

การพัฒนาตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อใช้ในการยืนยันตัวตนการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารเรียน

ศุภสัณห์ ชัยอนันตกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: suppasan.benz@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อนำมาใช้ในการยืนยันตัวตนในการเข้าใช้งานห้องเรียน (รวมไปถึงห้องปฏิบัติการอื่นๆ ทั้งหมด) ภายในอาคารเรียนรวมศรีวิชัยวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เพื่อวัดประสิทธิผล และประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งตู้ระบบนี้ เพื่อให้บริการ เบิก - คืน ลูกกุญแจห้องเรียนภายในอาคาร จำนวน 1 ตู้ (ครอบคลุมการให้บริการห้องเรียน ทั้งหมด 22 ห้อง) และทำการเก็บบันทึกผลการทดลองเป็นสถิติความสำเร็จและความล้มเหลวที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 4 ภาคการศึกษา (ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1/2566 ไปจนถึง ภาคการศึกษาที่ 2/2567) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิผล และประสิทธิภาพที่เปลี่ยนแปลงไปจากการให้บริการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือมีประสิทธิผลในการใช้งาน คือ ช่วยให้ อาจารย์ผู้สอนสามารถเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารได้เองตลอดเวลา (บริการตัวเอง) โดยไม่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการให้บริการ และช่วย แก้ไขปัญหาอาจารย์ผู้สอนไม่สามารถเข้าใช้งานห้องเรียนในวันหรือเวลาที่ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่คอยให้บริการ เบิก - คืน ลูกกุญแจ ได้ และ 2) ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน คือ ที่ระยะเวลาในการติดตั้งเริ่มต้นรวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ระบบสามารถประหยัดเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 82 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา และที่งบประมาณในการลงทุน 4,188 บาท และงบประมาณในการดำเนินการ 64.5 บาท/ภาคการศึกษา ระบบสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับคณะฯ ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 9,600 บาท/ภาคการศึกษา

คำสำคัญ: การควบคุมการเข้าถึง; การบริหารจัดการห้องเรียน; การยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือ; ข้อมูลชีวมิติ; ลูกกุญแจภายในอาคาร

Development of a Fingerprint-Based Key Cabinet System for Identity Verification in Classroom Access Control within Educational Buildings

Suppasan Chaianantakul

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000, Thailand

Corresponding author's e-mail: suppasan.benz@gmail.com

Abstract

This research article aims to develop a fingerprint-based key cabinet system for identity verification in accessing classrooms including all other laboratories within the Sriwisawawitthaya Building, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya. The purpose is to evaluate the effectiveness and efficiency of the system in practical use. The researcher installed one fingerprint key cabinet to manage the check-out and return of classroom keys, covering a total of 22 classrooms within the building. Data were collected over four academic semesters (from Semester 1/2023 to Semester 2/2024), including records of successful and failed operations. The data were then analyzed to determine changes in effectiveness and efficiency resulting from the system's implementation. The results showed that: (1) The fingerprint-based key cabinet system improved effectiveness by allowing instructors to independently access classrooms at any time (self-service), eliminating the need for staff assistance and solving the problem of instructors being unable to access rooms during periods when staff were unavailable. (2) The system also enhanced operational efficiency: With a total initial setup time of 16 hours, the system saved an average of 82 staff working hours per semester. With an initial investment of 4,188 baht and an operating cost of 64.5 baht per semester, the system helped reduce faculty expenditures by an average of 9,600 baht per semester.

Keywords: Access control; Biometric data; Classroom management; Fingerprint-based identity verification; Indoor key management

บทนำ

การศึกษาเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติ ซึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย มีพันธกิจในการ “มุ่งผลิตวิศวกรนักปฏิบัติมืออาชีพที่สร้างสรรค์สังคม” มีวิสัยทัศน์ในการ “ผลิตวิศวกรนักปฏิบัติชั้นนำสร้างนวัตกรรมที่เป็นเลิศในภูมิภาค” และพันธกิจในการ “ผลิตวิศวกรฐานความเป็นผู้ประกอบการที่มีสมรรถนะสูงให้เป็นกำลังหลักในการขับเคลื่อนประเทศ” และเพื่อที่จะบรรลุพันธกิจ วิสัยทัศน์ และพันธกิจ ดังกล่าว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จึงมุ่งเน้นในการลงทุนและพัฒนาห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวกทางการเรียนการสอนให้มีคุณภาพและความทันสมัยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ อาคารเรียนรวมศรีวิชัยวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ซึ่งเป็นอาคารเรียนส่วนกลางของคณะฯ ที่เพียงพร้อมไปด้วยอุปกรณ์ทางการเรียนการสอน อุปกรณ์ทางการวิจัย และอุปกรณ์ทางการทดลอง ที่มีคุณภาพและมีความทันสมัย โดยปัจจุบันอาคาร ประกอบไปด้วยห้องบรรยาย ห้องปฏิบัติการวิจัย ห้องปฏิบัติการทดลอง ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ รวมด้วยกันทั้งสิ้น 22 ห้อง

จากความพร้อมของห้องเรียนที่ได้กล่าวไปข้างต้น ทำให้มีอาจารย์ผู้สอนเข้ามาใช้งาน อาคารเรียนรวมศรีวิชัยวิทยา เพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านวิชาการต่างๆ กันเป็นจำนวนมาก เช่น การเรียนการสอน การจัดสอบ การทำการทดลอง การทำการวิจัย และการดำเนินกิจกรรมหรือโครงการต่างๆ ทางวิชาการ เป็นต้น ความต้องการใช้งานห้องเรียนภายในอาคารที่เพิ่มมากขึ้นนี้ ทำให้คณะฯ ต้องเผชิญกับปัญหา และการสูญเสียทรัพยากรทั้งในแง่ของเวลาและงบประมาณเป็นจำนวนมากในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร กล่าวคือ 1) เจ้าหน้าที่ที่ต้องสูญเสียเวลาในการทำงานในแต่ละวันไปกับการปฏิบัติหน้าที่ให้บริการ เบิก - คืน ลูกกุญแจห้องเรียนภายในอาคารให้กับอาจารย์ผู้สอน ในวันจันทร์ - ศุกร์ ซึ่งใช้เวลาอยู่ที่ประมาณ 1 ชั่วโมง/วัน 2) คณะฯ จะต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายไปกับค่าทำงานนอกเวลาที่จะต้องจ่ายให้กับเจ้าหน้าที่ที่มาปฏิบัติหน้าที่ให้บริการ เบิก - คืน ลูกกุญแจห้องเรียนภายในอาคารให้กับอาจารย์ผู้สอน ในวันหยุดเสาร์ - อาทิตย์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ประมาณ 9,600 บาท/ภาคการศึกษา 3) คณะฯ ต้องเผชิญกับปัญหาเกี่ยวกับการที่อาจารย์ผู้สอนไม่สามารถเข้าใช้งานห้องเรียนในวันหรือเวลาที่ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่คอยให้บริการ เบิก - คืน ลูกกุญแจ ได้ เช่น ในช่วงเวลาหลังเลิกงาน 16:30 น. เป็นต้นไป ในวันหรือเวลาที่เจ้าหน้าที่ติดภารกิจออกไปปฏิบัติราชการที่อื่น และ ในวันหรือเวลาที่เจ้าหน้าที่ลาป่วยหรือลาพักไม่สามารถมาปฏิบัติราชการได้ เป็นต้น

จากปัญหา และการสูญเสียเวลาและงบประมาณดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจในหลักการของการระบุตัวตนด้วยลายนิ้วมือ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีความน่าเชื่อถือสูงและถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในระบบรักษาความปลอดภัย เนื่องจากลายนิ้วมือของแต่ละบุคคลมีความเฉพาะเจาะจงและไม่ซ้ำกัน แม้แต่กับในฝาแฝด (Shalin et al., 2015) และงานวิจัยของชูรอด และคณะ (2556) ซึ่งได้นำวิธีการยืนยันตัวตนด้วยการสแกนลายนิ้วมือไปประยุกต์ใช้จริงกับงานให้บริการห้องสมุด ก็ได้ผลการวิจัยระบุว่าสามารถช่วยป้องกันปัญหาการปลอมแปลงเป็นผู้อื่นเพื่อเข้าถึงข้อมูลหรือเข้าถึงบริการได้ อีกทั้งช่วยป้องกันปัญหาการลืมบัตรประจำตัว หรือลืมรหัสผ่านได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ ขึ้น เพื่อเป็นการหาคำตอบว่า ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ นี้ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยลดการสูญเสียเวลาและสูญเสียค่าใช้จ่ายในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารเรียนรวมศรีวิชัยวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้หรือไม่ และมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร
- 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร

ระเบียบวิธีวิจัย

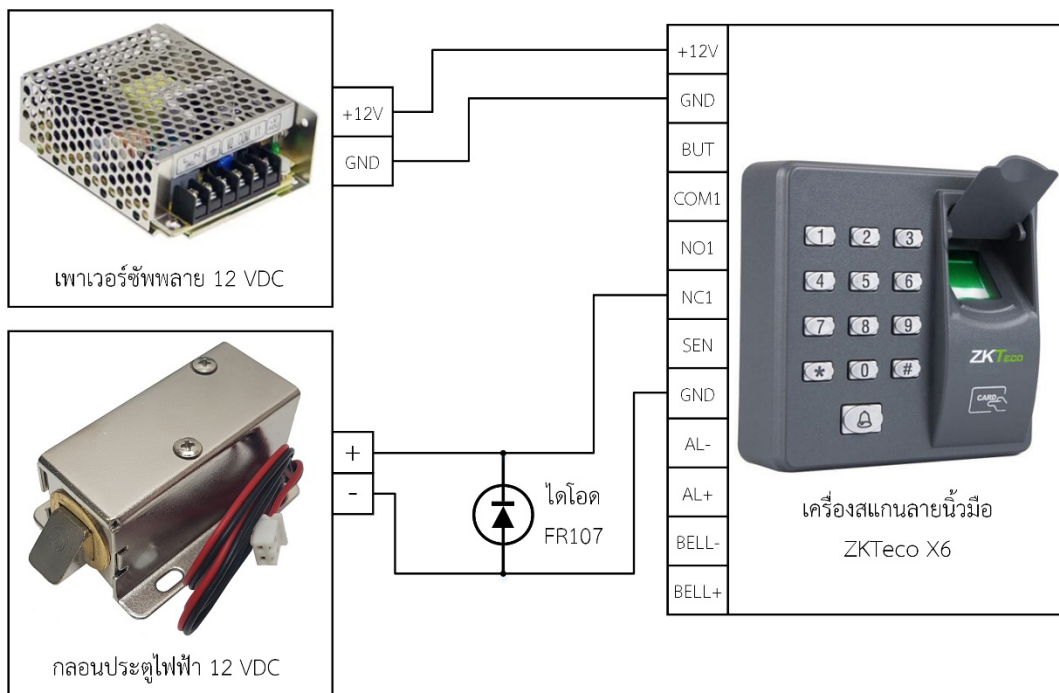
- 1) ออกแบบและพัฒนาตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ โดยมีส่วนประกอบและหลักการทำงานดังต่อไปนี้
 - 1.1) เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6 ซึ่งมีฟังก์ชันในการใช้งาน 2 รูปแบบ คือ (1) การใช้งานแบบสแกนลายนิ้วมือที่สามารถบันทึกลายนิ้วมือผู้ใช้งานได้สูงสุด 500 คน และ (2) การใช้งานแบบใส่รหัสผ่าน โดยตัวเครื่องจะใช้ไฟเลี้ยงขนาด 12 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 0.5 แอมแปร์ มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ตรวจสอบ “ลายนิ้วมือ” หรือ “รหัสผ่าน” ที่ได้รับเข้ามา หาก “ลายนิ้วมือ” หรือ “รหัสผ่าน” ถูกต้อง จะให้อาตพุดขนาด 12 โวลต์ เพื่อนำไปใช้งาน (ZKTeco, n.d.)

1.2) กลอนไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ แบบปกติล็อก (NC Lock) มีลักษณะ คือ เมื่อกลอนอยู่ในสถานะที่ไม่ได้รับสัญญาณทางไฟฟ้า (0 โวลต์) สลักของกลอนจะยื่นออกมาเพื่อนำไปใช้ล็อกประตู หรือ ล็อกตู้ แต่เมื่อกลอนอยู่ในสถานะที่ได้รับสัญญาณทางไฟฟ้า (12 โวลต์) เข้ามา สลักของกลอนจะหุบเข้าไป เป็นการปลดล็อกเพื่อเปิดประตู หรือ เปิดตู้ โดยตัวกลอนไฟฟ้าจะใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ขนาด 12 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 0.8 แอมแปร์

1.3) เพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ ซึ่งผู้วิจัยได้คำนวณโหลดของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12 โวลต์ และใช้กระแสไฟฟ้า ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{กระแสไฟฟ้าทั้งหมด} &= \text{กระแสไฟฟ้าที่เครื่องสแกนลายนิ้วมือใช้} + \text{กระแสไฟฟ้าที่กลอนประตูไฟฟ้าใช้} \\
 &= 0.5 \text{ แอมแปร์} + 0.8 \text{ แอมแปร์} \\
 &= 1.3 \text{ แอมแปร์}
 \end{aligned}$$

เพาเวอร์ซัพพลายขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ จึงเพียงพอต่อการใช้งาน โดยสามารถแสดงผังเชื่อมต่อการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 อุปกรณ์ ได้ดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ

1.4) ตู้แร็คแบบกระจกใสขนาด 19 นิ้ว ยี่ห้อ GERMAN WALL RACK รุ่น G1-60406 ใช้สำหรับเป็นตัวเรือนของตู้

1.5) สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 พร้อมหัวปลั๊กไฟ สำหรับต่อไฟฟ้า 220 โวลต์ ไปยังเพาเวอร์ซัพพลาย

1.6) ตะขอแขวนตัวแอล ขนาด 1 ¼ นิ้ว สำหรับแขวนลูกกุญแจ จำนวน 22 ตัว เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันจนแล้วเสร็จ จะได้ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ ดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือแล้วเสร็จ (ด้านหน้า)



ภาพที่ 3 ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือแล้วเสร็จ (ด้านหลัง)

รวมค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนสร้างตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ

ที่	อุปกรณ์	ราคา
1	เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6	800 บาท
2	กลอนไฟฟ้า ขนาด 12 โวลต์ แบบปกติล็อก (NC Lock)	150 บาท
3	เพาเวอร์ซัพพลาย ขนาด 12 โวลต์ 5 แอมแปร์	180 บาท
4	ตู้แร็คแบบกระจกใสขนาด 19 นิ้ว ยี่ห้อ GERMAN WALL RACK รุ่น G1-60406	2,800 บาท
5	สายไฟชนิด VCT ขนาด 2x1.5 พร้อมหัวปลั๊กไฟ	170 บาท
6	ตะขอแขวนตัวแอล ขนาด 1 ¼ นิ้ว สำหรับแขวนลูกกุญแจ จำนวน 22 ตัว	88 บาท
รวม		4,188 บาท

คำนวณค่าไฟฟ้าต่อวันในการดำเนินการ เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6 ใช้แรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 0.5 แอมแปร์ เท่ากับใช้กำลังไฟฟ้าอยู่ที่ 6 วัตต์ หรือ 0.006 กิโลวัตต์ จึงมีค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายต่อวันอยู่ที่

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าไฟฟ้า (บาท)} &= \text{กำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \\
 &= 0.006 \text{ กิโลวัตต์} \times 24 \text{ ชั่วโมง} \times 4 \text{ บาทต่อหน่วย} \\
 &= 0.576 \text{ บาท/วัน}
 \end{aligned}$$

2) ติดตั้งและให้บริการตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ โดยนำผู้ไปติดตั้งและให้บริการใช้งาน ณ อาคารศรีวิศวิทยาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 1 ตู้ ดังภาพที่ 4 และ 5



ภาพที่ 4 ภาพการติดตั้งตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ



ภาพที่ 5 ภาพการให้บริการตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ

ซึ่งภายในตู้ได้เก็บลูกกุญแจห้องเรียนทั้งหมดภายในอาคาร จำนวน 22 ห้อง เอาไว้ และผู้วิจัยได้ดำเนินการลงทะเบียนลายนิ้วมือให้กับอาจารย์ผู้สอนที่เข้ามาใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร ทุกคน รวมจำนวนทั้งสิ้น 73 คน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น 16 ชั่วโมง (ประมาณ 2 วัน) โดยที่แต่ละคนจะได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือ คนละ 2 ลายนิ้วมือ คือ “นิ้วโป้ง” และ “นิ้วชี้” เนื่องจากการลงทะเบียนลายนิ้วมือนั้นหลายลายนิ้วมือในลักษณะนี้ เป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มโอกาสในการสแกนลายนิ้วมือให้กับผู้ใช้งานในกรณีที่ลายนิ้วมือใดลายนิ้วมือหนึ่งไม่สามารถใช้งานได้ เช่น ลายนิ้วมือมีรอยขีดข่วน ลายนิ้วมือถลอก ลายนิ้วมือมีบาดแผล ลายนิ้วมือแห้งหรือลายนิ้วมือเปียกชื้น เป็นต้น ลายนิ้วมือสำรองจะช่วยให้การยืนยันตัวตนยังคงดำเนินไปได้อย่างราบรื่น (Summerson, 2018)

3) เพิ่มแผนสำรองในการลงทะเบียนลายนิ้วมือที่ 3 (และอาจจะลายนิ้วมือที่ 4 และ 5 ตามลำดับ) ให้กับอาจารย์ผู้สอนที่ประสบปัญหาในการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ (สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ) ซึ่งการลงทะเบียนลายนิ้วมือเพิ่มให้กับผู้ใช้งานนี้จะช่วยลดความล้มเหลวในการสแกนลายนิ้วมืองดงามได้ในครั้งถัดๆ ไป

4) เพิ่มแผนสำรองในการใช้รหัสลับในการเปิดตู้ โดยผู้วิจัยได้ทำการตั้งรหัสลับซึ่งเป็นรหัสผ่านสำหรับเปิดตู้เอาไว้ และได้ติดเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยเอาไว้ที่ตู้เพื่อที่ว่าในกรณีฉุกเฉิน ที่อาจารย์ผู้สอนไม่สามารถสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ได้ และตรงกับวันหรือเวลาที่เจ้าหน้าที่ไม่อยู่ที่จุดให้บริการเพื่อแก้ไขปัญหา อาจารย์ผู้สอนสามารถโทรศัพท์มาขอรหัสลับกับผู้วิจัยและทำการเปิดตู้โดยใช้รหัสลับได้ และหลังจากที่รหัสลับถูกใช้งานไปแล้ว ผู้วิจัยก็จะทำการเปลี่ยนรหัสลับเพื่อความปลอดภัย

5) ตั้งกฎระเบียบในการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ เพื่อช่วยลดความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นจากผู้ใช้งาน อันอาจจะเกิดจากการให้บริการเกิดความขัดข้อง ผู้วิจัยจึงได้ตั้งกฎในการใช้งานติดเอาไว้ที่ตู้ จำนวน 2 ข้อ คือ 5.1) ผู้ใช้งานต้องนำลูกกุญแจมาเก็บไว้ที่ตู้ในตำแหน่งเดิมทุกครั้งหลังใช้งาน หากไม่นำลูกกุญแจมาคืนหลังใช้งานอันเป็นเหตุให้อาจารย์ผู้สอนท่านอื่นไม่สามารถเข้าใช้งานห้องเรียนได้ตรงเวลาจะต้องถูกปรับเป็นเงิน 50 บาท และ 5.2) หากทำลูกกุญแจสูญหายอันเป็นเหตุให้เจ้าหน้าที่ต้องเปลี่ยนแม่กุญแจใหม่เพื่อความปลอดภัยของอาคารจะต้องถูกปรับเป็นเงิน 200 บาท

6) การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้เก็บบันทึกจำนวนครั้งที่มียาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ (ล้มเหลวในการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้กุญแจเพื่อเข้าห้องเรียนด้วยตัวเอง) โดยทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ ภาคการศึกษาที่ 1/2566 ไปจนถึง ภาคการศึกษาที่ 2/2567 จากนั้นนำข้อมูลตัวเลขทั้งหมดที่ได้ของทุกภาคการศึกษา มาเฉลี่ยเพื่อให้เป็นภาคการศึกษาเดียว ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนครั้งที่มียาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ

ภาคการศึกษา	จำนวนครั้งที่มียาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ
1/2566	1 ครั้ง/ภาคการศึกษา
2/2566	0 ครั้ง/ภาคการศึกษา
1/2567	0 ครั้ง/ภาคการศึกษา
2/2567	0 ครั้ง/ภาคการศึกษา
เฉลี่ยต่อภาคการศึกษา	0.25 ครั้ง/ภาคการศึกษา

7) เก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานห้องเรียนภายในอาคารเรียนรวมศรีวิศวิทยา ซึ่งอาคารฯ จะมีห้องเรียนให้บริการรวมอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น 22 ห้อง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตารางการใช้ห้องเรียน ของทั้ง 22 ห้อง ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1/2566 ไปจนถึงภาคการศึกษาที่ 2/2567 ซึ่งจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับ

- จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารต่อสัปดาห์ ในวันจันทร์ - ศุกร์ ในแต่ละภาคการศึกษา
- จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารต่อสัปดาห์ ในวันเสาร์ - อาทิตย์ ในแต่ละภาคการศึกษา

- จำนวนสัปดาห์ที่มีการใช้งานห้องเรียน ในวันเสาร์ - อาทิตย์ ต่อภาคการศึกษา

ดังภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างตารางการใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 66804 ของภาคการศึกษาที่ 1/2567 และเป็นตัวอย่างวิธีการเก็บข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะทำการนับข้อมูลดังกล่าวของห้องเรียนทั้งหมด 22 ห้อง ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1/2566 ไปจนถึงภาคการศึกษาที่ 2/2567 จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาบันทึก และคำนวณลงในตาราง ดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางการใช้ห้องเรียน 66804 ชั้น 8 อาคาร 66 อาคารศรีวิชัยวิทยา ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567													
คาบที่ วันเวลา	1 08.00-09.00	2 09.00-10.00	3 10.05-11.05	4 11.05-12.05	5 12.05-13.05	6 13.05-14.05	7 14.05-15.05	8 15.10-16.10	9 16.10-17.10	10 17.10-18.10	11 18.10-19.10	12 19.10-20.10	13 20.10-21.10
จันทร์	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ อ.วิภา สิริคุณ	1	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.วิภา สิริคุณ				04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ อ.วิภา สิริคุณ		2	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.วิภา สิริคุณ			
อังคาร	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.อดิชา ทองมั่ง กำเนิดศรี	3	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.อังสุลาพร - ศส.อดิชา ทองมั่ง กำเนิดศรี			04231203 ปฏิบัติการวางไฟฟ้า กลุ่ม: 4 ศส.สัญญา มงกุฎ อ.พรชัช แก้วอ่อน							
พุธ	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.อดิชา ทองมั่ง กำเนิดศรี	5	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.วิภา สิริคุณ ศส.อดิชา ทองมั่ง กำเนิดศรี										
พฤหัสบดี	0434130866 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.จตุร ใจสว่าง	6	0434130866 เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.อังสุลาพร - ศส.จตุร ใจสว่าง			04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.จุไรดี สนิ		7	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ ศส.จุไรดี สนิ อ.อังสุลาพร -				
ศุกร์	0431120465 การฝึกปฏิบัติใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเขียน แบบและออกแบบ กลุ่ม: 8 ศส.จตุร ใจสว่าง ศส.จุไรดี สนิ					0441630365 คอมพิวเตอร์ช่วยการ ออกแบบทาง วิศวกรรมเครื่องกล กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.ธีระวัฒน์ เพชรดี	0441630365 คอมพิวเตอร์ช่วยการ ออกแบบทาง วิศวกรรมเครื่องกล กลุ่ม: คาบทยุติ ศส.สิทธิร บุญญาบุตร ศส.ธีระวัฒน์ เพชรดี		9	0441630365 คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบทางวิศวกรรม เครื่องกล กลุ่ม: คาบปฏิบัติ ศส.สิทธิร บุญญาบุตร ศส.ธีระวัฒน์ เพชรดี			
เสาร์	04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบทยุติ อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์	1	04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์ อ.กิตติศักดิ์ วัฒนกุล			04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบทยุติ อ.ทวีศักดิ์ ทองขวัญ			2	04000101 เชื่อมแบบวิศวกรรม กลุ่ม: คาบปฏิบัติ ดร.วิศยุตต์ศักดิ์ ทับดี อ.ทวีศักดิ์ ทองขวัญ			
อาทิตย์	04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบทยุติ อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์	3	04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบปฏิบัติ อ.อังสุลาพร ญนปกรณ์ อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์			04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบทยุติ อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์			4	04000104 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กลุ่ม: คาบปฏิบัติ ศส.สุวิมล มาศศักดิ์สกุล อ.ชนมภัทร ฐนปกรณ์			

มีการใช้งาน 9 ครั้ง/สัปดาห์
ในวันจันทร์ - ศุกร์

มีการใช้งานในวันเสาร์

มีการใช้งานในวันอาทิตย์

มีการใช้งาน 4 ครั้ง/สัปดาห์
ในวันเสาร์ - อาทิตย์

ภาพที่ 6 ตัวอย่างวิธีการเก็บข้อมูลการใช้งานห้องเรียนแต่ละห้อง

ตารางที่ 3 จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารเฉลี่ยต่อสัปดาห์ ต่อวัน และต่อภาคการศึกษา

ภาคการศึกษา		จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนใช้งาน ห้องเรียนในวันจันทร์-ศุกร์	จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนใช้งาน ห้องเรียนในวันเสาร์ - อาทิตย์
1/2566	ต่อสัปดาห์	140 ครั้ง/สัปดาห์ (จ-ศ)	25 ครั้ง/สัปดาห์ (ส-อา)
2/2566	ต่อสัปดาห์	160 ครั้ง/สัปดาห์ (จ-ศ)	17 ครั้ง/สัปดาห์ (ส-อา)
1/2567	ต่อสัปดาห์	149 ครั้ง/สัปดาห์ (จ-ศ)	24 ครั้ง/สัปดาห์ (ส-อา)
2/2567	ต่อสัปดาห์	166 ครั้ง/สัปดาห์ (จ-ศ)ห	19 ครั้ง/สัปดาห์ (ส-อา)
เฉลี่ยต่อสัปดาห์		153.75 ครั้ง/สัปดาห์ (จ-ศ)	21.25 ครั้ง/สัปดาห์ (ส-อา)
เฉลี่ยต่อวัน		30.75 ครั้ง/วัน (จ-ศ)	10.62 ครั้ง/วัน (ส-อา)
เฉลี่ยต่อภาคการศึกษา (16 สัปดาห์)		2,460 ครั้ง/ภาคการศึกษา (จ-ศ)	340 ครั้ง/ภาคการศึกษา (ส-อา)

ตารางที่ 4 จำนวนสัปดาห์ที่มีการใช้งานห้องเรียน ในวันเสาร์ - อาทิตย์ ต่อภาคการศึกษา

วันเสาร์	วันอาทิตย์
16 สัปดาห์ / ภาคการศึกษา (มีการใช้งานในวันเสาร์ ทุกสัปดาห์)	16 สัปดาห์ / ภาคการศึกษา (มีการใช้งานในวันอาทิตย์ ทุกสัปดาห์)

ผลการวิจัย

1) คำนวณผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินประสิทธิผลที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกัญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร จากข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 2 จำนวนครั้งที่มามีอาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จเฉลี่ยต่อภาคการศึกษา เท่ากับ 0.25 ครั้ง/ภาคการศึกษา และ ข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 3 จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเข้าใช้งานห้องเรียนเฉลี่ยต่อภาคการศึกษา เท่ากับ 2,800 ครั้ง/ภาคการศึกษา เมื่อนำตัวเลขทั้งสองมาเปรียบเทียบกันแล้ว จะได้เปอร์เซ็นต์ของจำนวนครั้งที่มามีอาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ เท่ากับ 0.009 % ต่อ ภาคการศึกษา

2) คำนวณผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องในการประเมินประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกัญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร

- คำนวณปริมาณเวลาที่เจ้าหน้าที่จะต้องสูญเสียในการทำงานในแต่ละวันไปกับการปฏิบัติหน้าที่ให้บริการ เบิก - คืน ลูกกัญแจห้องเรียนภายในอาคารให้กับอาจารย์ผู้สอน ในวันจันทร์ - ศุกร์ จากตารางที่ 3 จำนวนครั้งที่อาจารย์ผู้สอนจะต้องเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารเฉลี่ยต่อวัน ในวันจันทร์ - ศุกร์ อยู่ที่ 30.75 ครั้ง/วัน คูณด้วยเวลาที่ใช้ในการให้บริการ เบิก - คืน ลูกกัญแจ (เบิก 1 นาที + คืน 1 นาที = 2 นาที) จะได้

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการทำงานของเจ้าหน้าที่} &= 30.75 \text{ ครั้ง/วัน} \times 2 \text{ นาที} \\ &= 61.5 \text{ นาที/วัน} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} = 4,920 \text{ นาที/ภาคการศึกษา (61.5 นาที/วัน} \times 5 \text{ วัน} \times 16 \text{ สัปดาห์)}$$

- คำนวณค่าใช้จ่ายที่คณะฯ จะต้องสูญเสียไปกับค่าทำงานนอกเวลาที่จะต้องจ่ายให้กับเจ้าหน้าที่ที่มาปฏิบัติหน้าที่ให้บริการ เบิก - คืน ลูกกัญแจห้องเรียนภายในอาคารให้กับอาจารย์ผู้สอน ในวันหยุดเสาร์ - อาทิตย์ จากตารางที่ 4 จำนวนสัปดาห์ที่มีการใช้งานห้องเรียน ในวันเสาร์ อยู่ที่ 16 สัปดาห์/ภาคการศึกษา และ วันอาทิตย์ อยู่ที่ 16 สัปดาห์/ภาคการศึกษา คูณด้วยค่าทำงานนอกเวลาในวันหยุด 300 บาท/วัน จะได้

$$\begin{aligned} \text{ค่าทำงานนอกเวลาที่คณะฯ ต้องจ่าย} &= (16 \text{ สัปดาห์} + 16 \text{ สัปดาห์}) \times 300 \text{ บาท} \\ &= 9,600 \text{ บาท/ภาคการศึกษา} \end{aligned}$$

- คำนวณค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินการต่อ 1 ภาคการศึกษา จากระเบียบวิธีวิจัย ข้อที่ 1 ค่าไฟฟ้าของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6 อยู่ที่ 0.576 บาท/วัน คูณด้วย 16 สัปดาห์ (1 ภาคการศึกษา) คูณด้วย 7 วัน/สัปดาห์ จะได้

$$\begin{aligned} \text{ค่าไฟฟ้าในการดำเนินการ} &= 0.576 \text{ บาท/วัน} \times 16 \text{ สัปดาห์} \times 7 \text{ วัน/สัปดาห์} \\ &= 64.5 \text{ บาท/ภาคการศึกษา} \end{aligned}$$

สรุปผลการวิจัย

1) ประเมินประสิทธิผลที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกัญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร จากผลการวิจัยข้อที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ของจำนวนครั้งที่มามีอาจารย์ผู้สอนที่ได้รับการลงทะเบียนลายนิ้วมือแล้วแต่สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ (ล้มเหลวในการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้กัญแจเพื่อเข้าห้องเรียนด้วยตัวเอง) เพียงแค่ 0.009% ต่อ ภาคการศึกษา ซึ่งเป็นจำนวนที่น้อยมากจนไม่มีนัยยะสำคัญ อีกทั้งตู้เก็บลูกกัญแจระบบสแกนลายนิ้วมือในงานวิจัยชิ้นนี้ ยังมีแผนสำรองเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาในกรณีเกิดความล้มเหลวในการใช้งานอีก 2 ข้อ คือ (1) การเพิ่มลายนิ้วมือ ที่ 3 (และ อาจจะลายนิ้วมือที่ 4 และ 5 ตามลำดับ) ให้กับผู้ใช้งานที่มีปัญหาในการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ (สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ) และ (2) การใช้โทรศัพท์เพื่อโทรขอรหัสลับในการเปิดตู้กับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลโดยตรง ในกรณีที่ผู้ใช้งานประสบปัญหาในการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ (สแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดตู้ไม่สำเร็จ) ในวันหรือเวลาที่ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่คอยให้บริการ จึงสรุปได้ว่า ตู้เก็บลูกกัญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ มีประสิทธิผล ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร โดยมีรายละเอียดของประสิทธิผลที่ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ

ประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ	
✓	ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนสามารถเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคารได้เองตลอดเวลา (บริการตัวเอง) โดยไม่ต้องใช้เจ้าหน้าที่ในการให้บริการ
✓	ช่วยแก้ไขปัญหาอาจารย์ผู้สอนไม่สามารถเข้าใช้งานห้องเรียนในวันหรือเวลาที่ไม่มีเจ้าหน้าที่อยู่คอยให้บริการ เบิก - คิน ลูกกุญแจ ได้ เช่น ในช่วงเวลาหลังเลิกงาน 16:30 น. เป็นต้นไป ในวันหรือเวลาที่เจ้าหน้าที่ติดภารกิจออกไปปฏิบัติราชการที่อื่น และ ในวันหรือเวลาที่เจ้าหน้าที่ลาป่วยหรือลางานไม่สามารถมาปฏิบัติราชการได้ เป็นต้น

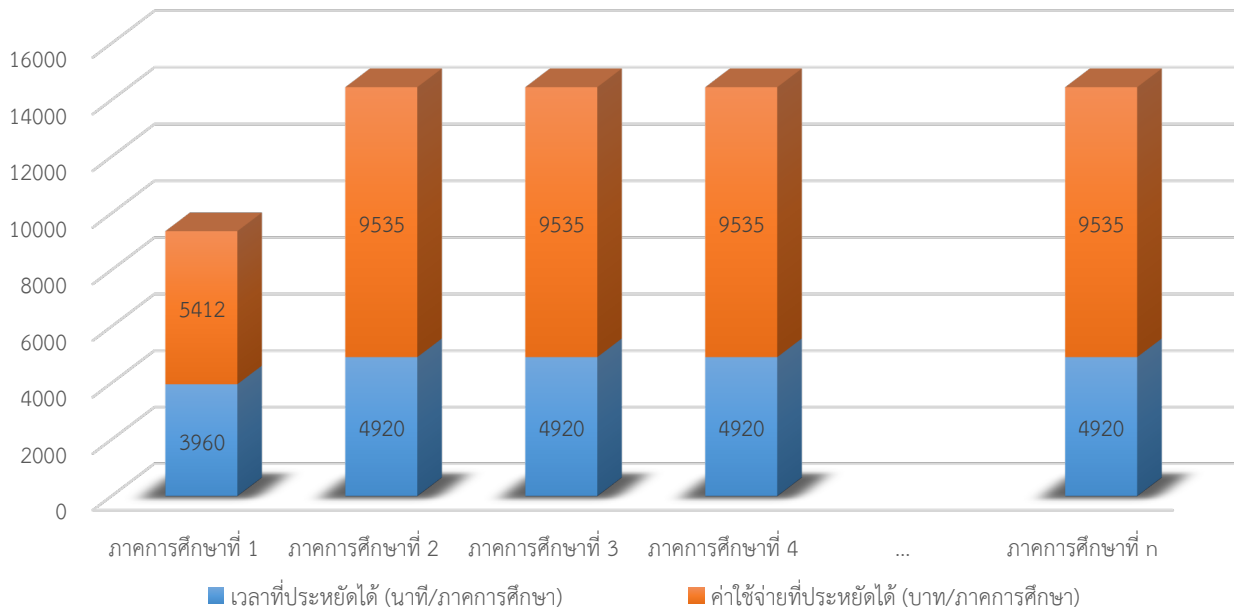
2) ประเมินประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือที่ใช้ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร ด้วยวิธีการเปรียบเทียบปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการ กับ ปริมาณทรัพยากรที่ประหยัดได้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการ กับ ปริมาณทรัพยากรที่ประหยัดได้

ปริมาณทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินการ	ปริมาณทรัพยากรที่ประหยัดได้
1) ระยะเวลาในการดำเนินการบันทึกลายนิ้วมือให้กับผู้ใช้งาน เท่ากับ 16 ชั่วโมง (จากระเบียบวิธีวิจัยข้อที่ 2)	1) ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการ เบิก - คิน ลูกกุญแจห้องเรียนภายในอาคาร ในวันจันทร์ - ศุกร์ ได้เฉลี่ยอยู่ที่ 61.5 นาที/วัน หรือ 4,920 นาที/ภาคการศึกษา (จากผลการวิจัยข้อที่ 2)
2) งบประมาณในการลงทุนสร้างตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ เท่ากับ 4,188 บาท (จากตารางที่ 1)	2) ช่วยลดค่าใช้จ่ายให้กับคณะฯ ในการที่จะต้องจ่ายค่าทำงานนอกเวลาให้กับเจ้าหน้าที่ที่มาปฏิบัติหน้าที่ให้บริการ เบิก - คิน ลูกกุญแจห้องเรียนภายในอาคาร ในวันหยุด เสาร์ - อาทิตย์ ได้อยู่ที่ 9,600 บาท/ภาคการศึกษา (จากผลการวิจัยข้อที่ 2)
3) ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินการต่อ 1 ภาคการศึกษา เท่ากับ 64.5 บาท/ภาคการศึกษา (จากผลการวิจัยข้อที่ 2)	

จากตารางที่ 6 สามารถสรุปได้ว่าตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการให้บริการการเข้าใช้งานห้องเรียนภายในอาคาร โดยสามารถประหยัดเวลาให้กับเจ้าหน้าที่ได้ 3,960 นาที/ภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาแรก และ 4,920 นาที/ภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาต่อไป จนสิ้นสุดอายุขัยของตู้กุญแจ และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับคณะฯ ได้ 5,412 บาท/ภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาแรก และ 9,535 บาท/ภาคการศึกษา ในภาคการศึกษาต่อไป จนสิ้นสุดอายุขัยของตู้กุญแจ ซึ่งจะแสดงโดยใช้กราฟให้เห็น ดังภาพที่ 7 (ทั้งนี้อายุขัยในการใช้งานของตู้กุญแจ เป็นสิ่งที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การดูแลรักษา และคุณภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ทำตู้กุญแจ)

ประสิทธิภาพในการใช้งานตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือ



ภาพที่ 7 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการใช้งานตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือ

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1) จากผลการวิจัย การนำเทคโนโลยีสแกนลายนิ้วมือ มาประยุกต์ใช้เข้ากับงานที่ต้องมีการยืนยันตัวตนและงานให้บริการ ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ ประหยัดกว่า สะดวกกว่า รวดเร็วกว่า และ ปลอดภัยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการในรูปแบบเดิม สอดคล้องกับงานวิจัยของซุรอต และคณะ (2556), นาโค (2556), และ Nonthaputha et al. (2022)

- 2) ความคุ้มค่าในการลงทุนทำตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อใช้ในองค์กร ขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย คือ
 - ต้นทุนในการทำตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือ (ทั้งในแง่ของ ระยะเวลา และ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ)
 - สิ่งที่ได้รับ หรือ สิ่งที่สามารถประหยัดได้ เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย ความสะดวก ความปลอดภัย
 - ระยะเวลาที่สามารถใช้งานตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือได้ (นับเป็น จำนวนปี หรือ จำนวนภาคการศึกษา)

3) ประสิทธิภาพและประสิทธิภาพที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นประสิทธิผลและประสิทธิภาพที่ได้จากองค์ประกอบและปัจจัยของงานวิจัยชิ้นนี้เท่านั้น คือ

- คุณภาพของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ (งานวิจัยชิ้นนี้ใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6)
- จำนวนครั้งที่ใช้งานต่อวัน (งานวิจัยชิ้นนี้มีจำนวนครั้งที่ใช้งานอยู่ที่ 41.37 ครั้ง/วัน)
- จำนวนของผู้ใช้งานทั้งหมด (งานวิจัยชิ้นนี้มีจำนวนผู้ใช้งานตู้ทั้งหมดอยู่ที่ 73 คน)
- จำนวนลายนิ้วมือเริ่มต้นที่ลงทะเบียนให้กับผู้ใช้งาน (งานวิจัยชิ้นนี้ลงทะเบียนลายนิ้วมือเริ่มต้น 2 ลายนิ้วมือ) เป็นต้น

ซึ่งหมายความว่า หากมีการพัฒนาตู้เก็บลูกกัญญาาระบบสแกนลายนิ้วมือในลักษณะนี้ เพื่อนำไปใช้งานกับหน่วยงานอื่น สถานที่อื่น หรือการกิจรูปแบบอื่น ซึ่งมีองค์ประกอบและปัจจัยข้างต้นที่แตกต่างกัน ประสิทธิภาพและประสิทธิภาพที่ได้จากการวิจัยก็จะแตกต่างกันไปด้วยเช่นเดียวกัน

4) การลงทะเบียนลายนิ้วมือ 2 ลายนิ้วมือ ให้กับผู้ใช้งานต่อคนในครั้งเริ่มต้น และอาจจะลงทะเบียนนิ้วมือที่ 3 4 และ 5 ตามลำดับ ให้กับผู้ใช้งานที่มีปัญหาในการสแกนลายนิ้วมือไม่สำเร็จ จะช่วยลดความล้มเหลวในการสแกนลายนิ้วมืองดกล่าวได้ในครั้งถัดๆ ไป สอดคล้องกับบทความของ Summerson (2018) ทั้งนี้เครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ใช้จะต้องมีความสามารถในการรองรับจำนวนการเก็บบันทึกลายนิ้วมือได้เพียงพอกับจำนวนของผู้ใช้งานภายในหน่วยงานที่เมื่อการลงทะเบียนลายนิ้วมือ ที่ 2 3 4 หรือ 5 ดังกล่าวในแต่ละคนแล้วด้วย แต่จากผลการวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่าการลงทะเบียนลายนิ้วมือเพียงแค่ 2 ลายนิ้วมือ ในครั้งเริ่มต้นให้

ประสิทธิภาพในการใช้งานอยู่ในระดับที่ต่ำมาก คือ เกิดความล้มเหลวในการสแกนลายนิ้วมือเพียง 0.25 ครั้ง ใน 2,800 ครั้ง หรือเพียงแค่ 0.009 % เท่านั้น

5) ปัญหาตั้งต้นของงานวิจัยชิ้นนี้ อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีการให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องเรียนภายในอาคาร เปิดห้องเรียนทั้งหมดในเวลาเช้า และปิดห้องเรียนทั้งหมดในเวลาเย็น ซึ่งทางคณะฯ เคยได้ใช้รูปแบบการให้บริการห้องเรียนภายในอาคารด้วยวิธีการนี้มาแล้วในก่อนหน้านี้อ ซึ่งผลลัพธ์ คือ เกิดความไม่ปลอดภัยกับทรัพย์สินภายในห้องเรียนเป็นอย่างมาก คือ อุปกรณ์ภายในห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ เกิดความเสียหาย จากการที่นักศึกษาสามารถเข้าใช้ห้องเรียนได้เองโดยพลการ คณะฯ จึงจำเป็นต้องให้สิทธิเฉพาะกับคณาจารย์ผู้สอนเท่านั้น ในการเปิดห้องเรียน และควบคุมความเรียบร้อยในการใช้ห้องเรียนของนักศึกษา

6) ปัญหาตั้งต้นของงานวิจัยชิ้นนี้ อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีการติดตั้งประตูระบบสแกนลายนิ้วมือให้กับห้องเรียนทุกห้องภายในอาคารเรียน แต่เมื่อเปรียบเทียบงบประมาณในการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารที่มีจำนวนของห้องเรียนเป็นจำนวนมากแล้ว การรวมลูกกุญแจทั้งหมดภายในอาคารเอาไว้ในตู้ใบเดียวในแบบที่งานวิจัยชิ้นนี้ทำ ถือว่าเป็นวิธีการที่ประหยัดงบประมาณกว่ามาก แต่ถึงอย่างนั้นวิธีการแบบติดตั้งประตูระบบสแกนลายนิ้วมือทุกห้องก็อาจจะมีข้อดีกว่าในบางแง่มุมเช่นเดียวกัน เช่น ในเรื่องของความสะดวกของผู้ใช้บริการที่สามารถ เข้า และ ออก ห้องที่ต้องการใช้งานได้เลยในทันที โดยที่ไม่ต้องเดินมา เบิก และ คืน ลูกกุญแจ ณ จุดให้บริการทุกครั้ง ซึ่งค่อนข้างที่จะประหยัดเวลากว่ามาก ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ไขปัญหาตั้งต้นของงานวิจัยชิ้นนี้ก็อาจขึ้นอยู่กับพิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละหน่วยงาน

7) ความปลอดภัยจากโอกาสในการถูกโจรกรรมทรัพย์สินที่อยู่ในห้องเรียนภายในอาคารจากการใช้งานตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือในแบบที่งานวิจัยชิ้นนี้ทำ ซึ่งเป็นเพียงตู้แร็คแบบกระจกใส ที่ไม่ได้มีความสามารถในการป้องกันการโจรกรรมได้แต่อย่างใด หากภายในหน่วยงานหรือมหาวิทยาลัยไม่ได้มีระบบรักษาความปลอดภัย (ยามเฝ้าอาคาร) ที่เข้มแข็งมากพอ ผู้วิจัยจะไม่นำมาใช้ตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือ ที่เป็นตู้แร็คแบบกระจกใส ในลักษณะเดียวกับงานวิจัยชิ้นนี้ แต่อาจจะประยุกต์ใช้ตู้เซฟนิรภัยที่มีความมั่นคงปลอดภัยที่สูงกว่าที่สามารถป้องกันการโจรกรรมได้แทน และควรที่จะติดตั้งกล้องวงจรปิดเพิ่มความปลอดภัยอีกชั้นในจุดที่ตู้ ติดตั้งและให้บริการอยู่

8) เครื่องสแกนลายนิ้วมือยี่ห้อ ZKTeco รุ่น X6 ที่งานวิจัยชิ้นนี้ได้หยิบนำมาใช้ เป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือในรูปแบบสแตนด์อโลน คือ จะเก็บข้อมูลลายนิ้วมือทั้งหมดที่ได้ทำการลงทะเบียนเอาไว้ที่ตัวเองเท่านั้น (ZKTeco, n.d.) จึงทำให้เกิดข้อเสียอยู่ด้วยกัน 2 ข้อ ที่จะต้องพิจารณา คือ (1) หากเครื่องสแกนลายนิ้วมือเกิดพังลงไป ข้อมูลลายนิ้วมือของผู้ใช้งานที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ทั้งหมดก็จะหายไปด้วย (2) การติดตั้งจุดให้บริการตู้เก็บลูกกุญแจระบบสแกนลายนิ้วมือจะสามารถติดตั้งได้เพียงตู้เดียวเท่านั้น ซึ่งอาจจะทำให้อาจารย์ผู้สอนที่มาใช้บริการเกิดความไม่สะดวกในการที่จะต้องเดินไกล เพื่อมา เบิก - คืน ลูกกุญแจ ณ จุดที่ให้บริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากอาคารเรียนมีหลายชั้น หรือ มหาวิทยาลัยมีหลายอาคาร และห้องเรียนอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งที่ห่างไกลจากตู้ที่ให้บริการอยู่มาก ก็อาจจะทำให้ไม่สามารถให้บริการกับผู้ใช้งานได้อย่างน่าประทับใจ แนวทางในการพัฒนางานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยขอแนะนำให้ใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือรุ่นที่สามารถเก็บบันทึกลายนิ้วมือไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้ (Nonthaputha et al., 2022) ซึ่งจะสามารถสำรองข้อมูลลายนิ้วมือของผู้ใช้งานได้ตามหลักการของการสำรองข้อมูลทั่วไป และหากเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ใช้อยู่เกิดพังลงไป ก็สามารถซื้อเครื่องใหม่มาทดแทนและใช้งานต่อได้ในทันที รวมไปถึงสามารถสแกนลายนิ้วมือเพื่อระบุตัวตนกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านทางระบบเครือข่ายได้ ซึ่งลักษณะนี้จะทำให้สามารถติดตั้งตู้เก็บลูกกุญแจได้หลายเครื่อง เป็นการกระจายจุดให้บริการออกไปได้หลายพื้นที่ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้น การใช้งานเครื่องสแกนลายนิ้วมือในรูปแบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบเครือข่ายดังกล่าว หน่วยงานจำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่รองรับการใช้งานได้ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นของตัวเองติดตั้งอยู่ภายในหน่วยงาน ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นในส่วนของงบประมาณในการลงทุนและบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายดังกล่าว ดังนั้น การพิจารณาถึงรูปแบบการใช้งานระบบสแกนลายนิ้วมือ ระหว่างรูปแบบสแตนด์อโลน (ในแบบของงานวิจัยชิ้นนี้) กับ รูปแบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านระบบเครือข่าย จึงขึ้นอยู่กับความพร้อม งบประมาณ และความคุ้มค่าในการใช้งานของแต่ละองค์กร

9) งานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีการระบุตัวตนด้วยข้อมูลชีวมิติ (Biometric Data) ซึ่งข้อมูลชีวมตินอกจากจะอยู่ในรูปแบบของลายนิ้วมือดังที่งานวิจัยชิ้นนี้ได้หยิบนำมาใช้แล้ว ก็ยังมีข้อมูลชีวมิติในรูปแบบของใบหน้า ม่านตา เสียง หรือพฤติกรรมเคลื่อนไหว ซึ่งทั้งหมดล้วนมีจุดเด่นในด้านความแม่นยำ ความปลอดภัย และความสะดวกในการใช้งาน ทั้งสิ้น และนอกจากการนำเทคโนโลยีชีวมิติมาใช้ในการระบุตัวบุคคลหรือการควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ (Access Control) แล้ว เทคโนโลยีข้อมูลชีวมิติก็ยังสามารถต่อยอดไปสู่นวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอาคารอัจฉริยะ (Smart Building Control Systems) ได้อีกด้วย เช่น (1) ระบบอาคารที่สามารถตอบสนองต่อผู้อยู่อาศัยในเชิงเฉพาะบุคคล (Personalized Environment) ได้ เช่น การปรับอุณหภูมิ แสงสว่าง หรือสภาพแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละคนโดยอัตโนมัติ (2) การตรวจจับคนในพื้นที่อาคารเพื่อการใช้งาน เช่น แสงสว่าง และระบบปรับอากาศ แบบตรงเป้าหมาย (Energy Optimization) เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน (3) การ

ตรวจจับการเคลื่อนไหวภายในอาคาร การตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติ หรือการบูรณาการร่วมกับระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน เช่น เมื่อมีคนล้มลงโดยไม่รู้สีกตัว ระบบสามารถวิเคราะห์จากพฤติกรรมชีวมิติและแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทันที เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- พิชญ์พิมล ชูรอด, เนาวลักษณ์ แสงสนิท, และ สุพิริยา ผลนาค. (2556). การพัฒนาระบบยืมหนังสือด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 16(2), 1-8.
- อาจารย์ นาโค. (2556). การประยุกต์เครื่องอ่านลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 16(3), 11-20.
- Nonthaputha, T., Kumngern, M., Kaewwang, S., Phookwantong, J., Thepnarin, N., & Anontree, K. (2022). *A design of smart biometric fingerprint key storage cabinet based on IoT*. In Proceedings of the 20th International Conference on ICT and Knowledge Engineering. Bangkok, Thailand: IEEE.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9983165>
- Shalin, S. E., Thomas, B., Kizhakkethottam, J. J., & Kizhakkethottam, J. J. (2015). *Analysis of effective biometric identification on monozygotic twins*. In Proceedings of the International Conference on Soft-Computing and Networks Security. Taiyuan, China: IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5622215>
- Summerson, C. (2018). *How to make your phone's fingerprint reader more accurate*. Retrieved from <https://www.howtogeek.com/358969/how-to-make-your-phones-fingerprint-reader-more-accurate>
- ZKTeco. (n.d.). *X6 fingerprint access control X6 fingerprint all-in-one password swipe access control machine intelligent office access control system - RS5803*. Retrieved from <https://rees52.com/products/zkteco-x6-fingerprint-access-control-x6-fingerprint-all-in-one-password-swipe-access-control-machine-intelligent-office-access-control-system-rs5803>