพที่ 12 ตัวอย่างรายงานเวลาเข้าออกชั้นเรียนให้ผู้เรียนและผู้สอนแบบอัตโนมัติ (report) สำหรับผู้สอน

รายงานเวลาเข้าออกชั้นเรียนให้ผู้เรียนและผู้สอนแบบอัตโนมัติ (report)
สำหรับนักศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

รหัสนักศึกษา : 5511513001
ชื่อ : นายอารุฟัน ดีแม
หลักสูตร : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
คณะ: เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
รหัสวิชา : 5702101 รายวิชา : วิชาหลักการเขียนโปรแกรม (principles of programming)
อาจารย์ผู้สอน : อาจารย์ ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์
กลุ่มเรียน : 01 ห้องเรียน : 1828 วันที่สอน : จันทร์ (1/12/55) เวลา : 08.00-11.20 น

รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล	เวลาเข้า	เวลาออก	รวมเวลา	สัปดาห์การเรียน				
					1	2	3	4	5
					3/11/55	10/11/55	17/11/55	24/11/55	1/12/55
5511513001	นายอารุฟัน ดีแม	08.05	11.21		/	/	/	/	/

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ / คือ เข้าเรียนตามปกติ x คือ ขาดเรียน

เข้าเรียนทั้งหมด 5 ครั้ง คิดเป็น 20 คาบ
ขาดเรียนทั้งหมด 0 คน คิดเป็น 0 คาบ
รวมการเข้าเรียนทั้งหมด 5 ครั้ง คิดเป็น 20 คาบ (คิดเป็น 100%)
สถานะ ปกติ

ภาพที่ 13 ตัวอย่างรายงานเวลาเข้าออกชั้นเรียนให้ผู้เรียนและผู้สอนแบบอัตโนมัติ (report) สำหรับนักศึกษา

รายงานการปฏิบัติราชการของอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

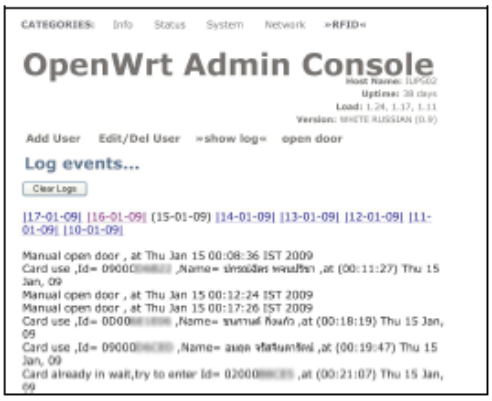
วัน จันทร์ ที่ 7 เดือน มกราคม พ.ศ.2556

รหัสบุคลากร	ชื่อ-สกุล	เวลาปฏิบัติราชการ		เวลาการเข้าสอนของอาจารย์			
		เวลาเข้างาน	เวลาเลิกงาน	รหัสวิชา	วิชา	เวลาเข้าสอน	เวลาออก
5012001	นายธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์	07.46	16.56	5702101	หลักการเขียนโปรแกรม	08.01	11.26

ภาพที่ 14 ตัวอย่างรายงานปฏิบัติราชการและเวลาเข้าออกห้องเรียนของอาจารย์ผู้สอนแบบอัตโนมัติ (report)

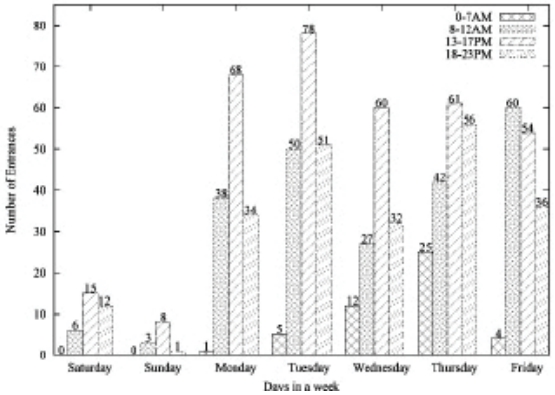
7. การบำรุงรักษาระบบ

จากการติดตั้งและทดสอบระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษาเป็นเวลาประมาณ 1 ปี โดยรวมอยู่ในสภาพใช้งานได้เป็นปกติ ภาพที่ 15 แสดงข้อมูลที่ได้จากการเข้าใช้งาน

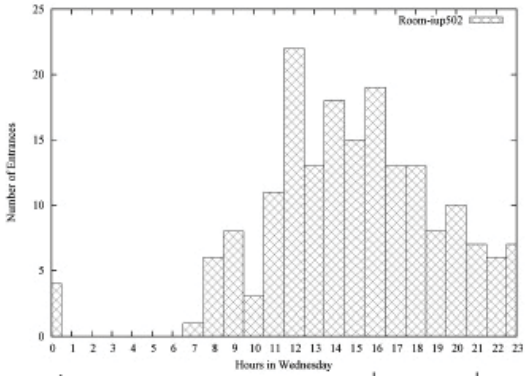


ภาพที่ 15 หน้าจอบันทึกเหตุการณ์การใช้งาน

จากข้อมูลการใช้งานของแต่ละจุดติดตั้ง สามารถนำมาวิเคราะห์ปริมาณการใช้งานของห้องเรียนและเวลาการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ช่วงเวลาที่มีการใช้งานในแต่ละวันดังภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการเข้าใช้งานของห้องคอมพิวเตอร์ 1828 ในระหว่างช่วงวันที่ 1-31 มกราคม 2556 จำนวน 4 สัปดาห์ และภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างข้อมูล เมื่อวิเคราะห์ละเอียดเป็นรายชั่วโมงของวันพุธ ณ ห้องเดียวกัน



ภาพที่ 16 ตัวอย่างข้อมูลการใช้งานเป็นรายวันในหนึ่งสัปดาห์



ภาพที่ 17 ตัวอย่างข้อมูลการใช้งานรายชั่วโมงในหนึ่งวัน

8. การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ และหาประสิทธิภาพของระบบ

1. ผลการประเมินความพึงพอใจ

1.1 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมและคอมพิวเตอร์ทำการประเมิน จำนวน 30 ท่าน ซึ่งจะประเมินในด้านความต้องการของผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบโดยตรง ผลการใช้ระบบงาน พบว่า ระบบมีความเสถียรและใช้งานได้สะดวก มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33

2. เจ้าหน้าที่ดูแลระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชทำการประเมินระบบ จำนวน 30 ท่าน ได้ทำการประเมินในด้านความสามารถของระบบงานและความพึงพอใจของระบบงาน ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.47 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59

3. ผู้สอน ทำการประเมินโดยใช้งานระบบ จำนวน 30 ท่าน ซึ่งประเมินในด้านประสิทธิภาพการใช้ระบบงานร่วมกับเครื่อง RFID และด้านการใช้ระบบงาน ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.07 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.37

4. นักศึกษา ทำการประเมินโดยใช้งานระบบ จำนวน 90 คน ซึ่งประเมินในด้าน ประสิทธิภาพการใช้ระบบงานร่วมกับเครื่อง RFID และด้านการใช้ระบบงาน ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.06 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63

บทสรุป

เมื่อเริ่มใช้ระบบบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ผลการประเมินผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมากที่สุดซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.33) และเมื่อเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ ทำการประเมินโดยใช้งานระบบจริง ผลการประเมินในด้านความสามารถของระบบงานและความพึงพอใจของระบบงานอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.47 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59

จากนั้นอาจารย์ผู้สอนทำการประเมินโดยใช้งานระบบประเมินในด้านประสิทธิภาพการใช้ระบบงานร่วมกับเครื่อง RFID และด้านการใช้ระบบงาน ผลการประเมินพบว่า อาจารย์ผู้สอนมีความพึงพอใจในอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.07 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.37 และนักศึกษาทำการประเมินโดยใช้งานระบบประเมินในด้านประสิทธิภาพการใช้ระบบงานร่วมกับเครื่อง RFID และด้านการใช้ระบบงาน ผลการประเมินพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.06 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63

สำหรับด้านประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยได้เพิ่มการแจ้งผลลัพธ์ในการเขียนและอ่านข้อมูลใน Tag เป็น Description Error เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นและการจัดการของอุปกรณ์ RFID ปรากฏว่าในการอ่านข้อมูลอย่างเดียวข้อผิดพลาดเป็น 0% ส่วนในการเขียนข้อมูลลง Tag ทั้งแบบการเขียนจากแท็กใหม่ หรือ เขียนแทนที่แท็กเก่า จะมีการแจ้งข้อผิดพลาดจากอุปกรณ์ RFID ในเรื่องสัญญาณการติดต่อ (No Card Detected) คิดเป็น 1%

1. ปัญหาและอุปสรรค

ผู้ที่ใช้ระบบ RFID มากที่สุด คือ นักศึกษามีการเปลี่ยนแปลงบ่อยเนื่องจากนักศึกษามีจำนวนมากและหลายชั้นปี ซึ่งอาจจะมีการถ่ายทอดวิธีการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่กล้าใช้ระบบ RFID เนื่องจากกลัวผิดพลาดหรือความเสียหาย รวมถึงสถานที่ตั้งอุปกรณ์และระบบงาน มีอุณหภูมิสูงอาจทำให้เครื่องมีปัญหาทำให้ใช้ระบบงานไม่ได้ในบางครั้ง และควรติดตั้งระบบสำรองไฟให้กับระบบทุกจุด

2. ข้อเสนอแนะ

1. เปลี่ยนอุปกรณ์ RFID ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น มีระยะการอ่านข้อมูลมากกว่า 10 เซนติเมตร โดยใช้ระบบงานเดิมแก้ไขพัฒนาเฉพาะฟังก์ชั่นการอ่านและบันทึกข้อมูลลง Tag

2. ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีผลลัพธ์ที่ได้จากการอ่านข้อมูลใน Tag แสดงเป็นรายละเอียดของรายงานบันทึกการเข้าสอนของอาจารย์และการเข้าเรียนของนักศึกษา ซึ่งจะคล้ายกับระบบ E-passport ดังนั้นการนำโปรแกรมไปพัฒนาต่อในเรื่องระบบตรวจสอบบุคคลขั้นสูง หรือ ระบบการรักษาความปลอดภัยขั้นสูง การยืนยันเอกลักษณ์ตัวบุคคล เช่น ลายนิ้วมือ ม่านตา เป็นสิ่งที่น่าจะนำไปพัฒนาต่อ แต่ต้องเพิ่มในเรื่องการเข้ารหัสข้อมูลที่ซับซ้อนขั้นสูงมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

เรียนรู้สมาร์ตการ์ด ตอนที่ 1. (2551). ค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2551. จาก Thai Embedded เว็บไซต์ : http://www.thaiembedded.com/blog/?tag=smartcard.

เผ่าภัค ศิริสุข, อภิศักดิ์ วรพิเชฐ, และวิมลนุช วงศ์วานิช. (2547). *ตัวอ่านรหัสการชี้เฉพาะด้วยความถี่วิทยุแบบพกพา*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

ศูนย์พัฒนาธุรกิจออกแบบวงจรรวม.(2548). *รู้จักกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี*. ปทุมธานี : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อนล ไพศาล. (2547). *เครื่องอ่าน อาร์เอฟ ไอดี แบบพกพา*. ปริญญานิพนธ์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

SIPA จับมือสภาอุตฯ หนุนเทคโนฯ RFID. (7 กุมภาพันธ์ 2551). *สยามธุรกิจ*. ค้นเมื่อ 15 กรกฎาคม 2551. จาก http://library.dip.go.th/multim2/news/N03019.pdf 2551