คู่มือและขั้นตอนการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคโมชันแคปเจอร์

ระบบการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคโมชันแคปเจอร์ ประกอบด้วย การวางแผนผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหว และการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหว ดังนี้

1. การวางแผนการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการจับการเคลื่อนไหว เป็นการระบุลักษณะของผลงานสำหรับวางเป้าหมายการผลิตและเผยแพร่ชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย เป็นประโยชน์ในด้านการสงวนรักษาข้อมูลการเคลื่อนไหว และการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 2 การกำหนดเนื้อหา รายการท่าทาง สำหรับชุดการแสดงนาฏศิลป์ไทย เป็นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหา รายการท่าทาง สำหรับชุดการแสดง โดยสามารถแบ่งขอบเขต ดังนี้

1) ขอบเขตเนื้อหาของการแสดงนาฏศิลป์ไทย

1.1) การระบำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การระบำมาตรฐาน และการระบำที่มีการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่หรือระบำเบ็ดเตล็ด เช่น ปรับปรุงจากประเพณีท้องถิ่น ปรับปรุงจากท่าทางของสัตว์ หรือปรับปรุงเพื่อเป็นสื่อการสอน เป็นต้น

1.2) การรำ แบ่งตามลักษณะของการแสดงโขน - ละคร เป็น 2 ประเภท คือ การรำหน้าพาทย์ และการรำบท แบ่งตามจำนวนนักแสดง เป็น 3 ประเภท คือ รำเดี่ยว รำคู่ และรำหมู่

1.3) การฟ้อน เป็นการร่ายรำที่โชว์ความสวยงามพร้อมเพรียงกัน ท่าร่ายรำบางท่าแสดงความหมายตามบทร้อง แต่ไม่ดำเนินเป็นเรื่องราว แสดงเป็นหมู่ จัดเป็นการละเล่นพื้นเมืองตามท้องถิ่น การแสดงพื้นเมืองในแต่ละภูมิภาค และการแสดงในโอกาสต่างๆ โดยภาคอีสาน เรียกว่า เซิ้ง เช่น เซิ้งกระติบ เซิ้งสวิง เป็นต้น ส่วนภาคเหนือ เช่น ฟ้อนเล็บ ฟ้อนเทียน เป็นต้น

2) ขอบเขตรายการท่าทางสำหรับชุดการแสดง การวิเคราะห์จำนวนรายการท่าทางสำหรับชุดการแสดง มีหลายกรณีที่ต้องคำนึงถึงทั้งชุดการแสดงและนักแสดง ดังนี้

2.1) การแยกท่าทางการเคลื่อนไหวเป็นจำนวนท่า ในกรณีไม่สามารถแยกได้ต้องรำหรือเคลื่อนไหวต่อเนื่องควรคำนึงถึงระยะเวลาในการแสดงด้วย

2.2) การแยกท่าทางการเคลื่อนไหวตามตัวละครพระนาง ควรมีการจัดเตรียมนักแสดงหญิงและชาย เนื่องจากการเคลื่อนไหวของหญิงและชายมีความแตกต่างกันทั้งด้านมิติของร่างกาย และอากัปกิริยาพื้นฐาน แต่ในกรณีไม่สามารถจัดหานักแสดงได้ก็สามารถทดแทนกันได้

2.3) การแยกท่าทางการเคลื่อนไหวตามจำนวนของนักแสดง ประกอบด้วย การรำเดี่ยว ใช้นักแสดงคนเดียว การรำคู่ ใช้นักแสดงสองคน เช่น กรณีหญิงชายไม่ได้เกี้ยวพาราสีกันสามารถแยกแคปเจอร์ชายหรือหญิงก่อนได้ แต่กรณีหญิงชายต้องรำเกี้ยวพาราสีกัน หรือตัวละครต้องต่อสู้กันก็ให้ระบุว่าต้องแคปเจอร์ในเวลาเดียวกันทั้งสองคน และการรำหมู่ส่วนใหญ่จะใช้ท่ารำเดียวกันทั้งหมด สามารถใช้นักแสดงคน

เดียวแคปเจอร์ได้ กรณีมีการรำมากกว่า 2 คนขึ้นไปในเวลาเดียวกันก็สามารถทำได้เช่นกัน หรือจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมในการรำด้วยก็ให้ระบุให้ชัดเจน

2.4) การแยกท่าทางการเคลื่อนไหวตามส่วนสำคัญของร่างกาย การกำหนดรายการท่าทางการเคลื่อนไหวสามารถกำหนดการจับการเคลื่อนไหว เช่น การจับการเคลื่อนไหวแบบเต็มตัว (Full Body Capture) การจับการเคลื่อนไหวใบหน้า (Face Capture) และการจับการเคลื่อนไหวนิ้วมือ (Finger Capture) เป็นต้น ทั้งนี้ระบบการจับการเคลื่อนไหวสามารถรองรับการจับการเคลื่อนไหวแบบเต็มตัว นิ้วมือ และใบหน้าในเวลาเดียวกันได้

ขั้นที่ 3 การคัดเลือกนักแสดงที่มีความเชี่ยวชาญด้านการเคลื่อนไหว การคัดเลือกนักแสดงสำหรับการจัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวเพื่อสร้างคุณค่าให้กับชุดข้อมูลการเคลื่อนไหว สามารถแบ่งนักแสดงตามชุดการแสดงออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกชุดการแสดงแบบดั้งเดิมเนื่องจากนาฏศิลป์เป็นเรื่องที่มีความละเอียดอ่อนด้านวัฒนธรรม สำหรับการคัดเลือกนักแสดงที่มีความอาวุโสในวงการนาฏศิลป์ และเป็นที่ยอมรับในวงการตามลำดับชั้นครูจะทำให้สามารถเก็บรักษาข้อมูลการเคลื่อนไหวแบบดั้งเดิมที่มีการอ้างอิงของข้อมูลด้วยวิธีการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคโมชันแคปเจอร์ แต่ถ้าไม่สามารถแคปเจอร์ครูได้อาจเนื่องมาจากอายุมากหรือเสียชีวิตแล้วก็อาจหาลูกศิษย์ที่ได้รับการรับรองจากบรมครูหรือเป็นที่ยอมรับในวงการแทนได้ ประเภทที่สองเป็นชุดการแสดงแบบประยุกต์ ชุดการแสดงเหล่านี้จะเกิดจากการปรับปรุงจากแบบดั้งเดิมในการคัดเลือกนักแสดงไม่จำเป็นต้องเป็นต้องเป็นครูอาวุโส แต่ให้คัดเลือกนักแสดงที่มีความพร้อมเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ชุดการแสดงหรือเป็นผู้ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ชุดการแสดง เพื่อให้ได้ข้อมูลชุดการแสดงที่มีความหลากหลาย

ขั้นที่ 4 การจัดหาเครื่องมือชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และสถานที่จับการเคลื่อนไหวสามารถแบ่งตามประเภทของโมชันแคปเจอร์ (Motion Capture) ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 2 ประเภท รายละเอียดสามารถอธิบายได้ดังนี้

ประเภทที่ 1 การจับการเคลื่อนไหวเชิงแสง (Optical Tracking Mocap) หลักการทำงานคือ ใช้กล้องอินฟาเรดจับการเคลื่อนไหวของจุดสะท้อนแสงหรือตำแหน่งมาร์กเกอร์ที่ติดตามชุดของนักแสดง มาร์กเกอร์ที่ติดบนชุดของนักแสดงจะสะท้อนกลับมายังกล้อง และส่งข้อมูลไปยังซอฟต์แวร์ระบบเพื่อประมวลผลการเคลื่อนไหวในรูปแบบแกน 3 มิติ (XYZ coordinate) แทนค่าความกว้าง ความยาว และความลึก เทคโนโลยีนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายมานานและยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยมีราคาสูงตามคุณภาพและจำนวนของกล้องที่จับการเคลื่อนไหว แต่ยังคงได้รับความนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรมภาพยนตร์และสตูดิโอขนาดใหญ่อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น ภาพยนตร์อวตาร์ (Avatar) หรือใช้ในมาร์เวล สตูดิโอ (Marvel Studio) ระบบนี้รองรับการจับการเคลื่อนไหวแบบเวลาจริง (Realtime)

ข้อดี คือ การติดจุดมาร์กเกอร์มีรูปแบบมาตรฐาน แต่กรณีที่ต้องการความละเอียดของข้อมูลที่มากขึ้นสามารถออกแบบการติดจุดมาร์กเกอร์ทั้งตำแหน่งและจำนวนเองได้ มีความยืดหยุ่นสูงที่สุด โดยสามารถจับการเคลื่อนไหวได้ทั้งคน สัตว์ และสิ่งของ สามารถสร้างพื้นที่ในการจับการเคลื่อนไหวขนาด

ใหญ่ และรองรับการจับการเคลื่อนไหวหลายคนพร้อมกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและคุณภาพของกล้องอินฟาเรดด้วย

ข้อจำกัด คือ ชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวประเภทนี้มีราคาที่สูง และเมื่อต้องการพื้นที่และคุณภาพของข้อมูลเพิ่มมากขึ้น ราคาของชุดอุปกรณ์ก็จะต้องแพงขึ้นตามไปด้วย อุปกรณ์มีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน เนื่องจากต้องมีการปรับตำแหน่งของกล้องในการบันทึกข้อมูลในตำแหน่งที่เหมาะสมตามจำนวนกล้องและขนาดของห้องสตูดิโอ และหากต้องการพื้นที่ของสตูดิโอขนาดใหญ่เพื่อให้ได้พื้นที่สำหรับนักแสดงและการจับการเคลื่อนไหวครั้งละหลายคนพร้อมกัน อีกทั้งต้องเป็นห้องที่สามารถควบคุมเรื่องแสงที่อาจส่งผลต่อความผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล เช่น แสงแดด เป็นต้น ส่วนใหญ่จึงควบคุมปริมาณแสงในห้องสตูดิโอ เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการแคปเจอร์แล้วจะมีขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูล (Clean Data) ขั้นตอนนี้ใช้เวลาค่อนข้างมาก เนื่องจากข้อมูลแต่ละจุดมาร์กเกอร์ที่สูญหายไปในบางช่วงเวลาในขณะทำการบันทึกข้อมูล ซึ่งอาจเกิดขึ้นในหลายกรณี เช่น จุดมาร์กเกอร์ที่ถูกบดบังโดยนักแสดงเองในขณะที่มีการเคลื่อนไหวท่าทาง หรืออาจเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของระบบที่ไม่สามารถแยกแยะความต่อเนื่องของจุดมาร์กเกอร์นั้นได้ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิคนี้เพื่อทำให้ข้อมูลสมบูรณ์ การทำงานของระบบเชิงแสงมีความซับซ้อนและมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนที่ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของทีมบุคลากรตั้งแต่ขั้นตอนการติดตำแหน่งจุดมาร์กเกอร์ของนักแสดง การวางตำแหน่งกล้องให้เหมาะสม ขั้นตอนการแคริเบรท (Calibrate) การบันทึก และการทำความสะอาดข้อมูล ระบบนี้จึงเหมาะกับการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวที่มีการรองรับค่าใช้จ่ายที่สูงหรือเป็นโครงการขนาดใหญ่ (Mega Project)

ประเภทที่ 2 การจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Mocap) หลักการทำงานของระบบนี้จะมีการลดขั้นตอนให้ง่ายและซับซ้อนน้อยกว่าระบบเชิงแสง เพราะเปลี่ยนการใช้กล้องและจุดมาร์คเกอร์จำนวนมาก เปลี่ยนมาเป็นการจับการเคลื่อนไหวในรูปแบบของการใช้เซนเซอร์แบบวัดค่าความเฉื่อย (Initial Measurement Units: IMU) ร่วมกับเครื่องวัดการหมุนวน (Gyroscope) ผู้ใช้งานเพียงสวมใส่ชุดที่ติดตั้งเซนเซอร์เหล่านี้เข้าไป ระบบนี้ราคาถูกกว่า และขั้นตอนการทำงานง่ายกว่ามาก แต่คุณภาพของข้อมูลจะมีความแตกต่างเล็กน้อยเมื่อเทียบกับระบบเชิงแสง ระบบนี้มีชุดสวมใส่แบบเต็มตัวและถุงมือข้อมูล และมีแอปพลิเคชันเสริมสำหรับการใช้กล้องจับสีหน้าของนักแสดง ข้อมูลที่ได้สามารถระบุตำแหน่งแกน 3 มิติ แทนค่าด้วยตำแหน่งความกว้าง ความยาว และความลึก ระบบนี้ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานกับชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ ตัวระบบจะมีแท่นชาร์ตไฟเพื่อให้พลังงานกับเซนเซอร์ ระบบนี้รองรับการจับการเคลื่อนไหวแบบเวลาจริง ระยะในการรับส่งสัญญาณของอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวสามารถใช้งานได้ดีในระยะ 30-60 เมตร ซึ่งเหมาะกับห้องสตูดิโอขนาดเล็ก ส่วนสถานที่ห้องสตูดิโอควรหลีกเลี่ยงแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กและโลหะต่างๆที่จะไปรบกวนการทำงานของระบบเซนเซอร์

ข้อดี คือ ระบบนี้เป็นที่นิยมมากขึ้นอาจเนื่องมาจากราคาที่ไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเชิงแสง และคุณภาพของข้อมูลก็ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนและคุณภาพของกล้องในการตรวจจับการเคลื่อนไหว เหมาะสำหรับการทำงานในระดับสตูโอขนาดเล็กหรือโปรเจกต์ไม่ใหญ่มาก ขั้นตอนการใช้งานไม่

ซับซ้อน สามารถสตรีม (Stream) การเคลื่อนไหวได้ทันที และมีระยะเวลาของการทำงานในแต่ละขั้นตอนรวดเร็วมากขึ้น สถานที่ในการจับการเคลื่อนไหวไม่ได้ถูกจำกัดจากการควบคุมเรื่องแสง

ข้อจำกัด คือ ระบบจะมีความอ่อนไหวเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กและโลหะต่างๆ ซึ่งสถานที่จะต้องพยายามหลีกเลี่ยงแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก และโลหะต่างๆ ที่จะไปรบกวนการทำงานของระบบเซนเซอร์ เซนเซอร์มีระยะเวลาในการใช้งานเนื่องจากต้องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ติดอยู่กับตัวเซนเซอร์ และอาจมีความร้อนสะสมขณะที่ใช้งานในระยะเวลานานหลายชั่วโมงอาจจำเป็นต้องมีการพักเซนเซอร์ให้เย็นลง หรือต้องมีการแคริเบรทอุปกรณ์บ่อยครั้งขึ้นเมื่อสังเกตสัญญาณข้อมูลอ่อน

สรุปว่า ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันออกไปทั้งคุณภาพของข้อมูล งบประมาณ ความซับซ้อนของขั้นตอนและการปฏิบัติงาน ระยะเวลาในการทำงาน รวมถึงประสบการณ์ของช่างเทคนิคการจับการเคลื่อนไหว ทั้งนี้ผู้ผลิตควรศึกษาข้อมูลและความเหมาะสมสำหรับการใช้อุปกรณ์ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวตามปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ และส่งผลดีต่อการบันทึก การจัดเก็บ การสงวนรักษา และการเผยแพร่องค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ในด้านการศึกษา การค้นคว้า และวิจัยต่อไป

ขั้นที่ 5 การจัดหาทีมบุคลากรด้านเทคนิคการจับการเคลื่อนไหว การจับการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคโมชันแคปเจอร์ที่มีความละเอียดและซับซ้อนของขั้นตอนและการปฏิบัติงานแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องการจัดหาทีมผู้เชี่ยวชาญในการจับการเคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ สามารถอธิบายชุดอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ 2 ระบบ ดังนี้

1) บุคลากรด้านเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแสง ควรมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบดังนี้

1.1) ผู้ดูแลระบบ (System Administrator) มีหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้ดูแลระบบ ตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ การต่อพ่วงสายไฟและสายสัญญาณ ควบคุมซอฟต์แวร์ระบบและเครื่องแม่ข่าย ตรวจสอบ/แก้ไขความเสถียรของระบบ ตรวจสอบการทำงานของกล้องแต่ละตัวในซอฟต์แวร์ระบบ ตรวจสอบ/แก้ไขข้อมูลการบันทึก ตรวจสอบการแคริเบรท (Calibration) ตรวจสอบพื้นที่การจับการเคลื่อนไหว ควบคุมประสิทธิภาพของระบบและข้อมูลการเคลื่อนไหวที่เก็บบันทึก และทำความสะอาดข้อมูลหลังจากทำการบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น

1.2) ช่างเทคนิค (Technician Mocap/ Mocap boy) มีหน้าที่ตรวจความเรียบร้อยของห้องสตูดิโอ การจัดวางตำแหน่งกล้อง ตรวจสอบอุปกรณ์สายสัญญาณในการต่อพ่วงระหว่างกล้องเข้ากับอุปกรณ์เครือข่ายรับส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย การใช้ด้ามแคริเบรท (Wand calibration) เพื่อวัดความแม่นยำของกล้องในพื้นที่สำหรับการจับการเคลื่อนไหว (Calibration volume) ติดจุดมาร์กเกอร์และตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดนักแสดง และคอยประสานงานกับผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์

2) บุคลากรด้านเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า ควรมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

2.1) ผู้ดูแลระบบ (System Administrator) มีหน้าที่ในการติดตั้งอุปกรณ์ในการรับ-ส่งสัญญาณระหว่างชุดอุปกรณ์เซนเซอร์กับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Host computer) ผ่านระบบไร้สาย (Wirelessly) ตรวจสอบ/แก้ไขความเสถียรของระบบ การแคริเบรท (Magnetic Calibration) เพื่อวัดค่าสนามแม่เหล็ก เช่น แบบอย่างง่าย (Simplified) แบบมาตรฐาน (Standard) และแบบคงที่ (Steady) เป็นต้น รวมถึงการแคริเบรทท่าทาง (Posture calibration) ตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์แต่ละตัวในซอฟแวร์ระบบ ตรวจสอบ/แก้ไขข้อมูลการบันทึก ควบคุมประสิทธิภาพของระบบและข้อมูลการเคลื่อนไหวที่เก็บบันทึก และทำความสะอาดข้อมูลหลังจากทำการบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น

2.2) ช่างเทคนิค (Technician Mocap/ Mocap boy) มีหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้ดูแลระบบ ตรวจความเรียบร้อยของห้องสตูดิโอ การจัดเตรียมอุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์สายสัญญาณในการต่อพ่วงอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายกับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ปฏิบัติการแคริเบรทเซนเซอร์กับสภาพแวดล้อมเพื่อปรับสภาพความเป็นแม่เหล็กของเซนเซอร์ในพื้นที่สำหรับการจับการเคลื่อนไหว ติดจุดเซนเซอร์และตรวจสอบความเรียบร้อยของชุดนักแสดง และคอยประสานงานกับผู้ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์

2. การผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบตัวละคร 3 มิติที่เหมาะสมกับเนื้อหาสำหรับการเคลื่อนไหว เป็นการออกแบบตัวละครตามเนื้อหาของชุดการแสดง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของสื่อ เช่น ใช้เป็นสื่อการสอนในการฝึกหัดท่ารำ สามารถออกแบบตัวละครที่ใส่ชุดซ้อมรำจะทำให้ผู้เรียนสามารถสังเกตท่ารำได้ง่าย การออกแบบตัวละครให้เห็นถึงเครื่องแต่งกายของตัวพระและตัวนาง การออกแบบตัวละครที่เป็นไปตามเนื้อเรื่องของการแสดง เป็นต้น โดยสามารถมีองค์ประกอบต่างๆ สำหรับตัวละคร 3 มิติ ได้แก่ Skeleton, Meshes, NURBS, Geometry, Cameras, Lights, Texture, Rigging เป็นต้น

ในขั้นตอนที่ 2-6 สามารถจำแนกเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวออกเป็น 2 เทคนิค ประกอบด้วย เทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแสง และเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถอธิบายได้ดังนี้

ประเภทที่ 1 เทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแสง (Optical Mocap)

ขั้นที่ 2 การทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์ เป็นการทดสอบอุปกรณ์กล้องของบริษัท Motion Analysis และการติดตั้งซอฟแวร์ EVaRT 5.0 ดังนี้

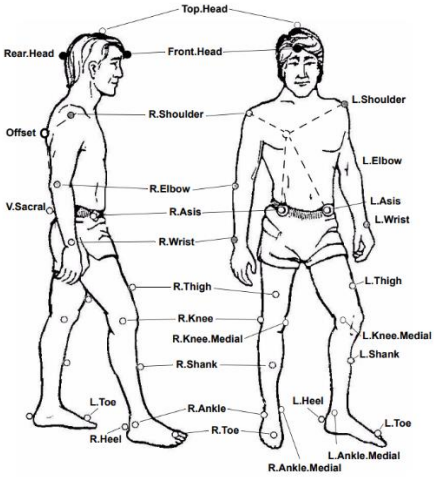
1) ติดตั้งและตรวจสอบการเชื่อมต่อระบบไฟและสายสัญญาณของกล้อง อุปกรณ์ต่อพ่วงระบบเครือข่ายกับคอมพิวเตอร์ เช่น กล่องจ่ายกระแสไฟกล้อง และสายแลน เป็นต้น

2) เปิดคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเปิดซอฟแวร์ระบบ

3) ติดตั้งและทดสอบการเชื่อมต่อตัวกล้องเข้ากับระบบซอฟแวร์และการตั้งค่าประกอบด้วย ประเภทของตัวกล้อง จำนวนกล้อง การตั้งค่าอัตราเฟรม การตั้งค่าความเร็วชัตเตอร์ การระบุตัวตนของกล้อง เช่น ลำดับของกล้อง และ ที่อยู่ไอพีของกล้อง (IP-Address) เป็นต้น

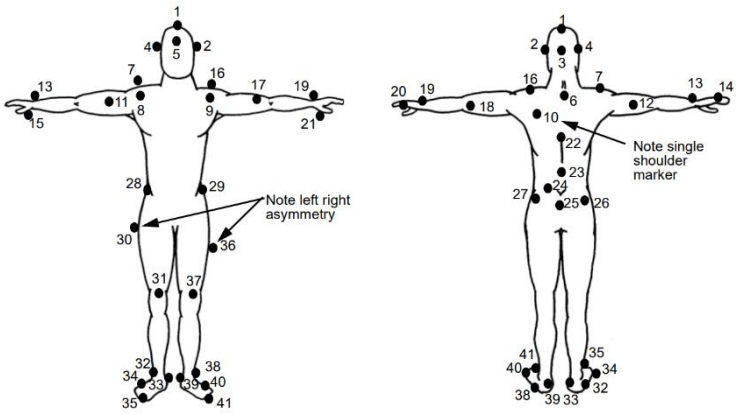
4) การแคริเบรทระบบ (System Calibration) ประกอบด้วย ขั้นตอนการแคริเบรทด้วยด้าม L-เฟรม (4 จุด) และขั้นตอนการแคริเบรทด้วยด้ามไม้ (Calibration Wand) โดยทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมปริมาตรพื้นที่สำหรับการจับการเคลื่อนไหว ด้วยวิธีการโบกในแนวตั้งและแนวนอนด้วยด้ามไม้ ยิ่งมีพื้นที่สีขาวน้อยจะส่งผลดีต่อปริมาตรหรือพื้นที่สำหรับการจับการเคลื่อนไหว จากนั้นในซอฟต์แวร์ระบบจะทำการประมวลผลข้อมูลการคาริเบรท หากข้อมูลการแคริเบรทยังไม่ดีสามารถกลับไปคาริเบรทใหม่ได้ แต่หากข้อมูลมีได้ผลลัพธ์ที่ดีแล้วสามารถกดบันทึกการแคริเบรท

5) การวางตำแหน่งจุดมาร์กเกอร์ (Marker Placement) ให้กับนักแสดงโดยการใส่ชุดรัดรูปเพื่อให้จุดมาร์เกอร์มีความกระชับไม่เกิดการเลื่อนตำแหน่งของจุดมาร์กเกอร์เมื่อทำการเคลื่อนไหว โดยการวางตำแหน่งจุดมาร์กเกอร์ตามตัวอย่างการอ้างอิงของเฮเลน เฮย์ส (Helen Hayes Marker) ในคู่มือ EVaRT 5.0 ของบริษัท Motion Analysis ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการติดจุดมาร์กเกอร์ตามเฮเลน เฮย์ส

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการติดจุดมาร์เกอร์ตามตัวอย่างการอ้างอิงของเฮเลน เฮย์ส (Helen Hayes Marker) ในคู่มือ EVaRT 5.0 ของบริษัท Motion Analysis มีทั้งหมด 29 จุด ซึ่งอาจจะไม่เพียงพอต่อการใช้งานสำหรับการจับการเคลื่อนไหวที่ต้องการความละเอียดที่สูงขึ้น จึงแนะนำให้มีการติดตำแหน่งจุดมาร์กเกอร์เพื่อเพิ่มความละเอียดของการจับการเคลื่อนไหว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 2 การวางตำแหน่งการติดจุดมาร์กเกอร์

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าการติดจุดมาร์เกอร์ตามตัวอย่างการอ้างอิงในคู่มือ EVaRT 5.0 ของบริษัท Motion Analysis มีทั้งหมด 41 จุด ซึ่งมีความแตกต่างจากการติดจุดแบบเฮเลน เฮย์ส โดยการวางตำแหน่งของมาร์กเกอร์ที่มากกว่าและข้อสังเกตคือการติดจุดมาร์กเกอร์ทั้งซ้ายและขวาบริเวณต้นขาของนักแสดงจะเหลื่อมกัน ดังจุดอ้างอิงที่ 30 และ 36 ส่วนการวางจุดมาร์กเกอร์บริเวณมือดังจุดอ้างอิง 13,14,15 และเท้าดังจุดอ้างอิง 32,33,34,35 และ 28,39,40,41 จะไม่วางเป็นแนวเส้นตรงจะมีการวางตำแหน่งเฉียงสลับกัน โดยมีการตั้งชื่อจุดมาร์กเกอร์ 1-41 จุดเพื่อการอ้างอิงข้อมูลในโปรแกรม EVaRT 5.0 ได้แก่ ตำแหน่งหัวและคอ (Head and Neck) ประกอบด้วย 1. TopHead 2. L_Head 3. B_Head 4. R_Head 5. F_Head ตำแหน่งไหล่และทรวงอก (Shoulders and Sternum) ประกอบด้วย 6. TopSpine 7. RShoulder 8. FRshoulder 9. FLshoulder 10. ShoulderOffset ตำแหน่งแขนและมือ (Arms and Hands) ประกอบด้วย 11. RBicep 12. RElbow 13. RWrist 14. RPinky 15. RThumb 16. LShoulder 17. LBicep 18. LElbow 19. LWrist 20. LPinky 21. LThumb ตำแหน่งหลังและกลางสะโพก (Back and Root) ประกอบด้วย 22. MidBack 23. LowBack 24. RootOffset 25. Root Pelvis and Hips ประกอบด้วย 26. BRHip 27. BLHip 28. FRHip 29. FLHip ตำแหน่งขาและเท้า (Legs and Feet) ประกอบด้วย 30. RThigh 31. RKnee 32. Rankle 33. RHeel 34. RMidfoot 35. RToe 36. LThigh 37. LKnee 38. LAnkle 39. LHeel 40. LMidfoot 41. LToe สำหรับกรณีที่มีการตั้งชื่อจุดตำแหน่งแล้วจะสามารถจัดทำเป็นเทมเพลต (Template) เพื่อนำเข้าจุดอ้างอิงเหล่านี้เป็นมาตรฐานสำหรับการตั้งชื่อจุดมาร์กเกอร์แต่ละตำแหน่งโดยไม่จำเป็นต้องมีการตั้งชื่อจุดมาร์กเกอร์ทุกครั้งเมื่อต้องดำเนินการแคปเจอร์ข้อมูล

ขั้นที่ 3 การบันทึกไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยซอฟต์แวร์โมชันแคปเจอร์ โปรแกรม EvarRT5.0 ผู้ดูแลระบบจะดำเนินการสร้างโปรเจ็กต์ (Project) เพื่อทำการเก็บข้อมูลการบันทึกการจับการเคลื่อนไหว โดยแต่ละโปรเจ็กต์จะประกอบไปด้วยเทค (Take) ซึ่งจะเป็นข้อมูลการบันทึกการเคลื่อนไหวต่อครั้ง

การแคปเจอร์ข้อมูล นักแสดงจะยืนลำตัวตรงกางแขนทั้งสองข้าง (T-Pose) ในพื้นที่และตำแหน่งที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะทำการอ้างอิงจุดมาร์กเกอร์ตามเทมเพลต เมื่อพร้อมแล้วผู้กำกับหรือผู้ดูแลระบบจะดำเนินการแคปเจอร์ข้อมูลการเคลื่อนไหวและทำการกดบันทึกข้อมูลในแต่ละเทคไว้ในโปรเจกต์

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหวให้เกิดความสมบูรณ์ การตรวจสอบข้อมูลการเคลื่อนไหว ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าข้อมูลการจับการเคลื่อนไหวมีความสะอาดและการติดตามแทร็กมีความถูกต้อง (Trackable) กรณีมีข้อผิดพลาดควรมีการตรวจสอบการแคริเบรทกล้อง และข้อมูลดิบ ควรสังเกตการสะท้อนและสภาพแสงที่เปลี่ยนแปลงในห้องสตูดิโอ เช่น แสงแดดที่ส่องผ่านหน้าต่าง หรือตัวแปรภายนอกอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการจับการเคลื่อนไหว

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการแก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหว แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ มี Rectify, Rectify Unnamed และ Rigid Body Rectify แต่ไม่ได้มีไว้สำหรับสร้างข้อมูล XYZ จากมุมมองกล้องแบบ 2 มิติ ซึ่งเราเรียกว่าการติดตาม (Tracking) แต่มีประโยชน์มากสำหรับการระบุแทร็กหรือเครื่องหมาย Rectify

หมายถึง ทำให้ถูกต้อง (Make right) หรือ ตั้งค่าให้ถูกต้อง (Set right) ฟังก์ชันแก้ไขทั้งหมดเริ่มต้นที่เฟรมปัจจุบันไปข้างหน้าและย้อนกลับได้

ขั้นที่ 5 การส่งออกไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหวในรูปแบบโครงกระดูก โปรแกรม EvarRT5.0 สามารถส่งออกไฟล์ข้อมูล ได้แก่ *.HTR *.C3D *. CRC และ ASCII เป็นต้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูลหรือนำไปประยุกต์ใช้ ข้อมูลที่แนะนำสำหรับการส่งออกไปใช้ในโปรแกรม 3 มิติ คือ ไฟล์ *.C3D ซึ่งเป็นไฟล์มาตรฐานสำหรับนักพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ

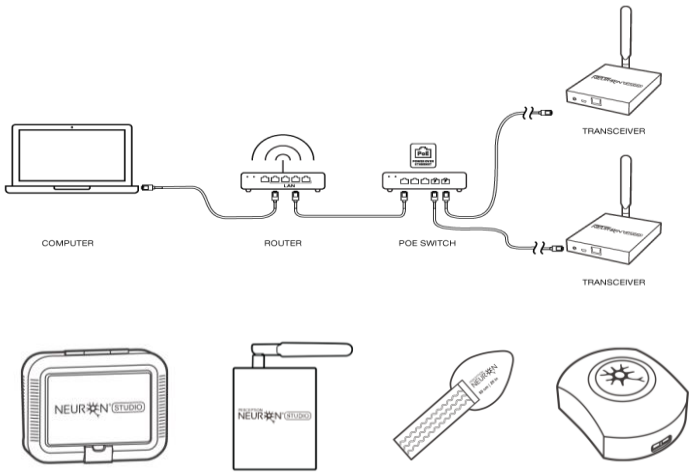
ขั้นที่ 6 การนำเข้าข้อมูลการเคลื่อนไหวไปใช้กับตัวละคร 3 มิติที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม 3 มิติ (Retargeting Animations to Characters) การนำเข้าไฟล์ *.C3D เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม 3 มิติ เช่น Blender Autodesk MotionBuilder เป็นต้น หรือโปรแกรม 3 มิติที่รองรับไฟล์ข้อมูลนี้ โดยลักษณะของไฟล์ *.C3D จะเป็นจุดอ้างอิงจากข้อมูลของจุดมาร์กเกอร์ ซึ่งจะนำไปริก (Rig) เข้ากับชุดโครงกระดูก (Actor) ที่ไม่ใช่โครงกระดูกของตัวละคร 3 มิติที่ออกแบบไว้ แต่ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะสามารถอยู่ในรูปแบบโครงกระดูก (Skeleton) แล้ว จึงนำไปลิงก์เข้ากับชุดโครงกระดูกของตัวละคร 3 มิติ (Avatar) ที่ออกแบบไว้

การตรวจสอบความถูกต้องของการเคลื่อนไหวตัวละคร 3 มิติ นักแอนิเมเตอร์จะต้องตรวจสอบข้อมูลการเคลื่อนไหวของตัวละคร 3 มิติว่ามีการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามต้นฉบับ โดยอาจมีการเปรียบเทียบข้อมูลจากไฟล์วิดีโอเพื่อตรวจสอบ หากพบจุดที่ต้องแก้ไข นักแอนิเมเตอร์สามารถแก้ไขได้จากการริก (Rig) ตัวละคร 3 มิติ เพื่อทำการแก้ไขในบางจุดที่ยังไม่สมบูรณ์

ประเภทที่ 2 ระบบการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบวัดค่าความเฉื่อย (Electromagnetic Mocap/ Inertial Mocap)

ขั้นที่ 2 การทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์ เป็นการทดสอบอุปกรณ์และการติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า ดังนี้

1) การจัดเตรียมอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์เทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าของบริษัท Noitom และซอฟแวร์ Perception Neuron Studio ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 3 อุปกรณ์การจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบวัดค่าความเฉื่อย ส่วนผู้ดูแลระบบ

จากภาพที่ 6 สามารถอธิบายอุปกรณ์การจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบวัดค่าความเฉื่อย ส่วนผู้ดูแลระบบ ได้ดังนี้

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงรองรับกราฟิก OpenGL ได้

2) เราเตอร์ (Router) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบเครือข่าย

3) พีโออีสวิตซ์ (POE Switch) เป็นสวิตซ์จ่ายไฟผ่านระบบอีเทอร์เน็ต การเชื่อมต่อเครือข่ายและการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ที่จ่ายไฟ สามารถรับรู้การทำงานที่มีประสิทธิภาพผ่านสายเคเบิลอีเทอร์เน็ตพีโออี (POE) มีประโยชน์สำหรับอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

4) อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ (Transeiver) เป็นอุปกรณ์ระบบเครือข่ายอีเทอร์เน็ตที่ใช้เพื่อเชื่อมต่อสัญญาณกับพีโออีสวิตซ์

5) อุปกรณ์ต่อพ่วงและสายสัญญาณต่างๆ เช่น USB-C Transceiver, USB-C to USB A adapter, USB-C charging cables, Axis Studio Software dongle เป็นต้น

6) สายรัดทั้งตัวและเซนเซอร์ติดจุดตามตัวนักแสดง จำนวน 17 จุด (Body Sensors)

7) ซ็อกเก็ตติดเซนเซอร์ จำนวน 17 จุด (Socket attachments)

8) เซนเซอร์สำรอง จำนวน 1 จุด (Spare Sensor)

9) เคสสำหรับชาร์ตไฟตัวเซนเซอร์

10) อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ

11) ชุดสายรัดทั้งตัว

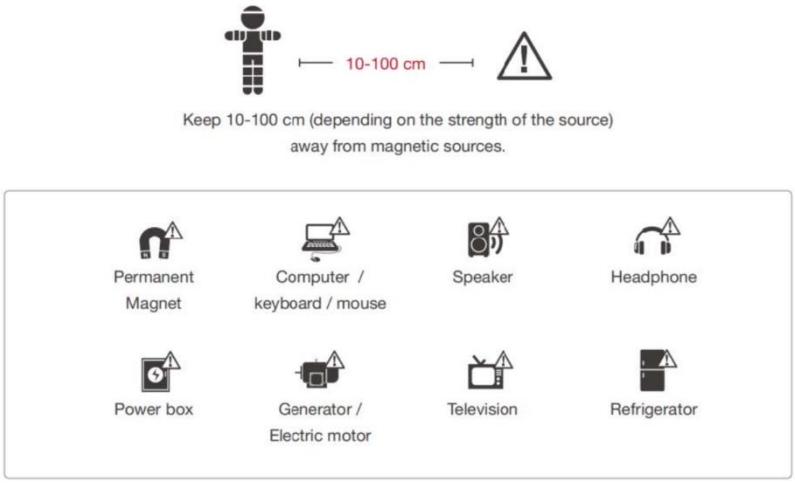
12) ตัวเซนเซอร์ติดตามตัวนักแสดง

13) ถุงมือ PNS เป็นถุงมือสำหรับติดตามนิ้ว

2) การจัดเตรียมสถานที่สำหรับจับการเคลื่อนไหว เซนเซอร์ระบบมีเครื่องวัดสนามแม่เหล็กซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากการรบกวนของสนามแม่เหล็กจากสภาพแวดล้อม ข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

2.1) ผู้ใช้งานต้องใช้เซ็นเซอร์ในสภาพแวดล้อมที่มีการรบกวนทางแม่เหล็กน้อยที่สุด โดยสามารถใช้แอปแมกนีโตมิเตอร์ (Magnetometer app) เพื่อวัดการรบกวนของสนามแม่เหล็กในสภาพแวดล้อม โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ระหว่าง 40 ถึง 50 ไมโครเทสลา

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



ภาพที่ 4 ข้อควรระวังสำหรับอุปกรณ์การจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้าหรือแบบวัดค่าความเฉื่อย

2.3) ข้อควรระวัง สำหรับขั้นตอนนี้ประการแรกซอฟต์แวร์จะมีการแจ้งเตือนเกี่ยวกับการใช้ชุดอุปกรณ์จับการเคลื่อนไหวในบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือไม่สมบูรณ์ของข้อมูลโดยเฉพาะห้องปฏิบัติการที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือเป็นห้องเก็บของ เช่น แม่เหล็ก คอมพิวเตอร์ คีย์บอร์ด เมาส์ ลำโพง หูฟัง แบตเตอรี่สำรอง เครื่องปั่นไฟ จอโทรทัศน์ และตู้เย็น เป็นต้น ประการที่สองควรคุมพื้นที่อย่างเหมาะสมในการแสดงการเคลื่อนไหวในระยะเซนเซอร์ 10-100 เซนติเมตรเพื่อให้ได้คุณภาพของข้อมูล และประการสุดท้ายคือหากมีการจับการเคลื่อนไหวในระยะหนึ่งแล้วเซนเซอร์จะมีการเก็บข้อมูลไว้จำนวนมากทำให้เกิดข้อมูลผิดพลาด ควรทำการสอบเทียบตามขั้นตอนนี้ใหม่อีกครั้ง

3) การติดตั้งอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์เทคนิคการจับการเคลื่อนไหวเชิงแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.1) การติดตั้งซอฟต์แวร์ การเรียกใช้โปรแกรมติดตั้งเพื่อเริ่มกระบวนการติดตั้ง ทำตามคำแนะนำในการติดตั้งซอฟต์แวร์ Axis Studio เบื้องต้นให้ติดตั้งซอฟต์แวร์ในไดเร็กทอรีเริ่มต้นไปก่อน

3.2) การเปิดใช้งานซอฟต์แวร์ด้วย Axis Studio License Dongle เข้ากับคอมพิวเตอร์ การเรียกใช้โปรแกรม Axis Studio จะได้รับกล่องโต้ตอบเพื่อแจ้งเตือนใบอนุญาต การเปิดใช้งานหนึ่งดองเกิลจะใช้งานได้หนึ่งเครื่องเท่านั้น เมื่อเปิดใช้งานจะถ่ายโอนใบอนุญาตของคุณไปยังดองเกิลที่แนบมา จากนั้นจึงเรียกใช้ซอฟต์แวร์ Axis Studio

3.3) การชาร์จเซ็นเซอร์ ก่อนที่จะเริ่มใช้งานเซ็นเซอร์ ขอแนะนำให้ชาร์จเซ็นเซอร์ให้เต็มก่อน โดยทั่วไปแล้วเซ็นเซอร์ Perception Neuron Studio จะใช้เวลาประมาณหนึ่งชั่วโมงครึ่ง ในการชาร์จเซ็นเซอร์ให้เสียบชาร์จกับกล่องชาร์จเซ็นเซอร์ PN Studio เซ็นเซอร์จะมีไฟแสดงสถานะ LED ไฟสีแดงติดสว่างแสดงว่าเซ็นเซอร์กำลังชาร์จ เมื่อเซ็นเซอร์ชาร์จเต็มแล้ว ไฟ LED สีแดงจะดับลง

3.4) การเปิดเครื่องใช้งานเซ็นเซอร์ มี 2 วิธี ประกอบด้วย วิธีที่ 1 ขณะที่กล่องแคริเบรทมาตรฐาน (Calibration box) เชื่อมต่อกับปลั๊กไฟ ให้ถอดสายชาร์จออกจากแท่นชาร์จเพื่อเปิดเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อทั้งหมดโดยอัตโนมัติ วิธีที่ 2 กดปุ่มที่ด้านบนของเซ็นเซอร์ประมาณ 2 วินาทีเพื่อเปิดเซ็นเซอร์ และถ้า

กดปุ่มประมาณ 5 วินาทีเพื่อปิดเซ็นเซอร์ เมื่อเซ็นเซอร์เปิดอยู่ ไฟแสดงสถานะ LED จะเริ่มกะพริบไฟสีด้วยความถี่ มีทั้งหมด 5 ความถี่ที่แตกต่างกัน เราควรให้ความสนใจกับไฟแสดงสถานะ LED สีจะสอดคล้องกับความถี่ของตัวรับส่งสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับโปรแกรม Axis Studio

3.5) การเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณกับโปรแกรม Axis Studio ตัวรับส่งสัญญาณสามารถตั้งค่าผ่าน USB ในโหมดนักแสดงคนเดียว หรืออีเทอร์เน็ตสำหรับโหมดนักแสดงหลายคน เคล็ดลับ คือ ตัวรับส่งสัญญาณมีจำหน่ายทั่วๆไป การเพิ่มอุปกรณ์ผ่านอีเธอร์เน็ต ผู้ใช้สามารถขยายความครอบคลุมสำหรับการตั้งค่านักแสดงคนเดียวหรือสร้างการตั้งค่าเครือข่ายแบบแยกส่วนสำหรับโหมดนักแสดงหลายคน การเปิดใช้งานเราเตอร์ด้วย DHCP และอุปกรณ์สวิตช์ POE

3.6) การตั้งค่า USB เมื่อเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณเข้ากับคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรก จำเป็นต้องกำหนดค่าที่อยู่ IP สำหรับอินเทอร์เฟซไดรเวอร์เครือข่ายระยะไกล (RNDIS) ของตัวรับส่งสัญญาณ

3.7) การตั้งค่าอีเธอร์เน็ต หากใช้ตัวรับส่งสัญญาณตั้งแต่สองตัวขึ้นไปพร้อมกัน ให้ใช้สวิตช์ที่ไม่มีการจัดการ และเปิดใช้งาน DHCP เราเตอร์เพื่อซิงโครไนซ์ข้อมูลกับตัวรับส่งสัญญาณ ดังนี้

3.7.1) เชื่อมต่อสาย Ethernet จากพีซีเข้ากับเราเตอร์

3.7.2) ต่อสาย Ethernet จากเราเตอร์เข้ากับสวิตช์

3.7.3) เชื่อมต่อสาย Ethernet จากตัวรับส่งสัญญาณไปยังสวิตช์

3.7.4) เมื่อเชื่อมต่อตัวรับส่งสัญญาณสำเร็จแล้ว จะปรากฏอยู่ในซอฟต์แวร์

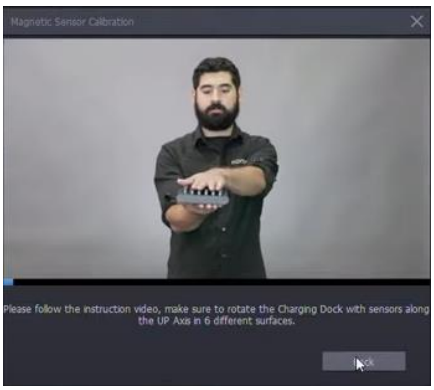
3.8) การคาลิเบรทเซ็นเซอร์กับสภาพแวดล้อม ปล่อยให้เซ็นเซอร์อยู่ในแท่นชาร์จ เชื่อมต่อกับ Axis Studio ด้วย Quick Connect การรันMagnetic Calibration เพื่อช่วยให้เซนเซอร์ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ดังนี้

3.8.1) การแคริเบรทแม่เหล็กอย่างง่าย (Simplified Magnetic Calibration) Go to Main Menu --> Magnetic Calibration --> Simplified หากเซ็นเซอร์ไม่ผ่าน ให้ลอง Calibrate ใหม่ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเซ็นเซอร์ทั้งหมดปรากฏบน Sensor Map ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 5 เซ็นเซอร์ทั้งหมดปรากฏบน Sensor Map

3.8.2) การแคริเบรทแม่เหล็กแบบมาตรฐาน (Standard Magnetic Calibration) Go to Main Menu --> Magnetic Calibration --> Standard กรณีเซ็นเซอร์มีคลื่นแม่เหล็กสูงหรืออยู่ในสภาพแวดล้อมใหม่ ควรเรียกใช้การสอบเทียบแม่เหล็กมาตรฐาน ขอแนะนำให้ใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน และอีก 1

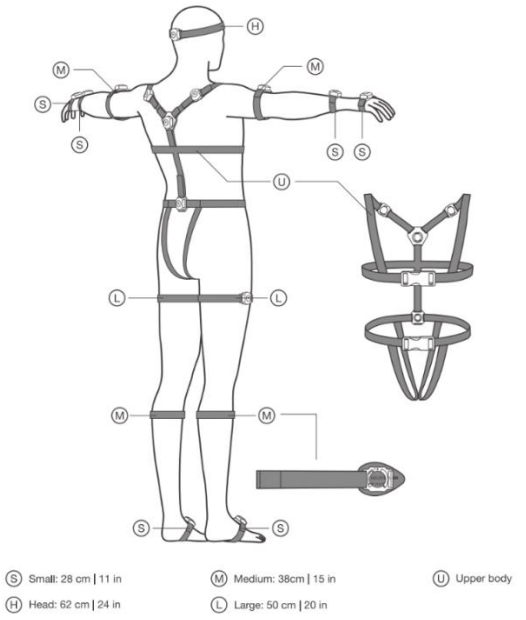
คนถือเซ็นเซอร์เพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยมีวิธีการ คือ วางมือประกบบนเซ็นเซอร์และรองมือที่แท่นแล้วหมุนด็อคให้เคลื่อนไหว 4-5 ครั้ง พลิกด็อคกลับด้านแล้วหมุน ตามตัวอย่างในคลิปวิดีโอ อีก 4-5 ครั้ง ทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกว่าการปรับเทียบจะเสร็จสมบูรณ์ หากเซ็นเซอร์มีความเป็นแม่เหล็กสูง เราอาจต้องทำขั้นตอนนี้ซ้ำสองสามครั้ง ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 6 ภาพวิดีโอตัวอย่างการแคริเบรทแม่เหล็กแบบมาตรฐาน

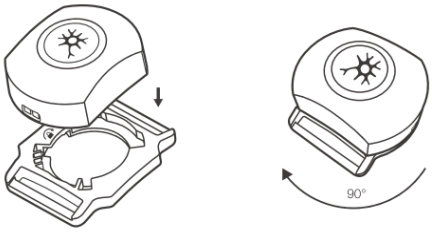
3.8.3 การแคริเบรทแบบคงที่ (Steady Calibration) การปรับเทียบไจโรสโคป เพื่อให้แน่ใจว่าเซ็นเซอร์ทั้งหมดหันไปในทิศทางเดียวกัน เป็นสิ่งสำคัญมากที่เซ็นเซอร์จะไม่เคลื่อนที่ในระหว่างขั้นตอนนี้ ตรวจสอบให้แน่ใจว่าเซ็นเซอร์ทั้งหมดปรากฏใน Sensor Map

3.9) การวางตำแหน่งสายรัดเซนเซอร์ให้กับนักแสดง (Strap Placement) การวางตำแหน่งเซนเซอร์ให้กับนักแสดงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการจับการเคลื่อนไหว การใช้สายรัดความยาวที่เหมาะสมกับนักแสดงในแต่ละส่วน ควรติดสายรัดตาม ภาพที่ 10



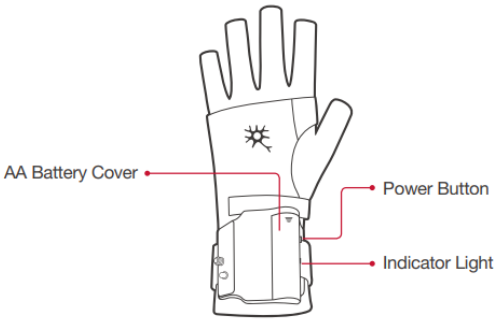
ภาพที่ 7 การวางตำแหน่งสายรัดเซนเซอร์ให้กับนักแสดง

3.10) ควรวางเซ็นเซอร์ลงในฐาน หมุนเซ็นเซอร์ 90 องศาตามเข็มนาฬิกา ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 8 การวางเซ็นเซอร์ลงในฐาน หมุนเซ็นเซอร์ 90 องศาตามเข็มนาฬิกา

3.11) ก่อนสวมถุงมือเซนเซอร์ ควรติดตั้งแบตเตอรี่ขนาด “AA” สองก้อนในช่องใส่แบตเตอรี่ของถุงมือ PNS และสามารถเปิดถุงมือ PNS ได้โดยการกดปุ่มด้านข้างประมาณ 1 วินาที กดปุ่มนี้ประมาณ 4 วินาทีเพื่อปิดถุงมือ PNS ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 9 การติดตั้งแบตเตอรี่ให้กับถุงมือเซนเซอร์

3.12) การใช้เซ็นเซอร์สำรองใน Axis Studio เซ็นเซอร์สำรองเป็นเซ็นเซอร์เสริมซึ่งสามารถใช้แทนเซ็นเซอร์ร่างกายตัวใดตัวหนึ่งได้หากตัวใดตัวหนึ่งหยุดทำงาน หมายเหตุ: ไม่สามารถใช้เซ็นเซอร์สำรองเพื่อติดตามอุปกรณ์ประกอบฉากได้ วิธีการใช้เซ็นเซอร์สำรอง มีดังนี้

3.12.1) ปิดเซ็นเซอร์ปัญหา

3.12.2) เปิดเซ็นเซอร์สำรอง

3.12.3) เชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ Perception Neuron ของคุณกับ Axis Studio

3.12.4) เมื่อการเชื่อมต่อสำเร็จ Axis Software จะแทนที่เซ็นเซอร์ที่ขาดหายไปด้วยเซ็นเซอร์สำรองโดยอัตโนมัติ หากไม่ได้กำหนดเซ็นเซอร์สำรองให้กับกระดูกโดยอัตโนมัติ Axis Studio โปรแกรมจะแจ้งให้เลือกตำแหน่งที่ต้องการ

3.13) กรณีตรวจไม่พบตัวรับส่งสัญญาณ (Transceiver not detected?) การเชื่อมต่อระบบโมชันแคปเจอร์จะมีตัวรับส่งสัญญาณที่ทำหน้าที่เหมือนการ์ดเครือข่ายที่เรียกว่า NDIS เมื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แล้ว OS จะเพิ่มฮาร์ดแวร์เป็น NETWORK ADAPTER อาจมีบางครั้งที่อาจต้องรีเซ็ต IP ของตัวรับส่งสัญญาณเพื่อให้แอปพลิเคชันของเราตรวจจับฮาร์ดแวร์ได้ มีหลายขั้นตอนที่ต้องทำเพื่อรีเซ็ตที่อยู่ IP ดังนี้

3.13.1) ไปที่หน้าต่าง Windows Settings

3.13.2) ไปที่หน้าต่าง Network & Internet

3.13.3) เลือก Change adapter options จะเห็นรายการการเชื่อมต่อเครือข่ายอยู่บนคอมพิวเตอร์ของเรา อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์เครือข่ายที่เชื่อมต่อ

3.13.4) ค้นหาการเชื่อมต่อเครือข่ายที่มีข้อความว่า "Remote NDIS Compatible..." คลิกขวาแล้วเลือก Properties

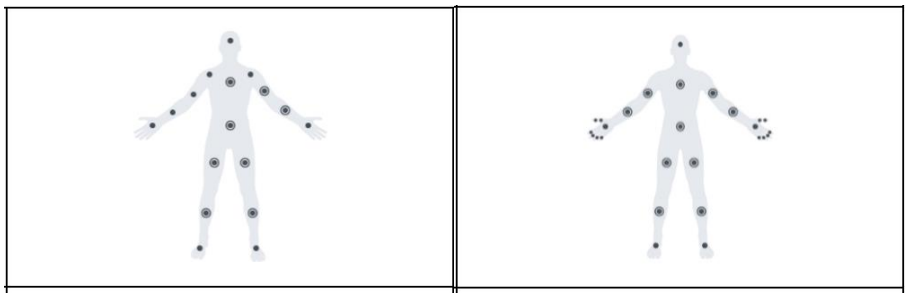
3.13.5) ใน Ethernet Properties ดับเบิลคลิกที่ Internet Protocol รุ่น 4 TCP/IPv4

3.13.6) ในหน้าต่างต่อไปนี้ เลือก " Obtain an IP address automatically " และคลิกตกลงเพื่อยืนยันการตั้งค่า

3.13.7) เปิดโปรแกรม Axis Studio จากนั้นเปิดโปรเจกต์ใดๆ หลังจากเปิดโปรเจกต์แล้ว โปรแกรม Axis Studio จะเรียกใช้สคริปต์เพื่อกำหนดค่า IP ของตัวรับส่งสัญญาณ

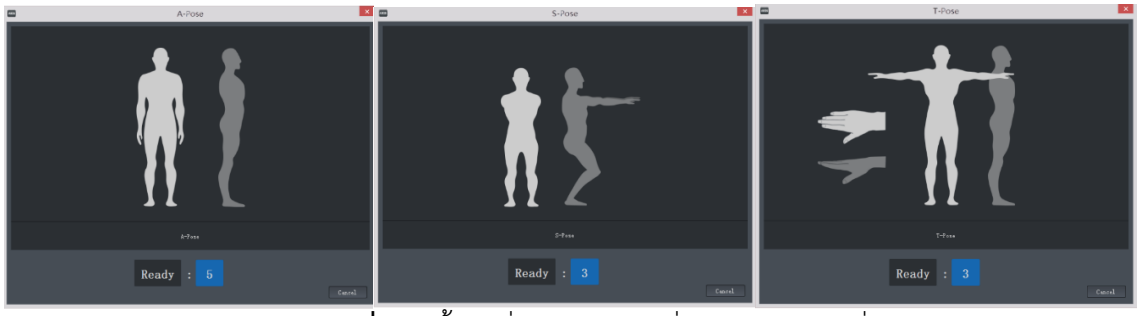
3.13.8) หากการตั้งค่าสำเร็จ จะเห็นตัวรับส่งสัญญาณที่ตรวจพบใต้ Suits panel

3.14) การกำหนดตำแหน่งเซนเซอร์ (Sensor Placement) เมื่อนักแสดงสวมอุปกรณ์หรือติดตั้งจุดเซนเซอร์ไว้ตามชุดผู้แสดงหรือเป็นสายรัดเฉพาะจุด (Strap Placement) จำนวน 17 จุด แบบเต็มตัว (Full Body) ควรใช้สายรัดความยาวที่เหมาะสมกับนักแสดงในแต่ละส่วน หากรวมถุงมือข้อมูลทั้งสองข้างจะมีจำนวน 31 จุด วางเซ็นเซอร์ลงในฐานซ็อกเก็ตหมุนเซ็นเซอร์ 90 องศาตามเข็มนาฬิกา การวางตำแหน่งเซนเซอร์เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการจับภาพการเคลื่อนไหว ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 10 (ซ้าย) การติดจุดเซนเซอร์จำนวน 17 จุด แบบเต็มตัว (Full Body) และ (ขวา) หากรวมถุงมือข้อมูลทั้งสองข้างจะมีจำนวน 31 จุด

3.15) การแคริเบรทด้วยท่าทาง (Posture calibration) การแคริเบรทด้วยท่าทาง โดยตรวจสอบให้แน่ใจว่าโครงกระดูกบนหน้าจอถูกต้อง แสดงขั้นตอนการแคริเบรทดังภาพที่ 14



ภาพที่ 11 (ซ้าย) ท่า A (กลาง) ท่า S และ (ขวา) ท่า T

จากภาพที่ 14 สามารถอธิบายได้ดังนี้

3.15.1) ท่า A ให้นักแสดงยืนตรง แขนคว่ำลงโดยให้ฝ่ามือหันเข้าหาลำตัว วางตำแหน่งเท้าให้ห่างจากความกว้างสะโพกประมาณเท่าๆ กัน และให้เท้าขนานกัน ดังภาพ

3.15.2) ท่า S ให้นักแสดงย่อตัวลงโดยให้เท้าราบกับพื้น โดยให้เท้าและขาขนานกัน ยืดแขนไปข้างหน้าโดยให้ฝ่ามือคว่ำลง

3.15.3) ท่า T ให้นักแสดงยืนตรงกางแขนตั้งฉากกับตำแหน่งลำตัว โดยให้ฝ่ามือคว่ำลง หากใส่ถุงมือ ให้เหยียดนิ้วและวางนิ้วหัวแม่มือลง

3.16) การแคริเบรทถุงมือ Perception Neuron Studio กระบวนการนี้ สามารถทำตามภาพที่โปรแกรมกำหนด และให้ทำซ้ำจนกว่าเซ็นเซอร์จะได้ข้อมูลที่ดี ดังนี้

3.16.1) ท่า B ประสานมือเข้าด้วยกันและวางไว้บนหน้าอกของคุณ ฝ่ามือแนบกันและฝ่ามือตั้งฉากกับพื้น นิ้วหัวแม่มือทำมุมประมาณ 45 องศา

3.16.2) ท่า P นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้บีบเข้าหากัน อีกสามนิ้วเหยียดออก

3.17) ตรวจสอบสถานะแสงเซ็นเซอร์ รายละเอียดข้อมูลการแสดงสถานะไฟ LED ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดตรวจสอบสถานะแสงเซ็นเซอร์จากการแสดงสถานะไฟ LED

เซ็นเซอร์กะพริบช้า	เซ็นเซอร์/ถุงมืออยู่ในโหมดสแตนด์บายเพื่อประหยัดพลังงาน
เซ็นเซอร์กะพริบเร็ว	เซ็นเซอร์/ถุงมืออยู่ในโหมดการทำงาน การคำนวณ และการถ่ายโอนข้อมูล
แสงทึบ	ตรวจพบการรบกวนของคลื่นแม่เหล็กแรงสูงใกล้กับถุงมือ/เซ็นเซอร์
แสงสีแดง	1. เซนเซอร์/ถุงมือ แบตเตอรี่อ่อน 2. ไม่ได้กำหนด IP ของตัวรับส่งสัญญาณ
สีน้ำเงิน	เซนเซอร์/ตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในช่อง 1
สีเขียว	เซนเซอร์/ตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในช่อง 2
สีม่วงแดง	เซนเซอร์/ตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในช่อง 3
สีฟ้า	เซนเซอร์/ตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในช่อง 4
สีขาว	เซนเซอร์/ตัวรับส่งสัญญาณอยู่ในช่อง 5

3.18) การตั้งค่าย่านความถี่ (Frequency Setting) ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนย่านความถี่สัญญาณได้โดยมีความถี่สัญญาณให้เลือกทั้งหมด 5 ย่านความถี่ สามารถแยกแยะความถี่ได้ โดยมีมีเหตุผลหลายประการที่อาจจำเป็นต้องเปลี่ยนย่านความถี่ เช่น เซ็นเซอร์ไม่ซิงค์กับความถี่เดียวกัน คุณภาพสัญญาณไม่ดี การใช้อุปกรณ์หลายเครื่องร่วมกัน และความต้องการกำหนดย่านความถี่ต่างๆ ของแต่ละชุดอุปกรณ์

3.19) การใช้งานโปรแกรม Axis Studio ดังนี้

3.19.1) เมนูหลักของโปรแกรม (Main Menu - Axis Studio) ในการเข้าถึงเมนูหลักให้ไปที่มุมขวาบนของ Axis Studio แล้วเลือกปุ่มที่มีเส้นแนวนอน 3 เส้น เมื่อเมนูหลักเปิดขึ้น การเลือกหลายรายการอาจใช้งานได้เมื่อเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์เท่านั้น ภาพรวม (Overview) ประกอบด้วย New Project คือ การสร้างโปรเจกต์ใหม่ Open Project คือ เปิดโปรเจกต์ที่มีอยู่ Close Project คือ ปิดโครงการที่เปิดอยู่ในขณะนี้ Recent Project คือ ทางลัดเพื่อค้นหาโครงการล่าสุดที่คุณเปิดก่อนหน้านี้ Magnetic Calibration คือ การสอบเทียบเซ็นเซอร์เพื่อต่อต้านการรบกวนจากสนามแม่เหล็ก Steady calibration คือ การสอบเทียบแม่เหล็กแบบคงที่เพื่อปรับเทียบไจโรสโคปของเซ็นเซอร์ Firmware Upgrade คือ อัปเกรดตัวรับส่งสัญญาณ เซ็นเซอร์และถุงมือ Settings คือ การกำหนดค่าการรับข้อมูลและการเผยแพร่ข้อมูลตามเวลาจริง (Real-time data broadcasting)

3.19.2) การตั้งค่าขั้นสูง (Advanced Settings) ดังนี้

Joint Space คือ ระยะว่างระหว่างกระดูก ซอฟแวร์มีสองทางเลือกพื้นฐานในการคำนวณและประมวลผลข้อมูล เพื่อกำหนดช่องว่างระหว่างกระดูกของตัวละครอวาตาร์ โดยส่วนใหญ่ใช้แบบ Joint Space แต่ในทางกลับกัน การประมวลผลข้อมูลจะใช้เวลานานกว่า อาจใช้เวลา 3-5 นาทีสำหรับข้อมูลความยาว 1 นาที

เคล็ดลับ คือ การคำนวณการประมวลผลข้อมูลด้วย Joint Space จะทำให้กระดูกอวาตาร์มีโครงสร้างที่แข็งกระด้างขึ้น เมื่อปิดและประมวลผลข้อมูลจะสังเกตเห็นว่าระยะห่างของกระดูกอวาตาร์มีผลกับความยืดหยุ่นของกระดูก

Finger Constrained ปุ่มเปิดจะเป็นค่าเริ่มต้นทำให้ระยะห่างของนิ้วถูกล็อคในการหมุนด้านข้าง ปุ่มปิดนิ้วจะสามารถกรีดนิ้วได้อย่างเป็นธรรมชาติ

Finger Follow Speed การควบคุมความเร็วการติดตามของนิ้วนางและนิ้วก้อยเมื่อใช้ถุงมือ ระดับ 5 หมายความว่านิ้วนางและนิ้วก้อยเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับนิ้วกลาง ระดับ 1 หมายความว่านิ้วนางและนิ้วก้อยไม่ขยับเลย ระดับ 2-4 หมายความว่านิ้วนางและนิ้วก้อยตามหลังหลังนิ้วกลาง

Adaptive Mag Baseline กรณีเปิดใช้งาน Auto Adaptive Mag Baseline (ฟังก์ชัน G) จำเป็นต้องรีสตาร์ท Axis Studio

G-FUNCTION เป็นอัลกอริทึมใหม่เพื่อรีเซ็ตค่าเส้นฐานแม่เหล็กบนเซ็นเซอร์ตามตำแหน่ง ณ เวลาที่กำหนด

Countdown Delay เป็นการหน่วงเวลานับถอยหลัง สามารถปรับการหน่วงเวลาการนับถอยหลังสำหรับฟังก์ชัน เช่น ใช้ข้อมูลจากท่าเดิม กลับไปท่าเริ่มต้น หรือการบันทึก เป็นต้น เคล็ดลับการเปิดใช้งานตัวเลือกนี้เหมาะอย่างยิ่งเมื่อใช้งานกับการจับการเคลื่อนไหวตัวเอง

Reset Parameter การตั้งค่าพารามิเตอร์ เป็นการแก้ปัญหาเพื่อกลับไปที่การตั้งค่าเริ่มต้น

3.19.3) พื้นที่ทำงานโครงการ (Project Workspace) เป็นพื้นที่ทำงานแรกที่มองเห็นได้เมื่อเปิดโปรแกรมเป็นครั้งแรก เพื่อจัดการไฟล์ข้อมูลการจับการเคลื่อนไหวในพื้นที่ทำงาน ประกอบด้วย

1) ไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหว (Motion File) เมื่อเลือกแท็บไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหว เราสามารถดู เลือก และแก้ไขเทคได้ โดยมีคุณสมบัติ ประกอบด้วย การเปลี่ยนชื่อ/ลบไฟล์โดยตรง คลิกขวาที่ไฟล์เพื่อดูตัวเลือก การส่งออกหรือนำเข้าข้อมูลที่จับการเคลื่อนไหวเป็นชุด การสร้างโฟลเดอร์ใหม่ เพื่อจัดระเบียบไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหวที่มีจำนวนมากในโครงการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการไฟล์ข้อมูล

2) การส่งออกชุดข้อมูล (Batch Export) การส่งออกชุดข้อมูลเพื่อรองรับผ่าน Project Workplace เท่านั้น การเลือกข้อมูลหลายเทค คลิกขวาเพื่อดูตัวเลือกการส่งออกข้อมูล และเลือกส่งออก ในหน้าต่างการตั้งค่าการส่งออก ให้สลับเทคที่ต้องการรวมไว้ในการส่งออก อัปเดตการตั้งค่าประเภทไฟล์ และโครงกระดูกของแล้วเลือกส่งออก

3) มิติด้านร่างกาย (Body Dimension Profile) หน้าต่างนี้แสดงขนาดมิติร่างกายทั้งหมดที่รวมอยู่ใน preset สำหรับการจัดการโปรไฟล์ Body Dimension ที่จะใช้ในโปรเจกต์การทำงาน สามารถเพิ่มและลบไฟล์ Body Dimension สามารถนำเข้าและส่งออกไฟล์ Body Dimension ไฟล์ Body Dimension คือ ไฟล์ * . xml ซึ่งรวมถึงชื่อ Body Dimension และช่วงความยาวของ body segment สามารถคัดลอกและวางไฟล์ * . xml ไปที่ใดก็ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการบันทึกไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยซอฟต์แวร์โมชันแคปเจอร์ (Record Data) เป็นกระบวนการสำหรับการบันทึกข้อมูลการเคลื่อนไหวของนักแสดง หลักสำคัญของกระบวนการนี้คือให้ตรวจสอบความแรงของสัญญาณเซนเซอร์แต่ละจุด ได้แก่ สีเขียว คือ สัญญาณดี สีเหลือง คือ สัญญาณปานกลาง สีแดง คือ สัญญาณแย่ และสีเทาไม่มีสัญญาณหรือไม่ได้เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ ดังนี้

1) การเชื่อมต่อกับตัวช่วย (Connect with Wizard) ขั้นตอนการตั้งค่า ขอแนะนำให้ทำตามขั้นตอนนี้ก่อนการบันทึกข้อมูลการจับการเคลื่อนไหวทุกครั้ง ประกอบด้วย

1.1) เชื่อมต่อด่วน (Quick connect) เมื่อเราต้องการเชื่อมต่อกับวิซาร์ดแล้ว เราสามารถใช้ปุ่มนี้เพื่อเชื่อมต่อชุดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วตามต้องการระหว่างเซสชันการบันทึก

1.2) การสอบเทียบทั้งหมด (Calibration for all) จะดำเนินการผ่านการสอบเทียบท่าทางทั้งหมดสำหรับทุกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์

1.3) การต่อต้านคลื่นแม่เหล็ก (Anti-mag) ใช้เฉพาะเมื่อเราอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการรบกวนจากสนามแม่เหล็กมากๆเท่านั้น ซอฟแวร์จะลดการพึ่งพาแมกนิโตมิเตอร์ของเซ็นเซอร์ลง

1.4) การอ้างอิงชุดข้อมูลการปรับเทียบท่าทาง (Resume Original Posture) ใช้สิ่งนี้เพื่อปรับเทียบท่าทางนักแสดงระหว่างเทคอย่างรวดเร็ว เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่านักแสดงหันไปในทิศทางเดียวกับที่ได้ทำการสอบเทียบในครั้งแรก กระบวนการนี้จะรีเซ็ตเซ็นเซอร์เป็นการสอบเทียบครั้งล่าสุด

1.5) เปิด/ปิดไฟ LED (LED on/off) เป็นการเปิดและปิดไฟ LED บนเซ็นเซอร์ ซึ่งช่วยยืดอายุแบตเตอรี่และทำให้ซ่อนเซ็นเซอร์ไว้ใต้เสื้อผ้าได้ง่ายขึ้น

1.6) สลีปโหมด (Sleep) ใช้ปุ่มนี้เพื่อสั่งให้เซ็นเซอร์เข้าสู่โหมดสลีปเมื่อหยุดพัก

1.7) การปิดเครื่อง (Power off) โดยใช้ปุ่มนี้เพื่อปิดเซ็นเซอร์ทั้งหมดแท็บแผนที่เซนเซอร์ (Sensor Map Tab)

2) สถานการณ์ (Scenario) สามารถเลือก 4 สถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งทั้งหมดมีอัลกอริทึมเฉพาะในการจับการเคลื่อนไหว ดังนี้

2.1) Single Level Constrain เป็นการแก้ไขโดยการล็อคจุดสัมผัสทั้งหมดกับระนาบพื้น หากเรากำลังจับการเคลื่อนไหวบนพื้นราบ ให้ใช้ Single Level Constrain

2.2) Free Climbing กรณีปิดใช้งานการสัมผัสพื้นเท่านั้น และเปิดใช้งาน Axis Studio เพื่อบันทึกการสัมผัสหลายระดับ ตัวอย่างเช่น หากเรากำลังจับภาพคนที่กำลังขึ้นบันไดไปชั้นบน ชั้นล่าง หรือการเคลื่อนไหวใดๆ ที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่พื้นระนาบ ให้ใช้ Free Climbing

2.3) Hip Locked เป็นการล็อคตำแหน่งของสะโพก Avatar ของเรา และให้มีข้อมูลสำหรับการหมุนของกระดูกส่วนที่เหลือเท่านั้น กรณีใช้กับการวิ่งบนลู่วิ่งหรือวิ่งบนสายพาน

2.4) Space Lock เป็นการสร้างกรอบเสมือนขนาด 2x2 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้อวาตาร์เคลื่อนที่ออกไปจากขอบเขตที่กำหนด

ตรวจหาความสูงของมือ/สะโพกโดยอัตโนมัติ ทำเครื่องหมายบนช่อง Hands/Hip contact height auto detect กรณีเปิดใช้งานที่ต้องการให้ Axis Studio ตรวจหามือหรือสะโพกโดยอัตโนมัติ ตัวเลือกนี้มีประโยชน์หากนักแสดงนั่งบนเก้าอี้ เป็นต้น

3) ตำแหน่งสัมผัสพื้น (Contact Points) เลือกส่วนของร่างกายที่จะสัมผัสกับพื้นในระหว่างการแสดง สำหรับสถานการณ์ส่วนใหญ่ เลือกการสัมผัสด้วยเท้า ซึ่งถูกเลือกโดยค่าเริ่มต้น หากต้องการบันทึกการเคลื่อนไหวด้วยการสัมผัสด้วยมือ เช่น ตีลังกา ให้เลือกทั้งการสัมผัสที่เท้าและมือ เป็นต้น

4) โหมดข้อจำกัด (Constraint Mode) ดังนี้

4.1) Normal Mode เป็นโหมดปกติ สำหรับสถานการณ์ปกติ

4.2) Steady Contact เป็นโหมดหน้าสัมผัสที่มั่นคง กรณีเลือกหน้าสัมผัสที่มั่นคงจะทำให้จุดสัมผัสมั่นคงยิ่งขึ้น

4.3) Customize เป็นโหมดการปรับแต่ง โหมดพารามิเตอร์นี้ใช้เมื่อกรณีไม่สามารถใช้โหมดอื่นๆที่กล่าวมาทั้งหมดได้ให้ปรับพารามิเตอร์เพื่อปรับแต่สถานะของ mocap

4.4) Contact Constraint Tolerance โหมดนี้โปรแกรม Axis Studio จะใช้อัลกอริทึมการจดจำรูปแบบเพื่อกำหนดหน้าสัมผัสระหว่างเท้ากับพื้น ค่านี้ส่งผลต่อความเร็วของการเปลี่ยนแปลงสถานะนี้ ค่าที่น้อยกว่าจะทำให้เท้าวางบนพื้นได้อย่างมั่นคง และค่าที่มากขึ้นจะทำให้เท้าเลื่อนไปมาได้ง่ายขณะสัมผัสกับพื้น

4.5) Joint Constraint Tolerance โหมดนี้เพื่อกำหนดข้อจำกัดของข้อต่อ การมีช่องว่างระหว่างส่วนต่างๆ ของร่างกาย และความทนทานต่อข้อจำกัดของข้อต่อสามารถปรับเปลี่ยนความ

ยืดหยุ่นของช่องว่างได้ กล่าวคือ ยิ่งมีค่าน้อยช่องว่างก็จะยิ่งเล็กลง ค่านี้จะส่งผลต่อโปรแกรม Axis Studio ว่าควรปรับไปตามขนาดของมิติร่างกายที่ได้กำหนดไว้ในส่วนของ body dimensions

4.6) Contact Sensitivity โหมดความไวในการสัมผัส การจำกัดจำนวนก้าวจะเป็นเกณฑ์ที่เปิดใช้งานการสัมผัสของเท้า กล่าวคือ ค่าที่สูงขึ้นจะเพิ่มความไวของอัลกอริทึมสำหรับการสัมผัสของเท้า ส่วนค่าที่ต่ำจะลดความไวของการสัมผัสของเท้า

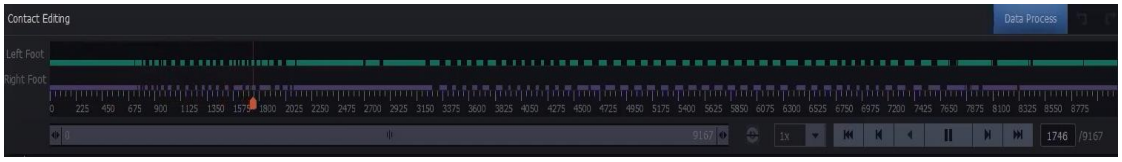
4.7) Yaw เป็นโหมดสำหรับการปรับทิศทางการหันของตัวละคร เราสามารถใช้การกำหนดค่าเพื่อควบคุมทิศทางของ Avatar ได้โดยตรงในซอฟต์แวร์ของบุคคลที่สาม

4.8) Pitch เป็นโหมดการปรับทิศทางการเอนของตัวละคร หากเราพบว่า Avatar โน้มตัวไปข้างหน้ามากเกินไป เราสามารถทำให้ค่าระดับ Pitch ต่ำลงเล็กน้อยได้ หรือถ้าเราพบว่า Avatar เอนไปข้างหลังมากเกินไป เราสามารถทำให้ค่า pitch สูงขึ้นได้

โหมดร่างกายส่วนบน (Upper Body Mode) การทำงานโดยค่าเริ่มต้นสำหรับโปรแกรม Axis Studio ตั้งค่าเป็นโหมดการทำงานตรวจจับอัตโนมัติ ซึ่งหมายความว่าจะเลือกโหมดการทำงานตามเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ หากเราพยายามใช้โหมดร่างกายส่วนบนด้วยวิธีนี้ การปรับเทียบท่าจะปิดการใช้งานท่า T

5) แต่ละครั้งที่กดบันทึกและสิ้นสุดการบันทึกข้อมูล สามารถตั้งชื่อ (Take) และพิมพ์รายละเอียดข้อมูล (Edit Comment)

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลการเคลื่อนไหวให้เกิดความสมบูรณ์ การแก้ไขข้อมูล (Edit Data) คือ กระบวนการแก้ไขข้อมูลของแกน X, Y, Z กรณีข้อมูลที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ทั้ง 17 จุด หรือรวมถุงมือทั้งสองข้าง จำนวน 31 จุด มีบางจุดที่เซนเซอร์มีข้อผิดพลาดเล็กน้อยไม่สามารถจับการเคลื่อนไหวได้ดีหรือมีสัญญาณข้อมูลอ่อน จะใช้วิธีการชดเชยข้อมูลด้วยการตกแต่งข้อมูลให้เกิดความสมบูรณ์ ประกอบด้วย หน้าต่างแก้ไขข้อมูลจะอนุญาตให้ สามารถแก้ไขจุดตำแหน่งที่ต้องการรวมถึงการแสดงผลข้อมูล เมื่อแก้ไขข้อมูลแล้วสามารถให้ซอฟแวร์ประมวลผลข้อมูลชุดใหม่ และล้างข้อมูลดิบของการจับการเคลื่อนไหวเดิม ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 12 หน้าต่าง Contact Editing แสดงคีย์เฟรมแอนิเมชันสำหรับการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูล

ขั้นที่ 5 การส่งออกไฟล์ข้อมูลการเคลื่อนไหว การตั้งค่าการส่งออกข้อมูล (Export Settings) เป็นกระบวนการกำหนดคุณสมบัติของไฟล์ข้อมูลที่จะทำการส่งออกไปใช้งาน การกำหนดช่วงเฟรม (Frame Range) กำหนดอัตราเฟรมต่อวินาที (FPS) เลือกการตั้งค่าโครงกระดูก (Skeleton) ไว้ล่วงหน้า สำหรับซอฟต์แวร์ของบุคคลที่สามที่จะนำข้อมูลโมชันแคปเจอร์ไปใช้ รวมถึงชุดข้อมูลที่ได้จากถุงมือ การตรวจสอบข้อมูลว่ามีความถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลจากการแก้ไข รวมถึงโปรไฟล์ขนาดร่างกายของนักแสดงที่กำหนด

ในการตั้งค่าการส่งออก ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้เลือกเทคที่ต้องการแล้ว ประกอบด้วย การเลือกชนิดไฟล์ (File Type) ตามที่ต้องการให้โปรแกรมส่งออกข้อมูล การปรับช่วงของเฟรมที่ต้องการ (Frame

Range) และอัตราของเฟรม (FPS) การเลือกตั้งค่าไว้ล่วงหน้าของชุดโครงกระดูก (Skeleton) สำหรับซอฟต์แวร์ของบุคคลที่สามที่จะนำข้อมูลการเคลื่อนไหวไปใช้

การตรวจสอบ Displacement โดยส่วนใหญ่ Displacement จะเป็นการเพิ่มการแก้ไขจุดติดต่อและโปรไฟล์ขนาดร่างกายของนักแสดง การอ้างอิงจะเพิ่มกระดูกรูทให้กับโครงกระดูก Axis Studio หรือ Axis Studio Thumb Open สามารถเพิ่มรหัสเวลาได้หากใช้ PN Studio สามารถเปลี่ยนตำแหน่งการบันทึกไฟล์ได้

การตั้งค่าการส่งออก Axis Studio

1) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Maya

- File Type: .fbx
- Skeleton: Maya/MOBU/Human IK
- Enable: Motion Data and Displacement

2) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Motion Builder

- File Type: .bvh or .fbx
- Skeleton: Maya/MOBU/Human IK
- Enable: Displacement

3) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม iClone

- File Type: .bvh
- Skeleton: Axis Studio or Axis Studio - Thumb Open
- Enable Displacement

4) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม 3ds Max

- File Type: .bvh
- Skeleton: 3ds Max
- Enable Displacement

5) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Houdini

- File Type: .fbx
- Skeleton: Axis Studio or Axis Studio-Thumb Open
- Enable Displacement

6) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Unreal Engine 4 - Unreal Engine 5

- File Type: .fbx
- Skeleton: Axis Studio or Axis Studio-Thumb Open
- Enable Displacement

7) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Unity

- File Type: .fbx
- Skeleton: Axis Studio or Axis Studio-Thumb Open
- Enable Displacement and Motion Data
- Enable Reference if you want to add a root bone

8) เมื่อต้องการส่งออกข้อมูลจาก Axis Studio เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Blender

- File Type: .bvh or .fbx
- Skeleton: Axis Studio or Axis Studio-Thumb Open
- Enable Displacement

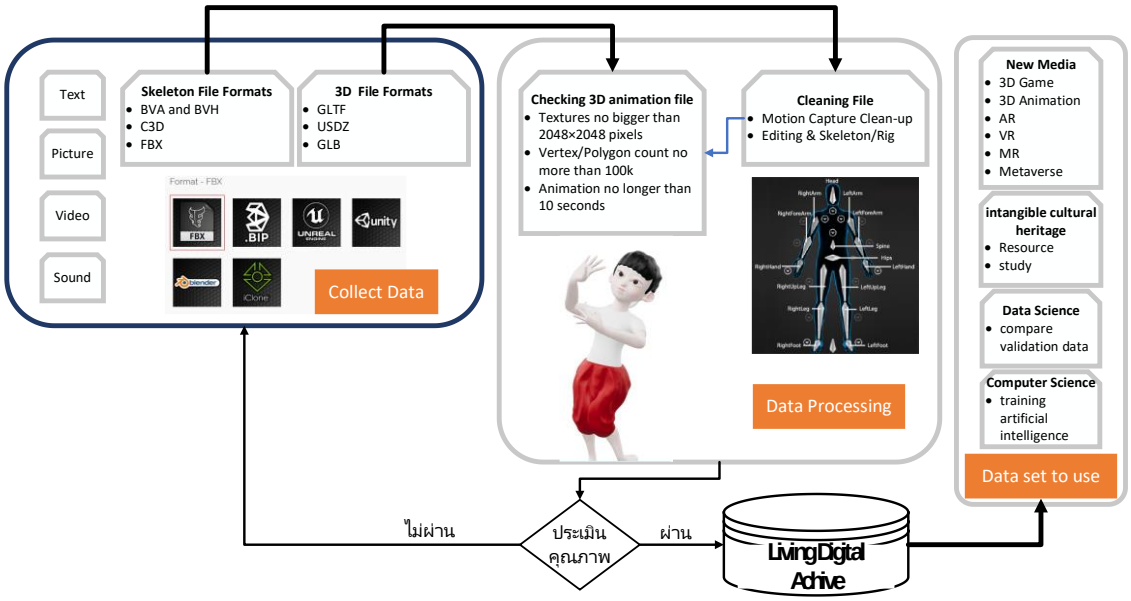
ขั้นที่ 6 การนำเข้าข้อมูลการเคลื่อนไหวไปใช้กับตัวละคร 3 มิติที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม 3 มิติ (Retargeting Animations to Characters) เป็นการนำเข้าไฟล์ *.fbx เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม 3 มิติ เช่น Blender, Motion Builder, Houdini, Unreal Engine 4, Unreal Engine 5, Unity เป็นต้น หรือโปรแกรม 3 มิติที่รองรับไฟล์ข้อมูล Biovision (*.bvh) จากขั้นตอนนี้จะสามารถอยู่ในรูปแบบโครงกระดูก (Skeleton) แล้วนำไปลิงก์เข้ากับชุดโครงกระดูกของตัวละคร 3 มิติ (Avatar) ที่ออกแบบไว้

การตรวจสอบความถูกต้องของการเคลื่อนไหวตัวละคร 3 มิติ นักแอนิเมเตอร์จะต้องตรวจสอบข้อมูลการเคลื่อนไหวของตัวละคร 3 มิติว่ามีการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามต้นฉบับ โดยอาจมีการเปรียบเทียบข้อมูลจากไฟล์วิดีโอเพื่อตรวจสอบ หากพบจุดที่ต้องแก้ไข นักแอนิเมเตอร์สามารถแก้ไขได้จากการริก (Rig) ตัวละคร 3 มิติ เพื่อทำการแก้ไขในบางจุดที่ยังไม่สมบูรณ์

ขั้นที่ 7 การส่งออกไฟล์ข้อมูลตัวละคร 3 มิติที่มีการเคลื่อนไหวจากโปรแกรม 3 มิติ ตัวละคร 3 มิติที่มีการเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์แล้ว นักแอนิเมเตอร์จะทำการส่งออกไฟล์ข้อมูลโดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 เพื่อนำไปใช้ในการผลิตสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เช่น Autodesk FBX (*.fbx) หรือบันทึกเป็นไฟล์ที่ผลิตจากโปรแกรม 3 มิติ เช่น Autodesk Maya, Motion Builder, 3D Studio Max, Blender, หรือโปรแกรม 3 มิติอื่นๆ เป็นต้น แบบที่ 2 เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลแบบ 3 มิติ (3D Viewer) บนเว็บแอปพลิเคชันคลังจดหมายเหตุดิจิทัลแบบมีชีวิต เช่น *.glTF หรือ *.GLB เป็นต้น โดยไฟล์ประเภทนี้จะมีข้อจำกัดเพื่อนำไปใช้งานบนเว็บ เช่น จำนวนระยะเฟรมแอนิเมชันไม่ควรเกิน 10 วินาที ความละเอียดเทกเจอร์ (Texture) ไม่ควรเกิน 2048×2048 พิกเซล และจำนวนโพลิกอน (Polygon count) ไม่ควรเกิน 100k โดยเฉพาะส่วนใบหน้าของโมเดลจะมีความละเอียดของโพลิกอนค่อนข้างมาก ทั้งนี้ไม่ได้มีข้อกำหนดที่ชัดเจน แต่เพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการนำเสนอข้อมูลผ่านหน้าเว็บไซต์

ขั้นที่ 8 การประเมินคุณภาพข้อมูลการเคลื่อนไหวโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการตรวจสอบและประเมินคุณภาพข้อมูลการเคลื่อนไหวโดยผู้เชี่ยวชาญ อย่างน้อย 3 คน เช่น ด้านเนื้อหา/การแสดง/นาฏศิลป์ ด้านการจับการเคลื่อนไหว/แอนิเมชัน/มัลติมีเดีย และด้านการจัดการทรัพยากรสารสนเทศ เป็นต้น เพื่อให้ข้อมูลการเคลื่อนไหวได้รับประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และนำผลไปประเมินคุณค่าในการสงวนรักษาข้อมูลบนคลังจดหมายเหตุดิจิทัลแบบมีชีวิต

สรุปผลขั้นตอนการผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคโมชันแคปเจอร์ มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน สามารถแสดงผลลัพธ์ของกระบวนการ ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 13 กระบวนผลิตชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวสำหรับการจัดเก็บและการเข้าถึงข้อมูลการเคลื่อนไหวสำหรับคลังจดหมายเหตุดิจิทัลแบบมีชีวิต