

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ศิลปะการแสดงโดยใช้โน้ตเต้น
RESEARCH for enhancing the learners' capability in performing arts by using
dance notation

คณะผู้วิจัย	สังกัด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวัฒน์ เชิญสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิ่งกาญจน์ สุขคณาภิบาล	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ดร. เต็มเพชร สุขคณาภิบาล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธนะ ติงศภัทัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดโครงการ การศึกษาและสร้างสรรค์การเรียนรู้ (กลุ่มเรื่อง 15)

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของคณะผู้วิจัย วช. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

Executive summary

สิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาศักยภาพและคุณลักษณะของผู้เรียน ไม่เพียงแต่มุ่งให้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่การส่งเสริมการเรียนรู้การสอนด้านศิลปะการแสดงและนาฏศิลป์ ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีพัฒนาการทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ศิลปะการแสดงและนาฏศิลป์นี้ยังเป็นศิลปวัฒนธรรมไทยที่จำเป็นต้องได้รับการอนุรักษ์และสืบทอดรุ่นต่อรุ่น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนและคุณลักษณะของผู้เรียนด้วยศิลปะการรำ เช่น นาฏศิลป์ รำกระบี่ รำมวยไทย เป็นต้น

นาฏศิลป์เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายตามจังหวะของดนตรี โดยผู้เรียนใช้การจดจำท่ารำจากครูผู้สอน ซึ่งสาธิตการขยับร่างกายเข้าจังหวะและให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม ผลของการเรียนรู้แบบนี้ขึ้นกับพรสวรรค์ของผู้เรียนและประสบการณ์ของครูผู้สาธิต เมื่อเปรียบเทียบกับการเล่นดนตรี ผู้เรียนและผู้สอนใช้โน้ตดนตรีเป็นภาษากลางในการสื่อสารแทนการสาธิตเพียงอย่างเดียว การใช้โน้ตดนตรีจึงช่วยส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถทางดนตรีในระดับ สำหรับนาฏศิลป์แบบตะวันตก (เช่น บัลเลต์) ได้มีการคิดค้นโน้ตเต้นที่เรียกว่าลาบานโนเทชัน (Labanotation) หรือระบบลาบาเพื่อใช้ในการบันทึกท่าเต้นประกอบจังหวะ การเรียนการสอน และการออกแบบท่าเต้น เป็นต้น

ข้อได้เปรียบของการใช้โน้ตเต้นคือ 1) การบันทึกท่ารำที่เป็นผลงานของผู้ประพันธ์และเป็นระบบมาตรฐานสากล 2) ผู้ประพันธ์สามารถสร้างสรรค์ผลงานและบันทึกลงในกระดาษ ซึ่งสะดวกกว่าการอัดวิดีโอหรือวาดภาพประกอบ 3) ผู้แสดง (ผู้เต้นรำ) สามารถใส่ลูกเล่นเช่นเดียวกับการเล่นดนตรี ทำให้เกิดการสร้างสรรค์ผลงานการแสดงที่แตกต่างกันในการใช้โน้ตเต้นเดียวกัน และ 4) การอนุรักษ์และสืบทอดศิลปะการเต้นรำอย่างเป็นระบบมาตรฐานสากล

แนวคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก และผู้เริ่มต้นเรียนโน้ตอาจเกิดความท้อแท้เพราะความซับซ้อนของโน้ตเต้น ซึ่งประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ ส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไหว ระดับความสูงและทิศทางการเคลื่อนที่ของส่วนของร่างกาย จังหวะการเคลื่อนที่ (จังหวะต่อ 1 ห้องดนตรี) และระยะเวลาของท่าทางการเคลื่อนที่ ดังนั้นการเรียนโน้ตควรเริ่มต้นจาก การสอนท่าเต้นรำพร้อมแสดงตัวโน้ตกำกับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยและตัวโน้ตแต่ละตัวพร้อมกับท่ารำประกอบ นอกจากนี้ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในช่วงเริ่มต้นของการบันทึกท่ารำด้วยโน้ตเต้น คือการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้น และการบันทึกโน้ตเต้นของไทยไม่เป็นรูปแบบสากล

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางแก้ปัญหาด้วย 1) การพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ พร้อมๆกับ 2) การพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ท่ารำด้วยตนเอง โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้จดจำโน้ตเต้นและท่าทางการเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และ/หรือนำมาใช้ในชั้นเรียนประกอบการสอน และ 3) การพัฒนาคู่มือการเรียนการสอนโน้ตเต้นควบคู่กับท่ารำไม้ (กระบี่)

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนโน้ตเต้น ซึ่งแนวคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่เราจะสามารถก้าวข้ามอุปสรรคนี้ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้น

ได้ด้วยตนเอง และเครื่องมือเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างแบบเรียนโน้ตเต้นของท่าพื้นฐานได้
โครงการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 วัตถุประสงค์ได้แก่

- 1) การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ เพื่ออาจารย์ผู้สอนสามารถนำโน้ตดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนได้
- 2) การพัฒนาเครื่องมือให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง และ
- 3) การประยุกต์ใช้โน้ตเต้นในการเรียนการสอนกระบวนผ่านการใช้เครื่องมือการเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง

สำหรับวัตถุประสงค์แรก ทางผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ ที่ช่วยนักออกแบบท่าเต้นหรืออาจารย์ผู้สอนการเต้นสามารถสร้างโน้ตเต้น Labanotation จากข้อมูลการบันทึกความเคลื่อนไหวได้ ซึ่งโดยปกติแล้วการจดบันทึกนำโน้ตเต้นจะเป็นการบันทึกลงกระดาษซึ่งต้องใช้ทักษะและระยะเวลาอย่างมาก องค์ประกอบที่เป็นนวัตกรรมของเครื่องมือนี้คือการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวร่างกายและการแบ่งนับท่าทางต่างๆ เพื่อที่จะแปลงเป็นโน้ตเต้นที่สามารถนำมาใช้กับฮาร์ดแวร์ที่ราคาไม่สูงนักได้ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการและคุณภาพของโน้ตเต้น Labanotation มีประสิทธิภาพและใช้งานได้ ด้วยการที่ Labanotation มีความละเอียดไม่มาก ผู้ใช้แต่ละคนก็อาจตีความหมายของสัญลักษณ์ต่างกันไป เครื่องมือที่นำเสนอนี้มี Graphical User Interface (GUI) สำหรับตั้งค่าต่างๆ ให้กับผู้ใช้ได้ทำการตั้งค่าสัญลักษณ์ได้ เช่น เกณฑ์องศาที่กำหนด ทิศทางการเคลื่อนไหว และระดับในความสูง เช่นยกมือในระดับ สูง กลางและต่ำ คณะผู้วิจัยมีความมั่นใจว่าเครื่องมือนี้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ต่อไป

- 1) นักเต้นมือใหม่ที่เพิ่งเริ่มเรียนรู้ Labanotation จะสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายและแปลงให้เป็น Labanotation ได้
- 2) นักเต้นสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายของพวกเขาและแปลงให้เป็น Labanotation เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยจำได้
- 3) ครูสอนเต้นรำที่สามารถใช้ระบบในการจัดทำสื่อการสอนได้
- 4) นักออกแบบท่าเต้นที่สามารถใช้ระบบในการบันทึกความคิดเกี่ยวกับการออกแบบท่าเต้นสำหรับการแสดงได้

ในส่วนของวัตถุประสงค์ที่ 2 งานวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือการเรียนการสอนโน้ตเต้นด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพการเคลื่อนไหวที่ตรงกับสัญลักษณ์ของแต่ละตัวโน้ต เครื่องมือนี้มีฟังก์ชันที่สำคัญคือ GUI ที่ให้ผู้เรียนสามารถสร้าง ปรับแต่งโน้ตเต้น และดูแอนิเมชันที่สามารถสร้างขึ้นอย่างเรียลไทม์ โดยมีฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญเหมาะกับผู้เริ่มเรียนโน้ตเบื้องต้นดังนี้ GUI สำหรับผู้ใช้ในการสร้างโน้ตเต้น โดยใช้เมาส์ในการคลิก ลาก และขยายสัญลักษณ์โน้ตเต้น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานซอฟต์แวร์ได้ง่ายและรวดเร็ว ซอฟต์แวร์นี้รองรับการสร้างโน้ตเต้นสำหรับนักแสดงหนึ่งคน โดยโน้ตเต้นที่ป้อนเข้าระบบอาจมาจากผู้ใช้เป็นผู้สร้างขึ้นเองหรือว่าได้จากซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตอัตโนมัติ (ในวัตถุประสงค์ที่ 1 นอกจากนี้ยังได้พัฒนาเครื่องมือให้รองรับกับท่ารำไม้กระบี่ของไทย โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาตัวละครและฉากหลังสำหรับการรำกระบี่ วิเคราะห์และศึกษาสัญลักษณ์โน้ตเต้นเพื่อประดิษฐ์สัญลักษณ์ที่เฉพาะสำหรับท่ารำไม้ เช่น สัญลักษณ์ของท่าถือกระบี่ เป็นต้น การนำสัญลักษณ์ของมือในนาฏศิลป์มาใช้ เช่น ตั้งวง จีบ เป็นต้น ซึ่งเครื่องมือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ต่อไป

- 1) นักเรียนที่เพิ่งเริ่มเรียนรู้ Labanotation จะสามารถดูแอนิเมชันจากตัวโน้ตที่ได้สร้างไว้ ซึ่งผู้ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจตัวโน้ตมากยิ่งขึ้น
- 2) ครูสอนเต้นรำที่สามารถใช้เครื่องมือนี้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้

สำหรับวัตถุประสงค์ที่ 3 การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ ในชั้นเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่ได้เรียนรู้โดยใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การได้มาของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คณะผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกจากความเหมาะสมของผู้เข้ารับการอบรมโดยมีเกณฑ์การคัดเลือกที่จะเก็บผลลัพธ์การเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการทดลองออกไปโดยมีเกณฑ์การคัดนักศึกษาเพื่อเก็บผลลัพธ์การเรียนรู้ไปใช้ในการทดลองดังนี้

- 1) เป็นนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ที่จะต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพในภาคการศึกษาที่ 1
- 2) มีผลการทดสอบผลลัพธ์ทางการเรียนด้านทักษะกีฬากระบี่ครบทุกรายการทั้งก่อนและหลังการทดลอง
- 3) สำหรับกลุ่มทดลองมีคลิปวิดีโอการแสดงทักษะกีฬากระบี่ที่มอบหมายครบตามจำนวนข้อที่ระบุไว้ในแบบทดสอบผลลัพธ์การเรียนรู้

สำหรับผลการเรียนรู้ตัวโน้ต มีดังนี้ ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 147.5 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 3.83 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลัง 9.49 คะแนน โดยได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.67 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ พอใช้ 8%, ดี 30% และ ดีมาก 42%

สำหรับผลการเรียนรู้ทักษะกระบี่ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ทำรำกระบี่และไม่เคยเรียน 85% ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 122.8 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 1.30 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลัง 2.9 คะแนน ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1.5 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเข้าใจตัวโน้ตของทำรำกระบี่ได้ในเกณฑ์ เขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ นักศึกษาสามารถเข้าใจท่าพื้นฐาน 67%

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยต่อเนื่องนั้นมีทิศทางในการวิจัย 2 ทิศทาง ดังนี้

- 1) การขยายระบบให้รองรับสัญลักษณ์ Labanotation ได้มากขึ้น และจัดทำการประเมินอย่างละเอียดในระดับที่กว้างขึ้น
- 2) การประยุกต์ใช้ระบบที่นำเสนอไปใช้กับการบันทึกสัญลักษณ์การเต้นรำแบบอื่นด้วย เช่น การจดบันทึกการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยระบบเบเนช (Benesh Notation เป็นระบบโน้ตเต้นที่ใช้กับการเต้นบัลเลต์) เพื่อเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้เป้าหมายได้มากขึ้นและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการจดบันทึกการเคลื่อนไหวทั้งสองระบบ แต่ในการเปรียบเทียบนั้นว่าเป็นเรื่องที่ยากมากเพราะกลุ่มผู้ใช้ที่มีความคุ้นเคยกับทั้งสองระบบมีน้อยมากและไม่ค่อยพบมากนัก

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนโน้ตเต้น ซึ่งแนวความคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่เราจะสามารถก้าวข้ามอุปสรรคนี้ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นได้ด้วยตนเอง และเครื่องมือเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างแบบเรียนโน้ตเต้นของท่าพื้นฐานได้ โครงการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 วัตถุประสงค์ 1) การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ เพื่ออาจารย์ผู้สอนสามารถนำโน้ตดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนได้ 2) การพัฒนาเครื่องมือให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง และ 3) การประยุกต์ใช้โน้ตเต้นในการเรียนการสอนกระบวนท่าการใช้เครื่องมือการเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง

เครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติช่วยนักออกแบบท่าเต้นสร้างโน้ต Labanotation ได้จากข้อมูลการบันทึกความเคลื่อนไหว องค์ประกอบที่เป็นนวัตกรรมของเครื่องมือนี้คือมีการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวร่างกายและการแบ่งนับท่าทางต่างๆ เพื่อที่จะแปลงเป็นโน้ตที่สามารถนำมาใช้กับฮาร์ดแวร์ที่ราคาไม่สูงนักได้

เครื่องมือในการเรียนการสอนโน้ตเต้นเป็นการสร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น เพื่อให้ผู้ใช้เห็นภาพการเคลื่อนไหวที่ตรงกับสัญลักษณ์ของแต่ละตัวโน้ต เครื่องมือนี้มีฟังก์ชันที่สำคัญคือ ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้าง ปรับแต่งโน้ตเต้น และแอนิเมชันที่สามารถสร้างขึ้นอย่างเรียบง่าย

เครื่องมือนี้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ต่อไปนี้ นักเต้นมือใหม่ที่เพิ่งเริ่มเรียนรู้ Labanotation จะสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายและแปลงให้เป็น Labanotation ได้ นักเต้นที่สามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายของพวกเขาและแปลงให้เป็น Labanotation เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยจำได้ ครูสอนเต้นรำที่สามารถใช้ระบบในการจัดทำสื่อการสอนได้ และนักออกแบบท่าเต้นที่สามารถใช้ระบบในการบันทึกความคิดเกี่ยวกับการออกแบบท่าเต้นสำหรับการแสดงได้

การนำเครื่องมือทั้งสองที่กล่าวข้างต้นมาประยุกต์ใช้กับท่ารำไม้กระบี่ของไทย คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาตัวละครและฉากหลังสำหรับการรำกระบี่ วิเคราะห์และศึกษาสัญลักษณ์โน้ตเต้นเพื่อประดิษฐ์สัญลักษณ์ที่เฉพาะสำหรับท่ารำไม้ เช่น สัญลักษณ์ของท่าถือกระบี่ เป็นต้น การนำสัญลักษณ์ของมือในนาฏศิลป์มาใช้ เช่น ตั้งวง จีบ เป็นต้น

Abstract

In this work, a set of educational tools for learning dance notation was developed. The concept of using dance notation is new in Thai's dance communities, and several obstructions are obviously found such as lack of instructors or experts, a large amount of symbols to remember and the complexity of dance notation. To overcome these barriers, one of the solutions is to use a computer-aided tool to help new learners in understanding the dance notation by themselves and a tool for dance instructors to prepare teaching materials.

This research is divided into three sub-tasks as follows: 1) a development of automatic generating dance notation software for instructors to prepare dance score in their teaching classes, 2) a development of a computer-aided tool so that beginners can study the dance notation by themselves, and 3) an application of self-learning software in teaching and studying the fundamental of standard dance notation for "Krabi" performing arts.

The former tool for generating dance notation (Labanotation) helps choreographers to create dance score for motion captured data. The innovation parts of this tool are the body movement analysis and the key posture extraction that can be used with a cost effective hardware.

The latter tool for studying Labanotation allows learners to prepare Labanotation scores and displaying 3D animation associated with the scores. The key function of the tool is the graphical user interface (GUI) in which users can prepare and edit dance scores and a function that enable them to see the dance movement of the score via computer animation in real time.

Our both tools will be beneficial to the following groups of people:

- 1) Learners of Labanotation basics: after studying Labanotation basics with textbooks, learners can confirm the actual body motion by using character animation generated from the score
- 2) Dance researchers and dancers who want to use Labanotation in dance education/research: the tool provides them a function to prepare dance score for body movement.
- 3) Choreographers: the cycle of description of movement and successive confirmation of motion makes the choreographing process more effective.

To apply both tools mentioned above in Thai Krabi performing art, the contributions are as follows: 1) designed of character models and background stage, and 2) analysis and dance notation reviewed for developing a set of new symbols that can describe all movements of the fundamental Krabi performing arts which are notations for sword postures and notations for hand gestures such as Wong and Jiib

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุน การวิจัยเป็นจำนวนเงิน 800,000 บาท (แปดแสนบาท) และทีมโครงการสังเคราะห์ของ วช. นำโดย ศาสตราจารย์พิเศษ ดร. กาญจนา เจริญศรี ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งทำให้งานวิจัยมีความ สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

การดำเนินการวิจัยมีอาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากการสนับสนุนจาก ดร.รุจน์ เล่าหักดี ที่สละ เวลา มาแสดงท่ารำกระบี่เพื่อบันทึกเทปวิดีโอและโมชันแคปเจอร์ และอาจารย์ พนมพร ดอกประโคน ช่วย ออกแบบและสร้างตัวละครพร้อมฉากหลังสำหรับซอฟต์แวร์ช่วยสอนโน้ตเด่น

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิและที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร. ประสงค์ ปรานีตพลกรัง และ รศ. ชัชชัย โกมารทัต ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยนี้ ประเมินเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และให้คำแนะนำที่ เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	จ
Abstract	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญรูป.....	ฅ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
โน้ตเต้นสากลระบบلابาน	4
ซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากล.....	7
ข้อมูลโมชันแคปเจอร์	9
ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism).....	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	14
ส่วนที่ 1 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์ อย่างอัตโนมัติ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 1).....	14
กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่าง อัตโนมัติ.....	14
การเตรียมข้อมูลโมชันแคปเจอร์ในรูปแบบของไฟล์ BVH	15
การแสดงผลการเคลื่อนไหวจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์	16
การเลือกคีย์เฟรมต่างๆ จากข้อมูลโมชันแคปเจอร์	19
การถอดรหัสท่าทางจากคีย์เฟรมของข้อมูลโมชันแคปเจอร์	19
ส่วนที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลของท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง (ตามวัตถุประสงค์ที่ 2)	19

กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเด่นสากลของทำรำกระบี่ด้วยตนเอง.....	20
การแปลค่าโน้ตเป็นเอนิเมชัน	22
การออกแบบตัวละครและฉากหลัง	23
การออกแบบสัญลักษณ์เฉพาะสำหรับทำรำกระบี่	25
ส่วนที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเด่นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 3)	28
ขั้นตอนการวิจัยกึ่งทดลอง.....	29
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	29
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	29
การสร้างเครื่องมือ	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล	31
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	32
บทที่ 4 ผลการวิจัย	33
ส่วนที่ 1 ผลวิจัยของซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเด่นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 1).....	33
ส่วนที่ 2 ผลวิจัยของซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเด่นสากลของทำรำกระบี่ด้วยตนเอง (ตามวัตถุประสงค์ที่ 2)	36
ส่วนที่ 3 ผลวิจัยของการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเด่นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 3).....	42
ผลลัพธ์ทางการเรียนโน้ตเด่นผ่านวิชาการกระบี่	43
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	47
สรุปผลการวิจัย.....	47
วัตถุประสงค์ที่ 1	47
วัตถุประสงค์ที่ 2	47
วัตถุประสงค์ที่ 3	48
ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก. ผลดำเนินงานของโครงการวิจัย.....	52
วัตถุประสงค์ที่ 1	52
วัตถุประสงค์ที่ 2	53
วัตถุประสงค์ที่ 3	54

ภาคผนวก ข. การเรียนการสอนวิชากระบี่.....	57
ความหมายและความสำคัญของวิชากระบี่	57
ความหมายและความสำคัญของการรำกระบี่	58
คำศัพท์ที่ใช้ในท่ารำกระบี่	60
การรำไม้รำกระบี่	61
ภาคผนวก ค. กระบวนการทำแบบทดสอบของผู้เข้าอบรม.....	62

สารบัญรูป

รูป 1 กรอบการดำเนินงานตามโครงการวิจัยซึ่งประกอบด้วย 3 วัตถุประสงค์.....	2
รูป 2 โน้ตلابาน: (ก) คือตัวอย่างของโน้ตلابาน และ (ข) แสดงคอลัมน์ใน Labanotation ที่ใช้แทนของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....	4
รูป 3 สัญลักษณ์โน้ตلابาน	5
รูป 4 ทำทางแขนขาและสัญลักษณ์ทิศทาง.....	5
รูป 5 เวลาในการเคลื่อนตามความยาวของสัญลักษณ์	6
รูป 6 ความสัมพันธ์ระหว่างโน้ตเต้น และ LND	6
รูป 7 ตัวอย่างตัวโน้ตของละครโนะในโปรแกรม LabanEditor	8
รูป 8 ส่วน Header ของไฟล์ BVH.....	10
รูป 9 ส่วนข้อมูลการเคลื่อนไหวของไฟล์ BVH.....	10
รูป 10 กรอบการทำงานโดยรวมซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเต้น	15
รูป 11 ข้อต่อของแบบจำลองร่างกายโดย Kinect SDK.....	15
รูป 12 เมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตلابานจากโมชันแคปเจอร์.....	16
รูป 13 ขั้นตอนในการแปลงทำทางจากคีย์เฟรมไปเป็นตัวโน้ตلابาน.....	19
รูป 14 กรอบการทำงานโดยรวมซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น	21
รูป 15 กรอบการทำงานของโมดูล MotionViewer	22
รูป 16 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์โน้ตเต้นกับเทมเพลต	22
รูป 17 โครงสร้างมือ	23
รูป 18 ตัวละครสำหรับนาฏศิลป์ไทย	24
รูป 19 ตัวละครสำหรับรำกระบี่	24
รูป 20 ฉากหลังเรือนไทย.....	25
รูป 21 ตัวอย่างตัวละครและฉากหลังเรือนไทยสำหรับรำกระบี่	25
รูป 22 สัญลักษณ์ตั้งวงส่วนแขนซ้าย มือ และนิ้วมือ (ก) ทำตั้งวง (ข) สัญลักษณ์โน้ตเต้นเดิมของทำตั้งวง (ค) สัญลักษณ์ใหม่ทำตั้งวง ของ ชมนาด กิจจันทร์ (2543).....	26
รูป 23 สัญลักษณ์เฉพาะของรำไทย (กิจจันทร์, 2543).....	26
รูป 24 สัญลักษณ์เฉพาะของรำกระบี่.....	27
รูป 25 โน้ตเต้นของท่ารำกระบี่ (ท่าลอยชาย).....	28
รูป 26 ฟังก์ชันการใช้งานในซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น	37
รูป 27 เมนูสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการเขียนโน้ตلابาน	37
รูป 28 กราฟแสดงความถี่ของเองเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลก่อนอบรม.....	39
รูป 29 กราฟแสดงความถี่ของเองเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลหลังการอบรม	40

สารบัญตาราง

ตาราง 1	ฟอร์แมตการบันทึกความเคลื่อนไหว	9
ตาราง 2	คำอธิบายเมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตلابานจากโมชั่นแคปเจอร์	17
ตาราง 3 (ต่อ)	คำอธิบายเมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตلابานจากโมชั่นแคปเจอร์	18
ตาราง 4	ขั้นตอนการวิจัยกึ่งทดลอง	29
ตาราง 5	ส่วนประกอบในเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
ตาราง 6	ผู้เข้าร่วมในการประเมินแบบที่ 1	34
ตาราง 7	คะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามภายหลังกิจกรรม	34
ตาราง 8	ผลการตอบรับจากอาสาสมัครที่มีการแบ่งกลุ่ม	35
ตาราง 9	กิจกรรมและคำถามในการประเมินผลจากผู้ที่ใช้แบบที่สอง	36
ตาราง 10	เมนูและคำอธิบายในซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น	38
ตาราง 11	การเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลก่อนและหลังการอบรม	41
ตาราง 12	คำร้อยละและค่าดัชนีความสอดคล้องของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้านความสอดคล้องของคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่	42
ตาราง 13	คำร้อยละและค่าดัชนีความสอดคล้องของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้านความสอดคล้องของแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น	43
ตาราง 14	ตารางการเรียนการสอนโน้ตเต้นพื้นฐานสำหรับทำรำไม้	44
ตาราง 15	แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 1 ที่ได้ทำจริงเปรียบเทียบกับแผนงานเดิมในข้อเสนอโครงการ	52
ตาราง 16	ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 1	53
ตาราง 17	แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 2 ที่ได้ทำจริงในระยะเวลา 12 เดือนเปรียบเทียบกับแผนงานเดิมในข้อเสนอโครงการ	54
ตาราง 18	ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 2	54
ตาราง 19	แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 3 ที่ได้ทำจริงในระยะเวลา 12 เดือนเปรียบเทียบกับแผนงานเดิมในข้อเสนอโครงการ	55
ตาราง 20	ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 3	56
ตาราง 21	คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนโน้ตเต้น	62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

สิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาศักยภาพและคุณลักษณะของผู้เรียน ไม่เพียงแต่มุ่งให้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่การส่งเสริมการเรียนรู้การสอนด้านศิลปะการแสดงและนาฏศิลป์ ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีพัฒนาการทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญา (Copeland & Cohen, 1983) (Davis, 2008) (Hetlan & Winner, 2001) (Jaušovec, Jaušovec, & Gerlič, 2006) โดยใช้กิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นสื่อที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ กลุ่มวิชาที่กล่าวมานี้ยังเป็นศิลปวัฒนธรรมไทยที่จำเป็นต้องได้รับการอนุรักษ์และสืบทอดรุ่นต่อรุ่น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนและคุณลักษณะของผู้เรียนด้วยศิลปะการรำ เช่น นาฏศิลป์ รำกระบี่ รำมวยไทย เป็นต้น

นาฏศิลป์เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายตามจังหวะของดนตรี โดยผู้เรียนใช้การจดจำท่ารำจากครูผู้สอน ซึ่งสาธิตการขยับร่างกายเข้าจังหวะและให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม ผลของการเรียนรู้แบบนี้ขึ้นกับพรสวรรค์ของผู้เรียนและประสบการณ์ของครูผู้สาธิต เมื่อเปรียบเทียบกับการเล่นดนตรี ผู้เรียนและผู้สอนใช้น้ตดนตรีเป็นภาษากลางในการสื่อสารแทนการสาธิตเพียงอย่างเดียว การใช้โน้ตดนตรีจึงช่วยส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนให้มีความสามารถทางดนตรีในระดับนานาชาติ (Choensawat, Takahashi, Nakamura, & Hachimura, The Use of Labanotation for Choreographing a Noh-Play, 2011) (Smyth & Wing, 2013)

สำหรับนาฏศิลป์แบบตะวันตก (เช่น บัลเลต์) ได้มีการคิดค้นโน้ตเต้นเพื่อใช้ในการบันทึกท่าเต้นประกอบจังหวะ ซึ่งโน้ตเต้นเป็นผลงานของผู้ประพันธ์ท่าเต้นเช่นเดียวกับโน้ตดนตรีเป็นผลงานผู้ประพันธ์ดนตรี ขณะที่การบันทึกภาพวิดีโอเป็นผลงานของนักแสดงเช่นเดียวกับการบันทึกเสียงเป็นผลงานของนักดนตรี สำหรับศิลปะดนตรีโน้ตดนตรีและเทปดนตรีสะท้อนผลงานคนละด้านกันอย่างชัดเจน

ข้อได้เปรียบของการใช้โน้ตเต้น 1) การบันทึกท่ารำที่เป็นผลงานของผู้ประพันธ์และเป็นระบบมาตรฐานสากล 2) ผู้ประพันธ์สามารถสร้างสรรค์ผลงานและบันทึกลงในกระดาษ ซึ่งสะดวกกว่าการอัดวิดีโอหรือวาดภาพประกอบ 3) ผู้แสดง (ผู้เต้นรำ) สามารถใส่ลูกเล่นเช่นเดียวกับการเล่นดนตรี ทำให้เกิดการสร้างสรรค์ผลงานการแสดงที่แตกต่างกันในการใช้โน้ตเต้นเดียวกัน และ 4) การอนุรักษ์และสืบทอดศิลปะการเต้นรำอย่างเป็นระบบมาตรฐานสากล (Guest, 2005) (กิจจันทร์, 2543)

สำหรับผู้เริ่มต้นเรียนโน้ตอาจเกิดความท้อแท้เพราะความซับซ้อนของโน้ตเต้น ซึ่งประกอบด้วย 5 มิติ ได้แก่ ส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไหว ระดับความสูงและทิศทางการเคลื่อนที่ของส่วนของร่างกาย จังหวะการเคลื่อนที่ (จังหวะต่อ 1 ห้องดนตรี) และระยะเวลาของท่าทางการเคลื่อนที่ ดังนั้นการเรียนโน้ตควรเริ่มต้นจากการสอนท่าเต้นรำพร้อมแสดงตัวโน้ตกำกับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยและตัวโน้ตแต่ละตัวพร้อมกับการประกอบ นอกจากนี้ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในช่วงเริ่มต้นของการบันทึกท่ารำด้วยโน้ตเต้น คือการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้น (ขนาด กิจจันทร์, 2543) และการบันทึกโน้ตเต้นของไทยไม่เป็นรูปแบบสากล

โครงการวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางแก้ปัญหาด้วย 1) การพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ พร้อมๆกับ 2) การพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ท่ารำด้วยตนเอง โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้จดจำโน้ตเต้นและท่าทางการเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และ/หรือนำมาใช้ในชั้นเรียนประกอบการสอน และ 3) การพัฒนาคู่มือการเรียนการสอนโน้ตเต้นควบคู่กับท่ารำไม้ (กระบี่)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

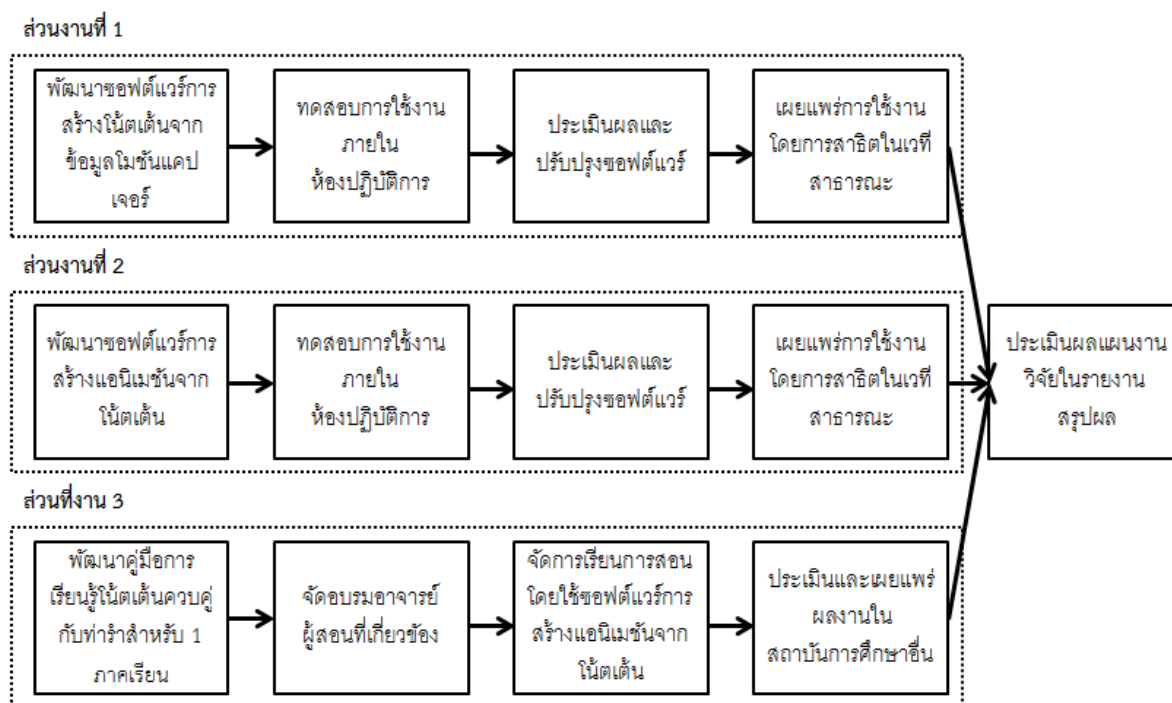
โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเด่นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ
- 2) เพื่อออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเด่นสำหรับการเรียนรู้โน้ตเด่นควบคู่กับท่ารำกระบี่
- 3) เพื่อพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนการสอนท่ารำควบคู่กับตัวโน้ต พร้อมทั้งทดลองจริง ประเมินผลกับนักศึกษาหรือนักเรียนในชั้นเรียนวิชาศิลปะการรำกระบี่ในสถาบันการศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ภาพรวมของการดำเนินงานของโครงการแบ่งเป็น 3 ส่วนเป็นไปตามรูป 1 โดยทั้ง 3 ส่วนของโครงการสามารถดำเนินงานไปพร้อมๆ กัน

- ส่วนที่ 1 จะมุ่งพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเด่นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์
- ส่วนที่ 2 จะมุ่งพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเด่นสำหรับการเรียนรู้โน้ตเด่นควบคู่กับท่ารำ และ
- ส่วนที่ 3 จะเป็นการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเด่นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่



รูป 1 กรอบการดำเนินงานตามโครงการวิจัยซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยจากโครงการวิจัยนี้คาดว่าจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ดังต่อไปนี้

- 1) คู่มือการจัดการเรียนการสอนทำรำควบคู่กับตัวโน้ต จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนและศักยภาพของผู้เรียนวิชาศิลปะการรำและการแสดง
- 2) ซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้นสำหรับการเรียนรู้โน้ตเต้นควบคู่กับท่ารำ และซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นจากโมชันแคปเจอร์ สามารถนำไปใช้ในการสร้างนิทรรศการการเรียนรู้โน้ตเต้นและศิลปะการรำพื้นฐาน เปิดโอกาสให้ประชาชนทั่วไปรวมทั้งเยาวชน ได้มีโอกาสเรียนรู้ตามอัธยาศัย
- 3) ซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์ สามารถนำไปใช้ในการบันทึกศิลปะท่ารำของไทยเพื่ออนุรักษ์และเผยแพร่ศิลปะในรูปแบบที่เป็นสากล

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยเรื่อง “การวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ศิลปะการแสดงโดยใช้โน้ตเต้น”
คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

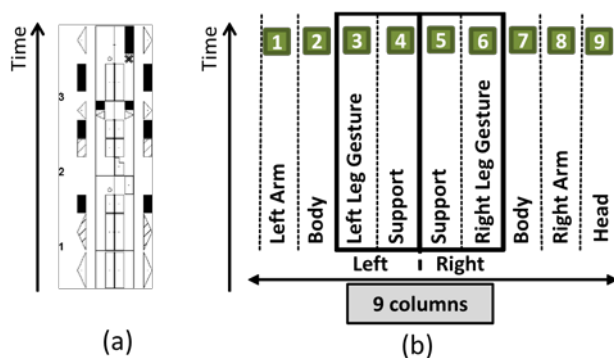
- 1) โน้ตเต้นสากลระบบลาบาน (Labanotation)
- 2) ซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากล
- 3) ข้อมูลโมชันแคปเจอร์ (Motion Capture Data)
- 4) ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism)

โน้ตเต้นสากลระบบลาบาน

ศิลปวัฒนธรรมประเภทศิลปะการรำและการแสดงสะท้อนให้เห็นถึงขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรมของชาติ ค่านิยม สภาพชีวิตความเป็นอยู่ การอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมการรำและการแสดง ซึ่งเป็นการอนุรักษ์กระบวนการที่จะถ่ายทอดองค์ความรู้จากรุ่นหนึ่งไปอีกรุ่นหนึ่ง (Hacimura, 2006) ย่อมแตกต่างจากการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมประเภทอื่น เช่น ภาพวาดหรือโบราณวัตถุที่คำนึงถึงการรักษาและอนุรักษ์ของตัวศิลปวัตถุ แต่

สำหรับนาฏศิลป์แบบตะวันตก (เช่น บัลเลต์) ได้มีการคิดค้นโน้ตเต้นเพื่อใช้ในการบันทึกท่าเต้น ประกอบจังหวะ (Guest, 2005) ระบบลาบานหรือลาบานโน้ตเต้น (Labanotation) คือระบบมาตรฐานของการบันทึกและการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของร่างกายในรูปแบบของตัวโน้ตที่ได้รับความนิยมทางตะวันตกและมีการใช้อย่างกว้างขวาง (Guest, 2005) ทำให้ผู้ออกแบบท่าเต้นได้ประโยชน์มากมายจากเครื่องมือสำหรับการบันทึกเพื่อเก็บรักษาและการแสดงท่าเต้น ใช้สำหรับถ่ายทอดเพื่อสืบทอดศิลปะการเต้น และการเรียนการสอน ในลักษณะที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

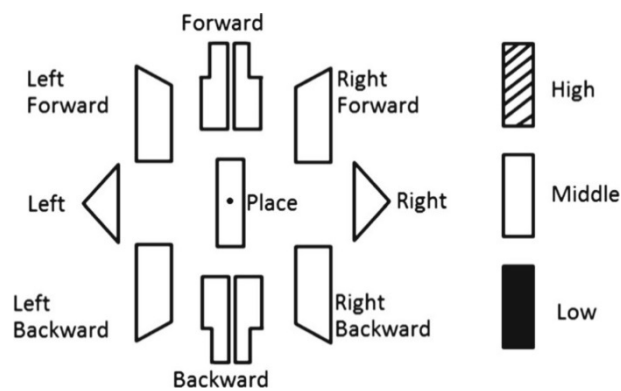
โน้ตเต้น (dance notation) ไม่ได้เป็นการบันทึกการเคลื่อนไหวเฉพาะของบุคคลใดบุคคลหนึ่งแต่จะบันทึกแนวคิดสำคัญของการเคลื่อนไหว เพื่อที่ทุกคนจะแปลความหมายและแสดงแนวคิดเหล่านั้นออกมาได้อีกครั้ง นอกจากนี้การใช้สัญลักษณ์ (symbolic representation) ยังมีความได้เปรียบในแง่ที่จะช่วยให้เราสามารถบันทึกการเคลื่อนไหว และยังทำให้การเปรียบเทียบการเต้นรำหรือนาฏศิลป์แบบต่าง ๆ ทำได้ง่ายขึ้นด้วย



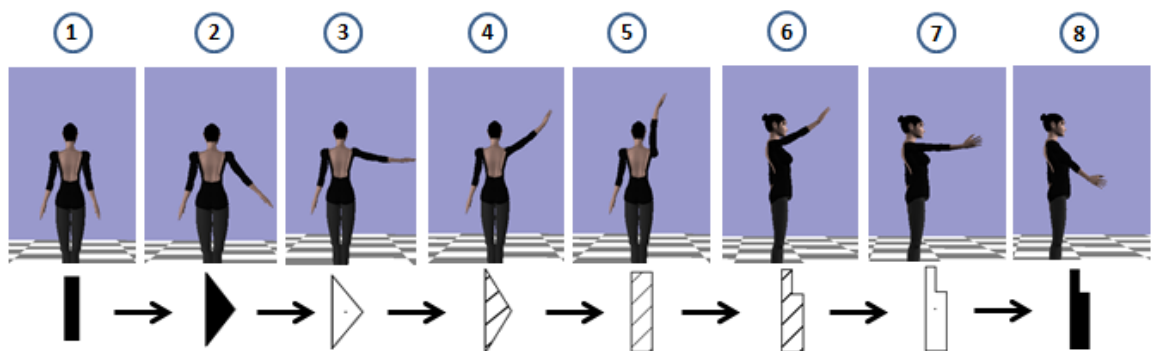
รูป 2 โน้ตลาบาน: (a) คือตัวอย่างของโน้ตลาบาน และ (b) แสดงคอลัมน์ใน Labanotation ที่ใช้แทนของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ระบบลาบานใช้สัญลักษณ์เชิงกราฟิกในการบันทึกการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ซึ่งคิดค้นขึ้น ในปี ค.ศ. 1920 โดย รูดอล์ฟ ฟอน ลาบัน (Rudolf von Laban) นักเต้นและนักออกแบบท่าเต้นชาวออสเตรีย-ฮังการี ตัวโน้ตลาบานถูกนำเสนอในรูปแบบในแนวตั้งที่แต่ละคอลัมน์ตรงกับอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งของร่างกาย รูป 2 (a) เป็นตัวอย่างของโน้ตลาบาน ซึ่งตรงกับการเคลื่อนไหวในการเต้น รูป 2 (b) แสดงให้เห็นถึงการจัดคอลัมน์พื้นฐานในรูปแบบที่แต่ละคอลัมน์หมายถึงอวัยวะหนึ่งของร่างกาย แกนตั้งแสดงถึงเวลา เส้นกลางแห่งหมายถึงกึ่งกลางของร่างกายนั่นก็คือคอลัมน์ทางขวาแทนทางอวัยวะด้านขวาและคอลัมน์ด้านซ้ายแทนอวัยวะด้านซ้าย

ระบบลาบานใช้สัญลักษณ์ทิศทาง (Direction symbols) ในการกำหนดรายละเอียดการเคลื่อนไหวใน 9 ทิศทางในแนวนอน โดยรูปร่างของสัญลักษณ์แสดงถึงทิศทางของการเคลื่อนไหวดังแสดงในรูป 3 ส่วนแรงภายในสัญลักษณ์ทิศทางแสดงถึงระดับของการเคลื่อนไหวในแนวตั้ง ได้แก่ ต่ำ กลาง และสูง สัญลักษณ์ต่างๆ จะอยู่ในคอลัมน์ของแห่งซึ่งแสดงให้เห็นถึงอวัยวะที่จะมีการเคลื่อนไหว รูป 4 แสดงท่าทางของแขนขวาในสัญลักษณ์ทิศทางต่างๆ

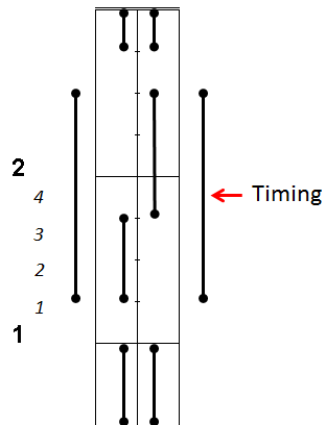


รูป 3 สัญลักษณ์โน้ตลาบาน



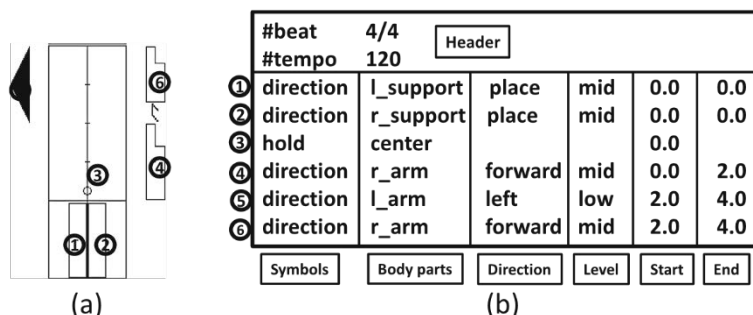
รูป 4 ท่าทางแขนขวาและสัญลักษณ์ทิศทาง

ความยาวของสัญลักษณ์แสดงช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวจากจุดเริ่มต้นไปจนถึงสิ้นสุดของสัญลักษณ์ รูป 5 แสดงตัวอย่างรูปแบบอย่างง่ายในการบันทึกจังหวะเวลาในการเคลื่อนไหว โดยแสดงเป็นเส้นตรงแทนสัญลักษณ์ต่างๆ โดยที่ความยาวเส้นแสดงระยะในการเคลื่อนที่ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับสามารถดูจาก (Guest, 2005)



รูป 5 เวลาในการเคลื่อนตามความยาวของสัญลักษณ์

โดยปกติแล้วการจดบันทึกนาโนต์เต้นจะบันทึกลงกระดาษ แต่ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีบทบาทในการเก็บรักษาและผลิตซ้ำของโน้ตเต้น Nakamura and Hachimura (2002) คิดค้นการบันทึกโน้ตเต้นด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการนำเสนอโน้ตเต้น (notation score) รูปแบบง่ายๆ ที่เรียกว่า ข้อมูลโน้ตลาบาน (Labanotation Data: LND) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ที่พิมพ์จากแป้นพิมพ์ทั้งตัวอักษรและตัวเลข (alphanumeric characters) เป็นตัวแทนของสัญลักษณ์พื้นฐานต่างๆ



รูป 6 ความสัมพันธ์ระหว่างโน้ตเต้น และ LND

โดย (a) เป็นตัวอย่างของโน้ตเต้น และ (b) แทน LND ของโน้ตใน (a)

LND จะบอกถึงท่าทางในแต่ละจังหวะ เหมือนกับท่าทางของคีย์เฟรมในการสร้างภาพเคลื่อนไหว (animation) เราจึงสามารถสร้างการเคลื่อนไหวของอวัยวะได้โดยการประมาณค่าในช่วง (interpolation) ระหว่างท่าคีย์เฟรม เริ่มต้นและสิ้นสุด ท่าทางที่เป็นคีย์เฟรมของอวัยวะใดหนึ่งท่าในช่วงเวลาที่ตรงกับจุดสิ้นสุดของสัญลักษณ์ถูกกำหนดโดยสัญลักษณ์ระบบลาบาน ในรูป 6 เป็นการแสดงให้เห็นว่าโน้ตเต้น จะได้รับการแปลงเป็นโครงสร้าง LND บรรทัดที่ขึ้นต้นด้วย "#" จะบอกถึงพารามิเตอร์พื้นฐานของระบบลาบาน การเคลื่อนไหวร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งจะบอกอยู่ในบรรทัดต่อไปด้วยคำสั่ง "direction" ซึ่งตรงกับกับสัญลักษณ์ทิศทางของ ระบบลาบาน

ซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากล

สำหรับผู้เริ่มต้นเรียนโน้ตอาจเกิดความท้อแท้เพราะความซับซ้อนของโน้ตเต้น อาทิเช่น การที่เคลื่อนไหวของร่างกาย ระดับความสูงและทิศทางการเคลื่อนที่ของส่วนของร่างกาย จังหวะการเคลื่อนที่ (จังหวะต่อ 1 ห้องดนตรี) และระยะเวลาของท่าทางการเคลื่อนที่ การรับน้ำหนักของร่างกาย การงอ การบิด และการหมุน ดังนั้นการเรียนโน้ตควรเริ่มต้นจาก การสอนท่าเต้นรำพร้อมแสดงตัวโน้ตกำกับเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยและตัวโน้ตแต่ละตัวพร้อมกับท่ารำประกอบ นอกจากนี้ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในช่วงเริ่มต้นการเรียนการสอนคือการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้น

ซอฟต์แวร์สำหรับช่วยในการสร้างและแก้ไขโน้ตลาบาน และ/หรือ แสดงแอนิเมชันจากโน้ตลาบาน ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ดังนี้

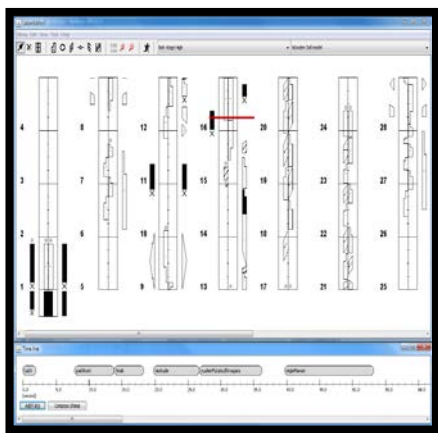
- 1) LabanWriter (Fox, 2000) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างและแก้ไขโน้ตลาบานที่ได้รับการใช้งานอย่างมากทางด้านนักแสดงเต้นรำและนักวิจัย พัฒนาโดยภาควิชาการแสดง มหาวิทยาลัย Ohio State University โปรแกรมตัวนี้ใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของบริษัท Macintosh เท่านั้น ปัจจุบันโปรแกรมนี้มีสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโน้ตลาบานถึง 700 สัญลักษณ์
- 2) LabanDancer (Calvert, Wilke, Ryman, & Fox, 2005) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแปลงตัวโน้ตที่ได้จากโปรแกรม LabanWriter เป็นภาพแอนิเมชันสามมิติ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมที่มีฟังก์ชันใช้งานเหมือน LabanDancer แต่มีลิขสิทธิ์การค้า ชื่อว่า LifeForms แต่เครื่องมือนี้รองรับตัวโน้ตเพียงบางส่วนเท่านั้น
- 3) LabanEditor (Choensawat et al, 2010) เป็นซอฟต์แวร์ที่มีประโยชน์ต่อการออกแบบท่าเต้นและการศึกษาเกี่ยวกับนาฏศิลป์ เนื่องจากซอฟต์แวร์มีความสามารถในการสร้างและแก้ไขตัวโน้ตลาบาน และยังสามารถที่จะแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวในรูปแบบแอนิเมชันสามมิติได้

ระบบของลาบานเป็นที่นิยมและแพร่หลายในสมาคมและโรงเรียนสอนเต้นรำในตะวันตก โปรแกรมสำเร็จรูปได้ที่พัฒนาขึ้นมามีทั้งสำหรับ สร้างโน้ตลาบาน เปลี่ยนแปลง แก้ไขตัวโน้ต ที่เรียกว่า LabanWriter หรือโปรแกรมที่ใช้สำหรับแสดงแอนิเมชัน ที่เรียกว่า LabanDancer แต่อย่างไรก็ตาม สองโปรแกรมที่กล่าวมาไม่ได้พัฒนาร่วมกัน เป็นคนละโปรแกรมกัน การใช้งานจึงยุ่งยากและไม่สะดวกต่อผู้ใช้ที่ขณะที่สร้างโน้ตซึ่งต้องการแอนิเมชันประกอบโน้ตที่สร้างทันที สุดท้ายโปรแกรมสำเร็จรูปชื่อว่า LabanEditor ได้รวมข้อได้เปรียบของทั้ง LabanWriter และ LabanDancer มาไว้ในฟังก์ชันการใช้งาน

LabanEditor (Kojima, Hachimura, & Nakamura, 2002) นั้นริเริ่มโดย Nakamura and Hachimura (2002) โปรแกรมนี้สามารถสร้างและแก้ไขโน้ตลาบาน และสร้างแอนิเมชันจากโน้ตได้ทันที แต่ในช่วงแรกของการพัฒนา โปรแกรมตัวนี้รองรับเพียงสัญลักษณ์ที่จำกัดมาก ตัวละครสามมิติเป็นเพียงหุ่นกระบอก และฟังก์ชันการเคลื่อนไหวของตัวละครก็ยังขาดความเหมือนจริงต่อเนื่อง

จากนั้นในปีค.ศ 2010 LabanEditor (Choensawat et al, 2010) ถูกพัฒนาต่อโดย คณะผู้วิจัย ผศ.ดร. วรวัฒน์ เชิญสุสวัสดิ์ ได้แก้ไขจุดบกพร่องที่ได้กล่าวไป จนปัจจุบัน LabanEditor เป็นโปรแกรมที่ใช้บันทึกโน้ตลาบาน ซึ่งมีหน้าจอการทำงาน (ดังแสดงในรูป 7) ซึ่งผู้ใช้สามารถสร้างโน้ตใหม่ หรือ แก้ไข เปลี่ยนแปลงโน้ตที่มีอยู่ได้ การออกแบบหน้าจอการทำงาน ให้ง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้ยังสามารถเลือกฟังก์ชัน

การสร้างแอนิเมชันจากโน้ตที่แสดงได้ทันที อย่างไรก็ตาม ซอฟต์แวร์ LabanEditor สร้างเฉพาะเจาะจงสำหรับ ศิลปะการเต้นรำตะวันตกและละครโนะ (Choensawat et al, 2011) และยังไม่ได้พัฒนาและทดสอบในการ ใช้จริงเป็นเพียงการทดลองและใช้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งยังขาดฟังก์ชันในการวิเคราะห์การถ่วงน้ำหนัก ของร่างกาย การบิดและการหมุน ฉะนั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างแอนิเมชันจากโน้ตต้นนี้เป็นการต่อยอดจากซอฟต์แวร์ชื่อว่า LabanEditor สำหรับโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะพัฒนาต่อยอดสำหรับศิลปะการ รำกระบี่ซึ่งมีเอกลักษณ์ประกอบ ได้แก่ สไตล์ของท่ารำ จังหวะการเคลื่อนไหว ส่วนของร่างกายที่ใช้ในการ เคลื่อนไหว



รูป 7 ตัวอย่างตัวโน้ตของละครโนะในโปรแกรม LabanEditor

ตำราในกลุ่มวิชาพลศึกษาของไทยในปัจจุบันใช้การบรรยายท่ารำและการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วย ตัวหนังสือ การใช้ภาพวาดและภาพถ่ายของผู้แสดงพร้อมคำบรรยาย การใช้รูปแบบการนำเสนอด้วยภาพนิ่ง พร้อมคำบรรยายจะมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น เพราะผู้เขียนตำราจำเป็นต้องคิดค้นวิธีการอธิบายและบรรยายท่า รำประกอบดนตรี อย่างไรก็ตามตำราที่ได้มาจึงมีรูปแบบของการอธิบายท่ารำที่แตกต่างกันและไม่เป็นสากล จึง เกิดการคิดค้นโน้ตต้นขึ้นมาโดย รูดอล์ฟ ลาบาน (Rudolf Laban) ในระหว่างปี ค.ศ. 1879-1958 และตั้งชื่อว่า "ระบบลาบาน (Labanotation)" (Hachimura & Nakamura, 2001) ใช้ใน การบันทึกและวิเคราะห์การ เคลื่อนไหวของมนุษย์ โดยที่ระบบลาบานสามารถบันทึกทุกประเภทของการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ นาฏศิลป์ทางตะวันตกจึงมีการใช้โน้ตต้นเพื่อบันทึกท่ารำและอธิบายการเคลื่อนไหวร่างกาย

สำหรับสื่อการสอนในกลุ่มวิชาพลศึกษามีการใช้เทคโนโลยีทางภาพ ได้แก่ สไลด์ภาพนิ่งและภาพวิดีโอ ทัศน์ของผู้แสดง การถ่ายภาพหรือวิดีโอทัศน์ในปัจจุบันสะดวกและนิยมเป็นอย่างมาก โดยใช้กล้องดิจิทัลผู้จัดทำ สื่อสามารถนำรูปได้มาตัดต่อและนำเสนอด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น พาวเวอร์พอยต์ ยูทูบ ซีดีและดีวีดี เป็นต้น ข้อจำกัดของการใช้ภาพวิดีโอทัศน์คือมุมมองซึ่งผู้ชมจะเห็นภาพมุมเดียวของท่ารำ ซึ่งบางท่ารำอาจมีส่วนของ ร่างกายที่ถูกบดบังทำให้ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติตามได้ถูกต้อง ด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวความคิดการใช้สื่อการสอนด้วย การพัฒนาซอฟต์แวร์เฉพาะสำหรับการเรียนรู้ท่ารำจากแอนิเมชันโดยผู้เรียนสามารถกำหนดมุมมองได้ด้วย ตนเอง (Choensawat et al, 2010)

ข้อมูลโมชันแคปเจอร์

ในปัจจุบันมีการใช้ฟอร์แมตในการบันทึกการเคลื่อนไหวอยู่หลายฟอร์แมต ซึ่งแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่คือระบบที่เก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวในระบบพิกัดบอกตำแหน่งเป็นสามมิติ (3D coordinates system) และระบบที่เก็บข้อมูลในแบบข้อมูลโครงสร้างเชิงลำดับชั้น ในตารางที่ 1 เป็นการแสดงฟอร์แมตหลักบางส่วนที่มีการใช้ในการบันทึกความเคลื่อนไหว ในบรรดาฟอร์แมตการบันทึกการเคลื่อนไหวทั้งหลายไม่ว่าจะเป็น BVH (BioVision Hierachical data – ข้อมูลเชิงลำดับชั้นของ BioVision) HTR (Hierarchical Translation-Rotation) และ ASF & AMC (Acclaim Skeleton File & Acclaim Motion Capture data) เป็นฟอร์แมตที่มีแนวโน้มที่จะใช้กันแพร่หลายมากขึ้น (Meredith & Maddock, 2001)

ด้วยการที่การบันทึกภาพเคลื่อนไหวมีหลายฟอร์แมตและแต่ละฟอร์แมตก็มีโครงสร้างแตกต่างกันออกไป ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ฟอร์แมต BVH เนื่องจากฟอร์แมต BVH เป็นที่นิยมใช้ในการแอนิเมชันและความที่รู้จักอย่างกว้างขวาง

ตาราง 1 ฟอร์แมตการบันทึกความเคลื่อนไหว

ชื่อและนามสกุลของไฟล์	บริษัท/ผู้พัฒนา	ประเภทของฟอร์แมต
TRC	Motion Analysis	3D coordinates system
C3D	Developed by Dr. Andrew Dainis	3D coordinates system
ASF & AMC	Accliam	Skeleton hierarchy information
BVH	BioVision	Skeleton hierarchy information
HTR	Motion Analysis	Skeleton hierarchy information

ไฟล์ BVH ประกอบไปด้วยส่วนสองส่วน ส่วนแรกคือส่วน Header ที่อธิบายถึงลำดับชั้นและท่าเริ่มต้นของโครงกระดูก และส่วนที่สองคือส่วนข้อมูลการเคลื่อนไหวซึ่งจะมีข้อมูลการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นจริง ส่วน Header ดังที่แสดงในรูป 8 เริ่มต้นด้วยคีย์เวิร์ด HIERARCHY ซึ่งตามมาด้วยคีย์เวิร์ด ROOT ในบรรทัดถัดไป และชื่อของกระดูกที่เป็นตัวแทนฐานของลำดับชั้นของโครงกระดูก ส่วนที่เหลือของ header จะกำหนดส่วนที่เหลือของลำดับชั้นโครงกระดูกในลักษณะทำซ้ำขั้นตอนเดิม คีย์เวิร์ด OFFSET จะอธิบายการเลื่อนของจุดเริ่มต้นของกระดูกตามต้นกำเนิด นอกจากนี้ยังกำหนดความยาวและทิศทางของกระดูกต้นกำเนิด คีย์เวิร์ด CHANNELS จะกำหนดองศาเสรี (Degree of Freedoms: DOFs) การเลื่อนและการหมุน (Translation and Rotation) ของข้อมูลการเคลื่อนไหว ส่วนการหมุนของ BVH นั้นใช้การหมุนแบบ Euler

ส่วนข้อมูลการเคลื่อนไหวจะเริ่มต้นด้วยคีย์เวิร์ด MOTION ตามที่แสดงอยู่ในรูป 9 คีย์เวิร์ด Frames แสดงถึงจำนวนเฟรมในภาพเคลื่อนไหว ขณะที่ Frame Time จะแสดงถึงอัตราสุ่ม ฦ ช่วงเวลาหนึ่ง (sampling rate) ส่วนที่เหลือของไฟล์เป็นข้อมูลช่องทางสำหรับกระดูกแต่ละชิ้นซึ่งค่าพศนิยมของแต่ละบรรทัดหมายถึงเฟรมภาพเคลื่อนไหวหนึ่งเฟรม รูป 9 แสดงให้เห็นถึงส่วนข้อมูลการเคลื่อนไหวส่วนหนึ่ง

```

1 HIERARCHY
2 ROOT Hips
3 {
4     OFFSET 0.000.000.00
5     CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
6     JOINT Chest
7     {
8         OFFSET 0.000000    4.570000    0.000000
9         CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
10        JOINT Neck
11        {
12            OFFSET 0.000000    17.620001    0.000000
13            CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
14            JOINT Head
15            {
16                OFFSET 0.000000    5.190000    0.000000
17                CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
18                End Site
19                {
20                    OFFSET 0.000000    4.140008    0.000000
21                }
22            }
23        }
24        JOINT LeftCollar
25        {
26            OFFSET 1.060000    15.330000    01.760000
27            CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
28            JOINT LeftShoulder
29            {
30                OFFSET 5.000000 0.000000    0.000000
31                CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

```

รูป 8 ส่วน Header ของไฟล์ BVH

```

112 MOTION
113 Frames: 653
114 Frame Time: 0.033333333
115 0.010345 34.729090 0.833995 -2.011510 -0.789648 6.904627 0.300505 6.938093 6.294344 -351.376030
    -330.743450 -2.601718 358.387410 346.656971 -8.242807 4.787212 24.656300 3.625729 22.185578 -3.483874
    12.034564 135.269594 -133.121595 65.740376 -25.374145 3.162928 56.072725 -353.141224 -337.763628 -29.022336
    -45.185971 -8.324533 57.290582 298.008896 299.576807 -4.647756 -141.534557 176.665046 99.924255 -4.194115
    17.040440 17.198163 7.133949 3.749283 1.156672 -355.525971 -349.444890 -25.366327 -351.749669 -343.328729
    -0.753892 354.455462 -358.266707 -1.069007 -351.453020 -344.872242 -6.262773
116 0.019510 34.709489 0.832247 -1.936929 -0.658205 7.120351 0.193165 6.828914 6.287553 -351.354774
    -330.917866 -2.581035 358.218677 346.770980 -8.253787 5.434185 24.684389 2.896201 21.323221 -3.658048
    11.551447 134.475079 -133.551993 66.065732 -25.120111 2.208768 55.663337 -353.129749 -337.783572 -29.134618
    -44.901945 -0.590314 57.412955 297.039009 297.044125 -6.315713 -143.635319 175.939740 100.316622 -4.316076
    16.845235 17.209041 7.240778 3.796854 1.167970 -356.249834 -348.882601 -25.839016 -352.214285 -343.713077
    -0.666016 355.143999 -357.754333 -0.893937 -351.783300 -345.042669 -6.651866
    :
    :
    :

```

รูป 9 ส่วนข้อมูลการเคลื่อนไหวของไฟล์ BVH

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism)

คอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) ของ จัง เพียร์เจต์ (Jean Piaget) และพัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ ซีมัวร์ เพเพิร์ต (Seymour Papert, 1993) โดย ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) หรือ **ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง** เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ผู้เรียน สามารถสร้างขึ้นได้ อย่างกระตือรือร้น ดังนั้นการศึกษาที่ดี คือ การให้โอกาสผู้เรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมๆ เพื่อจุดประกายใน กระบวนการสร้างความรู้ ดังที่ พาร์เพิร์ต กล่าวไว้ว่า “การเรียนรู้ที่ดีกว่า ไม่ได้มาจากการค้นพบวิธีการ “สอน” ที่ดีกว่าของครู หากแต่เป็นการให้โอกาส “ในการสร้าง” ที่ดีกว่าแก่ผู้เรียน” (Papert, 1993) เพื่อเสริมสร้างให้ ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบจากการปฏิบัติและทดลองด้วยตนเอง (ครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ) ในปัจจุบันเรียก การเรียนการสอนเช่นนี้ว่า "Problem-based learning" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

(Student-centered class) ซึ่งจัดเป็นแนวทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงกล่าวได้ว่าตำราและสื่อการสอนเป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนการสอนรูปแบบนี้

โดยหลักสำคัญของการเรียนรู้ 3 ประการ คือ (1) การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาโดยการสำรวจและทดลองด้วยตนเอง (2) การเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับสิ่งที่รู้มาก่อนแล้ว และ (3) การนำความรู้ที่มีอยู่เดิมไปใช้เพื่อสร้างสิ่งใหม่ พาร์เพิร์ทเชื่อว่า คอมพิวเตอร์เป็นวัสดุอุปกรณ์ขั้นเยี่ยมที่จะช่วยพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้อย่างมาก ซึ่งเทคโนโลยีอย่างอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ดีเท่า ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ (Constructional Tool) ในการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เช่น การสร้างแบบจำลองของระบบที่เล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า หรือใหญ่จนเกินกว่าที่จะเห็นได้ทั้งหมดในเวลาเดียวกัน (Simulation and Modeling)

การทำให้สิ่งที่เป็นามธรรมสามารถแสดงออกมาเป็นรูปธรรม และใช้สิ่งที่เป็รูปธรรมนั้นสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับนามธรรมต่อไป นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถใช้เป็นสื่อสำหรับช่วยปรับเปลี่ยนความคิดในการจำแนกหรือตัดสินสิ่งต่างๆ ออกเป็นสองสิ่งที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น ถูก/ผิด ดำ/ขาว มาเป็นการหาทางแก้ไขสิ่งที่ยังผิดพลาด (Debugging) ให้สำเร็จลุล่วง รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในแง่ของการบ่มเพาะวัฒนธรรมที่เน้นการคิดโดยสติปัญญาให้เกิดขึ้นในจิตใจของผู้เรียน ซึ่งแม้ว่าผู้เรียนจะไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีทันสมัยต่างๆ ในกระบวนการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา แต่กระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบและสม่ำเสมอจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิด และแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (เอี่ยมสุภาวิช, 2550) ดังสมการด้านล่างที่แสดงให้เห็ดังต่อไปนี้

$$\text{ประสบการณ์ใหม่} / \text{ความรู้ใหม่} + \text{ประสบการณ์เดิม} / \text{ความรู้เดิม} = \text{องค์ความรู้ใหม่ของบุคคล}$$

ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม มีสาระสำคัญที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) นอกจากนั้นผู้เรียนจะเรียนรู้เองจากประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมภายนอก แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นกลับไปบันทึกในสมองผสมผสานกับความรู้ภายในที่มีอยู่ แล้วแสดงความรู้ออกมาสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จะได้ผลดีกว่าหากผู้เรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่า และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้นั่นเอง

กล่าวได้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) หรือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึมมีสาระสำคัญที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) มีพื้นฐานอยู่บนกระบวนการสร้าง 2 กระบวนการด้วยกัน คือ

- 1) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นด้วยตนเอง ความรู้จะเกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ หากเป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำด้วยตนเองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย
- 2) กระบวนการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด หากกระบวนการนั้นมีความหมายกับผู้เรียนคนนั้น

ดังนั้นในกระบวนการสอนของครูจึงควรให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่มีอยู่และพัฒนาต่อยอดไปด้วยตัวของเขาเอง การสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางควรจะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นหลัก การสอนแบบปฏิบัติตามๆกัน จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้น้อยกว่าการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

อย่างไรก็ตามครูผู้สอนจะต้องมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการสอนของตนเองแต่ละครั้งให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ และควรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุดหรือน้อยก็ได้มีโอกาสคิดพิจารณาด้วยตัวของเขาเอง เพื่อให้ความรู้ที่สอนนั้นมีความหมายกับตัวผู้เรียนเอง

ดังเช่นในวิชาพลศึกษานั้นผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจึงจะเกิดทักษะในการเล่นกีฬาซึ่งผู้เรียนไม่สามารถนั่งดูผู้อื่นเล่นแล้วเกิดทักษะขึ้นกับตนเองได้จริงแต่สามารถเรียนรู้ผ่านการมองการสังเกตผ่านท่าทางของตนเองที่ได้ปฏิบัติและนำไปปรับแก้ไข สามารถทดลองปฏิบัติด้วยรูปแบบที่หลากหลายได้ตามความถนัดและตามความสามารถของตนเอง

การออกแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) โจทิพย์ ณ สงขลา (2550) (ตระกุล & สงขลา, 2014) ได้สังเคราะห์การนำเสนอรูปแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึมซึ่งมีหลักการการสอน 8 ประการ ดังนี้

- 1) ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทำงานหรือปัญหา
- 2) สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักการแก้ไขปัญหา ตามแนวทางของตน
- 3) กำหนดให้งานนั้นเป็นงานที่มีความหมายและนำไปใช้ในชีวิตจริงได้
- 4) ออกแบบงานและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ให้เหมาะสม ที่ผู้เรียนสามารถจะทำได้ในระหว่างการเรียนรู้
- 5) ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการของตนเองที่คิดขึ้นมาเองเพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ
- 6) ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้สนับสนุน แต่ท้าทายความคิดของผู้เรียน
- 7) สนับสนุนการทดสอบการรู้จักแก้ไขปัญหาต่างๆ ด้วยมุมมองหรือวิธีการที่หลากหลายในบริบทที่ต่างกัน
- 8) ให้โอกาสและสนับสนุนการสะท้อนผลลัพธ์ จากทั้งเนื้อหาที่เรียนและจากตัวกระบวนการเอง

ผู้เรียนจะต้องรู้จักที่จะเรียนรู้จากการสังเกตจากสิ่งแวดล้อมและจากตนเอง รู้จักที่จะควบคุมตนเองให้สามารถฝึกฝนและปฏิบัติได้ตามแผนที่วางไว้และรู้จักความสามารถและการประเมินตนเองเพื่อตั้งเป้าหมายให้ตนเองได้ ซึ่งกิจกรรมที่จัดขึ้นนั้นจะต้องอาศัยการเรียนรู้จากการฝึกฝนเป็นหลักโดยอาศัยหลักการทางพลศึกษาที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามอัตราของตนเองและประสบความสำเร็จได้อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความภาคภูมิใจและมีความมั่นใจในตนเองและส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาพลศึกษา ซึ่งจะส่งผลให้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ปฏิบัติต่อไปเมื่อเรียนจบและกลายเป็นบุคคลที่มีสุขภาพดีทั้งกายและใจตามที่สังคมต้องการ

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม คือ งานของ หลิม เว่ย หยิ๊ง และมิเชล โกะ๊ะ (Lim & Koh, 2006) ได้ศึกษาเรื่อง “ประสิทธิผลของการใช้เทคโนโลยีเพื่อการสอนและการเรียนวิชาคณิตศาสตร์” จากการศึกษาพบว่าการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสอนในโรงเรียนอย่างมาก โดยรวมไปถึงการเรียนด้านทักษะพิสัยที่เป็นหลักการพื้นฐานของการเรียนการสอนเชิงพฤติกรรม การใช้ระบบมัลติมีเดียในสิ่งแวดล้อมที่จำลองขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยสร้างโรงยิมเนเซียมจำลองและมีผู้เล่นจำลองทำการแสดงทักษะต่างๆตามที่ผู้สอนต้องการ โดยการใช้การสอนแบบนี้เป็นสิ่งที่ผู้เข้าอบรมจะต้อง

เรียนรู้ตลอดการอบรม 9 สัปดาห์ จากนั้นทำการวัดความคิดเห็นของผู้เข้าอบรมที่เป็นครูผู้สอน พบว่าทุกคนชอบรูปแบบของเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพราะมีความหลากหลายและสามารถนำไปแสดงให้ผู้เรียนชมได้ทุกรูปแบบ แต่ก็ไม่ใช่เป็นที่น่าสนใจที่จะนำเข้ามาใช้ในชั้นเรียนจริง เพราะยังขัดต่อทัศนคติและความเป็นจริงในการเรียนรู้ของครูผู้สอนวิชาพลศึกษา ซึ่งคณะผู้วิจัยเชื่อว่าในอนาคตวัฒนธรรมการเรียนรู้ต่างๆ เหล่านี้จะเปลี่ยนไปเมื่อเกิดการร่วมมือกันจากหลายฝ่าย

เช่นเดียวกับการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการเรียนการสอนยิมนาสติก โครงการวิจัยนี้ได้เสนอการใช้เทคโนโลยีใหม่ "ตัวโน้ต" กับการเรียนศิลปะการรำกระบี่ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการเล่นกระบี่ (ตามที่ได้กล่าวในภาคผนวก ข) การเล่นกระบี่จัดเป็นยุทธกีฬา เป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวด้วยอาวุธไทยสมัยโบราณ และพัฒนาจนเป็นกีฬาร่วมสมัยเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นกีฬาของไทยโดยแท้ (ชัชชัย โกมารทัต, 2547) การนำโน้ตการเต้นมาสอนในวิชากระบี่นั้น จำเป็นต้องประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เครื่องมือในการผลิตตัวโน้ตสำหรับสอน เครื่องมือในการสอนตัวโน้ตทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และคู่มือในการเรียนการสอนตัวโน้ต ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การวิจัยเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ 2) การวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ ท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้จดจำโน้ตต้นและท่าทางการเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และ 3) การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ โดยทั้งสามส่วนงานนี้จะดำเนินงานไปพร้อมๆ กันตามรูปที่ 1 (กล่าวในบทที่ 1)

ผลที่ได้จากส่วนการดำเนินงานที่ 1 เป็นซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ ซึ่งใช้ในการสร้างโน้ตต้นสำหรับท่าไม้รำได้ของส่วนงานที่ 3 ผลที่ได้จากส่วนการดำเนินงานที่ 2 เป็นซอฟต์แวร์การเรียนรู้ ท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง (ซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากตัวโน้ต) ซึ่งนำมาใช้ในการเรียนการสอนท่าไม้รำของส่วนงานที่ 3

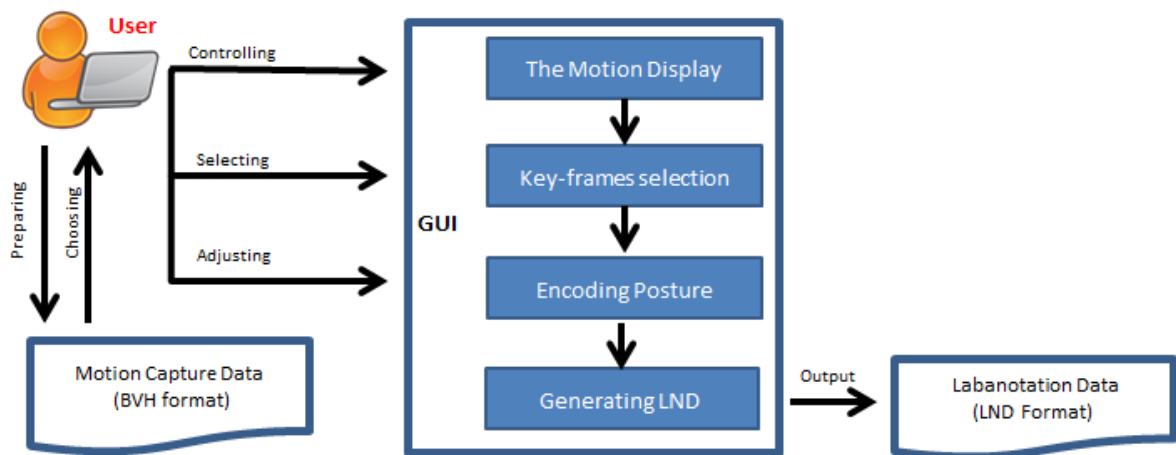
ส่วนที่ 1 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 1)

การวิจัยเรื่องการพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 1) กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์
- 2) การเตรียมข้อมูลโมชันแคปเจอร์ในรูปแบบของไฟล์ BVH
- 3) การแสดงผลการเคลื่อนไหวจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์
- 4) การเลือกคีย์เฟรมต่างๆ จากข้อมูลโมชันแคปเจอร์
- 5) การถอดรหัสท่าทางจากคีย์เฟรมของข้อมูลโมชันแคปเจอร์

กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ

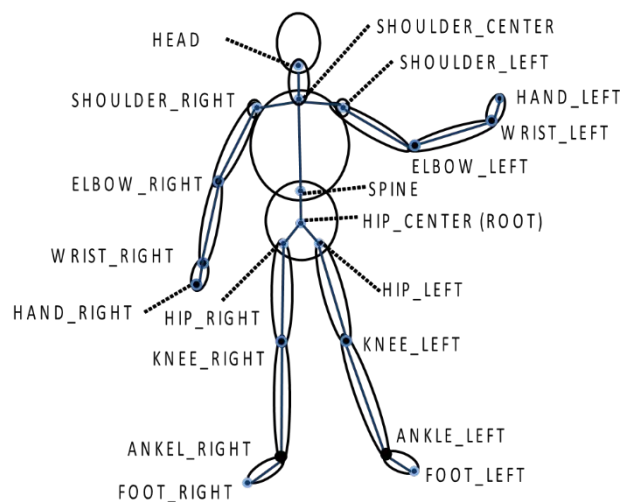
โครงสร้างของซอฟต์แวร์มีส่วนต่อประสานกราฟิกแบบอินเตอร์แอคทีฟ ที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับแก้โน้ตต้นที่ได้ ส่วนต่อประสานกราฟิกออกแบบให้ครอบคลุมทั้งระบบ ได้แก่ การแปลงข้อมูลการบันทึกข้อมูลโมชันแคปเจอร์ในฟอร์แมต LND แสดงในรูป 10 กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์



รูป 10 กรอบการทำงานโดยรวมซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเต้น

การเตรียมข้อมูลโมชันแคปเจอร์ในรูปแบบของไฟล์ BVH

การบันทึกความเคลื่อนไหวโดยใช้ระบบโมชันแคปเจอร์เชิงแสง (Optical Motion Capture System) จัดว่าเป็นระบบที่มีราคาสูง ทำให้การนำระบบนี้มาใช้จริงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นการจ่ายให้กับส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ เช่น กล้องความเร็วสูงและเวิร์กสเตชันที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ข้อจำกัดที่สำคัญ คือ การติดตั้งอุปกรณ์และการปรับเทียบมาตรฐานมีความซับซ้อนจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญช่วยในการใช้งานระบบ



รูป 11 ข้อต่อของแบบจำลองร่างกายโดย Kinect SDK

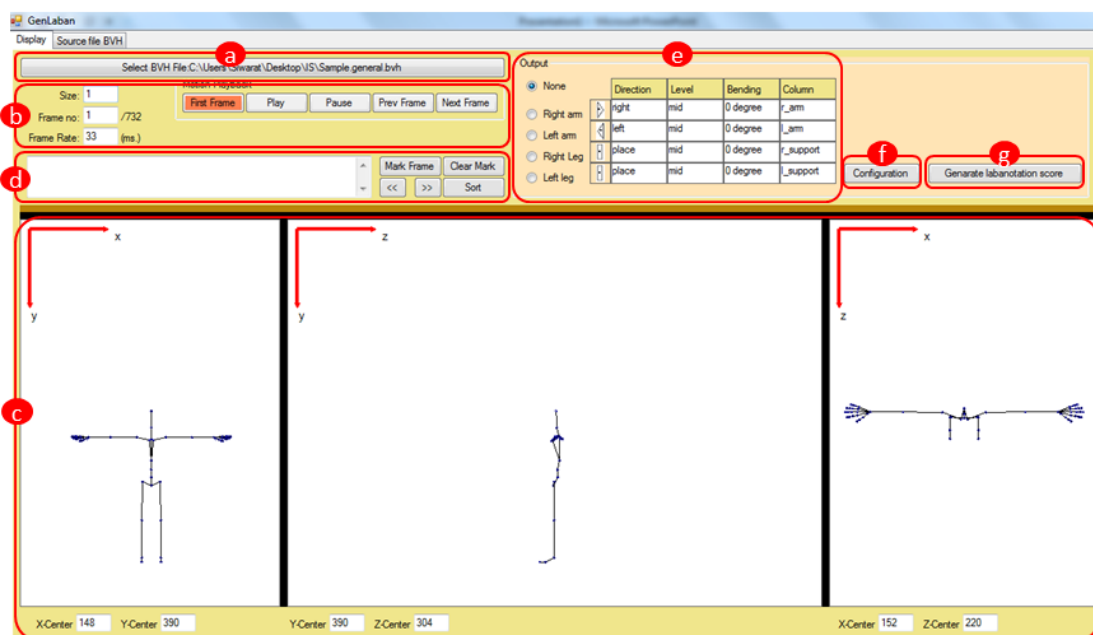
ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้ใช้อุปกรณ์ตัวจับการเคลื่อนไหวที่เรียกว่า Microsoft Kinect เป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการจับความลึกของวัตถุ โดยทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า iPi Recorder ที่มี

ความสามารถในการบันทึกการเคลื่อนไหวและแสดงวลีของวัตถุจากอุปกรณ์ Microsoft Kinect ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ประเภทวิดีโอ (iPiVideo Format) หลังจากนั้นได้ใช้ซอฟต์แวร์อีกตัวหนึ่งที่เรียกว่า iPi Mocap Studio ที่มีความสามารถในการแปลงไฟล์ประเภทวิดีโอไปเป็นข้อมูลโมชันแคปเจอร์ไปเป็นไฟล์ BVH

การตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกายภายในระยะของกล้อง Kinect ความสามารถของกล้องจะแสดงพิกัด (x,y,z) ของข้อต่อจำนวน 20 ข้อต่อ (Microsoft, 2013) ดังแสดงในรูป 11 ซึ่งเป็นลำดับชั้นของข้อต่อที่ได้จาก Skeletal Tracking API

การแสดงผลการเคลื่อนไหวจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์

หลังจากได้ข้อมูลโมชันแคปเจอร์ในรูปแบบไฟล์ BVH ผู้ใช้งานสามารถนำไฟล์ BVH ไปแสดงผลการเคลื่อนไหวผ่านหน้าจอเพื่อแสดงให้เห็นรายละเอียดการเคลื่อนไหวในมุมมองต่างๆ ได้แก่ มุมด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน และผู้ใช้งานยังสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวเช่น การเล่น การหยุด การเลื่อนคีย์เฟรมไปด้านหน้า การเลื่อนคีย์เฟรมไปด้านหลัง การย้อนกลับไปคีย์เฟรมแรก การย่อขยายขนาดตัวโมเดลที่แสดงการเคลื่อนไหว และการปรับความเร็วต่อเฟรมในการเคลื่อนไหวได้ โดยซอฟต์แวร์ได้ออกแบบหน้าจอให้สามารถติดต่อกับผู้ใช้งานในรูปแบบที่เรียกว่า Graphic User Interface (GUI) ที่สามารถแสดงผลการเคลื่อนไหวจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์ผ่านหน้าจอเพื่อแสดงผลให้กับผู้ใช้สามารถเลือกคีย์เฟรมที่ต้องการเพื่อสร้างเป็นตัวโน้ตลาบานได้อย่างง่ายและรวดเร็ว แสดงดังรูป 12 โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2



รูป 12 เมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตลาบานจากโมชันแคปเจอร์

ตาราง 2 คำอธิบายเมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตلابานจากโมชันแคปเจอร์

เมนูการใช้งาน	คำอธิบาย
1) ปุ่มการเลือกไฟล์	ผู้ใช้สามารถเลือกไฟล์โมชันแคปเจอร์ประเภท BVH เท่านั้น
2) ปุ่มการควบคุมการแสดงผล	ผู้ใช้สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวจากไฟล์โมชันแคปเจอร์โดยประกอบไปด้วย ปุ่มการเล่น (Play) ปุ่มการหยุด (Pause) ปุ่มการเลื่อนคีย์เฟรมไปข้างหน้า (Next Frame) ปุ่มการเลื่อนคีย์เฟรมไปข้างหลัง (Prev Frame) และปุ่มการย้อนกลับไปที่เฟรมแรก (First Frame)
3) ส่วนการแสดงผล	ซอฟต์แวร์สามารถแสดงผลการเคลื่อนไหวของโมเดลใน 3 มุมมอง โดยประกอบไปด้วยมุมมองด้านหน้า มุมมองด้านข้าง และมุมมองด้านบนให้กับผู้ใช้
4) ปุ่มการเลือกคีย์เฟรมจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์	ในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถเลือกคีย์เฟรมจากท่าทางการเคลื่อนไหวเพื่อนำสร้างเป็นตัวโน้ตلابานโดยประกอบไปด้วย ปุ่มการเลือกคีย์เฟรม (Mark Frame) ปุ่มการลบคีย์เฟรมทั้งหมด (Clear Mark) ปุ่มการเลื่อนคีย์เฟรมไปข้างหน้าที่เคยเลือกไว้ (>>) ปุ่มการเลื่อนคีย์เฟรมไปข้างหลังที่เคยเลือกไว้ (<<) และปุ่มการเรียงลำดับคีย์เฟรมใหม่ (Sort) โดยในขณะที่กำลังแสดงผลการเคลื่อนไหวจากโมชันแคปเจอร์ผู้ใช้สามารถกดปุ่มเลือกคีย์เฟรมได้ง่ายและรวดเร็ว

ตาราง 3 (ต่อ) คำอธิบายเมนูการใช้งานของซอฟต์แวร์สร้างตัวโน้ตلابานจากโมชันแคปเจอร์

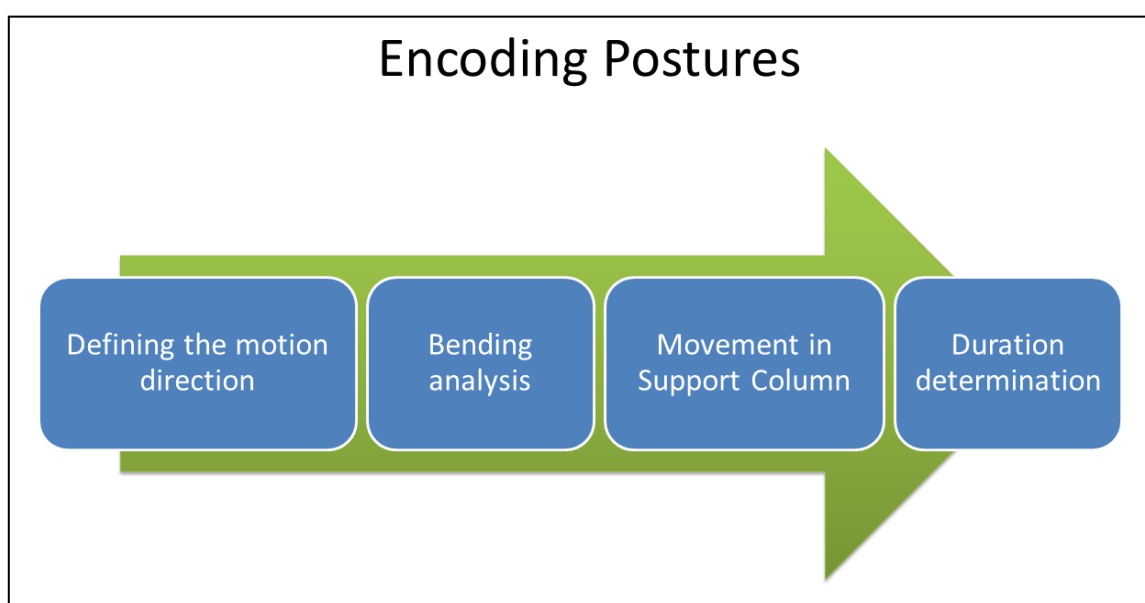
เมนูการใช้งาน	คำอธิบาย
5) ปุ่มการเลือกคีย์เฟรมจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์	ในขณะที่ซอฟต์แวร์กำลังแสดงผลการเคลื่อนไหวจากโมชันแคปเจอร์ บนหน้าจอการใช้งานมีส่วนการแสดงผลเป็นตัวโน้ตلابานจากการเคลื่อนไหวตามส่วนของร่างกายประกอบไปด้วย แขนขวา แขนซ้าย ขาขวา และขาซ้าย โดยสามารถอธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวในแต่ละส่วนของร่างกายว่าอยู่ในทิศทางใด ระดับสูงกลางหรือต่ำ การอยู่ในระดับที่เท่าไร และกำลังเคลื่อนที่ในคอลัมน์ส่วนใดของโน้ตในระบบلابานโนเทชั่น
6) ปุ่มการปรับทิศทางการเคลื่อนไหว	ซอฟต์แวร์ได้จัดเตรียมปุ่มในการปรับแต่งการเคลื่อนไหวโดยที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งองศาของทิศทางการเคลื่อนไหว องศาของทิศทางระดับสูงกลางต่ำ และองศาของระดับการงอ ตัวอย่างเช่นในขณะที่แขนขวาเคลื่อนที่ในทิศทางซ้ายที่อยู่ก้ำกึ่งระหว่างทิศทางหน้าซ้าย ดังนั้นผู้ใช้สามารถปรับแต่งองศาของทิศทางที่ก้ำกึ่งได้ว่าควรเคลื่อนที่อยู่ในทิศทางซ้ายหรือทิศทางหน้าซ้าย
7) ปุ่มการสร้างตัวโน้ตلابาน	ผู้ใช้สามารถสร้างตัวโน้ตلابานได้หลังจากการเลือกคีย์เฟรมที่ต้องการเรียบร้อย โดยการกดปุ่ม "Generate Labanoation Score" เพื่อทำการแปลงคีย์เฟรมไปเป็นตัวโน้ตلابานให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ LND

การเลือกคีย์เฟรมต่างๆ จากข้อมูลโมชันแคปเจอร์

หลังจากที่ผู้ใช้ได้นำไฟล์ BVH ที่ได้จัดเตรียมไว้นำมาแสดงผลการเคลื่อนไหวผ่านหน้าจอการใช้งาน ในขณะที่ซอฟต์แวร์กำลังแสดงผลการเคลื่อนไหวผู้ใช้สามารถกดเลือกท่าต่างๆ จากคีย์เฟรมของข้อมูลโมชันแคปเจอร์ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว เพื่อนำไปสู่การแปลงท่าไปเป็นตัวโน้ตلابาน

การถอดรหัสท่าทางจากคีย์เฟรมของข้อมูลโมชันแคปเจอร์

หลังจากที่ได้คีย์เฟรมที่ต้องการขั้นตอนต่อไปซอฟต์แวร์ทำการแปลงท่าจากคีย์เฟรมของข้อมูลโมชันแคปเจอร์ไปเป็นตัวโน้ตلابานโดยมีรายละเอียดแสดงดังรูป 13



รูป 13 ขั้นตอนในการแปลงท่าทางจากคีย์เฟรมไปเป็นตัวโน้ตلابาน

ส่วนที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต็นสากลของท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง (ตามวัตถุประสงค์ที่ 2)

การวิจัยเรื่องการพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

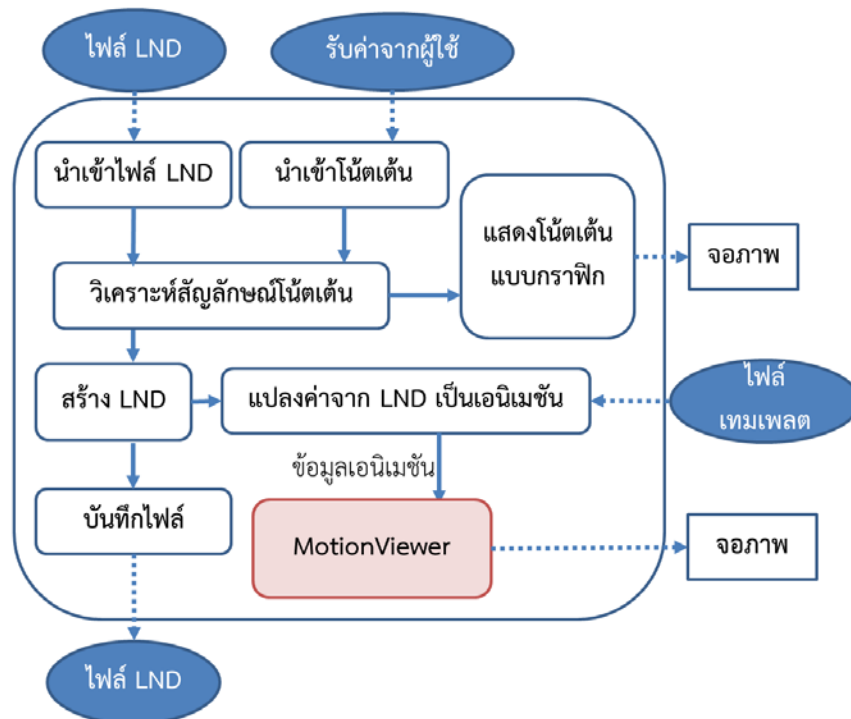
- 1) กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์
- 2) การแปลค่าโน้ตเป็นแอนิเมชัน
- 3) การออกแบบตัวละครและฉากหลัง
- 4) การออกแบบสัญลักษณ์การรำกระบี่

กรอบการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลของท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง

งานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและต่อยอดจากงานวิจัยเดิมของผศ.ดร.วรวัฒน์ เชิญสวัสดิ์ ที่ได้พัฒนาต้นแบบของโปรแกรมที่ชื่อว่า LabanEditor (Choensawat et al, 2010) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่มีประโยชน์ต่อการออกแบบท่าเต้นและการศึกษาเกี่ยวกับนาฏศิลป์ เนื่องจากซอฟต์แวร์มีความสามารถในการสร้างและแก้ไขตัวโน้ตลาบาน และยังสามารถที่จะแสดงท่าทางการเคลื่อนไหวในรูปแบบแอนิเมชันสามมิติได้ โดยที่ผู้ใช้อย่างยังสามารถเลือกฟังก์ชันการสร้างแอนิเมชันจากโน้ตที่แสดงได้ทันที อย่างไรก็ตาม ซอฟต์แวร์ LabanEditor ได้ออกแบบเฉพาะเจาะจงสำหรับศิลปะการเต้นรำตะวันตก และยังไม่ได้พัฒนาและทดสอบในการใช้จริงเป็นเพียงการทดลองและใช้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งยังขาดฟังก์ชันในการวิเคราะห์การถ่ายน้ำหนักของร่างกาย การบิดและการหมุน ฉะนั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้นนี้เป็นการต่อยอดจากซอฟต์แวร์ชื่อว่า LabanEditor สำหรับโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะพัฒนาต่อยอดสำหรับศิลปะการรำของไทยซึ่งมีเอกลักษณ์ประกอบด้วยสไตล์ของท่ารำ จังหวะการเคลื่อนไหว ส่วนของร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหว เป็นต้น

การพัฒนาซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้นสำหรับการเรียนรู้โน้ตเต้นควบคู่กับท่ารำ ในที่นี้เรียกว่า “LabanEditor” โดยที่ข้อมูลที่ใช้ต้องป้อนเข้าซอฟต์แวร์มีเพียงโน้ตเต้น (Labanotation symbol input) เท่านั้น ซอฟต์แวร์นี้มีกรอบการทำงานดังรูป 14 ซึ่งประกอบไปด้วยโมดูลหลักดังต่อไปนี้

- 1) การวิเคราะห์สัญลักษณ์ที่ป้อนเข้ามา (Symbol data analysis) เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้ข้อมูลนำเข้า 2 ส่วน คือ ไฟล์ข้อมูลเฉพาะที่ระบบป้อนอัตโนมัติ และไฟล์ที่ผู้ใช้ต้องป้อน สำหรับโมดูลการทำงานนี้เอาพุตที่ได้จัดเก็บในรูปแบบไฟล์ LND ซึ่งเป็นไฟล์ที่แปลงสัญลักษณ์ภาพเป็นโค้ดลาบาน
- 2) การแปลงค่าจาก LND เป็นข้อมูลแอนิเมชัน เป็นการใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์คำนวณเพื่อแปลงสัญลักษณ์โน้ตให้เป็นโมชัน ซึ่งอินพุตที่ป้อนมี 2 ส่วน คือ ไฟล์ LND และ เทมเพลตโมชัน โดยที่เทมเพลตโมชันเป็นไฟล์ที่เก็บสไตล์การเคลื่อนไหว เช่น การยกแขนระดับสูง ในท่ารำกระบี่หมายถึง ยกแขนสูงเกินศีรษะ เป็นต้น และเอาพุตของโมดูลนี้เป็นข้อมูลแอนิเมชัน
- 3) การนำเสนอโมชันในรูปแบบแอนิเมชัน (Motion viewer) เป็นโมดูลเฉพาะที่อ่านข้อมูลแอนิเมชันแล้วแสดงผ่านตัวละครบนหน้าจอ ซอฟต์แวร์ยังออกแบบมารองรับการใส่ตัวละครและฉากเพิ่มเข้าไปในระบบ

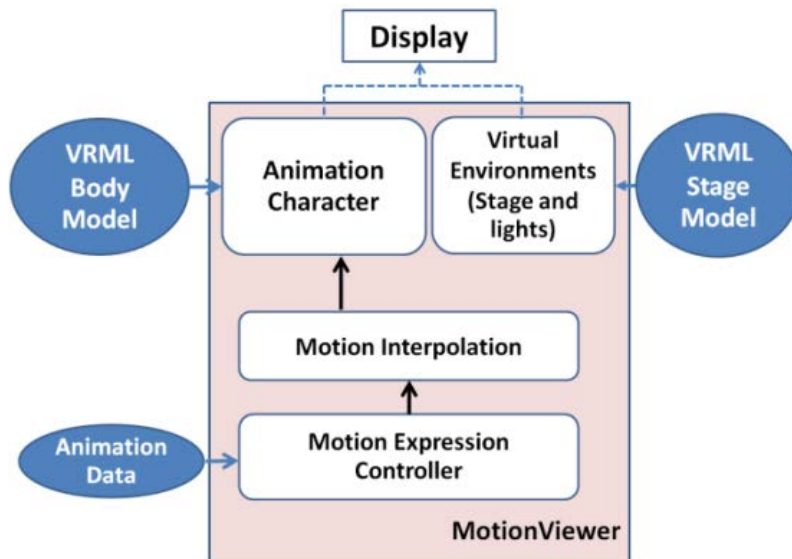


รูป 14 กรอบการทำงานโดยรวมซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเด่น

โมดูล Motion Viewer ทำหน้าที่รับอินพุตไฟล์ข้อมูลแอนิเมชัน โมเดลตัวละครคน และโมเดลฉาก แล้วประมวลผลเพื่อแสดงภาพแอนิเมชันบนหน้าจอ องค์ประกอบของโมดูล Motion Viewer แสดงในรูป 15 ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

- 1) การควบคุมการแสดงออกของโมชัน (Motion expression controller) เป็นการควบคุมการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแต่ละข้อต่อของอวัยวะในร่างกาย
- 2) การประมาณค่าในช่วงของโมชัน (Motion interpolation) เป็นการประมาณค่าในช่วงระหว่างคีย์เฟรมที่ติดกัน
- 3) ตัวละครสำหรับแอนิเมชัน (Animation character) เป็นการจัดการให้ผู้ใช้สามารถนำเข้าตัวละครที่อยู่ในรูปแบบ VRML เข้าใช้ในซอฟต์แวร์นี้ได้
- 4) สภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Environments) เป็นการจัดการให้ผู้ใช้สามารถนำเข้าฉากที่อยู่ในรูปแบบ VRML เข้าใช้ในซอฟต์แวร์นี้ได้ สำหรับตัวละครและฉากผู้ใช้สามารถเลือกตัวละครที่เหมาะสมได้ ตัวอย่างเช่น การรำกระบี่ตัวละครเป็นชายไทยสวมชุดรำกระบี่ เป็นต้น นอกจากนี้เพลงบรรเลงของทำรำนั้นโดยปรกติจะขึ้นกับตัวโน้ตรำ การเลือกเพลงที่เหมาะสมหมายถึงการเลือกไฟล์โน้ตรำที่มีเพลงประกอบตามที่ผู้ใช้ต้องการ

หมายเหตุ สำหรับความอ่อนช้อยนั้นขึ้นอยู่กับข้อ 1) การปรับค่าพารามิเตอร์นั้นไม่ได้อยู่ในขอบเขตของโครงการวิจัยตามสัญญา

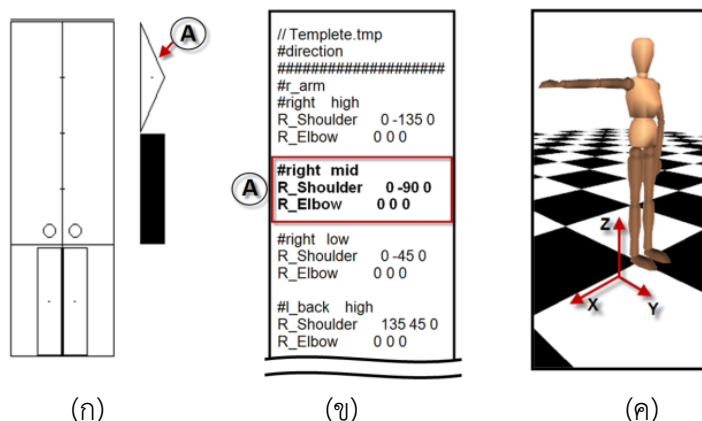


รูป 15 กรอบการทำงานของโมดูล MotionViewer

การแปลค่าโน้ตเป็นแอนิเมชัน

โน้ตเต้นสามารถนำเสนอในรูปแบบอย่างง่ายที่เรียกว่า Labanotation Data หรือ LND ดังนั้นการที่จะสร้างแอนิเมชันการเคลื่อนไหวก็คือการแปลง LND ไปเป็นข้อมูลการเคลื่อนไหวนั่นเอง จึงเห็นได้ว่า LND เป็นอธิบายท่าทางของร่างกาย ณ เวลานั้น ซึ่งคล้ายคลึงกับคีย์เฟรมในการสร้างแอนิเมชัน การสร้างแอนิเมชันจาก LND สามารถทำได้โดยการประมาณค่า (interpolation) ในช่วงจากท่าเริ่มต้นไปยังท่าสิ้นสุด

งานวิจัยนี้ได้ใช้ไฟล์เทมเพลตในการแปลงค่าตัวโน้ตไปเป็นค่าการเคลื่อนไหวโดยใช้หลักการของคีย์เฟรม ไฟล์เทมเพลตอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ตัวโน้ตของในแต่ละคอลัมน์ ซึ่งสัญลักษณ์ตัวโน้ตของในแต่ละคอลัมน์บ่งบอกถึงร่างกายส่วนใดที่เคลื่อนไหว รูป 16 แสดงโน้ตเต้น รายละเอียดของเทมเพลตและ ผลลัพธ์ของท่า โดยสัญลักษณ์ที่ระบุ “A” ในรูป 16 (ก) จะถูกจับคู่กับเทมเพลตในส่วนที่ระบุ “A” ในรูป 16 (ข) ซึ่งมีความหมายว่าท่าสุดท้ายคือการหมุนไหล่ขวา 90 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาการอบแกม Y จากท่าเริ่มต้นดังรูป 16 (ค)



รูป 16 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์โน้ตเต้นกับเทมเพลต

การออกแบบตัวละครและฉากหลัง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำการต่อยอดจาก LabanEditor เดิม ซึ่งซอฟต์แวร์ LabanEditor ต้นฉบับถูกสร้างเฉพาะเจาะจงสำหรับศิลปะการเต้นรำตะวันตก จงยังขาดฟังก์ชันในการของนิ้วมือและการรำกระบี่สำหรับโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะพัฒนาต่อยอดสำหรับศิลปะการรำของไทยซึ่งมีเอกลักษณ์ประกอบด้วยสไตล์ของท่ารำ จังหวะการเคลื่อนไหว ส่วนของร่างกายที่ใช้ในการเคลื่อนไหว เป็นต้น จึงได้ทำการออกแบบตัวละครและฉากหลังให้สื่อถึงเอกลักษณ์ศิลปะการรำกระบี่ของไทย

การออกแบบโครงสร้างมือถือเป็นหัวใจหลักในการพัฒนารูปร่างนี้ เนื่องจากเอกลักษณ์ของศิลปะการรำของไทยมีการใช้มือเป็นส่วนสำคัญ เช่น ตั้งวง จีบ และอื่นๆ คณะผู้วิจัยจึงทำการออกแบบโครงสร้างของมือโดยการกำหนดจุดหมุนที่เปรียบเสมือนข้อต่อต่างๆ ของมืออย่างละเอียดดังแสดงในรูป 17 (ก) ในขณะที่รูป 17 (ข) แสดงถึงโครงสร้างมือที่ได้ใช้โปรแกรม 3Ds Max สร้างขึ้นมา และ รูป 17 (ค) แสดงผลลัพธ์ของมือที่ได้สร้างขึ้นใน LabanEditor



(ก)



(ข)

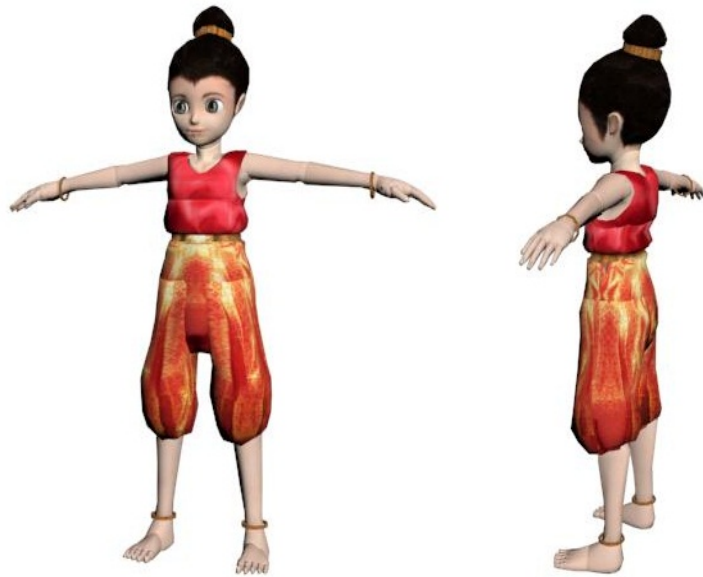


(ค)

รูป 17 โครงสร้างมือ

สำหรับตัวละครที่ได้ออกแบบเพื่อนำมาใช้งานนี้ประกอบด้วย 1) ตัวละครสำหรับนาฏศิลป์ไทย และ 2) ตัวละครสำหรับรำกระบี่

รูป 18 แสดงตัวละครสำหรับนาฏศิลป์ไทย โดยคณะผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำในการออกแบบจากศิลปินแห่งชาติ ครูสุวรรณี ชลานุเคราะห์ ซึ่งได้กล่าวให้ความเห็นว่า "น่าจะออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ กับนาฏศิลป์ไทย ตัวละครแอนิเมชันควรเป็นตัวละครเด็กที่ไว้ผมจุก ใส่เสื้อคอกระเช้า และนุ่งโจงกระเบน ซึ่งมีหน้าตาคล้ายคลึงกับตัวละครในรายการทีวีสำหรับเด็ก ซึ่งเหมาะสมกับการศึกษาสมัยใหม่ที่เด็กนิยมใช้คอมพิวเตอร์"



รูป 18 ตัวละครสำหรับนาฏศิลป์ไทย

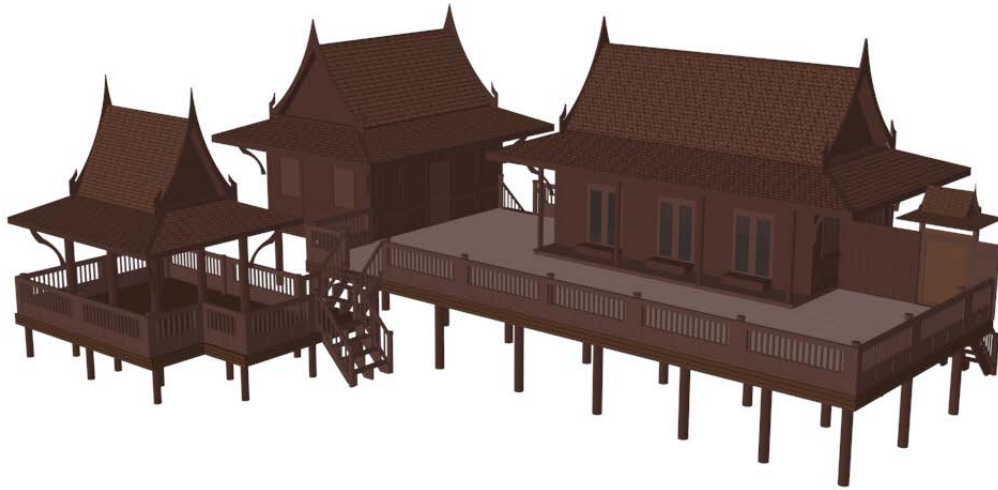
รูป 19 แสดงตัวละครสำหรับรำกระบี่ โดยคณะผู้วิจัยได้ขอคำแนะนำในการออกแบบจาก รศ.ชัชชัย โกมารทัต และได้บรรยายลักษณะของตัวละคร ดังนี้ “ตัวละครควรสวมชุดคล้ายรูปภาพประกอบในตำราเรียน สวมมงคล เสือแขนงุดและไม่ควรเปิดอกเพื่อภาพความสุภาพเรียบร้อย”



รูป 19 ตัวละครสำหรับรำกระบี่

สำหรับฉากหลัง คณะผู้วิจัยเห็นว่าควรเป็นเรือนไทย จึงได้จำลองเรือนไทยสร้างตามลักษณะบ้านภาคกลางสมัยก่อน ที่ตั้งของเรือนที่นี้อยู่ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต ดังแสดงในรูปที่ 20 การจำลองนี้เป็นการจำลองที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ของสถานที่จริงกับแบบจำลองเท่ากัน การบันทึกข้อมูลโมเดล 3D ของเรือนไทยหลังใหญ่ และโมเดลแบบจำลองเรือนไทยได้ใช้ในซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้น ดังแสดงในรูปที่ 20 และรูปที่ 21 แสดงพื้นที่การแสดงรำกระบี่ที่ชานกว้าง

สำหรับการนำตัวละครมาเข้าฉากที่ได้ออกแบบไว้แล้ว แสดงได้ในรูปที่ 21 ตัวละครจะถือดาบรำกระบี่ ตัวอย่างนี้แสดงท่าไม้รำที่ 4 ตั้งศอก



รูป 20 ฉากหลังเรือนไทย



รูป 21 ตัวอย่างตัวละครและฉากหลังเรือนไทยสำหรับรำกระบี่

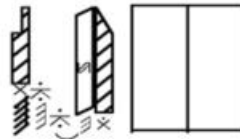
การออกแบบสัญลักษณ์เฉพาะสำหรับทำรำกระบี่

เช่นเดียวกัน เดิมโน้ตเต้นลาบานนั้นถูกสร้างเฉพาะเจาะจงสำหรับศิลปะการเต้นรำตะวันตก จึงยังขาดสัญลักษณ์ของนาฏศิลป์ไทยและการรำกระบี่ ท่าไม้รำกระบี่มีลักษณะเฉพาะ 2 ข้อ คือ 1) ท่าจับและทำตั้งวง โดยใช้ส่วนแขน มือ และนิ้วมือ 2) ระดับความสูงการยกกระบี่ และทิศทางของปลายกระบี่

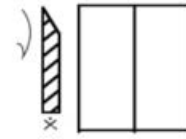
ลักษณะเฉพาะข้อแรก การจับและการตั้งวง สัญลักษณ์ลาบานสามารถแสดงถึง ท่าจับและท่าตั้งวง ได้ ตัวอย่างสัญลักษณ์ท่าตั้งวง (รูป 22.ข) ท่าตั้งวงต้องแสดงรายละเอียดของการขยับร่างกายที่เฉพาะเจาะจงในระดับนิ้วมือ ทำให้สัญลักษณ์ลาบานที่ได้มีความยากมากในการจดจำ คณะผู้วิจัยจึงนำสัญลักษณ์ลาบานสำหรับนาฏศิลป์ไทยที่คิดค้นโดย ศ.ดร. ชมนาด กิจจันทร์ มาใช้ในการแสดงท่ารำไม้รำ ดังแสดงในรูป 22.ค



(ก)



(ข)

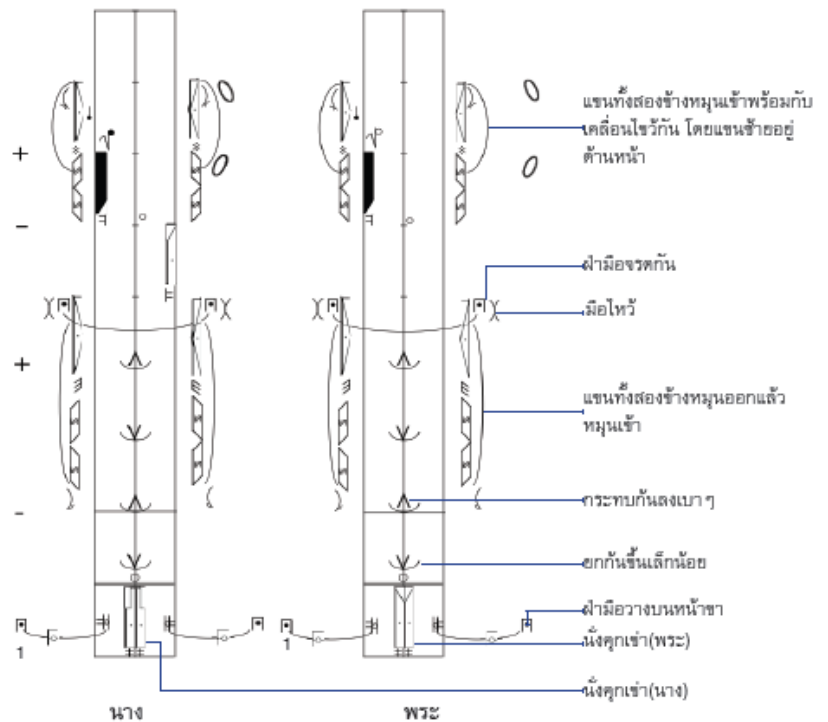


(ค)

รูป 22 สัญลักษณ์ตั้งวงส่วนแขนซ้าย มือ และนิ้วมือ (ก) ท่าตั้งวง (ข) สัญลักษณ์โน้ตเด่นเดิมของท่าตั้งวง (ค) สัญลักษณ์ใหม่ท่าตั้งวง ของ ชมนาด กิจจันทร์ (2543)



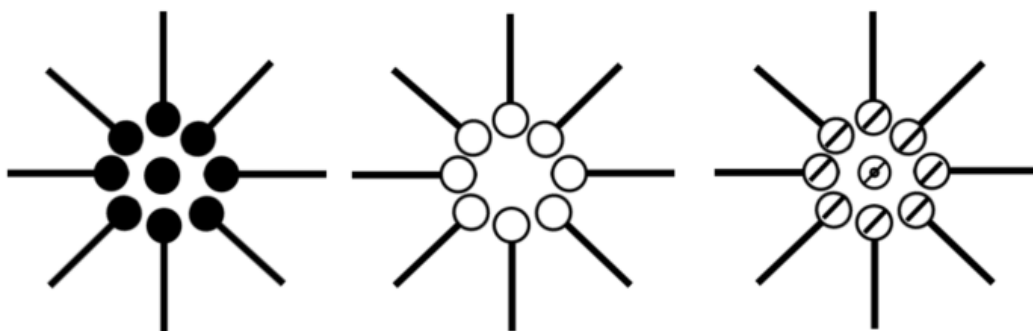
เทพประณี ปรุณ



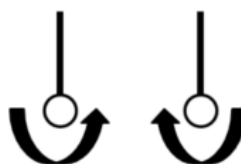
รูป 23 สัญลักษณ์เฉพาะของรำไทย (กิจจันทร์, 2543)

ลักษณะเฉพาะข้อสอง ท่าไม้รำจำเป็นต้องครอบคลุมตำแหน่งของกระบี่ที่ผู้แสดงถือรำยาว ระดับของสูงของการยกกระบี่ และทิศทางของปลายกระบี่ รวมถึงการควงกระบี่ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาสัญลักษณ์สำหรับการถือกระบี่รำเพิ่มเติมดังนี้

- 1) ทิศทางของกระบี่ แบ่งเป็น 8 ทิศ (45 องศา) ดังนี้ (ตามรูป 24)
 - ทิศเหนือ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศเหนือ
 - ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
 - ทิศตะวันออก คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันออก
 - ทิศตะวันออกเฉียงใต้ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันออกเฉียงใต้
 - ทิศใต้ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศใต้
 - ทิศตะวันตกเฉียงใต้ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันตกเฉียงใต้
 - ทิศตะวันตก คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันตก
 - ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ คือการซี้ปลายกระบี่ไปทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
- 2) ระดับของกระบี่ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ซี้ปลายสูง ซี้ปลายตรง และซี้ปลายต่ำ (ตามรูป 24) ซึ่งจุดแรงในวงกลมแสดงระดับ ดังนี้
 - สี่ทับ คือการซี้ปลายกระบี่สูง
 - สี่โปร่ง คือการซี้ปลายกระบี่ต่ำ
 - แทบลาย คือการซี้ปลายกระบี่ตรง
- 3) การควงกระบี่ ดังนี้
 - หมุนตามเข็มนาฬิกา
 - หมุนทวนเข็มนาฬิกา

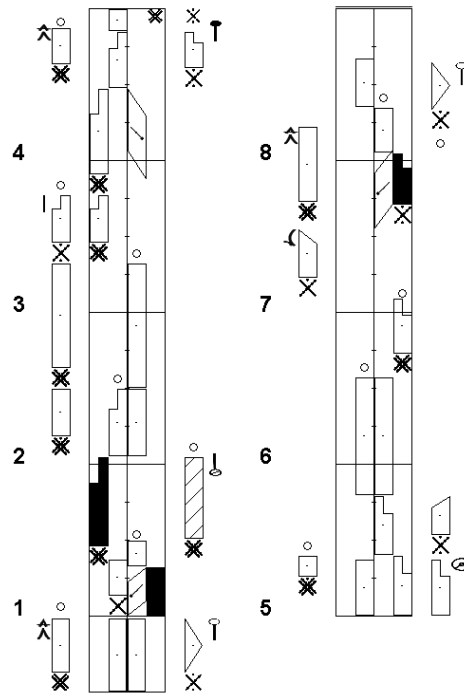


(ก) ระดับของกระบี่ และทิศทางของปลายกระบี่



(ข) สัญลักษณ์ควงกระบี่

รูป 24 สัญลักษณ์เฉพาะของรำกระบี่



รูป 25 โน้ตเต้นของท่ารำกระบี่ (ท่าลอยชาย)

ตัวอย่างการนำสัญลักษณ์นาฏศิลป์และท่าถือกระบี่ มาใช้จริงกับโน้ตเต้นของท่ารำกระบี่ “ท่าลอยชาย” ตามโน้ต ผู้แสดงช่วงจังหวะ 1 ดึงมือซ้ายจับเข้าอก มือขวาถือกระบี่ปลายชี้ต่ำไปด้านหลัง เป็นต้น

ส่วนที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 3)

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่เป็นการใช้รูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research Design) โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 1) ขั้นตอนในการวิจัย
- 2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4) การสร้างเครื่องมือ
- 5) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 6) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขั้นตอนการวิจัยกึ่งทดลอง

ขั้นตอนในการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหารายวิชากระบี่ การสร้างรูปแบบการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้คลิวิดีโอและการประเมินคุณภาพ และการนำเครื่องมือไปใช้วัดผล รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 ขั้นตอนการวิจัยกึ่งทดลอง

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชากระบี่	คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์บทเรียนวิชากระบี่และทักษะที่นำมาประยุกต์ใช้กับตัวโน้ตเต้นเพื่อเลือกทักษะที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ และสร้างเนื้อหาวิชากระบี่ที่สอดคล้องกับการใช้โน้ตเต้นในการจัดการเรียนรู้ได้ จากนั้นเมื่อได้เนื้อหาวิชากระบี่ที่ประยุกต์การเรียนรู้ผ่านโน้ตเต้นแล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ต่อไป
2. การสร้างรูปแบบการเสริม ประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ คลิวิดีโอและการประเมิน คุณภาพ	คณะผู้วิจัยนำทักษะการรำกระบี่ที่ผ่านการวิเคราะห์ มาสร้างโน้ตเต้นและนำไปจัดทำคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ แล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเหมาะสมต่อไป
3. การนำเครื่องมือไปใช้วัดผล	คณะผู้วิจัยนำคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ไปใช้ในการอบรมนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง จากนั้นทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ 2 วิธี คือ แบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น และทดสอบการแสดงการรำกระบี่ผ่านการอ่านโน้ตเต้น

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์ที่เตรียมตัวในการเข้าฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 45 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย คู่มือการสอนโน้ตเต้น แบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น และ ทดสอบการแสดงการรำกระบี่ผ่านการอ่านโน้ตเต้น

ตาราง 5 ส่วนประกอบในเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนประกอบ	รายละเอียด
ส่วนที่ 1 คู่มือการสอนโน้ตเต้น	1) โน้ตเต้นและวิธีการเรียนรู้โน้ตเต้นพื้นฐาน 2) โน้ตเต้นและวิธีการเรียนรู้โน้ตเต้นสำหรับทักษะไม้รำ 3) ซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากล
ส่วนที่ 2 แบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น	1) แบบทดสอบการอ่านโน้ตเต้นเฉพาะการเคลื่อนไหวแขน 2) แบบทดสอบการอ่านโน้ตเต้นเฉพาะการเคลื่อนไหวขา 3) แบบทดสอบการอ่านโน้ตเต้นทักษะไม้รำ
ส่วนที่ 3 แบบทดสอบการแสดงโน้ตเต้นทักษะไม้รำ	ทักษะไม้รำที่ 4 ตั้งศอก

การสร้างเครื่องมือ

คณะผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชากระบี่ โดยใช้เนื้อหาของรายวิชากระบี่ ตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ
- 2) สร้างคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ โดยศึกษาเฉพาะทักษะการรำกระบี่ โดยคณะผู้วิจัยได้เลือกทักษะพื้นฐานการรำ 12 ไม้รำ
- 3) สร้างแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น โดยการสังเคราะห์ทักษะการใช้โน้ตเต้น โดยคณะผู้วิจัยได้ดัดแปลงให้เข้ากับงานวิจัยและเลือกแบบทดสอบที่เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ
- 4) ตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ และแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ

การออกแบบคู่มือการสอนโน้ตเต้นให้สอดคล้องกับแนวทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซึม (เจทิพย์ ณ สงขลา, 2550) ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้นำไปปฏิบัติต่อ และหาวิธีการแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ด้วยตนเองโดยมีการสนับสนุนจากสิ่งแวดล้อม เช่น บรรยากาศในการเรียน เพื่อนร่วมชั้น ที่จะส่งผลให้เกิดความท้าทายความคิดความสามารถของผู้เรียน เช่นเดียวกับแนวคิดของ กาเย่ (Gagne) ซึ่งได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้นตอน ประกอบไปด้วย การสร้างแรงจูงใจในการเรียน การใช้ความคาดหวังของผู้เรียน เป็นการตั้งเป้าหมาย การสร้างความจำของผู้เรียน ความสามารถในการจดจำของผู้เรียน ความสามารถในการระลึกหรือเรียกความทรงจำเพื่อนำมาใช้ของผู้เรียน การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ การแสดงทักษะที่ได้เรียนรู้ และการให้ผลย้อนกลับการเรียนรู้ของผู้เรียน

ตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนที่สอดคล้องกับแนวคิดที่ได้กล่าวไว้ เช่น การแก้ไขปัญหาในการฝึกฝนทักษะ เมื่อนิสิตได้ฝึกทักษะหรือได้รับมอบหมายงาน นำไปฝึกปฏิบัติให้ตามที่ตนเองได้ตั้งเป้าหมายเอาไว้ ในระหว่างการฝึกฝนนิสิตจำเป็นต้องสังเกตและเรียนรู้จากเพื่อนร่วมกลุ่มว่าควรจะทำหรือแก้ไขทักษะนั้นอย่างไร เพื่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียน

การตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ และแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น คณะผู้วิจัยได้กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ โดยคณะผู้วิจัยทำการกำหนดรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้วยการกำหนดคุณสมบัติโดยแบ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลศึกษา จำนวน 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านโน้ตเต้น จำนวน 1 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ด้านกระบี่ 1 ท่าน ซึ่งมีรายละเอียดในการกำหนดคุณสมบัติดังนี้

- 1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลศึกษา จำนวน 1 ท่าน เป็นนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาพลศึกษา โดยมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือ ดำรงตำแหน่งทางวิชาการรองศาสตราจารย์
- 2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านโน้ตเต้น จำนวน 1 ท่าน เป็นนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญในโน้ตเต้น โดยมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก หรือ ดำรงตำแหน่งทางวิชาการรองศาสตราจารย์
- 3) ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชากระบี่ จำนวน 1 ท่าน เป็นนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญในสอนวิชากระบี่ โดยมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี หรือ มีประสบการณ์ประสบการณ์การสอนวิชากระบี่ไม่น้อยกว่า 5 ปี

การหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้พิจารณาและประเมิน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) โดยนำคู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ และแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้นที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 อันดับคะแนน คือ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และไม่เห็นด้วย แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) จัดอบรมเชิงปฏิบัติการนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง โดยคณะผู้วิจัย และใช้คู่มือการสอนโน้ตเต้นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่
- 2) ปฐมนิเทศก่อนการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเตรียมความพร้อมของกลุ่มทดลอง โดยการอบรมจะมีการทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้นก่อนและหลังการอบรมในทุกสัปดาห์ และทดสอบโดยการแสดงการรำผ่านการอ่านตัวโน้ต ในช่วงท้ายของการอบรมในทุกครั้ง โดยคณะผู้วิจัย
- 3) ทดสอบวัดผลลัพธ์การเรียนรู้โน้ตเต้นผ่านท่าทางการรำกระบี่โดยใช้แบบทดสอบทักษะการอ่านตัวโน้ต และการแสดงทักษะผ่านการรำไม้รำกระบี่ เมื่ออบรมครบ 4 สัปดาห์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดผลลัพธ์การเรียนรู้มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2010
ได้แก่

- 1) วัดค่าสถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- 2) ทดสอบว่าข้อมูลนั้นเป็นการแจกแจงปกติหรือไม่ เพื่อเลือกใช้วิธีในการประเมินค่าพารามิเตอร์ในประชากร โดยการใช้การทดสอบ t-test
- 3) ทดสอบสมมติฐานและสรุปผลจากค่าทางสถิติ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- 4) เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตารางและความเรียง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รายงานผลการวิจัยทั้ง 3 ส่วนการดำเนินงาน ได้แก่ 1) การวิจัยเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ 2) การวิจัยเพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ ท่ารำกระบี่ด้วยตนเอง โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้จดจำโน้ตเต้นและท่าทางการเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และ 3) การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่

ส่วนที่ 1 ผลวิจัยของซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นพื้นฐานจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์อย่างอัตโนมัติ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 1)

วัตถุประสงค์ของการประเมินจากผู้ใช้นี้เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องมือที่นำเสนอและความสามารถในการใช้งานจากผู้ใช้ที่อยู่ในวงการนาฏศิลป์ คณะผู้วิจัยได้ใช้การประเมินผล 2 แบบ ดังนี้

- 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญนาฏศิลป์
- 2) นักศึกษาในโรงเรียนสอนนาฏศิลป์

การประเมินผลแบบแรกใช้กับผู้เชี่ยวชาญนาฏศิลป์ อาสาสมัครทั้งหมด 5 ราย มี 4 รายเป็นสมาชิกของ International Council of Kinetography Laban (ICKL) เข้าร่วมการประเมินดังแสดงในตารางที่ 6 ICKL ก่อตั้งขึ้นในประเทศอังกฤษในปี 1959 และสมาชิกที่ฝึกกระบวนการเคลื่อนไหวและระบบการบันทึกการเคลื่อนไหวของร่างกาย (dance notation) เป็นที่รู้จักกันว่าเป็น Kinetography Laban หรือ Labanotation

การประเมินแบบที่สองคือการประเมินผลงานตามงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียนเต้นรำจากมหาวิทยาลัย Ochanomizu ซึ่งได้เข้าศึกษาในหลักสูตร Labanotation ในชั้นเรียนเต้นรำ นักเรียน 5 จาก 19 คน เคยเรียนเรื่องโน้ตเต้นมาก่อนซึ่งเป็นหลักสูตรในห้องเรียน 15 ครั้ง ใน 4 เดือน

การประเมินผลครั้งแรกดำเนินการภายในขอบเขตของความเป็นประโยชน์ของระบบและความถูกต้องของโน้ตเต้นที่สร้างขึ้นมา การประเมินผลครั้งแรกมีวิธีการดังต่อไปนี้ 1) การแนะนำซอฟต์แวร์ 2) การเลือกคีย์เฟรมและ 3) การตรวจสอบความถูกต้องของโน้ตเต้น ที่สร้างขึ้นเทียบกับการเคลื่อนไหวแบบเดิม ชุดข้อมูลในการทดลองนี้ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวพื้นฐานของขาและแขนทั้งหมดที่มีการจัดทำไว้ก่อนแล้ว และได้มาจาก Kinect

ตาราง 6 ผู้เข้าร่วมในการประเมินแบบที่ 1

ผู้เข้าร่วม	ความรู้ด้านโน้ตเต้น	อาชีพ
คนที่ 1	มากกว่า 20 ปี	นักวิจัยนาฏศิลป์ (ครูสอนเต้นรำ เกษียณแล้ว)
คนที่ 2	10-20 ปี	นักวิจัยนาฏศิลป์
คนที่ 3	5-10 ปี	นักวิจัยนาฏศิลป์
คนที่ 4	น้อยกว่า 5 ปี	นักออกแบบท่าเต้น นักเต้น นักวิจัยนาฏศิลป์ นักศึกษาปริญญาโทนาฏศิลป์
คนที่ 5	น้อยกว่า 5 ปี	นักเต้น นักวิจัยนาฏศิลป์ นักศึกษาปริญญาโทนาฏศิลป์

หลังจากทำทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์แล้ว อาสาสมัครทุกคนกรอกแบบสอบถาม ส่วนแรกของแบบสอบถามประกอบด้วยคำถาม 5 คำถามประเมินความเห็นแบบห้าระดับ คือระดับ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง และระดับ 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง ในส่วนที่สองของแบบสอบถาม อาสาสมัครเขียนความคิดเห็นว่าระบบจะมีประโยชน์กับใครบ้าง ส่วนสุดท้าย อาสาสมัครสามารถเขียนความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อคณะผู้วิจัยสามารถนำไปปรับปรุงการทำงานต่อไป ในระหว่างการประเมินกิจกรรมทั้งหมดของผู้ใช้มีการสังเกตและบันทึกไว้เพื่อการอภิปรายผลและการวิเคราะห์ต่อไป

ตาราง 7 คะแนนเฉลี่ยจากแบบสอบถามภายหลังกิจกรรม

คำถาม	คะแนนเฉลี่ย
1. ซอฟต์แวร์นี้ใช้งานง่าย	4.00
2. ระบบนี้ช่วยฉันเขียนโน้ตเต้นได้	4.75
3. ระบบนี้มีความเร็วในการตอบสนองดี	4.80
4. ฉันพอใจกับความแม่นยำของผลที่ได้	4.00
5. การใช้ซอฟต์แวร์นี้เป็นที่น่าพอใจ	4.25

คำถามที่ใช้ในแบบสอบถามและผลที่ได้จากการประเมินแสดงอยู่ในตารางที่ 7 โดยเฉลี่ยแล้วผู้ใช้ทุกคนเห็นพ้องกันว่า ซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ ใช้งานง่ายและมีความเร็วในการตอบสนองที่ดี

ในส่วนที่สองของแบบสอบถาม อาสาสมัครมีความเห็นส่วนตัวอย่างไร “ผู้ที่จะได้รับประโยชน์จากซอฟต์แวร์สร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติควรเป็นใคร” ผลที่ได้มีดังนี้

- อาสาสมัครทุกคน เห็นว่านักเต้นมือใหม่จะได้รับประโยชน์
- อาสาสมัคร 3 คน บอกว่านักเต้นที่มีประสบการณ์จะได้รับประโยชน์
- อาสาสมัคร 3 คน บอกว่าครูสอนเต้นรำจะได้รับประโยชน์
- อาสาสมัคร 3 คน บอกว่านักออกแบบท่าเต้นจะได้รับประโยชน์

ตาราง 8 ผลการตอบรับจากอาสาสมัครที่มีการแบ่งกลุ่ม

ความคิดเห็นเชิงบวก	ความคิดเห็นเชิงลบ
(+) ระบบง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน	(-) มีข้อจำกัดในการรองรับนักเต้นเดี่ยว
(+) มีประโยชน์ในการช่วยประหยัดเวลาในการเขียนโน้ตเต้น	(-) ไม่สามารถใช้งานกับการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนได้ เช่น การบิดตัว การหมุนตัวหรือการไถลตัว

ในส่วนสุดท้ายของแบบสอบถาม อาสาสมัครได้รับการสนับสนุนให้เขียนความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม คณะผู้วิจัยแบ่งกลุ่มความคิดเห็นของอาสาสมัครออกเป็นเชิงบวกและเชิงลบดังแสดงในตารางที่ 8

สำหรับ คำถามที่ 2 และ 3 ที่ว่า "ระบบนี้ช่วยฉันเขียนโน้ตเต้นได้" และ "ระบบนี้มีความเร็วในการตอบสนองดี" ได้รับคะแนนเฉลี่ยที่สูงมาก ผลที่ได้นี้เป็นกำลังใจให้กับคณะผู้วิจัยว่าซอฟต์แวร์นี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการช่วยประหยัดเวลาในการเขียนโน้ตเต้น

สำหรับคำถามที่ 1 และ 4 ที่ว่า "ซอฟต์แวร์นี้ใช้งานง่าย" และ "ฉันพอใจกับความแม่นยำของผลที่ได้" ได้รับคะแนนเฉลี่ยเหมือนกัน แต่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดของคำถามที่ 2 และ 3 มาก จากการวิเคราะห์การบันทึกขณะผู้ทำกิจกรรม คณะผู้วิจัยพบว่าอาสาสมัครใช้เวลาในการเลือกคีย์เฟรมอย่างระมัดระวัง ซึ่งขั้นตอนนี้อาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากกับผู้ใช้งาน ระบบของเราจะมีการเลือกคีย์เฟรมแบบอัตโนมัติเป็นทางออกสำหรับปัญหานี้ แต่อาสาสมัครบางคนยังต้องการแก้ไขชุดของคีย์เฟรมเอง เพื่อให้ได้โน้ตตามที่ตนเองต้องการ

ในส่วนของคำถามที่ 4 อาสาสมัครมีความพึงพอใจในความแม่นยำของผลที่ได้ แต่คะแนนเฉลี่ยไม่สูงซึ่งเป็นเพราะว่าระบบยอมให้ผู้ใช้งานเลือกชุดของคีย์เฟรมด้วยตัวเองได้ ดังนั้นโน้ตที่สร้างขึ้นอาจแตกต่างกันไป ถ้าชุดของคีย์เฟรมไม่เหมือนกัน ความแม่นยำก็ขึ้นอยู่กับคีย์เฟรมที่เลือกมา นอกจากนี้ อาสาสมัครเขียนคำแนะนำเพิ่มเติม ระบบควรรองรับสัญลักษณ์ Labanotation ที่มากกว่านี้ และการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนได้

การประเมินผลแบบที่สองดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เดียวกันกับการประเมินผลแบบแรก แต่เป็นสำหรับมือใหม่ การประเมินมีการออกแบบและดำเนินการด้วยการมีกิจกรรมให้ผู้ใช้งานทำ ทั้งหมดมี 3 กิจกรรมที่มีคำแนะนำและคำถามดังแสดงในตารางที่ 9 จากผลที่ได้เราพบว่าอาสาสมัครที่มีความมั่นใจมาก (> 70%) ในการเขียนโน้ตเต้น จากการเคลื่อนไหวที่กำหนดให้ ตัดสินใจที่จะใช้ซอฟต์แวร์ในการสร้างโน้ตเท่านั้น แล้วยังมีการตรวจสอบความถูกต้องของโน้ตที่สร้างขึ้นมากกว่า 90% และมีความประทับใจกับคุณภาพของมัน อาสาสมัครส่วนใหญ่เห็นพ้องกันว่า การเคลื่อนไหวที่ใช้ในงานที่ได้รับมาส่วนใหญ่พวกเขาเรียนรู้มาแล้วจากหลักสูตร Labanotation (70% -90%) อาสาสมัครทุกคนพยายามที่จะประเมินเวลาที่ใช้ในการเขียนโน้ตซึ่งแตกต่างกันไป มีตั้งแต่ 30 นาทีถึง 1 วัน ทุกคนตัดสินใจที่จะใช้ซอฟต์แวร์แต่มีวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น ใช้หลังหรือก่อนที่จะเขียนโน้ตด้วยตัวเอง หรือใช้ซอฟต์แวร์เพียงอย่างเดียว อาสาสมัครส่วนใหญ่มีความประทับใจคุณภาพของโน้ตที่สร้างขึ้นมาและให้คะแนนความถูกต้องอยู่ระหว่าง 70% -90%

ตาราง 9 กิจกรรมและคำถามในการประเมินผลจากผู้ใช้งานแบบที่สอง

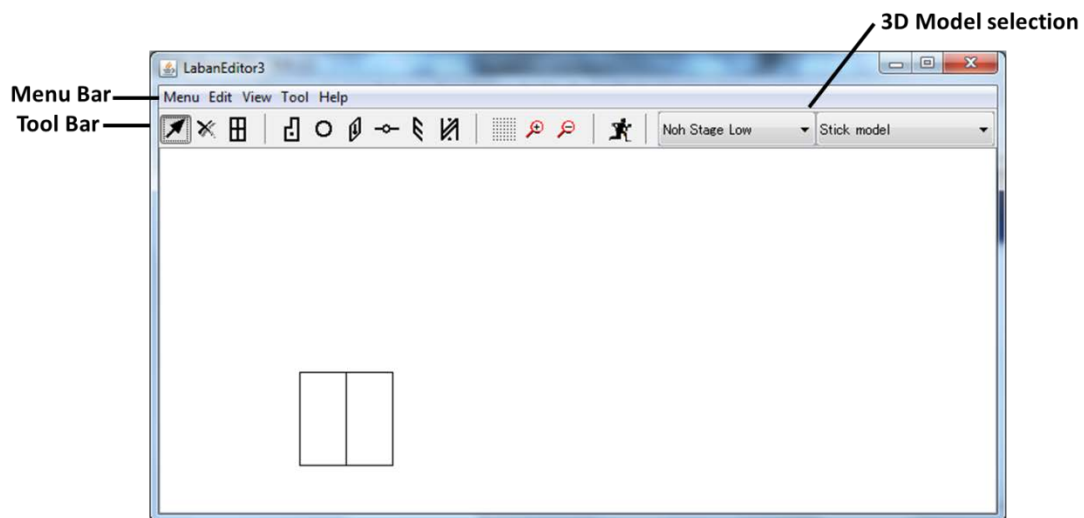
กิจกรรม 1	ตรวจวัดทักษะ Labanotation ของคุณขณะดูภาพเคลื่อนไหวในวิดีโอ คำถาม 1.1 ภาพที่คุณได้ชมไปมีการเคลื่อนไหวที่คุณได้เรียนมาหมดแล้วหรือไม่? 1.2 จากประสบการณ์ของคุณแล้ว คุณมีความมั่นใจในการเขียนโน้ต Labanotation จากการเคลื่อนไหวมากแค่ไหน? 1.3 ถ้าคุณได้รับมอบหมายให้เขียนโน้ต Labanotation คุณจะใช้เวลาานแค่ไหนในการเขียนโน้ตการเคลื่อนไหวนั้น?
กิจกรรม 2	ประเมินความมีประโยชน์และประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์หลังจากได้ดูตัวอย่างการใช้ซอฟต์แวร์ในการสร้างโน้ต Labanotation จากการเคลื่อนไหวโดยอัตโนมัติ คำถาม 2.1 สมมติว่าคุณสามารถเขียนโน้ต Labanotation ได้จากการเคลื่อนไหว คุณจะให้คะแนนความเหมือนของโน้ตที่คุณเขียนขึ้น กับที่ซอฟต์แวร์สร้างขึ้นอย่างไร? 2.2 ในความคิดเห็นของคุณ วิธีใดที่คุณชอบในการใช้ซอฟต์แวร์มากกว่า?
กิจกรรม 3	ตรวจความถูกต้องของโน้ตที่สร้างจากการเคลื่อนไหว คำถาม 3.1 คุณให้คะแนนความถูกต้องของโน้ตที่สร้างจากซอฟต์แวร์อย่างไร

ส่วนที่ 2 ผลวิจัยของซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสากลของทำรำกระบี่ด้วยตนเอง (ตามวัตถุประสงค์ที่ 2)

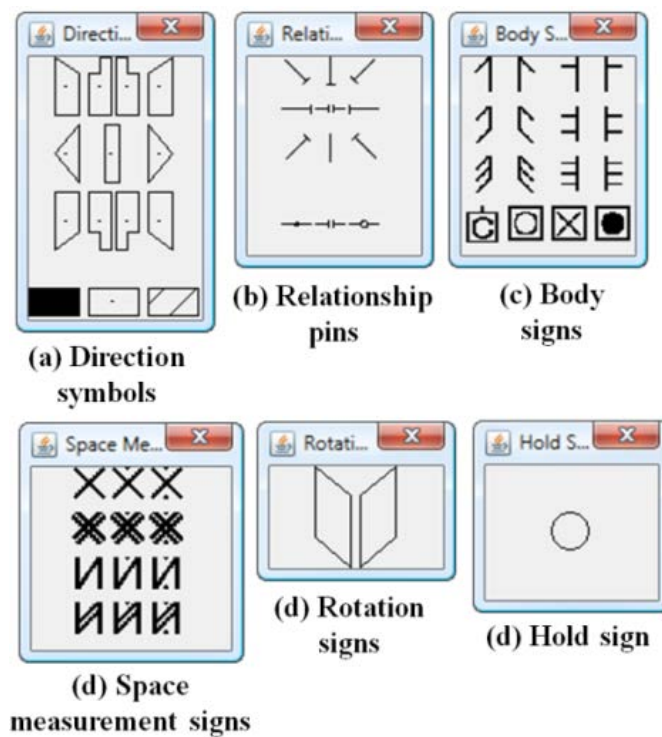
ซอฟต์แวร์นี้ออกแบบเหมาะสำหรับการนำไปใช้กับศิลปะการแสดงและการเต้นรำต่างๆ โดยผู้พัฒนาสามารถต่อยอดด้วยการป้อนไฟล์ข้อมูลเฉพาะ ได้แก่

- 1) นิยามข้อมูลใช้กำกับโน้ตการเต้น (LabanXML and LND file) ซึ่งผู้พัฒนาสามารถนำซอฟต์แวร์นี้ไปใช้กับศิลปะอื่นๆ โดยสร้างไฟล์ LabanXML และ LND file เฉพาะในสไตล์การเต้นรำที่ต้องการ
- 2) เทมเพลตโมชัน (Template file) ทำหน้าที่ระบุท่าทางการเคลื่อนไหวที่เฉพาะ เนื่องจากสัญลักษณ์ของโน้ตนั้นเป็นง่าย สัญลักษณ์แต่ละตัวไม่สามารถระบุท่าเคลื่อนไหวที่เจาะจงได้ จึงจำเป็นต้องใช้เทมเพลตโมชันในการระบุท่าเคลื่อนไหว

เมนูการใช้งานที่มีในซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้นในส่วนอินเทอร์เฟซของซอฟต์แวร์ แบ่งเป็น Menu Bar และ Tool Bar (แสดงในรูปที่ 26-27) โดยสองส่วนนี้มีฟังก์ชันการทำงานดังแสดงในตารางที่ 10



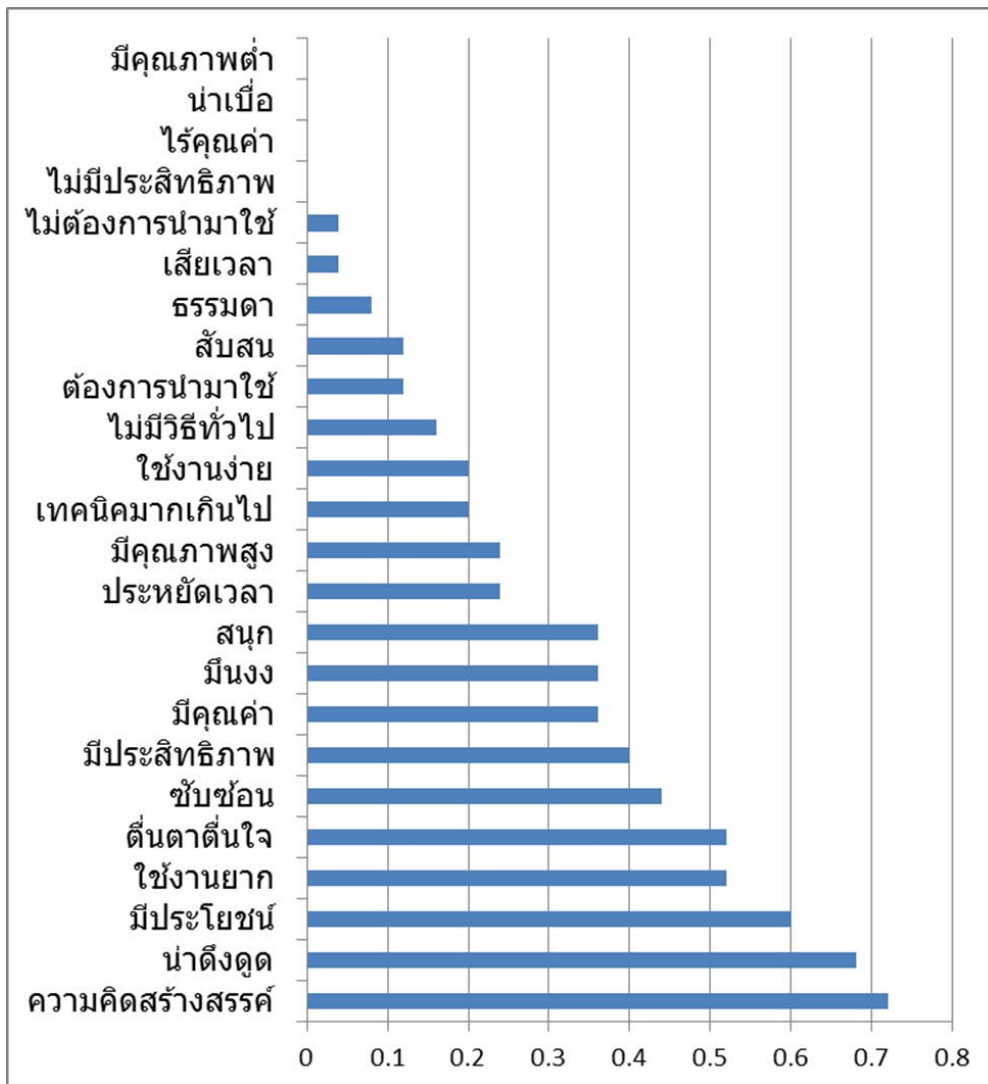
รูป 26 ฟังก์ชันการใช้งานในซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น



รูป 27 เมนูสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการเขียนโน้ตลาบาน

ตาราง 10 เมนูและคำอธิบายในซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น

กลุ่มฟังก์ชัน	เมนู	เมนูย่อย	คำอธิบาย
Menu Bar	Menu	New Open Save Save as... Print Export Keyframe Exit	ชุดคำสั่งพื้นฐานในการเปิดปิดไฟล์ เซฟไฟล์ และพิมพ์
	Edit	Cursor position Delete score Create score Add direction sign Add pause sign Add rotation sign Add body sign Add bent sign	ชุดคำสั่งในการสร้างโน้ตการเต้นซึ่งมีหน้าต่าง pop-up ขึ้นมาตามภาพที่ ข.10
	View	Zoom in Zoom out Option... Model Position Animate	ชุดคำสั่งในการจัดการมุมมองขณะเล่นแอนิเมชัน
	Tool	-	ชุดคำสั่งในการประพันธ์ท่าเต้น
	Help	Manual	เอกสารประกอบคำอธิบายซอฟต์แวร์
Tool Bar		Cursor position	ตำแหน่งปัจจุบัน
		Delete score	ลบโน้ต
		Create score	สร้างโน้ต
		Edit score	แก้ไขโน้ต รายละเอียดแต่ละปุ่มตามภาพที่ ข.10
		Grid	กริด
		Zoom-in Zoom-Out	ซูมเข้าและซูมออก
		Animate	แสดงแอนิเมชัน



รูป 28 กราฟแสดงความถี่ของเองเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้ไนต์เต้นสากก่อนอบรม

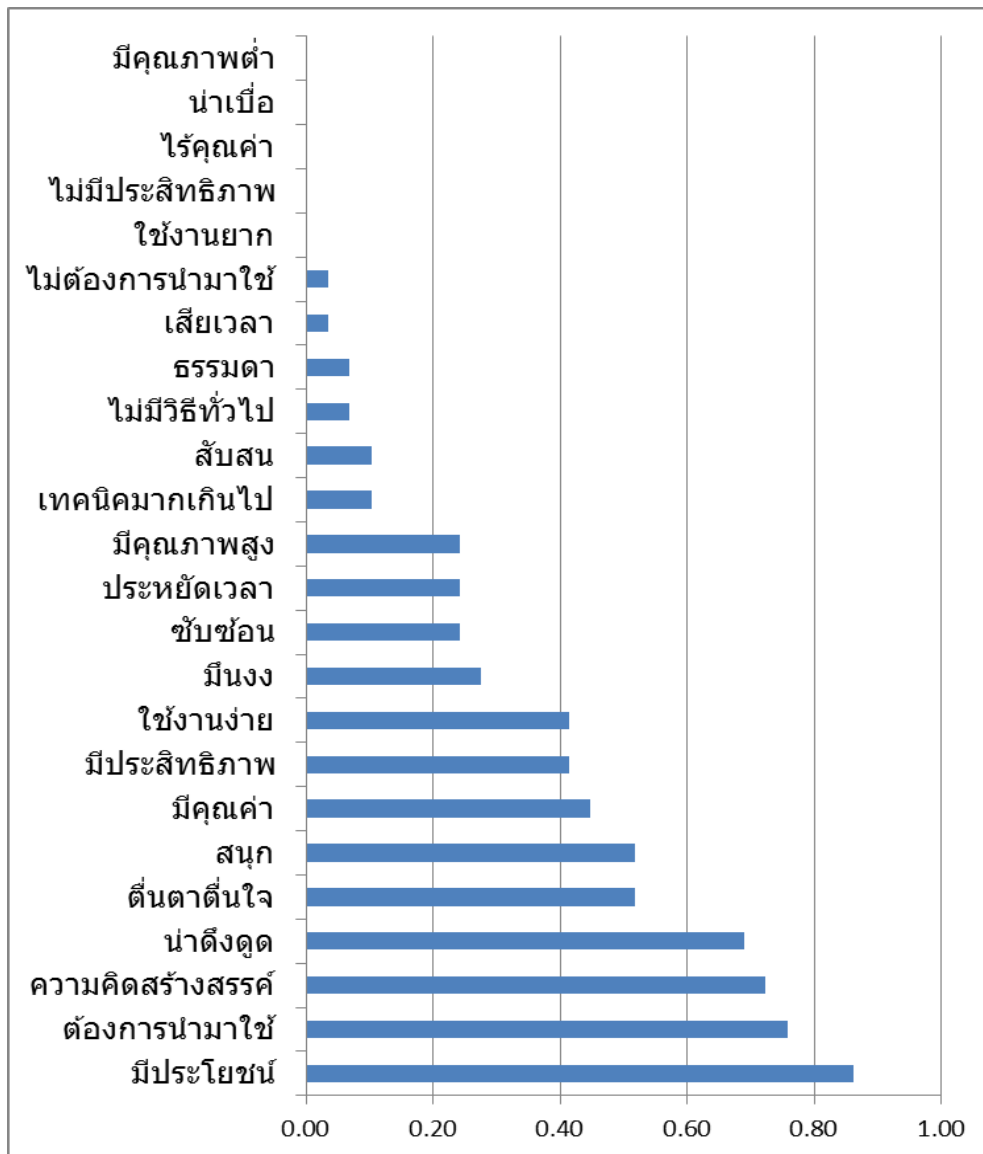
เจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้ไนต์เต้นสากก่อนและหลังการอบรม ซึ่งมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 25 คน สำหรับก่อนการอบรม และจำนวน 29 คน สำหรับหลังการอบรม ทั้งหมดเป็นนิสิตชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (รูปที่ 27-28 และตารางที่ 11)

คณะผู้วิจัยบรรยายแนะนำการเรียนรู้ไนต์เต้นเพื่อพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ศิลปะการเต้น โดยใช้ PPT และมีคลิปวิดีโอแนะนำซอฟต์แวร์การเรียนรู้ไนต์เต้นสาก ระยะเวลาในการบรรยาย 40 นาที หลังจากนั้นแจกแบบสอบถามในลักษณะให้นิสิตเลือกค่าที่ตรงกับซอฟต์แวร์ในเจตคติของตนเอง

ค่าที่เลือก 3 ลำดับแรกมีดังนี้ (ตามรูปที่ 28)

- 1) ซอฟต์แวร์นี้ “ความคิดสร้างสรรค์” นิสิตเลือกค่านี้นคิดเป็นร้อยละ 72
- 2) ซอฟต์แวร์นี้ “น่าดึงดูด” นิสิตเลือกค่านี้นคิดเป็นร้อยละ 68
- 3) ซอฟต์แวร์นี้ “มีประโยชน์” นิสิตเลือกค่านี้นคิดเป็นร้อยละ 60

ทั้งสามลำดับแรกเป็นคำในเชิงบวกซึ่งนิสิตมีเจตคติที่ดีต่อซอฟต์แวร์นี้ (ตามรูปที่ 28) อย่างไรก็ตามปรากฏคำในเชิงลบ เช่น “ใช้งานยาก” และ “ซับซ้อน” เป็นลำดับที่ 4 และ 6 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 52 และ 44 ตามลำดับ



รูป 29 กราฟแสดงความถี่ของเองเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเด่นสากลหลังการอบรม

หลังจากนิสิตได้เข้าอบรมการเรียนรู้โน้ตเด่นสากลจนครบ 4 สัปดาห์ (โดยเฉลี่ยนักศึกษาเข้ารับการอบรมประมาณ 3 ครั้ง) คณะผู้วิจัยบรรยายเรื่องโน้ตเด่นสากล โดยใช้ PPT และใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเด่นสากลแสดงแอนิเมชันควบคู่กับตัวโน้ต พร้อมทั้งให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติในห้องเรียน รวมระยะเวลาในการบรรยาย 120 นาที ดังนั้นรวมระยะเวลาในการอบรม 8 ชั่วโมง

คำที่เลือก 3 ลำดับแรกมีดังนี้ (ตามรูปที่ 29)

- 1) ซอฟต์แวร์นี้ “มีประโยชน์” นิสิตเลือกคำนี้คิดเป็นร้อยละ 86
- 2) ซอฟต์แวร์นี้ “ต้องการนำมาใช้” นิสิตเลือกคำนี้คิดเป็นร้อยละ 76
- 3) ซอฟต์แวร์นี้ “ความคิดสร้างสรรค์” นิสิตเลือกคำนี้คิดเป็นร้อยละ 72

ผลลัพธ์ที่ได้สำหรับเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อโน้ตเต้นพบว่า 10 ลำดับแรก (ตามรูปที่ 29) เป็นคำต่อไปนี้ “มีประโยชน์”, “ต้องการนำมาใช้”, “ความคิดสร้างสรรค์”, “น่าดึงดูด”, “ตื่นตา ตื่นใจ”, “สนุก”, “มีคุณค่า”, “มีประสิทธิภาพ”, “ใช้งานง่าย”, และ “มีนง” ซึ่งใน 9 ลำดับแรกปรากฏคำในเชิงบวกทั้งหมด แต่ลำดับที่ 10 เป็นคำในเชิงลบ “มีนง”

คำในเชิงลบที่ปรากฏว่ามีผู้เรียนเลือกไว้ (ตามรูปที่ 29) มีดังนี้ “มีนง”, “ซับซ้อน”, “เทคนิคมากเกินไป”, “สับสน”, “ไม่มีวิธีทั่วไป”, “เสียเวลา”, และ “ไม่ต้องการนำมาใช้” คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.6

ตาราง 11 การเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสาวกก่อนและหลังการอบรม

ก่อนการอบรม			หลังการอบรม		
คำที่เลือก	ค่าเฉลี่ย	จำนวน	คำที่เลือก	ค่าเฉลี่ย	จำนวน
ความคิดสร้างสรรค์	0.72	18	มีประโยชน์	0.86	25
น่าดึงดูด	0.68	17	ต้องการนำมาใช้	0.76	22
มีประโยชน์	0.6	15	ความคิดสร้างสรรค์	0.72	21
ใช้งานยาก	0.52	13	น่าดึงดูด	0.69	20
ตื่นตาตื่นใจ	0.52	13	ตื่นตาตื่นใจ	0.52	15
ซับซ้อน	0.44	11	สนุก	0.52	15
มีประสิทธิภาพ	0.4	10	มีคุณค่า	0.45	13
มีคุณค่า	0.36	9	มีประสิทธิภาพ	0.41	12
มีนง	0.36	9	ใช้งานง่าย	0.41	12
สนุก	0.36	9	มีนง	0.28	8
ประหยัดเวลา	0.24	6	ซับซ้อน	0.24	7
มีคุณภาพสูง	0.24	6	ประหยัดเวลา	0.24	7
เทคนิคมากเกินไป	0.2	5	มีคุณภาพสูง	0.24	7
ใช้งานง่าย	0.2	5	เทคนิคมากเกินไป	0.10	3
ไม่มีวิธีทั่วไป	0.16	4	สับสน	0.10	3
ต้องการนำมาใช้	0.12	3	ไม่มีวิธีทั่วไป	0.07	2
สับสน	0.12	3	ธรรมดา	0.07	2
ธรรมดา	0.08	2	เสียเวลา	0.03	1
เสียเวลา	0.04	1	ไม่ต้องการนำมาใช้	0.03	1
ไม่ต้องการนำมาใช้	0.04	1	ใช้งานยาก	0.00	0
ไม่มีประสิทธิภาพ	0	0	ไม่มีประสิทธิภาพ	0.00	0
ไร้คุณค่า	0	0	ไร้คุณค่า	0.00	0
น่าเบื่อ	0	0	น่าเบื่อ	0.00	0
มีคุณภาพต่ำ	0	0	มีคุณภาพต่ำ	0.00	0

เพื่อให้เห็นภาพชัดขึ้น ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อซอฟต์แวร์การเรียนรู้โน้ตเต้นสาวกก่อนและหลังการอบรม การที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มีเจตคติในทางบวกต่อซอฟต์แวร์หลังเข้ารับการอบรม เนื่องจากผู้เรียนมีความเห็นถึงประโยชน์ของซอฟต์แวร์นี้ สำหรับผู้เรียนที่ยังคงมีเจตคติในทางลบ เพราะความยากของระบบโน้ตเต้น ถึงแม้ว่าจะมีซอฟต์แวร์เข้ามาช่วยแต่ก็ยังไม่สามารถเปลี่ยนเจตคติที่มีต่อโน้ตเต้นได้

ส่วนที่ 3 ผลวิจัยของการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเด่น สากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ (ตามวัตถุประสงค์ที่ 3)

คณะผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน พร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบ ตารางและความเรียงดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การหาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (Index of Congruence : IOC)
- ขั้นตอนที่ 2 วัดค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของผลลัพธ์การเรียนรู้โน้ตเด่นผ่านทักษะการรำกระบี่สรุปผลจากค่าทางสถิติ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- ขั้นตอนที่ 3 ประเมินท่าไม้รำจากคลิปวิดีโอในเชิงคุณภาพ และสัมภาษณ์ผู้เรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือในด้านความตรงตามเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อคู่มือการสอนโน้ตเด่นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่ในด้าน จุดประสงค์ของการเรียน เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วนและตรงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่จะได้รับผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นสอดคล้องว่ามีความถูกต้องเหมาะสมต่อการนำไปใช้ คู่มือการสอนโน้ตเด่นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่โดยมีค่าร้อยละของการเห็นด้วยเท่ากับ 100.00 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ดังแสดงในตารางที่ 12)

ตาราง 12 ค่าร้อยละและค่าดัชนีความสอดคล้องของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้าน ความสอดคล้องของคู่มือการสอนโน้ตเด่นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่

รายการความคิดเห็นต่อคู่มือการสอนโน้ตเด่นโดยใช้ทักษะการรำกระบี่	ค่าร้อยละของการเห็นด้วย (ร้อยละ)	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
1. มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	100	1.0
2. มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	100	1.0
3. มีความสอดคล้องเหมาะสมครอบคลุมเนื้อหา	100	1.0
4. มีความเหมาะสมต่อผลลัพธ์การเรียนรู้	100	1.0
ค่าเฉลี่ย	100	1.0

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเด่นในด้าน จุดประสงค์ของแบบทดสอบ ความตรงตามเนื้อหา ครอบคลุมเนื้อหาและตรงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ผู้ทรงคุณวุฒิ

มีความเห็นสอดคล้องว่ามีความถูกต้องเหมาะสมต่อการนำไปใช้วัดตัวบ่งชี้ของแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น โดยมีค่าร้อยละของการเห็นด้วยเท่ากับ 100.00 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ดังแสดงในตารางที่ 13)

**ตาราง 13 ค่าร้อยละและค่าดัชนีความสอดคล้องของผลการประเมินความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิในด้าน
ความสอดคล้องของแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น**

รายการความคิดเห็นต่อแบบทดสอบทักษะการอ่านโน้ตเต้น	ค่าร้อยละของการเห็นด้วย (ร้อยละ)	ค่าดัชนีความ สอดคล้อง (IOC)
1. มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์	100	1.0
2. มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหา	100	1.0
3. มีความสอดคล้องเหมาะสมครอบคลุมเนื้อหา	100	1.0
4. มีความเหมาะสมของวิธีการให้คะแนน	100	1.0
5. มีความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินผล	100	1.0
6. มีความเหมาะสมต่อผลลัพธ์การเรียนรู้	100	1.0
ค่าเฉลี่ย	100	1.0

ผลลัพธ์ทางการเรียนโน้ตเต้นผ่านวิชาการะบี

ตารางการเรียนการสอนโน้ตเต้นพื้นฐานสำหรับทำรำไม่ได้ออกแบบเป็น 4 คาบ (ตารางที่ 14) โดยแต่ละคาบใช้เวลา 120 นาที โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้คือเพื่อให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญและองค์ประกอบของโน้ตเต้น เข้าใจสัญลักษณ์พื้นฐานและสามารถขยับแขนตามตัวโน้ตได้ เข้าใจสัญลักษณ์การถ่ายน้ำหนัก การหมุน และการงอข้อต่อ และสามารถขยับร่างกายตามตัวโน้ตได้ เข้าใจสัญลักษณ์เฉพาะของทำรำกระบี่

เครื่องมือที่ใช้ในการสอนประกอบด้วย สไลด์การสอนในรูปแบบเพาเวอร์พอยต์ และซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากตัวโน้ตซึ่งได้จากการดำเนินงานที่ 2 การเรียนการสอนในคาบที่ 1 ใช้เฉพาะสไลด์การสอนขณะที่คาบที่ 2-4 ใช้สไลด์การสอน ควบคู่กับซอฟต์แวร์สร้างแอนิเมชันจากตัวโน้ต

สำหรับผลการเรียนรู้ตัวโน้ตตามตารางการอบรม (ตารางที่ 14) มีดังนี้ ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 147.5 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 3.83 คะแนน, คะแนนเฉลี่ยหลัง 9.49 คะแนน, ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 5.67 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ พอใช้ 8%, ดี 30% และ ดีมาก 42%

สำหรับผลการเรียนรู้ทักษะกระบี่ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ทำรำกระบี่และไม่เคยเรียน 85% ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 122.8 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 1.30 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลัง 2.9 คะแนน ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1.5 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเข้าใจตัวโน้ตของทำรำกระบี่ได้ในเกณฑ์ เขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ นักศึกษาสามารถเข้าใจท่าพื้นฐาน 67%

ตาราง 14 ตารางการเรียนรู้การสอนโน้ตเด่นพื้นฐานสำหรับทำรำไม้

คาบที่	เรื่อง	จุดประสงค์	กิจกรรมในชั้นเรียน	กิจกรรมนอกชั้นเรียน
1 (120 นาที)	ความรู้พื้นฐานของโน้ตเด่น ความเป็นมา ความหมายและ ความสำคัญ องค์ประกอบของโน้ตเด่น หลักการอ่านโน้ตเด่น	ตระหนักถึง ความสำคัญและ องค์ประกอบของโน้ต เด่น	บรรยายโดยใช้ PPT	ไม่มี
2 (120 นาที)	สัญลักษณ์ของโน้ตเด่นพื้นฐาน ทิศทางการเคลื่อนที่ ระดับการเคลื่อนที่ จังหวะการเคลื่อนไหว ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของแขน	เข้าใจสัญลักษณ์ พื้นฐานและสามารถ ขยับแขนตามตัวโน้ต ได้	บรรยายโดยใช้ ซอฟต์แวร์สร้าง แอนิเมชันจาก ตัวโน้ต (ส่วน งาน 2) นักเรียน เคลื่อนไหว ร่างกายตามตัว โน้ต	นักเรียนฝึก เขียนโน้ตการ เคลื่อนที่ของ แขนแบบง่าย
3 (120 นาที)	การถ่ายน้ำหนักของร่างกาย การหมุน การงอข้อต่อ	เข้าใจสัญลักษณ์การ ถ่ายน้ำหนัก การ หมุน และการงอข้อ ต่อ และสามารถขยับ ร่างกายตามตัวโน้ต ได้	บรรยายโดยใช้ ซอฟต์แวร์สร้าง แอนิเมชันจาก ตัวโน้ต (ส่วน งาน 2) นักเรียน เคลื่อนไหว ร่างกายตามตัว โน้ต	ครูผู้สอนให้ โน้ตเด่นเพื่อให้ นักเรียนฝึกการ ขยับร่างกาย ตามโน้ตเด่นที่ ได้รับ
4 (120 นาที)	สัญลักษณ์เฉพาะของท่ารำกระบี่ ตัวอย่างการรำตามคำศัพท์ พื้นฐานที่ใช้ในการรำกระบี่	เข้าใจสัญลักษณ์ เฉพาะของท่ารำ กระบี่	บรรยายโดยใช้ ซอฟต์แวร์สร้าง แอนิเมชันจาก ตัวโน้ต (ส่วน งาน 2) นักเรียน เคลื่อนไหว ร่างกายตามตัว โน้ต	ครูผู้สอนให้ โน้ตเด่นเพื่อให้ นักเรียนฝึกการ ขยับร่างกาย ตามโน้ตเด่น ของท่ารำกระบี่ พื้นฐาน

ผลสะท้อนความเปลี่ยนแปลงที่เป็นความก้าวหน้าของการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์ คณะผู้วิจัยใช้การประเมินที่ได้จากแบบสอบถาม แบบทดสอบ และการสังเกตของคณะผู้วิจัยในห้องเรียนของการเรียนแต่ละสัปดาห์ ดังนี้

ในสัปดาห์ที่ 1 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้คือตระหนักถึงความสำคัญและองค์ประกอบของโน้ตเต้น คณะผู้วิจัยได้ประเมินจาก 2 ส่วน

- 1) ส่วนแรก แบบสอบถาม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11 ผู้เรียนร้อยละ 60 เห็นถึงความสำคัญของตัวโน้ตและคิดว่ามีประโยชน์ (หลังอบรมทั้ง 4 สัปดาห์ พบว่ามีประโยชน์ร้อยละ 86) สำหรับผู้เรียนที่เหลือร้อยละ 40 ให้ความเห็นในด้านอื่นๆ เช่น สิ่งใหม่ ชับซ้อน และเสียเวลา เป็นต้น
- 2) ส่วนสอง การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 คน เพื่อทำช่วยกันทำแบบทดสอบและส่งตัวแทนแข่งขันการขยับส่วนของร่างกาย ผู้เรียนประมาณร้อยละ 70 เข้าใจองค์ประกอบของตัวโน้ต ซึ่งผู้เรียนแสดงออกโดยการขยับส่วนของร่างกาย เข้าใจโครงสร้างตัวโน้ตที่แบ่งเป็นสดมภ์ระหว่างร่างกายฝั่งซ้ายและฝั่งขวาได้ถูกต้อง เข้าใจโครงสร้างตัวโน้ตที่แบ่งระหว่างแขน ขา ได้ เข้าใจการกำหนดห้องดนตรีและจังหวะของตัวโน้ต

ในสัปดาห์ที่ 2 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้คือเข้าใจสัญลักษณ์พื้นฐานและสามารถขยับแขนตามตัวโน้ตได้ คณะผู้วิจัยได้ประเมินจาก 2 ส่วน

- 1) ส่วนแรก แบบทดสอบพื้นฐาน ได้แก่ สัญลักษณ์ของยกระดับแขนและขา สูง กลาง ต่ำ ทิศทางการเคลื่อนไหวของแขนและขา การทำแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 รอบ
รอบแรกให้ผู้เรียนทำหลังจากฟังบรรยาย ซึ่งผู้เรียนร้อยละ 56 สามารถทำแบบทดสอบในการเรียนสัญลักษณ์พื้นฐานได้
รอบที่สองทำแบบทดสอบหลังจากผู้เรียนใช้ซอฟต์แวร์และฝึกปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนร้อยละ 67 สามารถทำแบบทดสอบในการเรียนสัญลักษณ์พื้นฐานได้
- 2) ส่วนสอง การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 คน เพื่อทำช่วยกันทำแบบทดสอบและส่งตัวแทนแข่งขันการขยับส่วนของร่างกาย ผู้เรียนประมาณร้อยละ 70 เข้าใจสัญลักษณ์ของยกระดับแขนและขา สูง กลาง ต่ำ ทิศทางการเคลื่อนไหวของแขนและขา

ในสัปดาห์ที่ 3 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้คือเข้าใจสัญลักษณ์การถ่ายน้ำหนัก การหมุน และการงอข้อต่อ และสามารถขยับร่างกายตามตัวโน้ตได้ คณะผู้วิจัยได้ประเมินจาก 2 ส่วน

- 1) ส่วนแรก แบบทดสอบการเดินและเคลื่อนไหวตามตัวโน้ต แบ่งเป็น 3 ท่า ได้แก่ ท่าเดินพื้นฐาน ท่าเดินความยากระดับกลาง และท่าเดินซับซ้อน การทำแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 รอบ

รอบแรกให้ผู้เรียนทำหลังจากฟังบรรยาย ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบ ทำเดินพื้นฐานได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 45.83 ทำเดินความยากระดับกลางได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 16.94 และทำเดินซับซ้อนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 13.89

รอบที่สองทำแบบทดสอบหลังจากผู้เรียนใช้ซอฟต์แวร์และฝึกปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบ ทำเดินพื้นฐานได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.28 ทำเดินความยากระดับกลางได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 62.22 และทำเดินซับซ้อนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.22

- 2) ส่วนสอง การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในห้องเรียน โดยให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 คน เพื่อทำช่วยกันทำแบบทดสอบและส่งตัวแทนแข่งขันการถ่ายน้ำหนัก การหมุน และการงอข้อต่อ ผู้เรียนประมาณร้อยละ 70 เข้าใจสัญลักษณ์ของการถ่ายน้ำหนัก การหมุน และการงอข้อต่อ

ในสัปดาห์ที่ 4 วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้คือเข้าใจสัญลักษณ์เฉพาะของท่ารำกระบี่ คณะผู้วิจัยได้ประเมินจาก 2 ส่วน

- 1) ส่วนแรก แบบทดสอบท่าไม้รำพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ประกอบ เพื่อสามารถขยับร่างกายได้ตรงตามตัวโน้ตของท่าไม้รำ การทำแบบทดสอบทำหลังจากที่ได้ฟังบรรยายสัญลักษณ์เฉพาะของท่ารำกระบี่และฝึกปฏิบัติ รอบแรกให้ผู้เรียนทำหลังจากฟังบรรยาย ซึ่งผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.10 โดยผู้เรียนร้อยละ 90 ไม่เคยเรียนท่าไม้รำกระบี่มาก่อน
- 2) ส่วนสอง แสดงทักษะท่ารำกระบี่จากตัวโน้ต ซึ่งผู้เรียนจะสามารถฝึกปฏิบัติในการรำกระบี่ตามโน้ตที่ให้ จนกระทั่งผู้เรียนมั่นใจและอัดคลิปแสดงท่าไม้รำตามโน้ต (ผู้เรียนสามารถอ่านโน้ตขณะรำได้) ผู้เรียนทุกคนสามารถแสดงท่าไม้รำตามตัวโน้ตได้ แต่พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เคลื่อนไหวร่างกายช้ากว่าจังหวะเพราะต้องใช้เวลาในการอ่านตัวโน้ต และผู้เรียนบางส่วนยังไม่สามารถทรงตัวในท่ารำได้ถูกต้องสวยงาม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนโน้ตเต้น ซึ่งแนวคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่เราจะสามารถก้าวข้ามอุปสรรคนี้ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นได้ด้วยตนเอง และเครื่องมือเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างแบบเรียนโน้ตเต้นของท่าพื้นฐานได้

โครงการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 วัตถุประสงค์ ได้แก่

- 1) การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ เพื่ออาจารย์ผู้สอนสามารถนำโน้ตดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนได้
- 2) การพัฒนาเครื่องมือเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง
- 3) การประยุกต์ใช้โน้ตเต้นในการเรียนการสอนกระบี่

วัตถุประสงค์ที่ 1

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงวิธีการและเป็นการแนะนำเครื่องมือที่ช่วยนักออกแบบท่าเต้นสร้างโน้ต Labanotation ได้จากข้อมูลการบันทึกความเคลื่อนไหว องค์ประกอบที่เป็นนวัตกรรมของเครื่องมือนี้คือมีการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวร่างกายและการแบ่งนับท่าทางต่างๆ เพื่อที่จะแปลงเป็นโน้ตที่สามารถนำมาใช้กับฮาร์ดแวร์ที่ราคาไม่สูงนักได้ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการและคุณภาพของโน้ต Labanotation มีประสิทธิภาพและใช้งานได้ ด้วยการที่ Labanotation มีความละเอียดไม่มาก ผู้ใช้แต่ละคนก็อาจตีความหมายของสัญลักษณ์ต่างกันไป เครื่องมือที่นำเสนอนี้มี GUI สำหรับตั้งค่าต่างๆ ให้กับผู้ใช้ได้ทำการตั้งค่าสัญลักษณ์ได้ เช่น เกณฑ์องศาความโค้ง ทิศทางการเคลื่อนไหว และระดับในแนวตั้ง คณะผู้วิจัยมีความมั่นใจว่าเครื่องมือนี้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ต่อไป

- 1) นักเต้นมือใหม่ที่เพิ่งเริ่มเรียนรู้ Labanotation จะสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายและแปลงให้เป็น Labanotation ได้
- 2) นักเต้นที่สามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายของพวกเขาและแปลงให้เป็น Labanotation เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยจำได้
- 3) ครูสอนเต้นรำที่สามารถใช้ระบบในการจัดทำสื่อการสอนได้
- 4) นักออกแบบท่าเต้นที่สามารถใช้ระบบในการบันทึกความคิดเกี่ยวกับการออกแบบท่าเต้นสำหรับการแสดงได้

วัตถุประสงค์ที่ 2

งานวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือการเรียนการสอนโน้ตเต้นด้วยตนเอง มีฟังก์ชันการทำงานที่สำคัญเหมาะกับผู้ใช้เริ่มเรียนโน้ตเบื้องต้นดังนี้ GUI สำหรับผู้ใช้ในการสร้างโน้ตเต้น โดยใช้เมาส์ในการคลิก ลาก และขยายสัญลักษณ์โน้ตเต้น เช่นเดียวกับซอฟต์แวร์ในตลาดทั่วไป เพื่อให้ผู้ใช้สามารถคุ้นเคยกับการใช้งานซอฟต์แวร์

ได้ง่ายและรวดเร็ว ซอฟต์แวร์นี้รองรับการสร้างโน้ตเต้นสำหรับนักแสดงหนึ่งคน โดยโน้ตเต้นที่ป้อนเข้าระบบ อาจมาจากผู้ใช้เป็นผู้สร้างขึ้นเอง หรือว่าได้จากซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตอัตโนมัติ (ในวัตถุประสงค์ที่ 1)

วัตถุประสงค์ที่ 3

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองในการเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้น สากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ด้วยตนเองใน การเรียนการสอนพื้นฐานโน้ตเต้นสากลกับการแสดงศิลปะการรำกระบี่ ในชั้นเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ โดยใช้ซอฟต์แวร์การเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในภาค การศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การได้มาของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คณะผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกจากความเหมาะสมของผู้เข้ารับการอบรมโดยมีเกณฑ์การคัดนิสิตที่จะเก็บผลลัพธ์การ เรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการทดลองออกไปโดยมีเกณฑ์การคัดนักศึกษาเพื่อเก็บผลลัพธ์การเรียนรู้ไปใช้ในการ ทดลองดังนี้

- 1) เป็นนิสิตเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ที่จะต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพในภาค การศึกษาที่ 1
- 2) มีผลการทดสอบผลลัพธ์ทางการเรียนด้านทักษะกีฬาระบี่ครบทุกรายการทั้งก่อนและ หลังการทดลอง
- 3) สำหรับกลุ่มทดลองมีคลิปวิดีโอการแสดงทักษะกีฬาระบี่ที่มอบหมายครบตามจำนวน ข้อที่ระบุไว้ในแบบทดสอบผลลัพธ์การเรียนรู้

ซึ่งภายหลังการทดลองปรากฏว่ามีจำนวนนักศึกษาที่มีผลการทดลองผ่านเกณฑ์ ในกลุ่มทดลองตอน เรียนที่ 4 จำนวน 40 คน และ ในกลุ่มควบคุมตอนเรียนที่ 6 จำนวน 34 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้วิชาการระบี่โดยใช้สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 แผนการจัดประสบการณ์การ เรียนรู้ ส่วนที่ 2 แบบวัดผลการเรียนรู้วิชาการระบี่ ประกอบด้วยแบบทดสอบทักษะกีฬาระบี่ 4 รายการ

คณะผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ โดยสร้างแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ วิชาการระบี่ สร้างแบบวัดผลลัพธ์ทางการเรียนในวิชาการระบี่ วิเคราะห์ลักษณะและรูปแบบของคลิปวิดีโอที่จำเป็น ต่อการเรียนรู้เพื่อให้ผลย้อนกลับ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชา การระบี่

คณะผู้วิจัยได้กำหนดผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ โดยคณะผู้วิจัยทำการกำหนดรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญด้วยการกำหนดคุณสมบัติโดยแบ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลศึกษา ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและ การประเมินผลทางพลศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาการระบี่ รวม 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและประเมินคุณภาพเครื่องมือที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้การหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC)

จากนั้นนำดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมานำข้อมูลที่ได้จากการวัดผลลัพธ์ ทางการเรียนโดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าพารามิเตอร์(t-test) ทดสอบสมมติฐานและสรุปผลจากค่าทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2013

สำหรับผลการเรียนรู้ตัวโน้ต มีดังนี้ ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 147.5 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 3.83 คะแนน, คะแนนเฉลี่ยหลัง 9.49 คะแนน, ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 5.67 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ พอใช้ 8%, ดี 30% และ ดีมาก 42%

สำหรับผลการเรียนรู้ทักษะกระบี่ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ทำรำกระบี่และไม่เคยเรียน 85% ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 122.8 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 1.30 คะแนน, คะแนนเฉลี่ยหลัง 2.9 คะแนน, ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1.5 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเข้าใจตัวโน้ตของทำรำกระบี่ได้ในเกณฑ์ เขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ นักศึกษาสามารถเข้าใจท่าพื้นฐาน 67%

ข้อเสนอแนะ

ซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตต้นจากข้อมูลโมชันแคปเจอร์เวอร์ชันปัจจุบันระบบการจัดการสัญลักษณ์ Labanotation ได้ซึ่งครอบคลุมการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานหลายท่า แต่ในความเป็นจริง Labanotation นั้นเต็มไปด้วยสัญลักษณ์มากมายและสัญลักษณ์ใหม่ๆ ได้มีการนำมาใช้อย่างต่อเนื่อง การสนับสนุนให้มีสัญลักษณ์มากขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับเวลาและความใส่ใจในรายละเอียด สำหรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัยต่อเนื่องนี้มีทิศทางในการวิจัย 2 ทิศทาง ดังนี้

- 1) การขยายระบบให้รองรับสัญลักษณ์ Labanotation ได้มากขึ้น และจัดทำการประเมินอย่างละเอียดในระดับที่กว้างขึ้น
- 2) การประยุกต์ใช้ระบบที่นำเสนอนี้ไปใช้กับการบันทึกสัญลักษณ์การเต้นรำแบบอื่นด้วย เช่น การจดบันทึกการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยระบบเบเนช (Benesh Notation เป็นระบบโน้ตต้นที่ใช้กับการเต้นบัลเลต์) เพื่อเข้าถึงกลุ่มผู้ใช้เป้าหมายได้มากขึ้นและทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการจดบันทึกการเคลื่อนไหวทั้งสองระบบ แต่ในการเปรียบเทียบนับว่าเป็นเรื่องที่ยากมากเพราะกลุ่มผู้ใช้ที่มีความคุ้นเคยกับทั้งสองระบบมีน้อยมากและไม่ค่อยพบมากนัก

บรรณานุกรม

- Calvert, T., Wilke, L., Ryman, R., & Fox, I. (2005). Applications of computers to dance. *Computer Graphics and Application, IEEE*, 25:6- 12.
- Choensawat, W., Takahashi, S., Nakamura, M., & Hachimura, K. (2011). The Use of Labanotation for Choreographing a Noh-Play. *Culture and Computing* (pp. 167-168). Kyoto: IEEE.
- Choensawat, W., Takahashi, S., Nakamura, M., Choi, W., & Hachimura, K. (2010). Description and reproduction of stylized traditional dance body motion by using labanotation. *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, 15(3): 379-388.
- Copeland, R., & Cohen, M. (1983). What is dance?: readings in theory and criticism. *Oxford University Press.*, Vol. 720.
- Davis, J. H. (2008). *Why our schools need the arts*. New York: Teachers College Press.
- Fox, I. (2000). Documentation technology for the 21st century. *Proceedings of World Dance*, (pp. 136-142).
- Guest, A. H. (2005). *Labanotation: the system of analyzing and recording movement*. Psychology Press.
- Hachimura, K., & Nakamura, M. (2001). Method of generating coded description of human body motion from motion-captured data. *Robot and Human Interactive Communication. Proceedings. 10th IEEE International Workshop on* (pp. 122-127). IEEE.
- Hachimura, K. (2006). Digital archiving of dancing. *Review of the National Center for Digitization (Online Journal)*, 8;51-66.
- Hetlan, L., & Winner, E. (2001). The arts and academic achievement: What the evidence shows. *Arts Education Policy Review*, 102(5), 3-6.
- Jaušovec, N., Jaušovec, K., & Gerlič, I. (2006). The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning. *Clinical Neurophysiology*, 117(12), 2703-2714.
- Kojima, .., Hachimura, K., & Nakamura, M. (2002). Kojima, .K, & Hachimura, K., & Nakamura, (2002) Labaneditor: Graphical editor for dance notation. . *Proceeding. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, 59-64.
- Lim, W. Y., & Koh, M. (2006). Effectiveness of Learning Technologies in the Teaching and Learning of Gymnastics. *Pacific-Asian Education Journal*, 18(2).
- Meredith, M., & Maddock, S. (2001). *Motion capture file formats explained*. Department of Computer Science. University of Sheffield 21.
- Microsoft. (2013). *Microsoft: Tracking users with kinect skeletal tracking*. Retrieved October 30, 2015, from msdn.microsoft.com: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025.aspx>
- Smyth, M. M., & Wing, A. W. (2013). *Psychology of Human Movement*. Elsevier.

โสโณชน์ เอี่ยมสุภาชาติ (2550). ทฤษฎีและเทคนิคการปรับปรุงพฤติกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์.

ชมนาด กิจจันทร์ (2543). การพัฒนานาฏยจารีกนาฏยศัพท์ไทย โดยใช้ระบบของลาบาน. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สุกานดา จงเสริมตระกูล & ใจทิพย์ ณ. สงขลา (2014). การพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบกลุ่มสืบสอบบนแหล่ง ทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิดเพื่อส่งเสริมการรู้สารสนเทศดิจิทัลและการรับรู้ทางจริยธรรมทาง สารสนเทศของนิสิต นักศึกษา ครูศาสตร์ศึกษาศาสตร์. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 1-7.

ภาคผนวก ก.
ผลดำเนินงานของโครงการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1

ภาพรวมของการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ 1 เป็นไปตามแผนที่เขียนในข้อเสนอโครงการตาม Gant chart ในตารางที่ 15 และ 16 ซึ่งกิจกรรมที่เป็นไปตามข้อเสนอโครงการมีดังนี้ 1) ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นจากโมชันแคปเจอร์ 2) เก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์ของการรำกระบี่จากนักแสดง 3) ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การสร้างโน้ต 4) จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ และ 5) ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป

ตาราง 15 แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 1 ที่ได้ทำจริงเปรียบเทียบกับแผนงานเดิมในข้อเสนอโครงการ

กิจกรรม	ผลสำเร็จ %	12 เดือน											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นจากโมชันแคปเจอร์	100%	○ x	○ x	○ x	○ x	○ x	○ x						
2. เก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์ของการรำกระบี่จากนักแสดง	100%		○					x					
3. ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การสร้างโน้ต	100%							○	○ x	○ x	○ x	○ x	
4. จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ	100%										○ x	○ x	
5. ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป	100%												○ x

หมายเหตุ สัญลักษณ์ “○” = ระยะเวลาในการดำเนินงานตามที่เขียนในข้อเสนอโครงการ และ “x” = ระยะเวลาในการดำเนินงานจริง

สำหรับกิจกรรมที่ล่าช้ากว่าแผนเป็นกิจกรรมที่ 2 ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์โมชันแคปเจอร์ ซึ่งเหตุผลของความล่าช้าเป็นดังนี้

- กิจกรรมที่ 2) เก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์ของการรำกระบี่จากนักแสดง จำเป็นต้องรอการจัดหาชุดอุปกรณ์โมชันแคปเจอร์¹ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้กำหนดช่วงวันที่ใช้เก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์เป็นวันที่ 6-20 กุมภาพันธ์ 2559

ตาราง 16 ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 1

Output		เหตุผลประกอบกรณีกิจกรรมล่าช้า และวิธีการแก้ไข
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (%)	
1. ซอฟต์แวร์การสร้างโน้ตเต้นจากโมชันแคปเจอร์ สำหรับการทดลอง	100%	-
2. ได้ข้อมูลการเคลื่อนไหวของการรำกระบี่เพื่อใช้ในการ สร้างตัวโน้ตสำหรับคู่มือการเรียนการสอน	100%	-
3. ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การสร้างโน้ต	100%	-
4. จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ	100%	-
5. ประเมินการสอนโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป	100%	-

วัตถุประสงค์ที่ 2

ภาพรวมของการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ 2 เป็นไปตามแผนที่เขียนในข้อเสนอโครงการตาม Gant chart ในตารางที่ 17 และ 18 ซึ่งกิจกรรมที่เป็นไปตามข้อเสนอโครงการมีดังนี้ 1) ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ท่ารำควบคู่กับโน้ตเต้น 2) สร้างตัวละครและฉากสำหรับแอนิเมชันการรำกระบี่ 3) ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การเรียนรู้ 4) จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ และ 5) ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป

สำหรับกิจกรรมที่ล่าช้ากว่าแผนเป็นกิจกรรมที่ 2 การออกแบบและพัฒนาตัวละครและฉากหลัง ซึ่งเหตุผลของความล่าช้าเป็นดังนี้

- กิจกรรมที่ 2) การออกแบบและพัฒนาตัวละครและฉากหลังมีการปรับแก้หลายครั้งจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ตาราง 17 แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 2 ที่ได้ทำจริงในระยะเวลา 12 เดือนเปรียบเทียบกับแผนงานเดิม
ในข้อเสนอโครงการ

กิจกรรม	ผลสำเร็จ %	12 เดือน											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ ทำראובקבןטדטן	100%	○ x	○ x	○ x	○ x	○ x	○ x						
2. สร้างตัวละครและฉากสำหรับแอนิเมชัน การรำกระบี่	100%				○ x	○ x	x	x					
3. ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การเรียนรู้	100%							○ x	○ x	○ x	○ x	○ x	
4. จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ	100%										○ x	○ x	
5. ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำ รายงานสรุป	100%												○ x

หมายเหตุ สัญลักษณ์ “○” = ระยะเวลาในการดำเนินงานตามที่เขียนในข้อเสนอโครงการ และ “x” = ระยะเวลาในการดำเนินงานจริง

ตาราง 18 ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 2

Output		เหตุผลประกอบกรณีกิจกรรมไม่ เกิดผลสำเร็จ 100%
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (%)	
1. ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การเรียนรู้ทำראובקבןטדטןซอฟต์แวร์การเรียนรู้טדטן	100%	-
2. สร้างตัวละครและฉากสำหรับแอนิเมชันการรำกระบี่	100%	-
3. ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การเรียนรู้	100%	-
4. จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ	100%	-
5. ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป	100%	-

วัตถุประสงค์ที่ 3

ภาพรวมของการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่ 3 เป็นไปตามแผนที่เขียนในข้อเสนอโครงการตาม Gant chart ในตารางที่ 19 และ 20 ซึ่งกิจกรรมที่เป็นไปตามข้อเสนอโครงการมีดังนี้ 1) ออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์การสร้างโต้ตอบจากโมชันแคปเจอร์ 2) เก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์ของการรำกระบี่จากนักแสดง 3) ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การสร้างโต้ตอบ 4) จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ และ 5) ประเมินผลวิจัยโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป

ตาราง 19 แผนงานของวัตถุประสงค์ที่ 3 ที่ได้ทำจริงในระยะเวลา 12 เดือนเปรียบเทียบกับแผนงานเดิม
ในข้อเสนอโครงการ

กิจกรรม	ผลสำเร็จ %	12 เดือน											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โน้ตเด่น ควบคู่กับทำรำกระบี่โดยใช้ซอฟต์แวร์การ เรียนรู้นอกชั้นเรียนและในชั้นเรียน	100%	○ x	○ x	○ x	○ x								
2. อัดวิดีโอทัศน์การรำกระบี่จากผู้เชี่ยวชาญ	100%		○					x					
3. เขียนโน้ตเด่นการรำกระบี่จากผู้เชี่ยวชาญ โน้ตเด่น	100%		○ x	○ x					x				
4. สร้างตัวละครและฉากสำหรับแอนิเมชัน การรำกระบี่	100%			○ x	○ x	○ x	x	x					
5. จัดอบรมอาจารย์ผู้สอนวิชา	100%					○	○	○	○ x	○ x			
6. จัดการเรียนการสอนโดยใช้ซอฟต์แวร์ การเรียนรู้	100%							○	○ x	○ x	○	○	
7. ประเมินการสอนโดยรวมและจัดทำ รายงานสรุป	100%												○ x

หมายเหตุ สัญลักษณ์ “○” = ระยะเวลาในการดำเนินงานตามที่เขียนในข้อเสนอโครงการ และ “x” = ระยะเวลาในการดำเนินงานจริง

สำหรับกิจกรรมที่ล่าช้ากว่าแผน คณะผู้วิจัยชี้แจงเหตุผลของความล่าช้าเป็นดังนี้

- กิจกรรมที่ 2) คณะผู้วิจัยต้องดำเนินกิจกรรมนี้พร้อมกับการเก็บข้อมูลโมชันแคปเจอร์ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างนักแสดง โดยแผนใหม่เป็นวันที่ 6-20 กุมภาพันธ์ 2559
- กิจกรรมที่ 3) กิจกรรมนี้ต้องรอตรวจความถูกต้องของโน้ตจากข้อมูลวิดีโอทัศน์ที่ได้อัดโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเสร็จสิ้นในวันที่ 15 มีนาคม 2559
- กิจกรรมที่ 4) กิจกรรมนี้แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่ 1: ตัวละครได้ดำเนินการปั้นและปรับปรุงตามคำแนะนำผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ส่วนที่ 2: ฉากหลังนั้นอยู่ระหว่างดำเนินการ และเสร็จสิ้นในวันที่ 15 มีนาคม 2559
- กิจกรรมที่ 5) กิจกรรมนี้จำเป็นต้องดำเนินการในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2559 เพื่อสอดคล้องกับช่วงเวลาที่คณะผู้วิจัยได้ติดต่อกับคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดอบรมนิสิตชั้นปีที่ 4 ที่เตรียมตัวไปฝึกสอนเดือนพฤษภาคมนี้ (ปี 2559)

ตาราง 20 ผลสำเร็จตาม Output ที่เขียนในข้อเสนอวัตถุประสงค์ที่ 3

Output		เหตุผลประกอบกรณีกิจกรรมล่าช้า และวิธีการแก้ไข
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (%)	
1. ซอฟต์แวร์การสร้างไนต์เต้นจากโมชันแคปเจอร์ สำหรับการทดลอง	100%	-
2. ได้ข้อมูลการเคลื่อนไหวของการรำกระบี่เพื่อใช้ ในการสร้างตัวโน้ตสำหรับคู่มือการเรียนการสอน	100%	-
3. ประเมินและปรับปรุงซอฟต์แวร์การสร้างไนต์	100%	-
4. จัดนิทรรศการและบรรยายเพื่อสาธิตการใช้ ซอฟต์แวร์ในเวทีสาธารณะ	100%	-
5. ประเมินการสอนโดยรวมและจัดทำรายงานสรุป	100%	-

ภาคผนวก ข. การเรียนรู้การสอนวิชากระบี่

ความหมายและความสำคัญของวิชากระบี่

กระบี่เป็นกีฬาประเภทการต่อสู้ป้องกันตัวดั้งเดิมของไทยชนิดหนึ่ง ดัดแปลงมาจากการรบในสมัยโบราณที่เป็นการรบในระยะประชิด อาวุธที่ใช้ในสมัยนั้นได้แก่ กระบี่ ดาบ โล่ ง้าว ทวน พลอง เป็นต้น จึงอาจกล่าวได้ว่า กีฬากระบี่เปรียบได้เท่ากับการรบจำลองนั่นเอง

กระบี่ หมายถึง การเล่นชนิดหนึ่งของกีฬากระบี่ เป็นการเล่นที่ใช้อาวุธกระบี่ซึ่งทำด้วยหวาย หรือไม้ หรือด้วยเหล็ก เป็นเครื่องมือในการเล่นแบบต่อสู้กันในระยะประชิด โดยเล่นไปตามระเบียบ ข้อบังคับและกติกาดลอนจนประเพณีที่ดั่งาม กระบี่ เป็นการเล่นของคนไทยที่มีประวัติสืบทอดกันมายาวนานจนถึงปัจจุบัน ไม่ปรากฏว่าประเทศอื่น มีลักษณะรูปแบบ และวิธีการเล่นที่คล้ายคลึงกับของไทยจึงอาจกล่าวได้ว่ากระบี่เป็นกีฬาของไทยโดยแท้

วิธีการเล่นกระบี่ หมายถึง กระบวนการ ขั้นตอน ตลอดจนวิธีการ และการปฏิบัติต่างๆ ตั้งแต่เริ่มจนจบการเล่น ซึ่งจะต้องดำเนินการำตามระเบียบประเพณี แนวปฏิบัติ กฎ กติกาอันดั่งามที่ยึดถือปฏิบัติสืบทอดต่อกันมา ดังกล่าวไว้ในตอนตอนแล้วว่า การเล่นกระบี่ เป็นการเล่นประเภทหนึ่งในหลายๆชนิด อาวุธของกีฬากระบี่ ด้วยเหตุนี้วิธีการเล่นกระบี่ จึงมีกระบวนการ ขั้นตอน ตลอดจนวิธีการปฏิบัติที่ดำเนินตามระเบียบประเพณีของกีฬากระบี่ทุกประการ จะแตกต่างกันบ้างก็คือชนิดอาวุธที่ใช้ในการเล่นกระบี่ต่อสู้กันเท่านั้น โดยทั่วไปเราอาจแบ่งวิธีการเล่นกระบี่ออกเป็น 2 แบบ คือ

- 1) วิธีการเล่นกระบี่แสดง คือเป็นการเล่นต่อสู้กัน โดยผู้เล่นที่มีการฝึกซ้อมจนเข้าหากันเป็นอย่างดี เพื่อแสดงการต่อสู้ด้วยอาวุธกระบี่ ซึ่งจัดเป็นการโชว์และมักเป็นการเล่นของศิษย์สำนักเดียวกัน โดยทั่วไปจะแสดงเพื่อเป็นการสมโภช เพื่อเฉลิมฉลองหรือเพื่อการกุศลในงานต่างๆ เช่น งานสงกรานต์ งานกฐิน งานบวช เป็นต้น
- 2) วิธีการเล่นกระบี่แบบแข่งขัน คือการเล่นอย่างชนิดเอาจริงเอาจัง ตีต่อสู้กันอย่างดุเดือด แข่งขันรุนแรงถึงพริกถึงขิง มักเป็นการต่อสู้กันระหว่างลูกศิษย์คนละครึ่ง เพื่อประลองหรือแข่งขันหาผู้ที่มีความสามารถเหนือกว่าในเชิงกระบี่ ซึ่งการเล่นแข่งขันระหว่างศิษย์คนละคนนี้ ค่อนข้างเสี่ยงอันตราย เพราะอาจบาดเจ็บจากการตีต่อสู้ได้ง่าย

ทักษะการเล่นกระบี่ออกเป็น 3 ส่วน ตามลำดับวิธีเล่นดังนี้

- 1) ทักษะการรำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ตอนตามลำดับ คือ
 - ก. ทักษะการรำอยู่กับที่ ได้แก่ การถวายบังคม และการขึ้นพรหม ซึ่งการขึ้นพรหมยังแบ่งออกเป็น การขึ้นพรหมนั่ง และการขึ้นพรหมยืน ในขั้นตอนนี้จะจบลงด้วยท่าคุมรำ
 - ข. ทักษะการรำเดินไปมา ได้แก่ การรำไม้รำต่างๆ การกลับหัวสนามไม้รำ และการจ้วงลงนั่ง
- 2) ทักษะการเตรียมต่อสู้ แบ่งออกเป็นหลายขั้นตอน ตามลำดับดังนี้
 - ก. ทักษะการถวายบังคมเร็ว
 - ข. ทักษะการเดินแปลง และการกลับหัวสนามแปลง
 - ค. ทักษะการย่างสามขุม
- 3) ทักษะการต่อสู้ แบ่งออกเป็น 2 แบบตามลำดับ จากง่ายไปยาก คือ

- ก. ทักษะเบื้องต้นการต่อสู้ ได้แก่ ทักษะการตีเบื้องต้นและการป้องกัน ทักษะการ
แทงเบื้องต้นและการป้องกัน ทักษะการตีท่าหลัก คือ การตีลูกไม้ท่าต่างๆ
- ข. ทักษะการตีท่าพลิกแพลง ได้แก่ ทักษะการลด – ล่อ และทักษะการตีลูกไม้แบบ
ต่างๆ

ประโยชน์ของการเล่นกระบี่ซึ่งเป็นอาวุธชนิดหนึ่งของกีฬากระบี่ จัดเป็นยุทธกีฬา เป็นศิลปะการ
ต่อสู้ป้องกันตัวด้วยอาวุธไทยสมัยโบราณ และพัฒนาจนเป็นกีฬาร่วมสมัยเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นกีฬาของไทยโดย
แท้ ชัชชัย โกมารทัต (2547) ได้สรุป ประโยชน์และคุณค่าของการเล่นกระบี่ได้ดังนี้

- 1) เป็นการฝึกศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัว
- 2) เป็นการออกกำลังกายที่ดี
- 3) เป็นกิจกรรมเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายที่ดี
- 4) เป็นการเสริมสร้างคุณลักษณะทางด้านจิตใจ
- 5) เป็นการสร้างเสริมความรู้สึภาคภูมิใจในศิลปะประจำชาติ
- 6) เป็นการรักษาไว้ซึ่งขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามของไทย
- 7) เป็นการฝึกให้เป็นคนมีศีลธรรม
- 8) เป็นกีฬาที่ประหยัด
- 9) เป็นวิชาพลศึกษาที่ทรงคุณค่ายิ่ง

ความหมายและความสำคัญของการรำกระบี่

การรำกระบี่ หมายถึง การแสดงลีลาแบบท่าของการเคลื่อนไหวด้วยอวัยวะต่างๆ เช่น นิ้วมือ แขน
ลำตัว ขา เท้า เป็นต้น ผสมผสานกับลีลาและแบบท่าการเคลื่อนไหวของกระบี่ ให้มีท่วงท่าสวยงาม และมี
จังหวะในการเคลื่อนไหว

การรำในวิชากระบี่ เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบของไทย โดยเฉพาะในการเล่นกระบี่
การรำจะมีความงดงามเป็นพิเศษ โดยมีมือข้างหนึ่งถือกระบี่และจะเคลื่อนไหววาดท่าทางไปในลักษณะต่างๆ
อย่างสวยงาม ส่วนมืออีกข้างหนึ่งที่ไม่ถือกระบี่ก็จะรำรำในลักษณะต่างๆ เช่น การรำหน้า รำข้าง การจับ
เข้าอก เป็นต้น ลักษณะท่ารำแต่ละท่าก็แตกต่างกันออกไป โดยผู้รำจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้อง เช่น กระบี่จะวาง
ไว้อยู่ในลักษณะใด มุมในการวางกระบี่เป็นอย่างไร มีมุมพอเหมาะได้สัดส่วนกันเป็นอย่างดี ทั้งการเคลื่อนไหว
และเคลื่อนไหวที่จะเป็นไปในลักษณะเอียงย่างกรีดกราย โดยอาจเดินเป็นแนวตรง หรือเดินแบบสลับฟันปลาก็ได้
มีเครื่องดนตรีบรรเลงอย่างเหมาะสม การแต่งการที่สวยงาม และมีเครื่องไม้รำที่ทำขึ้นอย่างประณีต ก็ยิ่งเพิ่ม
ความสวยงามและความน่าดูของการรำมากยิ่งขึ้น ถ้าพิจารณาลักษณะของการรำกระบี่ที่สวยงาม นักแสดงต้อง
ระมัดระวังในประเด็นต่อไปนี้

- 1) การวางท่าทางของร่างกาย คือ ขณะที่อยู่กับที่ลำตัวควรอยู่ในลักษณะใด เท้า เข่า ขา
ควรอยู่อย่างไร การวางน้ำหนักตัวควรทิ้งไปทางด้านใด แขน มือ สายตา ควรเป็น
ลักษณะใด หรือขณะเคลื่อนไหวที่ไปนั้น ทิศทางการเคลื่อนไหวที่จะไปทางไหน การก้าวเท้า การ
ลากเท้าตามมาชิด การยกเข้า ควรมีท่วงท่าอย่างไร ย่อหรือยืดตัวอย่างไร เมื่อใด เป็นต้น
- 2) การวางท่วงท่าของกระบี่ คือถือกระบี่อย่างไร คว่ำมือ หรือ หงายมือ จะเคลื่อนไหวกระบี่
ลักษณะใด วาดกระบี่ขนานพื้น หรือจ้วง หรือยกกระบี่ข้ามศีรษะ มุมของกระบี่เป็น
อย่างไร เป็นต้น

- 3) การร่ายรำประกอบ คือจะใช้มืออีกข้างหนึ่งที่ไม่ถือกระบี่รำในลักษณะใด รำหน้า รำข้าง หรือ จีบเข้าอก การรำแต่ละรูปแบบจะรำให้มีวงกว้างแคบเพียงใด มีก้น มีชั้น มีเชิง มีมุม พอเหมาะได้สัดส่วนกันใหม่เป็นต้น
- 4) จังหวะการเคลื่อนไหวสอดคล้องสัมพันธ์กัน คือจัดลีลาการเคลื่อนไหวของร่างกาย แขน ขา กระบี่ การรำ การก้าวเท้า การย่อ การยืด และอื่นๆ ให้สอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนใหม่ มีความต่อเนื่องเป็นจังหวะไม่ขาดตอนหรือไม่ และเข้ากับจังหวะเครื่องดนตรี หรือปี่กลองเพียงใด เป็นต้น

ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นหลักการกว้างๆ ในการพิจารณาลักษณะการรำกระบี่ที่สวยงาม แต่ในการรำกระบี่แต่ละทำนั้น จะมีรูปแบบการรำที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นจะต้องปฏิบัติตามรูปแบบ วิธีการรำ แต่ละท่าให้ถูกต้องเป็นพื้นฐานเสียก่อน แล้วจึงเพิ่มลักษณะการรำที่สวยงามของแต่ละท่า แต่ละท่าการรำก็จะมีลักษณะเฉพาะท่าอยู่ด้วย การรำแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- 1) ชนิดรำอยู่กับที่ หมายถึง การร่ายรำโดยไม่เคลื่อนที่เดินไปไกล เป็นการรำอยู่ในบริเวณนั้น หันหน้าหันตัว หรือก้าวกลับไปมาอยู่ใกล้ๆ รอบบริเวณที่อยู่นั่นเอง การรำชนิดนี้ได้แก่ การขึ้นพรหมนั่ง และ การขึ้นพรหมยืน
- 2) ชนิดรำแล้วเดินไปมา หมายถึง การร่ายรำโดยการเคลื่อนที่ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเดินไปไกลจากจุดเริ่มต้น แล้วจึงเดินวกกลับมายังจุดเริ่มต้น การรำเดินไปมาได้แก่การรำในท่าไม้รำต่างๆ ต่อเนื่องกันไปจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายที่กำหนด

การรำในท่าไม้รำต่างๆ นั้นอาจจำแนกลักษณะการเดินแต่ละท่าไม้รำเป็น 2 อย่างคือ

- 1) การรำแล้วเดินเป็นเส้นตรง ซึ่งอาจเดินหน้าบ้าง ถอยหลังบ้าง
- 2) การรำแล้ว เดินสลับฟันปลา หมายถึง การเดินเฉียงขวาครึ่งหนึ่งแล้วเดินเฉียงซ้ายครึ่งหนึ่งสลับกันไปตลอดทาง

ประโยชน์ของการรำกระบี่พอจะสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

- 1) เป็นการเตรียมร่างกายให้พร้อม หรือที่เรียกกันว่า เป็นการอบอุ่นร่างกายเพราะการรำจะช่วยให้ร่างกายตื่นตัวแบบค่อยเป็นค่อยไป เป็นการกระตุ้นร่างกาย กระตุ้นอวัยวะทุกส่วนให้พร้อมที่จะเคลื่อนที่ พร้อมจะเคลื่อนไหว ออกกำลังที่หนักขึ้น แรงขึ้น และรวดเร็วขึ้น โดยไม่เกิดการบาดเจ็บจากการเคลื่อนไหวร่างกายได้ง่าย
- 2) เป็นการเตรียมจิตใจให้พร้อม ทำให้ผู้เล่นปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ช่วยลดความตื่นเต้นที่มากเกินไป เพราะเมื่อลงต่อสู้จริงๆ หรือแสดงการต่อสู้ต่อสาธารณชนนั้น เมื่อมีเสียงปี่กลองดังขึ้นมีผู้คนล้อมวงดู ผู้เล่นอาจเกิดการประหม่า ตื่นเต้น เมื่อผ่านการร่ายรำก่อนที่จะมีการต่อสู้จริงๆ การรำนี่จะช่วยลดความประหม่าตื่นเต้นลงไปได้
- 3) เป็นการศึกษาท่าทางของคู่ต่อสู้ เพราะขณะที่กำลังร่ายรำอยู่นั้น ผู้รำจะต้องคอยชำเลื่องมองศึกษาท่าทางของคู่ต่อสู้อยู่เป็นระยะๆ ศึกษาหน่วยก้าน ศึกษาจุดอ่อน จุดแข็ง ของคู่ต่อสู้ เพื่อจะได้เตรียมหาวิธีต่อสู้ ป้องกัน รุกและรับ เป็นการประเมินความสามารถของคู่ต่อสู้ และเตรียมหาวิธีการเอาชนะคู่ต่อสู้ไว้
- 4) เป็นการข่มขวัญคู่ต่อสู้ การรำเป็นการแสดงความสามารถของผู้เล่นวิธีการหนึ่ง ตามปกติผู้เล่นที่เก่ง จะมีความสามารถในการร่ายรำสวยงามด้วย ดังนั้นหากรำได้ดีสวยงามน่าเกรงขามก็จะทำให้คู่ต่อสู้เกิดอาการประหม่าได้

- 5) เป็นการบำรุงรักษาไว้ซึ่งศิลปะประจำชาติ การร่ายรำเป็นศิลปะที่สำคัญยิ่งของการเล่น กระบี่ที่ปฏิบัติสืบทอดต่อกันมาแต่โบราณ นอกจากทำรำรำที่สวยงาม แต่ละทำยังแฝงไว้ด้วยความหมายอันทรงคุณค่า นอกจากนี้ยังเป็นการแสดงเอกลักษณ์ประจำคณะกระบี่ ด้วยเพราะทำรำรำของครูแต่ละคนก็จะมีท่าทางเป็นเอกลักษณ์ของตน เมื่อผู้เล่นทำการ ร่ายรำออกมาผู้รู้ในเรื่องนี้ หรือผู้ชม ผู้เกี่ยวข้องก็สามารถเข้าใจได้ว่าผู้เล่นนั้นรำเรียนวิชา กระบี่มาจากครูท่านใด เป็นต้น

คำศัพท์ที่ใช้ในการทำกระบี่

ซัชชัย โกมารทัต (2547) ได้ให้นิยามคำศัพท์ที่ใช้เฉพาะในการทำกระบี่ ที่นิยมใช้ เพื่อให้เข้าใจคำศัพท์ ตรงกันจะกำหนดคำจำกัดความของคำศัพท์ไว้ ดังนี้

ท่าคุมรำ หมายถึง ท่าการยืนเตรียมพร้อมเพื่อที่จะทำการร่ายรำไม้รำต่างๆ ต่อไป เมื่อเสร็จสิ้นจากการ ขึ้น พรหมนั่ง และขึ้นพรหมยืนแล้วจะจบลงด้วยท่าคุมรำ เพื่อเตรียมตัวรำไม้รำต่างๆ ต่อไป และเมื่อรำรำไม้ รำแต่ละท่าแล้ว ก็พักจบลงด้วยการกลับมายืนในท่าคุมรำเช่นกัน

ก้าว หมายถึง การเคลื่อนที่ก้าวเท้าออกไป 1 ก้าว ปกติมักเป็นการก้าวไปข้างหน้าหรือก้าวเฉียงไป ข้างหน้า แต่ในบางท่ารำอาจจะการก้าวถอยหลังได้

ชิด หมายถึง การเคลื่อนเท้าหนึ่งไปใกล้อีกเท้าหนึ่ง ปกติมักเป็นการเคลื่อนเท้าหลังเข้าไปชิดเท้าหน้า แต่บางท่ารำอาจจะมี การเคลื่อนเท้าหน้าชิดเท้าหลังก็ได้

ยก หมายถึง การยกเท้าหนึ่งขึ้น ให้ขาท่อนบนขนานพื้น เข่างอเป็นมุมฉาก ส่วนอีกเท้าหนึ่งเหยียดตั้ง

รำหน้า หมายถึง การวาดแขนเป็นวงโค้งงอออกไปข้างหน้าให้นิ้วหัวแม่มือกางออกตั้งฉากกับนิ้วชี้ นิ้วชี้ถึงนึ่งก้อยเรียงชิดกัน หันหน้ามือออกด้านนอก ป้องอยู่ด้านหน้าระดับคิ้วห่างใบหน้าประมาณ 1 ฟุต แขนงอโค้งเป็นวงกางออก

รำข้าง หมายถึง วงแขน การจัดนิ้วมือเหมือนรำหน้า แต่ทิศทางการรำเปลี่ยนเป็นวาดแขนออกไปเป็น วงด้านข้างระดับหู

จีบเข้าอก หมายถึง การจีบนิ้วโดยรวบนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้เข้าชิดติดกัน เป็นรูปสามเหลี่ยมปลาย แแหลม ส่วนนิ้วกลางและนิ้วอื่นๆ แยกออกจากกัน หันปลายแหลมนิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้จรดกึ่งกลางอกกาง ข้อศอกออกด้านข้าง ให้หลังมือออกด้านนอก

วาดกระบี่ หมายถึง การถือกระบี่แล้วเปลี่ยนทิศทางของกระบี่ พากระบี่เคลื่อนที่ขนานพื้นจากด้านข้าง หนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง โดยให้โครงกระบี่นำปลายกระบี่เล็กน้อย หันคมกระบี่ออกไปยังทิศทางที่วาดกระบี่ เคลื่อนที่ไปเสมอ

จ้วงกระบี่ หมายถึง การถือกระบี่ให้ปลายกระบี่ชี้ขึ้นด้านบน ดันปลายกระบี่เป็นวงวกกลับให้ปลาย กระบี่นำทางลงมาก่อน แล้วจึงจ้วงปลายกระบี่เป็นวงขึ้นข้างบนอีก ตามปกติการจ้วงมักจะจ้วงจากด้านขวาผ่าน หน้ามาทางซ้ายมือแล้ว หางยปลายกระบี่ขึ้นเรียกว่าจ้วงทางซ้าย หรือจ้วงจากด้านซ้ายมือผ่านหน้ามาทาง ขวามือเรียกว่าจ้วงทางข้างขวา

ควงกระบี่ หมายถึง การจับกระบี่แล้วใช้ข้อมือบังคับกระบี่ให้หมุนรอบข้อมือ ตามปกติมักเป็นการ หมุนกระบี่ขึ้นข้างบนไปข้างหน้า แล้ววกกลับลงไปด้านล่างไปข้างหลัง เรียกว่าควงไปข้างหน้าและมักจะนิยม ควงสองรอบ

ทัดหู หมายถึง การนำกระบี่ขึ้นแตะเหนือใบหู ลักษณะคล้ายทัดดอกไม้ โครงกระบี่หางยออกปลาย กระบี่เฉียงขึ้นข้างบน พลิกข้อมือขึ้นให้แขนท่อนล่างเป็นแนวเดียวกันกับกระบี่

ปก หมายถึง การนำกระบี่ไปไว้ข้างหน้า เหยียดแขน ยกกระบี่ให้โกร่งกระบี่อยู่สูงกว่าศีรษะข้างหน้า
ทั้งปลายกระบี่ลงชี้ไปข้างหน้า 45 องศา หายโกร่งกระบี่ขึ้นข้างบน คมกระบี่หงายขึ้น

การรำไม้รำกระบี่

ท่าการรำไม้รำกระบี่แตกต่างกันไปตามแนวทางของครูแต่ละสำนัก ในงานวิจัยนี้ใช้ท่ารำไม้รำกระบี่
ตามแบบของอาจารย์นาค เทพหัสดิน ณ อยุธยา ผู้นำวิชากระบี่เข้าสู่ระบบการศึกษาในปัจจุบัน ตั้งแต่ พ.ศ.
2478 ต่อมา รองศาสตราจารย์ฟอง เกิดแก้ว ได้นำไปใช้เป็นหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการซึ่งท่าการรำ
กระบี่ตามแบบอาจารย์นาค เทพหัสดิน ณ อยุธยา มีทั้งหมด 12 ท่า ประกอบด้วย

- 1) ท่าลอยชาย
- 2) ท่าควงทัดหู
- 3) ท่าเหน็บข้าง
- 4) ท่าตั้งศอก
- 5) ท่าจ้วงหน้าจ้วงหลัง
- 6) ท่าควงป้องหน้า หรือ ปกหน้า ปกหลัง
- 7) ท่ายักษ์
- 8) ท่าสอยดาว
- 9) ท่าควงตะเซ
- 10) ท่าแหวกม่าน
- 11) ท่าดลล่อ
- 12) ท่าเชิญเทียน

กีฬากระบี่ : การเล่นกระบี่ : เอกสารคำสอน / ชัชชัย โกมารทัต 2547

ภาคผนวก ค.
คะแนนของการทำแบบทดสอบของผู้เข้าอบรม

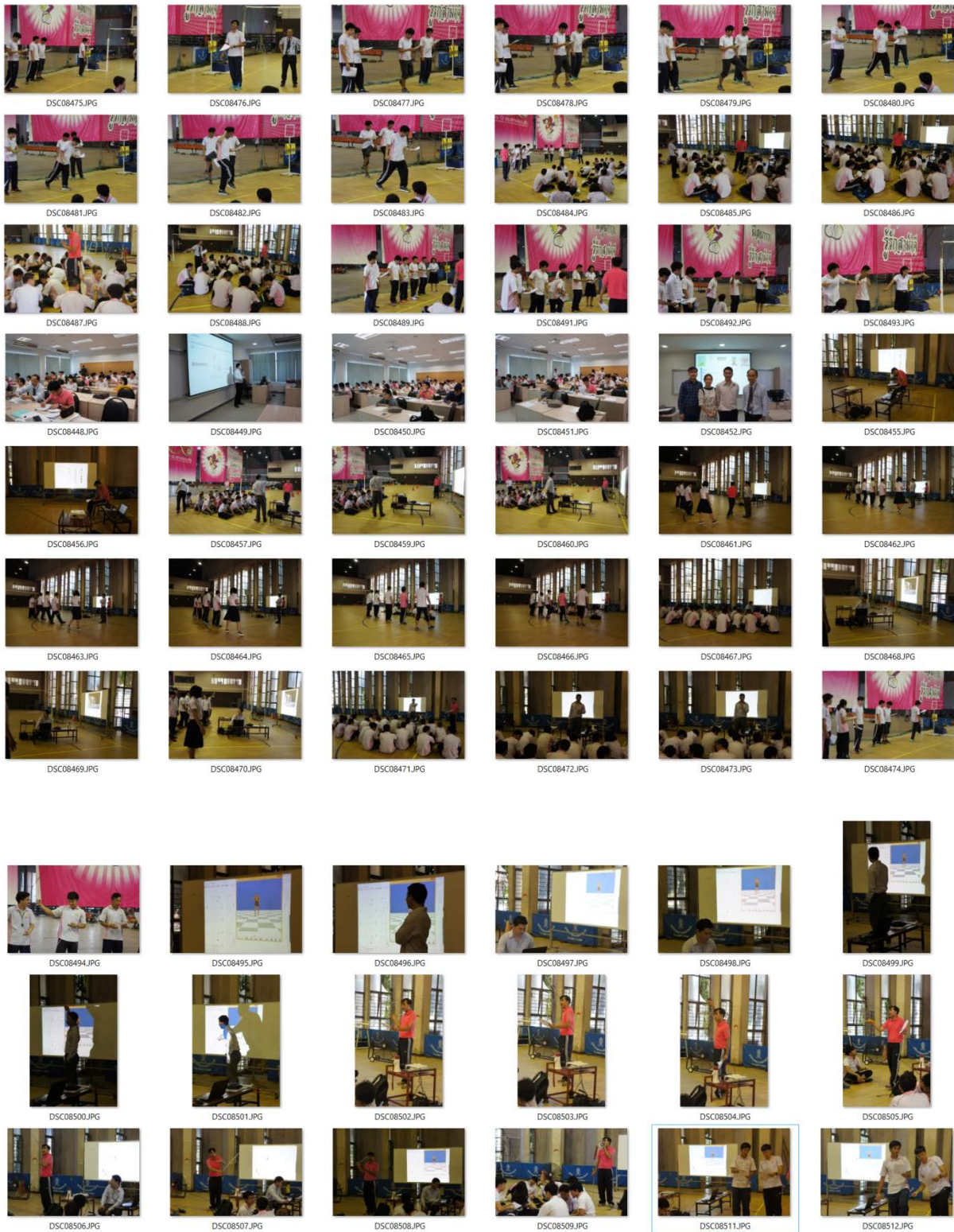
ตาราง 21 คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนโน้ตเด่น

ผู้เข้ารับการอบรม	คะแนนก่อน การเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลัง การเรียน (15 คะแนน)	คะแนนที่ เพิ่มขึ้นหลัง เรียน
ผู้รับการอบรมคนที่ 1	5	13	8
ผู้รับการอบรมคนที่ 2	4.5	12	7.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 3	6	13.5	7.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 4	3	10.5	7.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 5	4	5	1
ผู้รับการอบรมคนที่ 6	6	13.5	7.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 7	3.5	8.5	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 8	3.5	9	5.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 9	3	9	6
ผู้รับการอบรมคนที่ 10	3	8	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 11	6	2.5	-3.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 12	6	10	4
ผู้รับการอบรมคนที่ 13	1.5	6	4.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 14	0	9.5	9.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 15	2.5	8.5	6
ผู้รับการอบรมคนที่ 16	4	10.5	6.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 17	2.5	8.5	6
ผู้รับการอบรมคนที่ 18	5	13.5	8.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 19	1	6	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 20	2	13	11
ผู้รับการอบรมคนที่ 21	1	13	12
ผู้รับการอบรมคนที่ 22	3	8	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 23	3.5	0	-3.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 24	2.5	12	9.5

ตาราง 22 คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนโน้ตเต้น (ต่อ)

ผู้เข้ารับการอบรม	คะแนนก่อน การเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลัง การเรียน (15 คะแนน)	คะแนนที่ เพิ่มขึ้นหลัง เรียน
ผู้รับการอบรมคนที่ 25	2.5	7	4.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 26	7.5	12.5	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 27	3	8.5	5.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 28	5	8.5	3.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 29	4.5	13.5	9
ผู้รับการอบรมคนที่ 30	4.5	10.5	6
ผู้รับการอบรมคนที่ 31	3	9	6
ผู้รับการอบรมคนที่ 32	4	13	9
ผู้รับการอบรมคนที่ 33	3.5	8	4.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 34	5.5	11	5.5
ผู้รับการอบรมคนที่ 35	1	10	9
ผู้รับการอบรมคนที่ 36	3	8	5
ผู้รับการอบรมคนที่ 37	9	8.5	-0.5
ค่าเฉลี่ย	3.83	9.49	5.8

ภาคผนวก ง.
ภาพบรรยากาศการอบรมการเรียนรู้การสอนโน้ตเต๊น



ภาคผนวก จ.
คลิปของผู้เข้าอบรมซึ่งฝึกปฏิบัติการรำไม้โดยอ่านโน้ตเด่น



URL: http://bit.ly/Laban_practise1



URL: http://bit.ly/Laban_practise2



URL: http://bit.ly/Laban_practise3

ภาคผนวก ง.

บทความสำหรับการเผยแพร่ 1 หน้ากระดาษ A4

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนโน้ตเต้น ซึ่งแนวคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่เราจะสามารถก้าวข้ามอุปสรรคนี้ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นได้ด้วยตนเอง และเครื่องมือเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างแบบเรียนโน้ตเต้นของท่าพื้นฐานได้ โครงการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 วัตถุประสงค์ 1) การพัฒนาเครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติ เพื่ออาจารย์ผู้สอนสามารถนำโน้ตดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนได้ 2) การพัฒนาเครื่องมือให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นได้ด้วยตนเอง และ 3) การประยุกต์ใช้โน้ตเต้นในการเรียนการสอนกระบี่ผ่านการใช้เครื่องมือการเรียนรู้โน้ตเต้นด้วยตนเอง

เครื่องมือที่สามารถสร้างโน้ตเต้นอัตโนมัติช่วยนักออกแบบท่าเต้นสร้างโน้ต Labanotation ได้จากข้อมูลการบันทึกความเคลื่อนไหว องค์ประกอบที่เป็นนวัตกรรมของเครื่องมือนี้คือมีการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวร่างกายและการแบ่งนับท่าทางต่างๆ เพื่อที่จะแปลงเป็นโน้ตที่สามารถนำมาใช้กับฮาร์ดแวร์ที่ราคาไม่สูงนักได้

เครื่องมือในการเรียนการสอนโน้ตเต้นเป็นการสร้างแอนิเมชันจากโน้ตเต้น เพื่อให้ผู้ใช้เห็นภาพการเคลื่อนไหวที่ตรงกับสัญลักษณ์ของแต่ละตัวโน้ต เครื่องมือนี้มีฟังก์ชันที่สำคัญคือ GUI ที่ให้ผู้ใช้สามารถสร้างปรับแต่งโน้ตเต้น และแอนิเมชันที่สามารถสร้างขึ้นอย่างเรียลไทม์

เครื่องมือนี้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ต่อไปนี้ นักเต้นมือใหม่ที่เพิ่งเริ่มเรียนรู้ Labanotation จะสามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายและแปลงให้เป็น Labanotation ได้ นักเต้นที่สามารถบันทึกการเคลื่อนไหวร่างกายของพวกเขาและแปลงให้เป็น Labanotation เพื่อใช้เป็นเครื่องช่วยจำได้ ครูสอนเต้นรำที่สามารถใช้ระบบในการจัดทำสื่อการสอนได้ และนักออกแบบท่าเต้นที่สามารถใช้ระบบในการบันทึกความคิดเกี่ยวกับการออกแบบท่าเต้นสำหรับการแสดงได้

การนำเครื่องมือทั้งสองที่กล่าวข้างต้นประยุกต์ใช้กับท่ารำไม้กระบี่ของไทย คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาตัวละครและฉากหลังสำหรับการรำกระบี่ วิเคราะห์และศึกษาสัญลักษณ์โน้ตเต้นเพื่อประดิษฐ์สัญลักษณ์ที่เฉพาะสำหรับท่ารำไม้ เช่น สัญลักษณ์ของท่าถือกระบี่ เป็นต้น การนำสัญลักษณ์ของมือในนาฏศิลป์มาใช้ เช่น ตั้งวง จีบ เป็นต้น

สำหรับผลการเรียนรู้ตัวโน้ตสำหรับผู้เริ่มต้น มีดังนี้ ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 147.5 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 3.83 คะแนน, คะแนนเฉลี่ยหลัง 9.49 คะแนน, ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 5.67 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ พอใช้ 8%, ดี 30% และ ดีมาก 42%

สำหรับผลการเรียนรู้ทักษะกระบี่ ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ท่ารำกระบี่และไม่เคยเรียน 85% ผู้เรียนได้คะแนนเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 122.8 เมื่อใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ตัวโน้ต (คะแนนเฉลี่ยก่อน 1.30 คะแนน, คะแนนเฉลี่ยหลัง 2.9 คะแนน, ได้คะแนนเพิ่มขึ้น 1.5 คะแนน) ผู้เรียนสามารถเข้าใจตัวโน้ตของท่ารำกระบี่ได้ในเกณฑ์ เขียนตัวโน้ตพื้นฐานได้ในเกณฑ์ นักศึกษาสามารถเข้าใจท่าพื้นฐาน 67%

ภาคผนวก จ.
สรุปห้าบรรทัดเพื่อประชาสัมพันธ์ On-Line

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนโน้ตเต้น ซึ่งแนวคิดการใช้โน้ตเต้นในการเรียนนาฏศิลป์ ในประเทศไทยยังเป็นเรื่องใหม่ และยังมีอุปสรรคอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญด้านโน้ตเต้นในการถ่ายทอด ความยากในการจดจำสัญลักษณ์ที่มีจำนวนมาก เป็นต้น ทางคณะผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการที่เราจะสามารถก้าวข้ามอุปสรรคนี้ได้ จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โน้ตเต้นได้ด้วยตนเอง และเครื่องมือเพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างแบบเรียนโน้ตเต้นของท่าพื้นฐานได้