

# อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิบุคคลพร้อมด้วยระบบจดจำและบันทึกใบหน้าอัตโนมัติ

## Personal Temperature Measuring Device with Face Recognition and Automatic Recording

<sup>1</sup>จิรัชศักดิ์ หมวดโพธิ์กลาง, <sup>2</sup>วัชรพงศ์ เกตุปาน

<sup>1</sup>Jeerasak Moudpoklang, <sup>2</sup>Watcharapong Ketpan

<sup>1</sup>ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหกรรม

<sup>1</sup>Mechanical Engineering Department Mechanical and Industrial Engineering Division

<sup>2</sup>ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโยธา

<sup>2</sup>Electrical Engineering Department Electrical and Civil Engineering Division

กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

Faculty of Academic Navamida Kasatriyadhiray Royal Air Force Academy

<sup>1</sup>jeerasak\_m@rtaf.mi.th, <sup>2</sup>watcharapong\_ketpan@rtaf.mi.th

Received : November 5, 2020

Revised : December 24, 2020

Accepted : December 28, 2020

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิบุคคลพร้อมด้วยระบบจดจำและบันทึกใบหน้าโดยอัตโนมัติ โดยการบูรณาการการทำงานระหว่างเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิบุคคลแบบอินฟราเรด เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิห้อง และเซ็นเซอร์ระยะ แล้วทำการสอบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดอุณหภูมิบุคคลอัตโนมัติกับปรอทวัดไข้ ในอุปกรณ์ดังกล่าวยังมีการพัฒนาระบบจดจำใบหน้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนพื้นฐานภาษาไพทอน เพื่อใช้สำหรับบันทึกใบหน้าบุคคลที่รับการตรวจวัดอุณหภูมิ จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถทำการวัดอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำ มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่  $\pm 0.3$  องศาเซลเซียส และสามารถจดจำใบหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยความแม่นยำอยู่ที่ 90%

**คำสำคัญ:** เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไร้การสัมผัส , ระบบจดจำใบหน้า, เชื้อไวรัส COVID-19

### Abstract

This paper presents the study and development of a personal temperature measuring device with face recognition and automatic recording. By integrating an infrared temperature sensor, ambient temperature sensor, and distance sensors, the automatic personal temperature measurement equipment is developed and performs the temperature calibration using this automatic human thermometer against a conventional thermometer. The facial recognition system based on python programming is also applied for recording of people receiving temperature measurements. Experimental results show that the temperature measuring device's performance has been improved, which can make accurate temperature measurements. The device has average temperature error of  $\pm 0.3$  degrees Celsius and efficiently recognizes faces with an accuracy of 90%.

**Keywords:** Noncontact Temperature, Face recognition, COVID-19

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันสถานการณ์ของเชื้อไวรัส COVID-19 ระบาดทั่วโลก และส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง โดยมีผู้ติดเชื้อมากกว่า 45 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตมากกว่า 1 ล้านคนทั่วโลก [1] ซึ่งเชื้อไวรัส COVID-19 เป็นไวรัสในวงศ์ใหญ่ที่เป็นสาเหตุของโรคทั้งในสัตว์และคน ทำให้เกิดโรกระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่โรคหัดธรรมดาจนถึงโรคที่มีอาการรุนแรง เช่น โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง (MERS) และโรกระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันร้ายแรง (SARS) ซึ่งผู้ติดเชื้อไวรัส COVID-19 จะมีอาการเริ่มแรกคือเป็นไข้ อ่อนเพลีย และไอแห้ง ผู้ติดเชื้อส่วนใหญ่ (ประมาณร้อยละ 80) หายจากโรคนี้ได้โดยไม่ต้องรับการรักษาเป็นพิเศษ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่อาการรุนแรงจนถึงขั้นทำให้เสียชีวิต ในส่วนใหญ่อายุอยู่ในผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัว (เช่น หอบหืด เบาหวาน หรือโรคหัวใจ) อาจมีความเสี่ยงที่อาการป่วยจะรุนแรงมากขึ้น

อาการเริ่มแรกของผู้ที่ติดเชื้อไวรัส COVID-19 จะมีไข้โดยร้อยละ 80 ของอาการทั้งหมด [2] โดยช่องทางหลักในการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 จากคนสู่คนมาจากการไอจาม การขี้น้ำ การสัมผัสใบหน้า และปาก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสใบหน้า ขี้น้ำ และจาม สัมผัสปาก และรักษาระยะห่าง (Social Distancing) อย่างน้อย 1-2 เมตร เพื่อให้พ้นระยะการสัมผัสละอองเสมหะ (ถ้าจำเป็นต้องใกล้ชิด ต้องสวมเครื่องป้องกันตา จมูกปาก และล้างมือทุกครั้ง)

ในช่วงต้นปี พ.ศ.2563 ที่ผ่านมามีเกิดการระบาดของเชื้อ COVID-19 อย่างรุนแรงในประเทศไทย โดยมีผู้ติดเชื้อ COVID-19 มากกว่า 1500 ราย พลอากาศเอก มานัต วงษ์วาทย์ อดีตผู้บัญชาการทหารอากาศ (ดำรงตำแหน่ง 1 ตุลาคม

พ.ศ.2562 – 30 กันยายน พ.ศ.2563) ได้สั่งการให้ทหารอากาศทุกนาย ทำการรวบรวมนวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อต่อสู้กับเชื้อไวรัส COVID-19 อาทิเช่น หุ่นยนต์เพื่อการพยาบาลผู้ป่วย COVID-19 (น้องถาดหลุม)[3] เป็นต้น

จากที่มาและความสำคัญของปัญหา ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิบุคคลพร้อมด้วยระบบจดจำและบันทึกใบหน้าโดยอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดการสัมผัสเชื้อจากคนสู่คน ซึ่งเป็นการคัดกรอง ลดการแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 และช่วยลดความเสี่ยงในการติดเชื้อของบุคลากรทางการแพทย์อีกด้วย

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายของมนุษย์โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส

2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบจดจำใบหน้าสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่มีการสัมผัส

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีการวัดอุณหภูมิทางการแพทย์ [4]

อุณหภูมิร่างกายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ เพราะเป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าแต่ละบุคคลมีความผิดปกติหรือมีอาการป่วยเป็นไข้เกิดขึ้นหรือไม่ โดยปกติแล้วในการวัดอุณหภูมิร่างกาย ทางแพทย์จะกระทำอยู่ 4 ตำแหน่งของร่างกายด้วยกันคือ บริเวณใต้รักแร้ ช่องปาก ทวาร และช่องหู โดยแต่ละตำแหน่งของร่างกายจะให้ช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกาย

| ตำแหน่งของร่างกาย | ช่วงอุณหภูมิปกติ |
|-------------------|------------------|
| ใต้รักแร้         | 34.7 – 37.3      |
| ช่องปาก           | 35.5 – 37.5      |
| ทวารหนัก          | 36.6 – 38.0      |
| ช่องหู            | 35.8 – 38.0      |

การวัดอุณหภูมิทางการแพทย์นั้นจะใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทวัดอุณหภูมิของร่างกายโดยจะมีหลักในการพิจารณาดังนี้ ถ้าใช้ปรอทวัดอุณหภูมิจากบริเวณใต้แขน โดยจะหนีบปรอทแน่นนาน 3 นาที อ่านอุณหภูมิเกิน 37.3 องศาเซลเซียส ถือว่ามีไข้ ถ้าเป็นการวัดในช่องปาก กระทำโดยการอมปรอทไว้ที่ใต้ลิ้น โดยจะอมไว้นาน 2 นาที ถ้าอ่านอุณหภูมิได้เกิน 37.8 องศาเซลเซียส ถือว่ามีไข้ และถ้าเป็นการวัดทางทวารหนัก โดยต้องสอดเข้าไปในช่องทวารหนักไว้ประมาณ 2 นาที ถ้าอ่านอุณหภูมิได้เกิน 38 องศาเซลเซียส จึงจะถือว่าไข้

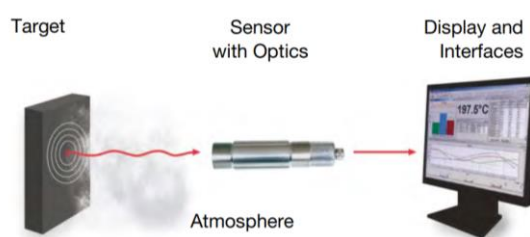
อุณหภูมิที่วัดได้จากบริเวณช่องปาก ทวารหนัก และช่องหูจะให้ค่าออกมาใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่แท้จริงของร่างกายมากที่สุด ส่วนการวัดบริเวณใต้แขนจะน้อยกว่าการวัดบริเวณใต้ลิ้นอยู่ 0.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทวัดอุณหภูมิของร่างกายบริเวณใต้แขนจะต้องบวกเพิ่ม 0.5 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิที่วัดได้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิร่างกายมากที่สุดซึ่งส่วนการวัดอุณหภูมิจากหน้าผากจะต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ซึ่งก็คือเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายแบบไม่สัมผัส ซึ่งหากใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมาวัดไข้ที่ตำแหน่งนี้จะเป็นที่ยากต่อการวัดและไม่เหมาะต่อการวัดที่หน้าผาก และเครื่องมือที่ใช้วัดไข้กันอยู่ปัจจุบันก็คือแบบปรอทซึ่งจะต้องใช้เวลานานในการวัดใช้กว่าที่จะรู้อุณหภูมิที่แท้จริงของร่างกาย ส่วนเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายแบบไม่สัมผัสนี้จะง่ายต่อการวัดอุณหภูมิของร่างกายใช้เวลาที่น้อยกว่าในการวัดอุณหภูมิจากปรอท และปลอดภัยจากการติดเชื้อจากโรคผิวหนังได้

### 3.2 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรด

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรด (Infrared Thermometer) [5] เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิที่ผิวของวัตถุ ซึ่งเป็นการวัดแบบไม่สัมผัสและไม่ทำลายวัตถุ ทำงานโดยอาศัยหลักการแผ่รังสีอินฟราเรดออกจากวัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 1 รังสีอินฟราเรดนั้นอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ประเภทหนึ่งเช่นเดียวกับรังสีแกมมา (Gamma Rays), รังสีเอ็กซ์ (X Rays), รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) , แสง (Visible Light) , คลื่นไมโครเวฟ (Microwaves) และคลื่นวิทยุ (Radio Waves) รังสีอินฟราเรดจะมีคลื่นความถี่อยู่ในช่วง  $10^{11}$ - $10^{14}$  เฮิรตซ์ และมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1-1000 ไมโครเมตร

ส่วนประกอบหลักของเครื่องมือวัดชนิดนี้ประกอบด้วย เลนส์, ตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรด (Infrared Detector or Sensor) วงจรอิเล็กทรอนิกส์และส่วนแสดงผล โดยหลักการทำงานจะเริ่มจากตัวตรวจจับรังสีอินฟราเรดทำหน้าที่รับรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกจากวัตถุเป้าหมายผ่านเลนส์ของเครื่องมือวัด แล้วแปลงรังสีอินฟราเรดเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า โดยรังสีอินฟราเรดที่ตัวตรวจจับรับไปนั้นประกอบด้วยรังสีที่วัตถุเป้าหมายแผ่ออกมา รวมทั้งรังสีที่แผ่จากวัตถุอื่นหรือจากสิ่งแวดล้อมสะท้อนออกจากผิวของวัตถุเป้าหมาย จากนั้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่รับมาจากรับตัวตรวจจับและนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล โดยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรดแสดงผลออกมาในรูปของตัวเลข ซึ่งการแปลงรังสีอินฟราเรดที่เซนเซอร์ตรวจจับได้ให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิอาศัยกฎของ Planck (Planck's Law) [6] และกฎของ Stefan-Boltzmann (Stefan-Boltzmann's Law) [7]

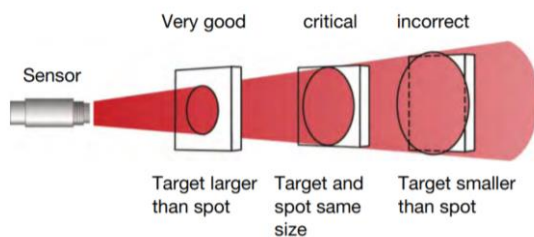


รูปที่ 1 หลักการทำงานของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด

ค่าความถูกต้องของอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรดขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะพื้นผิวของวัตถุเป้าหมายหรือวัตถุที่ต้องการวัดอุณหภูมิ โดยวัตถุต่างชนิดกันหรือมีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกันจะมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี (Emissivity,  $\epsilon$ ) และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน

รังสีของผิววัตถุ (P) ต่างกัน วัตถุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำจะเปล่งรังสีได้ต่ำ แต่จะสะท้อนรังสีได้สูง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสี ของผิวร่างกายมนุษย์จะอยู่ที่ 0.98 ค่าความผิดพลาด (Error) ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการเคลื่อนที่ของรังสีผ่านตัวกลาง เช่น อากาศที่มีไอน้ำ คิว ก๊าซหรือฝุ่นละอองกระจายอยู่สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ดูดซับพลังงานบางส่วนจากรังสีก่อนถึงตัวเครื่องมือวัด ทำให้พลังงานที่เซนเซอร์ตรวจจับได้มีค่าลดลง ค่าที่วัดได้จึงคลาดเคลื่อน

ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคทำให้การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมมิเตอร์ชนิดอินฟราเรดเกิดค่าความผิดพลาดคืออัตราส่วนระหว่างระยะห่างของวัตถุกับเครื่องมือวัด (D) และพื้นที่การวัด (Spot Size, S) หรือ D:S ซึ่งแสดงถึงระยะห่างที่เหมาะสมของการวัดดังแสดงในรูปที่ 2 คุณสมบัติข้อนี้เป็นคุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือวัด โดยหากจุดที่ต้องการวัดอุณหภูมิ (Measured Spot) มีขนาดเล็กมาก หรือมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ของการวัด จะทำให้อุณหภูมิรอบข้างที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปรวมอยู่ในพื้นที่ของการวัดด้วย ซึ่งเมื่ออ่านค่าพลังงานที่วัดได้จะมีค่าอุณหภูมิที่คลาดเคลื่อนจากค่าที่แท้จริงเป็นต้น



รูปที่ 2 ระยะห่างที่เหมาะสมของการวัดอุณหภูมิโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบอินฟราเรด

#### 4. การดำเนินการวิจัย

4.1 ออกแบบขั้นตอนการวัดอุณหภูมิและบันทึกใบหน้าของผู้เข้าวัดการตรวจวัดอุณหภูมิ โดยมีขั้นตอนแสดงในรูปที่ 3

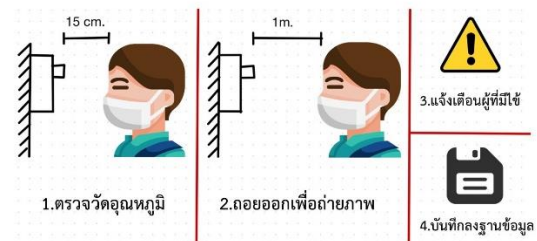
4.1.1 ทำการตรวจวัดอุณหภูมิ โดยนำหน้าผากเข้าไปใกล้เครื่องวัดอุณหภูมิที่ระยะ 10-15 เซนติเมตร

ระบบจะทำการวัดอุณหภูมิอัตโนมัติเมื่อเข้าระยะที่ได้กำหนดไว้

4.1.2 จากนั้นทำการถอยออกมาประมาณ 1 เมตร เพื่อทำการถ่ายภาพ จดจำและบันทึกใบหน้าแบบอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมจดจำและบันทึกใบหน้าที่ได้พัฒนาขึ้น

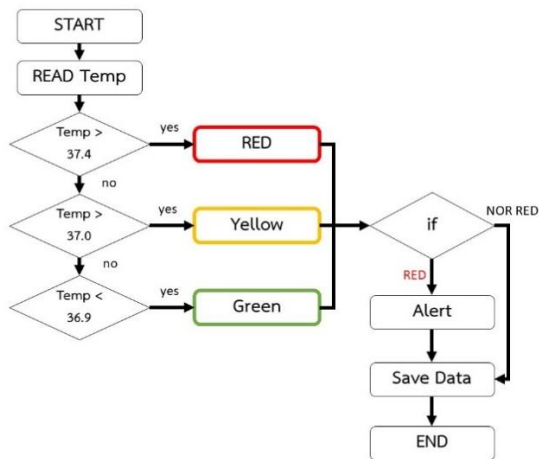
4.1.3 จากนั้นระบบจะแจ้งเตือนด้วยการใช้สี ในกรณีถ้าพบบุคคลที่มีไข้ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิเกิน 37.4 องศาเซลเซียส จะทำการแจ้งเตือนในรูปแบบของสีแดง บุคคลที่มีความเสี่ยงซึ่งมีอุณหภูมิร่างกายระหว่าง 37.0 - 37.4 องศาเซลเซียส จะทำการแจ้งเตือนในรูปแบบของสีเหลือง และจะแสดงผลสำหรับบุคคลที่ปกติเมื่ออุณหภูมिन้อยกว่า 37.0 องศาเซลเซียส

4.1.4 สุดท้ายระบบจะทำการบันทึกใบหน้าและอุณหภูมิของบุคคล โดยเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล (Folder) เฉพาะของแต่ละบุคคล เพื่อเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการสืบค้นย้อนหลังต่อไป



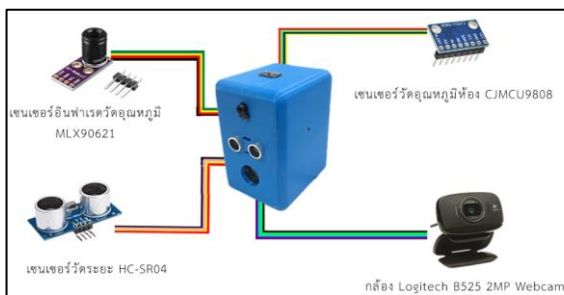
รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ จดจำและบันทึกใบหน้า

จากขั้นตอนดังกล่าวนำมาซึ่งการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมตรวจวัดอุณหภูมิ จดจำ และบันทึกใบหน้า ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีการทำงานตามแผนผังดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมวัดอุณหภูมิ จดจำ และบันทึกไปหน้าอัตโนมัติ

4.2 ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิพร้อมด้วยระบบจดจำและบันทึกไปหน้า โดยอุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิห้อง (Ambient Temperature) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิร่างกายแบบอินฟราเรด ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิอยู่ ที่  $\pm 0.3$  องศาเซลเซียส เซนเซอร์วัดระยะซึ่งใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ และกล้องซึ่งใช้สำหรับถ่ายภาพบุคคลที่มาทำการวัดอุณหภูมิ ซึ่งแผนภาพของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพของอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ จดจำ และบันทึกไปหน้าอัตโนมัติ

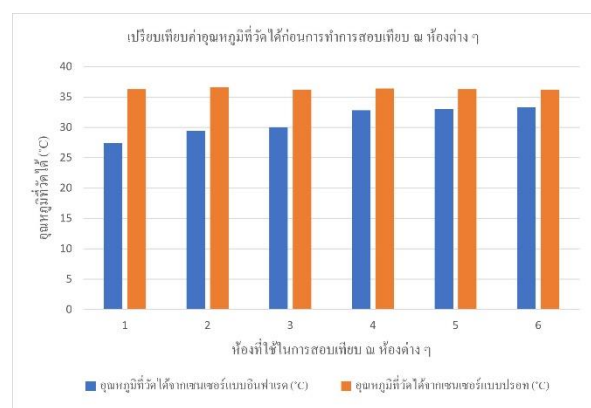
4.3 ทำการพัฒนาโปรแกรมรับค่าจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและเซนเซอร์วัดระยะบนพื้นฐานภาษา C ด้วย

โปรแกรม Arduino จากนั้นทำการสอบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิบุคคลโดยกับปรอทวัดไข้ โดยทำการสอบเทียบ ณ อุณหภูมิห้องในช่วงอุณหภูมิ 24 – 32 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดอุณหภูมิตามห้องต่าง ๆ ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันในอาคารปฏิบัติการ CDIO โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช โดยทำการวัดอุณหภูมิทั้งสิ้น 6 จุด ดังนี้ 1. จุดที่แอร์ตก 2. ห้องตรงกลาง 3. จุดที่แอร์ไม่ตก 4. ห้องทางซ้าย 5. ห้องทางขวา 6. ห้องด้านหลัง ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ห้องที่ใช้สอบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด ณ อาคารปฏิบัติการ CDIO

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดอุณหภูมิด้วยเซนเซอร์แบบอินฟราเรดกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบปรอท และทำการจดบันทึก ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังรูป 7

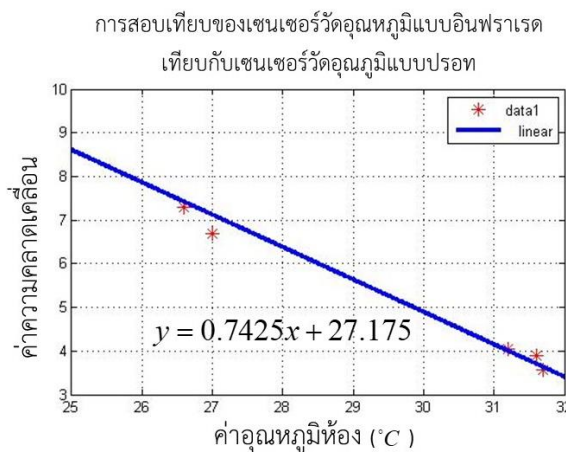


รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้ก่อนทำการสอบเทียบ ณ ห้องต่าง ๆ

จากนั้น นำค่าผลต่างระหว่างเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบปรอท เพื่อหาสมการเส้นตรงโดยวิธีการหาค่าสมการถดถอย[8] ดังแสดงในรูปที่ 8 เมื่อให้แกน x แสดงอุณหภูมิห้องที่ทำการวัด และแกน y คือค่าความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ทั้งสอง สมการเส้นตรงที่ได้แสดงในรูปที่ 8 นำไปสู่การหาสมการสำหรับการสอบเทียบเซนเซอร์อินฟราเรดคือ

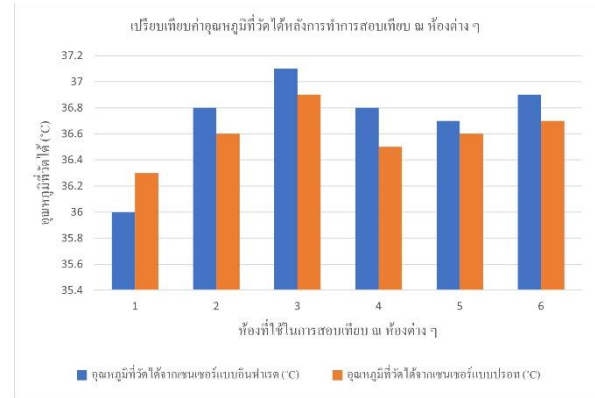
$$y = 0.7425x + 27.175 \quad (1)$$

เมื่อ x คือค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดและ y คือค่าอุณหภูมิที่ได้จากการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว ซึ่งผลจากการสอบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรดแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งมีค่าความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิอยู่ที่  $\pm 0.3$  องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบปรอท



รูปที่ 8 สมการที่ได้จากการสอบเทียบอุณหภูมิใน ห้องต่าง ๆ

๑



รูปที่ 9 กราฟเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้หลัง ทำการสอบเทียบ ณ ห้องต่าง ๆ

4.4 การพัฒนาโปรแกรมจดจำใบหน้า (Face Recognition Programming) เป็น โปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้น บนพื้นฐาน ภาษาไพทอน และใช้ไลบรารีของ OpenCV [9]โดยใช้รูปแบบอัลกอริทึม ในการตรวจจับและรู้จำใบหน้าคือ HOG (Histograms of Oriented Gradients)[10] ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการรวบรวมรูปภาพใบหน้าของผู้เข้ารับการทดสอบจำนวน 8 คน โดยมีลักษณะอารมณ์ บนใบหน้าที่แตกต่างกัน คนละ 200 รูป มาทำการฝึกฝน โมเดลด้วยเทคนิค HOG ซึ่งข้อมูลใบหน้า ที่นำมาใช้ในการฝึกฝนแสดงในรูปที่ 10 ข้อมูลใบหน้าของแต่ละบุคคลจะถูกเก็บอยู่ใน folder เฉพาะของแต่ละบุคคลดังแสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 10 ภาพผู้เข้ารับการทดสอบที่มีอารมณ์ทางสีหน้า หลากหลายแบบ

|      |                   |             |
|------|-------------------|-------------|
| Art  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Book | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Mek  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Nak  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Nat  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Shi  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Tae  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |
| Ton  | 7/19/2020 6:03 PM | File folder |

รูปที่ 11 Folder ชุดข้อมูลของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 8 คน

หลังจากทำการฝึกฝนข้อมูลใบหน้าเรียบร้อยแล้วจึงทำการทดสอบโปรแกรมจดจำใบหน้าที่ได้พัฒนาขึ้น โดยการนำภาพใบหน้าของผู้เข้ารับการทดสอบทั้ง 8 คน มาทดสอบระบุใบหน้าของแต่ละบุคคลซึ่งผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ภาพการนำรูปผู้เข้ารับการทดสอบมาใช้กับโปรแกรมระบุใบหน้า

4.5 ทำการทดสอบวัดอุณหภูมิ และโปรแกรม  
จดจำใบหน้า โดยการทำการทดสอบกับนักเรียนนายเรือ  
อากาศสาขาวิศวกรรมเครื่องกลจำนวน 8 คน โดยมีลำดับ  
ขั้นตอนการทดสอบดังนี้

4.5.1 ทำการวัดอุณหภูมิด้วยอุปกรณ์ที่  
พัฒนาขึ้นโดยการนำหน้าผากเข้าไปใกล้กับเซนเซอร์วัด  
อุณหภูมิแบบอินฟราเรดในระยะ 5-15 เซนติเมตร แสดง  
ในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ภาพผู้เข้ารับการทดสอบวัดอุณหภูมิแบบอินฟราเรด  
ในระยะ 5-15 เซนติเมตร

4.5.2 ทำการถ่ายภาพและบันทึกภาพใบหน้าและ  
 อุณหภูมิ โดยถอยออกมาประมาณ 1 เมตร เพื่อทำการ  
 ถ่ายภาพด้วยโปรแกรมจดจำและบันทึกใบหน้าที่พัฒนาขึ้น  
 ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 14 ภาพผู้เข้ารับการทดสอบถ่ายภาพด้วยโปรแกรมจดจำ  
และบันทึกใบหน้า

เมื่อบันทึกใบหน้าและระบุตัวตนเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนผู้ที่เข้ารับการทดสอบหากบุคคลผู้นั้นมีอุณหภูมิเกินกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนในรูปของสีแดงแสดงในรูปที่ 15 จากนั้นข้อมูลภาพใบหน้าและอุณหภูมิของบุคคลที่เข้ารับการทดสอบจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่แฟ้มข้อมูลเฉพาะของบุคคลนั้น และบันทึกชื่อไฟล์รูปในรูปแบบของ วัน เดือน ปี และเวลาที่ทำการทดสอบการวัดอุณหภูมิและบันทึกใบหน้า ดังแสดงในรูปที่ 16



รูปที่ 15 ภาพการแจ้งเตือนโดยใช้สีตามอุณหภูมิร่างกายของผู้ที่เข้ารับการทดสอบ



รูปที่ 16 ภาพไฟล์รูปที่บันทึกในฐานข้อมูล

4.5.3 ทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดอุณหภูมิโดยเปรียบเทียบกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบปรอท และหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการระบุใบหน้าของโปรแกรมจดจำใบหน้าที่ได้พัฒนาขึ้น จากนั้นทำการปรับปรุงให้มีความแม่นยำมากขึ้น สำหรับการนำไปใช้งานจริงต่อไป

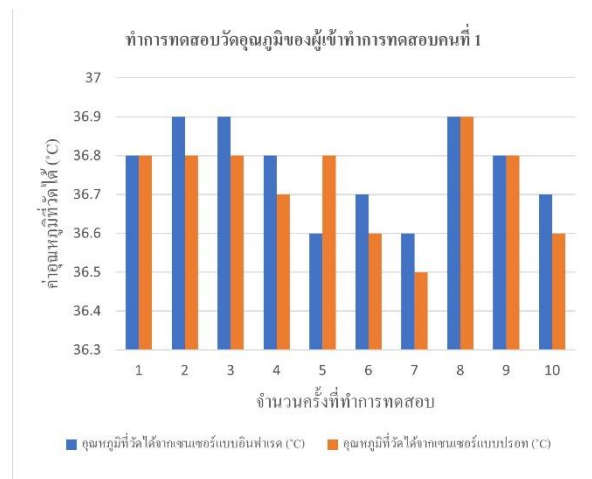
## 5. ผลการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ วิเคราะห์ และปรับปรุงโปรแกรมวัดอุณหภูมิและ โปรแกรมจดจำใบหน้ากับนักเรียนนายเรืออากาศชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่อง จำนวน 8 คน โดยทำการทดสอบในแต่ละคนจำนวน 10 ครั้ง โดยทำการทดสอบ วิเคราะห์ และสรุปผล หลังจากนั้นทำการแก้ไขปัญหาข้อขัดข้องที่ส่งผลกระทบต่อค่าความคลาดเคลื่อน โดยในการทดสอบแต่ละครั้งนั้นมีวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผลการทดสอบโปรแกรมวัดอุณหภูมิของบุคคลของผู้เข้ารับการทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่  $\pm 0.3$  องศาเซลเซียส ดังแสดงในรูปที่ 17 – 24 ซึ่งผลการทดสอบ เป็นที่ยอมรับในทางแพทย์ สามารถนำมาใช้งานได้จริงในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ด้านโปรแกรมจดจำใบหน้าที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น ได้ผลการทดสอบซึ่งมีความแม่นยำอยู่ที่ 90% ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งจากผลการทดสอบ

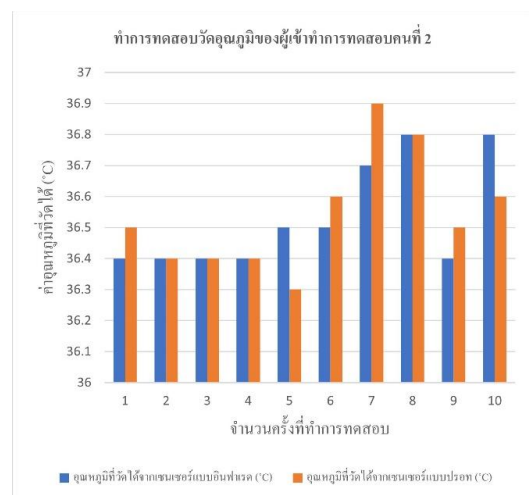
ดังกล่าวทำให้ทราบว่าโปรแกรมจดจำใบหน้าที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำมาใช้งานได้จริง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นเกิดได้จากหลายปัจจัย อาทิเช่น

- สภาพแสงจริงขณะทำการทดสอบ ไม่ใกล้เคียงกับสภาพแสงที่ได้ทำการเก็บภาพฐานข้อมูล
- ความละเอียดของกล้องที่ใช้ในการทำโปรแกรมจดจำใบหน้า
- จำนวนฐานข้อมูลที่ยังไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้

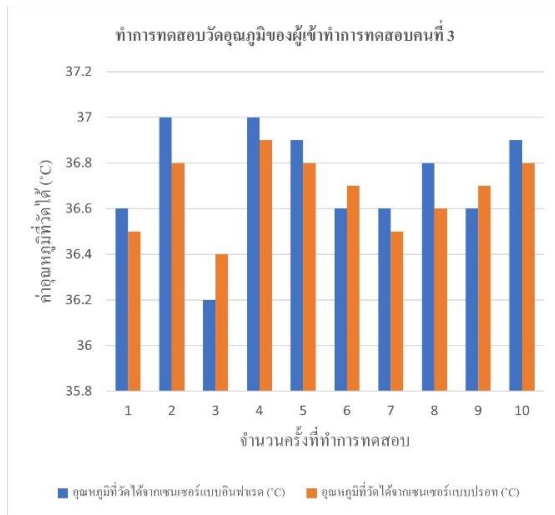
จากสาเหตุดังกล่าวคือปัจจัยที่นำไปสู่ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการพัฒนาโปรแกรมจดจำใบหน้าต่อไป



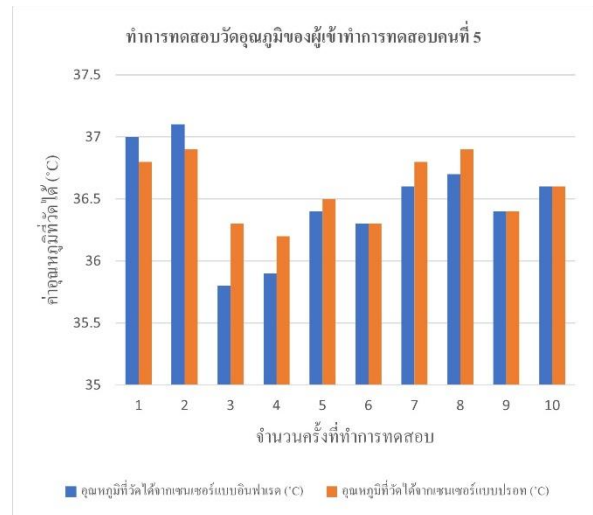
รูปที่ 17 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 1



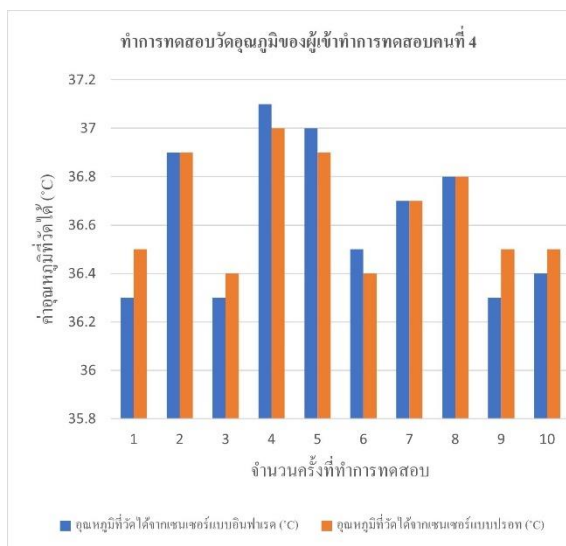
รูปที่ 18 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 2



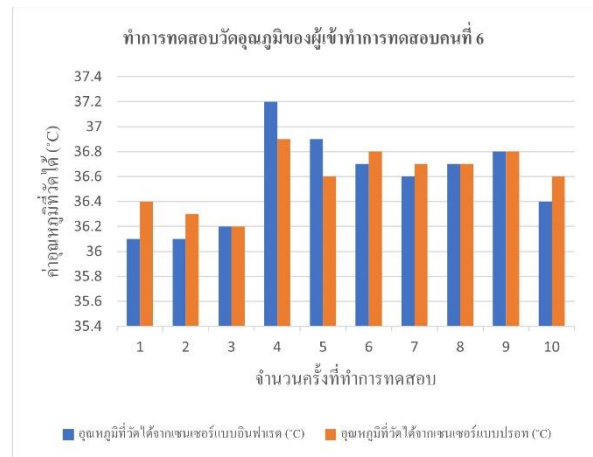
รูปที่ 19 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 3



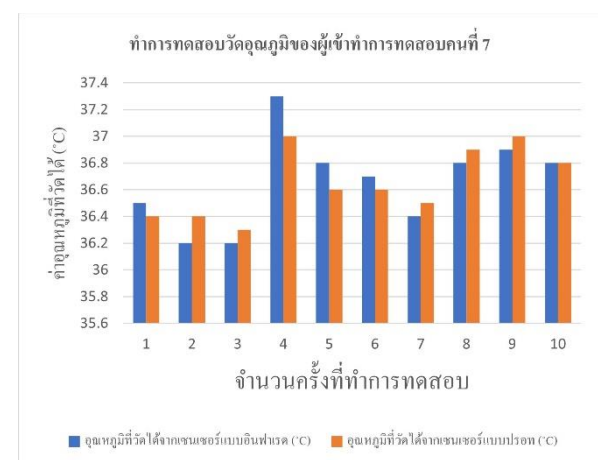
รูปที่ 21 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 5



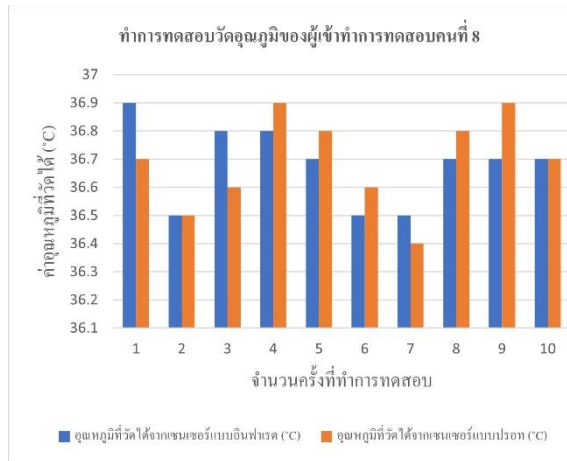
รูปที่ 20 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 4



รูปที่ 22 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 6



รูปที่ 23 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 7



รูปที่ 24 ผู้เข้ารับการทดสอบคนที่ 8

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการระบุและบันทึกใบหน้า

| ก<br>น<br>ที่ | จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|               | 1                       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |
| 2             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |
| 3             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗  |
| 4             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |
| 5             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓  |
| 6             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗  |
| 7             | ✗                       | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |
| 8             | ✓                       | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |

สัญลักษณ์ ✓ หมายถึง โปรแกรมสามารถระบุตัวตนได้ถูกต้อง

สัญลักษณ์ ✗ หมายถึง โปรแกรมไม่สามารถระบุตัวตนได้ถูกต้อง

## 6. สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัด

อุณหภูมิบุคคล พร้อมด้วยระบบจดจำและบันทึกใบหน้าอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดอุณหภูมิร่างกายของมนุษย์โดยไม่ต้องมีการสัมผัสหรือใกล้ชิดกับบุคคล โดยทำการออกแบบ สร้างอุปกรณ์ เพื่อใช้สำหรับการวัดอุณหภูมิ ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวัดอุณหภูมิบุคคล และทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับระบุและบันทึกใบหน้า

ขั้นตอนการดำเนินงานในงานวิจัยนี้ เริ่มจากศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการวัดอุณหภูมิบุคคลโดยไม่สัมผัส และทำการสร้างอุปกรณ์สำหรับการวัดอุณหภูมิ โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ หลังจากนั้นทำการทดสอบการวัดอุณหภูมิ โดยนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์มาเทียบกับปรอท จากนั้นทำการเปรียบเทียบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้มีค่าใกล้เคียงกับปรอทมากที่สุด และทำการพัฒนาโปรแกรมวัดอุณหภูมิบุคคล ทำการศึกษาทฤษฎีการตรวจจับใบหน้าโดยใช้ฮิสโตแกรมแบบ Histograms of Oriented Gradients (HOG) จากนั้นทำการพัฒนาโปรแกรมตรวจจับและบันทึกใบหน้า โดยพัฒนามาบนพื้นฐานภาษาไพทอน

จากการทดสอบการวัดอุณหภูมิบุคคล จดจำและบันทึกใบหน้าของผู้เข้ารับการทดสอบซึ่งได้แก่ นักเรียนนายเรืออากาศชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 8 คน สรุปได้ว่าการวัดอุณหภูมิในระยะไม่เกิน 15 เซนติเมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 0.3 องศาเซลเซียส และการระบุและบันทึกใบหน้า มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 90 เปอร์เซ็นต์

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Information on. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard.สืบค้น 29 ตุลาคม 2563, <https://covid19.who.int>
- [2] Information on. กรมควบคุมโรค.สืบค้น 29 ตุลาคม 2563, <https://ddc.moph.go.th/viralpneumonia/index.php>
- [3] Information on. นื่องลาดหลุม หุ่นยนต์พยาบาลลดความเสี่ยงแพทย์-พยาบาล. สืบค้น 29 ตุลาคม 2563, <https://www.pptvhd36.com/newsประเด็นร้อน/123924>
- [4] สุรินทร์ ตั้งปณิธานดี, วิมลรัตน์ ทองเชื้อ และ อรรถ จริตควร. (2015). การศึกษาความถูกต้องและแม่นยำ ของเครื่องวัดอุณหภูมิทางหูและหน้าผาก ในผู้ป่วยนอกมีไข้และอาสาสมัครไม่มีไข้.วารสารพยาบาลศาสตร์.33(4):103-113.

- [5] Raytek. (2016). The Principles of Noncontact Temperature Measurement. New York.
- [6] Planck, M. (1914). The Theory of Heat Radiation. Translated by Masius, M. (2nd ed.). P. Blakiston's Son & Co. OL 7154661M.
- [7] Stefan, J. (1879), Über die Beziehung zwischen der Wärmestrahlung und der Temperatur, Sitzungsberichte der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften (in German), 79: 391–428
- [8] Khushbu Kumari. (2018). Linear regression analysis study. Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences 4(1):33-36.
- [9] Information on. The OpenCV Library.สืบค้น 25 ตุลาคม 2563, <https://opencv.org/>.
- [10] Khushwant Sehra, Ankit Rajpal, Anurag Mishra and Girija Chetty. (2019). HOG Based Facial Recognition Approach Using Viola Jones Algorithm and Extreme Learning Machine. Computational Science and Its Applications.