

การออกแบบและสร้างเครื่องเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ Design and Development of Automatic Hand Sanitizer

ยสินทีนิ เอมหยวก¹ อำนาจ ตงต๊ิบ¹ นัฐพงษ์ เนินชด์² ธนภูมิ เพื่องเพียร²
 E-mail: yasintinee.aim@uru.ac.th

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดต่อโคโรนาไวรัส (COVID 19) เครื่องเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสจึงมีความจำเป็นเป็นอย่างมาก ดังนั้นการออกแบบและสร้างเครื่องเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติแบบง่ายและสามารถปรับเพื่อความเหมาะสมและพัฒนาได้จึงถูกนำเสนอมาในงานวิจัยนี้ โดยแบ่งออกเป็นการออกแบบทางด้านโครงสร้าง และด้านการควบคุม พร้อมทั้งมีการประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ใช้งานได้แก่ บุคลากรคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จำนวน 50 คน โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในด้านต่างๆ คือ ด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน และด้านการซ่อมบำรุงรักษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในเครื่องเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติอยู่ในระดับพึงพอใจมาก (\bar{X} = 4.49) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าด้านการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.74) ด้านกายภาพของเครื่องและด้านการซ่อมบำรุงรักษาอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ยคือ 4.43 และ 4.32 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ทำความสะอาดมือ โควิด 19

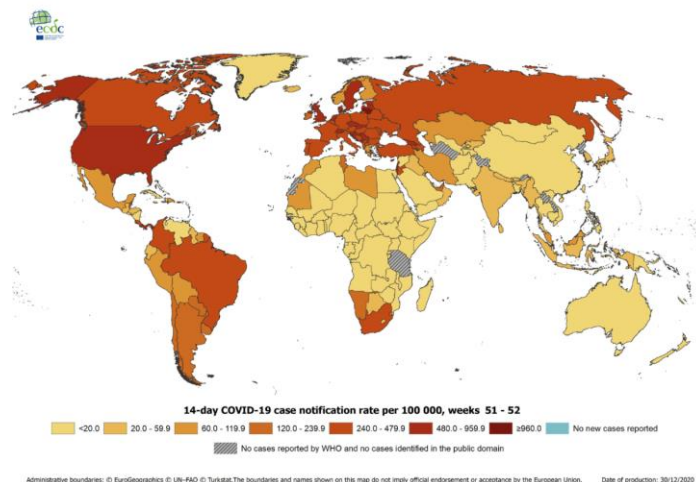
Abstract

As the situation of the coronavirus (COVID 19) that spread around the world. This research show the design and development of a compact automatic hand sanitizer. The design has been separated in two parts: 1) structure design and 2) controller design. The samples which has been used in the research were 50 personnel in the industrial technology faculty of Uttaradit Rajabhat University. The satisfaction survey has been used and assessed by producing an average value (\bar{X}) and a standard deviation (S.D.). The results of this research show the overall users' satisfaction is at the good level (\bar{X} = 4.49). Considering in each aspect, the quality of the device's function is at a very good level (\bar{X} = 4.74). The device's physical quality and the ease of maintenance are 4.43 and 4.32 respectively.

Keywords: automatic hand sanitizer, microcontroller, hand sanitizer, COVID 19

ความเป็นมาของปัญหา

จากการค้นพบเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID 19) ที่มีการระบาดเริ่มต้นในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน ในปลายปี พ.ศ.2562 ขยายวงกว้าง อีกทั้งยังแพร่หลาย และมีการติดเชื้อเพิ่มขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก

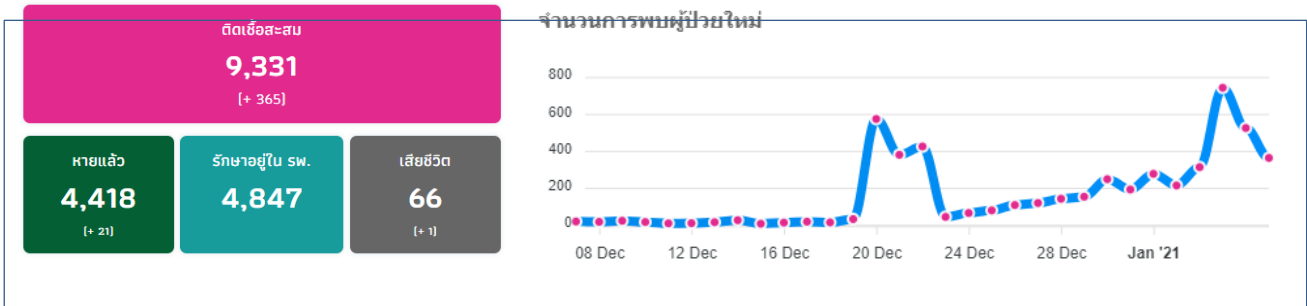


ภาพประกอบที่ 1 แสดงภาพจำนวนประชากรที่ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID 19) (Situation Update Worldwide, 2021)

¹ อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมจัดการพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

² อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ดังภาพประกอบที่ 1 ที่แสดงให้เห็นถึงการติดเชื้อทั่วโลกเป็นจำนวนมาก และในประเทศไทยเองได้มีการแพร่กระจายของเชื้อไวรัสประเภทนี้ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ.2563 มีการรณรงค์และออกนโยบายเพื่อควบคุมโรคระบาดชนิดนี้อย่างต่อเนื่อง แต่ในช่วงปลายปีได้มีการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสชนิดนี้ระลอกใหม่ ตามข้อมูลดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 จำนวนผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID 19) ในประเทศไทย (กรมควบคุมโรค, 2564)

โดยทั่วไปเชื้อไวรัสนี้เป็นสาเหตุให้เกิดความเจ็บป่วยต่างๆ ตั้งแต่โรคหวัดธรรมดา ไปจนถึงโรคที่รุนแรง เช่น โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) และโรคระบบทางเดินหายใจเฉียบพลัน (SARS) ได้อีกด้วย โดยในบางรายที่ติดเชื้อจะแสดงอาการตั้งแต่ระดับความรุนแรงน้อย เช่น คัดจมูก เจ็บคอ ไอและมีไข้ หรือในบางรายมีอาการรุนแรง เช่น ปอดบวมหรือหายใจลำบากร่วมด้วยจนถึงการเสียชีวิต ซึ่งสิ่งที่น่าสนใจของการเกิดความรุนแรงของโรค ได้แก่ อายุ หรือโรคประจำตัว เช่น เบาหวาน และโรคหัวใจ ที่มีผลเป็นอย่างมากสะอาด(WHO, 2020) ดังนั้นจึงเกิดการตื่นตัวของประชาชนในการหาวิธีป้องกันการติดเชื้อและแพร่ระบาด วิธีที่ง่ายที่สุด คือการหลีกเลี่ยงการสัมผัส หรือมีการรักษาความสะอาด โดยเฉพาะความสะอาดของมือซึ่งเป็นการลดการแพร่กระจายและติดต่อของเชื้อโรคได้ (Kampf, G.; Kramer, A., 2004) และอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำมาสะอาดมือแบบอัตโนมัติลดการสัมผัส มีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องกลเจลาแอลกอฮอล์อัตโนมัติขึ้น เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงของการติดโรคไวรัสโคโรนา โดยมีการประยุกต์ใช้การทำงานแบบง่าย และราคาประหยัด กว่าเครื่องที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติโดยลดการสัมผัส
2. ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อชุดทดลองเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมุ่งเน้นการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำมาสะอาดมือ โดยหลีกเลี่ยงการสัมผัส และประเมินความพึงพอใจในการใช้เครื่องมือ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

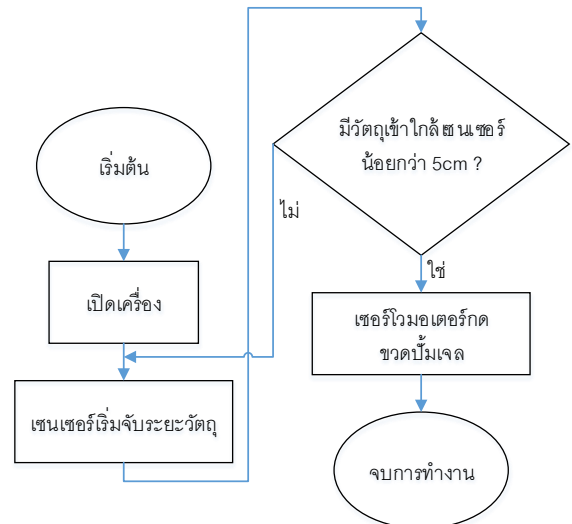
ประชากรในการวิจัยครั้งนี้คือบุคลากรผู้ใช้งานเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จำนวน 50 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.1 ชุดอุปกรณ์เครื่องกดเจลอัตโนมัติ มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้



(ก)



(ข)

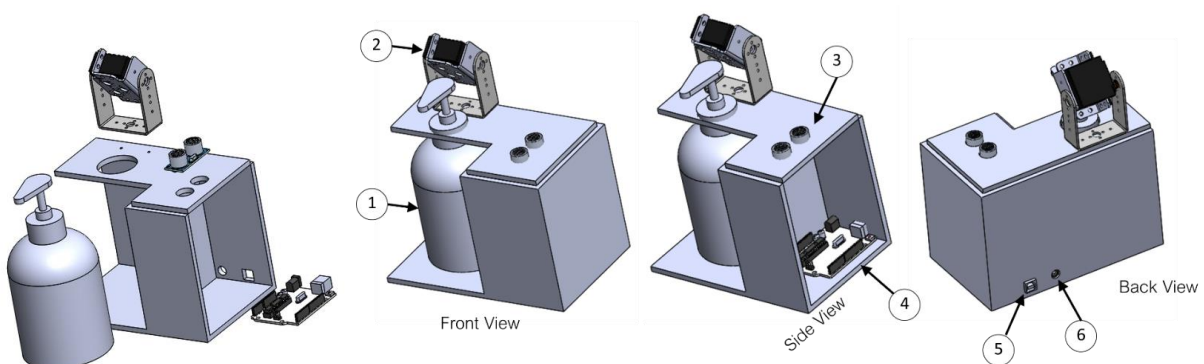
ภาพประกอบที่ 3 (ก) การใช้งานและการทำงานของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ, (ข) แผนภาพแสดงการทำงานของเครื่อง

โดยเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายและหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับหัวกดของขวดบีบเจล ภาพประกอบที่ 3 ก) แสดงการใช้งานทั่วไปของเครื่องโดยนำมือซ้ายรองรับเจลแอลกอฮอล์ใต้หัวบีบ ส่วนมือขวานำไปไว้ในตำแหน่งหน้าเซนเซอร์ประมาณ 5 เซนติเมตร ในส่วนของหลักการทำงานของเครื่องแสดงขั้นตอนการทำงานดังภาพประกอบที่ 3 ข) เริ่มจากเปิดเครื่องเพื่อทำการใช้งาน ในสภาวะปกติที่ไม่มีมือมนุษย์หรือวัตถุโดยอยู่ในระยะที่กำหนดของเซนเซอร์ ตัวเซนเซอร์จะไม่ทำงาน ขณะเดียวกันหากมีมือมนุษย์อยู่ในตำแหน่งด้านหน้าเซนเซอร์ในระยะน้อยกว่าระยะ 5 เซนติเมตร (ตามที่กำหนด) เซนเซอร์จะส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานโดยสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ทำการหมุนไป 90 องศา ซึ่งส่งผลให้เกิดการกดลงของขวดบีบเจล ทำให้เจลแอลกอฮอล์ไหลออกมา (เซอร์โวมอเตอร์ทำหน้าที่เสมือนนิ้วมนุษย์ที่ใช้ในการกดนั่นเอง) และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างที่สองคือ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

4. ขั้นตอนการออกแบบ

เนื่องด้วยเครื่องกดเจลแบบอัตโนมัติที่มีจำหน่ายมีราคาค่อนข้างสูง จึงได้มีการออกแบบเพื่อผลิตและพัฒนาชุดเครื่องกดเจลอัตโนมัติอย่างง่ายขึ้นเอง โดยมุ่งเน้นถึงวัตถุประสงค์ในการใช้งานคือ หลีกเลี่ยงการสัมผัส บริเวณตัวอุปกรณ์ เพื่อลดอัตราการติดเชื้อ สามารถนำมาใช้โดยปรับขนาด และวัสดุในการใช้งาน โดยมีหลักการทำงานโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ ดังนี้

4.1 การออกแบบโครงสร้าง

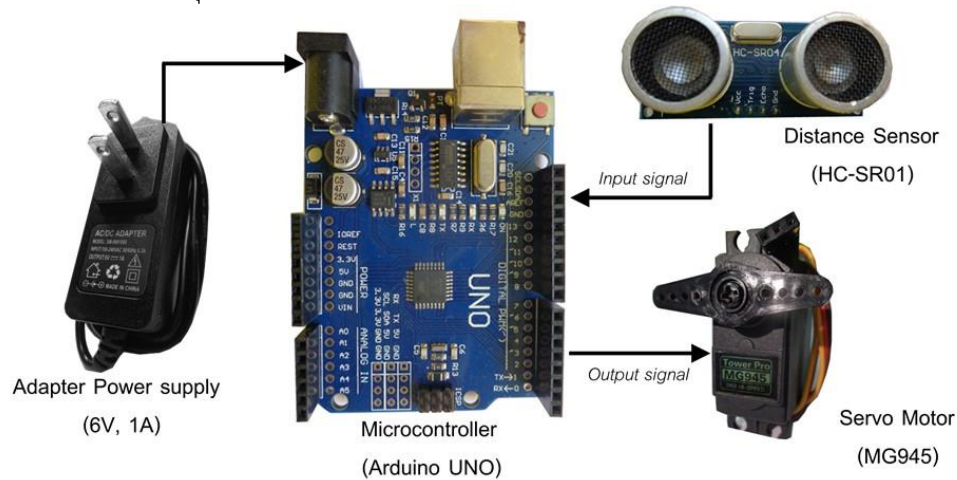


ภาพประกอบที่ 4 แบบโครงสร้างของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

จากภาพประกอบที่ 4 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างการทำงานของเครื่องกดเจลแอลกอฮอล์ ประกอบด้วย 6 ส่วนประกอบหลักๆ คือ ส่วนที่ 1 ภาชนะในการใช้ใส่เจลแอลกอฮอล์ซึ่งประกอบไปด้วยตัวภาชนะเองและบริเวณที่เป็นหัวบีบ ส่วนที่ 2 คือ เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แทนมือสัมผัสของมนุษย์ในการกดที่หัวบีบ ส่วนที่ 3 คือ ตัวเซนเซอร์ (Sensor) ไว้

เป็นตัวจับระยะของวัตถุตามที่ระบบควบคุมกำหนด ส่วนที่ 4 คือ แผงควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ส่วนที่ 5 คือสายต่อออกของสัญญาณไปยังระบบควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนที่ 6 คือช่องสายนำไฟฟ้าเข้ามายังแผงควบคุม

4.2 การออกแบบระบบควบคุม



ภาพประกอบที่ 5 ระบบวงจรควบคุม

จากภาพประกอบที่ 5 แสดงระบบวงจรควบคุม ระบบแผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ให้กำลังไฟฟ้าโดยแหล่งจ่ายภายนอก(เสียบปลั๊ก) ในการนี้เพื่อความเสถียร และสะดวกไม่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยๆ และการทำงานดำเนินการได้จากการรับสัญญาณเข้าของตัวเซนเซอร์ แล้วจะดำเนินการส่งต่อออกไปยังเซอร์โวมอเตอร์(ทำการหมุนกลองบนหัวป้อม) โดยการทำงานของเซนเซอร์ (HC-SR01) จะมีการทำงานโดยหาระยะห่างของวัตถุกับตัวเซนเซอร์ โดยอาศัยการทำงานของคลื่นเสียงที่มีความถี่ 40 kHz (40,000 Hz) ซึ่งอยู่ในย่านอัลตราโซนิก (Ultrasonic) การทำงานของตัวจับระยะนี้ทำได้โดยการเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino (กอบเกียรติ สระอุบล, 2561), (จิราวุธ วารินทร์, 2563), (นพ มหิษานนท์, 2563) และเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน ตัวเซนเซอร์ HC-SR01 นี้ขึ้นมา เนื่องจากใช้คลื่นเสียงในการรับสัญญาณและโดยปกติแล้วเสียงสามารถเดินทางในอากาศอยู่ที่ 343 เมตร/วินาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ในการคำนวณนี้ใช้ 340 เมตร/วินาที) การคำนวณระยะห่างของวัตถุจึงสามารถคำนวณได้จากระยะการกระจัดคือระยะทางที่สั้นที่สุดที่ทำได้ จากสูตร

$$\text{ระยะทางระหว่างวัตถุ} = \text{ความเร็ว} \times \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทาง}$$

เนื่องจากความเร็วของเสียงคือ 340 เมตร/วินาที หรือ 0.034 เซนติเมตร/ไมโครวินาที จึงสามารถคิดระยะห่างระหว่างวัตถุได้ $0.034 \times \text{เวลา}$ แต่เนื่องด้วยการเดินทางของเสียงเป็นระยะทางที่ใช้เวลาเดินทางไปและกลับมายังเซนเซอร์ จึงสามารถกำหนดระยะที่ได้รับคำสั่งได้เป็น $\frac{0.034 \times \text{เวลาที่ใช้ในการเดินทาง}}{2}$ และระยะทางที่เรากำหนดให้ไว้กับเครื่องนี้คือระยะที่ 5 เซนติเมตร ดังภาพประกอบที่ 6

```

sensor_hc_sr01 §
const int trigPin = 9;
// defines variables
long duration;
int distance;
void setup() {
pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input

myservo.attach(8); // attaches the servo on pin 8 to the servo object //SET 8 NO DEFINE

Serial.begin(9600); // Starts the serial communication
myservo.write(180);

}

void loop() {
// Clears the trigPin
const int trigPin = 9;
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
// Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
// Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
// Calculating the distance
distance= duration*0.034/2;

if (distance <= 5)
{

myservo.write(180);

delay (1000);
myservo.write(90);

delay (1000);
myservo.write(180);
delay (3000);

}

// Prints the distance on the Serial Monitor
//Serial.print("Distance: ");
Serial.println(distance);
}

```

Done Saving.

ภาพประกอบที่ 6 โปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจดเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากการพัฒนาเครื่องจดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติแล้ว ได้ดำเนินการจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริง วิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากผู้ใช้งาน จำนวน 50 คน ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านการใช้งาน และด้านการซ่อมบำรุงรักษาของเครื่อง โดยระดับความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 5 ระดับโดยมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคอร์ต์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2549: อ้างอิงจาก บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

เมื่อรวบรวมข้อมูลและแจกแจงความถี่แล้ว ใช้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างมาพิจารณาระดับความคิดเห็น ซึ่งมีเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งสามารถแปลความหมายระดับคะแนนของความพึงพอใจ ได้ดังนี้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2540)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึงความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึงความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึงความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึงความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึงความพึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ได้นำเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติมาทดลองใช้งานในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เพื่อหาความพึงพอใจในการใช้ ผลการหาความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเครื่องกวดเจลอัตโนมัติ สามารถหาได้จาก ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจด้านกายภาพของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ แสดงดังตารางที่ 1 ประกอบไปด้วย 4 ข้อย่อยในการพิจารณา คือ 1) ความแข็งแรง คงทน 2) ความสวยงามเหมาะสมกับการทำงาน 3) ความเหมาะสมของขนาดเครื่อง เคลื่อนย้ายสะดวก และ 4) วัสดุในการสร้างเครื่องที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจผู้ใช้งานด้านกายภาพของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

รายละเอียด	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ความแข็งแรง คงทน	4.38	0.53	ความพึงพอใจมาก
ความสวยงามเหมาะสมกับการทำงาน	4.52	0.50	ความพึงพอใจมากที่สุด
ความเหมาะสมของขนาดเครื่อง เคลื่อนย้ายสะดวก	4.40	0.53	ความพึงพอใจมาก
วัสดุในการสร้างเครื่องที่เหมาะสม	4.40	0.49	ความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.43	0.52	ความพึงพอใจมาก

จากตารางที่ 1 พบว่าความพึงพอใจผู้ใช้งานด้านกายภาพของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ โดยรวมอยู่ที่ระดับ “ความพึงพอใจมาก” ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.52) โดยผู้ใช้อุปกรณ์มีความเห็นส่วนใหญ่สอดคล้องกันเนื่องด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1.0 และหวัข้อย่อย ความสวยงามเหมาะสมกับการใช้งาน มีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$)

ผลการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ แสดงดังตารางที่ 2 ประกอบไปด้วย 5 ข้อย่อยคือ 1) มีความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน 2) ใช้พื้นที่ในการติดตั้งที่เหมาะสม ไม่กีดขวางการปฏิบัติหน้าที่ 3) ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน 4) มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน 5) มีอัตราการกวดเจลแอลกอฮอล์ในปริมาณที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจผู้ใช้งานด้านการใช้งานของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

รายละเอียด	\bar{X}	S.D.	แปลผล
มีความสะดวกในการติดตั้งใช้งาน	4.48	0.50	ความพึงพอใจมาก
ใช้พื้นที่ในการติดตั้งที่เหมาะสม ไม่กีดขวางการปฏิบัติหน้าที่	4.72	0.45	ความพึงพอใจมากที่สุด
ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน	4.70	0.46	ความพึงพอใจมากที่สุด
มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้	4.98	0.14	ความพึงพอใจมากที่สุด
มีอัตราการกวดเจลแอลกอฮอล์ในปริมาณที่เหมาะสม	4.80	0.40	ความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.74	0.39	ความพึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าความพึงพอใจผู้ใช้งานโดยรวมด้านการใช้งานของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ อยู่ที่ระดับ “ความพึงพอใจมากที่สุด” ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.39) โดยผู้ใช้อุปกรณ์มีความเห็นส่วนใหญ่สอดคล้องกันเนื่องด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1.0 และหัวข้อย่อย 2) 3) 4) และ 5) มีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, $\bar{X} = 4.70$, $\bar{X} = 4.98$, $\bar{X} = 4.80$)

ผลการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจด้านการซ่อมบำรุงรักษา แสดงดังตารางที่ 3 ประกอบไปด้วย 3 ข้อย่อยคือ 1) ซ่อมบำรุงได้โดยง่าย 2) การถอดและประกอบเครื่องมีความเหมาะสม และ 3) การทำความสะอาดและเติมเจลแอลกอฮอล์ทำได้โดยง่าย

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจผู้ใช้งานด้านการซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

รายละเอียด	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ซ่อมบำรุงได้โดยง่าย	3.98	0.55	ความพึงพอใจมาก
การถอดและประกอบเครื่องมีความเหมาะสม	4.34	0.52	ความพึงพอใจมาก
การทำความสะอาดและเติมเจลแอลกอฮอล์	4.66	0.48	ความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.32	0.52	ความพึงพอใจมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจผู้ใช้งานโดยรวมด้านการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ อยู่ที่ระดับ “ความพึงพอใจมาก” ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.52) โดยผู้ใช้อุปกรณ์มีความเห็นส่วนใหญ่สอดคล้องกันเนื่องด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1.0 และหัวข้อย่อยสองหัวข้อ มีความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.98$, $\bar{X} = 4.34$) และมีความพึงพอใจมากที่สุดคือการทำความสะอาด ($\bar{X} = 4.66$)

หลังจากที่ได้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งสามด้านนั้นคือ 1) ด้านกายภาพของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ 2) ด้านการใช้งานของเครื่องปกเนื้อมะขามหวานสุก และ 3) ด้านการซ่อมบำรุงรักษา สามารถแสดงถึงความพึงพอใจโดยรวมได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ

รายละเอียด	\bar{X}	S.D.	แปลผล
ด้านกายภาพของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ	4.43	0.52	ความพึงพอใจมาก
ด้านการใช้งานของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ	4.74	0.39	ความพึงพอใจมากที่สุด
ด้านการซ่อมบำรุงรักษา	4.32	0.52	ความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.49	0.48	ความพึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการประเมินโดยรวมของความพึงพอใจเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ อยู่ที่ระดับ “ความพึงพอใจมาก” ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.48) โดยผู้ใช้อุปกรณ์มีความเห็นส่วนใหญ่สอดคล้องกันเนื่องด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1.0 และด้านการใช้งานของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติ มีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$)

อภิปรายผล

โดยรวมของเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติสามารถดำเนินการได้โดยง่าย มีการใช้อุปกรณ์วัสดุที่สามารถนำมาพัฒนาให้มีความแข็งแรงเทียบเท่าอุปกรณ์สำเร็จรูปที่มีราคาแพง และมีการประยุกต์ใช้วงจรการทำงานอย่างง่ายเพื่อมาช่วยควบคุมการทำงานได้ ผลจากการการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โดยรวมมีความพึงพอใจมาก โดยความพึงพอใจด้านการใช้งานของเครื่องมีความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านกายภาพและการซ่อมบำรุงรักษามีความพึงพอใจมาก

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยชิ้นนี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัส เป็นเครื่องสำหรับทดลองใช้ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 50 คนและได้ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของเครื่อง ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในเครื่องกวดเจลแอลกอฮอล์อัตโนมัติอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.49$) และมีความพึงพอใจมากที่สุดในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.74$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ต้นแบบการกดหัวบีบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบเครื่องกดในแบบอื่นที่แตกต่างไปได้
2. เมื่อเสียบเครื่องจ่ายไฟให้เครื่องกดค้างไว้เป็นระยะเวลานาน ทำให้การทำงานของเครื่องติดขัด ควรมีการถอดปลั๊กของเครื่องเมื่อไม่ได้ใช้งาน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถเพิ่มเติมการให้กระแสไฟในระบบด้วยแบตเตอรี่ เพื่อเพิ่มความสะดวก เคลื่อนย้ายและทำงานได้ในทุกสถานที่
2. วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานสามารถเลือกวัสดุที่มีความทนทานต่อการใช้งานในระยะยาว เพื่อค่าวัสดุในการซ่อมแซมในแต่ละครั้ง

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา.(2540). การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ. กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสาร.
- กรมควบคุมโรค.(2564). รายงานสถานการณ์ โควิด-19 <<https://covid19.ddc.moph.go.th/>> (สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2564)
- กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตมีเดีย.
- จิราวุธ วารินทร์. (2563). Arduino Uno + ตัวอย่างงาน IoT. กรุงเทพฯ: รีไวว่า.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2549). เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย: แนวทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: บริษัทไทเนรมิตกิจ อินเทอร์เน็ตโปรดักส์ จำกัด.
- นพ มหิษานนท์. (2563). Arduino Smart Home Projects. นนทบุรี: คอร์ฟิ่งชั่น.
- Kampf, G.; Kramer, A. (2004). Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. *Clin. Microbiol. Rev.* 2004, 17(4), 863–893.
- Situation Update Worldwide. (2021). 14-day COVID-19 case notification rate per 100,000, weeks 51-52. <<https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases>> (accessed on 5 January 2021).
- WHO Thailand. (2020). Coronavirus (Thailand). *World Health Organization Online*. <<https://www.who.int/thailand/health-topics/coronavirus>> (accessed on 5 January 2021).