วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2566
Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University, Vol. 1 No. 1 January – February 2023

บทความวิชาการ (Academic Article)

การประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าสู่การสร้างแอนิเมชันแบบสามมิติในภาคอุตสาหกรรม

นวัฒกร โพธิสาร[1,*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

*ผู้ประสานงานบทความต้นฉบับ: nawuttagorn@gmail.com โทรศัพท์: 086-6382433
(รับบทความ: 23 มกราคม 2566; แก้ไขบทความ: 12 กุมภาพันธ์ 2566; ตอบรับบทความ: 14 กุมภาพันธ์ 2566)

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวสู่การสร้างแอนิเมชันแบบสามมิติในภาคอุตสาหกรรมโดยใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย ซึ่งมีข้อดี คือ ราคาที่สามารถเข้าถึงได้ในระดับสตูโอขนาดเล็ก มีขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน แต่มีข้อจำกัด คือ ระบบจะมีความอ่อนไหวเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กและโลหะ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของเซนเซอร์ ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย เคสสำหรับชาร์ตไฟตัวเซนเซอร์ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ชุดสายรัดทั้งตัว ตัวเซนเซอร์ติดตามตัวนักแสดง และถุงมือสำหรับติดตามนิ้ว ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้งาน ดังนี้ 1. เชื่อมต่อระบบโมชันแคปเจอร์กับชุดอุปกรณ์ 2. เปิดเครื่องใช้งานเซนเซอร์ 3. เชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณกับซอฟต์แวร์ 4. คาลิเบรทเซนเซอร์กับสภาพแวดล้อม 5. ตั้งค่าอีเทอร์เน็ต และ 6. วางตำแหน่งสายรัดเซนเซอร์ให้กับนักแสดง สำหรับความสมบูรณ์ของข้อมูลการเคลื่อนไหวมีความจำเป็นต้องตกแต่งข้อมูลก่อนนำไปใช้งาน กล่าวโดยสรุปการพัฒนาแอนิเมชันแบบสามมิติในภาคอุตสาหกรรมสามารถใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อยได้ เนื่องจากชุดอุปกรณ์มีศักยภาพในการตรวจจับการเคลื่อนไหวและมีราคาไม่สูงมาก ผู้ประกอบการหรือสถาบันการศึกษาสามารถจัดซื้อจัดหาได้

คำสำคัญ: ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เชิงแม่เหล็กไฟฟ้า แอนิเมชันแบบสามมิติ ภาคอุตสาหกรรม

การอ้างอิงบทความ: นวัฒกร โพธิสาร, "การประยุกต์ใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าสู่การสร้างแอนิเมชันแบบสามมิติในภาคอุตสาหกรรม," *วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, หน้า 1-9, 2566.

วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2566
Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University, Vol. 1 No. 1 January – February 2023

บทความวิชาการ (Academic Article)

Applying Electromagnetic Motion Capture Equipment to Create Industrial 3D Animations

Nawuttagorn Potisarn[1,*]

[1] Department of Multimedia Technology, Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus

* Corresponding Author: nawuttagorn@gmail.com, Tel: 086-6382433
(Received: January 23, 2023; Revised: February 12, 2023; Accepted: February 14, 2023)

Abstract

This academic article aims to study applying motion capture equipment to create industrial 3D animations by electromagnetic motion capture systems of the type of inertial motion capture. There are advantages to the price, which is suitable for a small studio and does not require complicated steps to use. However, there are limitations to the system, which is sensitive to magnetic fields and metals and affects the operation of the sensor. The motion capture system consists of a charging case and a sensor, a transceiver device, a full harness set, tracking sensors for an actor, and finger-tracking gloves. The results of the study are as follows: 1. connect the devices to the motion capture system, 2. turn on the sensor, 3. connect the transceiver device to the software, 4. calibrate the sensor to the environment, 5. set up ethernet, and 6. set the position of the sensor harness on the performer. For the integrity of the movement data, it is necessary to edit the data before use. In conclusion, creating industrial 3D animation can use electromagnetic motion capture as a type of inertial motion capture. The equipment has the potential to capture motion data and is not expensive to purchase or procure for entrepreneurs or educational institutions.

Keywords: Motion Capture, Electromagnetic, 3D Animations, Industrial

Please cite this article as: N. Potisarn, "Applying Electromagnetic Motion Capture Equipment to Create Industrial 3D Animations," *The Journal of Engineering and Industrial Technology*, KSU, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2023

บทความวิชาการ (Academic Article)

1. บทนำ

การจับการเคลื่อนไหว หรือโมชันแคปเจอร์ (Motion Capture) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าโมแคป (MoCap) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่นักออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติใช้จับการเคลื่อนไหวท่าทางของนักแสดงตามหลักกายวิภาคศาสตร์สำหรับมนุษย์ นำมาใช้สร้างการเคลื่อนไหวให้กับตัวละคร 3 มิติ (3D Character) ให้มีการเคลื่อนไหวที่มีความสมจริง [1] โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ เทคโนโลยีและระบบอุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวที่นำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมโทรทัศน์ อุตสาหกรรมแอนิเมชัน อุตสาหกรรมเกม อุตสาหกรรมภาพยนตร์ หรือแม้กระทั่งในวงการแพทย์ เพื่อใช้ในการติดตามและบันทึกการเคลื่อนไหวของคน [2] ปัจจุบัน MoCap ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่ว ๆ ไป อาจแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) การจับการเคลื่อนไหวเชิงกล (Mechanical MoCap) เป็นการใช้ Analog Sensor หรือ เซนเซอร์ทางกล หรือ Servo Motor ที่จับองศาการเคลื่อนที่ของ Joint ตำแหน่งต่างๆ ของข้อต่อในตำแหน่งที่สร้างขึ้น [3] 2) การจับการเคลื่อนไหวเชิงแสง (Optical MoCap) เป็นการใช้กล้องอินฟาเรดจับการเคลื่อนที่ของจุดสะท้อนแสงหรือตำแหน่งมาร์คเกอร์ที่ติดบนตัวนักแสดงสะท้อนกับมายังกล้องและส่งไปยังซอฟต์แวร์ระบบ [4] 3) ระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic MoCap) เป็นการใช้กล้องและจุดมาร์คเกอร์จำนวนมาก เปลี่ยนมาเป็นการจับการเคลื่อนไหวในรูปแบบของการใช้เซนเซอร์ IMUs (Inertial Measurement Units) เป็นหน่วยวัดการเคลื่อนไหว [5] และ 4) ระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI MoCap เป็นการนำภาพวิดีโอแต่ละเฟรมมาวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยระบบ AI [6] หรือเป็นการนำ Video มาใช้แทนอุปกรณ์ MoCap [7] อย่างไรก็ตามแม้ว่า MoCap จะมีลักษณะเป็นอย่างไรก็ตามแต่เทคนิคการตรวจจับการเคลื่อนไหวจะมีความมุ่งหมายเดียวกันคือการจับการเคลื่อนไหวของคน แล้วส่งข้อมูลไปยังซอฟต์แวร์ระบบเพื่อประมวลผลต่อไป

สำหรับในภาคอุตสาหกรรมมีงานวิจัยที่พบแนวโน้มการประยุกต์ใช้ MoCap ที่ใช้เซนเซอร์แบบวัดค่าความเฉื่อย (Inertial Sensors) จากการสำรวจข้อมูลตั้งแต่ปี 2558 เป็นต้นมา พบว่า มีการใช้ MoCap ที่มีเซนเซอร์ IMUs มากที่สุดถึง 49.2% เมื่อเทียบกับ MoCap ประเภทอื่น โดยถูกนำมาใช้ในด้านการศึกษา การก่อสร้าง หุ่นยนต์ และยานยนต์ ส่วนภาคอุตสาหกรรมที่มีการวิจัยมากที่สุด คือ ด้านสุขภาพและความปลอดภัยสูงถึง 64.4% เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมด้านอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีแนวโน้มการเลือกใช้งาน MoCap แบบวัดค่าความเฉื่อยเพิ่มมากขึ้น แต่ปัญหาที่ท้าทายที่สุด คือ ความก้าวหน้าในด้านอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่องมือจะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของระบบ MoCap [8] จากการสำรวจข้อมูลทำให้เกิดความเชื่อมั่นในศักยภาพของชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบวัดค่าความเฉื่อย ดังนั้น ในบทความนี้จึงมุ่งเน้นเกี่ยวกับรายละเอียดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้

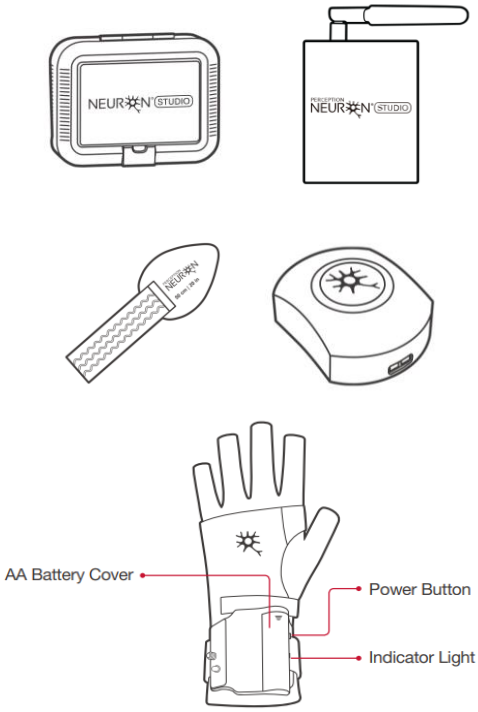
2. ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย (Inertial Mocap)

บทความนี้จะกล่าวถึงชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นแบบวัดค่าความเฉื่อย ซึ่งเป็นระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้หลักการวัดค่าความเฉื่อยทางฟิสิกส์ร่วมกับการใช้ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาคหรือเมมส์ (Micro-electromechanical systems: MEMS) ประกอบด้วย มาตรความเร่ง (Accelerometer) ไจโรสโคป (Gyroscope) และเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก (Magnetometer) [5] ชุด

บทความวิชาการ (Academic Article)

อุปกรณ์ประกอบด้วย เซนเซอร์ติดตามชุดของนักแสดงแบบเต็มตัว รวมถึงการใช้ถุงมือ ผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wirelessly) และส่งออกข้อมูลที่มีความแม่นยำสูงด้วยอัลกอริธึมเพื่อรวบรวมข้อมูลไปประมวลผลยังซอฟต์แวร์ระบบ ข้อดี คือ ราคาที่เข้าถึงได้ในระดับสตูดิโอขนาดเล็กหรือโครงการที่ไม่ใหญ่มาก ขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อนสามารถ Stream การเคลื่อนไหวได้เลย และมีระยะเวลาของแต่ละขั้นตอนรวดเร็วมากขึ้น แต่พบข้อจำกัดในการทดสอบความผิดพลาดของการจับการเคลื่อนไหวด้วยหน่วยวัดความเฉื่อย (Inertial Measurement Units) [9] ระบบจะมีความอ่อนไหวเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กซึ่งสถานที่จะต้องพยายามหลีกเลี่ยงแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก และโลหะต่างๆ ที่จะไปรบกวนการทำงานของระบบ Sensor นอกจากนี้ระบบพลังงานสำหรับการ Stream ผ่านระบบ WiFi อาจจำเป็นต้องมี Power Bank ที่ซ่อนในชุดของนักแสดงเพื่อไม่ให้เซนเซอร์ทำงานผิดพลาดจากพลังงานที่ลดต่ำลง [5] ตัวอย่างชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย ของผลิตภัณฑ์ Noitom

จากรูปที่ 1 ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย ประกอบด้วย เคสสำหรับชาร์ตไฟตัวเซนเซอร์ อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ชุดสายรัดทั้งตัว ตัวเซนเซอร์ติดตามตัวนักแสดง และถุงมือ PNS เป็นถุงมือสำหรับติดตามนิ้วสำหรับการใช้งาน เนื่องจากชุดอุปกรณ์มีเซนเซอร์ระบบมีเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก ดังนั้นอาจได้รับผลกระทบจากการรบกวนของสนามแม่เหล็กจากสภาพแวดล้อม จึงมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้



รูปที่ 1 ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อยของผลิตภัณฑ์ Noitom

ที่มา: Noitom [5]

1) ผู้ใช้งานต้องใช้เซนเซอร์ในสภาพแวดล้อมที่มีการรบกวนทางแม่เหล็กน้อยที่สุด โดยสามารถใช้แอปแมกนีโตมิเตอร์ (Magnetometer App) เพื่อวัดการรบกวนของสนามแม่เหล็กในสภาพแวดล้อม โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ระหว่าง 40 ถึง 50 ไมโครเทสลา

2) การใช้งานระบบ Perception Neuron Studio Inertial System ในตำแหน่งที่มีการรบกวนของสนามแม่เหล็กแรงสูง ให้ใช้โหมดป้องกันคลื่นแม่เหล็ก (Anti-mag mode) ที่อยู่ในซอฟต์แวร์ และการใช้งานในอุณหภูมิสูงสุดของอุปกรณ์ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียสและค่าความชื้นสูงสุดไม่เกิน 80% เพื่อไม่ให้มีการควบแน่น

3. การเตรียมชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย

ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย มีอุปกรณ์ติดตั้งสะดวก สามารถใช้งานง่าย และข้อมูลการเคลื่อนไหวสามารถใช้งานกับซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับทำแอนิเมชันได้หลากหลาย สำหรับการเตรียมชุดอุปกรณ์และสภาพแวดล้อม [5] ดังนี้

3.1 การเชื่อมต่อระบบ MoCap

ทั้งการติดตั้งซอฟต์แวร์ และการเปิดใช้งานซอฟต์แวร์ด้วย Axis Studio License Dongle เข้ากับคอมพิวเตอร์ การเรียกใช้โปรแกรม Axis Studio และการเปิดใช้งานเซนเซอร์

3.2 การเปิดเครื่องใช้งานเซนเซอร์

เมื่อเซนเซอร์เปิดอยู่ ไฟแสดงสถานะ LED จะเริ่มกะพริบไฟสีด้วยความถี่ มีทั้งหมด 5 ความถี่ที่แตกต่างกัน เราควรให้ความสนใจกับไฟแสดงสถานะ LED สีจะสอดคล้องกับความถี่ของตัวรับส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรม Axis Studio

3.3 การเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณกับโปรแกรม Axis Studio

ตัวรับส่งสัญญาณสามารถตั้งค่าผ่าน USB ในโหมดนักแสดงคนเดียว หรืออีเทอร์เน็ตสำหรับโหมดนักแสดงหลายคน เคล็ดลับ คือ ตัวรับส่งสัญญาณมีจำหน่ายในร้านค้าออนไลน์ทั่วๆไป การเพิ่มอุปกรณ์ผ่านอีเธอร์เน็ต ผู้ใช้สามารถขยายความครอบคลุมสำหรับการตั้งค่านักแสดงคนเดียวหรือสร้างการตั้งค่าเครือข่ายแบบแยกส่วนสำหรับโหมดนักแสดงหลายคน การเปิดใช้งานเราเตอร์ด้วย DHCP และอุปกรณ์สวิตช์ POE การตั้งค่า USB เมื่อเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรก จำเป็นต้องกำหนดค่าที่อยู่ IP สำหรับอินเทอร์เฟซไดรเวอร์เครือข่ายระยะไกล (RNDIS) ของตัวรับส่งสัญญาณ

3.4 การตั้งค่าอีเทอร์เน็ต (Ethernet)

หากใช้ตัวรับส่งสัญญาณตั้งแต่สองตัวขึ้นไปพร้อมกัน ให้ใช้สวิตช์ที่ไม่มีการจัดการ และเปิดใช้งาน DHCP เราเตอร์เพื่อซิงโครไนซ์ข้อมูลกับตัวรับส่งสัญญาณ ดังนี้

1) เชื่อมต่อสาย Ethernet จากพีซีเข้ากับเราเตอร์

2) ต่อสาย Ethernet จากเราเตอร์เข้ากับสวิตช์

3) เชื่อมต่อสาย Ethernet จากตัวรับส่งสัญญาณไปยังสวิตช์ และ 4) เมื่อเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณสำเร็จแล้ว จะปรากฏอยู่ในซอฟต์แวร์

3.5 การคาลิเบรทเซนเซอร์กับสภาพแวดล้อม

การคาลิเบรทเซนเซอร์กับสภาพแวดล้อมจะเป็นการปล่อยให้เซนเซอร์อยู่ในแท่นชาร์จ เชื่อมต่อกับ Axis Studio ด้วย Quick Connect การรัน Magnetic Calibration เพื่อช่วยให้เซนเซอร์ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ดังนี้

1) การแคริเบรทแม่เหล็กอย่างง่าย (Simplified Magnetic Calibration) Go to Main Menu --> Magnetic Calibration --> Simplified หากเซนเซอร์ไม่ผ่าน ให้ลอง Calibrate ใหม่

2) การแคริเบรทแม่เหล็กแบบมาตรฐาน (Standard Magnetic Calibration) Go to Main Menu --> Magnetic Calibration --> Standard

3) การแคริเบรทด้วยท่าทาง (Posture calibration) การแคริเบรทด้วยท่าทาง โดยตรวจสอบให้แน่ใจว่าโครงกระดูกบนหน้าจอถูกต้อง ถ้าหากลองเอียงเซนเซอร์ในแท่น โครงกระดูกควรเอียงไปในทิศทางเดียวกันด้วย

3.6 การวางตำแหน่งสายรัดและเซนเซอร์ให้กับนักแสดง (Strap Placement)

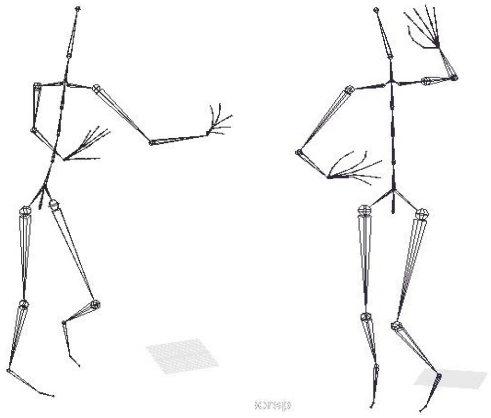
โดยวางตำแหน่งเซนเซอร์ให้กับนักแสดง และใช้สายรัดความยาวที่เหมาะสมกับหุ่นนักแสดง ดังรูปที่ 2 รวมไปถึงการใส่ถุงมือเซนเซอร์ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 2 การเตรียมชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

รูปที่ 3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวด้านนาฏศิลป์ด้วยชุดอุปกรณ์เชิงแม่เหล็กไฟฟ้าแบบวัดค่าความเฉื่อย

4. ความจำเป็นของการตกแต่งข้อมูลเพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลการเคลื่อนไหว

สาเหตุที่ส่งผลต่อข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ อาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น การถูกรบกวนของสัญญาณแม่เหล็ก ความแม่นยำอัลกอริธึมของซอฟต์แวร์ หรือข้อผิดพลาดของหน่วยวัดความเฉื่อย (IMU Drift Error) เป็นต้น ทำให้ข้อมูลการเคลื่อนไหวที่ได้ไม่สมจริง โดยพบว่ามีงานวิจัยที่ต้องการแก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหว (Motion Editing) และเสนอรูปแบบข้อมูลการเคลื่อนไหวขึ้นใหม่ (Motion Reconstruction) แบบอัตโนมัติโดยการแสดงผลข้อมูลแบบวิชวลไลเซชัน (Data Visualization) [10] การแก้ไขปัญหาด้วยอัลกอริทึม (Algorithm) [11] สามารถแก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยอินเทอร์เฟซตามไทม์ไลน์ (Timeline-based Interface) [12] ดังนั้นข้อมูลที่ได้จึงควรมีการตกแต่งข้อมูล (Edit Data) ซึ่งการตกแต่งข้อมูล หมายถึง กระบวนการแก้ไขข้อมูลของแกน X, Y, Z กรณีข้อมูลที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ทั้ง 17 จุด หรือรวมถุงมือทั้งสองข้างจำนวน 31 จุด มีบางจุดที่เซนเซอร์มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวได้ดีหรือมีสัญญาณข้อมูลอ่อน จะใช้วิธีการชดเชยข้อมูลด้วยการตกแต่งข้อมูลให้เกิดความสมบูรณ์ ประกอบด้วยหน้าต่างแก้ไขข้อมูลจะอนุญาตให้สามารถแก้ไขจุดตำแหน่งที่ต้องการรวมถึงการแสดงผลข้อมูล เมื่อแก้ไขข้อมูลแล้วสามารถให้ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูลชุดใหม่ และล้างข้อมูลดิบของการจับการเคลื่อนไหวเดิม และเมื่อตกแต่งข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็จะสามารถส่งออกข้อมูลได้ (Export Settings) การส่งออกข้อมูล หมายถึง กระบวนการกำหนดคุณสมบัติของไฟล์ข้อมูลที่จะทำการส่งออกไปใช้งาน การกำหนดช่วงเฟรม (Frame Range) กำหนดอัตราเฟรมต่อวินาที (FPS) เลือกการตั้งค่าโครงกระดูก (Skeleton) ไว้ล่วงหน้า สำหรับซอฟต์แวร์ของบุคคลที่สามที่จะนำข้อมูล MoCap ไปใช้ รวมถึงชุดข้อมูลที่ได้จากถุงมือ การตรวจสอบข้อมูลว่ามีความถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลจากการแก้ไข รวมถึงโปรไฟล์ขนาดร่างกายของนักแสดงที่กำหนด สำหรับชนิดไฟล์ (File Type) ตามที่ต้องการให้โปรแกรมส่งออกข้อมูลควรเลือกไฟล์ชนิด FBX เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้กับโปรแกรมที่หลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ซึ่งในการทำแอนิเมชันแบบสามมิติ ไฟล์ FBX จะส่งข้อมูลกระดูก (Skeleton) ที่มีข้อมูลของแกน X, Y, Z ของตัวละคร ลักษณะข้อมูลกระดูก ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ลักษณะข้อมูลกระดูก(Skeleton)ของตัวละคร

จากรูปที่ 4 เมื่อให้โปรแกรมรันแบบต่อเนื่อง พบว่าลักษณะข้อมูลกระดูกมีความสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการนำข้อมูลการเคลื่อนไหวไปใช้งานกับซอฟต์แวร์ของบุคคลที่สามกับตัวละคร 3 มิติได้

5. แนวทางการพัฒนาแอนิเมชันแบบ 3 มิติด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

หากโครงการมีข้อจำกัดในด้านงบประมาณ สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีราคาเหมาะสม ซึ่งในงานวิจัย [13] ได้วิเคราะห์ความแม่นยำของชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวทั้งเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าและเชิงแสง โดยพบว่า แม้ระบบเชิงแสงจะมีแนวโน้มที่จะเกิดสัญญาณรบกวนน้อยกว่าระบบเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า แต่อัตราเฟรมที่ต่ำกว่าและการส่งสัญญาณแบบต่อเนื่องของระบบเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าจะช่วยให้การติดตามการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างราบรื่น อย่างไรก็ตาม ความแม่นยำก็ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวส่งและตัวรับ จำนวนตัวรับที่ใช้งาน และการรบกวนของแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยอุปกรณ์ที่มีราคาเหมาะสมจึงพบการพัฒนาแอนิเมชันแบบสามมิติด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้น อาทิ ด้านการฝึกฝนสมรรถนะกีฬา ด้านนาฏศิลป์ ด้านแอนิเมชัน ด้านเกม และด้านการศึกษา เป็นต้น [14-15] สำหรับแนวทางการพัฒนาแอนิเมชันแบบ 3 มิติด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยต้องกำหนดประเภทของเนื้อหาที่จะนำเสนอ เช่น งานด้านศิลปวัฒนธรรม ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพ หรือด้านการศึกษา เป็นต้น

2. ออกแบบตัวละครที่เหมาะสมกับเนื้อหาและประเภทของสื่อ เช่น แอนิเมชัน เกม สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน หรือจักรวาลนฤมิต เป็นต้น

3. จัดหาเครื่องมือชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวทีเหมาะสมกับงบประมาณที่ได้รับจัดสรร

4. จัดหาทีมผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคการใช้งานชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวและนักแสดงที่มีความเชี่ยวชาญ

5. บันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหว โดยจำเป็นต้องใช้ดองเกิ้ล (Dongle) ที่มาจากบริษัทผลิตชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และส่งออกข้อมูลเป็นไฟล์นามสกุล *.FBX ซึ่งเป็นข้อมูลที่เหมาะสมกับโปรแกรมสำหรับการผลิตงานแอนิเมชัน

6. แก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหวให้เกิดความสมบูรณ์มากที่สุด

7. นำข้อมูลการเคลื่อนไหวไปใช้กับตัวละคร 3 มิติ โดยการบันทึกไฟล์ *.FBX สามารถมีองค์ประกอบแบบต่างๆ ได้ เช่น Skeleton, Meshes, NURBS, Geometry, Cameras, Lights, Texture, Rigging เป็นต้น

8. นำตัวละคร 3 มิติ ไปใช้กับการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อเพิ่มความเสมือนจริง ขั้นตอนนี้เรียกว่า Shading, Lighting, Rendering หากเป็นงานแอนิเมชันส่วนใหญ่จะนิยมเรนเดอร์เป็นภาพนิ่งแบบต่อเนื่องกัน สำหรับนำภาพเคลื่อนไหวไปคอมโพสิตหรือนำไปตัดต่อก็จะถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการ

6. บทสรุป

การสร้างแอนิเมชันแบบสามมิติในภาคอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำสื่อประสมเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน การดูแลสุขภาพ การอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม หรือการสร้างการเคลื่อนไหวของตัวละครเพื่อสร้างภาพยนต์ หรือเกมนั้น หากผู้ประกอบการหรือสถาบันการศึกษามีงบประมาณสูงในการสร้าง ก็สามารถใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแสงได้ แต่หากมีข้อจำกัดในงบประมาณการใช้ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าที่เป็นแบบวัดค่าความเฉื่อยก็เป็นทางออกที่ดี ราคาที่สามารถเข้าถึงได้และมีขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน ผู้ประกอบการหรือสถาบันการศึกษาควรมีการศึกษาคุณสมบัติด้านเทคนิคของชุดอุปกรณ์ รวมไปถึงการมีบุคลากรที่มีทักษะการใช้งานหรือสามารถเรียนรู้การทำงานของระบบได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ และขอขอบคุณชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวสาขาวิชา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] ดัชกรณ์ ตันเจริญ, "เทคโนโลยีการตรวจจับการเคลื่อนไหวและการประยุกต์ใช้งาน," *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 113-122, 2554.

[2] นันท์นภัส สุจิมา, "คอมพิวเตอร์กราฟิกส์ในงานภาพยนตร์โดยเทคนิค Motion Capture," *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 2, หน้า 41-44, 2551.

[3] เบญนภา พัฒนาพิภัทร, "การพัฒนาภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยีตรวจจับการเคลื่อนไหวสำหรับฝึกท่ามวยไทยพื้นฐาน," *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม*, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, หน้า 52-63, 2564.

[4] Motion Analysis, "Motion Capture for Broadcast," [Online]. Available: https://motionanalysis.com/broadcast. [Accessed: 15 May 2022].

[5] Noitom, "Perception Neuron Studio System," [Online]. Available: https://neuronmocap.com/perception-neuron-studio-system. [Accessed: 15 May 2022].

[6] G. Rogez, P. Weinzaepfel and C. Schmid, "LCR-Net++: Multi-Person 2D and 3D Pose Detection in Natural Images," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 42, no. 5, pp. 1146-1161, 2020.

[7] Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S. E. Wei and Y. Sheikh, "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 43, no. 1, pp. 172-186, 2021.

[8] M. Menolotto, D. S. Komaris, S. Tedesco, B. O'Flynn and M. Walsh, "Motion Capture Technology in Industrial Applications: A Systematic Review," *Sensors (Basel)*, vol. 20, no. 19, 5687, 2020.

[9] S. Park and S. Yoon, "Validity Evaluation of an Inertial Measurement Unit (IMU) in Gait Analysis Using Statistical Parametric

Mapping (SPM)," *Sensors*, vol. 21, no. 11, 3667, 2021.

[10] B. Chakravarthi, A. K. Patil, J. Y. Ryu, A. Balasubramanyam and Y. H. Chai, "Scenario-Based Sensed Human Motion Editing and Validation Through the Motion-Sphere," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 28295-28307, 2022.

[11] H. L. Bartlett and M. Goldfarb, "A Phase Variable Approach for IMU-Based Locomotion Activity Recognition," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 65, no. 6, pp. 1330-1338, 2018.

[12] N. Pantuwong, "A Novel Direct Manipulation Technique for Motion-Editing Using a Timeline-Based Interface," *ECTI Transactions on Computer and Information Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 165-175, 2018.

[13] U. A. Urbanczyk, A. Bonfiglio, A. H. McGregor and A. M. J. Bull, "Comparing Optical and Electromagnetic Tracking Systems to Facilitate Compatibility in Sports Kinematics Data," *International Biomechanics*, vol. 8, no. 1, pp. 75-84, 2021.

[14] Q. Nian and J. Liu, "Motion Capture Based on Intelligent Sensor in Snow and Ice Sports," *Wireless Communications and Mobile Computing*, pp. 1-12, 2021.

[15] นวัฒกร โพธิสาร และเนติรัฐ วีระนาคินทร์, "การพัฒนาชุดการเคลื่อนไหวด้วยโมชันแคปเจอร์สำหรับการสอนนาฏศิลป์ ในรูปแบบออนไลน์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี," *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, หน้า 28-41, 2565.