รายงานการวิจัย

การพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันออฟฟิตซินโดรม โดยใช้การประมวลผลภาพ

The Development of Sitting Posture According to Ergonomics to Prevent an Office Syndrome Based on Image Processing

ปนัดดา	โสฬส	Panadda	Solod
ณปภัช	คงฤทธิ์	Napaphat	Kongrit
ฐาปนิค	ตีระพันธ์	Thapanic	Teerapan
วสุ	สุขสุวรรณ	Wasu	Suksuwan

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2567

กิตติกรรมประกาศ

รายงายโครงการวิจัยฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อรายงานผลการดำเนินงานโครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันออฟฟิศซินโดรมโดยใช้การประมวลผลภาพ” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการนั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับท่านั่งด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ และทดสอบความถูกต้องของระบบกับกลุ่มผู้ใช้งานจริง เนื้อหารายงานฉบับนี้ประกอบด้วย ความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินงาน ขั้นตอนการออกแบบและทดสอบระบบ ผลการวิจัยเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมถึงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากรในสาขาวิชาเทคโนโลยีปิโตรเลียม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาและให้ความร่วมมือในการทดลอง จนทำให้โครงการมีความก้าวหน้าเป็นไปตามแผนที่วางไว้

คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการดำเนินงานในระยะนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการยศาสตร์และการประมวลผลภาพ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง เพื่อส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในอนาคต

ปนัดดา โสฬส และคณะผู้วิจัย

สิงหาคม พ.ศ. 2568

การพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันออฟฟิตซินโดรม โดยใช้การประมวลผลภาพ

ปนัดดา โสพส[1] ณปภัช คงฤทธิ์[1] ฐาปนิค ตีระพันธ์[1] วสุ สุขสุวรรณ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับท่านั่งตามหลักการยศาสตร์ เพื่อป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดออฟฟิศซินโดรม โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับการประมาณท่าทางมนุษย์ (Human Pose Estimation) ผ่านโมเดล MediaPipe และไลบรารี OpenCV บนภาษา Python ระบบถูกออกแบบให้ตรวจจับตำแหน่งจมูกและหัวไหล่ซ้าย–ขวาเพื่อนำมาคำนวณมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่ และประเมินว่าผู้ใช้นั่งในท่าทางที่เหมาะสมหรือไม่ การทดสอบดำเนินการกับอาสาสมัคร 10 คน ในสภาพแวดล้อมที่มีความสว่างประมาณ 300 LUX โดยวัดค่ามุมจริงด้วยเครื่องมือโปรแทรกเตอร์แบบแมนนวลและเปรียบเทียบกับค่าที่ระบบคำนวณ ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถตรวจจับท่าทางปกติได้อย่างแม่นยำ (MAE ใกล้ 0%) แต่มีค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นในกรณีเอียงศีรษะไปด้านซ้าย (เฉลี่ย ~20%) และด้านขวา (มากกว่า 24%) ความเร็วในการประมวลผลเฉลี่ย 0.20 วินาทีต่อเฟรม (~5 FPS) ซึ่งเพียงพอสำหรับการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ ผลลัพธ์ชี้ให้เห็นว่าระบบมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้จริงเพื่อเฝ้าระวังและปรับปรุงท่าทางการนั่งของผู้ปฏิบัติงาน

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ การยศาสตร์ การประมาณท่าทางมนุษย์ ออฟฟิศซินโดรม MediaPipe

[1] อาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีปิโตรเลียม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

[2] อาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

The Development of Sitting Posture According to Ergonomics to Prevent an Office Syndrome Based on Image Processing

Panadda Solod Napaphat Kongrit Thapanic Teerapan Wasu Suksuwan

Abstract

This research aims to develop a sitting posture detection system based on ergonomics principles to reduce the risk of office syndrome. The proposed system applies image processing techniques integrated with human pose estimation using the MediaPipe model and the OpenCV library in Python. It is designed to detect the nose and both shoulders to calculate the head–shoulder angle and assess whether the user maintains an ergonomically correct sitting posture. The system was tested with 10 volunteers under an illumination level of approximately 300 LUX, where actual head angles were measured using a manual protractor and compared to the system's calculations. Experimental results showed that the system achieved high accuracy in detecting neutral posture (MAE close to 0%), while the error increased for left-side tilt (~20%) and right-side tilt (over 24%). The average processing speed was 0.20 seconds per frame (~5 FPS), which is sufficient for real-time alerts. These results indicate that the system has strong potential for practical application in monitoring and improving workplace sitting posture.

Keywords: Image Processing, Ergonomics, Human Pose Estimation, Office Syndrome, MediaPipe

[1] Department of ..., Faculty of ..., Rajamangala University of Technology Srivijaya, (District)..., (Province)....

1 Department of ..., Faculty of ..., Rajamangala University of Technology Srivijaya, (District)..., (Province)....

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก
บทคัดย่อ ข
Abstract ค
สารบัญ ง
สารบัญตาราง ฉ
สารบัญภาพ ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 หลักการยศาสตร์ (Ergonomics) 4
2.2 หลักการประมวลผลภาพ 6
2.3 การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) 8
2.4 การจัดหมวดหมู่ (Classification) 8
2.5 การทบทวนวรรณกรรม 9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 11
3.1 การออกแบบระบบตรวจจับ 11
3.2 การออกแบบการทดสอบ 16
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 17
4.1 การประเมินค่าความคาดเคลื่อน (Mean Absolute Error) 17
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน 20
4.3 ประสิทธิภาพของการประมวลผลระบบ 22
4.4 ประสิทธิภาพของการประมวลผลระบบ 23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 24
บรรณานุกรม 26
ภาคผนวก 28

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 : ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 30 และไม่เกิน 80 18

ตารางที่ 4.2 : ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 80 และไม่เกิน 100 19

ตารางที่ 4.3 : ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 100 และไม่เกิน 150 20

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 : การเคลื่อนไหวของศีรษะ Ana Rosa Silva (2021) 4

ภาพที่ 2.2 : การเคลื่อนที่ของหน้าต่างเคลื่อนที่ (a) หน้าต่างเคลื่อนที่ ขนาด 3x3 จุดภาพ เคลื่อนที่ไปบนภาพที่จะทำการประมวล (b) เลื่อไปตามแถวจากจุดภาพหนึ่งไปยังอีกจุดภาพหนึ่งจนหมดแถว (c) เลื่อนหน้าต่างเคลื่อนที่จากแถวหนึ่งไปยังอีกแถวหนึ่ง 7

ภาพที่ 3.1 : การตรวจจับตำแหน่งบนร่างกายด้วยโมเดล MediaPipe 10

ภาพที่ 3.2 : กระบวนการตรวจจับท่านั่ง 11

ภาพที่ 3.3 : การทำงานของโมเดล MediaPipe 12

ภาพที่ 3.4 : การระบุตำแหน่ง x และ y ของตำแหน่งจมูกและหัวไหล่ 13

ภาพที่ 3.5 : มุมระหว่างเวกเตอร์ AB และ BC 13

ภาพที่ 3.6 : การคำนวณมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่ 14

ภาพที่ 3.7 : การแสดงผลในระบบตรวจจับ 15

ภาพที่ 4.1 : การวัดมุมจริง (actual angle) 21

ภาพที่ 4.2 : การวัดมุมจากระบบ (measurement angle) 22

ภาพที่ 4.3 : Mean Absolute Error (MAE) 22

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

ความปลอดภัยในการทำงาน หรือความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Occupational Health and Safety: OHS) เป็นสหสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย สุขภาพของพนักงานในองค์กร ป้องกันไม่ให้ลูกจ้างได้รับอันตราย อุบัติเหตุหรือผลกระทบจากการทำงาน แม้ว่าการทำงานจะให้ผลประโยชน์กับนายจ้างอย่างมากมาย แต่การทำงานก็แฝงไปด้วยอันตรายในสถานที่ทำงานที่มากมายด้วยเช่นกัน หรือที่เรียกว่า สภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เช่น สารเคมี สารก่อให้เกิดภูมิแพ้ และสารชีวภาพ เป็นต้น และสภาพการทำงานด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยการปรับเปลี่ยนงานหรือสภาพงานให้มีการทำงานที่เป็นระบบและเกิดความเหมาะสมต่อผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ทำงาน การทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ทำงานกับสภาพแวดล้อมรอบด้าน ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถออกแบบหรือปรับปรุงสภาพการทำงานรอบด้านให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงป้องกันภัยเงียบตามร่างกายที่เกิดขึ้นจากการทำงาน เช่น อาการปวดหลัง ที่อาจจะเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การยกของผิดวิธี ท่านั่งในการทำงานที่ไม่ดี หรือความสูงความกว้างของสิ่งของที่ใช้นั่ง เป็นต้น

สำหรับพนักงานในอุตสาหกรรมที่อยู่ในสายการผลิตมีความเสี่ยงที่จะเกิดการบาดเจ็บได้มากกว่าปกติ เนื่องจากลักษณะการทำงานที่ซ้ำๆ เป็นระยะเวลานาน อาการบาดเจ็บเหล่านี้ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำงาน การขาดงาน และเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล โดยปัญหาตามหลักการยศาสตร์ที่พบได้บ่อยมีด้วยกัน 4 ประการ คือ 1. ตำแหน่งของร่างกายไม่เป็นธรรมชาติ โดยร่างกายจะทำงานได้ดีที่สุดเมื่อทำงานในจุดที่ร่างกายอยู่ในจุดศูนย์กลาง เมื่อตำแหน่งที่ร่างกายเป็นจุดศูนย์กลางของการทำงานจะเกิดความสบายต่ออวัยวะต่างๆ ซึ่งช่วยลดความเครียดของกล้ามเนื้อ และระบบโครงสร้าง 2. การเคลื่อนไหวซ้ำๆ ของพนักงานที่มีการทำงานในสายการผลิตหรือพนักงานสำนักงาน โดยมักเจอปัญหา ปวดหลัง ไหล่ ข้อมือ หรือที่เรียกว่า ออฟฟิตซินโดรม ซึ่งเป็นอาการที่เกิดจากการทำงานท่าเดิมซ้ำๆ อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน และผิดวิธี ตั้งแต่การพิมพ์งาน การตอบรับโทรศัพท์ การหยิบของ หรือแม้กระทั่งการตอกตะปู ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดความเครียด อาการเจ็บปวดสะสมกับร่างกาย 3. การวางตำแหน่งของงานที่ไม่เหมาะสม ตำแหน่งของร่างกายขณะทำงานเบี่ยงเบนจากศูนย์กลางเป็นอย่างมาก ในกรณีที่ยื่นทำงาน การเอนตัวไปด้านหน้า ด้านข้างหรือด้านหลังจนร่างกายเสียสมดุลตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อลดลงและทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้กำลังมากยิ่งขึ้นในการทำงานให้เสร็จ ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก 4. การเคลื่อนไหวน้อยเกินไป เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะนิ่งเป็นระยะเวลานาน พนักงานมีโอกาสได้รับบาดเจ็บ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นการประมวลผลภาพในรูปแบบดิจิทัล (Digital) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์และสร้างเป็นระบบต่อได้ โดยในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพกับระบบต่าง ๆ มากขึ้น เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

เช่น ระบบรู้จำลายน้ำมือ ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกพืชผลทางการเกษตรหรือแม้กระทั่งการวิเคราะห์ผลการรักษาทางการแพทย์ Tian, Zhang และ Li (2011) ได้ทำการพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนโดยประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์ โดยทำการประเมินความเหมาะสมของท่าทางการนั่งด้วยวิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) และพิจารณาความสูงของเก้าอี้ ความกว้างของเก้าอี้ ความลึกของเก้าอี้ ความสูงพนักพิง ความสูงของที่รองเขียน มุมเอนของพนักพิง ขาของเก้าอี้เมื่อมองจากด้านบน และความยาวที่รองเขียน ให้สอดคล้องกับหลักการยศาสตร์มากยิ่งขึ้น Ahmad Wasim (2019) นำเสนอนวัตกรรม LET (Lean Ergonomic Tool) สำหรับตรวจจับความเครียดทางจิตใจ โดยใช้หลักการของการประมวลผลภาพ ตรวจจับองศาของกล้ามเนื้อบนใบหน้า และนำค่าองศากล้ามเนื้อบนใบหน้าที่ได้วิเคราะห์เป็นระดับความเครียดทางจิตใจที่เกิดขึ้น Tian, Zhang และ Li (2011) นำเสนอการพัฒนาการตรวจจับศีรษะและไหล่ โดยใช้การผสมผสานระหว่างพิจารณาจากคุณสมบัติของขอบภาพ ที่มีความแตกต่างกันกับลักษณะของขอบภาพอื่น ๆ

จากเนื้อหาข้างต้น คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงานที่อาจจะผลเสียด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในระยะยาว จึงมีความประสงค์ที่จะประยุกต์และพัฒนาการประมวลผลภาพสำหรับตรวจจับท่านั่งปฏิบัติงานให้เป็นไปตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดโอกาสและป้องกันการ บาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงานที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะการนั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการตรวจจับท่านั่งด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ

1.2.3 เพื่อออกแบบและพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์โดยใช้การประมวลผลภาพ

1.2.4 เพื่อทดสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ออกแบบและพัฒนาระบบการประมวลภาพสำหรับตรวจจับลักษณะการนั่งตามหลักการยศาสตร์

1.3.2 ระบบทำการตรวจจับท่านั่งในลักษณะการนั่งหน้าตรง

1.3.3 ระบบทำการคำนวณค่าระหว่างศีรษะและหัวไหล่ และเปรียบเทียบตามหลักการยศาสตร์

1.3.4 การทดสอบระบบ จะถูกทดสอบโดยกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่มีลักษณะการทำงานเสี่ยงต่อการเกิดออฟฟิตซินโดรมอย่างน้อย 10 คน

1.3.5 ค่าแสงของสภาพแวดล้อมที่ใช้ทดสอบอยู่ระหว่าง 300-500 LUX

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงลักษณะท่านั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์

1.4.2 ทรายถึงกระบวนการตรวจจับท่านั่งด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ

1.4.3 สามารถออกแบบระบบการตรวจจับท่านั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์โดยใช้การประมวลผลภาพได้

1.4.4 สามารถทดสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการพัฒนาและออกแบบระบบตรวจจับท่านั่งตามหลักการยศาสตร์โดยใช้หลักการการประมวลผลภาพ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 หลักการยศาสตร์ (Ergonomics)

2.2 หลักการประมวลผลภาพ

2.3 การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction)

2.4 การจัดหมวดหมู่ (Classification)

2.5 การทบทวนวรรณกรรม

2.1 หลักการยศาสตร์

การยศาสตร์ (Ergonomics) คือ ศาสตร์ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบการทำงาน โดยมุ่งเน้นการออกแบบหรือปรับปรุงงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพ จิตใจ และความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ เพิ่มความสะดวกสบายและเสริมสร้างประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

การยศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการป้องกันปัญหาสุขภาพจากการทำงาน เช่น อาการปวดหลังออฟฟิศซินโดรม และกลุ่มอาการที่เกินจากการทำงานซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน (Repetitive Strain Injury: RSI) โดยเฉพาะในกลุ่มพนักงานสำนักงานที่ต้องนั่งทำงานเป็นเวลานานในท่าเดิม ๆ

โดยองค์ประกอบของการยศาสตร์สามารถจัดหมวดหมู่จากสภาพการทำงานได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

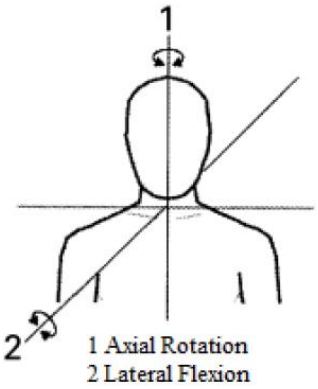
2.1.1 กลุ่มกายวิภาคศาสตร์

กลุ่มกายวิภาคศาสตร์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของศาสตร์การยศาสตร์ เนื่องจากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างทางกายภาพของร่างกายมนุษย์ ทั้งในด้านสัดส่วน ขนาด ความยาวของอวัยวะต่าง ๆ ตลอดจนขอบเขตการเคลื่อนไหวของข้อต่อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์หรือสภาพแวดล้อมในการทำงานมีความเหมาะสมกับลักษณะร่างกายของผู้ใช้งานจริง การคำนึงถึงลักษณะทางกายวิภาคช่วยลดการบีบอัดกล้ามเนื้อ ความเมื่อยล้า และอาการเจ็บปวดจากการทำงานที่ไม่สอดคล้องกับสรีระ มักมีการประยุกต์ใช้กับการกำหนดความสูงของโต๊ะทำงานให้สัมพันธ์กับส่วนสูงและระดับสายตาของผู้ใช้งาน การออกแบบเก้าอี้ที่รองรับความยาวของขาและหลังอย่างเหมาะสม รวมถึงการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในระยะเอื้อมถึงได้โดยไม่ต้องยืดตัวหรือบิดตัวผิดธรรมชาติ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขอบเขตการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ไม่ว่าจะเป็น ข้อศอก หัวไหล่ และข้อมือ เพื่อป้องกันการใช้งานซ้ำ ๆ ที่เกินขีดจำกัด ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บในระยะยาว [1] [2]

จากหลักกายวิภาคศาสตร์ การเคลื่อนไหวของศีรษะสามารถจำแนกได้ตามแนวแกนหลัก 2 ทิศทางที่พบได้บ่อยในการทำงานหน้าจอ ได้แก่

2.1.1.1 Axial Rotation (การหมุนตามแนวแกนกลาง) คือการหมุนศีรษะไปทางซ้ายหรือขวา โดยไม่เอียงศีรษะ การเคลื่อนไหวในแนวนี้จะเกิดขึ้นรอบแกนแนวตั้งของลำตัว เช่น การหันหน้าไปมองด้านข้างขณะตัวอยู่กับที่

2.1.1.2 Lateral Flexion (การเอียงศีรษะไปด้านข้าง) คือการเอียงศีรษะไปทางไหล่ด้านซ้ายหรือขวา โดยที่ใบหน้ายังคงมองไปด้านหน้า การเอียงศีรษะแบบนี้หากเกิดขึ้นต่อเนื่องหรือค้างนานเกินไป จะเพิ่มแรงกดทับต่อกล้ามเนื้อคอและไหล่ อันเป็นสาเหตุของอาการออฟฟิศซินโดรม



ภาพที่ 2.1 การเคลื่อนไหวของศีรษะ Ana Rosa Silva (2021)

2.1.2 กลุ่มสรีรวิทยา (Physiology)

กลุ่มสรีรวิทยา (Physiology) เป็นองค์ประกอบสำคัญของศาสตร์การยศาสตร์ที่เน้นการศึกษาการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีความซับซ้อน เช่น สภาพแวดล้อมที่มีแสง เสียง ความร้อน ความเย็น การเคลื่อนไหวซ้ำ ๆ รวมถึงท่าทางในการทำงานที่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน การศึกษาด้านสรีรวิทยาในงานยศาสตร์เป็นการวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบกล้ามเนื้อ ระบบประสาท และระบบไหลเวียนโลหิตของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งหากไม่ได้รับการออกแบบหรือควบคุมอย่างเหมาะสม อาจนำไปสู่ความเมื่อยล้าเรื้อรัง การเจ็บป่วย หรือการลดลงของประสิทธิภาพในการทำงาน

การออกแบบตามหลักการยศาสตร์ การพิจารณาสรีรวิทยาจะเกี่ยวข้องกับระดับพลังงานที่ใช้ระหว่างการทำงาน ความสามารถในการฟื้นตัวของกล้ามเนื้อ ความถี่ในการพัก และความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น การทำงานในพื้นที่ร้อนหรือเย็นจัด นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงปริมาณออกซิเจนที่ใช้ขณะทำงาน อัตราการเต้นของหัวใจ และการตอบสนองของระบบประสาทอัตโนมัติ

2.1.3 กลุ่มจิตวิทยา (Psychology)

กลุ่มจิตวิทยา เป็นองค์ประกอบหนึ่งในศาสตร์การยศาสตร์ที่มุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม ความคิด การรับรู้ และปฏิกิริยาตอบสนองของมนุษย์ต่อสิ่งเร้าในสภาพแวดล้อมการทำงาน โดยเฉพาะใน

บริบทของการออกแบบงาน ระบบ หรืออุปกรณ์ ที่เอื้อต่อความเข้าใจ ความสะดวกในการใช้งาน และลดความเครียดทางจิตใจที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานที่ซับซ้อนหรือมีความกดดันสูง

การนำกลุ่มจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการยศาสตร์ จะครอบคลุมหลายด้าน เช่น การออกแบบหน้าจอให้ใช้งานง่ายและไม่สร้างความสับสน การใช้สี เสียง หรือสัญญาณแจ้งเตือนที่เหมาะสม การจัดลำดับข้อมูลให้สอดคล้องกับกระบวนการคิด และการออกแบบสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมสมาธิและความสบายในการทำงาน นอกจากนี้ ยังรวมถึงการประเมินภาวะความเครียด อารมณ์ และแรงจูงใจในการทำงาน ซึ่งล้วนมีผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและสุขภาพจิตของผู้ปฏิบัติงาน

2.2 หลักการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพหมายถึง กระบวนการจัดการและวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอล โดยมีขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิตอลด้วยกัน 3 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
2) ขั้นตอนการนำคอมพิวเตอร์มาพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประมวลผลภาพ
3) ขั้นตอนการแสดงผลภาพ

โดยทั่วไปอุปกรณ์พื้นฐานในการประมวลผลภาพจะประกอบด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์จับภาพ (Frame Grabber Card) ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงสัญญาณทั่วไปเป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) ให้เป็นสัญญาณภาพดิจิตอล เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพได้ หลักจากขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แล้วนั้น ก่อนการประมวลผลภาพต้องเตรียมข้อมูลภาพก่อน

2.2.1 การเตรียมภาพก่อนการประมวลผลภาพ

การเตรียมภาพเป็นขั้นตอนสำคัญก่อนการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบ ภาพไบนารี (Binary) เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และประมวลผล โดยทั่วไปจะมีการกรองภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) ซึ่งอาจเกิดจากคุณภาพของกล้อง แสงไม่เพียงพอ หรือความไม่สม่ำเสมอของการถ่ายภาพ การลดสัญญาณรบกวนช่วยให้การแปลงภาพต่อไปมีความแม่นยำมากขึ้นและลดโอกาสเกิดจุดภาพผิดพลาด

นอกจากการลดสัญญาณรบกวนแล้ว ยังมีการปรับปรุงคุณภาพภาพด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น การปรับคอนทราสต์ ปรับความสว่าง และการทำให้การกระจายค่าความเข้มของภาพเหมาะสมก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์

2.2.1.1 การเปลี่ยนแปลงฮีสโตรแกรม (Histogram Equlize)

เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยปรับการกระจายค่าความสว่าง (Pixel Intensity Distribution) ให้มีการกระจายอย่างทั่วถึง เพื่อเพิ่มความคมชัดของรายละเอียดในภาพ วิธีนี้เหมาะสำหรับภาพที่มีความแตกต่างของความสว่างต่ำ (Low Contrast) เช่น ภาพที่มืดเกินไปหรือสว่างเกินไป

หลักการทำงาน คือ การคำนวณหาจำนวนจุดภาพที่เหมาะสมต่อแต่ละค่าความสว่าง โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

จำนวนจุดภาพที่เหมาะสม = จำนวนจุดภาพทั้งหมด/จำนวนค่าในข้อมูล (2.1)

การคำนวณจะเริ่มจากค่าที่น้อยที่สุด โดยเริ่มบวกจำนวนจุดภาพเข้าด้วยกัน จนกระทั่งเกินจำนวนจุดภาพที่เหมาะสมที่คำนวณได้ กำหนดให้ค่าจุดภาพเหล่านั้นเป็นค่าค่าแรก และใช้ค่าถัดไปเป็นค่าใหม่ที่สองจุดภาพที่มีจำนวนเกินที่คำนวณได้ จะคงจำนวนเดิมไว้ แต่หากมากกว 1 เท่า ยังคงค่าเดิมไว้ แต่จำนวนจุดภาพของค่าความเข้มแสงค่าถัดไปจะไม่มี

2.2.1.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพอัตโนมัติ (Auto Level)

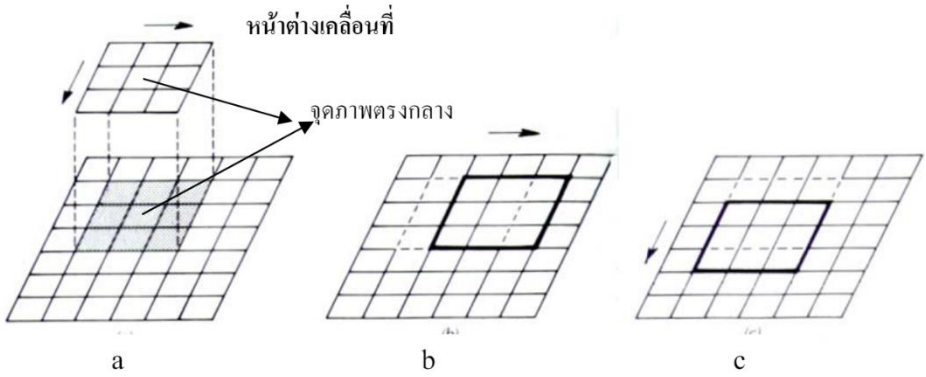
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพอัตโนมัติ (Auto-Level) เป็นเทคนิคการปรับปรุงภาพโดยอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความสว่างและความเข้มแสง (Contrast) ให้เหมาะสมกับช่วงค่าความสว่างเต็มรูปแบบของภาพดิจิทัล โดยวิธีนี้จะทำการตรวจหาค่าพิกเซลที่มืดที่สุด (Minimum Pixel Value) และสว่างที่สุด (Maximum Pixel Value) จากนั้นจะปรับสเกลค่าพิกเซลทั้งหมดให้กระจายอยู่ในช่วง 0–255 (สำหรับภาพ 8 บิต) เพื่อให้ได้ภาพที่มีความคมชัดและรายละเอียดชัดเจนมากขึ้นในทุกช่วงความสว่าง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อโทนสีโดยรวมของภาพ เทคนิคนี้เหมาะสำหรับภาพที่มีปัญหามืดหรือสว่างเกินไป เช่น ภาพถ่ายในสภาพแสงไม่เพียงพอ หรือภาพที่มีคอนทราสต์ต่ำ ซึ่งเมื่อนำมาปรับด้วย Auto-Level แล้วจะสามารถมองเห็นรายละเอียดในส่วนมืดและส่วนสว่างได้ชัดเจนขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรระวังว่าการเพิ่มช่วงความสว่างอาจทำให้สัญญาณรบกวน (Noise) ในภาพเด่นชัดขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณที่มืดมาก จึงควรพิจารณาใช้ร่วมกับวิธีลด Noise เพื่อคงความคมชัดของรายละเอียดที่สำคัญก่อนการนำไปประมวลผลหรือใช้งานจริง

2.2.1.3 การกรองภาพ (Filtering)

การกรองภาพจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า convolution filtering ซึ่งเป็นกระบวนการ การเฉลี่ยค่าของจุดภาพภายในเซทเล็กหนึ่ง ๆ และกระทำตลอดทั่วทั้งภาพ วิธีการ convolution มี 2 องค์ประกอบ คือ หน้าต่างเคลื่อนที่ (moving window) และจุดภาพตรงกลาง

1) หน้าต่างเคลื่อนที่ จะทำหน้าที่คล้ายแม่พิมพ์ (matrix) ซึ่งได้จากค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) หรือปัจจัยน้ำหนัก (weighting factors) ที่ใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนัก ทำหน้าที่เหมือนตะแกรงที่มีช่องขนาดต่าง ๆ หน้าต่างเคลื่อนที่หรือเรียกอีกอย่างว่า kernel จะเป็นหน้าต่างสี่เหลี่ยมของจุลภาพจำนวนคี่ เช่น 3x3 หรือ 5x5 หรือ 7x7 จุดภาพ

2) หน้าต่างเคลื่อนที่จะเคลื่อนที่ผ่านทีละจุดภาพตลอดทั่วทั้งภาพดั้งเดิม และค่าตัวเลขที่อยู่จุดภาพตรงกลางของหน้าต่างเคลื่อนที่ จะถูกคำนวณเพื่อเอาไปใส่ในภาพใหม่ตรงตำแหน่งเดิม โดยวิธีการคูณสัมประสิทธิ์แต่ละตัวในหน้าต่างเคลื่อนที่ด้วยค่าตัวเลขของภาพดั้งเดิมที่ทาบโดยหน้าต่างเคลื่อนที่ แล้วเอาผลคูณทั้งหมดมาบวกกัน การคำนวณนี้จะทำทีละจุดภาพในภาพดั้งเดิมดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 การเคลื่อนที่ของหน้าต่างเคลื่อนที่ (a) หน้าต่างเคลื่อนที่ ขนาด 3x3 จุดภาพเคลื่อนที่ไปบนภาพที่จะทำการประมวล (b) เลื่อไปตามแถวจากจุดภาพหนึ่งไปยังอีกจุดภาพหนึ่งจนหมดแถว (c) เลื่อนหน้าต่างเคลื่อนที่จากแถวหนึ่งไปยังอีกแถวหนึ่ง

2.3 การสกัดคุณลักษณะ

การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) คือกระบวนการแปลงข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประมวลผลต่อหรือใช้กับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในงานประมวลผลภาพ หมายถึงการแปลงข้อมูลจากรูปภาพให้เป็นค่าตัวเลขหรือเวกเตอร์ที่แทนลักษณะเด่นของวัตถุหรือพื้นที่ในภาพ เช่น ขอบ (Edges) มุม (Corners) ลวดลายพื้นผิว (Texture) หรือสี (Color Features) ขั้นตอนนี้ช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ต้องประมวลผลลง แต่ยังคงเก็บเฉพาะข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการจำแนก แยกแยะ หรือระบุตัวตนของวัตถุ ตัวอย่างเทคนิคการสกัดคุณลักษณะ เช่น Histogram of Oriented Gradients (HOG) สำหรับวิเคราะห์ทิศทางของขอบภาพ Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) สำหรับดึงจุดเด่นที่คงทนต่อการหมุนและการย่อขยาย และ Speeded-Up Robust Features (SURF) สำหรับการค้นหาความคล้ายคลึงของวัตถุ การสกัดคุณลักษณะที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพของโมเดลในขั้นตอนการจำแนกประเภทหรือการจดจำวัตถุต่อไป

2.4 การจัดหมวดหมู่

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพเนการประมวลผลในทางสถิติ เพื่อแยกข้อมูลจุดภาพทั้งหมดที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ลักษณะทางสถิติเป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดภาพ โดยจุดภาพที่ถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะทางสถิติเฉพาะกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกน แต่ละกลุ่มจุดภาพที่จำแนกได้นั้น จะแสดงถึงสิ่งปกคลุมพื้นดินประเภทใดประเภทหนึ่งแตกต่างกันไป กล่าวอีกนัยหนึ่งการจำแนกประเภทข้อมูลภาพ เป็นการแบ่งจุดภาพที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงคล้าย ๆ กันออกเป็นกลุ่มหรือเป็นระดับ เรียกว่า ชนิดหรือประเภท (Class) เพื่อที่จะแบ่งแยกวัตถุต่าง ๆ ที่แสดงในภาพออกจากกัน ในการจำแนกประเภทข้อมูล ผู้ปฏิบัติต้องใช้กฎการตัดสินในหรือความรู้ทางสถิติเข้าช่วย เนื่องจากปริมาณจุดภาพที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษา มีปริมาณจุดภาพมาก การคำนวณทางสถิติเองโดยใช้เครื่องคิดเลขจึงทำได้ยาก ใช้เวลามาก และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ จึงมีการนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผล ทำให้ได้ผลลัพธ์ในเวลารวดเร็ว สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ทันที

2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Raine และ Twomey (1994) งานวิจัยของ Raine และ Twomey (1994) ศึกษาความสัมพันธ์ของตำแหน่งศีรษะ ไหล่ และแนวกระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic spine) ในท่ายืนปกติ โดยวัดจากภาพถ่ายและใช้การประเมินเชิงมุมเพื่อหาความเชื่อมโยงของโครงสร้างเหล่านี้กับพฤติกรรมทางร่างกายและอาการปวดเรื้อรัง งานศึกษานี้เน้นการทดสอบความแม่นยำของเครื่องมือวัด และตรวจสอบความเชื่อที่ว่าท่าทางที่ไม่เหมาะสม เช่น ศีรษะยื่นไปข้างหน้า หรือไหล่งุ้ม อาจเกี่ยวข้องกับอาการปวดกล้ามเนื้อและโครงสร้าง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ท่าศีรษะที่ยื่นไปข้างหน้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการโค้งของกระดูกสันหลังส่วนบน (upper thoracic kyphosis) และการยื่นไปข้างหน้าของไหล่มีความสัมพันธ์กับการเอียงของศีรษะในแนว sagittal และการเหยียดส่วนคอส่วนบน (upper cervical extension)

Ahmad Wasim (2019) นำเสนอวิธีการ Lean Ergonomic Tool (LET) สำหรับการวิเคราะห์ความเครียดของมนุษย์โดยใช้การประเมินลักษณะของกล้ามเนื้อบนใบหน้า โดยใช้การประมวลผลภาพในการพัฒนา จากการวิเคราะห์ทางสถิติ สมาชิกในทีมจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มที่มีระดับความเครียดเท่ากัน แต่ละกลุ่มได้รับการกำหนดค่านิพจน์ตัวเลขซึ่งสัมพันธ์กับระดับความเครียดที่รับรู้ของกลุ่มนั้นสำหรับแต่ละงาน เกณฑ์การประเมินระดับความเครียดได้รับการเสนอโดยใช้หมวดหมู่การกระทำที่แตกต่างกันห้าหมวดหมู่ ซึ่งได้รับการตรวจสอบผ่านกรณีศึกษาที่แตกต่างกันสองกรณี LET ที่พัฒนาขึ้นจะช่วยผู้บริหารระดับสูงในการดำเนินการแก้ไขเพื่อลดระดับความเครียดในระหว่างการออกแบบและพัฒนา

Ana Rosa Silva (2021) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบท่านั่งโดยใช้เทคโนโลยี Vision-Based Human Pose Estimation เพื่อช่วยป้องกันท่าทางที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการทำงาน โดยอาศัยข้อมูลจากกล้อง RGB และเทคนิคการตรวจจับโครงกระดูกเสมือน (skeleton-based tracking) ด้วยโมเดล OpenPose และ MediaPipe ซึ่งสามารถวิเคราะห์มุมของข้อต่อต่าง ๆ เช่น คอ ไหล่ และหลัง เพื่อจำแนกท่าทางที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม ระบบจะส่งการแจ้งเตือนผู้ใช้หากพบว่ามีการนั่งในท่าที่ผิดต่อเนื่องเกินระยะเวลาที่กำหนด

Jong-Wook Kim (2023) ออกแบบระบบการตรวจจับและแสดงผลการตรวจจับร่างกายของผู้สูงอายุสำหรับผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ภายในบ้านเพียงลำพังที่มีความเสี่ยงที่จะล้มและได้รับบาดเจ็บ แทนการใช้หุ่นยนต์ติดตาม และยังทำการพัฒนาอัลกอลิทึม เพื่อลดความซับซ้อนในการประมวลผลโดยการใช้ระบบการตรวจจับ 3D human pose ซึ่งเป็น 2D skeletal pose ซึ่งระบบที่ได้ทำการออกแบบสามารถรองรับการทำงานแบบ Real-time ได้ ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลต่อ 1 เฟรมภาพ เท่ากับ 0.033 วินาที หรือ 30 fps โดยไม่ใช้หน่วยประมวลผลภาพ (GPU)

พัชรพร ศรีสุระพล (2565) ศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการทำงานของกลุ่มพนักงานที่ทำงานจากที่บ้านและพบอาการออฟฟิศซินโดรม ผลจากการศึกษาทำให้ทราบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลกับคุณภาพชีวิตพนักงานที่เป็นโรคออฟฟิศซินโดรมมากที่สุดคือการสนับสนุนจากองค์กรรองลงมาคือการป้องกันออฟฟิศซินโดรม ผู้บริหารขององค์กรควรวางแผนในการดูแลพนักงานโดยผู้บริหารควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับ

การสนับสนุนในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวข้อง และ เป็นสิ่งที่จำเป็นกับการทำงานจากที่บ้าน ๆ รวมถึงการสนับสนุนเกี่ยวกับการป้องกันการเกิดออฟฟิศซินโดรมเช่น การให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันตัวเอง การนั่งทำงานให้ถูกต้อง การสนับสนุนโดยการซื้ออุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ป้องกันออฟฟิศซินโดรมให้กับพนักงานจะส่งผลทำให้พนักงานมีระดับความพึงพอใจในการทำงานที่สูงขึ้น ซึ่งพนักงานจะทุ่มเทและใช้ความสามารถที่มีเพื่อทำให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย รวมถึงมีพฤติกรรมการแสดงออกที่ดีในการทำงาน

Amritanshu Kumar Singh (2023) นำเสนอโมเดลการตรวจจับท่าทาง ใบหน้า และมือ โดยใช้ MediaPipe Holistic ร่วมกับ OpenCV สำหรับการตรวจจับที่มีมุมมองแตกต่างกัน โดยทำการทดสอบทั้งหมด 501 จุด พิกัดทั้ง 501 จุด ถูกส่งออกเป็น CSV เพื่อนำไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดกับประเภท เพื่อจำแนกการตรวจจับท่าทางภาษากายต่อไป

Markova et al. (2024) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการนั่งเป็นเวลานานและพฤติกรรมการนั่งที่ไม่เหมาะสมกับการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างในกลุ่มนักเรียนมัธยม โดยใช้วิธีการถ่ายภาพทางด้านข้าง (photogrammetry) เพื่อวิเคราะห์มุมท่าทาง และใช้เทคนิค Machine Learning ในการจำแนกความเสี่ยงต่อการปวดหลัง ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้าร่วมแม้จะมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการนั่งที่ถูกต้อง แต่ยังคงมีพฤติกรรมการนั่งที่ไม่เหมาะสม เช่น ศีรษะยื่น หลังงอ และนั่งนานเกิน 6 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังที่เพิ่มขึ้น การใช้เทคนิค SVM ให้ผลแม่นยำที่สุดในการจำแนกระดับความเสี่ยงจากลักษณะท่านั่ง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

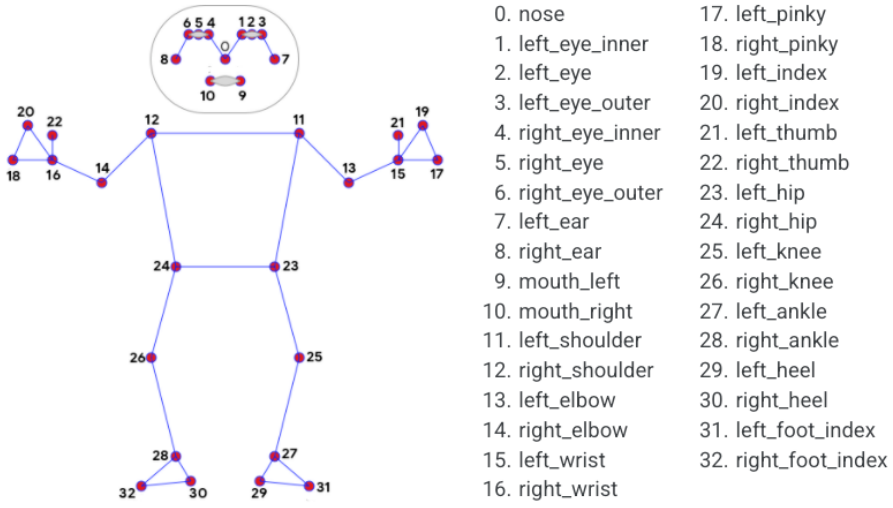
การศึกษาครั้งนี้เป็นการออกแบบระบบการตรวจจับท่านั่งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพและทดสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบตรวจจับโดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย คือ วิธีการออกแบบระบบการตรวจจับท่านั่ง การทำงานของระบบ และขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การออกแบบระบบตรวจจับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 พบว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของศีรษะที่ผิดหลักการยศาสตร์ เช่น การยื่นศีรษะไปข้างหน้าหรือเอียงศีรษะด้านข้างเป็นเวลานาน มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อบริเวณคอ ไหล่ และหลังส่วนบน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของอาการออฟฟิศซินโดรม ดังนั้น ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบตรวจจับท่าทางที่ไม่เหมาะสม โดยอาศัยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Computer Vision) และการประมาณท่าทางมนุษย์ (Human Pose Estimation) ผ่านการประยุกต์ใช้โมเดล MediaPipe เพื่อวิเคราะห์จุดสำคัญของร่างกาย (keypoints)

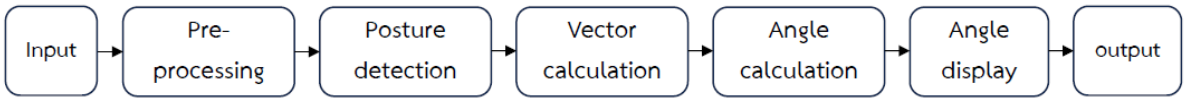
ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้โมเดล MediaPipe ซึ่งเป็นเครื่องมือจาก Google ที่สามารถตรวจจับจุดสำคัญของร่างกาย (keypoints) ได้อย่างแม่นยำแบบเรียลไทม์ โดยประยุกต์ใช้งานร่วมกับไลบรารี OpenCV ซึ่งเป็นไลบรารีโอเพนซอร์สสำหรับการประมวลผลภาพและวิดีโอ ระบบได้รับการพัฒนาโดยใช้ภาษา Python ซึ่งเหมาะสมสำหรับการประมวลผลข้อมูลแบบภาพและการทำงานแบบเรียลไทม์

ในการออกแบบระบบครั้งนี้ จะเลือกตรวจจับจุด Keypoints บนร่างกายเพียง 3 จุด ได้แก่ จุดที่ 0 (บริเวณจมูก) จุดที่ 11 (หัวไหล่ซ้าย) จุดที่ 12 (หัวไหล่ขวา) เพื่อใช้ในการคำนวณมุมของศีรษะและไหล่ ซึ่งเป็นดัชนีสำคัญในการประเมินท่านั่งที่ถูกต้องหรือไม่ โดยแสดงตำแหน่งดังกล่าวประกอบในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การตรวจจับตำแหน่งบนร่างกายด้วยโมเดล MediaPipe

ระบบตรวจจับท่าทางที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การนำเข้าภาพและการเตรียมภาพ (2) การประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับตำแหน่งของอวัยวะ และ (3) การคำนวณมุมเพื่อประเมินความเหมาะสมของท่าทาง โดยทั้ง 3 ขั้นตอนถูกออกแบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้แบบเรียลไทม์ โดยใช้ไลบรารี OpenCV ร่วมกับเฟรมเวิร์ค MediaPipe บนภาษา Python กระบวนการเริ่มจากการนำเข้าภาพจากกล้องเว็บแคมหรือกล้องวิดีโอ (Input) จากนั้นทำการปรับขนาดภาพและแปลงค่าสี (Pre-processing) ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับ MediaPipe ซึ่งจะใช้ตรวจจับตำแหน่งของจุด landmark บนร่างกาย (Posture Detection) ได้แก่ จมูก (landmark 0), หัวไหล่ซ้าย (landmark 11) และหัวไหล่ขวา (landmark 12) เมื่อตรวจจับได้แล้ว ระบบจะสร้างเวกเตอร์จากจุดเหล่านี้เพื่อนำไปคำนวณมุม (Vector Calculation และ Angle Calculation) โดยใช้หลักการ dot product เพื่อวิเคราะห์ว่าท่าทางของผู้ใช้เบี่ยงเบนจากแนวปกติหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงผ่านหน้าจอในรูปของค่ามุม พร้อมระบบแจ้งเตือนในกรณีที่มุมอยู่นอกช่วงค่าที่กำหนดไว้ (Angle Display และ Output) กระบวนการทั้งหมดนี้จะทำงานแบบวนลูปในทุกเฟรมของภาพ ทำให้ระบบสามารถเฝ้าระวังพฤติกรรมการนั่งของผู้ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับหลักการยศาสตร์ดังภาพที่ 3.2 รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนย่อยมีดังนี้



ภาพที่ 3.2 กระบวนการตรวจจับท่านั่ง

3.1.1 การนำเข้าภาพและการเตรียมภาพ

ภาพถ่ายหรือวิดีโอจากกล้องที่มีความละเอียด 1920×1080 พิกเซล จะถูกดึงเข้าสู่ระบบผ่านกล้องเว็บแคม หลังจากนั้นจะมีการปรับขนาดของภาพให้ลดลงเหลือ 800×600 พิกเซล เพื่อให้เหมาะสมกับการประมวลผลของระบบในเวลาจริง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการตรวจจับ

ขั้นตอนต่อมา คือ การแปลงชนิดภาพจากรูปแบบ BGR (Blue-Green-Red) ซึ่งเป็นรูปแบบดั้งเดิมของ OpenCV ไปเป็น RGB (Red-Green-Blue) ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ MediaPipe ใช้ในการอ่านข้อมูลภาพ

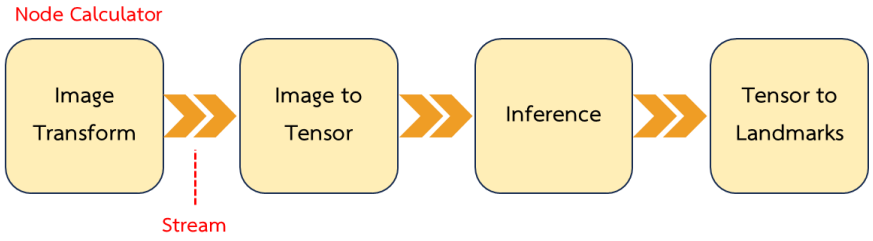
3.1.2 การประมวลผล

การประมวลผลจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย คือ การตรวจจับตำแหน่งด้วยโมเดล MediaPipe และการคำนวณองศาระหว่างศีรษะและหัวไหล่

3.1.2.1 การตรวจจับตำแหน่งอวัยวะด้วยโมเดล MediaPipe

ในขั้นตอนการตรวจจับตำแหน่งของอวัยวะบนร่างกาย ระบบจะใช้โมเดล MediaPipe ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คที่พัฒนาโดย Google สำหรับการวิเคราะห์ภาพและตรวจจับจุดสำคัญ (landmarks) บนร่างกายมนุษย์แบบเรียลไทม์ โดยในงานวิจัยนี้จะใช้เพียง 3 จุดหลัก ได้แก่ จุดที่ 0 (จมูก) จุดที่ 11 (หัวไหล่ซ้าย) และจุดที่ 12 (หัวไหล่ขวา) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณมุมศีรษะ–ไหล่ ขั้นตอนการประมวลผลของ

MediaPipe เริ่มจากการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม (Image Transform) จากนั้นแปลงภาพเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบ Tensor (Image to Tensor) ก่อนเข้าสู่กระบวนการ Inference ซึ่งเป็นการทำนายตำแหน่งของจุดต่าง ๆ บนภาพ สุดท้ายค่าที่ได้จะถูกแปลงกลับมาเป็นพิกัดของจุดบนภาพจริงในขั้นตอน Tensor to Landmarks โดยแต่ละจุดจะมีพิกัด X Y Z และค่าความมั่นใจ (visibility) ซึ่งจะนำไปใช้ต่อในการคำนวณมุมเพื่อประเมินความเหมาะสมของท่านั่ง ดังภาพที่ 3.3



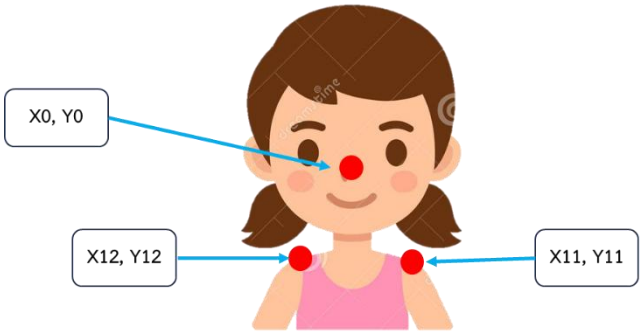
ภาพที่ 3.3 การทำงานของโมเดล MediaPipe

3.1.2.2 การคำนวณองศาระหว่างศีรษะและหัวไหล่

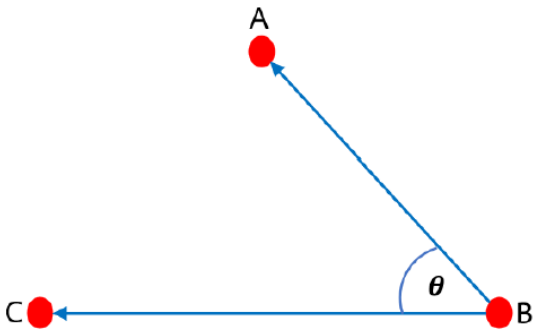
ในการวิเคราะห์ท่าทางของผู้ใช้งาน ระบบจะคำนวณมุมระหว่างเวกเตอร์ที่เชื่อมโยงตำแหน่งของศีรษะและหัวไหล่ โดยอาศัยจุด landmark จากโมเดล MediaPipe ได้แก่ จุดที่ 0 (จมูก) จุดที่ 11 (หัวไหล่ซ้าย) และจุดที่ 12 (หัวไหล่ขวา) โดยกำหนดให้จุด A แทนตำแหน่งของจมูก จุด B แทนหัวไหล่ซ้าย และจุด C แทนหัวไหล่ขวา ดังภาพที่ 3.4 จากจุดเหล่านี้สามารถสร้างเวกเตอร์สองตัว ได้แก่ เวกเตอร์ AB (จากหัวไหล่ซ้ายไปยังจมูก) และเวกเตอร์ BC (จากหัวไหล่ซ้ายไปยังหัวไหล่ขวา) ดังรูปที่ 3.5

การคำนวณมุมระหว่างเวกเตอร์ทั้งสองจะใช้หลักการ dot product ตามสมการ (3.1) ถึง (3.5) ตามลำดับ โดยพิจารณาค่าพิกัดใน 3 มิติ (x y และ z) ซึ่งจะได้ค่าความสัมพันธ์เชิงมุม (cos θ) และแปลงกลับเป็นค่ามุม (θ) ในหน่วยองศา การคำนวณดังกล่าวเป็นการวัดเชิงเรขาคณิตเพื่อประเมินความเบี่ยงเบนของศีรษะจากแนวตรงกลางของลำตัว โดยเฉพาะในแนวเอียงซ้าย-ขวาและยื่นศีรษะไปข้างหน้า

เพื่อให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำและไม่ขึ้นกับขนาดของภาพหรือความละเอียดของกล้อง ระบบจะมีการทำ Normalization โดยการหารค่าพิกัด (x, y) ของแต่ละจุด landmark ด้วยความกว้างและความสูงของภาพที่นำเข้า ซึ่งทำให้เวกเตอร์ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง [0, 1] และไม่แปรผันตาม resolution ของกล้อง ส่งผลให้การคำนวณมุมมีความแม่นยำและคงที่ในทุกขนาดภาพ



ภาพที่ 3.4 การระบุตำแหน่ง x และ y ของตำแหน่งจมูกและหัวไหล่



ภาพที่ 3.5 มุมระหว่างเวกเตอร์ AB และ BC

$$Dot\ product = AB_x \cdot BC_x + AB_y \cdot BC_y + AB_z \cdot BC_z \quad (3.1)$$

$$|AB| = \sqrt{AB_x^2 + AB_y^2 + AB_z^2} \quad (3.2)$$

$$|BC| = \sqrt{BC_x^2 + BC_y^2 + BC_z^2} \quad (3.3)$$

$$cos\ \theta = \frac{dot\ product}{|AB| \cdot |BC|} \quad (3.4)$$

$$\theta\ = cos^{-1}\ (cos\ \theta) \quad (3.5)$$

ในการประมวลผลข้อมูลภาพเพื่อคำนวณมุมจากตำแหน่งของอวัยวะบนร่างกายด้วยเทคนิค Pose Estimation จำเป็นต้องทำการ Normalization กับค่าพิกัด (x, y) ที่ได้จากระบบ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความแม่นยำ และไม่แปรผันตามขนาดหรือความละเอียดของภาพจากกล้องที่ใช้ **Normalization** ในที่นี้หมายถึงการแปลงค่าพิกัดให้อยู่ในช่วงสเกลมาตรฐานระหว่าง 0 ถึง 1 โดยพิจารณาจากขนาดของภาพ (ความกว้างและความสูงของ frame) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.6)

$$x_{\text{normalized}} = \frac{x_{\text{original}}}{\text{width}}, \quad y_{\text{normalized}} = \frac{y_{\text{original}}}{\text{height}} \quad (3.6)$$

โดยที่ $x_{original}$ และ $y_{original}$ คือค่าพิกัดดิบที่ได้จาก Mediapipe (หน่วยพิกเซล)
width และ height คือความกว้างและความสูงของภาพในหน่วยพิกเซล (เช่น 800x600)
ค่าที่ได้คือพิกัดใหม่แบบไม่มีหน่วย ซึ่งอยู่ในช่วง [0.0, 1.0]

การทำ Normalization นี้จะทำให้ตำแหน่งจุดบนภาพ มีความสัมพันธ์ตามสัดส่วนของภาพแทนที่จะขึ้นกับขนาดจริงของเฟรม การคำนวณมุมจะได้ผลลัพธ์ที่สม่ำเสมอเท่ากัน เพราะตำแหน่งจุดที่ใช้เปรียบเทียบถูกปรับให้อยู่ในหน่วยสัมพัทธ์แล้ว

จากภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการคำนวณมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่โดยใช้เทคนิค Pose Estimation จากจุด landmark ที่ตรวจจับได้ด้วย MediaPipe ได้แก่ จมูก (landmark 0) หัวไหล่ซ้าย (landmark 11) และหัวไหล่ขวา (landmark 12) โดยระบบจะสร้างเวกเตอร์จากหัวไหล่ซ้ายไปยังจมูก (เวกเตอร์ AB) และเวกเตอร์จากหัวไหล่ซ้ายไปยังหัวไหล่ขวา (เวกเตอร์ BC) ซึ่งจะนำมาใช้คำนวณมุม θ ด้วยหลักการ dot product ดังที่อธิบายในสมการก่อนหน้า ภาพทั้งสามแสดงให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของมุม θ เมื่อผู้ใช้มีการเอนศีรษะไปด้านซ้ายหรือขวาเทียบกับท่าทางที่เหมาะสมตรงกลาง การคำนวณมุมดังกล่าวช่วยให้ระบบสามารถประเมินท่านั่งและตรวจจับพฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดอาการผิดปกติจากการนั่งเป็นเวลานานได้อย่างแม่นยำ

ภาพที่ 3.6 การคำนวณมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่

3.1.2.3 การแสดงผล

หลังจากระบบได้ดำเนินการตรวจจับตำแหน่งของจุดสำคัญ (landmarks) และคำนวณมุมระหว่างจุดจมูกกับหัวไหล่ซ้าย - ขวาแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือการแสดงผลข้อมูลให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้และปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการนั่งได้ในทันที โดยระบบจะแสดงผลภาพจากกล้องที่เชื่อมต่อแบบเรียลไทม์ พร้อมซ้อนจุด landmark ที่ตรวจจับได้ลงบนใบหน้าและไหล่ของผู้ใช้งาน ซึ่งรวมถึงจุดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณมุม เช่น จมูก (landmark 0) หัวไหล่ซ้าย (landmark 1) และหัวไหล่ขวา (landmark 12) นอกจากนี้ยังมีการแสดงค่ามุมหรือ Angle ที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์เวกเตอร์ระหว่างจุดต่าง ๆ โดยแสดงไว้บนภาพในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจน ดังรูปที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 การแสดงผลในระบบตรวจจับ

3.2 การออกแบบการทดสอบ

การออกแบบการทดสอบในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความถูกต้องและความแม่นยำของระบบตรวจจับท่าทางศีรษะและไหล่ที่พัฒนาขึ้น โดยระบบจะถูกทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่นั่งอยู่หน้ากล้องในระยะที่กำหนด พร้อมกำหนดให้แสดงท่าทางต่าง ๆ ทั้งในลักษณะที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ และลักษณะที่ผิดปกติ เช่น การเอียงศีรษะไปทางซ้ายหรือขวา การยื่นศีรษะไปข้างหน้า และการก้มศีรษะ ซึ่งระบบจะทำการประมวลผลภาพแบบเรียลไทม์เพื่อตรวจจับตำแหน่งของจุดจมูกและหัวไหล่ จากนั้นจะคำนวณมุมระหว่างเวกเตอร์ที่สร้างขึ้นจากตำแหน่งดังกล่าวเพื่อประเมินทิศทางของการเอียงศีรษะ โดยค่ามุมที่ได้จะถูกเปรียบเทียบกับเกณฑ์การจำแนกท่าทาง (Posture Classification Thresholds) ที่ได้จากการสอบเทียบเชิงทดลองและการอ้างอิงจากวรรณกรรมด้านการยศาสตร์

เกณฑ์การจำแนกท่าทางดังกล่าวระบุว่า ท่าทางปกติ (Neutral posture) จะเกิดขึ้นเมื่อค่ามุมที่คำนวณได้อยู่ในช่วง ±10 องศาจากแนวอ้างอิง ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 90 องศา หากค่ามุมต่ำกว่า 70 องศา ระบบจะจำแนกว่าเป็นการเอียงศีรษะไปทางซ้าย (Left-side tilt) และหากมุมเกินกว่า 110 องศา จะถือว่าเป็นการเอียงไปทางขวา (Right-side tilt) ซึ่งแสดงว่าตำแหน่งของจมูกเข้าใกล้หัวไหล่ด้านใดด้านหนึ่งมากผิดปกติ เกณฑ์เหล่านี้ได้รับการยืนยันโดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดองศาแบบแมนนวล (manual protractor) ระหว่างการทดลอง และสอดคล้องกับวรรณกรรมที่ระบุว่าการเอียงศีรษะในช่วง 15–20 องศา จากแนวตรงกลาง เป็นขอบเขตทั่วไปของท่าทางที่ไม่ปกติ (Chapman et al., 2021; Mingels et al., 2016)

ระบบจะทำการบันทึกค่ามุมและผลการแจ้งเตือนในแต่ละเฟรมของวิดีโอ พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแม่นยำของการตรวจจับ และประเมินประสิทธิภาพของระบบทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยผลการทดสอบจะเป็นฐานข้อมูลสำคัญในการพัฒนาต่อยอดระบบให้สามารถใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากการออกแบบระบบการตรวจจับและการออกแบบการทดสอบในบทที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจจับท่าทางศีรษะที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ ได้มีการออกแบบการทดลองในสภาพแวดล้อมควบคุม โดยจัดแสงให้ใกล้เคียงกับสภาพสำนักงานทั่วไปที่ระดับความสว่างประมาณ 300 LUX กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยอาสาสมัครจำนวน 10 คน แบ่งเป็นเพศหญิง 6 คน และเพศชาย 4 คน โดยอาสาสมัครจะทำกิจกรรมที่มีลักษณะใกล้เคียงกับงานสำนักงานจริง ขณะเดียวกันระบบจะติดตามตรวจจับท่าทางของศีรษะแบบต่อเนื่อง (real-time monitoring) และบันทึกผลการตรวจจับไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความแม่นยำ ความรวดเร็วในการประมวลผล และความสามารถในการจำแนกท่าทางของระบบ

4.1 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่

เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพและความแม่นยำของระบบตรวจจับมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่ ได้มีการเก็บข้อมูลเชิงทดลองจากอาสาสมัคร 10 คน ในท่าทางและช่วงมุมที่แตกต่างกัน โดยแบ่งช่วงมุมออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 30°– ต่ำกว่า 80°, 80°–ต่ำกว่า 100° และ 100°–ต่ำกว่า 150° ผลการทดสอบแต่ละช่วงจะแสดงทั้งค่ามุมจริงที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือโปรแทรกเตอร์แบบแมนนวล และค่ามุมที่ได้จากการคำนวณของระบบ รวมถึงค่าความแตกต่าง ร้อยละความคลาดเคลื่อน และค่าความคลาดเคลื่อนเชิงรากกำลังสองเฉลี่ย (RME) เพื่อใช้ประเมินความแม่นยำของระบบในแต่ละช่วงมุม การจัดเรียงข้อมูลในรูปแบบตารางนี้ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบในแต่ละช่วงมุมได้อย่างชัดเจน และสะท้อนให้เห็นข้อเด่นและข้อจำกัดของระบบเมื่อทำการตรวจจับมุมศีรษะในสภาพการเอียงที่แตกต่างกัน

4.1.1 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 30 และไม่เกิน 80

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ในช่วง 30°–ต่ำกว่า 80° โดยเปรียบเทียบระหว่างมุมจริงที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือโปรแทรกเตอร์แบบแมนนวล กับมุมที่ระบบคำนวณจากการประมวลผลภาพ ผลต่างของค่ามุมถูกคำนวณเป็น “ค่าความแตกต่าง” และแปลงเป็น “ร้อยละความคลาดเคลื่อน” (Percentage Error) พร้อมค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบสัมบูรณ์ (MAE) ซึ่งใช้ประเมินความแม่นยำของระบบในช่วงมุมเอียงมากระดับต่ำ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 30 และไม่เกิน 80

จำนวนครั้ง	องศาจริง (องศา)	องศาที่ได้จากการคำนวณของระบบ (องศา)	ค่าความแตกต่าง (องศา)	ร้อยละความคลาดเคลื่อน (%)	MAE (%)
1	60	49	11	22.45	24.25
2	68	70	2	2.86	
3	72	46	26	56.52	
4	74	64	10	15.63	
5	62	48	14	29.17	
6	72	67	5	7.46	
7	72	49	23	46.94	
8	86	56	30	53.57	
9	70	48	22	45.83	
10	71	52	19	36.54	
11	69	32	37	115.63	
12	68	62	6	9.68	
13	73	49	24	48.98	
14	77	43	34	79.07	
15	50	34	16	47.06	
16	68	54	14	25.93	
17	69	27	42	155.56	
18	79	46	33	71.74	
19	67	34	33	97.06	
20	86	57	29	50.88	

4.1.2 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 80 และไม่เกิน 100

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ในช่วง 80°–ต่ำกว่า 100° โดยมีโครงสร้างข้อมูลเหมือนตารางที่ 4.1 เพื่อประเมินความแม่นยำของระบบเมื่อผู้ทดสอบมีการเอียงศีรษะในมุมปานกลาง ผลการทดสอบช่วยชี้ให้เห็นประสิทธิภาพของระบบในช่วงมุมที่เข้าใกล้ค่ากลางของท่าปกติ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 80 และไม่เกิน 100

จำนวนครั้ง	องศาจริง (องศา)	องศาที่ได้จากการคำนวณของระบบ (องศา)	ค่าความแตกต่าง (องศา)	ร้อยละความคลาดเคลื่อน (%)	MAE (%)
1	82	84	2	2.38	2.35
2	90	90	0	0.00	
3	80	80	0	0.00	
4	91	87	4	4.60	
5	95	87	8	9.20	
6	90	90	0	0.00	
7	86	90	4	4.44	
8	90	90	0	0.00	
9	81	82	1	1.22	
10	91	81	10	12.35	
11	88	82	6	7.32	
12	90	90	0	0.00	
13	87	85	2	2.35	
14	90	90	0	0.00	
15	88	85	3	3.53	
16	90	90	0	0.00	
17	96	94	2	2.13	
18	84	83	1	1.20	
19	89	87	2	2.30	
20	90	88	2	2.27	

4.1.3 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 100 และไม่เกิน 150

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ในช่วง 100°–ต่ำกว่า 150° ซึ่งเป็นช่วงที่ใกล้เคียงท่าศีรษะตรงตามหลักการยศาสตร์มากที่สุด การมีค่าความแตกต่างและร้อยละความคลาดเคลื่อนต่ำในตารางนี้สะท้อนถึงศักยภาพของระบบในการตรวจจับท่าทางปกติได้แม่นยำ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบมุมระหว่างศีรษะและไหล่ตั้งแต่ 100 และไม่เกิน 150

จำนวนครั้ง	องศาจริง (องศา)	องศาที่ได้จากการคำนวณของระบบ (องศา)	ค่าความแตกต่าง (องศา)	ร้อยละความคลาดเคลื่อน (%)	MAE (%)
1	112	117	5	4.27	19.65
2	155	134	21	15.67	
3	122	111	11	9.91	
4	147	115	32	27.83	
5	116	101	15	14.85	
6	125	122	3	2.46	
7	114	106	8	7.55	
8	163	120	43	35.83	
9	112	107	5	4.67	
10	168	112	56	50.00	
11	118	104	14	13.46	
12	167	120	47	39.17	
13	107	109	2	1.83	
14	145	115	30	26.09	
15	110	112	2	1.79	
16	168	113	55	48.67	
17	114	115	1	0.87	
18	137	130	7	5.38	
19	120	103	17	16.50	
20	140	121	19	15.70	

4.2 การประเมินค่าความคาดเคลื่อน (Mean Absolute Error)

การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error หรือ MAE) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน โดยเปรียบเทียบค่ามุมที่ระบบคำนวณได้กับค่ามุมจริงที่วัดด้วยเครื่องมือวัดองศาแบบแมนนวล (manual protractor) ซึ่งวางตรงแนวหัวและไหล่ของอาสาสมัครในแต่ละท่าทาง ค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละกรณีจะถูกคำนวณด้วยสมการที่ (4.1)

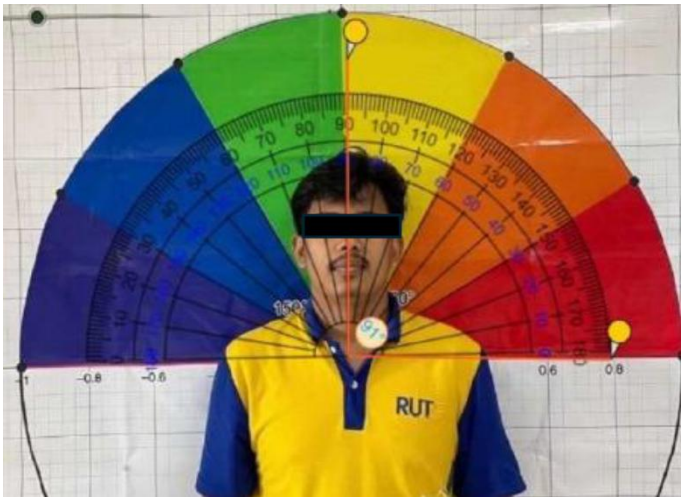
$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |\theta_i^{measured} - \theta_i^{actual}| \qquad (4.1)$$

โดยที่ $\theta^{measured}$ คือ ค่ามุมที่ระบบคำนวณได้

θ^{actual} คือ ค่ามุมจริงที่วัดได้

n คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

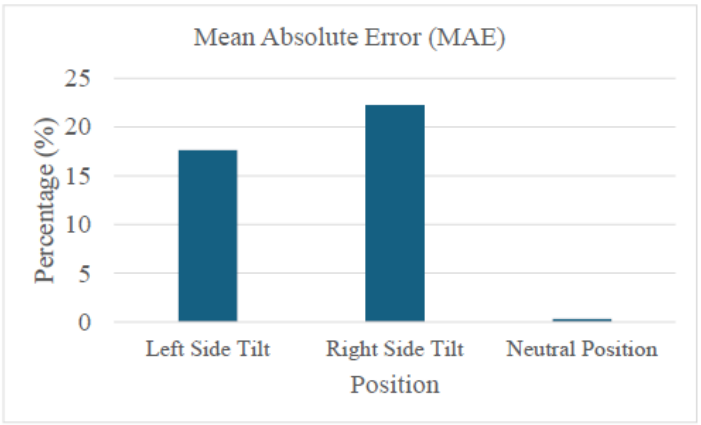
การทดลองวัดมุมศีรษะแต่ละท่าทางนั้นทำโดยใช้ โปรแทรกเตอร์แมนนวลแบบมาตรฐาน (standard manual protractor) ซึ่งถูกจัดวางอย่างแม่นยำและสอดคล้องกับแกนของศีรษะและหัวไหล่ของอาสาสมัครในแต่ละท่าทางการเอียง โดยการทดลองนี้ แกนวัดจะถูกจัดตำแหน่งให้ชัดเจนระหว่างแนวจากหัวไหล่ซ้ายไปยังหัวไหล่ขวา และแนวจากหัวไหล่ซ้ายขึ้นไปยังศีรษะ (จุดจมูก) ซึ่งเป็นเส้นฐานและเวกเตอร์ที่ใช้เปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบการเอียงศีรษะ ระบบจะเก็บค่ามุมจริงจากการวัดนี้ในแต่ละลักษณะของท่าทาง ได้แก่ ท่าตรง (Neutral) ท่าเอียงซ้าย (Left Side Tilt) และท่าเอียงขวา (Right Side Tilt) แล้วนำมาใช้เป็นค่ามาตรฐานอ้างอิง (Ground Truth) สำหรับเปรียบเทียบกับค่ามุมที่ระบบ MediaPipe คำนวณได้ในแต่ละกรณี โดยการวัดนี้ดำเนินการซ้ำหลายครั้ง (20 ครั้งต่อท่าทาง) และใช้ค่าที่เฉลี่ยจากการวัดเพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องสูงสุด ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน (MAE) ของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือภายใต้การควบคุมของสภาพแวดล้อมในการทดลองดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 การวัดมุมจริง (actual angle)

ภาพที่ 4.2 การวัดมุมจากระบบ (measurement angle)

การทดลองถูกแบ่งออกเป็น 3 สถานการณ์ ได้แก่ 1. ท่าทางปกติ (Neutral Position) ศีรษะอยู่ตรงกับลำตัว 2. ศีรษะเอียงซ้าย (Left Side Tilt) ศีรษะไปทางซ้าย 3. ศีรษะเอียงขวา (Right Side Tilt) ศีรษะไปทางขวา



ภาพที่ 4.3 Mean Absolute Error (MAE)

4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า MAE จากระบบตรวจจับท่าทางศีรษะที่พัฒนาขึ้น โดยเปรียบเทียบค่าที่ระบบคำนวณได้กับค่ามุมจริงในแต่ละลักษณะท่าทาง ได้แก่ เอียงซ้าย (Left Side Tilt) เอียงขวา (Right Side Tilt) และ ท่าตรง (Neutral Position) ผลลัพธ์ชี้ให้เห็นว่าในกรณีที่ศีรษะอยู่ในตำแหน่งตรง ระบบสามารถคำนวณค่ามุมได้อย่างแม่นยำมาก โดยมีค่า MAE ต่ำใกล้เคียง 0% แสดงถึงความสามารถในการตรวจจับในท่าทางปกติได้ดีมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อศีรษะเอียงไปทางซ้ายหรือขวา ค่า MAE เพิ่มขึ้น โดย

อยู่ที่ประมาณ 20% สำหรับท่าเอียงซ้าย และ มากกว่า 24% สำหรับท่าเอียงขวา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบมีความท้าทายในการตรวจจับตำแหน่งศีรษะเมื่ออยู่ในองศาที่เบี่ยงเบนจากแนวปกติ โดยเฉพาะเมื่อศีรษะเอียงไปทางขวาซึ่งมีค่า MAE สูงที่สุด ความคลาดเคลื่อนนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างศีรษะในมุมเอียง รวมถึงข้อจำกัดของการตรวจจับจุด landmark ที่อยู่ในแนวลึก (depth) อย่างไรก็ตาม ค่า MAE ที่อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางแสดงให้เห็นว่าระบบยังสามารถแยกแยะท่าทางได้ในระดับที่ใช้งานได้จริง

4.4 ประสิทธิภาพของการประมวลผลระบบ

จากการทดสอบการประมวลผลของระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผล Intel® Core™ i7-1165G7 @ 2.80 GHz พบว่าระบบสามารถประมวลผลภาพได้เฉลี่ย 0.20 วินาทีต่อเฟรม หรือประมาณ 5 เฟรมต่อวินาที (FPS) ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่สามารถใช้งานได้ในสถานการณ์จริง โดยให้ผลตอบสนองอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของท่าทางศีรษะในทันที จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานเพื่อการแจ้งเตือนและแก้ไขท่านั่งของผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมสำนักงาน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับท่านั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับเทคโนโลยีการตรวจจับท่าทางมนุษย์แบบเรียลไทม์ (Real-time Human Pose Estimation) ด้วยการประยุกต์ใช้โมเดล MediaPipe และไลบรารี OpenCV บนภาษา Python ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับตำแหน่งจมูก (landmark 0) และหัวไหล่ซ้าย-ขวา (landmark 11 และ 12) เพื่อนำมาคำนวณมุมระหว่างศีรษะและหัวไหล่ เพื่อประเมินว่าผู้ใช้นั่งในท่าทางที่เหมาะสมหรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดออฟฟิศซินโดรมหรือไม่

ระบบถูกออกแบบให้ทำงานแบบ 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การนำเข้าภาพและการเตรียมภาพ (2) การตรวจจับตำแหน่งของอวัยวะ และ (3) การคำนวณมุมและแสดงผล โดยในส่วนการคำนวณมุมได้ใช้หลักการ Dot Product ระหว่างเวกเตอร์ AB (จากหัวไหล่ซ้ายไปยังจมูก) และเวกเตอร์ BC (จากหัวไหล่ซ้ายไปยังหัวไหล่ขวา) พร้อมการทำ Normalization ของค่าพิกัดให้เหมาะสมกับขนาดภาพ เพื่อให้ได้มุมที่มีความแม่นยำไม่ขึ้นกับขนาดหรือความละเอียดของกล้อง

ในส่วนของการทดสอบประสิทธิภาพระบบ ได้ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมควบคุม (ห้องที่มีความสว่างประมาณ 300 LUX) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน (เพศหญิง 6 คน เพศชาย 4 คน) ซึ่งได้รับมอบหมายให้แสดงท่าทางต่าง ๆ ได้แก่ ท่าทางปกติ ท่าเอียงศีรษะไปทางซ้าย และท่าเอียงศีรษะไปทางขวา โดยแต่ละท่าทางจะถูกวัดมุมจริงด้วยเครื่องมือโปรแทรกเตอร์แบบแมนนวลที่ติดตั้งในแนวเส้นตรงระหว่างหัวไหล่ทั้งสองข้าง และเส้นแนวเอียงของศีรษะ (จากหัวไหล่ซ้ายถึงจมูก) จากนั้นนำค่ามุมที่ระบบคำนวณได้มาเปรียบเทียบกับค่ามุมจริงเพื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE)

ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถคำนวณมุมท่าทางปกติ (Neutral Position) ได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่า MAE ต่ำมากใกล้ 0% แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการตรวจจับท่าทางตรงได้ดี อย่างไรก็ตาม เมื่อศีรษะเอียงไปทางซ้ายหรือขวา ค่า MAE เพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณ 20% สำหรับท่าเอียงซ้าย และมากกว่า 24% สำหรับท่าเอียงขวา แสดงให้เห็นว่าการตรวจจับท่าทางที่เบี่ยงเบนมีความท้าทายมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะรูปร่างศีรษะที่ซับซ้อนและมุมมองของกล้องที่ส่งผลต่อการตรวจจับตำแหน่งจุด landmark

ในด้านประสิทธิภาพการประมวลผล ระบบสามารถประมวลผลเฟรมภาพได้ที่ความเร็วเฉลี่ย 0.20 วินาทีต่อเฟรม หรือประมาณ 5 เฟรมต่อวินาที ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งานแบบเรียลไทม์เพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งาน

ทันทีเมื่อพบท่าทางที่เสี่ยง การแสดงผลในระบบจะแสดงทั้งจุด landmark และค่ามุมที่คำนวณได้บนภาพแบบ Overlay ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสังเกตและปรับพฤติกรรมได้อย่างสะดวก

สรุปโดยรวม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับท่าทางที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงของออฟฟิศซินโดรมได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง โดยเฉพาะในลักษณะการนั่งตรง ทั้งนี้ควรมีการพัฒนาระบบเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับท่าทางที่เบี่ยงเบนอย่างชัดเจน รวมถึงสามารถปรับใช้กับลักษณะงานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ทั้งในสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อส่งเสริมสุขภาพและความปลอดภัยในการทำงานอย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

Lazko, O., Byshevets, N., Kashuba, V., Lazakovych, Y., Grygus, I., Andreieva, N., & Skalski, D. (2021). Prerequisites for the development of preventive measures against office syndrome among women of working age. *Teorìâ ta Metodika Fìzičnogo Vihovannâ*, 21(3), 227–234. https://doi.org/10.17309/tmfv.2021.3.06

Paliyawan, P., Nukoolkit, C., & Mongkolnam, P. (2014). Prolonged sitting detection for office workers syndrome prevention using Kinect. In *Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on Biomedical Engineering and Technology (BME)* (pp. 1–6). https://doi.org/10.1109/BME.2014.6762480

Srahongthong, P., & Nimkoompai, A. (2023). Office syndrome treatment using augmented reality technology on mobile applications. In *Proceedings of the 20th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2023)* (pp. 443–447).

Amin, D. I., Mohamed, G. I., & ElMeligie, M. M. (2024). Effectiveness of McKenzie exercises plus stabilization exercises versus McKenzie exercises alone on disability, pain, and range of motion in patients with nonspecific chronic neck pain: A randomized clinical trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 37(6), 1507–1517. https://doi.org/10.3233/BMR-230352

Lee, J., Lee, Y., Kim, J., & Park, S. (2017). Effectiveness of an application-based neck exercise as a pain management tool for office workers with chronic neck pain and functional disability: A pilot randomized trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 12, 87–92. https://doi.org/10.1016/j.eujim.2017.04.012

Kim, J.-W., Choi, J.-Y., Ha, E.-J., & Choi, J.-H. (2023). Human pose estimation using MediaPipe Pose and optimization method based on a humanoid model. *Applied Sciences*, 13(4), 2700. https://doi.org/10.3390/app13042700

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Chapman, S., Bridge, M., and Parry, R., 2021, Postural Variability in Comfortable Sitting Among Office Workers, *Journal of Occupational Health Studies*, Vol.18(1), p. 55–63.

Mingels, S., Horsch, A., and Klussmann, A., 2016, Head-Tilt Patterns in Laptop Users with and without Posture-Induced Pain, *Ergonomics Research Journal*, Vol.9(3), p. 211–223.

Raine, S., & Twomey, L. T. (1994). Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. *Australian Journal of Physiotherapy, 40*(1), 25–32. https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60320-4

Fathollahnejad, K., Letafatkar, A., & Hadadnezhad, M. (2019). The effect of manual therapy and stabilizing exercises on forward head and rounded shoulder postures: A six-week intervention with a one-month follow-up study. *BMC Musculoskeletal Disorders, 20*(1), 86. https://doi.org/10.1186/s12891-019-2438-y

Wasim, A., Siddique, M. R., Sajid, M., Hussain, S., Jahanzaib, M., & Khan, A. M. (2019). Stress assessment based on ergonomics coupled with image-processing tools and techniques for lean product design and development. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 42(5), 367–376. https://doi.org/10.1080/02533839.2019.1598282

Tian, Y., Zhang, L., & Li, W. (2011). Robust head-shoulder detection using edge and contour features. *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 1609–1612. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICIP.2011.6115742

ภาคผนวก

Coding

```
import math, time
import cv2
import mediapipe as mp

# ---------- Config ----------
CAM_INDEX = 0          # กล้องหลักมักเป็น 0
FRAME_W, FRAME_H = 640, 480
NEUTRAL = (80, 100)    # ช่วงมุมที่ถือว่า "ปกติ" (ประมาณ 90° ±10)
LEFT_MAX = 80          # < 80 = เอียงซ้าย
RIGHT_MIN = 100        # > 100 = เอียงขวา
VIS_THR = 0.5          # ความมั่นใจ/การมองเห็น landmark ขั้นต่ำ

# ---------- Utils ----------
def calculate_angle(A, B, C):
    Ax, Ay, Az = A.x, A.y, getattr(A, "z", 0.0)
    Bx, By, Bz = B.x, B.y, getattr(B, "z", 0.0)
    Cx, Cy, Cz = C.x, C.y, getattr(C, "z", 0.0)

    AB = (Bx - Ax, By - Ay, Bz - Az)
    BC = (Cx - Bx, Cy - By, Cz - Bz)

    dot = AB[0]*BC[0] + AB[1]*BC[1] + AB[2]*BC[2]
    magAB = math.sqrt(AB[0]**2 + AB[1]**2 + AB[2]**2)
    magBC = math.sqrt(BC[0]**2 + BC[1]**2 + BC[2]**2)
    if magAB == 0 or magBC == 0:
        return None

    cos_theta = max(-1.0, min(1.0, dot/(magAB*magBC)))
    return math.degrees(math.acos(cos_theta))
```

```
def classify(angle):
    if angle is None:
        return "No angle"
    if angle < LEFT_MAX:
        return "Left tilt"
    if angle > RIGHT_MIN:
        return "Right tilt"
    return "Neutral"

# ---------- MediaPipe setup ----------
mp_pose = mp.solutions.pose
mp_draw = mp.solutions.drawing_utils
mp_style = mp.solutions.drawing_styles

pose = mp_pose.Pose(
    static_image_mode=False,
    model_complexity=1,
    enable_segmentation=False,
    min_detection_confidence=0.5,
    min_tracking_confidence=0.5
)

# ---------- Camera ----------
cap = cv2.VideoCapture(CAM_INDEX)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, FRAME_W)
cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, FRAME_H)

prev_t = time.time()
fps = 0

while True:
    ok, frame_bgr = cap.read()
```

```
if not ok:
    print("ไม่พบสัญญาณกล้อง")
    break

# (ออปชัน) พลิกภาพให้เหมือนกระจก
frame_bgr = cv2.flip(frame_bgr, 1)

# MediaPipe ต้องใช้ RGB
frame_rgb = cv2.cvtColor(frame_bgr, cv2.COLOR_BGR2RGB)
results = pose.process(frame_rgb)

angle_deg = None
status_txt = "No landmarks"

if results.pose_landmarks:
    lms = results.pose_landmarks.landmark
    nose = lms[0]
    l_sh = lms[11]
    r_sh = lms[12]

    # เช็ค visibility เพื่อกัน landmark หลุด
    if (nose.visibility > VIS_THR and
        l_sh.visibility > VIS_THR and
        r_sh.visibility > VIS_THR):
        angle_deg = calculate_angle(nose, l_sh, r_sh)
        status_txt = classify(angle_deg)

    # วาดโครงร่าง
    mp_draw.draw_landmarks(
        frame_bgr, results.pose_landmarks, mp_pose.POSE_CONNECTIONS,
        landmark_drawing_spec=mp_style.get_default_pose_landmarks_style()
    )
```

```
    # คำนวณ FPS
    now = time.time()
    fps = 0.9*fps + 0.1*(1.0/(now - prev_t)) if fps else 1.0/(now - prev_t)
    prev_t = now

# แสดงมุม/สถานะ
    cv2.putText(frame_bgr, f"FPS: {fps:.1f}", (10, 25),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 255, 0), 2)
    if angle_deg is not None:
        cv2.putText(frame_bgr, f"Angle: {angle_deg:.2f} deg", (10, 55),
                    cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (255, 255, 0), 2)
    cv2.putText(frame_bgr, f"Posture: {status_txt}", (10, 85),
                cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7,
                (0, 0, 255) if status_txt.endswith("tilt") else (0, 255, 255), 2)

    # เกณฑ์แสดงช่วงอ้างอิง
    cv2.putText(frame_bgr, f"Neutral ~ {NEUTRAL[0]}-{NEUTRAL[1]} deg",
                (10, FRAME_H-10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.6, (200, 200, 200), 1)

    cv2.imshow("Posture Track", frame_bgr)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()
```

แบบสรุปข้อมูลโครงการวิจัยทุนสนับสนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

ชื่อโครงการ : การพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันออฟฟิตซินโดรมโดยใช้การประมวลผลภาพ
หัวหน้าโครงการ : นางสาวปนัดดา โสพส
โทรศัพท์ 0836900911 **อีเมล** panadda.s@rmutsv.ac.th **งบประมาณ** 100,000 **บาท ระยะเวลาดำเนินการ** 1 **ปี**
แพลตฟอร์มตามยุทธศาสตร์ อววน.: แพลตฟอร์มด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology Platform)
โปรแกรมตามยุทธศาสตร์ อววน.: โปรแกรมการพัฒนานวัตกรรมด้านสุขภาพและความปลอดภัย (Health & Safety Innovation Program)
พื้นที่ทำวิจัย : ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีปิโตรเลียม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
พื้นที่การใช้ประโยชน์ : สถานที่ทำงานในสำนักงาน โรงงานอุตสาหกรรม และสถานประกอบการที่มีการทำงานนั่งประจำเป็นเวลานาน

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล :

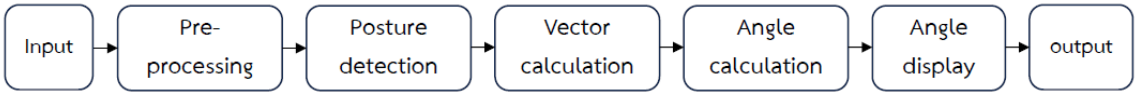
ความปลอดภัยในการทำงาน (Occupational Health and Safety: OHS) เป็นประเด็นสำคัญที่ทุกองค์กรให้ความสำคัญ เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการป้องกันอันตราย อุบัติเหตุ และผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน แม้ว่าการทำงานจะสร้างคุณค่าและผลประโยชน์ให้แก่องค์กร แต่ในขณะเดียวกันก็แฝงไปด้วยความเสี่ยงจากสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพระยะยาวคือปัญหาด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งเป็นศาสตร์ว่าด้วยการปรับสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความเมื่อยล้า ความเครียดของกล้ามเนื้อ และการบาดเจ็บเรื้อรัง ปัญหาที่พบบ่อยได้แก่ การจัดท่าทางที่ไม่เป็นธรรมชาติ การเคลื่อนไหวซ้ำๆ เป็นเวลานาน การวางตำแหน่งงานไม่เหมาะสม และการเคลื่อนไหวน้อยเกินไป ปัญหาเหล่านี้มักนำไปสู่ออฟฟิศซินโดรมและอาการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก ซึ่งไม่เพียงลดประสิทธิภาพการทำงาน แต่ยังเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายด้านการรักษาพยาบาลขององค์กร ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing) จึงเกิดโอกาสในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเฝ้าระวังและติดตามท่าทางการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้ประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพเพื่อการออกแบบอุปกรณ์ตามหลักการยศาสตร์ การตรวจจับความเครียดทางจิตใจจากการวิเคราะห์กล้ามเนื้อใบหน้า และการตรวจจับตำแหน่งศีรษะและไหล่ สิ่งเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีดังกล่าวในการประเมินและปรับปรุงสภาพการทำงานให้ปลอดภัยและเหมาะสมยิ่งขึ้น จากพื้นฐานและความต้องการดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนาระบบตรวจจับท่านั่งปฏิบัติงานตามหลักการยศาสตร์โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ร่วมกับการประมาณท่าทางมนุษย์ (Human Pose Estimation) เพื่อให้สามารถตรวจจับและประเมินท่านั่งได้แบบเรียลไทม์ ระบบนี้จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดออฟฟิศซินโดรมและการบาดเจ็บจากการทำงาน พร้อมทั้งส่งเสริมสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรในระยะยาว

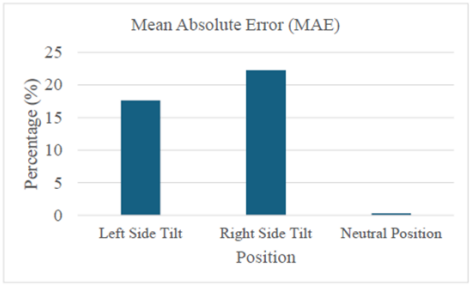
วัตถุประสงค์ของโครงการ :

1. เพื่อศึกษาลักษณะการนั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์
2. เพื่อศึกษากระบวนการตรวจจับท่านั่งด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ
3. เพื่อออกแบบและพัฒนาการตรวจจับการนั่งตามหลักการยศาสตร์โดยใช้การประมวลผลภาพ
4. เพื่อทดสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบ

ผลการวิจัย :

ระบบสามารถตรวจจับท่านั่งปกติได้อย่างแม่นยำ (MAE ใกล้ 0%) และสามารถจำแนกการเอียงศีรษะไปทางซ้ายและขวาได้ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 17% และ 21% ตามลำดับ ความเร็วการประมวลผลเฉลี่ย 0.20 วินาทีต่อเฟรม (~5 FPS) เพียงพอสำหรับการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์





ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (output) :

โครงการนี้ก่อให้เกิดองค์ความรู้จากการพัฒนาการประมวลผลภาพตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งได้จัดทำและเผยแพร่ในรูปแบบบทความทางวิชาการ 1 ฉบับ พร้อมทั้งสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สามารถบูรณาการผลงานวิจัยเข้ากับการเรียนการสอน เพื่อยกระดับคุณภาพทางวิชาการและเสริมสร้างทักษะเชิงปฏิบัติแก่ผู้เรียน

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (outcome) :

โครงการนี้ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมต่อกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์ ได้แก่ นักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และนำไปประยุกต์ใช้ลักษณะการนั่งที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงและป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดจากการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมซ้ำๆ เป็นระยะเวลานาน

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (impact) :

โครงการนี้ส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ด้านวิชาการเกี่ยวกับการตรวจจับท่านั่งโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลและแนวทางในการพัฒนางานวิจัยต่อยอดได้ ขณะเดียวกันยังสร้างผลกระทบเชิงสังคมโดยช่วยลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงานในกลุ่มพนักงานอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการปฏิบัติงานซ้ำๆ ส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและเอื้อต่อสุขภาพในระยะยาว

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ด้านนโยบาย *โดยใคร* หน่วยงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กร

อย่างไร นำระบบต้นแบบไปบูรณาการในมาตรการส่งเสริมสุขภาพพนักงาน

ด้านสังคม *โดยใคร* สถานประกอบการและพนักงานทั่วไป

อย่างไร ใช้ระบบเพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนพนักงานให้ปรับท่าทางการนั่ง ลดอาการปวดเมื่อยและป้องกันโรค

ด้านเศรษฐกิจ *โดยใคร* องค์กรและธุรกิจที่มีบุคลากรทำงานนั่งประจำ

อย่างไร ลดค่าใช้จ่ายด้านสวัสดิการรักษาพยาบาลจากปัญหาออฟฟิตซินโดรม

ด้านวิชาการ *โดยใคร* นักวิจัยและนักศึกษาในสาขาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิทัลและสุขภาพ

อย่างไร ใช้ข้อมูลและเทคนิคจากงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับท่าทางที่ซับซ้อนขึ้น

การเผยแพร่/ประชาสัมพันธ์ : นำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

TRL/SRL ระดับ : TRL 5 – ระบบต้นแบบทดสอบในสภาพแวดล้อมจริง (Prototype tested in relevant environment)