

เทคโนโลยีการออกแบบจำลองเสมือนจริงสำหรับการประเมินด้านการยศาสตร์

Technology and Virtual Reality Approach for Ergonomics Evaluation Tools

ฤทธิติกร สมปาน¹ อรวรรณ กীরติสิโรจน์² และฤติรัตน์ มหาบุญปิติ²
Rittikorn Sompan¹ Orawan Keeratisiroj² and Ruedeerat Mahaboonpiti²

¹หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹Doctor of Public Health Program, Naresuan University

²คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

²Faculty of Public Health, Naresuan University

Received: October 11, 2019

Revised: January 11, 2020

Accepted: January 17, 2020

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีการออกแบบจำลองเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในการประเมินด้านการยศาสตร์และการเลือกใช้ชุดคำสั่งหรือโปรแกรมประยุกต์ในการออกแบบให้มีประสิทธิภาพตรงตามหลักการยศาสตร์ เทคโนโลยีนี้ส่งผลทำให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งาน ลดความผิดพลาด ลดความเมื่อยล้า และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานหรือผลกระทบทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการประเมินหรือทดลอง นอกจากนี้เทคโนโลยีนี้ยังสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือและปรับปรุงภาพลักษณ์องค์กรให้ทันสมัยสำหรับการเลือกใช้เครื่องมือประเมินการยศาสตร์

คำสำคัญ: การยศาสตร์, แบบจำลองเสมือนจริง, การประเมิน

Abstract

This article aims to present the concept of utilizing the benefits of the virtual reality approach for ergonomics evaluation tools and how to use the command or application software design for ergonomics development. This technology is comfortable, reduces errors, reduces fatigue and improves efficiencies on the health impact of workers that may occur during the evaluation or experiment. Moreover, this technology can also be used as the guidelines for the development of the tools and the potential to enhance a corporate image of modernization for ergonomics evaluation tools.

Keywords: ergonomics, virtual reality, evaluation



บทนำ

ในปัจจุบันบทบาทของเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ถูกนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานด้านการยศาสตร์ มีการใช้งานแพร่หลายมากขึ้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พบว่า มีแนวโน้มนำเสนอข้อมูลการพัฒนางานวิจัยหรือกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้นในการปรับปรุงด้านการยศาสตร์โดยใช้เครื่องมือ หรือชุดโปรแกรมเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงาน ภายใต้กระบวนการที่มุ่งเน้นในด้านการตระหนัก ประเมิน ควบคุมความเสี่ยงในสถานประกอบการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

จากข้อมูลอุบัติการณ์ของปัจจัยเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ในสถานประกอบการ พบว่าเป็นกลุ่มอาการที่พบมากเป็นอันดับ 1 ใน 3 ในปี ค.ศ. 2015 สำนักงานสถิติกระทรวงแรงงานประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รายงานว่าการกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน (Work-related Musculoskeletal Disorders--WMSDs) ได้แก่ อาการข้อเคล็ด ปวดตึงของกล้ามเนื้อจากการยกของ หรือท่าทางในการทำงานแบบเดิมซ้ำซาก พบมาร้อยละ 31 (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2015) และในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2558 กองทุนทดแทน สำนักงานประกันสังคม รายงานว่า กลุ่มอาการผิดปกติของระบบโครงร่างกระดูกและกล้ามเนื้อ (musculoskeletal disorders) ได้ถูกจัดให้เป็นสาเหตุของการเกิดโรคจากการทำงานอันดับ 1 2,000 ราย (Social

Security Office, Workmen's Compensation Fund Office, 2015, pp. 103-107) นับว่าเป็นอุบัติการณ์ของการเกิดโรคจากการทำงานสูงสุด ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นมา และมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. 2013, pp. 74-78; Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office, 2014, pp. 66-70)

การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์มีข้อจำกัด และข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือจากการปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงานโดยตรง เช่น ปัจจัยของท่าทางการทำงาน (posture) ปริมาณแรงที่ใช้ (force) ลักษณะงานและความถี่การใช้งาน (static or repetitive work) (Punnett & Wegman, 2004) โดยเฉพาะงานในงานที่มีความเสี่ยงสูง นักวิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีการออกแบบเสมือนจริงมาใช้เป็นทางเลือกในการสร้างแบบจำลองมนุษย์ ชุดรูปแบบการประเมินความเสี่ยงตามหลักการยศาสตร์ และการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อทดสอบว่าร่างกายมนุษย์สามารถเข้ากันได้กับอุปกรณ์หรือไม่ เช่น องค์การนาซ่านำรูปแบบจำลองเสมือนจริงมาใช้ในการออกแบบจำลองอุปกรณ์ทางด้านอวกาศ ปรับปรุงกระบวนการ และประเมินการใช้งานอุปกรณ์สำหรับนักบินอวกาศว่าสามารถเข้ากันได้หรือไม่ เป็นต้น ส่งผลทำให้ช่วยจัดการความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานได้ (Ardruga, 2013)

ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดของเทคโนโลยีการออกแบบเสมือนจริงมาใช้ในการประเมินด้านการยศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการหาแบบการพัฒนางานด้านการยศาสตร์ที่ทันสมัย นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการประเมิน ช่วยลดความผิดพลาด ความเมื่อยล้า หรือผลกระทบจากการปฏิบัติงานได้

นิยามด้านการยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ หรือวิชาการที่เป็นการปรับเปลี่ยนสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน หรือเป็นการปรับปรุงสภาพการทำงานอย่างเป็นระบบ สภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีการออกแบบหรือปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน สามารถป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการทำงาน ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน (Intaranon, 2010) รวมถึงการประยุกต์ใช้หลักการทางด้านชีววิทยา จิตวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และสรีรวิทยา เพื่อขจัดสาเหตุที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความไม่สะดวกสบาย ปวดเมื่อย หรือมีสุขภาพอนามัยที่ไม่ดี เนื่องจากการทำงานในสภาพแวดล้อมดังกล่าว จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบสถานงานเพื่อป้องกันการออกแบบงานที่ไม่เหมาะสม การประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องมือหรือสถานที่ทำงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ผ่อนแรง การปรับระดับเก้าอี้หรือที่นั่ง การจัดวางอุปกรณ์ การเลือกอุปกรณ์ช่วยจับชิ้นงาน เป็นต้น (Sungkhaong & Pochana, 2013)

แนวคิดเทคโนโลยีการออกแบบเสมือนจริง

การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงมารวมกันผ่านชุดโปรแกรมและอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น กล้องดิจิทัล คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ภาพเสมือนจริงจะแสดงผลผ่านหน้าจอของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยจะแสดงลักษณะสัมพันธ์ที่เป็นภาพนิ่งแบบสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือรูปแบบภาพพร้อมเสียงประกอบ การออกแบบเทคโนโลยีรูปแบบเสมือนจริงประกอบด้วย กระบวนการวิเคราะห์ภาพ (image analysis)

การคำนวณค่าตำแหน่งแบบ 3 มิติ (pose estimation) และกระบวนการสร้างภาพเสมือนจริงจากโมเดลสามมิติ (3D rendering) (Lee, 2012) สิ่งที่เข้ามาเสริมศักยภาพเทคโนโลยีรูปแบบเสมือนจริงมากขึ้น คือ การใช้เทคโนโลยีโมเดลสามมิติจากการสร้างโซลูชันตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือมนุษย์เพื่อทำหน้าที่เป็นอินพุตสำหรับส่งสัญญาณร่างกายผ่านทางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ร่วมกับการป้อนชุดคำสั่งควบคุมต่าง ๆ ซึ่งได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือและรูปลักษณะของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการกำมือ แบมือ การก้ม หรือเงยศีรษะ เพื่อนำไปแทนค่าเป็นชุดคำสั่งการใช้งาน (ABI Research, 2017)

วิวัฒนาการของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ของเทคโนโลยีการออกแบบเสมือนจริงในปัจจุบันกำลังก้าวพ้นจากข้อจำกัดเดิม ๆ เริ่มพัฒนาออกแบบสินค้าอยู่ในรูปลักษณะของหมวกสวมใส่ศีรษะของมนุษย์ โดยติดตั้งเซนเซอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้คู่กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา ทำให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกภาพโครงสร้างได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดวางสิ่งของ การถ่ายภาพวัตถุในมุมต่าง ๆ แล้วอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาจะรับสัญญาณจากเซนเซอร์จับโครงสร้างเพื่อสร้างเป็นรูปสามมิติ ที่ผู้ใช้งานสามารถรับชมได้ทุกมุมมอง และสามารถส่งต่อภาพนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Hahn, 2012)

การเลือกใช้เครื่องมือประเมินด้านการยศาสตร์

การประเมินทางการยศาสตร์เป็นกระบวนการออกแบบเพื่อใช้ประเมินภาระงาน ประกอบด้วย การวิเคราะห์ภาระงานโดยตรง และการวิเคราะห์การตอบสนองของร่างกายต่อภาระงาน ผู้ใช้สามารถเลือกใช้โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของเครื่องมือประเมินแต่ละชนิด สัดส่วนร่างกายที่ต้องการประเมิน ชนิดของงานที่ต้องการประเมิน ต้องเหมาะสมกับเครื่องมือ รวมถึงผลลัพธ์ของการประเมินที่ต้องการ และข้อจำกัดเครื่องมือ (Butmee, 2016) โดยมีวิธีการประเมินได้ 3 วิธี คือ (1) การวัดโดยตรงด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography--EMG) หรือการวัดมุมของร่างกาย เป็นต้น (2) การสังเกต แบบประเมินท่าทางการทำงาน

ที่ได้รับการยอมรับ เช่น วิธีการประเมินท่าทางการทำงานแบบ OWAS (Ovako Working Posture Analysis System--OWAS) การประเมินท่าทางการทำงานแบบ RULA (Rapid Upper Limb Assessment--RULA) การประเมินท่าทางการทำงานด้วยวิธี REBA (Rapid Entire Body Assessment--REBA) เป็นต้น (3) การใช้แบบสอบถามมักจะเป็นการวัดประเมินแบบจิตพิสัยเพื่อประเมินภาระการทำงาน เช่น รู้สึกเมื่อยล้ามากน้อยเท่าไร เป็นต้น (Sungkha-pong & Pochana, 2013)

ตามที่กล่าวมาสังเกตได้ว่าการประเมินดังกล่าวมีเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้แยกตามลักษณะการทำงาน (functions) ซึ่งมีรูปแบบเป็นเอกสารหรือชุดคำถามแยกออกจากกันทำให้การรายงานผลเกิดความล่าช้าและใช้ระยะเวลานาน จึงมีแนวคิดการนำเสนอแนวทางเลือกให้กับผู้ประเมินในการนำไปใช้งานโดยใช้แบบประเมินด้านการยศาสตร์โดยใช้การออกแบบเสมือนจริง

ตัวอย่างการออกแบบเครื่องมือประเมินด้านการยศาสตร์โดยใช้การออกแบบเสมือนจริง

การประเมินด้านการยศาสตร์จำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูล หรือหลักการที่ซับซ้อน ดังนั้นในการออกแบบจึงพัฒนาชุดคำสั่งเพื่อช่วยในการประเมินทางด้านการยศาสตร์ จะทำให้การประเมินมีความสะดวก มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีจำนวนมากได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

1. Ceit Ergonomics Analysis Application--CERAA เป็นแอปพลิเคชันแบบจำลองเสมือนจริง พัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 2017 โดยความร่วมมือระหว่างบริษัท CEIT มหาวิทยาลัยซิลีนา และสมาคมการยศาสตร์สโลวัก (Slovak Ergonomic Association) เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์อย่างรวดเร็ว และตรวจจับการเคลื่อนไหวระหว่างการทำงาน ผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน และเก็บรวบรวมไว้ในฐานข้อมูลของสถานที่ทำงาน (Gasova, Gaso & Stefanik, 2017)

2. ErgoToolkit เป็นแอปพลิเคชันแบบจำลองเสมือนจริงเพื่อใช้วิเคราะห์คัดกรองความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ จัดจำท่าทางในการทำงานและความเครียด

เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงทางด้านกายภาพ โดยได้ทำการศึกษาในอุตสาหกรรมยานยนต์ (Alexopoulos, Mavrikios & Chryssolouris, 2013)

3. NIOSH Lifting Index การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการยกย้าย วัสดุด้วยร่างกาย ถูกพัฒนาขึ้นโดย Scott Stevens ใน ปี ค.ศ. 2010 เพื่อประเมินดัชนีความเสี่ยงในการยกใช้สำหรับคำนวณงานยกลักษณะเดียวที่ใช้มือสองข้างในการยก และคำนวณน้ำหนักที่แนะนำในการยกวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ พร้อมทั้งแสดงแถบสีบอกระดับความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ของงานยก สามารถหาดาวน์โหลดได้จากระบบปฏิบัติการ iOS จาก iTunes หรือ Android จาก Google Play (The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2017).

4. Digital Human Model--DHM เป็นโปรแกรมอัตโนมัติ ถูกพัฒนาโดย Dan Glaser และคณะ เพื่อประเมินด้านการยศาสตร์ในกระบวนการผลิตประกอบด้วยการประเมิน EAWS, NIOSH lifting index and OCRA ซึ่งแสดงสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง (Hogberg et al., 2008)

ประโยชน์ของเครื่องมือประเมินการยศาสตร์แบบเสมือนจริง

การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินการยศาสตร์ พบว่า สามารถสร้างแนวทางแก้ไขข้อจำกัดในการประเมินการยศาสตร์ โดยใช้แบบจำลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างการดำเนินงานในช่วงการออกแบบ ศึกษาผลของการใช้แบบจำลองเสมือนจริงในการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารระหว่างผู้พัฒนาประโยชน์จากแบบจำลองเสมือนจริงในการประเมินด้านการยศาสตร์ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนในการเลือกใช้แบบจำลองเสมือนจริง การเลือกใช้ซอฟต์แวร์ การสร้างแบบจำลองเสมือนจริงและการประยุกต์ใช้แบบจำลองเสมือนจริงเป็นเครื่องมือในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งาน ดังนี้

1. ลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการประเมินหรือทดลองจากสถานการณ์จริง

2. อำนวยความสะดวกลดความผิดพลาดในการส่งข้อมูล หรือความล่าช้าที่อาจเกิดจากขั้นตอนการประเมินด้านการยศาสตร์

3. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายมากกว่าการทดลองจากสถานการณ์จริงในพื้นที่

4. เพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีในการสร้างความทันสมัยแก่สถานประกอบการ

บทสรุป

การเลือกใช้เครื่องมือประเมินการยศาสตร์แบบเสมือนจริงเป็นแนวทางเลือกที่จะช่วยให้ผู้วิจัยหรือผู้ที่ต้องการศึกษานำไปใช้ประเมิน ผู้ประเมินต้องมีความ

เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์เป็นอย่างดี สามารถเลือกเครื่องมือในการศึกษาอย่างเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ตามวัตถุประสงค์ ข้อดีของการออกแบบเครื่องมือจำลองเสมือนจริง นอกจากจะช่วยให้เพิ่มความสะดวกในการทำงาน ยังสามารถลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการประเมินหรือทดลอง และช่วยสะท้อนภาพลักษณ์ด้านความทันสมัยแก่สถานประกอบการ



References

- ABI Research. (2017). *Augmented and virtual reality: The first wave of 5G killer apps*. Retrieved from <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/augmented-and-virtual-reality-the-first-wave-of-5G-killer-apps.pdf>
- Alexopoulos, K., Mavrikios, D., & Chrysosolouris, G. (2013). ErgoToolkit: An ergonomic analysis tool in a virtual manufacturing environment. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 26(5), 440-452. doi: 10.1080/0951192X.2012.731610
- Ardruga, I. (2013). *A development of a virtual museum model on computer technology* (Master's thesis). Graduate School, Srinakharinwirot University. Bangkok. (in Thai)
- Butmee, T. (2016). Ergonomics risk assessment tools. *Disease Control Journal*, 42(1), 11-14. (in Thai)
- Colgatem, J. E., Peshkin, M., & Klostermeyer, S. H. (2003). Intelligent assist devices in industrial applications: A review. *Proceedings 2003 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2003) (Cat. No.03CH37453)*, Las Vegas, NV, USA (pp. 2516-2521). NV, USA: IEEE. doi: 10.1109/IROS.2003.1249248.
- Gasova, M., Gaso, M., & Stefanik, A. (2017). Advanced industrial tools of ergonomics based on industry 4.0 concept. *Procedia Engineering*, 192, 219-224. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.06.038>
- Hahn, J. (2012). Mobile augmented reality applications for library services. *New Library World*, 113(9), 429-438. <https://doi.org/10.1108/03074801211273902>
- Högberg, D., Bäckstrand, G., Lämkuull, D., Hanson, L., & Örtengren, R. (2008). Industrial customisation of digital human modelling tools. *International Journal of Services Operations and Informatics--Int J Serv Oper Informat*, 3(1), 53-70. doi: 10.1504/IJSOI.2008.017705.
- Intaranon, K. (2010). *Ergonomics* (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), 13-21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>

- Munoz, L. M. (2017). Ergonomics in the industry 4.0: Collaborative robots. *Journal of Ergonomics*, 7, e173. doi: 10.4172/2165-7556.1000e173
- Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 14(1), 13–23.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
- Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (2013). *SSO Annual Report 2013*. Bangkok: Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (in Thai)
- Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (2014). *SSO Annual Report 2014*. Bangkok: Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (in Thai)
- Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (2015). *SSO Annual Report 2015*. Bangkok: Social Security Office, Workmen's Compensation Fund Office. (in Thai)
- Sungkhapong, A., & Pochana, K. (2013). *Ergonomics and evaluation*. Songkhla: Faculty of Engineering, Prince of Songkla University. (in Thai)
- The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2017). *NIOSH Lifting Equation App: NLE Calc*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/nlecalc.html>
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2015). *Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work*. Retrieved from <http://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf>

