



คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

- ☐ การประดิษฐ์
☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์
☒ อนุสิทธิบัตร

ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้
ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535
และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542

สำหรับเจ้าหน้าที่

วันรับคำขอ	9/07/2569	เลขที่คำขอ	2603003050
วันยื่นคำขอ			
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ			
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์			
ประเภทผลิตภัณฑ์			
วันประกาศโฆษณา		เลขที่ประกาศโฆษณา	
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่			

- ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย
- คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่
ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน
- ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ บุคคลธรรมดา ☐ นิติบุคคล ☒ หน่วยงานรัฐ ☐ มูลนิธิ ☐ อื่นๆ
ชื่อ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ที่อยู่ เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
ตำบล/แขวง ท่าโพธิ์ อำเภอ/เขต เมืองพิษณุโลก จังหวัด พิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000 ประเทศ ไทย
อีเมล kanyaratp@nu.ac.th
☐ เลขประจำตัวประชาชน ☐ เลขทะเบียนนิติบุคคล ☒ เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0 9 9 4 0 0 0 4 7 7 8 8 1 ☐ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)
ในกรณีที่กรมฯ สื่อสารกับท่าน ท่านสะดวกใช้ทาง ☐ อีเมลผู้ขอ ☒ อีเมลตัวแทน
- สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น
- ตัวแทน (ถ้ามี)
ชื่อ นางสาวกัญญารัตน์ ประทุมศิริ
ที่อยู่ กองการถ่ายทอดเทคโนโลยีและบริหารจัดการทรัพยากรสิ่งทางปัญญา มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ที่ 9 ถนนพิษณุโลก-นครสวรรค์
ตำบล/แขวง ท่าโพธิ์ อำเภอ/เขต เมืองพิษณุโลก จังหวัด พิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000 ประเทศ ไทย
อีเมล kanyaratp@nu.ac.th
เลขประจำตัวประชาชน 3 6 5 9 9 0 0 6 4 3 7 9 7 ☒ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)
- ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ ชื่อและที่อยู่เดียวกับผู้ขอ
ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพร ธรรม
ที่อยู่ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9
ตำบล/แขวง ท่าโพธิ์ อำเภอ/เขต เมืองพิษณุโลก จังหวัด พิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000 ประเทศ ไทย
อีเมล
เลขประจำตัวประชาชน 3 6 5 9 9 0 0 7 5 9 9 4 9 ☒ เพิ่มเติม (ดั่งแนบ)
- คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม
ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร
เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ
☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีอาจะระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

สำหรับเจ้าหน้าที่

จำแนกประเภทสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	สิทธิบัตรการออกแบบ	อนุสิทธิบัตร
☐ กลุ่มวิศวกรรม	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 1)	☐ อนุสิทธิบัตร (วิศวกรรม)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (วิศวกรรม)	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2)	☐ อนุสิทธิบัตร (เคมี)
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ไฟฟ้า)	☐ สิทธิบัตรการออกแบบ (ออกแบบผลิตภัณฑ์ 3)	
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ฟิสิกส์)		
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เคมี)		
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เทคโนโลยีชีวภาพ)		
สิทธิบัตรการประดิษฐ์ (เภสัชภัณฑ์)		

8. การยื่นคำขออนุญาตนำเข้า ☐ PCT ☐ เพิ่มเติม (ดังแนบ)				
วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9. การแสดงการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง _____ วันเปิดงานแสดง _____ ผู้จัด _____				
10. การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ		10.2 วันที่ฝากเก็บ		10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ
11. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอเป็นภาษา _____ ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ _____				
12. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ _____ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข _____ ในการประกาศโฆษณา				
13. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย			14. เอกสารประกอบคำขอ	
ก. แบบพิมพ์คำขอ _____ 3 _____ หน้า			☒ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ _____ 5 _____ หน้า			☐ หนังสือรับรองการแสดงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์	
ค. ข้อถ้อยสิทธิ _____ 2 _____ หน้า			☒ หนังสือมอบอำนาจ	
ง. รูปเขียน _____ 3 _____ รูป _____ 2 _____ หน้า			☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ	
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารการขอนับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย	
☐ รูปเขียน _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ	
☐ ภาพถ่าย _____ รูป _____ หน้า			☐ เอกสารอื่นๆ	
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ _____ 1 _____ หน้า				
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก _____				
16. ลายมือชื่อ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☒ ตัวแทน _____ (_____ นางสาวกัญญารัตน์ ประทุมศิริ _____)				

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ไปซึ่งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ใบแนบต่อท้าย สป/สผ/001-ก

5. ตัวแทน (ถ้ามี)

2. ชื่อ นางสาวศุภรัตน์ สงนรินทร์

ที่อยู่ กองการถ่ายทอดเทคโนโลยีและบริหารจัดการทรัพยากรพลังงานทางปัญญา มหาวิทยาลัยนเรศวร อาคารเอกาทรศร 99 หมู่ที่ 9 ถนนนครสวรรค์-พิษณุโลก
ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

อีเมล suleeratc@nu.ac.th

เลขประจำตัวประชาชน 3659900490745

ตัวแทนเลขที่ 2517 โทรศัพท์ 081-5342533 โทรสาร

6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์

2. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรอุษา สุวรรณประเทศ

ที่อยู่ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

สัญชาติ ไทย

เลขประจำตัวประชาชน 3659900294547

3. ชื่อ นางสาวณัฐพร ไข่มุกข์

ที่อยู่ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

สัญชาติ ไทย

เลขประจำตัวประชาชน 1100800279465

4. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาร์กา ขยัตโต

ที่อยู่ คณะบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

สัญชาติ ไทย

เลขประจำตัวประชาชน 3659900583361

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

- 5 สาขาวิศวกรรม วิทยาการคอมพิวเตอร์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- 10 ในอดีต การเรียนการสอนศิลปะการรำไทยอาศัยการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก โดยผู้เรียนจะฝึกปฏิบัติตามต้นแบบและได้รับการประเมินจากการสังเกตด้วยสายตาของผู้สอน วิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำและความสม่ำเสมอของการประเมิน เนื่องจากผลการประเมินขึ้นอยู่กับประสบการณ์และดุลยพินิจของผู้สอนแต่ละบุคคล อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของท่าทางในเชิงปริมาณหรือบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวของผู้เรียนเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ภายหลังได้

- 15 นอกจากนี้ การเรียนการสอนศิลปะการรำไทยยังมีข้อจำกัดด้านเวลา สถานที่ และจำนวนผู้สอน โดยเฉพาะการเรียนรู้จากครูผู้เชี่ยวชาญหรือศิลปินแห่งชาติ ซึ่งผู้เรียนในพื้นที่ห่างไกลอาจเข้าถึงได้ยาก ส่งผลให้โอกาสในการเรียนรู้และการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านศิลปะการรำไทยยังไม่ครอบคลุมผู้เรียนทุกกลุ่ม อีกทั้งการแสดงท่ารำต้นแบบของศิลปินผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการจัดเก็บในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลที่สามารถนำกลับมาใช้ในการฝึกฝนหรือวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ

- 20 ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาชุดอุปกรณ์และระบบวิเคราะห์ท่าทางสำหรับศิลปะการรำไทย ที่สามารถรวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวจากเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อยหลายตำแหน่งร่วมกับข้อมูลจากกล้องความลึกเพื่อนำมาประมวลผล เปรียบเทียบท่าทางของผู้เรียนกับท่ารำต้นแบบ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อ และแสดงผลการประเมินแบบเวลาจริง พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวในรูปแบบดิจิทัล เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมิน สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยอนุรักษ์องค์ความรู้ด้านศิลปะการรำไทยให้สามารถถ่ายทอดสู่คนรุ่นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- 25 การประดิษฐ์นี้เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย สำหรับตรวจวัด บันทึก วิเคราะห์ และประเมินความถูกต้องของท่าทางการรำ โดยใช้ชุดสวมใส่สำหรับผู้ใช้งานที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อย จำนวน 23 ตำแหน่ง ร่วมกับกล้องความลึก (Depth Camera) เพื่อเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของ

ร่างกาย ส่งข้อมูลผ่านโมดูลรับ-ส่งสัญญาณไร้สายไปยังหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งทำหน้าที่คำนวณมุมของข้อต่อ
ปรับทิศทางข้อมูล เปรียบเทียบกับท่าเริ่มต้นแบบ และประเมินผลความถูกต้องของท่าทาง พร้อมแสดงผลและ
จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล

- 5 การประดิษฐ์แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการจัดทำต้นแบบมาตรฐานการรำไทยจากข้อมูล
การเคลื่อนไหวของครูผู้เชี่ยวชาญหรือศิลปินต้นแบบ และส่วนการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งระบบจะเปรียบเทียบข้อมูล
การเคลื่อนไหวของผู้เรียนกับต้นแบบ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อ และแสดงผลการประเมินในรูปแบบ
ร้อยละ พร้อมระบุตำแหน่งของข้อต่อที่มีความคลาดเคลื่อนเพื่อใช้ในการปรับปรุงท่าทางการรำ

- 10 การประดิษฐ์นี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบประเมินท่าทางศิลปะการรำไทยที่มีความแม่นยำและเป็น
มาตรฐาน ลดข้อจำกัดของการประเมินด้วยสายตาของผู้สอน สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดเก็บองค์ความรู้
ด้านศิลปะการรำไทยในรูปแบบดิจิทัล และส่งเสริมการอนุรักษ์และถ่ายทอดศิลปวัฒนธรรมไทยให้คงอยู่และ
สามารถเผยแพร่สู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังนี้

- 15 กล้องความลึก สำหรับตรวจวัดการเคลื่อนไหวผ่านเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงลึก เพื่อแยกโครงร่าง
ร่างกายมนุษย์ออกจากพื้นหลังและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

- ชุดสวมใส่สำหรับผู้ใช้งานที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อย ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดความเร่ง, เซ็นเซอร์วัด
อัตราการหมุน และเซ็นเซอร์วัดสนามแม่เหล็ก ซึ่งทำงานร่วมกันในลักษณะหน่วยวัดความเฉื่อย (Inertial
Measurement Unit) เพื่อตรวจจับการเคลื่อนที่เชิงเส้น การหมุน และการวางแนวของข้อต่อในแกนสามมิติ ชุด
สวมใส่ได้รับการออกแบบด้วยวัสดุที่ยืดหยุ่น เช่น ชุดผ้าหรือสายรัดที่สามารถปรับตำแหน่งให้เหมาะสมกับสรีระ
20 เพื่อให้เซ็นเซอร์คงตำแหน่งได้อย่างมั่นคงโดยไม่รบกวนการเคลื่อนไหวของผู้แสดง โดยมีการกำหนดตำแหน่ง
ตรวจวัดจำนวน 23 ตำแหน่ง ที่สอดคล้องกับมาตรฐานท่ารำไทย ดังนี้

- ส่วนศีรษะและลำตัว เซ็นเซอร์วัดที่ศีรษะ (1), เซ็นเซอร์วัดที่คอ (2), เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกสันหลังส่วน
ทรงอก (3), เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกสันหลังส่วนเอว (4), และเซ็นเซอร์วัดที่เชิงกราน (5)
- แขนซ้าย เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าซ้าย (6), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ซ้าย (7), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอก
25 ซ้าย (8), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือซ้าย (9), และเซ็นเซอร์วัดที่มือซ้าย (10)
- แขนขวา เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าขวา (11), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ขวา (12), เซ็นเซอร์วัดที่
ข้อศอกขวา (13), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือขวา (14), และเซ็นเซอร์วัดที่มือขวา (15)
- ขาซ้าย เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกซ้าย (16), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าซ้าย (17), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าซ้าย
(18), และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าซ้าย (19)

- ขาขวา เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกขวา (20), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าขวา (21), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าขวา (22), และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าขวา (23)

โดยมีหน้าที่เฉพาะของแต่ละตำแหน่ง ดังนี้

5 ส่วนลำตัวและศีรษะ ได้แก่ เซ็นเซอร์ที่เชิงกราน (5) ทำหน้าที่เป็นจุดอ้างอิงหลักสำหรับวัดการถ่วงน้ำหนักและเสถียรภาพ เซ็นเซอร์ที่กระดูกสันหลังส่วนเอว (4), เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกสันหลังส่วนทรวงอก (3), เซ็นเซอร์วัดที่คอ (2) , และเซ็นเซอร์วัดที่ศีรษะ (1) ทำหน้าที่ตรวจวัดมุมเอียงและการหมุนของลำตัวและทิศทางการมอง เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อต่อ

10 ส่วนแขนซ้ายและขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าซ้าย (6) เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าขวา (11) และเซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ซ้าย (7) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ขวา (12) ทำหน้าที่ตรวจวัดการเคลื่อนที่ในระนาบเปิดวงแขน เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกซ้าย (8) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกขวา (13) ตรวจวัดการงอและการเหยียด และเซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือซ้าย (9) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือขวา (14) และเซ็นเซอร์วัดที่มือซ้าย (10) เซ็นเซอร์วัดที่มือขวา (15) ตรวจวัดทิศทางการบิดและการจัดวางตำแหน่งมือ

15 • ส่วนขาซ้ายและขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกซ้าย (16) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกขวา (20) ตรวจวัดการเคลื่อนไหวของการถ่วงน้ำหนัก เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าซ้าย (17) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าขวา (21) ตรวจวัดองศาการงอ-เหยียดขา เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าซ้าย (18) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าขวา (22) และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าซ้าย (19) เซ็นเซอร์วัดที่เท้าขวา (23) ตรวจวัดทิศทางการก้าวและจังหวะการวางเท้า

ข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะถูกแปลงเป็นเวกเตอร์ในระบบพิกัดเชิงพื้นที่สามมิติ (X, Y, Z) พร้อมค่าประทับเวลา (Timestamp) และจัดเก็บในรูปแบบเมทริกซ์เชิงเวลา (Time-series Matrix) เพื่อส่งต่อไปยัง หน่วยรับสัญญาณและประมวลผลกลาง (4) ผ่านการสื่อสารแบบไร้สาย

20 หน่วยรับสัญญาณและประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์หลายตำแหน่งพร้อมกัน โดยคำนวณมุมข้อต่อ (θ) ผ่านการสร้างเวกเตอร์ระหว่างข้อต่อที่เชื่อมต่อกัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนสะสมและเพิ่มความแม่นยำในการวัดค่าการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ ระบบยังมี วงจรจัดการพลังงาน ที่ประกอบด้วยระบบควบคุมแรงดันไฟฟ้าและวงจรป้องกันกระแสเกิน เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์เซ็นเซอร์สามารถทำงานได้อย่างเสถียรตลอดระยะเวลาการตรวจวัด

25 การวิเคราะห์และประมวลผลค่าทางกายภาพ

1. การคำนวณค่าผลคูณเชิงจุดของเวกเตอร์เพื่อหาค่าโคไซน์ของมุมระหว่างกระดูก สามารถแสดงในรูปแบบสมการได้ดังนี้

$$\cos(\theta) = (A \cdot B) / (|A| |B|)$$

โดยที่ A และ B เป็นเวกเตอร์ของกระดูกสองท่อนที่เชื่อมต่อกัน และ θ เป็นมุมระหว่างกระดูกทั้งสองท่อน เมื่อคำนวณค่า $\cos(\theta)$ ได้แล้วจะสามารถหาค่ามุมจริงของข้อต่อได้จากการคำนวณค่า $\arccos$ ของผลลัพธ์ดังกล่าว และ ค่าทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้เป็นค่ามาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับท่าทางของผู้เรียนเพื่อประเมินเป็นผลคะแนน

- 5 2. การประเมินท่าทางของผู้เรียนจากระบบตรวจจับโครงร่างมนุษย์จากกล้องของอุปกรณ์พกพาผ่านเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงลึก เพื่อระบุตำแหน่งข้อต่อหลักจำนวน 23 ตำแหน่งให้สอดคล้องกับโครงสร้างของท่าเริ่มต้นแบบ และสร้างแบบจำลองโครงสร้างกระดูกเสมือน

จากนั้นจะนำค่ามุมของข้อต่อที่ได้จากผู้เรียนไปเปรียบเทียบกับค่ามุมของข้อต่อจากท่าเริ่มต้นแบบที่ถูกจัดทำไว้เป็นฐานข้อมูล โดยระบบจะคำนวณค่าความแตกต่างของมุมหรือค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งข้อต่อในแต่ละจุดซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{diff}_i = |\theta_{\text{user}_i} - \theta_{\text{template}_i}|$$

โดยที่ diff_i คือค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อที่ตำแหน่ง i และ θ_{user_i} และ $\theta_{\text{template}_i}$ คือค่ามุมของข้อต่อของผู้ใช้งานและของท่าเริ่มต้นแบบตามลำดับ

- 15 ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อแต่ละตำแหน่งจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เพื่อจัดระดับ ความถูกต้องของท่าทาง โดยอาจแบ่งระดับของความคลาดเคลื่อนออกเป็นช่วงต่าง ๆ เช่น ระดับใกล้เคียงกับต้นแบบระดับที่มีความคลาดเคลื่อนปานกลาง และระดับที่ควรปรับปรุง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินคุณภาพของท่าทางการรำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการประเมินคุณภาพของท่าทางการรำ หลังจากคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อแต่ละตำแหน่งแล้ว ระบบจะนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมด เข้าสู่กระบวนการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักตามความสำคัญของข้อต่อแต่ละส่วน เพื่อคำนวณค่าความถูกต้องรวมของท่าทางในแต่ละจังหวะ ของการรำ ซึ่งสามารถคำนวณได้ในรูปแบบค่าความใกล้เคียงของท่าทาง (Pose Match) โดยใช้สมการ

$$\text{Pose Match (\%)} = (1 - (\sum \text{diff}_i / N \times \theta_{\text{max}})) \times 100$$

โดยที่ N คือจำนวนข้อต่อที่ใช้ในการประเมิน และ θ_{max} คือค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่กำหนดให้ยอมรับได้

- 25 เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์ท่าทางได้อย่างแม่นยำแม้ในกรณีที่ผู้เรียนยืนหันหน้าเข้าหาหน้าจอแสดงผล (ภาพสะท้อนด้านซ้าย-ขวา) ระบบจะดำเนินการปรับทิศทางข้อมูลก่อนการเปรียบเทียบ ดังนี้

1. ระบบจะทำการตรวจสอบทิศทางของร่างกายจากการวางของลำตัว ศีรษะ และ ตำแหน่งของข้อต่อทุกจุด จากนั้นจึงทำการแปลงค่าพิกัดเชิงพื้นที่ของตำแหน่งข้อต่อและค่าการหมุนของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในระบบพิกัดสามมิติ

2. ทำการแปลงค่าพิกัดและค่าการหมุนของข้อต่อในระบบพิกัดสามมิติ เพื่อให้สอดคล้องกับพิกัดของท่ารำ
ต้นแบบ

3. การสะท้อนและการหมุนข้อมูล ของร่างกายระหว่างด้านซ้ายและด้านขวา พร้อมหมุนข้อมูลการ
เคลื่อนไหวรอบแกน X, Y และ Z ในมุม 360 องศา เพื่อให้โครงสร้างร่างกายผู้ใช้งานอยู่ในระนาบเดียวกับท่ารำ
ต้นแบบ

4. ระบบสร้างโครงสร้างกระดูกเสมือนที่สะท้อนกลับด้าน เพื่อแสดงผลบนหน้าจอให้สอดคล้องกับมุมมอง
ของผู้เรียน ช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างมุมมองของผู้ใช้งานและท่ารำต้นแบบ

การแสดงผลและจัดเก็บข้อมูล แสดงผลบนหน้าจอในรูปแบบภาพจำลองโครงกระดูกเสมือนแบบสะท้อน
กลับด้าน (Mirror Skeleton Visualization) พร้อมแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อแต่ละตำแหน่ง ค่าร้อยละ
ความถูกต้องของท่าทางแบบเวลาจริง (Real-time Pose Match) และจัดเก็บข้อมูลผลการประเมินเพื่อใช้ในการ
วิเคราะห์และเปรียบเทียบกับท่ารำต้นแบบ

เมื่อผู้เรียนดำเนินการรำตามท่าทางเสร็จสิ้นแล้ว ผลลัพธ์ของการคำนวณดังกล่าวจะถูกแปลงให้อยู่ใน
รูปแบบค่าร้อยละของความใกล้เคียงกับท่ารำต้นแบบ ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดความถูกต้องของการเคลื่อนไหวของ
ผู้เรียน จากนั้นระบบจะทำการจัดระดับคุณภาพของการแสดงท่ารำ ประกอบด้วย ระดับควรปรับปรุง ระดับพอใช้
ระดับดี และระดับดีมาก โดยค่าคะแนนที่ได้มาจากระดับความใกล้เคียงของท่าทางระหว่างผู้ใช้งานกับ
ท่ารำต้นแบบ ซึ่งการนำเสนอผลการประเมินจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงการเคลื่อนไหวของร่างกายในแต่ละ
จุดให้สอดคล้องกับรูปแบบการรำที่ได้มาตรฐานอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงแผนภาพ (Diagram) การทำงานของระบบ

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งเซ็นเซอร์บนชุด

รูปที่ 3 แสดงหน้าจอการวิเคราะห์และการประเมินท่าทางรำไทย

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. ชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย ประกอบด้วย กล้องความลึก สำหรับตรวจวัด
การเคลื่อนไหวผ่านเทคนิคการวิเคราะห์ภาพเชิงลึก เพื่อแยกโครงร่างร่างกายมนุษย์ออกจากพื้นหลังและ
สิ่งแวดล้อมโดยรอบ ชุดสวมใส่สำหรับผู้ใช้งานที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อย จำนวน 23 ตำแหน่ง
ประกอบด้วย

- ส่วนศีรษะและลำตัว ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่ศีรษะ (1), เซ็นเซอร์วัดที่คอ (2), เซ็นเซอร์วัดที่
กระดูกสันหลังส่วนทรวงอก (3), เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกสันหลังส่วนเอว (4), และเซ็นเซอร์วัดที่เชิงกราน (5)

- แขนซ้าย ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าซ้าย (6), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ซ้าย (7),
เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกซ้าย (8), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือซ้าย (9), และเซ็นเซอร์วัดที่มือซ้าย (10)

- แขนขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าขวา (11), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ขวา (12),
เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกขวา (13), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือขวา (14), และเซ็นเซอร์วัดที่มือขวา (15)

- ขาซ้าย ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกซ้าย (16), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าซ้าย (17), เซ็นเซอร์วัด
ที่ข้อเท้าซ้าย (18), และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าซ้าย (19)

- ขาขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกขวา (20), เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าขวา (21), เซ็นเซอร์วัดที่
ข้อเท้าขวา (22), และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าขวา (23)

โดยมีหน้าที่เฉพาะของแต่ละตำแหน่ง ดังนี้

ส่วนลำตัวและศีรษะ ได้แก่ เซ็นเซอร์ที่เชิงกราน (5) ทำหน้าที่เป็นจุดอ้างอิงหลักสำหรับวัดการถ่วง
น้ำหนักและเสถียรภาพ เซ็นเซอร์ที่กระดูกสันหลังส่วนเอว (4), เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกสันหลังส่วนทรวง
อก (3), เซ็นเซอร์วัดที่คอ (2) , และเซ็นเซอร์วัดที่ศีรษะ (1) ทำหน้าที่ตรวจวัดมุมเอียงและการหมุน
ของลำตัวและทิศทางการมอง เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อต่อ

ส่วนแขนซ้ายและขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้าซ้าย (6) เซ็นเซอร์วัดที่กระดูกไหปลาร้า
ขวา (11) และเซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ซ้าย (7) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อไหล่ขวา (12) ทำหน้าที่ตรวจวัดการ
เคลื่อนที่ในระนาบเปิดวงแขน เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกซ้าย (8) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อศอกขวา (13) ตรวจวัด
การงอและการเหยียด และเซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือซ้าย (9) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อมือขวา (14) และเซ็นเซอร์วัด
ที่มือซ้าย (10) เซ็นเซอร์วัดที่มือขวา (15) ตรวจวัดทิศทางการบิดและการจัดวางตำแหน่งมือ

ส่วนขาซ้ายและขวา ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกซ้าย (16) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อสะโพกขวา (20)
ตรวจวัดการเคลื่อนไหวของการถ่วงน้ำหนัก เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าซ้าย (17) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเข่าขวา
(21) ตรวจวัดองศาการงอ-เหยียดขา เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าซ้าย (18) เซ็นเซอร์วัดที่ข้อเท้าขวา (22)
และเซ็นเซอร์วัดที่เท้าซ้าย (19) เซ็นเซอร์วัดที่เท้าขวา (23) ตรวจวัดทิศทางการก้าวและจังหวะการ
วางเท้า

โมดูลรับ-ส่งสัญญาณไร้สาย ที่เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อยทั้ง 23 ตำแหน่ง และถูกจัดโครง
แบบให้รวบรวมข้อมูลการเคลื่อนไหวและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังหน่วยประมวลผลกลาง

วงจรจัดการพลังงาน ที่เชื่อมต่อกับแบตเตอรี่แบบชาร์จได้ เพื่อจ่ายพลังงานให้แก่เซ็นเซอร์ดังกล่าว

หน่วยรับสัญญาณและประมวลผลกลางที่เชื่อมต่อกับกล้องความลึก และถูกจัดโครงสร้างให้ดำเนินการดังนี้

- 5 การแปลงค่าและคำนวณ รับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (1-23) และแปลงเป็นโครงสร้างข้อมูลเมทริกซ์เชิงเวลา, คำนวณมุมของข้อต่อด้วยการ $\cos(\Theta) = (A \cdot B) / (|A| |B|)$ และแปลงผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นค่ามุมจริงผ่านฟังก์ชันอาร์คโคไซน์

- 10 การปรับทิศทางข้อมูล ตรวจสอบทิศทางการหันของร่างกายผู้ใช้งานจากกล้องความลึก, ทำการแปลงพิกัดเชิงพื้นที่สามมิติ, ดำเนินการสะท้อนข้อมูล (Mirroring) ด้านซ้าย-ขวา, และหมุนข้อมูลการเคลื่อนไหวรอบแกนพิกัด 360 องศา เพื่อให้โครงสร้างร่างกายสอดคล้องกับทิศทางท่าเริ่มต้นแบบ

การประเมินผล คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อ

$$\text{diff}_i = |\theta_{\text{user}_i} - \theta_{\text{template}_i}|$$

และแปลงค่าความคลาดเคลื่อนสะสมให้เป็นค่าความถูกต้องรวมของท่าทาง (Pose Match %) ตาม

$$\text{สมการ Pose Match (\%)} = (1 - (\sum \text{diff}_i / N \times \theta_{\text{max}})) \times 100$$

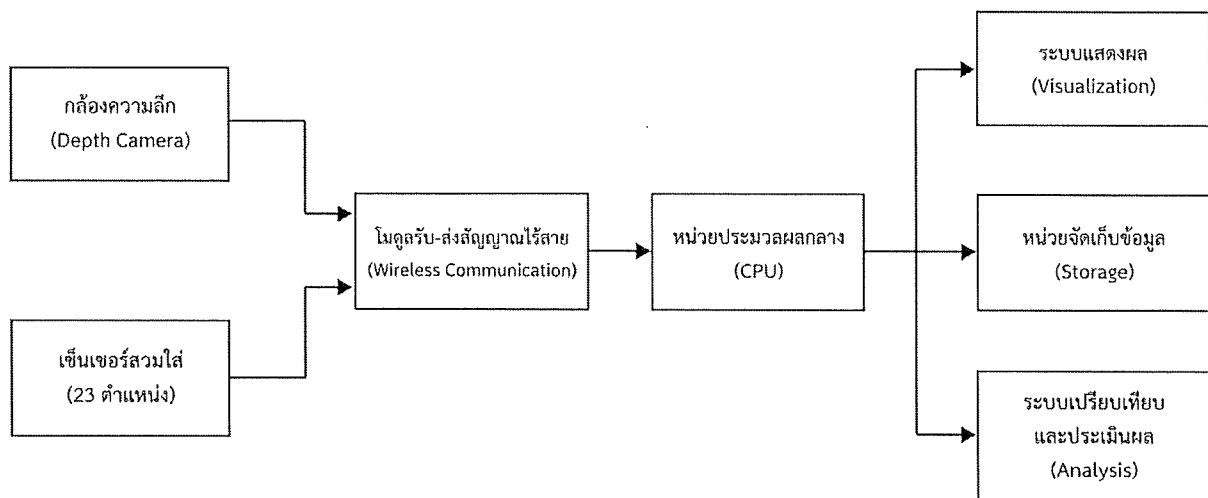
- 15 โดยที่ N คือจำนวนข้อต่อที่ใช้ในการประเมิน และ θ_{max} คือค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่กำหนดให้ยอมรับได้

การแสดงผลและจัดเก็บข้อมูล แสดงผลบนหน้าจอในรูปแบบภาพจำลองโครงกระดูกเสมือนแบบ

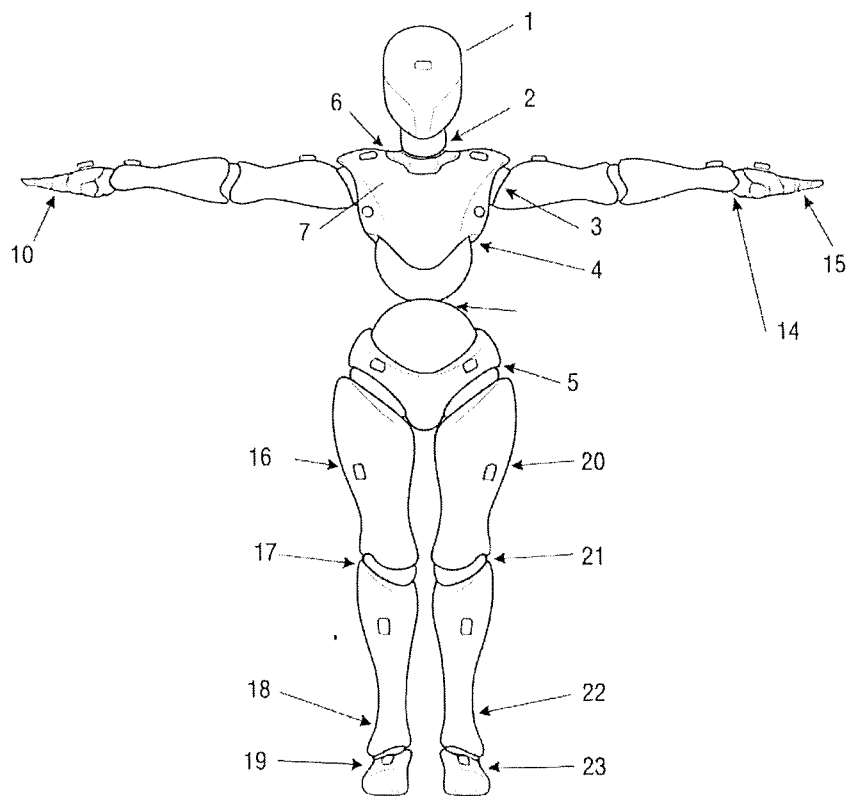
สะท้อนกลับด้าน (Mirror Skeleton Visualization) พร้อมแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อแต่ละ

ตำแหน่ง คำนวณระยะความถูกต้องของท่าทางแบบเวลาจริง (Real-time Pose Match) และจัดเก็บข้อมูลผลการ

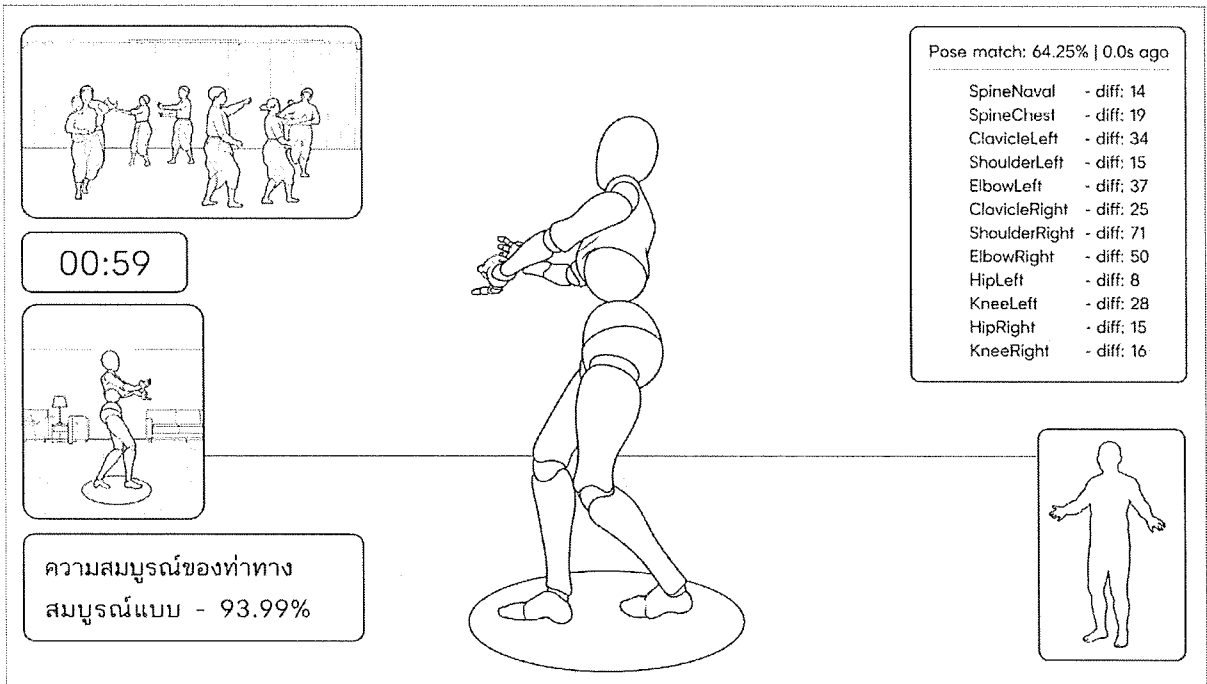
- 20 ประเมินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับท่าเริ่มต้นแบบ



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

บทสรุปการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์และตรวจสอบท่าทางการรำไทย ประกอบด้วย กล้องความลึก (Depth Camera) สำหรับตรวจจับโครงร่างและตำแหน่งของร่างกายผู้ใช้งาน และชุดสวมใส่สำหรับผู้ใช้งานที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเฉื่อย (Inertial Measurement Unit: IMU) จำนวน 23 ตำแหน่ง เพื่อเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวของร่างกายในสามมิติ โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์และกล้องความลึกจะถูกส่งผ่านโมดูลรับ-ส่งสัญญาณไร้สายไปยังหน่วยประมวลผลกลาง เพื่อวิเคราะห์และคำนวณมุมของ ข้อต่อ ปรับทิศทางข้อมูล และเปรียบเทียบกับข้อมูลท่าเริ่มต้นแบบที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล

ระบบจะคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อต่อและประเมินความถูกต้องของท่าทางในรูปแบบค่า ร้อยละ (Pose Match) พร้อมแสดงผลผ่านภาพจำลองโครงกระดูกเสมือนและข้อมูลการประเมินแบบเวลาจริง รวมทั้งจัดเก็บผลการประเมินเพื่อใช้ในการติดตามพัฒนาการของผู้เรียน การประดิษฐ์นี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประเมินท่าทาง ลดข้อจำกัดของการประเมินด้วยสายตา และสนับสนุนการเรียนรู้ศิลปะการรำไทยให้มีมาตรฐานและสามารถฝึกปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ