การออกแบบและพัฒนาประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ

Design and Development of Smart Doors for Automatic Person Screening

กันญา โกสุมภ์[1*] จรัญ แก้วสา[1] และอภิสิทธิ์ ชูคะรัมย์[1]

Kanya Kosum[1*] Jarun Kaewsa[1] and Apisit Chookaram[1]

Received: *October 21, 2021;* ***Revised:*** *January 24, 2022;* ***Accepted:*** *January 24, 2022*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบและพัฒนาประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ การศึกษาครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบระบบให้ทำงานตามเงื่อนไข 3 ขั้นตอน คือ 1) ตรวจจับการใส่หน้ากากอนามัย 2) ตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย และ 3) พ่นสเปรย์แอลกอฮอล์เพื่อทำความสะอาดมือ เมื่อผู้ใช้บริการผ่านการตรวจสอบทั้ง 3 ขั้นตอน ประตูจะเปิดเพื่อให้ผู้ใช้บริการผ่านได้ ซึ่งประตูอัจฉริยะนี้ควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด Corgidude และบอร์ด Arduino ร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัย ตรวจวัดอุณหภูมิ และจ่ายสเปรย์พ่นแอลกอฮอล์ ผลจากการทดสอบพบว่า ประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ สามารถทำการคัดกรองบุคคลได้ 3 ขั้นตอนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการทำงานโดยเฉลี่ย 7.66 วินาทีต่อคน หรือสามารถคัดกรองบุคคลได้สูงสุด 470 คนต่อชั่วโมง เมื่อมีการทำงานต่อเนื่องและมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 7.476×10^{-3} กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือเท่ากับ 0.0243 บาทต่อชั่วโมง

คำสำคัญ : ประตูอัตโนมัติ; การคัดกรอง; ไมโครคอนโทรลเลอร์

[1] *คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*

[1] *Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan*

[*] *Corresponding Author, Tel. 09 7343 1107, E - mail: kk_changnoi@yahoo.com*

Abstract

The objective of this research is to design and develop smart doors to automatically screen people. In this study, the organizers designed the system to operate according to three conditions: 1) detecting wearing a mask, 2) measuring body temperature, and 3) spraying alcohol to sanitize the hands. When the consumer passes the 3-step verification, the door will open for the consumer to pass. This smart door is operated by the corgi dude board and the arduino is equipped with a temperature sensor, a sensor to detect a mask and an alcohol spray. From the test, it was found out that smart doors can automatically screen people in 3 steps according to the conditions that have been set. It took an average of 7.66 seconds per person to complete the three steps of screening. It can screen up to 470 people per hour when working continuously. The electricity consumption is 7.476×10^{-3} kilowatt-hours or equal to 0.0243 baht per hour.

Keywords: Automatic Door; Screening; Microcontroller

ที่มาและความสำคัญ

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโคโรนา (Coronavirus) หรือโควิด-19 (Covid-19) ในปัจจุบัน โดยที่เชื้อดังกล่าวสามารถแพร่จากคนสู่คนผ่านทางละอองน้ำมูก น้ำลาย จากจมูก หรือปาก และเนื่องจากเชื้อดังกล่าวค่อนข้างหนักจึงทำให้บุคคลที่อยู่ใกล้สามารถรับเชื้อโรคโควิด-19 ได้จากการหายใจเอาละอองเข้าไปจากผู้ป่วย แม้ว่าอาการโดยทั่วไปจะดูเหมือนเป็นไข้หวัดธรรมดา [1] ด้วยเชื้อไวรัสนี้เป็นสายพันธุ์ใหม่ที่ยังไม่มียาปฏิชีวนะตัวไหนที่สามารถรักษาให้หายได้โดยตรง จึงทำได้เพียงการรักษาที่เป็นไปแบบประคับประคองตามอาการเท่านั้น แต่อันตรายที่ทำให้เสี่ยงถึงชีวิตเมื่อติดเชื้อไวรัสชนิดนี้จะเกิดขึ้นเมื่อระบบภูมิต้านทานโรคของร่างกายไม่แข็งแรง หรือเชื้อไวรัสเข้าไปทำลายการทำงานของปอดได้จนทำให้เชื้อไวรัสแพร่กระจายลุกลามมากขึ้น สำหรับวิธีการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการติดเชื้อไวรัสดังกล่าวนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำตลอดเวลา และเป็นวิธีที่จะป้องกันตัวเองจากการติดเชื้อโควิด-19 คือ การรักษาสุขอนามัยของมือ การเว้นระยะห่างอย่างน้อย 1 เมตรจากผู้อื่น การหลีกเลี่ยงสถานที่ที่แออัดไปด้วยผู้คน หรือสถานที่ที่อากาศไม่ถ่ายเท การรักษามารยาทในการไอ/จาม และการสวมหน้ากากอนามัยหากไม่สามารถเว้นระยะห่างทางกายได้ [1] แต่ด้วยความจำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ ที่ยังต้องมีการเดินทาง การพบปะผู้คนในสถานที่ต่าง ๆ โดยการเดินทางเข้าไปในอาคาร หรือสถานที่ต่าง ๆ นั้น สำหรับอาคารที่มีประตูอัตโนมัติ ทำให้ผู้คนสามารถเดินทางเข้าออกอาคารได้สะดวก หรือในอาคารเป็นประตูที่ต้องใช้มือสัมผัสกับลูกบิดประตู ด้วยวิถีชีวิตใหม่จะต้องมีพนักงานมาทำหน้าที่ในการตรวจวัดอุณหภูมิ และฉีดสเปรย์แอลกอฮอล์ให้กับบุคคลก่อนเข้าไปภายในอาคาร ซึ่งทำให้มีความเสี่ยงสูงในการสัมผัสกับเชื้อไวรัสโดยตรงของพนักงาน และบุคคลที่ต้องใกล้ชิดกัน จากรายงานการจัดทำชุดประตูคัดกรองเพื่อเป็นการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 โดยเป็นการทำงานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานร่วมกับระบบประมวลผลที่มีการวิเคราะห์เชิงลึกคล้ายความฉลาดของมนุษย์ และสามารถก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นการกระทำได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริง [2] การสร้างโปรแกรมทดสอบระบบบันทึกการปฏิบัติงานออนไลน์ด้วยใบหน้า ที่สามารถทำการแยกแยะพนักงานหรือบุคคลที่ทำการบันทึกข้อมูลใบหน้าไว้ในฐานข้อมูล โดยวิธีการนำไฟล์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจากกล้องเว็บแคมมาทำการประมวลผลโดยแสดงผลผ่านทาง Webpage โปรแกรมที่สามารถทำการแยกแยะพนักงานหรือบุคคลที่ทำการบันทึกข้อมูลใบหน้าไว้ในฐานข้อมูลโดยวิธีการนำไฟล์ข้อมูลที่ได้มาทำการประมวลผลภาพ และเป็นการบันทึกหรือแสดงผล

ISSN 2672-9369 (Online)

เกี่ยวกับการรู้จำใบหน้าที่ให้ได้เห็นถึงสถานะภาพของการเข้าปฏิบัติงานของพนักงาน [3] และการออกแบบวงจรเพื่อใช้ควบคุมแขนกลโดยใช้ Arduino เป็นตัวคอนโทรลเลอร์ในการสั่งงานเซอร์โวมอเตอร์เพื่อควบคุมแขนกลและออกแบบโปรแกรมควบคุมแขนกลสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งานด้วยโปรแกรม Labview พบว่า สามารถควบคุมให้แขนกลย้ายวัตถุจากตำแหน่งหนึ่งไปวางยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้ [4] และมีผู้วิจัยหลายท่านที่ได้ทำการออกแบบและสร้างประตูอัตโนมัติ เพื่อช่วยในการทำหน้าที่ดังกล่าวแทนพนักงาน และเพื่อช่วยคัดกรองบุคคลก่อนเข้าไปภายในอาคาร โดยมีฟังก์ชันและความสามารถการทำงานที่หลากหลายขึ้นอยู่กับราคา จึงอาจทำให้ในบางอาคารยังไม่สามารถที่จะจัดหามาใช้งานได้

จากที่กล่าวมาในข้างต้น คณะผู้จัดทำได้เห็นถึงความสำคัญของประตู และการคัดกรองบุคคลผู้เข้ามาใช้บริการก่อนการเข้าภายในพื้นที่หรืออาคาร ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงทำการออกแบบและพัฒนาประตูทางเข้าอาคารให้สามารถคัดกรองบุคคลด้วยการตรวจสอบการสวมใส่หน้ากากอนามัย ตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย และการล้างมือด้วยสเปรย์แอลกอฮอล์ของบุคคลผู้เข้าใช้บริการก่อนการเข้าไปภายในอาคารซึ่งควบคุมการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ โดยกำหนดให้ประตูทำงานภายใต้เงื่อนไข 4 ข้อ คือ ตรวจจับการใส่หน้ากากอนามัย ตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย ฉีดพ่นสเปรย์แอลกอฮอล์ล้างมือ และสามารถผ่านเข้าประตูครั้งละ 1 คน เพื่อลดความเสี่ยงในการทำงานของพนักงาน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและสร้างความมั่นใจให้กับบุคคลภายในอาคารว่าบุคคลผู้เข้ามาใช้บริการภายในพื้นที่ หรืออาคารได้ผ่านขั้นตอนการตรวจคัดกรองเบื้องต้นแล้ว

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้จัดทำได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ 2) การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของประตูกั้นทางเข้า-ออก 3) การออกแบบประตูกั้นทางเข้า-ออก 4) การดำเนินการสร้าง และ 5) ขั้นตอนการทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. **การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้**

1.1 **บอร์ด Corgidude** [5]

เพื่อประมวลผลการตรวจจับหน้ากากอนามัยพบว่า เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ประสิทธิภาพสูงที่มีความสามารถในการนำโมเดลทางคณิตศาสตร์วิทยาการคำนวณ หรือแม้กระทั่งโมเดล AI อย่างการจำแนกภาพค้นหาวัตถุ ค้นหาใบหน้ามาทำการประมวลผลที่บอร์ดได้อย่างรวดเร็ว สามารถเชื่อมต่อกล้องจอภาพแสดงผลหรือเซ็นเซอร์อื่นมาต่อและเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมและสั่งการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเขียนโปรแกรมหลักด้วยภาษา Python หรือเลือกพัฒนาด้วยภาษา C/C++ เพื่อเข้าถึงประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถเลือกพัฒนาได้ผลงานได้อย่างหลากหลาย เช่น โมเดลจำแนกรูปภาพรูปภาพสิ่งของต่าง ๆ ได้ถึง 1,000 ชนิด

1.2 **จอแสดงผล LCD** [6] - [7]

เพื่อให้แสดงตัวเลขอุณหภูมิที่วัดได้ที่หน้าจอพบว่า มีลักษณะเป็นของเหลวใสเหมือนแก้วเจียรนัยอัดอยู่ระหว่างเนื้อแก้วสองชั้น เมื่อถูกกระตุ้นด้วยแสงจากภายนอกจะสะท้อนแสงออกมาเป็นมุมต่าง ๆ ใช้เป็นตัวแสดงอักขระ จอภาพนี้ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยมาก แต่จะชัดเจนดี นิยมใช้กับเครื่องคำนวณที่มีขนาดเล็ก

1.3 **บอร์ด Arduino** [8]

เพื่อประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ พบว่า เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source ข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมฟังก์ชัน

1.4 **เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอินฟราเรด** [9]

เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิร่างกายพบว่า ใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิที่ผิวของวัตถุ ซึ่งเป็นการวัดแบบไม่สัมผัสและไม่ทำลายวัตถุ อาศัยหลักการแผ่รังสีอินฟราเรดออกจากวัตถุ มีหลักการทำงานคือ ตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรดทำหน้าที่รับรังสีอินฟราเรด (Infrared) ที่แผ่ออกจากวัตถุเป้าหมาย (Target) ผ่านเลนส์ของเครื่องมือวัดแล้วแปลงรังสีอินฟราเรดให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า โดยรังสีอินฟราเรดที่ตัวตรวจจับรับไปนั้น ประกอบด้วยรังสีที่วัตถุเป้าหมายแผ่ออกมารวมกับรังสีที่แผ่จากวัตถุอื่น หรือจากสิ่งแวดล้อมสะท้อนออกจากผิวของวัตถุเป้าหมาย จากนั้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่รับมาจากตัวตรวจจับและนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล โดยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรดแสดงผลออกมาในรูปของตัวเลข ซึ่งการแปลงรังสีอินฟราเรดที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิอาศัยกฎของ Planck (Planck's Law) และกฎของ Stefan-Boltzmann (Stefan-Boltzmann's Law)

1.5 **คาปาซิทีฟ พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์** [10]

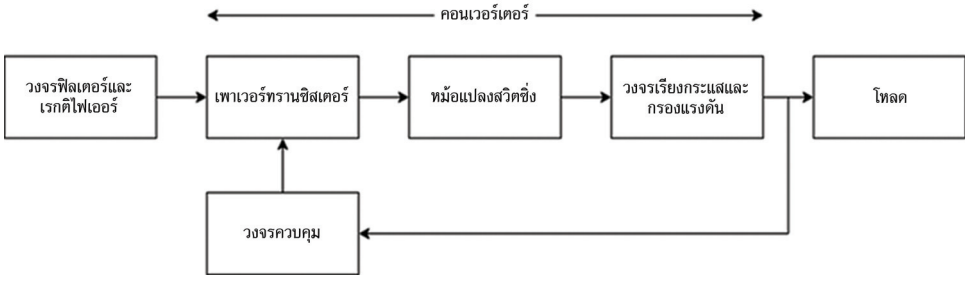
เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าคาปาซิแตนซ์ โดยการสร้างสนามไฟฟ้าสถิตทำให้สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภททั้งโลหะ และอโลหะ สามารถทำการตรวจจับได้โดยตัวเซ็นเซอร์ไม่ต้องสัมผัสกับตัววัตถุ ทำให้เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีอายุการใช้งานยืนยาว โดยความสามารถของการตรวจจับของเซ็นเซอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของค่าไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant) หรือค่า k ของวัตถุ

1.6 **ลำโพงบัซเซอร์**

เพื่อนำมาใช้ในการส่งสัญญาณเสียงสถานะต่าง ๆ พบว่า เป็นอุปกรณ์ให้กำเนิดเสียงซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียง ลำโพงบัซเซอร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบแอคทีฟ (Active Buzzer) เป็นวงจรกำเนิดความถี่อยู่ภายใน สามารถสร้างสัญญาณเสียงเตือนได้ทันทีเพียงแค่จ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไป และแบบพาสซีฟ (Passive Buzzer) ทำงานเหมือนลำโพงขนาดเล็กคือต้องทำการป้อนสัญญาณความถี่เข้าไป ลำโพงชนิดนี้สามารถกำเนิดเสียงที่มีความแตกต่างกันตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา การใช้งาน Arduino กับลำโพงบัซเซอร์แบบพาสซีฟนั้นต้องทำการเขียนโปรแกรมเพื่อส่งความถี่จาก Arduino เข้าไปยังลำโพงบัซเซอร์

1.7 **สวิตช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย** [11]

เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไฟสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) โดยหัวใจสำคัญของสวิตช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดัน และคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ทำงานตามลำดับดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย [11]

1.8 **เซ็นเซอร์ชนิดอัลตราโซนิก** [12]

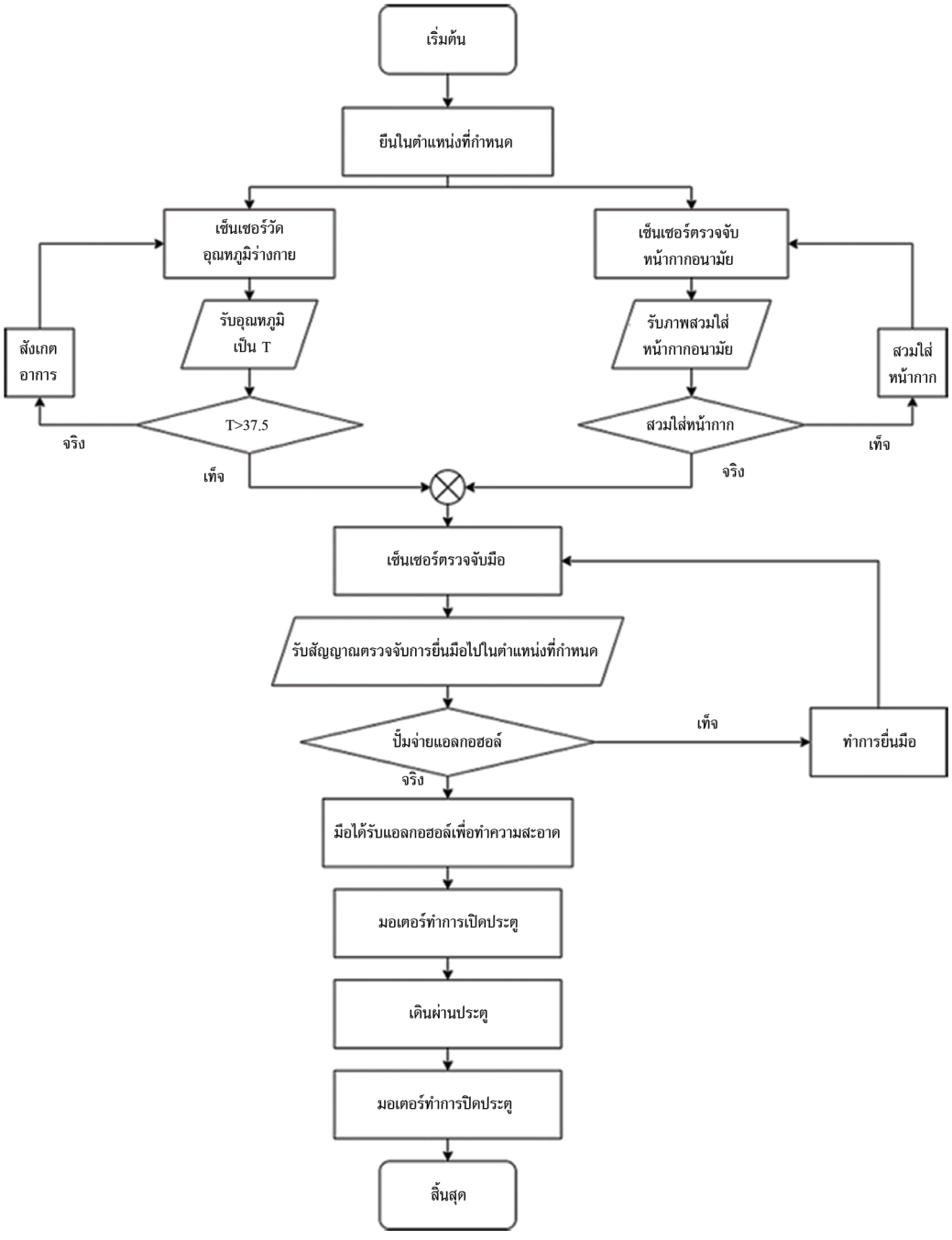
เพื่อทำหน้าที่รับสัญญาณเพื่อทำการเปิดปั๊มน้ำเป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานในคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิร์ต (kHz) ซึ่งเป็นคลื่นในย่านที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินเสียง ทำงานโดยอาศัยการกระจาย

ISSN 2672-9369 (Online)

หรือการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงไปกระทบกับพื้นผิวของตัวกลาง ซึ่งอาจเป็นของแข็งหรือของเหลว บางส่วนของคลื่นเสียงจะแทรกผ่านเข้าไปในตัวกลางนั้น และส่วนใหญ่ของคลื่นความถี่สูงนี้จะสะท้อนกลับเรียกว่า Echo โดยช่วงเวลาของการสะท้อนกลับของคลื่นเสียงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซ็นเซอร์

1.9 **มอเตอร์ปัดน้ำฝน** [13]

เพื่อใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดของบานประตูพบว่า เป็นมอเตอร์ซึ่งใช้แม่เหล็กถาวรสร้างสนามแม่เหล็กและตัวมอเตอร์ปัดน้ำฝนจะทำงานได้โดยได้รับกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไหลผ่านแปรงถ่านทำให้เกิดการผลักดันให้มอเตอร์หมุนทำงานภายในจะประกอบด้วย ตัวมอเตอร์ และชุดเฟืองขับ ซึ่งทำหน้าที่ลดความเร็วของมอเตอร์ให้ช้าลง และจะมีแปรงถ่านจำนวน 3 ตัว คือ แปรงถ่านความเร็วต่ำ แปรงถ่านความเร็วสูง และแปรงถ่านที่ต่อลงกราวด์



รูปที่ 2 Flow Chart การทำงานของระบบประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ

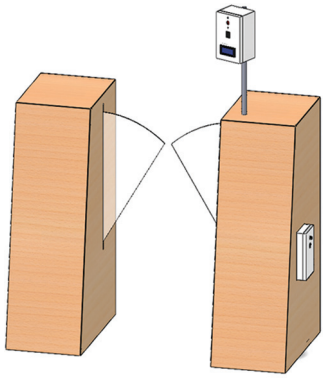
2. การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของประตูกั้นทางเข้า-ออก

สำหรับระบบควบคุมการทำงานของประตูกั้นทางเข้า-ออก สามารถสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยขั้นตอนการทำงานของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ เมื่อเริ่มการทำงานเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย และเซ็นเซอร์ตรวจการสวมใส่หน้ากากอนามัย ทำการวัดผลและส่งการประมวลผลไปที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่ออุณหภูมิร่างกายต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ และสวมใส่หน้ากากอนามัย จากนั้นทำการยื่นมือเข้าไปในจุดที่กำหนดเพื่อให้ปั๊มทำการจ่ายแอลกอฮอล์ล้างมือ เมื่อระบบตรวจพบการล้างมือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์เพื่อทำการเปิดประตูให้ผ่านประตูได้ครั้งละ 1 คน จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์เพื่อทำการปิดประตู

ในกรณีอุณหภูมิร่างกายสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียง หรือในกรณีไม่ได้สวมใส่หน้ากากอนามัย ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียง และในกรณีไม่ได้ทำการล้างมือ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียง

3. การออกแบบประตูกั้นทางเข้า-ออก

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบประตูกั้นทางเข้า-ออก ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยเลือกบานประตูแบบปีกผีเสื้อ (Flap Gate) เนื่องจากบานประตูจะเลื่อนเข้าเก็บที่โครงประตูทั้งสองข้างเมื่อมีผู้มาใช้บริการที่ผ่านขั้นตอนการตรวจจับหน้ากากอนามัยและตรวจวัดอุณหภูมิทำให้สามารถลดการสัมผัสระหว่างของบานประตูกับผู้ใช้บริการ โดยตัวของปีกผีเสื้อเป็นแผ่นอะคริลิกใสหนา 5 มิลลิเมตร อยู่สูงจากพื้น 0.4 เมตร ตัวประตูมีขนาดกว้าง 1.4 เมตร ยาว 0.7 เมตร ความสูง 1.5 เมตร ช่องทางเข้า-ออก ของประตูกว้าง 0.7 เมตร โครงสร้างภายในของประตูทำจากเหล็กกล่องขนาด 1 × 1 นิ้ว คลุมด้วยไม้อัดหนา 2.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 โครงร่างประตู

3.1 การออกแบบโครงสร้างภายในของประตู [14] - [15]

แนวคิดในการกำหนดขนาดของประตูนั้นมาจาก 1) เหมาะสำหรับการติดตั้งในพื้นที่ที่จำกัด 2) สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกในกรณีมีเหตุฉุกเฉิน จึงใช้เหล็กกล่องเป็นโครงสร้าง โดยขนาดของเหล็กที่นำมาใช้นั้นคำนวณได้จากสมการที่ (1) ใช้วิธีการเชื่อมเพื่อจับยึดชิ้นส่วนของโครงสร้าง โดยมีการคำนวณหาขนาดของรอยเชื่อมจากสมการที่ (2) และ 3) ต้นทุนในการผลิตไม่สูง จึงเลือกใช้ไม้อัดเป็นวัสดุคลุมโครงสร้างเพราะน้ำหนักเบาและมีราคาถูก

$$F = \frac{\pi^2 EA}{N(Le/k)^2} \tag{1}$$

เมื่อ

F คือ แรงที่กระทำกับเหล็กโครงสร้าง

ISSN 2672-9369 (Online)

E คือ โมดูลัสความยืดหยุ่นของเหล็กโครงสร้าง
A คือ พื้นที่หน้าตัดของเหล็กโครงสร้าง
N คือ ค่าความปลอดภัย
L_e คือ ความยาวสมมูล
k คือ รัศมีไจเรชั่น

$$F = (\tau_y \cdot 2tL) / N \quad (2)$$

เมื่อ
F คือ แรงที่รอยเชื่อมจะรับได้
τ_y คือ ความต้านแรงเฉือนคราก
t คือ คอของรอยเชื่อม
L คือ ความยาวของรอยเชื่อม
N คือ ค่าความปลอดภัย

3.2 **การออกแบบกลไกการเลื่อนเปิดปิดของบานประตู** [16]

หลังจากการออกแบบโครงสร้างของประตู ทำให้มีเงื่อนไขของการออกแบบการเคลื่อนที่ของบานประตูทั้งสองด้านเพิ่มเติมจากให้ทำงานพร้อมกันทั้งการเปิดและปิดแล้ว คือต้องทำการสังเคราะห์กลไกเพื่อหาความยาว และระยะขจัดของชิ้นส่วนของกลไกบานประตูให้เหมาะสมกับโครงสร้างของประตูและเพื่อไม่ให้เกิดการล็อคตัวเองของกลไก จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความเร็ว และความเร่งของชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังจากมอเตอร์ให้กับบานประตู ที่ต้องมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาเพื่อเปิดและปิดบานประตู ด้วยวิธี Graphics

3.3 **การออกแบบระบบปั๊มจ่ายแอลกอฮอล์** [17]

ในงานวิจัยนี้คณะผู้จัดทำได้ติดตั้งถังสำหรับบรรจุแอลกอฮอล์ไว้ที่ด้านบนภายในโครงประตู และทำที่เปิดเพื่อเติมแอลกอฮอล์ดังแสดงในรูปที่ 5 ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเติมแอลกอฮอล์ และเพื่อลดความดันด้านดูดหรือ Suction Lift ของปั๊มให้น้อยลง เนื่องจากในการกำหนดขนาดปั๊มจ่ายแอลกอฮอล์นอกจากต้องรู้ขนาดและความยาวของท่อส่งแอลกอฮอล์ อุปกรณ์ประกอบ และวาล์วในระบบเพื่อคำนวณหาอัตราการไหลและ Total Head เพื่อคำนวณหาขนาดแรงม้าของปั๊มสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3)

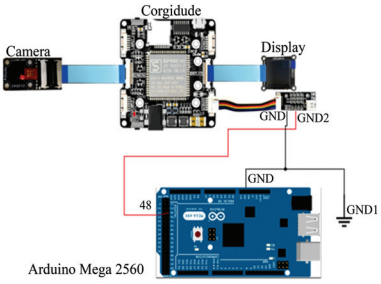
$$hp = QH / 3960\eta \quad (3)$$

เมื่อ
hp คือ แรงม้าของปั๊ม
Q คือ อัตราการไหล (gpm)
H คือ แรงดันสุทธิ (ft)
η คือ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

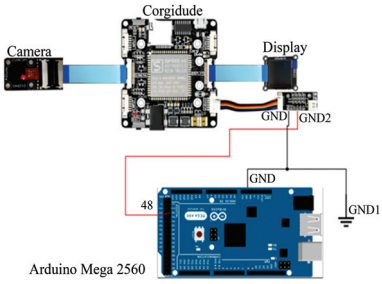
4. การดำเนินการสร้าง

จากการออกแบบการทำงานของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ โดยแบ่งออกเป็นวงจรย่อยทั้งหมด 4 วงจร ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยรูปที่ 4(ก) คือวงจรสำหรับตรวจจับหน้ากากอนามัยที่การ

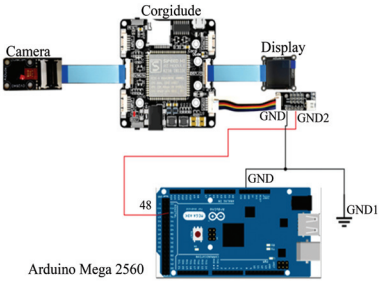
ประมวลผลด้วยบอร์ด Corgidude ซึ่งมีการต่อวงจรให้ทำงานร่วมกับกล้อง หน้าจอ และบอร์ด Arduino รูปที่ 4(ข) คือวงจรสำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกาย โดยใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ Gy-906-dci ต่อวงจรให้ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์วัดระยะ Infrared Photoelectric และแสดงผลตัวเลขของอุณหภูมิไปที่หน้าจอ LCD โดยมีบอร์ด Arduino ทำหน้าที่ในการประมวลผล รูปที่ 4(ค) คือวงจรสำหรับจ่ายแอลกอฮอล์เพื่อทำการล้างมือ โดยเซ็นเซอร์วัดระยะ Ultrasonic Sensor ทำหน้าที่ตรวจจับมือ เพื่อสั่งให้ปั๊มจ่ายแอลกอฮอล์ผ่านรีเลย์ และประมวลผลด้วยบอร์ด Arduino และรูปที่ 4(ง) คือวงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับการเปิด-ปิด ประตู ซึ่งควบคุมความเร็วในการทำงานด้วยบอร์ดควบคุมความเร็วของมอเตอร์



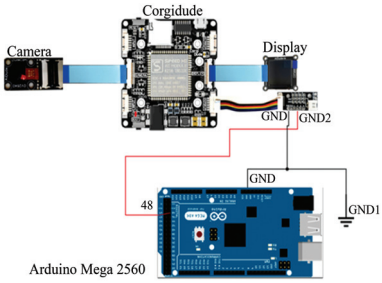
(ก) วงจรสำหรับตรวจจับหน้ากากอนามัย



(ข) วงจรสำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิ



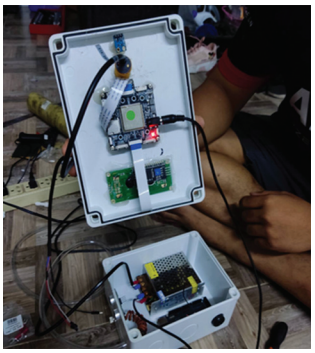
(ค) วงจรสำหรับจ่ายแอลกอฮอล์เพื่อทำการล้างมือ



(ง) วงจรควบคุมมอเตอร์สำหรับการเปิด-ปิด ประตู

รูปที่ 4 วงจรการทำงานของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ

หลังจากการออกแบบประตูและวงจรควบคุมการทำงาน คณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างและต่อตู้วงจรดังแสดงในรูปที่ 5



(ก) ภายในของกล่องควบคุม

(ข) ด้านหน้าของประตู

(ค) ด้านข้างของประประตู

รูปที่ 5 ประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ

ISSN 2672-9369 (Online)

(ก) ด้านบนของประตู (ข) ด้านหลังของประตู (ค) ตัวอย่างการใช้งาน

รูปที่ 5 ประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ (ต่อ)

5. **ขั้นตอนการทดสอบ**

5.1 **การทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัย**

โดยการทดสอบนี้มีผู้ร่วมการทดสอบ 4 คน ทำการทดสอบคนละ 15 ครั้ง ซึ่งผู้ทดสอบจะทำการสวมหน้ากากอนามัย 8 ครั้ง ไม่สวมหน้ากากอนามัย 7 ครั้ง จากนั้นจะเริ่มดำเนินการทดสอบโดยการเดินมาที่ประตูเพื่อให้เซ็นเซอร์ทำการตรวจจับการสวมใส่หน้ากากอนามัย เพื่อบันทึกผล

5.2 **การทดสอบระยะเพื่อยืนวัดอุณหภูมิ**

โดยการทดสอบนี้มีผู้ร่วมการทดสอบ 4 คน ทำการทดสอบคนละ 15 ครั้ง จากนั้นจะเริ่มดำเนินการทดสอบโดย การเดินมาที่ประตูที่ระยะที่กำหนดไว้ คือ 20 15 และ 10 เซนติเมตร เพื่อให้เซ็นเซอร์ทำการตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย เพื่อบันทึกผล และนำค่าอุณหภูมิที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าของอุณหภูมิที่วัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรดแบบไม่สัมผัส เพื่อหาตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดอุณหูมิที่น้อยที่สุด

5.3 **การทดสอบการทำงานของระบบจ่ายแอลกอฮอล์**

โดยการทดสอบนี้มีผู้ร่วมการทดสอบ 4 คน ทำการทดสอบคนละ 15 ครั้ง ให้ผู้ทดสอบยื่นมือไปที่ตำแหน่งจ่ายแอลกอฮอล์ของเครื่อง เพื่อบันทึกผล

5.4 **การทดสอบการทำงานของประตูอัจฉริยะสำหรับคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ**

โดยการทดสอบนี้มีผู้ร่วมการทดสอบ 4 คน ทำการทดสอบคนละ 15 ครั้ง ให้ผู้ทำการทดสอบเดินมาที่ตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ได้จากการทดสอบระยะเพื่อยืนวัดอุณหภูมิในหัวข้อ 5.2 โดยเปิดให้ประตูทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อบันทึกผล

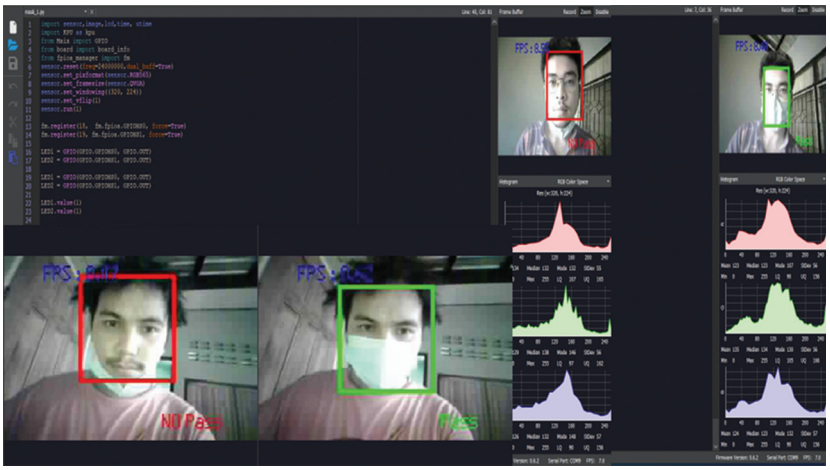
ผลการทดสอบและการอภิปรายผล

จากการดำเนินการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าเซ็นเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัยสามารถทำการตรวจจับการสวมใส่หน้ากากอนามัยได้ถูกต้องทุกครั้ง โดยมีการแสดงผลที่หน้าจอ LCD คือ หากผู้มาใช้บริการมีการสวมใส่หน้ากากอนามัย จอแสดงผลจะขึ้นกรอบสีเขียวที่บริเวณใบหน้า หากผู้มาใช้บริการไม่สวมใส่หน้ากากอนามัย จอแสดงผลจะขึ้นกรอบสีแดงที่บริเวณใบหน้า ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 6

ในกรณีที่ผู้มาใช้บริการไม่ได้สวมใส่หน้ากากอนามัย จะไม่สามารถผ่านเข้าไปด้านในได้ เพราะระบบตรวจวัดอุณหภูมิ และการล้างมือด้วยแอลกอฮอล์จะไม่ทำงาน จึงทำให้บานประตูไม่เปิดให้ผู้ใช้บริการผ่านเข้าไปด้านในได้

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัย

คนที่	ใส่หน้ากากอนามัย (ครั้ง)	ไม่ใส่หน้ากากอนามัย (ครั้ง)
1	8	7
2	8	7
3	8	7
4	8	7
เฉลี่ย	8	7



รูปที่ 6 ตัวอย่างการแสดงผลบนหน้าจอ LCD ของชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับหน้ากากอนามัย

จากการดำเนินการทดสอบเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ผลของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบเพื่อหาระยะห่างของตำแหน่งการวัดค่าอุณหภูมิที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติที่ระยะห่าง 20 15 และ 10 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรดแบบไม่สัมผัสยี่ห้อ Bo Hui รุ่น T-168 พบว่าที่ระยะ 10 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ 0.4 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 1.09) ที่ระยะ 15 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ 0.15 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 0.41) ที่ระยะ 20 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิ 0.02 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 0.05) ดังนั้นระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติกับบุคคลที่เข้าคัดกรองคือ 20 เซนติเมตร เพราะเป็นตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด (ร้อยละ 0.05) เมื่อเทียบกับระยะ 10 และ 15 เซนติเมตร

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสำหรับยืนตรวจวัดอุณหภูมิ

ค่าเฉลี่ยของการทดสอบ	ระยะห่างจากเซ็นเซอร์ (เซนติเมตร)			อุณหภูมิที่ได้จากวัดหน้าผาก (°C)
	20	15	10	
คนที่ 1	36.84	36.68	36.39	36.6
คนที่ 2	36.59	35.88	35.93	36.7
คนที่ 3	36.36	36.86	36.14	36.7
คนที่ 4	36.72	36.6	36.56	36.6
เฉลี่ย	36.63	36.5	36.25	36.65

ISSN 2672-9369 (Online)

ในกรณีที่ผู้มาใช้บริการไม่ผ่านขั้นตอนของการตรวจวัดอุณหภูมิ คือ มีอุณหภูมิร่างกายสูงเกิน 37.5 องศาเซลเซียส จะไม่สามารถผ่านเข้าไปด้านในได้ เพราะระบบควบคุมการล้างมือด้วยแอลกอฮอล์จะไม่ทำงาน จึงทำให้บานประตูไม่เปิดให้ผู้ใช้บริการผ่านเข้าไปด้านในได้

จากการดำเนินการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์จ่ายแอลกอฮอล์ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เมื่อมีผู้มาใช้บริการที่ผ่านขั้นตอนการตรวจจับหน้ากากอนามัย และการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกายแล้ว เมื่อยื่นมือไปที่ตำแหน่งจ่ายแอลกอฮอล์ เซ็นเซอร์สามารถทำการตรวจพบและสามารถส่งสัญญาณเพื่อสั่งให้ปั๊มจ่ายแอลกอฮอล์ได้ในทุกครั้งที่มีผู้ใช้บริการ

ในกรณีที่ผู้มาใช้บริการไม่ผ่านขั้นตอนของการล้างมือด้วยแอลกอฮอล์ จะไม่สามารถผ่านเข้าไปด้านในได้ เพราะระบบควบคุมการเปิด-ปิดบานประตูจะไม่ทำงาน จึงทำให้บานประตูไม่เปิดให้ผู้ใช้บริการผ่านเข้าไปด้านในได้

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์จ่ายแอลกอฮอล์

คนที่	จ่ายแอลกอฮอล์ (ครั้ง)	ไม่จ่ายแอลกอฮอล์ (ครั้ง)
1	15	0
2	15	0
3	15	0
4	15	0
เฉลี่ย	15	0

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ

คนที่	การใส่หน้ากากอนามัย	การวัดอุณหภูมิร่างกาย	การล้างมือด้วยแอลกอฮอล์	บานประตูเปิด	บานประตูปิด	เวลาในการทำงาน (วินาที)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
1	X	X	X	X	X	7.42	53.53
2	X	X	X	X	X	8.22	60.13
3	X	X	X	X	X	7.47	58.81
4	X	X	X	X	X	7.51	56.61
เฉลี่ย	**X**	**X**	**X**	**X**	**X**	**7.66**	**57.27**

หมายเหตุ: X คือ สถานการณ์ทำงานปกติ

เมื่อดำเนินการทดสอบระบบควบคุมทั้งหมดของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ พบว่า มีการทำงานได้ตามที่คณะผู้จัดทำออกแบบไว้ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการทดสอบการทำงานของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ ซึ่งได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4 ที่พบว่า การทำงานของระบบภายในของประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติที่ประกอบด้วย การตรวจจับหน้ากากอนามัย การวัดอุณหภูมิร่างกาย และการล้างมือด้วยแอลกอฮอล์นั้น ระบบมีการทำงานปกติคือ สามารถคัดกรองผู้ใช้บริการให้ผ่านเข้าไปในอาคารได้ร้อยละ 100 โดยต้องสวมใส่หน้ากากอนามัย ต้องมีอุณหภูมิร่างกายไม่เกิน 37.50 องศาเซลเซียส และต้องทำการล้างมือด้วยแอลกอฮอล์ บานประตูจึงจะเปิดให้ผู้ใช้บริการผ่านเข้าไปด้านใน และเมื่อเดินผ่านบานประตูเข้าไปถึงเซ็นเซอร์ตรวจจับบุคคล บานประตูจึงจะปิด โดยระยะเวลาในการทำงานจากขั้นตอนแรกถึงขั้นตอนสุดท้ายมีค่าเฉลี่ย 07.66 วินาทีต่อคน และมีค่าการใช้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 57.27 วัตต์ต่อรอบการทำงาน

โดยประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัตินั้นมีความสามารถในการคัดกรองบุคคลผู้มาใช้บริการได้อย่างต่อเนื่อง 470 คน ภายใน 1 ชั่วโมง มีปริมาณการจ่ายแอลกอฮอล์เพื่อใช้สำหรับล้างมือ 0.4681 มิลลิลิตรต่อครั้งต่อรอบการทำงาน โดยมีค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงาน 7.476×10^{-3} กิโลวัตต์-ชั่วโมง และหากประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติทำงานต่อเนื่อง 10 ชั่วโมงต่อวัน จะใช้พลังงานไฟฟ้า 74.76×10^{-3} กิโลวัตต์-ชั่วโมง และเมื่อคำนวณค่าไฟฟ้าฐาน 3.2484 บาทต่อยูนิต จะทำให้มีการสูญเสียค่าใช้จ่ายจากค่าพลังงาน 0.24 บาทต่อวัน หรือ 97.45 บาทต่อเดือน

สรุปผล

ประตูอัจฉริยะเพื่อคัดกรองบุคคลด้วยระบบอัตโนมัติ เป็นประตูอัตโนมัติที่สามารถคัดกรองบุคคลด้วยการตรวจจับการสวมใส่หน้ากากอนามัย การวัดอุณหภูมิร่างกาย และการจ่ายแอลกอฮอล์ โดยมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ภาษา Python และภาษา C มาใช้ในการควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ภายในต่าง ๆ โดยพบว่าส่วนของการตรวจจับการสวมใส่หน้ากากอนามัย มีความสามารถคัดกรองในการตรวจจับหน้ากากอนามัยได้ร้อยละ 100 ส่วนของการตรวจวัดอุณหภูมิด้วยเซ็นเซอร์ Gy-906 สามารถตรวจวัดอุณหภูมิที่ระยะ 20 เซนติเมตร โดยมีความเคลื่อนของอุณหภูมิ 0.02 องศาเซลเซียส (ร้อยละ0.05) และส่วนของการจ่ายแอลกอฮอล์เพื่อทำการล้างมือสามารถทำการจ่ายได้เป็นปกติ เมื่อผู้มาใช้บริการทำการคัดกรองครบและผ่านทั้ง 3 ขั้นตอนที่กล่าวมา บานประตูจะเปิดให้ผู้ใช้บริการผ่านเข้าไปด้านใน และบานประตูจะปิดเมื่อผู้ใช้บริการเดินผ่านเข้าไปถึงเซนเซอร์ตรวจจับบุคคล ซึ่งรวมเวลาในการทำงาน 07.66 วินาทีต่อคน มีปริมาณการจ่ายแอลกอฮอล์ 0.4681 มิลลิลิตรต่อครั้งต่อรอบการทำงาน และใช้พลังงานไฟฟ้า 7.476×10^{-3} กิโลวัตต์-ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

References

[1] Department of Disease Control. (2019). **Guidelines for the Prevention and Control of Coronavirus Disease 2019 in Schools and Educational Institutions**. Access (5 May 2021). Available (https://ddc.moph.go.th)

[2] Kruawan, N., Krakhunthod, N., Talatkwan, N., and Kongsang, J. (2018). **The Operation of a Microcontroller System Works with an In-Depth Analytical Processing System**. Vocational Project Satuk Vocational College

[3] Kaenphet, T. (2012). **Face-to-Face Online Performance Recording System**. M. Eng. Computer Engineering Rajamangala University of Technology Thanyaburi

[4] Loylom, C. (2017). **Industrial Mechanical Arm Simulation Set**. M. Eng. Electrical Engineering Burapha University

[5] Maker Asia. (2562). **Corgidude Board**. Access (15 May 2021). Available (https://corgidude.makerasia.com)

[6] Phurak, T. (2015). **Display with LCD Display**. Documents for Teaching Basic Arduino Courses, Saraburi: Saraburi Technical College

ISSN 2672-9369 (Online)

[7] Wisetkaew, W. (2018). **Display with LCD Display**. Teaching Documents for Microcontroller Course. Yasothon Technical College

[8] Maneetham, D. (2015). **Arduino Board**. Bangkok: SE-Education Public Company Limited

[9] Analog Read. (2562). **Infrared Temperature Sensor MLX90614ESF**. Access (20 May 2021). Available (https://www.analogread.com)

[10] Supremelines. (2562). **Capacitive Proximity Sensor**. Access (15 May 2021). Available (https://www.supremelines.co.th)

[11] Kamchomphu, S. (1999). Elements of Switching Power Supply. **Journal of Electronic Semiconductors**. Vol. 202, pp. 137-146

[12] Cybertice. (2559). **Ultrasonic Module hc-sr04**. Access (15 May 2021). Avialable (https://www.cybertice.com)

[13] Including Car, Motorcycles, Other Vehicles. (2013). **Wiper System**. Access (15 May 2021). Available (https://www.auto2drive.com)

[14] Ung Phakorn, W. and Thanadngan, C. (1998). **Machine Design I**. Bangkok: SE-Education Public Company Limited

[15] Ung Phakorn, W. and Thanadngan, C. (2013). **Machine Design II**. Bangkok: SE-Education Public Company Limited

[16] Norton, R. L. (2009). **Kinematics and Dynamics of Machinery**. 1st Edition (SI unit). McGraw-Hill

[17] Mekhphuksawong, P. and Pheimchat, W. (2000). **Pumps in Engineering**. 1st Edition. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang