

ระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติโดยใช้การชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ  
Automatic Rental Locker System Using Radio Frequency Identification

ภาณุวัฒน์ วาส<sup>1</sup> และสาโรจ พูลเทพ<sup>1</sup>

Panuwad Wasu<sup>1</sup> and Saroj Pullteap<sup>1</sup>

บทคัดย่อ

ระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจัดการข้อมูลลูกค้าในส่วนของผู้ใช้บริการ โดยใช้เทคนิคของการชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification: RFID) มาประยุกต์ใช้เพื่อบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อกเกอร์ และใช้เป็นตัวอ้างอิงตำแหน่งข้อมูลของผู้ใช้บริการในระบบ ซึ่งระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือระบบผู้ให้บริการ (ทำหน้าที่เก็บข้อมูลผู้ใช้บริการ) และระบบตู้ล็อกเกอร์ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูลจากบัตร RFID (RFID Card) กับระบบฐานข้อมูลซึ่งระบุข้อมูลของผู้ใช้บริการ โดยถ้าผลการตรวจสอบพบรายละเอียดของข้อมูลผู้เช่า และอยู่ในช่วงเวลาเช่า เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลข้อมูลยังหน้าจอแบบผลึกเหลว โดยข้อความที่แสดงจะบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อกเกอร์ที่เช่า และไฟเตือน (LED) จะถูกแสดงขึ้นที่ด้านหน้าของตู้ล็อกเกอร์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการกดสวิทช์เปิดตู้ล็อกเกอร์ โปรแกรม Visual Studio 2005 ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นระบบเก็บข้อมูลของการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ และติดต่อกับผู้ควบคุมระบบ โดยผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถพิมพ์ใบเสร็จของการเช่าตู้ล็อกเกอร์ได้อย่างถูกต้อง และเครื่องอ่านบัตรสามารถอ่านค่ารหัสบัตรได้

**คำสำคัญ :** ระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ การชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบฐานข้อมูล

ABSTRACT

An automatic rental locker system is developed for managing the customer information under using the Radio Frequency Identification (RFID) technique. This system is first used for identifying the lockers location and also addressing the user's data position from the database system. There are two parts of the system, the service provider system (storing the customer information) and the lockers cabinet system controlled by a microcontroller. The microcomputer is next operated for the data identification from the RFID card with the database system. In the case of the database system found the user's information (customer's data), a request signal from the computer will be generated and then sent the signal to the microcontroller for monitoring the user's information on a LCD display. Moreover, the message

<sup>1</sup> ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University

will show the locker location and also the LED (in front of the locker) will be displayed. Consequently, the user can press a push-bottom switch to open the locker. A developed program from the Visual Studio 2005 programming is next used for data storing from the locker usage and communicating to the administrator. We found that the system can print out the locker rental receipt correctly. Finally, a reader machine (card reader) is always addressing the card information from the RFID card.

**Keywords :** Automatic rental locker system, radio frequency identification, MCS-51, database system

E-mail : panuwad@hotmail.com

## บทนำ

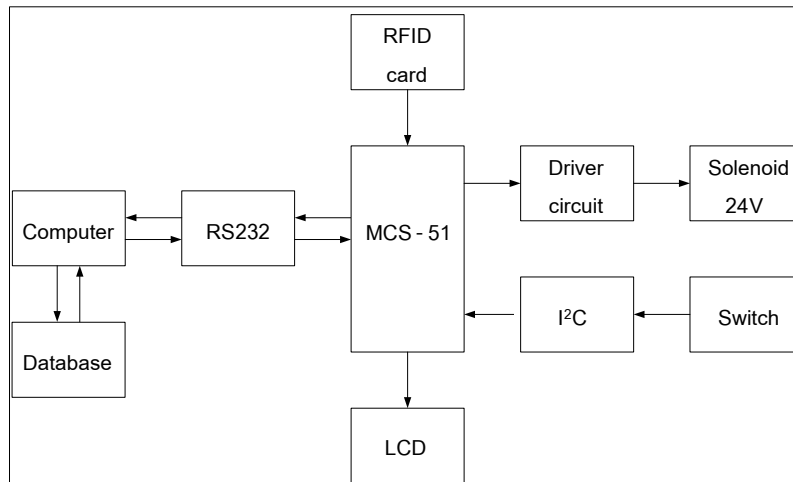
ในปัจจุบันมีสถานบริการในการออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบ เช่นสนามเบดมินตัน สนามเทนนิส สนามกอล์ฟ หรือ สระว่ายน้ำ เป็นต้น โดยสถานที่ต่าง ๆ ดังกล่าวนี้อาจต้องจัดเตรียมที่เก็บของเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่มาใช้บริการ ดังนั้นตู้ล็อกเกอร์จึงเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีบทบาทเป็นอย่างมากในการเก็บของใช้ส่วนตัว ไม่ว่าจะเป็นเสื้อผ้า หรือของสำคัญที่ต้องการความปลอดภัยจากการโจรกรรม ซึ่งตู้ล็อกเกอร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้กุญแจเป็นตัวเปิด-ปิด และไม่มีระบบจัดการในการคิดค่าเช่า

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำเทคโนโลยีการชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ (Radio Frequency Identification: RFID) [1] มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับตู้ล็อกเกอร์ เพื่อแก้ปัญหาการเช่าตู้ล็อกเกอร์แบบใช้กุญแจเปิด-ปิด และระบบที่ไม่มีจัดการคิดค่าเช่า โดยระบบดังกล่าวนี้ถูกเรียกว่า “ระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติโดยใช้การชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ” การออกแบบระบบนั้นจะใช้เทคนิคของการชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุเป็นตัวบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อกเกอร์ และใช้การติดต่อกับระบบจัดการ เพื่อบันทึกข้อมูลของผู้เช่า และคิดค่าเช่า ซึ่งระบบดังกล่าวจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการ อีกทั้งยังทำให้ผู้ใช้บริการตู้ล็อกเกอร์เช่าสามารถควบคุมการใช้ตู้ล็อกเกอร์อย่างมีระบบมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของการบริหารจัดการจะต้องมีการบันทึกประวัติผู้ใช้บริการ และข้อมูลบัตร RFID ของผู้ใช้บริการ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการตรวจสอบ วัน-เวลา และเพื่อใช้คำนวณหาค่าใช้จ่ายบริการพร้อมทั้งพิมพ์รายละเอียดของการใช้บริการตู้ล็อกเกอร์ และออกใบเสร็จรับเงินให้แก่ผู้ใช้บริการ

## การทำงานของระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ

การทำงานของระบบเช่าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติโดยใช้การชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุ เริ่มต้นโดยผู้ใช้บริการต้องลงทะเบียนข้อมูลชื่อผู้ใช้บริการ รหัสประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์บ้าน เบอร์โทรศัพท์มือถือ รหัสบัตร RFID และตู้ที่จะเช่าเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล (Microsoft Access) ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งถ้าผู้ใช้บริการต้องการที่จะเปิดตู้ล็อกเกอร์ที่ลงทะเบียนไว้ให้นำบัตร RFID ไปสแกนที่ตัวเครื่องอ่านบัตร RFID (reader machine) ซึ่งประกอบรวมอยู่กับกล่องควบคุม (control box) ที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของตู้ล็อกเกอร์ โดยเครื่องดังกล่าวจะนำค่าของรหัสบัตรที่ได้ (card information) ส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลว่าบัตร RFID ที่

นำมาสแกนนั้นได้ทำการลงทะเบียนใช้ตู้ล็อกเกอร์แล้วหรือไม่ เมื่อพบว่ามีกรลงทะเบียนใช้งานตู้ล็อกเกอร์แล้ว ระบบจะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ [2]-[5] เพื่อสั่งให้แสดงข้อความบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อกเกอร์ที่เข้าบนหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว (LCD display) และสั่งให้แสดงไฟเตือน (LED display) ที่ด้านหน้าของตู้ล็อกเกอร์ (displayed) เพื่อรอให้ผู้ให้บริการทำการกดสวิทช์ (push-bottom switch) โดยเมื่อผู้ให้บริการกดสวิทช์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปสั่งให้โซลินอยด์ทำงาน เพื่อทำการเปิดตู้ล็อกเกอร์ ดังแสดงการทำงานของระบบได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การทำงานของระบบเข้าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ

### รูปแบบโปรแกรมระบบเข้าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ

โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นจาก Visual Basic 2005 ร่วมกับ Microsoft Access ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นระบบเก็บข้อมูลของการใช้งานตู้ล็อกเกอร์ และสื่อสารกับผู้ควบคุมระบบ (administrator) โดยสามารถแบ่งฟังก์ชันการทำงานออกได้เป็น 4 ฟังก์ชัน ดังนี้

#### 1. ส่วนของข้อมูลผู้ให้บริการ (User information)

ผู้ควบคุมระบบสามารถค้นหาข้อมูลของผู้ให้บริการได้โดยระบุเงื่อนไข และข้อมูลที่ต้องการ ค้นหาแล้วกดค้นหา (ดังแสดงตัวอย่างรูปแบบโปรแกรมในรูปที่ 2) ระบบจะทำการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล และนำมาแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยผู้ควบคุมระบบยังสามารถเพิ่มข้อมูลผู้ให้บริการได้โดยกดปุ่มเพิ่ม และกรอกชื่อผู้ให้บริการ รหัสประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ เบอร์โทรศัพท์มือถือ และกดปุ่มบันทึก ดังรูปที่ 3 นอกจากนั้นในการแก้ไขข้อมูลผู้ให้บริการสามารถทำได้โดยเลือกรายชื่อผู้ให้บริการที่ต้องการแก้ไขแล้วกดปุ่มแก้ไข จากนั้นทำการแก้ไขข้อมูลที่ต้องการ และกดปุ่มบันทึก นอกจากนั้นผู้ควบคุมระบบยังสามารถลบข้อมูลผู้ให้บริการได้โดยเลือกรายชื่อผู้ให้บริการที่ต้องการลบ กดปุ่มแก้ไขแล้วกดปุ่มลบ และกด “Yes” เมื่อต้องการลบข้อมูลผู้ให้บริการ หรือกด “No” เมื่อไม่ต้องการลบข้อมูลผู้ให้บริการ สุดท้ายผู้ควบคุมระบบยังสามารถยกเลิกขั้นตอนการเพิ่ม แก้ไข และลบได้โดยกดปุ่มยกเลิก และสามารถออกจากเมนูข้อมูลผู้ให้บริการได้โดยกดปุ่มออก และ กด “Yes” เมื่อต้องการออกจากหน้าข้อมูลผู้ให้บริการ หรือกด “No” เมื่อไม่ต้องการออกจากหน้าข้อมูลผู้ให้บริการ

รูปที่ 2 การระบุเงื่อนไขในการค้นหาข้อมูลลูกค้าในส่วนของข้อมูลผู้ใช้บริการ

รูปที่ 3 การกรอกรายละเอียดลูกค้าในส่วนของข้อมูลผู้ใช้บริการ

## 2. ส่วนของประวัติการใช้งาน

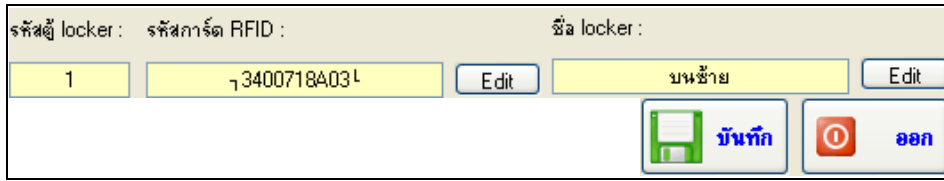
ผู้ควบคุมระบบสามารถกำหนดเงื่อนไขที่จะให้ระบบแสดงประวัติการใช้งาน โดยแยกตามรหัสตู้ชื่อผู้เช่า หรือแยกตามวัน-เดือน-ปีที่เช่า และกดค้นหา ดังแสดงได้ในรูปที่ 4 ระบบจะแสดงประวัติตามเงื่อนไขที่กำหนด นอกจากนี้ผู้ควบคุมระบบยังสามารถดูประวัติการใช้งานทั้งหมดได้โดยกดปุ่มแสดงข้อมูลทั้งหมด ซึ่งระบบจะแสดงประวัติการใช้งานทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูล และผู้ควบคุมระบบยังสามารถลบข้อมูลออกจากหน้าจอได้โดยกดปุ่มลบข้อมูล และออกจากเมนูประวัติการใช้งานได้โดยกดปุ่มออก และ กด “Yes” เมื่อต้องการออกจากหน้าข้อมูลลูกค้า หรือกด “No” เมื่อไม่ต้องการออกจากหน้าข้อมูลลูกค้า

รูปที่ 4 เงื่อนไขการแสดงผลประวัติการใช้งาน

## 3. ส่วนของการจัดการตู้ลิ้นชักเกอร์

ผู้ควบคุมระบบสามารถกำหนดให้บัตร RFID มีรหัสบัตรตรงกับตู้ลิ้นชักเกอร์หมายเลขใดก็ได้ โดยใช้เมนูที่แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งวิธีการคือกดปุ่ม edit ตรงเมนูรหัสการ์ด RFID แล้วทำการสแกนบัตร RFID ที่เครื่องอ่านบัตร (reader machine) เพื่ออ่านรหัสบัตร และกำหนดตำแหน่งของตู้ลิ้นชักเกอร์ที่ต้องการจับคู่

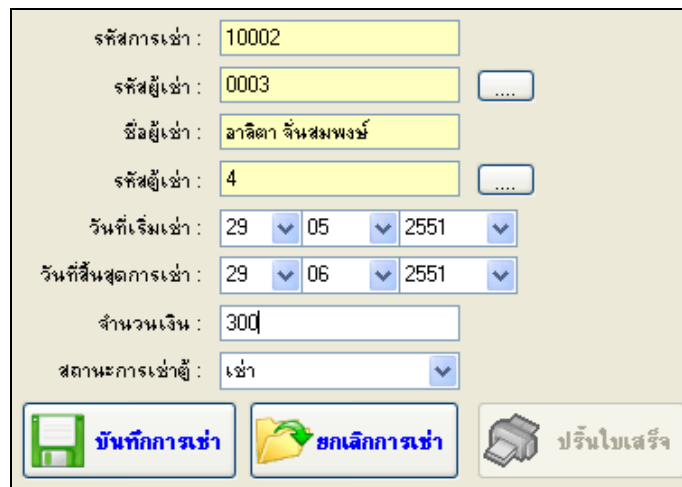
กับบัตร RFID โดยกด edit ตรงเมนูชื่อล็อคเกอร์ และกรอกตำแหน่งของตู้ล็อคเกอร์ หลังจากนั้นกดออก เมื่อต้องการออกจากเมนูการจัดการล็อคเกอร์



รูปที่ 5 เมนูจัดการล็อคเกอร์ด้วยโปรแกรมประยุกต์

#### 4. ส่วนของการเข้าตู้ล็อคเกอร์

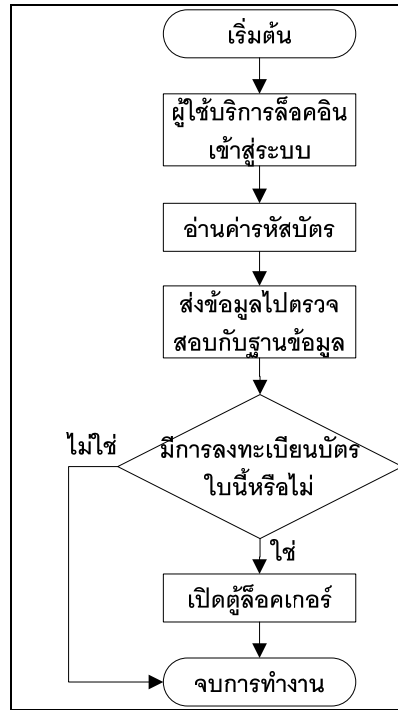
ผู้ควบคุมระบบสามารถบันทึกข้อมูลการเข้าตู้ล็อคเกอร์ของผู้ใช้บริการได้โดยกรอกรายละเอียด รหัสการเข้า รหัสผู้เข้า ชื่อผู้ใช้บริการ รหัสตู้ วันเริ่มต้น วันสิ้นสุด จำนวนเงิน สถานะการเข้า ดังรูปที่ 6 แล้วกดบันทึกการเข้า และกด “Yes” เมื่อต้องการยืนยันการเข้า หรือกด “No” เมื่อไม่ต้องการยืนยันการเข้า นอกจากนี้ระบบยังสามารถพิมพ์ใบเสร็จให้แก่ผู้ใช้บริการได้ หลังจากที่ทำกรบันทึกข้อมูลการเข้าตู้ล็อคเกอร์เรียบร้อยแล้วโดยกดพิมพ์ใบเสร็จ อีกทั้งผู้ควบคุมระบบยังสามารถยกเลิกการเข้าที่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูลได้โดยกดยกเลิกการเข้า ระบบจะเคลียร์รายละเอียดที่กรอกไว้ทั้งหมด



รูปที่ 6 รูปแบบการกรอกรายละเอียดการเข้าตู้ล็อคเกอร์

#### ผังการทำงานของระบบเข้าตู้ล็อคเกอร์อัตโนมัติ

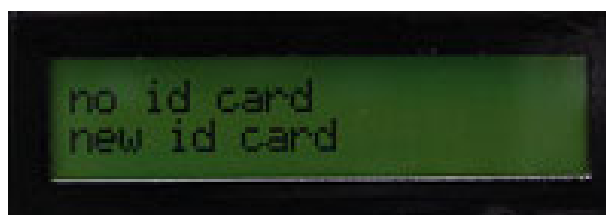
ดังแสดงผังการทำงานของระบบในรูปที่ 7 ระบบเข้าตู้ล็อคเกอร์อัตโนมัติถูกเริ่มต้นทำงานจากผู้ให้บริการล็อคอินเข้าสู่ระบบ หลังจากนั้นทำการเพิ่มข้อมูลชื่อผู้ให้บริการ รหัสประจำตัวประชาชน ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์บ้าน เบอร์โทรศัพท์มือถือ รหัสบัตร RFID และตู้ล็อคเกอร์ที่จะเข้า เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล โดยผู้ให้บริการจะต้องนำบัตร RFID มาสแกนที่ตัวเครื่องอ่านบัตร และระบบจะทำการอ่านค่ารหัสบัตรไปตรวจสอบกับฐานข้อมูลว่ามีการลงทะเบียนบัตรใช้งานหรือไม่ ถ้ามีการลงทะเบียนไว้แล้ว ระบบจะแสดงข้อความบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อคเกอร์ที่เข้า และแสดงไฟเตือนหน้าตู้ล็อคเกอร์ เพื่อให้ผู้บริการเปิดตู้ล็อคเกอร์ที่ลงทะเบียนเข้าไว้ แต่ถ้าไม่มีการลงทะเบียนก็ไม่สามารถเปิดตู้ล็อคเกอร์ได้



รูปที่ 7 ผังการทำงานของระบบเข้าสู่ตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ

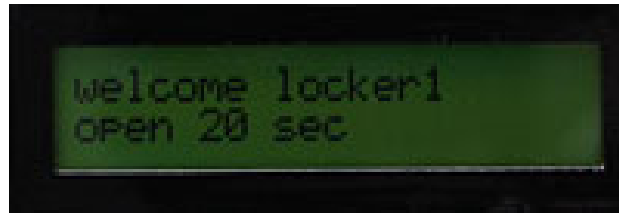
#### ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้โปรแกรมระบบเข้าสู่ตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติร่วมกับบัตรที่ยังไม่ได้ลงทะเบียน โดยนำบัตรดังกล่าวมาเสกแทนที่เครื่องอ่านบัตร RFID เพื่อจะนำค่าน์รหัสบัตรที่อ่านได้ไปตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูล ผลที่ได้คือระบบจะแสดงข้อความว่า “no id card new id card” แสดงได้ดังรูปที่ 8 ซึ่งจากการทดลองเสกบัตรที่ยังไม่ได้ลงทะเบียน 12 ใบ ๆ ละ 10 ครั้ง ระบบก็ยังแสดงข้อความ “no id card new id card” ได้ทั้ง 120 ครั้ง



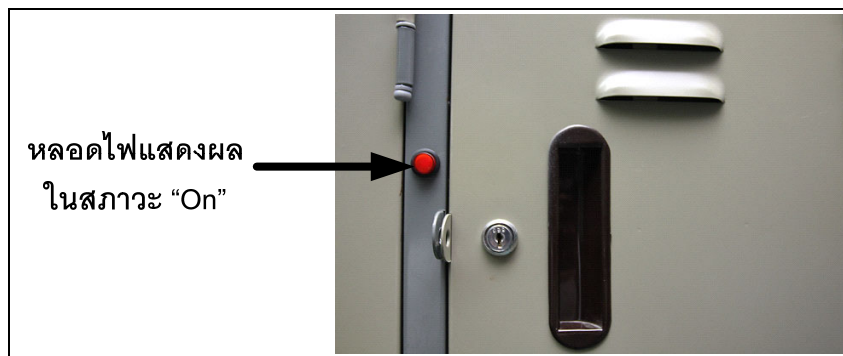
รูปที่ 8 ข้อความแสดงบนหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว เมื่อเสกบัตร RFID ที่ไม่ได้ลงทะเบียนในระบบฐานข้อมูล

นอกจากนั้นเมื่อใช้บัตรที่ลงทะเบียนแล้วเสกแทนที่เครื่องอ่านบัตร ผลที่ได้คือระบบจะแสดงข้อความให้เปิดตู้ล็อกเกอร์ที่บัตรใบนั้นเข้าไว้ดังตัวอย่าง “welcome locker 1 open 20 sec” แสดงได้ดังรูปที่ 9 โดยการทดลองเสกบัตรที่ลงทะเบียนแล้วทั้ง 12 ใบ ๆ ละ 10 ครั้ง ระบบสามารถแสดงข้อความบอกตำแหน่งล็อกเกอร์ที่บัตรใบนั้นได้เข้าไว้ได้ทั้ง 120 ครั้ง



**รูปที่ 9** ข้อความแสดงบนหน้าจอแสดงผลแบบผลึกเหลว เมื่อสแกนบัตร RFID ที่ลงทะเบียนในระบบฐานข้อมูล

สุดท้ายเมื่อทำการทดลองเปิดตู้ล็อกเกอร์โดยการสแกนบัตรที่ลงทะเบียนแล้วยังเครื่องอ่านบัตรระบบจะแสดงข้อความบอกถึงตำแหน่งของตู้ล็อกเกอร์ พร้อมทั้งแสดงไฟแดงที่หน้าตู้ล็อกเกอร์นั้น ซึ่งจากการทดลองเปิดตู้ล็อกเกอร์ด้วยบัตรที่ลงทะเบียนแล้วทั้ง 12 ใบ ๆ ละ 10 ครั้ง ระบบสามารถแสดงไฟหน้าตู้ล็อกเกอร์ และเมื่อกดปุ่มสวิทช์หน้าตู้ ก็สามารถเปิดตู้ล็อกเกอร์ได้ทั้ง 120 ครั้งดังแสดงในรูปที่ 10



**รูปที่ 10** หลอดไฟแสดงผลหน้าตู้ล็อกเกอร์ติด เมื่อสแกนบัตร RFID ที่ลงทะเบียนในระบบฐานข้อมูล

### สรุป

เทคนิคการชี้เฉพาะด้วยคลื่นวิทยุถูกประยุกต์ใช้งานกับระบบเข้าตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้บริการ โดยระบบดังกล่าวจะเป็นการเก็บข้อมูลของผู้ใช้ที่ลงทะเบียนในฐานข้อมูล และทำการระบุถึงหมายเลขตู้ล็อกเกอร์ที่เช่าอยู่ โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นจาก Visual Basic 2005 ร่วมกับ Microsoft Access ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บข้อมูลการใช้งานของตู้ล็อกเกอร์ทั้ง 12 ตู้ และสื่อสารกับผู้ดูแลระบบ ผลการทดลองระบบพบว่าในส่วนของข้อมูลผู้ใช้บริการ สามารถกรอกประวัติ และค้นหาข้อมูลของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้องทุกครั้งที่กรอกประวัติ และค้นหาข้อมูลตามเงื่อนไข ซึ่งจากการทดสอบการค้นหาข้อมูลบัตรจำนวน 12 ใบ ๆ ละ 10 ครั้ง พบว่าทุกส่วนของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงประวัติการใช้งาน และค้นหาประวัติของผู้ใช้บริการได้ถูกต้องทุกครั้ง ดังแสดงตารางสรุปผลการทดลองในตารางที่ 1 นอกจากนั้นระบบสามารถจัดพิมพ์ใบเสร็จของการเข้าตู้ล็อกเกอร์ได้ตามที่กำหนดไว้ และเมื่อทำการทดสอบวงจรขับโซลินอยด์ที่เป็นตัวเปิด-ปิดตู้ล็อกเกอร์ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้ง 12 ตู้ พบว่าระบบสามารถทำการปลดล็อกตู้ทั้งหมดได้ สุดท้ายเมื่อทำการทดสอบเครื่องอ่านบัตร RFID หน้าตู้ควบคุม ผลที่ได้คือระบบสามารถอ่านรหัสบัตรได้ถูกต้องทุกครั้งที่สแกนบัตร RFID จำนวน 12 ใบ จากการทดลองทั้งหมดจำนวน 120 ครั้ง

ตาราง 1 สรุปผลการทดสอบระบบเข้าสู่ตู้ล็อกเกอร์อัตโนมัติ

ส่วนต่างๆ ของระบบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความถูกต้อง (%)
ข้อมูลผู้ให้บริการ	100	100
ประวัติการใช้งาน	100	100
การจัดการตู้ล็อกเกอร์	100	100
การเข้าสู่ตู้ล็อกเกอร์	100	100
วงจรรับโซลินอยด์	120	100
เครื่องอ่านบัตร RFID	120	100

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Finkenzeller, "RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification", Wiley & Sons Inc., New York (2003).
- [2] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิรวีไล และวรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", กรุงเทพฯ: อีโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.มปป, 2538
- [3] ทวีช ชูเมือง, "การออกแบบระบบเครื่องมือวัดและการควบคุมทางอุตสาหกรรม", กรุงเทพฯ: เอช. เอ็น กรุ๊ป, 2549.
- [4] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, "เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์", กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2548.
- [5] อุดม จินประดับ, "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", ภาควิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.