

ระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือ ผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

Patient's Symptom Levels of Coronavirus-19 Identification through Finger Movements Using Artificial Intelligence

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์* เชาวลิต จันภิรมย์ ศักดิ์ชัย ช่างอุดม ภัทรนนท์ เจษฎาประสิทธิ์
และ ธนพล บุญริ้ว

Aekkarat Suksukont*, Chaovarit Janpirom, Sakchai Changudom,
Phattharanon Jessadaprasit and Thanaphol Boonriw

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และนวัตกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
Computer Technology and Innovation, Faculty of Science and Technology, Southeast Bangkok College
Email: ekk_ele@hotmail.com โทร. 084-7261752

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการระบาดของไวรัสโคโรนา-19 ทำให้ประชาชนได้รับเชื้อและเจ็บป่วยด้วยโรคนี้เป็นจำนวนมาก จนทำให้บุคลากรทางการแพทย์ทำงานอย่างหนักและไม่สามารถดูแลผู้ป่วยได้อย่างทั่วถึง โดยที่อาการป่วยของแต่ละคนก็แตกต่างกันออกไป งานวิจัยนี้นำเสนอระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยระบบนี้จะทำการรับข้อมูลการขยับนิ้วมือ 1-5 จากกล้องวิดีโอ ระยะห่างจากกล้องวิดีโอไม่เกิน 2 เมตร จากนั้นใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผลจำนวนนิ้วมือของผู้ป่วย ระบบจะแสดงลักษณะอาการตามที่กำหนดไว้บนหน้าจอแสดงผล วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดบุคลากรทางการแพทย์เข้ามาสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยโดยตรง อีกทั้งยังช่วยติดตามอาการของผู้ป่วยเป็นระยะ ๆ จากการทดลองพบว่า เมื่อทดลองกับนิ้วมือข้างขวามีค่าความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 88.80% และทดลองกับนิ้วมือข้างซ้ายมีค่าความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 88.00% โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมากถึงพึงพอใจมากที่สุด ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไวรัสโคโรนา-19 ปัญญาประดิษฐ์ การตรวจจับนิ้วมือ การเรียนรู้จักรกล

Abstract

At present, there is an outbreak of coronavirus-19 causing many people to get infected and get sick with this disease. Medical personnel work hard and are unable to provide complete care to patients. Each person's illness is different. This research presents patient's symptom levels of coronavirus-19 identification through finger movements using artificial intelligence (AI). This system will receive 1-5 fingers up information from a video camera at a distance of not more than 2 meters. Then use artificial intelligence technology to process the number of fingers of the patient and then show the symptoms as defined on display. To prevent medical personnel from coming into direct contact with patients and also to help monitor the patient's symptoms periodically. The experiment, the fingers of the right hand average accuracy is 88.80% and experimented with the fingers of the left hand average accuracy is 88.00%. The survey respondents were satisfied with the satisfaction of the system users as the most satisfied, respectively.

Keywords : Coronavirus-19 symptom, Artificial Intelligence, Finger detection, Machine Learning.

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่ทันสมัยได้เกิดขึ้นมากมาย วิทยาการเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ก่อให้เกิดความสะดวกสบายและความรวดเร็วในการประมวลผลกับงานด้านต่าง ๆ เช่น การตรวจจับวัตถุหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ การวิเคราะห์หรือการพยากรณ์ทางสถิติ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการความสามารถในการรับรู้รูปร่างและการเคลื่อนไหวด้วยมือที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของผู้ใช้งานในการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น สามารถสร้างพื้นฐานสำหรับการทำความเข้าใจภาษามือและการควบคุมด้วยท่าทางของมือ เป็นต้น การรับรู้ข้อมูลของนิ้วมือแบบเรียลไทม์ที่ติดแน่นเป็นงานที่ทำหายอย่างยิ่งต่อผู้วิจัย เนื่องจากลักษณะท่าทางของนิ้วมือนั้นมักจะปิดบังตัวเองหรือปิดกันซึ่งกันและกัน เช่น การบดบังนิ้วมือ/ฝ่ามือ และการสั่นของมือ และมีรูปแบบที่ใช้ในการประมวลผลค่อนข้างสูงและซับซ้อน จากงานวิจัยของ (Shi F., *et al.*, 2021) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์ลักษณะอาการป่วยของคนไข้ที่ติดเชื้อจากไวรัสโคโรนา-19 อีกทั้งการประมวลผลแบบภาพถ่าย ข้อมูลภาพวิดีโอ (Tachaphetpiboon S., *et al.*, 2006) และ (Sukukont A., 2021) การประมวลผลแบบเวลาจริง (Xiao J., *et al.*, 2019) การตรวจจับวัตถุ (Saini A., *et al.*, 2021), (Ragunandan A., *et al.*, 2018) และ (Ju T.F., *et al.*, 2014) การตรวจจับบุคคลที่มีการเคลื่อนไหว (Mane S., *et al.*, 2018) และ (Kim W. J. *et al.*, 2011) และการประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับ Deep learning (Heo B., *et al.*, 2017) การนำเทคโนโลยี Media Pipe Hands เป็นโซลูชันการติดตามมือและนิ้วมือที่มีความเที่ยงตรงสูง รวมเข้ากับ Source code ที่เขียนขึ้นมาใช้การเรียนรู้ของระบบรวมกับการทำงานของฮาร์ดแวร์ (Machine learning) เพื่อวิเคราะห์ภาพแบบ 3 มิติของลักษณะนิ้วมือภายในเฟรมเดียว ในขณะที่แนวทางที่ล้ำสมัยในปัจจุบันอาศัยสภาพแวดล้อมของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพสำหรับใช้งานด้านการประมวลผลเป็นหลัก หรือแม้แต่วิธีการนำอุปกรณ์มือถือมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพแบบเรียลไทม์ได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้แนวคิดในการสร้างแบบจำลองในการรับรู้หมายเลข 1-5 จากลักษณะการขยับนิ้วมือ แทนลักษณะอาการป่วยในระดับที่แตกต่างกัน ในการจับภาพที่ระยะไม่เกิน 2 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อไวรัสโคโรนา-19 แพร่กระจายจากผู้ป่วยไปยังบุคลากรทางการแพทย์หรือผู้ที่ทำการดูแลรักษาผู้ป่วย ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความหวังว่างานวิจัยนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องและยังเป็นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้งานกันแพร่หลายมาสร้างงานวิจัยที่เป็นประโยชน์แก่สังคม

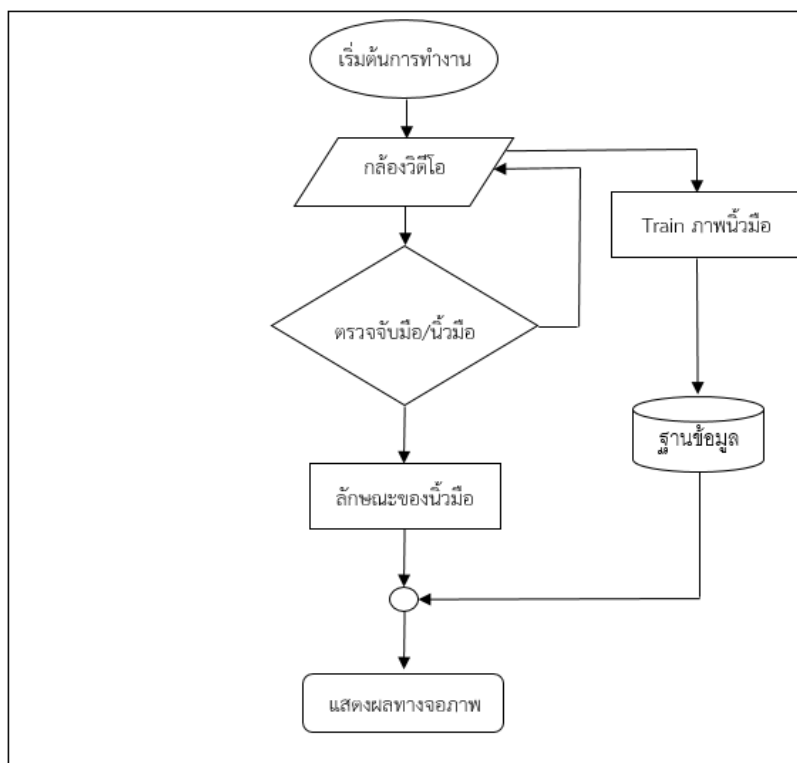
2. วิธีการทดลอง

2.1 การออกแบบระบบ

ในส่วนของการออกแบบระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ จำเป็นต้องศึกษาหลักการทำงานทั้งส่วนของการรับข้อมูล ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล ซึ่งระบบที่ออกแบบจะต้องได้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการออกแบบระบบการทำงานในส่วนต่าง ๆ ดังภาพที่ 1

ในการออกแบบระบบจะใช้กล้องวิดีโอเป็นตัวรับภาพ (Input) เพื่อตรวจจับมือแบบเรียลไทม์ โดยระบบจะทำการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนิ้วมือและตรวจจับนิ้วมือเป็นกรอบสี่เหลี่ยม เพื่อกำกับการทำงานของมือ โดยจะเคลื่อนไหวตามมือที่กล้องตรวจจับซึ่งจะแบ่งภาพเป็นเฟรม โดยการเทรน (Train) รูปภาพนั้นซ้ำ ๆ เข้ามาในระบบ และจะกำกับการเคลื่อนไหวนั้นเป็นไปตามการยกมือเพื่อระบุตัวเลข หลังจากทีระบุภาพเป็นแบบเฟรมต่อเฟรมแล้ว จากนั้นปรับแต่งเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการเร่งความเร็วของ GPU ในการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่อมาการนำภาพกับการเคลื่อนไหวของมือให้ทำงานตรงกัน โดยใช้หลักการตัดส่วนภาพ (Image cropping) ตัดส่วนของภาพที่ไม่ต้องการออกไป หรือตัดเอาพื้นที่ภาพที่ต้องการใช้งาน เช่น ถ้าเราถ่ายรูปมาหนึ่งภาพแล้วต้องการใช้เฉพาะตรงกลางของภาพ ไม่ต้องการบริเวณโดยรอบของภาพก็สามารถทำการครอบภาพส่วนที่ต้องการ เพราะต้องการเพียงที่จะตรวจจับ

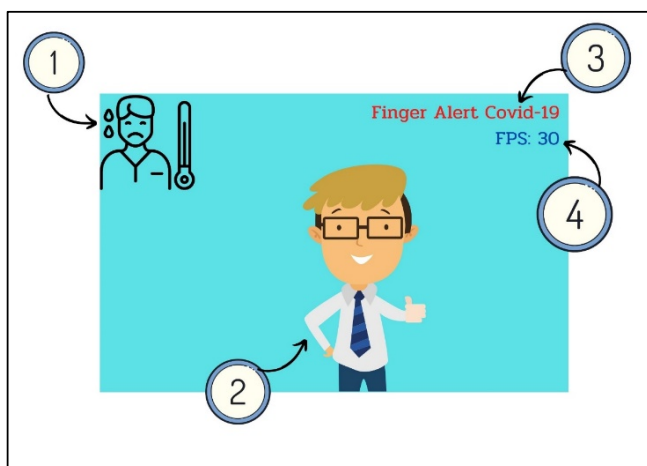
การเคลื่อนไหวของมือเท่านั้น หลังจากการครอบภาพการเคลื่อนไหวของมือแล้ว ต่อมาจะเป็นส่วนของรูปแบบการติดตามนิ้วมือ เพื่อตรวจจับท่าทางของนิ้วมือตามที่ระบุและแสดงผลออกสู่จอภาพ (Output) เพื่อแสดงผลให้เห็นในรูปแบบนั้น ๆ นั่นเอง



ภาพที่ 1 แผนผังการทำงานของระบบ

2.2 การออกแบบส่วนแสดงผล

หน้าจอแสดงผลเป็นการแสดงผลในรูปแบบกราฟิกและผู้ใช้สามารถเห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในลักษณะอาการที่แตกต่างกันออกไป ลักษณะที่ปรากฏบนจอแสดงผล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 หน้าต่างแสดงผลของระบบ

ส่วนของการแสดงผลแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ หมายเลข 1 คือ บอกถึงสถานะของอาการป่วย รวมทั้งรายละเอียดของอาการ หมายเลข 2 คือ รูปบุคคลที่แสดงผลในจอภาพและบอกอาการด้วยการใช้นิ้ว หมายเลข 3 คือ ชื่อแสดงถึงรูปแบบบนหน้าต่างแสดงผล และหมายเลข 4 คือ อัตรา Frame rate ของภาพ

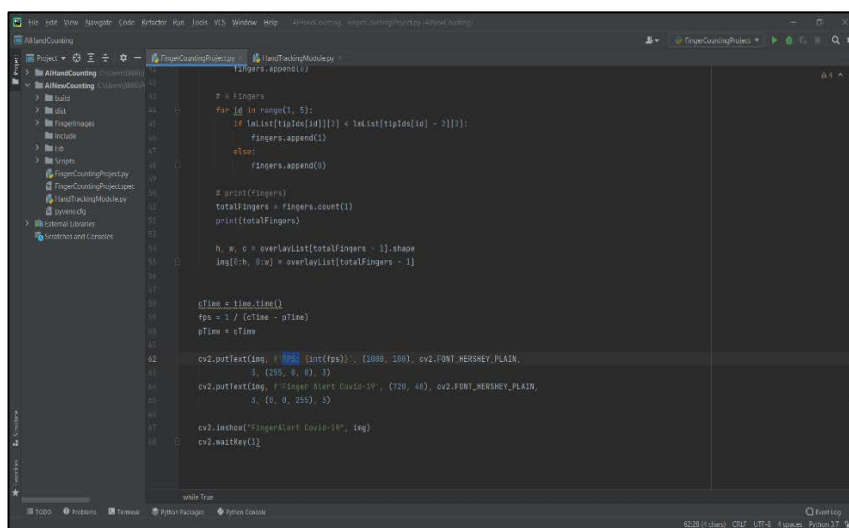
สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจจับนิ้วมือ ประเด็นสำคัญในการทดสอบครั้งนี้จะทำการตรวจจับนิ้วมือข้างซ้ายและนิ้วมือข้างขวามาทดสอบเปรียบเทียบกัน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาและปรับปรุงการทำงานของระบบและหาประสิทธิภาพความแม่นยำของการตรวจจับนิ้วมือต่อไป โดยลักษณะอาการและการแสดงผล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะอาการของผู้ป่วย ตามลำดับการใช้นิ้ว ตามหมายเลข 1-5

ลำดับ	ลักษณะรูปภาพที่แสดง	คำอธิบายรูปภาพ
1	  อาการโควิดเบื้องต้น อาการที่ 1 มีไข้เกิน 37.5 องศา 	อาการของผู้ป่วยไวรัสโคโรนา รูปที่ 1 - มีไข้เกิน 37.5 องศา
2	  อาการโควิดเบื้องต้น อาการที่ 2 สูญเสียการได้กลิ่น และรับรส 	อาการของผู้ป่วยไวรัสโคโรนา รูปที่ 2 - สูญเสียการได้กลิ่น - สูญเสียการรับรส
3	  อาการโควิดเบื้องต้น อาการที่ 3 เจ็บหน้าอก เหนื่อยหอบ หายใจลำบาก 	อาการของผู้ป่วยไวรัสโคโรนา รูปที่ 3 - มีอาการเจ็บหน้าอก - มีอาการเหนื่อยหอบ - มีอาการหายใจลำบาก
4	  อาการโควิดเบื้องต้น อาการที่ 4 ไอแห้ง ไอแบบมีเสมหะ 	อาการของผู้ป่วยไวรัสโคโรนา รูปที่ 4 - ไอแห้ง - ไอแบบมีเสมหะ
5	  อาการโควิดเบื้องต้น อาการที่ 5 ร่างกายอ่อนแรง อ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามตัว 	อาการของผู้ป่วยไวรัสโคโรนา รูปที่ 5 - ร่างกายอ่อนแรง - อ่อนเพลีย - ปวดเมื่อยตามตัว

2.3 ขั้นตอนการสร้าง

หลังจากออกแบบระบบแล้ว ผู้วิจัยได้นำโปรแกรม IV Cam ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เปลี่ยนโทรศัพท์สมาร์ทโฟนให้กลายเป็นกล้องวิดีโอคุณภาพสูง เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับ Windows PC จากนั้นเขียนโปรแกรมด้วย PyCharm community edition สำหรับใช้ในการเขียนภาษาไพธอน (Python) โดยโปรแกรมนี้นี้จะเขียนในส่วนของการคำสั่งเพื่อแสดงผลให้ระบบ Detection กับท่าทางของนิ้วมือผู้ป่วย



ภาพที่ 3 หน้าต่างสำหรับใช้เขียนโปรแกรม

2.4 ขั้นตอนการทดสอบระบบ

ในการทดสอบจะใช้กล้องตรวจจับนิ้วมือในลักษณะต่าง ๆ เป็นการชูนี้นับจำนวน 1-5 เพื่อบอกอาการและให้รูปภาพ Detection กับมือให้ตรงกับรูปภาพกับอาการของผู้ป่วย โดยทำการทดสอบทั้งมือข้างขวาและมือข้างซ้าย ดังนี้

การทดสอบกับมือขวา ระยะไม่เกิน 2 เมตร ห่างจากกล้อง

- 1) การทดสอบนิ้วชี้ เพื่อนับ 1
- 2) การทดสอบนิ้วชี้กับนิ้วกลาง เพื่อนับ 2
- 3) การทดสอบนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง เพื่อนับ 3
- 4) การทดสอบนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง นิ้วก้อย เพื่อนับ 4
- 5) การทดสอบ ทั้ง 5 นิ้ว เพื่อนับ 5

การทดสอบกับมือซ้าย ระยะไม่เกิน 2 เมตร ห่างจากกล้อง

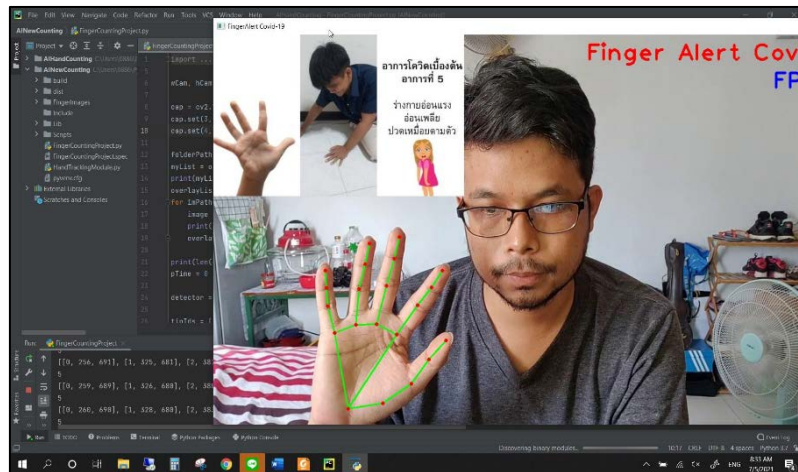
- 1) การทดสอบนิ้วชี้ เพื่อนับ 1
- 2) การทดสอบนิ้วชี้กับนิ้วกลาง เพื่อนับ 2
- 3) การทดสอบนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง เพื่อนับ 3
- 4) การทดสอบนิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง นิ้วก้อย เพื่อนับ 4
- 5) การทดสอบ ทั้ง 5 นิ้ว เพื่อนับ 5

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดลองการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ได้ทำการทดสอบกับบุคคลทั้งสิ้น จำนวน 50 คน โดยระยะของตัวผู้ป่วยห่างจากกล้องวิดีโอไม่เกิน 2 เมตร

เพราะเมื่อเวลาที่เราไปใช้จริงอาจทำการติดกล้องกับผนังของห้องผู้ป่วยหรือเชื่อมต่อสัญญาณภาพกับกล้องวิดีโอวงจรปิด (CCTV) ก็ได้ ตัวอย่างการตรวจจับและแสดงผลของอาการป่วย ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการทดสอบแสดงผลอาการของผู้ป่วย

ในการทดสอบจะใช้การขยับนิ้วมือระยะห่างจากกล้องวิดีโอไม่เกิน 2 เมตร เพื่อแก้ปัญหาในการจับภาพและป้องกันการรบกวนของวัตถุต่าง ๆ บริเวณรอบตัวของผู้ป่วย ผลการทดลองได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองกับนิ้วมือข้างขวา

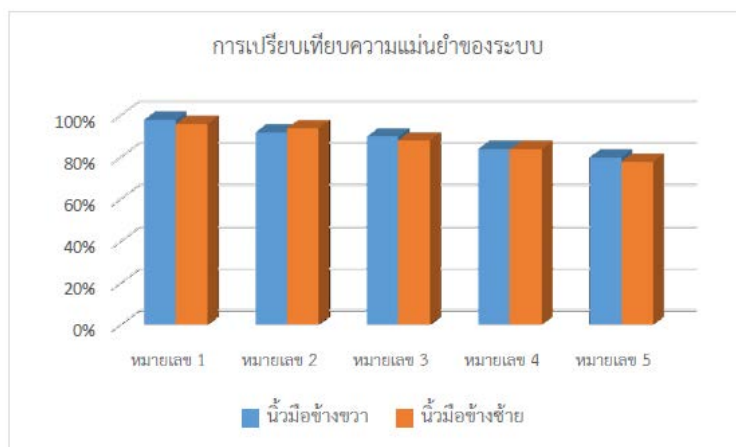
หมายเลข	ความแม่นยำ (50 ครั้ง)	คิดเป็น
1	49	98%
2	46	92%
3	45	90%
4	42	84%
5	40	80%
ความแม่นยำเฉลี่ย		88.80%

จากตารางที่ 2 เป็นการทดสอบระบบแสดงผลอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยในการทดลองกับนิ้วมือข้างขวา จำนวน 50 ครั้ง ในแต่ละหมายเลขได้ค่าแม่นยำของหมายเลข 1 อยู่ที่ 98% หมายเลข 2 ความแม่นยำอยู่ที่ 92% หมายเลข 3 ความแม่นยำอยู่ที่ 90% หมายเลข 4 ความแม่นยำอยู่ที่ 84% และหมายเลข 5 ความแม่นยำอยู่ที่ 80% โดยมีค่าความแม่นยำเฉลี่ย คิดเป็น 88.80%

ตารางที่ 3 ผลการทดลองกับนิ้วมือข้างซ้าย

หมายเลข	ความแม่นยำ (50 ครั้ง)	คิดเป็น
1	48	96%
2	47	94%
3	44	88%
4	42	84%
5	39	78%
ความแม่นยำเฉลี่ย		88.00%

จากตารางที่ 3 เป็นการทดสอบระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยในการทดลองกับนิ้วมือข้างซ้าย จำนวน 50 ครั้ง ในแต่ละหมายเลข ได้ค่าแม่นยำของหมายเลข 1 อยู่ที่ 96% หมายเลข 2 ความแม่นยำอยู่ที่ 94% หมายเลข 3 ความแม่นยำอยู่ที่ 88% หมายเลข 4 ความแม่นยำอยู่ที่ 84% และหมายเลข 5 ความแม่นยำอยู่ที่ 78% โดยมีค่าความแม่นยำเฉลี่ย คิดเป็น 88.00% การเปรียบเทียบความแม่นยำของนิ้วมือข้างซ้ายและนิ้วมือข้างขวาสามารถเขียนกราฟเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบความแม่นยำของระบบ

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

แบบสอบถามความพึงพอใจเป็นการประเมินผลด้านความแม่นยำของระบบ การนำระบบไปใช้งาน และลักษณะการใช้งานของโปรแกรม โดยสร้างแบบสอบถามตามหลักการของลิเคิร์ต สเกล ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้ตอบแบบสอบถามเป็นประชาชนทั่วไปและบุคลากรทางการแพทย์ จำนวน 20 ท่าน ซึ่งผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ที่มีความพึงพอใจมากและพึงพอใจมากที่สุด ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	X	σ	แปลผล
1. การประเมินระบบด้านความแม่นยำของระบบ	4.80	0.85	พึงพอใจมากที่สุด
2. การประเมินการนำระบบไปใช้งาน	4.20	0.60	พึงพอใจมาก
3. การประเมินลักษณะการใช้งานของโปรแกรม	4.40	0.65	พึงพอใจมาก

4. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบแสดงอาการของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้แนวคิดในการสร้างแบบจำลองในการรับรู้หมายเลข 1-5 จากลักษณะการขยับนิ้วมือ แทนอาการป่วยในแต่ละระดับ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการประมวลผล ซึ่งผลการทดลองกับนิ้วมือข้างขวาได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 88.80% และการทดลองกับนิ้วมือข้างซ้ายได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ยอยู่ที่ 88.00% โดยผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของระบบอยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมากถึงพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากขณะที่จับภาพนิ้วมือมีการเคลื่อนไหวของนิ้วมือหรือนิ้วมือไม่หยุดนิ่ง จึงทำให้กล้องวิดีโอไม่สามารถจับภาพได้ หรือแม้กระทั่งมีการรบกวนของภาพพื้นหลังที่มีแสงตกกระทบค่อนข้างมาก จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในส่วนของการประมวลผล

ทั้งนี้หากจะพัฒนาสามารถนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry Pi) ก็จะทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น หรืออาจนำไปใส่เสียงเพิ่มเติมเป็นระบบเสียงแจ้งเตือน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเฝ้าระวังอาการของผู้ป่วยก็จะทำให้ระบบนี้มีประสิทธิภาพที่สูงมากยิ่งขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- Chetverikov D. and A. Lerch. 2003. **Multiresolution Face Detection**. Theoretical Foundations of Computer Vision. 69: 131-140.
- Graf H.P., T. Chen, E. Petajan and E. Cosatto. 2005. **Locating Faces and Facial Parts**. Workshop Automatic Face and Gesture Recognition. 41-46.
- Heo B., K. Yun and J. Y. Choi. 2017. **Appearance and motion based deep learning architecture for moving object detection in moving camera**. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). 1827-1831.
- Ju T.F., W.M. Lu, K.H. Chen and J. Guo. 2014. **Vision-based moving objects detection for intelligent automobiles and a robustness enhancing method**. IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan. 75-76.
- Kim W. J. and I. O. Kweon. 2011. **Moving object detection and tracking from moving camera**. International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI). 758-759.
- Kotropoulos C. and I. Pitas. 2007. **Rule-Based Face Detection in Frontal Views**. Conference of Acoustics Speech and Signal Processing. 4: 2537-2540.
- Lee K. B. and H. S. Shin. 2019. **An application of a deep learning algorithm for automatic detection of unexpected accidents under bad CCTV monitoring conditions in tunnels**. International Conference on Deep Learning and Machine Learning in Emerging Applications (Deep-ML). 7-11.
- Mane S. and S. Mangale. 2018. **Moving object detection and tracking using convolutional neural networks**. International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). 1809-1813.
- Raghunandan A., R. P. Mohana and H. V. Ravish Aradhya. 2018. **Object detection algorithms for video surveillance applications**. International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP). 563-568.
- Saini A. and M. Biswas. 2019. **Object detection in underwater image by detecting edges using adaptive thresholding**. International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI). 628-632.
- Sakai T., M. Nagao and S. Fujibayashi. 1999. **Line Extraction and Pattern Detection in a Photograph**. Pattern Recognition. 1: 233-248.
- Shi F., J. Wang, J. Shi and etc. 2021. **Review of artificial intelligence techniques in imaging data acquisition segmentation and diagnosis for COVID-19**. IEEE Reviews in Biomedical Engineering. 14: 1-12.

- Sopasoap S. and J. Srinonchat. 2016. **Detection technique of the obstruction area in face recognition system based on YCbCr images**. The 8th conference of electrical engineering network of Rajamangala University of Technology. 557-560. (in Thai)
- Suksukont A. 2021. **Face detection and objects on eyes boundary using color model with image processing**. Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal. 14(1): 42-53. (in Thai)
- Tachaphetpiboont S. and T. Amornraksa. 2006. **Multi-modal tracking of faces for video communications**. Computer vision and pattern recognition. 1-5.
- Xiao J., S. Li and Q. Xu. 2019. **Video-Based Evidence Analysis and Extraction in Digital Forensic Investigation**. Deep Learning: Security and Forensics Research Advances and Challenges. 7: 5432-5442.
- Yang G. and T.S. Huang. 2004. **Human Face Detection in Complex Background**. Pattern Recognition. 27(1): 53-63.

(Received: 11/Aug/2021, Revised: 9/Dec/2021, Accepted: 16/Dec/2021)