

ระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ**Intelligent Key Storage Management System
with Automatic Identification***อรรถพล พลานนท์* และ ขนิษฐา แซ่ลี้**Attapon Palananda* and Khanittha Saelim**สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**Industrial Computer Technology, Faculty of Science and Technology,**Nakhon Pathom Rajabhat University***Received:** February 03, 2020; **Revised:** May 08, 2020; **Accepted:** May 09, 2020; **Published:** June 23, 2020

ABSTRACT – In this paper, we present the intelligent key storage management system by the automatic identification method. The device can store a maximum of 48 room keys. The borrowing key system uses automated biometric identification and a key return system uses an RFID-based automated identification method. These methods can identify the borrowed person and reference the keys of each room with identification tags to store the keys in the box. The operation system is controlled through a program window that can add, edit, and delete keys for each room. In disbursement of the keys for use, users must register to verify their fingerprints to determine the right to use the system. After successfully register in the system, Users can choose a room and borrow the keys with their fingerprints. After that, when the room has been used successfully, the user can return the key to the key return box. The system reads the room number from the identification tag and stores it in the key storage box. In our experiment, we used a questionnaire was used to collect data to survey the satisfaction of 50 users and compared the performance in two parts: measuring user satisfaction and measuring system performance. In the first part, the results of the development of this system showed that they were satisfied with the convenience and ease of use and satisfaction with the data security system and satisfaction with the design and the beauty with an average of 96.133, 88.2, and 78.4, respectively. In the second part, the proposed system compared with the staff. The results of experiments show that the developed system is faster than the staff about 3.681 seconds. In the same direction, the proposed system is faster than the staff in the average time when returning the key about 2.089 seconds.

KEYWORDS: Automatic Identification, Fingerprint, RFID, Key Management System

บทคัดย่อ -- ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ โดยอุปกรณ์สามารถเก็บกุญแจได้สูงสุดที่ 48 ห้อง โดยในระบบการเบิกจ่ายกุญแจนั้นใช้วิธีการบ่งชี้อัตโนมัติแบบชีวมาตรเข้าช่วยในการทำงาน แต่ในส่วนของการคืนกุญแจใช้วิธีการบ่งชี้อัตโนมัติแบบอาร์เอฟไอดีที่สามารถระบุถึงบุคคลที่ทำการยืมได้ และสามารถอ้างอิงกุญแจของแต่ละห้องด้วยป้ายระบุตัวตนเพื่อทำการจัดเก็บกุญแจลงกล่องได้ โดยระบบการทำงานมีการควบคุมผ่านหน้าต่างโปรแกรมที่สามารถสามารถเพิ่ม แก้ไข และลบข้อมูลของกุญแจแต่ละห้องได้ และการเบิกจ่ายกุญแจไปใช้งานต้องผ่านการลงทะเบียนยืนยันด้วยลายนิ้วมือในครั้งแรกเพื่อสร้างสิทธิของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจึงสามารถเลือกห้องและทำการเบิกจ่ายกุญแจด้วยลายนิ้วมือได้ จากนั้นเมื่อมีการใช้งานห้องเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถคืนกุญแจในช่องคืนกุญแจ จากนั้นระบบทำการอ่านหมายเลขห้องจากป้ายระบุตัวตนและจัดเก็บในช่องเก็บกุญแจต่อไป โดยจากการนำไปใช้งานจริงมีผู้ใช้งานอยู่ในระบบจำนวน 50 ผู้ใช้งาน มีค่าระดับความพึงพอใจในส่วนการใช้งานระบบคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ร้อยละ 96.133 สำหรับ

*Corresponding Author: patthamanan.s@nsru.ac.th

ด้านความปลอดภัยของข้อมูลคิดเป็นค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมอยู่ที่ร้อยละ 88.2 และด้านการออกแบบและความสวยงามคิดเป็นค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมอยู่ที่ร้อยละ 78.4 ตามลำดับ สำหรับการหาค่าประสิทธิภาพด้านการงานเปรียบเทียบกับการทำงานของเจ้าหน้าที่ในส่วนการเบิกจ่ายกุญแจระบบที่พัฒนาขึ้นมามีค่าเฉลี่ยเวลาที่ต่ำกว่าอยู่ที่ 3.681 วินาที และในส่วนการคืนกุญแจระบบที่พัฒนาขึ้นมามีค่าเฉลี่ยเวลาที่ต่ำกว่าอยู่ที่ 2.089 วินาที ตามลำดับ

คำสำคัญ: วิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ, เครื่องสแกนลายนิ้วมือ, คลื่นความถี่วิทยุ, ระบบบริหารจัดการกุญแจแบบอัตโนมัติ

1. บทนำ

ในปัจจุบันอาคารหรือสำนักงานมีขนาดใหญ่ มักมีปริมาณห้องจำนวนมากอยู่ภายในอาคารนั้นและมีการป้องกันการเข้าใช้งานห้อง โดยพื้นฐานของการป้องกันการเข้าใช้งานห้องคือ การปิดล็อกประตูสำหรับการเข้า-ออก ห้องนั้น ๆ การเข้าใช้งานผู้ใช้ต้องมีกุญแจสำหรับห้องนั้นจึงสามารถเปิดเพื่อใช้งานได้ หากอาคารหรือสำนักงานนั้นมีห้องจำนวนมากการเก็บรักษากุญแจหรือการค้นหากุญแจเพื่อนำไปเปิดใช้งานห้องนั้น อาจทำได้ยากขึ้นตามจำนวนห้องและกุญแจที่เพิ่มขึ้น ซึ่งปัญหาหนึ่งของการมีจำนวนห้องที่มากขึ้นของอาคารสำนักงาน คือการค้นหากุญแจของแต่ละห้องไม่เจอ ทำให้เกิดความล่าช้าในการค้นหากุญแจห้องที่ต้องการโดยกรณีที่ดีที่สุดคือ ค้นหาแล้วเจอทันที และกรณีเลวร้ายที่สุดคือค้นหาแล้วไม่เจอกุญแจที่ต้องการ ซึ่งอาจสูญหายหรือไม่ส่งคืนกุญแจ ซึ่งในกรณีนี้ยังไม่สามารถติดตามหรือหาผู้รับผิดชอบได้ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาการตรวจสอบสถานะของกุญแจว่ามีอยู่หรือมีการนำออกไปใช้งานจึงมีความสำคัญ วิธีการหนึ่งที่นำมาใช้แก้ไขปัญหาคือการนำเอาเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติ (Auto-ID: Automatic Identification) มาใช้งานคือการระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID: Radio Frequency Identification) [1,2] ซึ่งได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบต่าง ๆ เช่น ระบบห้องสมุดอัจฉริยะ (Smart Library) ที่มีการยืมคืนหนังสือผ่านการระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุหรือการประยุกต์ใช้งานร่วมกับสายการผลิตในโรงงาน (Production Line Automation) [3] เพื่อตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการทำงานหรือการตรวจสอบบุคคลด้วยข้อมูลชีวมาตร (Biometrics) ซึ่งเป็นการพิสูจน์เอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล

สำหรับอาคารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เป็นอาคารที่มีห้องเป็นจำนวนมาก โดยในการใช้งานห้องจำเป็นต้องมีการเบิกจ่ายกุญแจและคืนกุญแจที่ห้องสโตร์ ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน

ขึ้น เช่น ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ติดภารกิจอื่นทำให้ไม่สามารถให้บริการแก่นักศึกษาได้ ส่งผลให้นักศึกษาต้องรอเจ้าหน้าที่เพื่อทำการขอเบิกกุญแจ หรือปัญหาของนักศึกษากรณีที่เบิกกุญแจไปใช้งานแต่ไม่มีการคืนกุญแจ ซึ่งกรณีนี้นักศึกษาใช้งานห้องเสร็จและไม่นำกุญแจส่งคืนเจ้าหน้าที่ หรือทำกุญแจสูญหาย จะไม่สามารถติดตามหาความรับผิดชอบได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงขอเสนอระบบบริหารจัดการเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติ แบบการระบุสิ่งของจากคลื่นความถี่วิทยุและแบบชีวมาตร ร่วมกับอุปกรณ์สำหรับการจัดเก็บกุญแจ [4] สำหรับอาคารวิศวกรรมและเทคโนโลยี โดยอุปกรณ์ควบคุมทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูลผู้ใช้งานผ่านโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อลดปัญหาความล่าช้าในการค้นหากุญแจและการสูญหายของกุญแจ อีกทั้งยังสามารถติดตามสถานะของกุญแจได้อีกด้วย

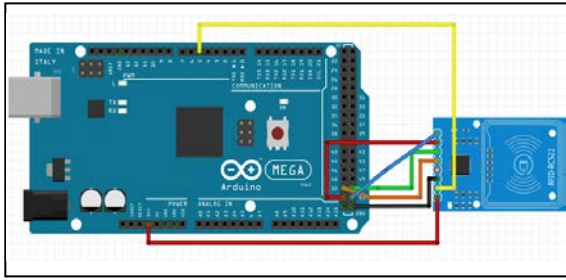
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีระบบบ่งชี้อัตโนมัติ

ระบบบ่งชี้อัตโนมัติ คือระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ระบุตัวตนของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่น รวมถึงสินค้าและวัตถุที่ใช้ในการผลิต ซึ่งระบบบ่งชี้อัตโนมัติได้พัฒนารูปแบบต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการทำงาน โดยเฉพาะการบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติ แทนการนับหรือการจดบันทึกด้วยมือของมนุษย์ซึ่งมีโอกาสในการทำงานผิดพลาดสูงกว่า

2.1.1 ระบบการระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ระบบการระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ คือ การระบุวัตถุหรือสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์อ่านและเขียน (RFID Reader and Writer) [5,6] อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ และป้ายระบุตัวตน (Tag) ดังรูปที่ 1.

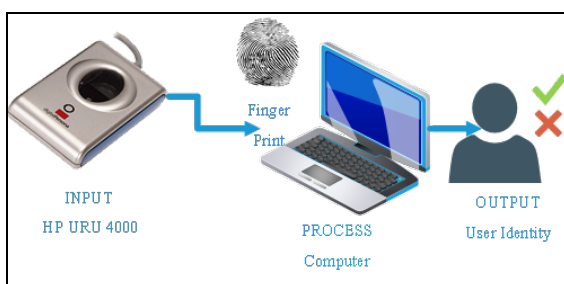


รูปที่ 1. การระบุสิ่งของด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

จากรูปที่ 1. เป็นการต่ออุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์เครื่องอ่านและเขียน โมดูล RFID-RC522 โดยอุปกรณ์ทำการส่งผ่านข้อมูลทางการเชื่อมต่อสื่อสารแบบอนุกรมโดยอาศัยสัญญาณนาฬิกา (SPI: Serial Peripheral Interface) ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้สำหรับอ่านและเขียนข้อมูลสำหรับป้ายระบุตัวตน

2.1.2 ระบบชีวมาตร

ระบบชีวมาตร คือเทคโนโลยีที่มีการนำเอาลักษณะทางกายภาพของคนมาใช้ในการยืนยันตัวตน ทำให้สามารถยืนยันตัวตนของบุคคลนั้น โดยข้อมูลทางกายภาพของคนหนึ่งคน จะมีลักษณะที่ไม่เหมือนกับบุคคลอื่น ๆ เช่น ข้อมูลภาพใบหน้า ข้อมูลม่านตา หรือข้อมูลลายนิ้วมือ เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีของการตรวจวัดด้วยระบบชีวมาตรแบบการตรวจสอบข้อมูลด้วยลายนิ้วมือ เป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการยืนยันตัวตนโดยรูปแบบการต่ออุปกรณ์ดังรูปที่ 2.



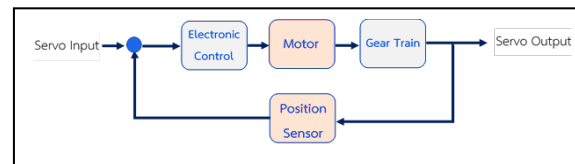
รูปที่ 2. แบบอุปกรณ์เครื่องจัดเก็บกุญแจ

การยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือนั้น ได้รับการพิสูจน์และยอมรับจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น การนำอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือมาประยุกต์ใช้ในระบบการยืมคืนหนังสือ [7] หรือนำไปใช้ในการตรวจสอบนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน [8] เป็นต้น ซึ่งโอกาสที่ลายนิ้วมือจะซ้ำกันได้ั้น อยู่ที่ 1 ใน 64 พันล้านคนถึงจะมีโอกาสที่ลายนิ้วมือซ้ำกัน 1 คู่เท่านั้น ซึ่งถือว่า

ลายเส้นบนนิ้วมือนับเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลนั้น ๆ ได้ สำหรับการนำอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือมาใช้ เป็นวิธีการที่สามารถแยกแยะและนำมาใช้ยืนยันตัวตนบุคคลได้ โดยนำอุปกรณ์อ่านลายนิ้วมือมาต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้งานได้โดยตรงผ่านช่องทางสื่อสารของคอมพิวเตอร์

2.2 ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motors)

อุปกรณ์เซอร์โวมอเตอร์ คือมอเตอร์ที่สามารถสั่งงานหรือตั้งค่าได้ โดยมีการหมุนเป็นมุมองศาตามแกนหมุนของมอเตอร์ ในการควบคุมการทำงานใช้ระบบการควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ดังรูปที่ 3.



รูปที่ 3. การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

โดยที่ Motor คือ มอเตอร์

Electronic Control คือ ส่วนควบคุมและประมวลผลมอเตอร์

Gear Train คือ ชุดเกียร์สำหรับทดแรงขับ

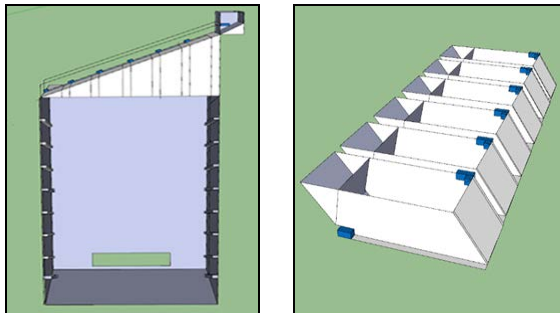
Position Sensor คือ ตัวรับรู้ตรวจจับตำแหน่งการหมุนเพื่อหาองศาการหมุน

หลักการการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ประกอบด้วย เมื่อมีสัญญาณพัลส์ส่งเข้ามายังส่วนควบคุมการทำงานภายในเซอร์โวมอเตอร์

2.3 อุปกรณ์เครื่องจัดเก็บกุญแจ

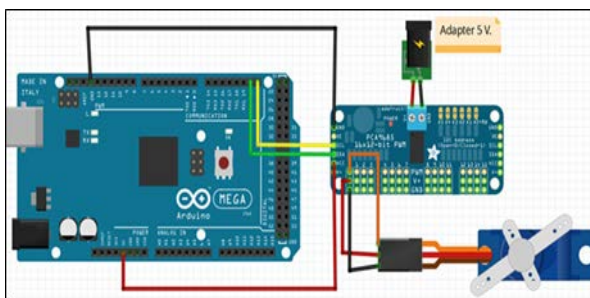
งานชิ้นนี้เป็นการพัฒนาต่อจากงานวิจัยระบบการจัดเก็บกุญแจภายในอาคารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยพัฒนาจากเครื่องต้นแบบที่สามารถเก็บกุญแจได้เพียง 4 ช่องเก็บ และไม่สามารถเพิ่มจำนวนช่องเก็บกุญแจได้ จากนั้นจึงนำเครื่องต้นแบบมาพัฒนาให้สามารถเก็บกุญแจได้เพิ่มขึ้นเป็น 48 ช่องเก็บ และสามารถส่งมอบกุญแจได้รวดเร็วกว่าเครื่องต้นแบบที่เป็นสายพานลำเลียง ซึ่งใช้เวลาในการส่งมอบกุญแจที่ช้า โดยเครื่องจัดเก็บกุญแจที่พัฒนาขึ้นใหม่มีจำนวน 8 ชั้น ดังรูปที่ 4(ก) และในแต่ละชั้นมีจำนวนช่องเก็บ

กุญแจได้ 6 ช่อง ดังรูปที่ 4(ข) สามารถเก็บกุญแจได้ทั้งหมด 48 ช่อง



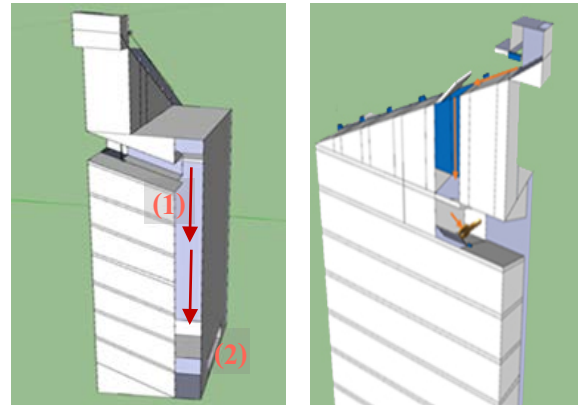
(ก) ตู้ใส่กุญแจ (ข) ช่องเก็บกุญแจในตู้ใส่กุญแจ
รูปที่ 4. แบบอุปกรณ์เครื่องจัดเก็บกุญแจ

จากรูปที่ 4(ข) ใช้เซอร์โวมอเตอร์จำนวน 2 ตัว ต่อ 1 ช่อง ดังนั้นเครื่องจัดเก็บกุญแจใช้จำนวนเซอร์โวมอเตอร์ทั้งหมด 96 ตัว ในการควบคุมการเปิดปิดทางเข้าและทางออกของกุญแจทั้งหมด โดยมีวงจรควบคุมการทำงานในการเปิดปิดทางเข้าและทางออกในแต่ละช่องที่เก็บกุญแจ ซึ่งควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ต่อร่วมกับโมดูล PCA 9685 ในการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ดังรูปที่ 5.



รูปที่ 5. การต่อวงจรควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์.

โดยการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวถูกควบคุมจากการอ่านป้ายระบุตัวตน RFID ซึ่งในตำแหน่งของมอเตอร์ด้านหน้า แสดงได้ดังรูปที่ 6 (ก) คือมอเตอร์ตัวที่ 1 ใช้สำหรับการส่งปล่อยกุญแจ และสำหรับมอเตอร์ตัวที่ 2 ใช้สำหรับเปิดรับกุญแจสู่ช่องเก็บกุญแจแสดงได้ดังรูปที่ 6 (ข) เพื่อเก็บกุญแจไว้ในช่องเก็บกุญแจที่ต้องการโดยการควบคุมมอเตอร์ได้พัฒนาโปรแกรมในการเปิดการทำงานและการปิดการทำงานผ่านการอ่านป้ายระบุตัวตน

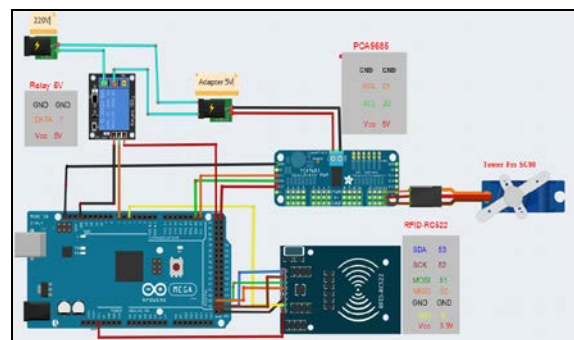


(ก) ตำแหน่งการปล่อยกุญแจ (ข) การไหลของกุญแจ
รูปที่ 6. ตำแหน่งในการติดตั้งมอเตอร์

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบที่นำเสนอเป็นระบบที่ทำงานร่วมกันหลายส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนของการควบคุมอุปกรณ์เครื่องจัดเก็บกุญแจ ส่วนของพัฒนาระบบด้วยโปรแกรมภาษาซี เพื่อควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูอินในการอ่านค่าเซนเซอร์ และส่วนควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์ RFID ในการอ่านและเขียนป้ายระบุตัวตน แสดงได้ดังรูปที่ 7.



รูปที่ 7. วงจรภายในของเครื่องจัดเก็บกุญแจ

ซึ่งในขั้นตอนการทำงานเมื่อมีการคืนกุญแจในช่องคืนกุญแจระบบทำการอ่านค่าจากป้ายระบุตัวตน ด้วยการอ่านค่าสัญญาณจาก RFID เพื่อตรวจสอบหมายเลขห้อง จากนั้นนำกุญแจมาจัดเก็บตามหมายเลขห้องที่อ่านจากป้ายระบุตัวตนได้ไปยังช่องเก็บกุญแจ แสดงได้ดังรูปที่ 8.



รูปที่ 8. อุปกรณ์เครื่องจัดเก็บกุญแจ

สำหรับส่วนของการบริหารจัดการเก็บกุญแจอัจฉริยะ ด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ ถูกพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้และการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย โปรแกรม Microsoft Visual Basic 2013 ร่วมกับเครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือยี่ห้อ HIP รุ่น URU 4000 และระบบฐานข้อมูล SQL Server 2008 โดยมีขั้นตอนในการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 9.



รูปที่ 9. ขั้นตอนการเบิกกุญแจไปใช้งาน

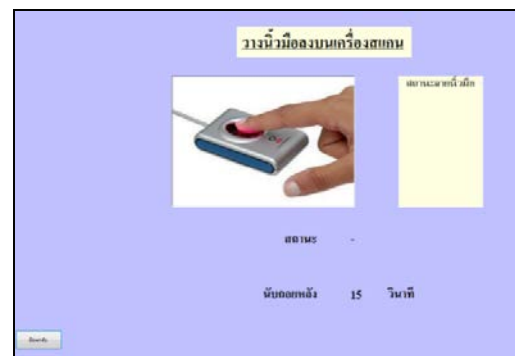
โดยระบบการบริหารจัดการเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนการทำงานได้แก่ ส่วนผู้ดูแลระบบ (Admin) และส่วนผู้ใช้งาน (User) โดยในส่วนผู้ดูแลระบบทำหน้าที่สร้างบัญชีผู้ใช้งานและดูแลจัดการห้องสำหรับบัญชีผู้ใช้งานเริ่มต้นครั้งแรกในการขอเบิกจ่ายกุญแจต้องผ่านการสร้างผู้ใช้งานขึ้นมาก่อน ซึ่งบัญชีผู้ใช้งานมีการจัดเก็บลายนิ้วและประวัติข้อมูลส่วนตัวเบื้องต้นลงฐานข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการติดตามผู้ใช้งานในกรณีไม่นำส่งกุญแจคืนสู่เก็บกุญแจ สำหรับส่วนการดูแลจัดการห้องนั้นผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนห้องสำหรับผู้ใช้งานได้ รวมถึงสามารถกำหนดรหัสหรือแก้ไขรหัสของป้ายระบุตัวตนที่ใช้งาน

คู่กับกุญแจห้องได้ และผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงหน้าต่างของโปรแกรมในส่วนผู้ดูแลระบบได้ โดยการป้อนรหัสก่อนการเข้าใช้งานเพื่อป้องกันบุคคลอื่นเข้ามาแก้ไขระบบการทำงาน โดยหน้าต่างหลักของโปรแกรมการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 10.

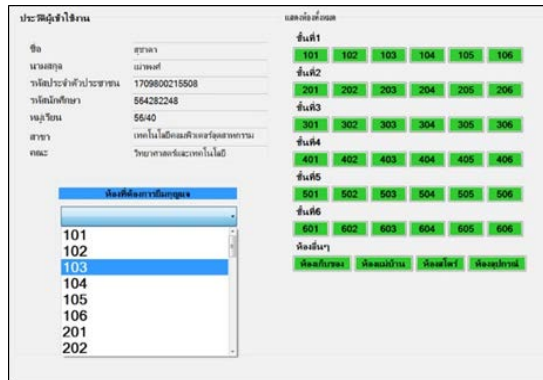


รูปที่ 10. หน้าต่างหลักของระบบการจัดเก็บและเบิกจ่ายกุญแจ

สำหรับในส่วนผู้ใช้งาน ต้องผ่านการสร้างบัญชีผู้ใช้งานก่อน โดยในขั้นตอนการสร้างบัญชีผู้ใช้งานนั้น ระบบต้องทำการเก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ใช้งาน เช่น ชื่อ นามสกุล เลขบัตรประชาชน รหัสนักศึกษา และข้อมูลลายนิ้วมือ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการเบิกจ่ายกุญแจ ในครั้งต่อไป สำหรับผู้ใช้งานที่ผ่านการสร้างบัญชีผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานสามารถสแกนลายนิ้วมือเพื่อทำการเบิกจ่ายกุญแจได้ทันที และผู้ใช้งานสามารถคืนกุญแจห้องเมื่อมีการใช้งานเสร็จแล้วที่ช่องคืนกุญแจได้ โดยในการเบิกจ่ายกุญแจใช้วิธีการตรวจสอบลายนิ้วมือ [9] ของผู้ใช้งานดังรูปที่ 11(ก) จากนั้นระบบแสดงหน้าต่างของผู้ใช้งานและทำการเลือกห้องที่ต้องการ เพื่อเบิกกุญแจ โดยข้อกำหนดให้ผู้ใช้งาน 1 คน สามารถเบิกกุญแจได้เพียงห้องเดียวเท่านั้น ไม่สามารถเบิกกุญแจห้องพร้อมกันได้มากกว่า 1 ห้อง หน้าต่างสำหรับผู้ใช้งานแสดงได้ดังรูปที่ 11(ข)



รูปที่ 11. (ก) ตรวจสอบลายนิ้วมือเพื่อใช้งาน



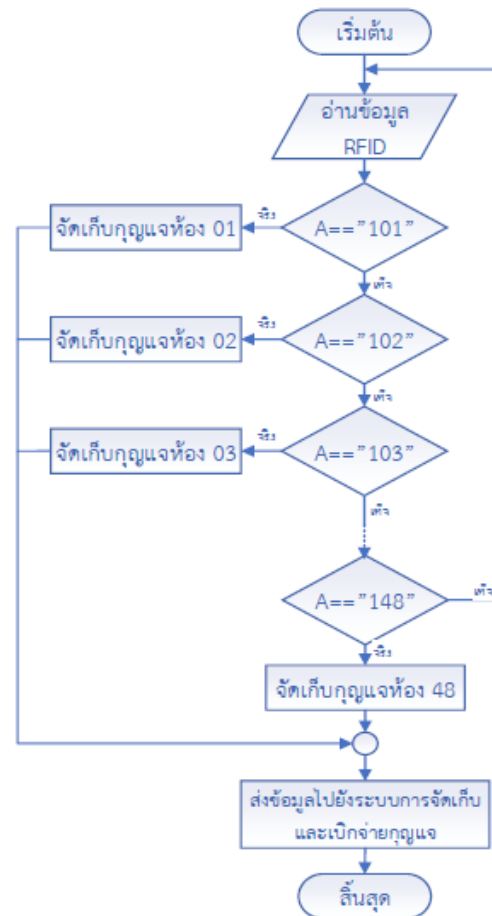
รูปที่ 11. (ข) เลือกห้องที่ต้องการใช้งาน

รูปที่ 11. หน้าต่างผู้ใช้งาน.

สำหรับวิธีในการคืนคูปองนั้น เริ่มต้นจากผู้ใช้งานใส่คูปองลงในกล่องรับคืนคูปอง จากนั้นระบบทำการอ่านข้อมูลในป้ายระบุตัวตนที่ติดไว้กับคูปอง เมื่อระบบอ่านหมายเลขห้องจากป้ายระบุตัวตนด้วยอุปกรณ์อ่านสัญญาณ RFID ได้ ขั้นตอนต่อมาไมโครคอนโทรลเลอร์อาคิโน จะทำการประมวลผลตามคำสั่งของโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ โดยส่งควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ให้หมุนสายพานทำให้กล่องรับคืนคูปองเปิดออก จากนั้นลูกคูปองจะเลื่อนผ่านช่องต่าง ๆ ไปยังตำแหน่งของช่องการเก็บคูปองที่อ่านได้ จากนั้นส่งควบคุมการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ให้หมุนเปิดช่องเก็บคูปองทำให้ลูกคูปองไหลตามแรงโน้มถ่วงเข้าไปยังกล่องเก็บคูปอง โดยเมื่อคูปองลงสู่กล่องเก็บคูปองเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลไปยังระบบการบริหารการจัดเก็บคูปองอัจฉริยะ ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม เพื่อปรับปรุงข้อมูลการเบิกจ่ายคูปองของระบบตามขั้นตอนวิธีแสดงได้ดังรูปที่ 12.

4. การทดลองและผลการทดลอง

สำหรับระบบการบริหารการจัดเก็บคูปองอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ นั้น ใช้สถานที่ภายในอาคารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เพื่อเก็บผลการทดลองการใช้งานระบบการจัดเก็บและเบิกจ่ายคูปองแบบอัตโนมัติ โดยติดตั้งไว้บนชั้น 5 หน้าห้องสโตร์ใกล้กับตำแหน่งของการเบิกจ่ายคูปองเดิม โดยมีเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องสโตร์จำนวน 1 คน และเปรียบเทียบผู้ใช้งานอยู่ในระบบจริงทั้งหมด 50 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ 1 นักศึกษาที่มีการเรียนอยู่ภายในตึกวิศวกรรมและเทคโนโลยีเป็นประจำทั้งหมด 28 คน, กลุ่มที่ 2 นักศึกษา



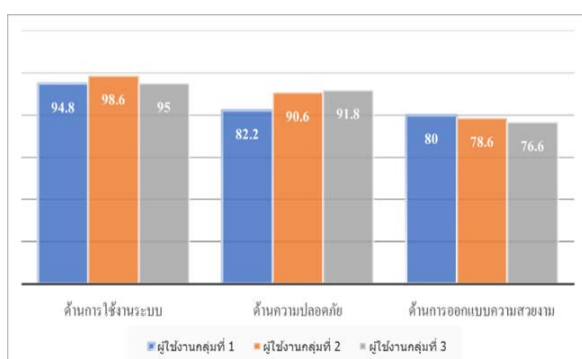
รูปที่ 12. ผังการทำงานส่วนการจัดเก็บคูปอง

นอกสาขาที่มีเรียนภายในตึกเป็นครั้งคราวทั้งหมด 16 คน และกลุ่มที่ 3 เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาห้องทั้งหมด 6 คน จากการวัดผลด้วยวิธีการประเมินค่าความพึงพอใจจากผู้ใช้งานแบ่งออกเป็น 3 ด้าน โดยแบ่งค่าน้ำหนักของแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านรูปแบบการใช้งานระบบมีค่าน้ำหนักอยู่ที่ร้อยละ 50, ด้านความปลอดภัยของระบบอยู่ที่ร้อยละ 30 และด้านการออกแบบความสวยงามของระบบอยู่ที่ร้อยละ 20 โดยหลักจากเก็บผลการประเมินของผู้ใช้งานระบบการบริหารการจัดเก็บคูปองอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ นั้นคะแนนของแต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย โดยพิจารณาจากสมการ (1)

$$mean\ x = (w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + \dots + w_nx_n)/n \quad (1)$$

เมื่อ w หมายถึง ค่าน้ำหนักคะแนนที่ให้
 x หมายถึง ค่าระดับคะแนนความคิดเห็น
 n หมายถึง จำนวนผู้ร่วมประเมิน

ผลที่ได้จากการนำค่าน้ำหนักในแต่ละข้อของแต่ละด้าน และนำผลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของแต่ละกลุ่ม ผู้ใช้งาน ผลคะแนนค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของ กลุ่มที่ 1 ให้ค่าความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ที่ร้อยละ 94.8 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก สำหรับด้านความปลอดภัยของระบบอยู่ที่ร้อยละ 82.2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดี เนื่องจากผู้ใช้งานระบบบางคนไม่มั่นใจในระบบให้ระบุเลขที่ของบัตรประชาชนลงไปในการสมัครสมาชิก และด้านการออกแบบความสวยงามของระบบอยู่ที่ร้อยละ 80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดี ซึ่งอธิบายได้ว่าสามารถทำงานแต่หน้าตาการทำงานควรมีการปรับปรุงให้สวยงามกว่าเดิม สำหรับผลคะแนนค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของ กลุ่มที่ 2 ให้ค่าความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ที่ร้อยละ 98.6 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก สำหรับด้านความปลอดภัยของระบบอยู่ที่ร้อยละ 90.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และด้านการออกแบบความสวยงามของระบบอยู่ที่ร้อยละ 78.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ พอใช้ ซึ่งผลคะแนนที่ได้เนื่องจาก ขอให้มีการปรับปรุงหน้าตาโปรแกรมเพิ่มเติม และผลคะแนนค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของ กลุ่มที่ 3 ให้ค่าความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ที่ร้อยละ 95 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ซึ่งสำหรับด้านความปลอดภัยของระบบอยู่ที่ร้อยละ 91.8 อยู่ในเกณฑ์ ดี ส่วนและด้านการออกแบบความสวยงามของระบบอยู่ที่ร้อยละ 76.6 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ พอใช้ ซึ่งผลคะแนนที่ได้เนื่องจาก หน้าตาการใช้งานดูเรียบ ๆ ขาดความสวยงามทำให้ขาดความน่าสนใจในส่วนของผู้ใช้งาน โดยสรุปคะแนนเฉลี่ยได้ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13. เปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ใช้งาน.

จากรูปที่ 13 อธิบายได้ถึงความพึงพอใจของระบบที่พัฒนานั้นสามารถใช้งานได้จริงตรงตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ แต่ขาดความสวยงามซึ่งผู้ใช้งานได้อธิบายถึงการออกแบบพัฒนาโปรแกรมที่ขาดความเป็นมิตรกับผู้ใช้ และ

ยังขาดการพัฒนาในด้านความปลอดภัยของข้อมูลโดยแนะนำการเข้ารหัสข้อมูลส่วนสำคัญสำหรับการใช้งานก่อนการเก็บข้อมูลจึงส่งผลให้ค่าการประเมินในด้านดังกล่าวน้อยกว่าด้านอื่น

สำหรับการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้สำหรับส่วนการจัดเก็บและส่วนการเบิกจ่ายบัญชี จำนวน 48 ดอก กับเจ้าหน้าที่ดูแลห้องสโตร์ โดยแบ่งการเปรียบเทียบเวลาออกเป็นเวลาที่ใช้ในการเบิกจ่ายบัญชี และเวลาที่ใช้ในการจัดเก็บบัญชี โดยทำการสุ่มเรียกบัญชีจำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละวันโดยทำการทดสอบเป็นเวลา 10 วัน จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยด้านเวลาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพในการทำงานดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. การเปรียบเทียบเวลาในการทำงานในส่วนการเบิกจ่ายบัญชี

ครั้งที่	ผลการทดลอง (ค่าเฉลี่ยของเวลา) (s)	
	เจ้าหน้าที่	เครื่องเบิกจ่ายบัญชี
1	16.40	12.27
2	16.81	13.12
3	15.70	12.14
4	15.92	12.77
5	14.80	13.54
6	16.22	12.14
7	16.80	12.12
8	15.88	12.25
9	16.67	12.57
10	16.67	12.14

หลังจากการทดสอบการทำงานในส่วนการเบิกจ่ายบัญชีแสดงให้เห็นถึงเวลาในการทำงานของระบบบริหารจัดการจัดเก็บบัญชีด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ ในส่วนการเบิกจ่ายบัญชีสามารถทำเวลาโดยเฉลี่ยดีกว่าเจ้าหน้าที่อยู่ที่ 3.681 วินาที จากนั้นทำการทดลองในส่วนการคืนบัญชีโดยนำบัญชีที่เบิกไปกลับมาคืนในตำแหน่งเดิมที่เก็บบัญชี สำหรับการทำงานของระบบบริหารจัดการจัดเก็บบัญชีด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ เป็นการรับบัญชีที่ต้องการคืนจากช่องคืนบัญชีจากนั้นประมวลผลและแยกการจัดเก็บตามเลขของบัญชีที่อ่านได้เก็บลงกล่องเก็บบัญชีที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลอง

จัดเก็บกุญแจจำนวน 10 ครั้ง เป็นเวลา 10 วัน ค่าที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยด้านเวลาและนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพในการทำงานดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. การเปรียบเทียบเวลาในการทำงานในส่วนการคืนกุญแจ

ครั้งที่ วิธีการเบิก กุญแจ	ผลการทดลอง (ค่าเฉลี่ยของเวลา) (s)	
	เจ้าหน้าที่	เครื่องเบิกจ่ายกุญแจ
1	10.7	9.44
2	11.32	9.52
3	11.74	9.60
4	11.90	9.43
5	10.97	9.55
6	11.95	9.62
7	11.24	9.84
8	12.60	9.24
9	11.87	9.25
10	11.77	9.68

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ ในส่วนของการคืนกุญแจนั้น สามารถใช้เวลาได้ดีกว่าเจ้าหน้าที่ ซึ่งเวลาเฉลี่ยของการจัดเก็บกุญแจโดยเจ้าหน้าที่ 11.606 วินาที และเวลาเฉลี่ยในการทำงานของอุปกรณ์ในการจัดเก็บกุญแจใช้เวลาเฉลี่ย 9.517 วินาที ซึ่งระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ นั้น ให้ผลการทดลองด้านเวลาที่ดีกว่าเจ้าหน้าที่อยู่ 2.089 วินาที

5. บทสรุป การอภิปราย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ได้ประดิษฐ์คิดค้นขึ้น โดยสามารถเก็บกุญแจและเบิกจ่ายกุญแจได้อย่างมีระบบ โดยนำเทคโนโลยี RFID และป้ายระบุตัวตนมาช่วยในการระบุกุญแจ และมีโปรแกรมระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะ โดยมีระบบสมาชิกของผู้ใช้งานที่ช่วยให้ทราบถึงบุคคลที่มาขอเบิกกุญแจไปใช้งาน โดยจากการทดลองระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วย

วิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ แสดงให้เห็นว่าใช้เวลาในการเบิกจ่ายกุญแจและจัดเก็บกุญแจน้อยกว่าการใช้งานเจ้าหน้าที่ดูแลห้องสโตร์โดยใช้เวลาได้ดีกว่า 3.681 วินาที ในการเบิกจ่ายกุญแจและ 2.089 วินาที สำหรับการจัดเก็บกุญแจตามลำดับ โดยมีค่าความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทั้งหมด โดยให้ในส่วนการใช้งานระบบที่ดีสุด โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ร้อยละ 96.133 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบบริหารการจัดเก็บกุญแจอัจฉริยะด้วยวิธีการบ่งชี้อัตโนมัติ นั้น สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1] A.Pavithra, M.Kalavathi, S.Keerthi, and SK.Sabirunnaisa, "Access Control Using RFID and Arduino," B.Tech. Project Report (Electronics and communication engineering), Jawaharlal Nehru Technological University, Hyderabad, 2013.
- [2] Praharshin M. Senadeera, and Numan S. Dogan, "Emerging Applications in RFID Technology," Inter. J. of Computer Science and Electronics Engineering (IJCSEE), vol. 4, no. 2, pp. 75-79, 2016.
- [3] H. F. Abdulsada, "Design and Implementation of Smart Attendance System Based On Raspberry pi," Journal of Babylon University, Engineering Sciences, vol. 25, no. 5, pp. 1610-1618, 2017.
- [4] สุนิรัตน์ อินตะมะ และวันดี มงคลกาย, "ไขความลับ...กับระบบจัดการกุญแจ," May, 2019. [Online]. Available: <https://www.excise.go.th/cs/groups/public/documents/document/mjaw/mdy2/~edisp/webportal16200066805.pdf>. [Accessed: May 20, 2019].
- [5] E. Michael, Y. Isah, Bako Hussaini, O.F. Hassan, and V.C. Ezika, "Arduino Based RFID Line Switching Using SSR," Int. J. of Scientific and Technology Research, vol. 6, no. 10, pp.98-100, 2017.
- [6] EZ. Orji, CV. Oleka, UI. Nduanya, "Automatic Access Control System using Arduino and RFID," Journal of Scientific and Engineering Research, vol. 5, no. 4, pp. 333-340, 2018.
- [7] พิทยัฒม ชูรอด, เนาวลักษณ์ แสงสนิท, และสุพิริยา ผลนาค, "การพัฒนาระบบยืมหนังสือด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง," วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 16, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม-ธันวาคม, หน้า 1-8, 2556.

- [8] อาจารย์ นาโค, “การประยุกต์เครื่องอ่านลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน,” วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 ฉบับพิเศษ, หน้า 11-20, 2556.
- [9] K. S. Myint, C.M.M. Nyein, “*Fingerprint Based Attendance System Using Arduino*,” Int. J. of Scientific and Research Publications, vol. 8, no. 8, July, pp. 422-426, 2018.