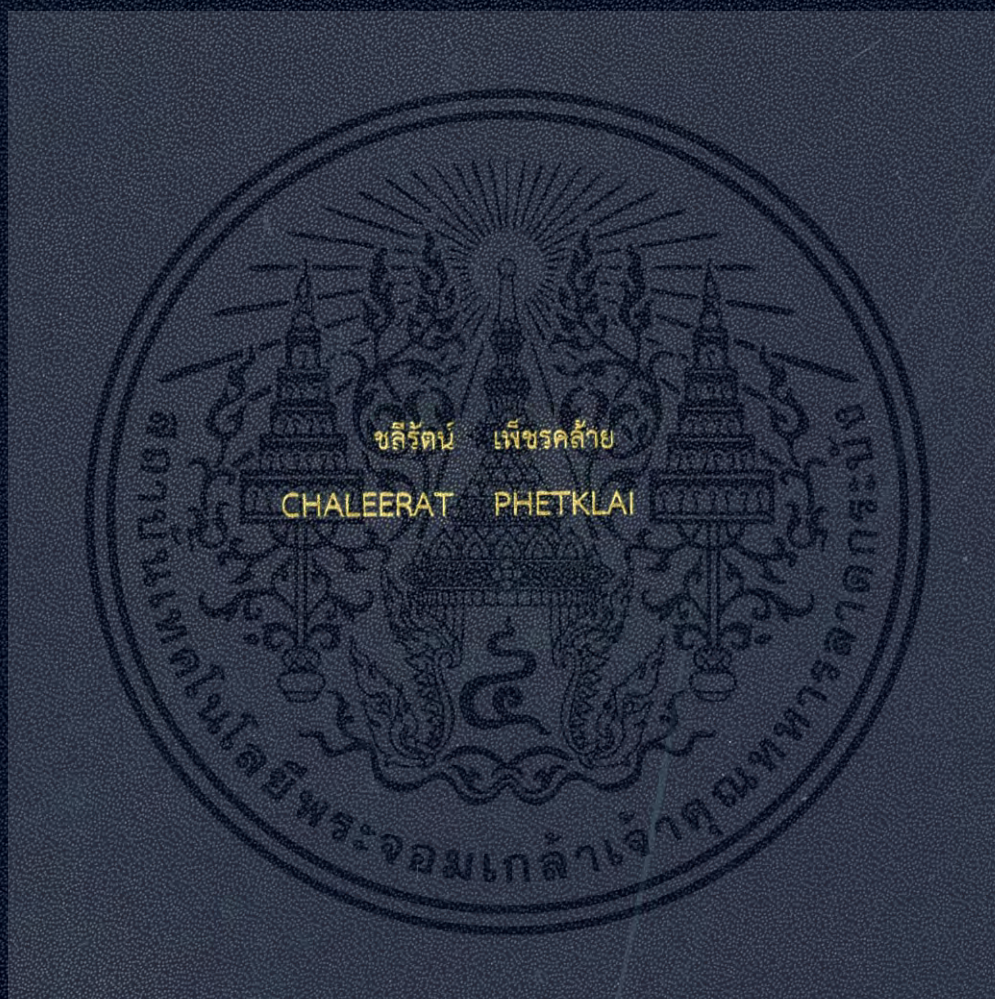


นาฏศิลป์ดิจิทัล

DIGITAL THAI DANCE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

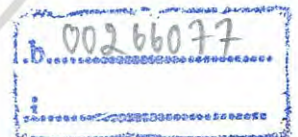
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

นาฏศิลป์ดิจิทัล

DIGITAL THAI DANCE



TB00266

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## DIGITAL THAI DANCE



THIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KINGS MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

Thesis Title

ชื่อนักศึกษา

ระดับปริญญา

สาขาวิชา

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา

นาฏศิลป์ดิจิทัล

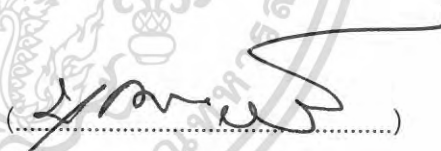
DIGITAL THAI DANCE

นางสาวชลีรัตน์ เพ็ชรคล้าย รหัสนักศึกษา 57010278

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

วิศวกรรมสารสนเทศ

2560

()  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญยชนะ ภูระหงษ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์      นาฏศิลป์ดิจิทัล

Thesis Title                      DIGITAL THAIDANCE

ชื่อนักศึกษา                      นางสาวชลีรัตน์ เพ็ชรคล้าย                      รหัสนักศึกษา      57010278

ระดับปริญญา                      วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา                          วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา                          2560

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์      ผศ.บุญชนะ ภูระหงษ์

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการออกแบบแอปพลิเคชันสื่อการสอนนาฏศิลป์โดยใช้ Kinect เซนเซอร์ โดย Kinect ได้ถูกนำมาใช้ในงานพัฒนาเพื่อแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวตั้งแต่ พ.ศ. 2553 โดยเฉพาะแอปพลิเคชันทางด้านเกมและการออกกำลังกาย แต่อย่างไรก็ตามไม่มีงานวิจัยทาง Kinect ที่เกี่ยวกับท่ารำด้วยอุปกรณ์ Kinect ขึ้นมา โดยแอปพลิเคชันนี้แบ่งเป็นสองส่วน คือหนึ่งเรียนรู้ลักษณะท่า จีบคว่ำ และจีบหงาย ขึ้นพื้นฐาน เป็นโหมดการสอนท่ารำพื้นฐานของการเรียกว่า “นาฏย ศัพท์” ของการใช้เรียนรำ สองคือ ท่าจีบคว่ำ จีบหงาย ของการรำกับหุ่นจำลองที่เสมือนกับการรำปฏิบัติ จริง โดยที่ Kinect จะทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งแอปพลิเคชัน สามารถฝึกผู้ใช้งานเรียนรู้ท่ารำในท่า จีบคว่ำ จีบหงาย ได้อย่างถูกต้องตามหลักการของท่ารำ และสามารถฝึกซ้อมท่ารำที่ไหนก็ได้โดยมีคอมพิวเตอร์ Kinect และแอปพลิเคชันฝึกฝนทักษะรำด้วยอุปกรณ์ kinect

คำสำคัญ – ท่ารำ; กล้อง Kinect; จีบคว่ำ จีบหงาย; การตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกาย;  
ศิลปะการรำ

|                |                              |                      |
|----------------|------------------------------|----------------------|
| Thesis Title   | DIGITAL THAI DANCE           |                      |
| Student        | Miss.Chaleerat Phetklai      | Student ID. 57010278 |
| Degree         | Bachelor of Engineering      |                      |
| Program        | Information Engineering      |                      |
| Academic Year  | 2017                         |                      |
| Thesis Advisor | Asst.Prof.Boonchana Purahong |                      |

## ABSTRACT

This thesis present the design of application for education media in Thai Dance class by use Kinect sensor. Kinect has been used as a platform of game and physical exercise mobile application development. However, there is no research on Thai dance practices through Kinect. In this paper, we aim to develop the application incorporating with Kinect to scan the Thai classical dancing movement. The developed application has two major modes, including learning the basics of Thai classical dancing and terminology and learning of the hand postures through simulated practices with the model puppets. Kinect has the respective motion controlling sensor tracking the players' movement in order to assist the players practice Thai classical dancing accurately according to its basic principles. Also, the players have more opportunities on Thai classical dancing practice from anytime through Kinect and the created application.

Key words—Thai classical dancing postures, Kinect, hand postures, physical movement sensor

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีไม่ได้ หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์รวมถึงผู้ให้คำแนะนำต่างๆ ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.บุญชนะ ภูระหงษ์ และ พี่ไอศุรีย์ กาญจนสุรัตน์ ที่ช่วยดูแลความเรียบร้อยต่างๆ ของการจัดทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ นอกเหนือจากนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมวิชาความรู้สั่งสอนมาตั้งแต่ผู้จัดทำยังเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในการจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ผู้จัดทำได้ความรู้ในหลากหลายสาขาวิชา นำความรู้ที่อาจารย์ทั้งหลายได้สั่งสอนมาบูรณาการจนเป็นปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้จนสำเร็จ ซึ่งผู้จัดทำมีความซาบซึ้งและสำนึกในบุญคุณเป็นอย่างมาก



### III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

|                                            | หน้า |
|--------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                      | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                    | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....                       | III  |
| สารบัญ.....                                | IV   |
| สารบัญตาราง.....                           | VI   |
| สารบัญรูป.....                             | VII  |
| <br>                                       |      |
| บทที่ 1 บทนำ.....                          | 1    |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....       | 1    |
| 1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงการ.....  | 1    |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....            | 2    |
| 1.4 ขอบเขตของโครงการ.....                  | 2    |
| 1.5 วิธีการดำเนินการ.....                  | 2    |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....         | 3    |
| 1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ.....            | 3    |
| 1.7.1 อุปกรณ์ Hardware.....                | 3    |
| 1.7.2 อุปกรณ์ Software.....                | 3    |
| 1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ.....     | 4    |
| <br>                                       |      |
| บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....            | 5    |
| 2.1 ภาษาและท่าทางนาฏศิลป์.....             | 5    |
| 2.1.1 นาฏยศัพท์ที่เกี่ยวกับการใช้เท้า..... | 5    |
| 2.1.2 นาฏยศัพท์ที่เกี่ยวกับการใช้มือ.....  | 7    |
| 2.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....              | 9    |
| 2.2.1 kinect sensor for xbox.....          | 9    |
| 2.2.2 kinect Adapter.....                  | 12   |
| 2.3 โปรแกรมและภาษาที่เกี่ยวข้อง.....       | 12   |

## IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------|------|
| 2.3.1 โปรแกรม Visual studio.....                      | 12   |
| 2.3.2 โปรแกรม Unity.....                              | 15   |
| 2.3.3 โปรแกรม 3DsMAX.....                             | 18   |
| 2.3.4 โปรแกรม Adobe Photoshop.....                    | 20   |
| 2.3.5 โปรแกรม Lightwave 3D.....                       | 25   |
| บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา.....                        | 28   |
| 3.1 User requirement.....                             | 28   |
| 3.2 การออกแบบระบบ.....                                | 28   |
| 3.3 การออกแบบ User Interface ของโปรแกรม.....          | 29   |
| 3.4 การออกแบบโมเดลตัวละคร.....                        | 31   |
| 3.5 การออกแบบแอนิเมชัน.....                           | 35   |
| 3.6 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม.....                  | 37   |
| 3.6.1 การออกแบบโปรแกรมเมนูเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน..... | 37   |
| บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....                    | 39   |
| 4.1 การจัดวางอุปกรณ์.....                             | 39   |
| 4.2 ผลการพัฒนาระบบ.....                               | 39   |
| 4.3 พัฒนาส่วนการเชื่อมต่อกับโมเดล.....                | 44   |
| 4.4 พัฒนาโหมดการฝึกฝนรำไทย.....                       | 44   |
| 4.5 สร้างแอนิเมชันเพื่อนำมาใช้ในระบบ.....             | 45   |
| 5.6 การพัฒนาระบบฟิสิกส์.....                          |      |
| บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....                      | 48   |
| 5.1 ผลที่ได้จากการทำโครงงาน.....                      | 48   |
| 5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....                              | 48   |
| 5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....                            | 48   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                    | หน้า |
|--------------------|------|
| เอกสารอ้างอิง..... | 49   |
| ภาคผนวก ก .....    | 52   |
| ภาคผนวก ข .....    | 54   |



## VI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

หน้า

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| ตารางที่ 1.1 ตารางการวางแผนช่วงการทำงาน..... | 4 |
|----------------------------------------------|---|



## สารบัญรูป

|                                                                           | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 1.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ.....                                    | 2    |
| รูปที่ 2.1 ลักษณะการก้าว.....                                             | 5    |
| รูปที่ 2.2 ลักษณะการยกเท้า.....                                           | 6    |
| รูปที่ 2.3 ลักษณะการกระทุ้งเท้า.....                                      | 6    |
| รูปที่ 2.4 ลักษณะการกระดกเท้า.....                                        | 7    |
| รูปที่ 2.5 ลักษณะการตั้งวง.....                                           | 7    |
| รูปที่ 2.6 ลักษณะการจับหาง.....                                           | 8    |
| รูปที่ 2.7 ลักษณะจับคว่ำ.....                                             | 8    |
| รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของ Kinect.....                                      | 9    |
| รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมของ Kinect.....                                        | 10   |
| รูปที่ 2.10 ภาพการฉายอินฟราเรด.....                                       | 10   |
| รูปที่ 2.11 ภาพรวมของการตรวจจับมนุษย์.....                                | 11   |
| รูปที่ 2.12 ส่วนต่างๆของร่างกายที่ Kinect สามารถตรวจจับได้.....           | 11   |
| รูปที่ 2.13 Kinect Adapter.....                                           | 12   |
| รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อ Kinect กับ Kinect Adapter.....                   | 12   |
| รูปที่ 2.15 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม Visual studio.....                  | 13   |
| รูปที่ 2.16 การเริ่มต้นสร้าง project ภาษา c#.....                         | 14   |
| รูปที่ 2.17 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม.....                                  | 16   |
| รูปที่ 2.18 หน้าต่าง scene.....                                           | 16   |
| รูปที่ 2.19 หน้าต่างบอกข้อมูลว่ามีอะไรเกิดขึ้นรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้น..... | 16   |
| รูปที่ 2.20 Game object ที่อยู่ใน project.....                            | 16   |
| รูปที่ 2.21 แสดงถึง project ต่างๆที่ถูกเก็บ.....                          | 17   |
| รูปที่ 2.22 แสดงทิศทางและตำแหน่งของวัตถุต่างๆ.....                        | 17   |
| รูปที่ 2.23 ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม.....                  | 18   |
| รูปที่ 2.24 แถบคำสั่งหรือ menu bar.....                                   | 18   |

## VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|             |                                                                         |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| รูปที่ 2.25 | แถบเครื่องมือ.....                                                      | 18 |
| รูปที่ 2.26 | แถบแสดงรายละเอียดการใช้งานของเครื่องมือและคำสั่ง.....                   | 19 |
| รูปที่ 2.27 | พื้นที่ทำงานหลัก.....                                                   | 19 |
| รูปที่ 2.28 | แถบสร้าง Key Frame Animation ให้วัตถุ.....                              | 19 |
| รูปที่ 2.29 | ปุ่มแสดง Mini Curve Editor.....                                         | 20 |
| รูปที่ 2.30 | แถบเลือกสำหรับเลือกตำแหน่งเฟรม (Frame) ที่ต้องการ.....                  | 20 |
| รูปที่ 2.31 | แถบกำหนดการทำงานของเครื่องมือ Transform Tool แบบใส่พิกัดเป็นตัวเลข..... | 20 |
| รูปที่ 2.32 | ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม Adobe photoshop.....            | 21 |
| รูปที่ 2.33 | แถบคำสั่งหรือ Menu bar.....                                             | 21 |
| รูปที่ 2.34 | ภาพการแบ่งกลุ่มกล่องเครื่องมือ.....                                     | 22 |
| รูปที่ 2.35 | กล่องเครื่องมือของโปรแกรม photoshop.....                                | 23 |
| รูปที่ 2.36 | รูปแถบเครื่องมือ.....                                                   | 24 |
| รูปที่ 2.37 | ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม Lightwave 3D ส่วน Modeler.....  | 25 |
| รูปที่ 2.38 | แถบเมนูด้านบนของโปรแกรม Lightwave 3D ส่วน Modeler.....                  | 26 |
| รูปที่ 2.39 | ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรมส่วนเลเอาท์ (Layout).....        | 27 |
| รูปที่ 2.40 | แถบเมนูด้านบนของโปรแกรม Lightwave 3D ส่วนเลเอาท์ (Layout).....          | 27 |
| รูปที่ 3.1  | Use case diagram.....                                                   | 29 |
| รูปที่ 3.2  | การออกแบบหน้าโปรแกรมด้วยโปรแกรม Photoshop.....                          | 30 |
| รูปที่ 3.3  | การออกแบบโมเดลในส่วนแขน.....                                            | 31 |
| รูปที่ 3.4  | การออกแบบโมเดลส่วนแขนซ้าย.....                                          | 31 |
| รูปที่ 3.5  | การออกแบบโมเดลส่วนลำตัว.....                                            | 32 |
| รูปที่ 3.6  | การออกแบบโมเดลเต็มตัว.....                                              | 32 |
| รูปที่ 3.7  | การทาง UV Mapping Texture.....                                          | 32 |
| รูปที่ 3.8  | การลงสี UV Mapping Texture.....                                         | 33 |
| รูปที่ 3.9  | การใส่โครงกระดูกให้โมเดล.....                                           | 33 |

## IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

|             |                                                                       |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| รูปที่ 3.10 | การทดสอบการใส่โครงกระดูกให้ตัวโมเดล.....                              | 34 |
| รูปที่ 3.11 | โมเดลแบบเสร็จสมบูรณ์ที่อยู่ในท่าทางตั้งวงและจับคว่ำ.....              | 34 |
| รูปที่ 3.12 | การสร้างแอนิเมชันท่ารำ.....                                           | 37 |
| รูปที่ 3.13 | การออกแบบระบบรับค่าเมื่อมีผู้ใช้งานเข้ามาเลือกเมนู.....               | 38 |
| รูปที่ 4.1  | การวางอุปกรณ์.....                                                    | 39 |
| รูปที่ 4.2  | เมนูเริ่มต้นของโปรแกรม.....                                           | 40 |
| รูปที่ 4.3  | หน้าต่างเรียนรู้ท่ารำท่าตั้งวงกลาง.....                               | 40 |
| รูปที่ 4.4  | แอนิเมชันท่าตั้งวงกลาง.....                                           | 41 |
| รูปที่ 4.5  | หน้าต่างเรียนรู้ท่ารำท่าตั้งวงบน.....                                 | 41 |
| รูปที่ 4.6  | แอนิเมชันท่าตั้งวงบน.....                                             | 41 |
| รูปที่ 4.7  | หน้าต่างเรียนรู้ท่ารำท่าตั้งวงล่าง.....                               | 42 |
| รูปที่ 4.8  | แอนิเมชันท่าตั้งวงล่าง.....                                           | 42 |
| รูปที่ 4.9  | หน้าต่างเรียนรู้ท่าจับคว่ำ.....                                       | 42 |
| รูปที่ 4.10 | แอนิเมชันท่าจับคว่ำ.....                                              | 43 |
| รูปที่ 4.11 | หน้าต่างเรียนรู้ท่าจับหงาย.....                                       | 43 |
| รูปที่ 4.12 | แอนิเมชันท่าจับหงาย.....                                              | 43 |
| รูปที่ 4.13 | โมเดลที่นำมาใช้ในแอปพลิเคชัน.....                                     | 44 |
| รูปที่ 4.14 | โหมดการฝึกฝนท่ารำ.....                                                | 44 |
| รูปที่ 4.15 | โหมดฝึกฝนท่ารำเมื่อมีผู้ใช้งานเข้ามาใช้งาน.....                       | 45 |
| รูปที่ 4.16 | การ Rigging ของตัวละคร.....                                           | 45 |
| รูปที่ 4.17 | แสดงการสร้างแอนิเมชันด้วยโปรแกรม Lightwave 3D.....                    | 46 |
| รูปที่ 4.18 | ตัวอย่าง Animator Controller และตัวอย่างไฟล์แอนิเมชันบน UNITY 3D..... | 46 |
| รูปที่ 4.19 | ตัวอย่างการใช้งาน Animator Controller.....                            | 47 |

## บทที่ 1

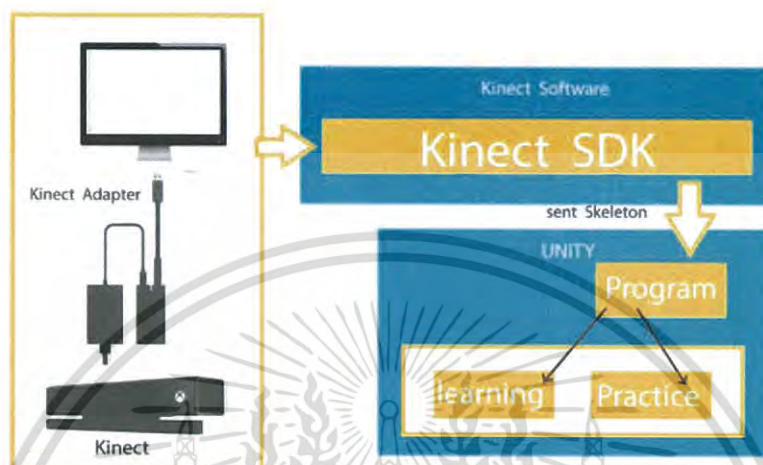
### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

นาฏศิลป์จัดเป็นศิลปะและวัฒนธรรมอย่างหนึ่งของไทย นอกจากจะเป็นเครื่องมือที่สร้างความเป็นหนึ่งให้กับมนุษย์แล้ว นาฏศิลป์ไทยเป็นการแสดงทางสรีระร่างกาย แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การเดินมือ และการเดินเท้า ซึ่งการเดินมือคือการใช้มือทั้งสองข้างแสดงออกเป็นท่าทางต่างๆ อันได้แก่ ตั้งวง จีบคว่ำ จีบหงาย จีบชายพรก จีบปักข้าง จีบปักหน้า จีบส่งหลัง จีบล่อแก้ว การเดินเท้าคือ ใช้เท้าในการประกอบท่าทาง เช่น จรด ยก วาง กระทุ้ง กระดก ก้าวหน้า ก้าวข้าง ซึ่งสองอย่างนี้จะรวมกันเรียกว่าท่ารำ นาฏศิลป์ยังเป็นการแสดงออกทางศิลปกรรมและวัฒนธรรมที่ดีของชาติไทยรวมถึงการบอกความเป็นไทย นาฏศิลป์เป็นแหล่งรวมของศิลปะแขนงต่างๆ เช่น ศิลปะในวรรณคดีหรือการประพันธ์ ศิลปะในการออกแบบสถานที่ ศิลปะในการเขียนภาพ ศิลปะในการหล่อ ปั้น แกะสลัก ศิลปะในการออกแบบเครื่องแต่งกาย ศิลปะแสง ศิลปะในการใช้สี และ ศิลปะในการใช้เสียง ทำให้นาฏศิลป์เป็นแหล่งรวมของศิลปะแขนงต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันผู้ที่รู้จัก สนใจ และเข้าใจในท่าทางของนาฏศิลป์ที่ถูกต้องมีส่วนน้อยทำให้มีความรู้เผยแพร่ออกไปได้ไม่ทั่วถึง เดิมสื่อที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอนจะเป็นแค่ภาพนิ่ง และ วีดีโอ ซึ่งทำให้เห็นรายละเอียดไม่ชัดเจน ส่งผลให้เมื่อนำมาปฏิบัติผู้ที่ศึกษาจะไม่สามารถเข้าใจท่ารำได้อย่างถูกต้อง เพราะในปัจจุบันยังไม่มีระบบบันทึกข้อมูลที่ถูกต้องอาจจะทำให้นาฏศิลป์หายไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ตลอดจนมีความคิดที่ต้องการจะพัฒนาสื่อในการเรียนรู้นาฏศิลป์ให้ผู้ที่ต้องการที่จะศึกษาได้มีสื่อการเรียนรู้ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ใครๆ ก็สามารถเข้าถึงได้ จึงมีแนวคิดในการจัดทำโครงการนี้ขึ้นมา งานวิจัยนี้จะทำการจัดเก็บข้อมูลที่ถูกต้องแล้วนำมาพัฒนาเป็นสื่อการเรียนรู้ทำให้ผู้ที่ต้องการศึกษาจะสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลและสื่อการเรียนรู้ที่ถูกต้องได้บนแอปพลิเคชันที่จะจัดทำขึ้นมานี้

#### 1.2 ภาพรวม หรือ โครงสร้างรวมของโครงการ

ศึกษาและเก็บข้อมูลของท่าทางในนาฏศิลป์ไทย เพื่อนำข้อมูลที่เก็บได้มาใช้ในการพัฒนาระบบให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีข้อมูลที่ถูกต้อง โดยในระบบประกอบด้วย ตัวเซ็นเซอร์ Kinect ฟังก์ชัน บันทึกข้อมูล และ เก็บข้อมูลลงสู่ดาต้าเบสดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

### 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1 เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ในท่าทางของนาฏศิลป์มีความง่ายขึ้น
- 2 เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ในท่าทางของนาฏศิลป์มีความถูกต้องมากขึ้น
- 3 เพื่อช่วยให้การเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ในท่าทางของนาฏศิลป์มีความสะดวกมากขึ้น
- 4 เพื่อให้การเก็บข้อมูลท่าทางของนาฏศิลป์มีความเป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น
- 5 เพื่อใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา รวมไปถึงการเรียนรู้ท่าทางนาฏศิลป์มีความง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- 6 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ รวมถึงภาษาที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชัน

### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1 แอปพลิเคชันจะช่วยสนับสนุนระบบสื่อการเรียนการสอนท่าทางของนาฏศิลป์
- 2 แอปพลิเคชันจะรองรับการบันทึกข้อมูลท่าทางของนาฏศิลป์ที่ถูกต้อง
- 3 แอปพลิเคชันจะรองรับการประเมิน ตามกฎเกณฑ์ของท่าทางที่ถูกต้องของนาฏศิลป์ได้

### 1.5 วิธีการดำเนินการ

- 1 สำรวจปัญหาและความต้องการที่มีอยู่ในระบบการทำงานในชีวิตจริง
- 2 ออกแบบระบบแล้วนำไปให้ผู้ที่เกี่ยวข้องแสดงความเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3 กำหนดขอบเขตของโครงการ
- 4 ออกแบบแผนผังไดอะแกรมต่างๆ เช่น Use case diagram
- 5 ออกแบบโครงสร้างของแอปพลิเคชัน
- 6 ศึกษาโปรแกรมและวัสดุที่ต้องใช้ในการทำงาน
- 7 เริ่มทำการเขียนโปรแกรมแอปพลิเคชันในทีละส่วน
- 8 ทดสอบแอปพลิเคชันที่เขียนเพื่อหาข้อผิดพลาด
- 9 ทดลองให้ผู้ใช้งานเข้ามาใช้งาน

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1 ได้แอปพลิเคชันที่จะมาช่วยในการเรียนรู้ในเรื่องท่าทางของนาฏศิลป์ ในเรื่องของการท่าทางที่ถูกต้อง
- 2 ได้แอปพลิเคชันที่ทำให้การเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ในเรื่องท่าทางของนาฏศิลป์ ในเรื่องการเข้าถึงข้อมูลที่ถูกต้อง ได้ง่ายขึ้น
- 3 ได้แอปพลิเคชันที่รวบรวมข้อมูลท่าทางของนาฏศิลป์ต่างๆ เอาไว้
- 4 ได้ความรู้ในการจัดทำแอปพลิเคชันจากเริ่มต้นไปจนถึงประยุกต์
- 5 ได้ความรู้ในการออกแบบรวมถึงสร้างโมเดลต่างๆ และตัวละคร

## 1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

### 1.7.1 อุปกรณ์ Hardware

- Kinect sensor for xbox one 1 ตัว
- Kinect sensor for xbox one Adapter 1 ตัว

### 1.7.2 อุปกรณ์ Software

- Kinect SDK
- Visual studio
- 3Ds Max
- Unity
- Adobe Photoshop
- Lightwave 3D

### 1.8 ระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ

ในโครงการมีระยะเวลาการดำเนินงานดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การดำเนินงานตลอดปี

| No. | การดำเนินงาน                       | 2017 |      |      |      |      | 2018 |      |       |       |      |
|-----|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|
|     |                                    | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. | พ.ค. |
| 1.  | เสนอโครงการ                        |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 2.  | ศึกษาการปฏิบัติทางของนาฏศิลป์      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 3.  | ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์            |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 4.  | เก็บข้อมูลทางของนาฏศิลป์           |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 5.  | ออกแบบ Use case Diagram            |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 6.  | ออกแบบหน้าต่างผู้ใช้งาน            |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 7.  | เขียนคำสั่งควบคุมโปรแกรม           |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 8.  | ทดลองการทำงานของโปรแกรม            |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 9.  | ศึกษาการสร้างโมเดล 3D และแอนิเมชัน |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 10. | สร้างโมเดล 3D                      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 11. | ศึกษาการเชื่อมต่อโมเดลกับโปรแกรม   |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 12. | สร้างแอนิเมชัน                     |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 13. | ทดลองใช้งาน                        |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 14. | ตรวจสอบและแก้ปัญหา                 |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |
| 15. | สรุปผลการใช้งาน                    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

#### 2.1 ภาษาและท่าทางนาฏศิลป์ [1-5]

ภาษาท่าทางนาฏศิลป์ คือ การสื่อความหมายคำพูด กิริยา ท่าทางต่างๆ โดยใช้ท่าทางทางการร่ายรำ เพื่อสื่อความหมายแทน ที่แสดงออกมาให้ผู้ชมหรือผู้แสดงได้รับรู้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ ภาษาท่าแทนคำพูด ภาษาท่าแทนอารมณ์และภาษาท่าที่สื่อความหมาย

##### 2.1.1 นาฏยศัพท์ที่เกี่ยวกับการใช้เท้า

###### 2.1.1.1 ประเท้า หรือ จรดเท้า

ประเท้า หรือ จรดเท้า คือ การใช้จุมูกเท้าตบพื้นเบาๆ แล้วยกเท้าขึ้นหนึ่งครั้ง จมูกเท้าเป็นอวัยวะ สำคัญที่ใช้ในการประเท้า หรือ จรดเท้า

จุมูกเท้า คือ ส่วนนูนของเท้าที่อยู่ถัดจากหัวแม่เท้าลงมาการใช้จุมูกเท้าต้องหักปลายนิ้วเท้า หรือเกร็งปลายนิ้วเท้าให้งอนขึ้น



รูปที่ 2.1 ลักษณะการก้าว

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.1.2 ยกเท้า

คือการยกเท้าขึ้นโดยต้องเกร็งปลายนิ้วเท้าให้งอนขึ้นและต้องเกร็งข้อเท้าให้ตั้งขึ้น ในการฝึกชาวไทยผู้สอนจะใช้คำว่า หักข้อเท้า



รูปที่ 2.2 ลักษณะการยกเท้า

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

### 2.1.1.3 กระทั่งเท้า

กระทั่งเท้า คือ การวางเท้าไว้ด้านหลังในลักษณะตั้งบนจุมกเท้าก่อนใช้จุมกเท้า

กระแทกพื้นเบาๆ



รูปที่ 2.3 ลักษณะการกระทั่งเท้า

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

### 2.1.1.4 กระดกเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดกเท้า คือ การยกเท้าขึ้นด้านหลังในลักษณะส่งเข้าไปด้านหลังให้สูงที่สุดโดยไม่  
ต้องเอนตัวไปด้านหน้าสิ่งสำคัญต้องพยายามดึงส้นเท้าเข้าหาตัวให้มากในลักษณะหักข้อเท้า



รูปที่ 2.4 ลักษณะการกระดกเท้า

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

## 2.1.2 นาฏยศัพท์เกี่ยวกับการใช้มือ

### 2.1.2.1 ตั้งวง

การตั้งวง คือ การตั้งมือแบโดยให้นิ้วหัวแม่มืองอเข้าไปอยู่กึ่งกลางฝ่ามือ ส่วนนิ้วทั้งสี่  
รวบให้ชิดติดกัน ปลายนิ้วให้เอนไปทางหลังมือ และที่สำคัญคือหักข้อมือขึ้นเพื่อให้ดูปลายนิ้วอ่อนไปทาง  
หลังมือมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.5 ลักษณะการตั้งวง

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2.2 การจับมือ

การจับมือ คือการนำนิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือมาชนกัน โดยนิ้วหัวแม่มือจะต้องชนกับข้อแรกของนิ้วชี้ ส่วนสำคัญคือต้องหักข้อมือเข้าลำแขนเสมอ



รูปที่ 2.6 ลักษณะการจับหงาย

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

### 2.1.2.3 การจับคว่ำ

การจับคว่ำ คือการนำนิ้วชี้และหัวแม่มือมาชนกัน โดยนิ้วหัวแม่มือจะต้องชนกับข้อแรกของนิ้วชี้ แต่มือคว่ำลงพื้น



รูปที่ 2.7 ลักษณะจับคว่ำ

(อ้างอิง <http://krumam1.blogspot.com/2017/07/2-1.html>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

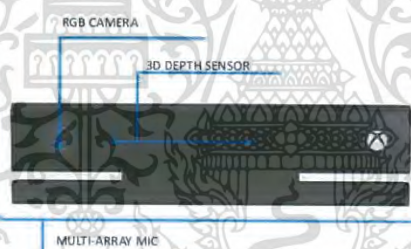
### 2.2.1 Kinect sensor for xbox [6-8]

Kinect คือ เป็นอุปกรณ์กล้องตรวจจับความเคลื่อนไหวของ Xbox โดยการใช้การเคลื่อนไหวร่างกายของบุคคลเป็นตัวควบคุม และ สั่งการทำงาน ตัวระบบเซ็นเซอร์ จะแปลงการเคลื่อนไหวของร่างกายไปเป็นตัวควบคุมโปรแกรมต่างๆ ส่วนประกอบของ Kinect

#### 2.2.1.1 ส่วนประกอบของ Kinect

ส่วนประกอบของ Kinect จะประกอบไปด้วย กล้องวิดีโอ (Video Camera) ไมโครโฟน เซ็นเซอร์ อุปกรณ์ฉายแสงอินฟราเรด (Infrared) กล้องวัดความลึกของภาพ (Depth Camera) ซึ่งจะแสดงให้เห็นดังรูป 2.8

Kinect 2 - Specs



#### Hardware:

Depth resolution

512 x 424

RGB resolution

1920 x 1080 (16:9)

Frame rate

60 FPS

Latency

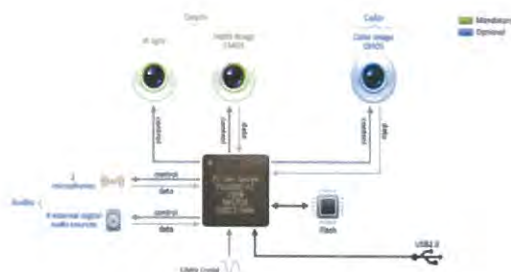
50 ms

รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของ Kinect

(อ้างอิง <http://ignatiuz.com/blog/kinect-development/kinect-v2-for-windows/>)

#### 2.2.1.2 การทำงานของ Kinect

Kinect จะประกอบด้วยกล้องรับภาพ และไมโครโฟน Kinect จะเริ่มต้นการทำงาน โดยการรับภาพการเคลื่อนไหวของผู้ใช้งานจากกล้องเข้าสู่ชิป ทำการประมวล และ ทำการแปลงสัญญาณออกมา แสดงให้เห็นเป็นไดอะแกรมดังรูปที่ 2.9

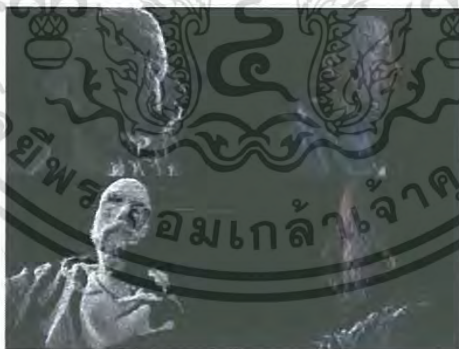


รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมของ Kinect

(อ้างอิง <https://langisser.files.wordpress.com/2011/03/kinect.>)

### 1 Kinect กับ Infrared

เมื่อใช้กล้องอินฟราเรด อุปกรณ์จะฉายแสงออกมาจากตัว Kinect ซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แสงที่แสดงออกมาจะแสดงออกเป็นจุดประกอบไปด้วย จุดตามแนวตั้ง 480 จุด และจุดตามแนวนอน 640 จุด แต่ละจุดห่างกัน 3 มิลลิเมตร เมื่อมีวัตถุมาอยู่หน้ากล้อง กล้องวัดความลึกจะรับภาพระดับความสว่างของแสงอินฟราเรดที่วัตถุโดนตกกระทบ ส่งไปให้เซนเซอร์วัดความลึกตามแนวแกน Z กล้องจะทำการสังเกตจากความสว่างของวัตถุ ถ้าวัตถุอยู่ใกล้จะมีแสงสว่างมาก ซึ่งในทางกลับกัน ถ้าวัตถุอยู่ไกลแสงจะน้อย แสดงรูปการฉายกล้องอินฟราเรดดังรูป 2.10



รูปที่ 2.10 ภาพการฉายอินฟราเรด

(อ้างอิง <https://langisser.files.wordpress.com/2011/03/kinect.pdf> )

กระบวนการตรวจจับหรือรับรู้การเคลื่อนไหวของมนุษย์โดย การใช้ข้อมูลความลึก สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ภาพรวมของการตรวจจับมนุษย์  
(อ้างอิง <https://goo.gl/cRQnfN>)

จากรูปที่ 2.11 สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนการตรวจจับมนุษย์ได้ออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1. 2D Chamfer Distance matching จะมีขั้นตอน Input Depth Array, Pre-processing, 2D chamfer distance matching
- 2. 3D Model Fitting จะมีขั้นตอน calculate parameters of the head, Generate 3D model & fit, Separate human from its background
- 3. Extract Contours หรือการแยกกรุปทรง
- 4. Tracking หรือการติดตามตัว

2 การรับรู้การเคลื่อนไหวของผู้เล่น

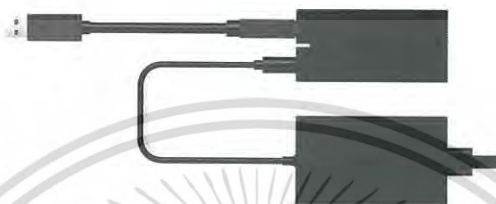
จะมีการรับรู้การเคลื่อนไหวของผู้เล่นผ่านทางเซ็นเซอร์บนตัว Kinect โดยมีการส่งข้อมูลท่าทางการเคลื่อนไหวของผู้เล่นเข้าไป เช่น ท่าทางการนั่ง ยืน การเอียงตัว การขยับและหยิบสิ่งของ Kinect สามารถแยกแยะตัวผู้ใช้ออกจากฉากพื้นหลังได้ ทำให้ระบบของ Kinect แตกต่างจากระบบอื่น ข้อมูลการเคลื่อนไหวจะถูกประมวลผลเหลือเพียงการเคลื่อนไหวของโครงกระดูก ซึ่ง Kinect จะจับข้อต่อโครงกระดูกได้ทั้งหมด 20 ข้อต่อ ส่วนประกอบของข้อต่อที่จับได้จะแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ส่วนต่างๆของร่างกายที่ Kinect สามารถตรวจจับได้  
(อ้างอิง <https://goo.gl/aNfgF3>)

## 2.2.2 Kinect Adapter

ตัวแปลง Kinect Adapter for Windows สำหรับใช้เชื่อมต่อ Kinect กับ PC เนื่องจาก Kinect ส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เล่นเกมที่ชื่อว่า Xbox เมื่อใช้กับ PC ทำให้ต้องมีแหล่งจ่ายไฟ นั่นคือ Kinect Adapter แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.13 และ 2.14



รูปที่ 2.13 Kinect Adapter  
(อ้างอิง <https://goo.gl/1BtUcQ>)



รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อ Kinect กับ Kinect Adapter  
(อ้างอิง <https://goo.gl/K3BS1T>)

## 2.3 โปรแกรมและภาษาที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 โปรแกรม Visual studio [9-10]

Visual Studio เป็นชุดโปรแกรมที่นำไปใช้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบด้วยภาษาต่างๆ เช่น ภาษา C, ภาษา C++ และ ภาษา C# เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งสามารถติดต่อสื่อสารพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ได้แต่ยังไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบได้ด้วยตัวเอง วิชวลสตูดิโอจึงเป็นโปรแกรมที่ช่วยพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ

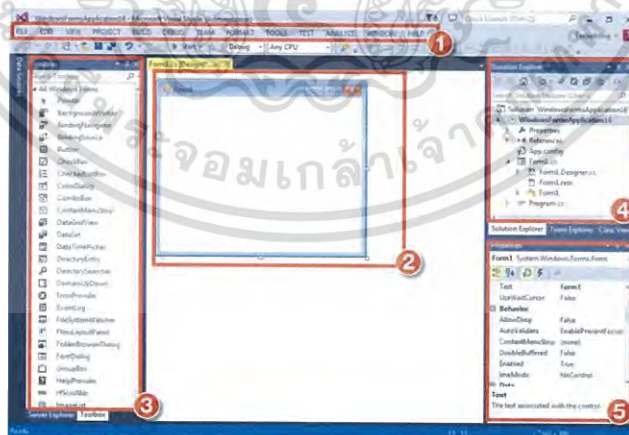
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสามารถสื่อสารกันได้ในระดับหนึ่งแล้ว แต่ไม่สามารถพัฒนาเป็นระบบได้ด้วยตนเอง นักพัฒนาจะนำเครื่องมือของโปรแกรมมาใช้พัฒนาต่อให้เกิดเป็นซอฟต์แวร์หรือระบบ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก และลดเวลาการทำงานและข้อผิดพลาดได้

### ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม Visual studio

1. แถบเมนู (Menu bar) เป็นแถบแสดงรายการคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรม เช่น การสร้างโปรเจกต์ ใหม่ การตั้งค่าโปรแกรม หรือการเรียกใช้เครื่องมืออื่นๆ เป็นต้น
2. พื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Workspace) เป็นพื้นที่สำหรับการออกแบบและเขียนคำสั่ง ให้โปรแกรม
3. กล่องเครื่องมือ (Toolbox) เป็นกลุ่มของเครื่องมือต่างๆ สำหรับใช้ในการออกแบบหน้าจอของ โปรแกรม เช่น Button List box Check box Radio button Label เป็นต้น
4. ส่วนควบคุมการทำงาน (Solution Explorer) เป็นส่วนสำหรับแสดงโปรเจกต์หรือไฟล์ที่กำลังเปิดอยู่
5. หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของเครื่องมือ (Properties) เป็นส่วนที่กำหนดคุณสมบัติต่างๆ ให้กับเครื่องมือแต่ละตัว เช่น การกำหนดสี กำหนดขนาดตัวอักษร และอื่นๆ

หน้าจอหลักของโปรแกรมเมื่อเรียกใช้งานจะมีหน้าตาดังรูปที่ 2.15 ตัวโปรแกรมจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้



รูปที่ 2.15 ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม Visual studio

(อ้างอิง <http://tanateach.com/wordpress/topic/2-1/>)

### 2.3.1.1 โปรแกรม visual studio กับ ภาษา C#

#### การสร้าง project ใหม่

การเขียนโปรแกรมด้วย Visual Studio 2013 จะต้องเป็นการเขียนโปรแกรมใน Project ซึ่งสามารถสร้าง Project ใหม่ได้ โดยคลิกที่เมนู File > New > Project ในเมนูแถบด้านซ้าย ให้เลือกที่ Visual C# เพื่อกำหนดลักษณะของ Project ว่าเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# ส่วนรายการตรงกลาง ให้เลือกที่ Windows Form Application เพื่อกำหนดว่าเป็นการสร้างโปรแกรมที่รันบนระบบปฏิบัติการ Windows หลังจากนั้นกดปุ่ม OK จะพบกับหน้าต่างดังภาพที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การเริ่มต้นสร้าง project ภาษา c#

อ้างอิง (<http://tanateach.com/wordpress/topic/2-1/>)

#### ข้อดีของภาษา c# [11]

ภาษา C# เป็นรูปแบบของภาษาที่ทำงานเป็นลำดับ(Sequential) และมีเครื่องมือในการช่วยเขียนอย่าง Visual Studio ทำให้เขียนง่าย เด่นชัดในเรื่องของการจัดการคุณสมบัติ (Properties) และการตั้งค่าเริ่มต้นที่ช่วยให้สามารถพัฒนาระบบได้สะดวกรวดเร็วขึ้น เมื่อมีตัวช่วยอย่างโปรแกรม Visual studio ทำให้อ่าน Code ง่ายขึ้น ภาษาC# ทำให้ทุกสิ่งเป็นวัตถุ (object) เนื่องจากมีแม่แบบเป็นภาษา Java เป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพสูงเพราะ พัฒนาขึ้นมาได้ .NET Framework ซึ่งสามารถดึงเอาความสามารถของเทคโนโลยีบน .NET ออกมาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

#### ข้อเสียของภาษา C#

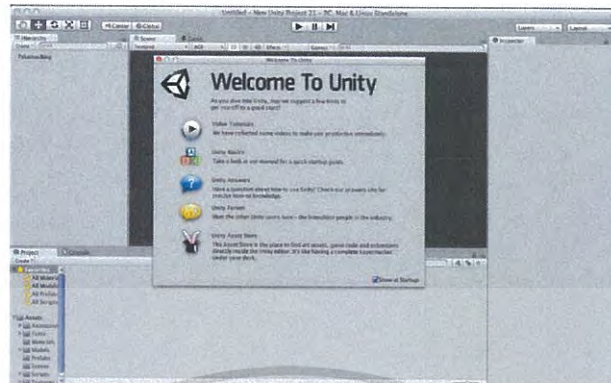
ทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows เป็นหลักเนื่องจากยังมีโครงการ mono ที่พัฒนา C# บน Linux แต่เมื่อเทียบความสามารถแล้วยังค่อนข้างด้อยกว่า C# บน Windows เครื่องที่ใช้งานแอปพลิเคชันต้องติดตั้ง .net framework จึงจะทำงานได้

### 2.3.2 โปรแกรม Unity [12]

โปรแกรม unity ใช้สำหรับสร้างเกมได้ทั้ง 2D และ 3D หรือเรียกได้ว่าเป็น Game Engine ข้อแตกต่างระหว่างสองมิติและสามมิตินั้นคือ สามารถเคลื่อนที่เข้าไปในหน้าจอได้ซึ่งต่างจากแบบสองมิติคือสองมิติสามารถเคลื่อนขึ้นและลงได้เท่านั้น ทุกอย่างใน Unity จะถูกมองเป็น Game Object ภาพที่ใช้แสดงในภาพโปรแกรมมุมมองแสงและเงา เวลาเปลี่ยนมุมมองก็จะเกิดภาพเสมือนจริงแบบ Full 3D หรือเรียกว่า bird's-eye view และสามารถ cross-platform ได้ซึ่งถ้านักพัฒนาได้ทำแอปพลิเคชันสำเร็จจะสามารถนำออกสู่ตลาดได้หลายช่องทางด้วยกัน โดยที่ตัว Unity การเขียนสคริปต์นั้นทำได้โดยใช้ Mono เป็น text editor ที่รวมไว้อยู่ในโปรแกรม ซึ่งจะดำเนินงานใน .NET Framework โดยที่ทางผู้พัฒนาสามารถใช้ Unity Script, C#, Boo เป็นภาษาในการพัฒนา

#### ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม

1. Component คือ ความสามารถหรือลักษณะที่วัตถุสามารถทำได้
2. Asset คือ คุณลักษณะภายนอกที่เสริมการทำงานของ Component
3. Scene คือ ฉากแต่ละฉากซึ่งประกอบด้วย Game Object หลายๆ ตัวรวมกัน
4. Project เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บทรัพยากรก่อนนำไปสร้างเกม เช่น สคริปต์ที่ใช้กำหนดควบคุมตัวเกม 3D โมเดล ใช้เป็นตัวละครหรือวัตถุต่างๆ ในเกม พื้นผิว ไฟล์เสียง หรือวิดีโอ
5. Hierarchy คือ ส่วนที่บอกลำดับชั้น ของ Object ต่างๆ ที่อยู่ใน Scene
6. Game คือ ส่วนที่แสดงการทำงานของเกมใน Scene ทำให้มองเห็นภาพ เหตุการณ์ และการทำงานของวัตถุต่างๆ ภายใน Scene ที่สร้างขึ้น
7. Inspector เป็นส่วนที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติต่างๆ ของ Object ซึ่งสามารถจัดการคุณสมบัติต่างๆ ของ Object ได้ในกรอบของ Inspector



รูปที่ 2.17 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม  
(อ้างอิง <https://goo.gl/Jd3wQi>)



รูปที่ 2.18 หน้าต่าง scene



รูปที่ 2.19 หน้าต่างบอกข้อมูลว่ามีอะไรเกิดขึ้นรวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้น  
(อ้างอิง <https://goo.gl/Jd3wQi>)

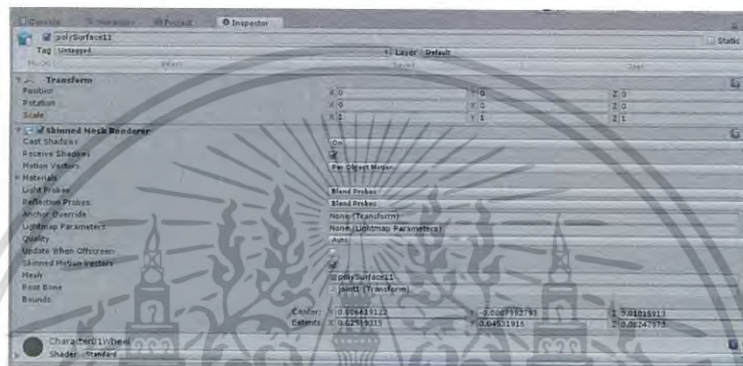


รูปที่ 2.20 Game object ที่อยู่ใน project  
(อ้างอิง <https://goo.gl/Jd3wQi>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 แสดงถึง project ต่างๆที่ถูกเก็บ  
(อ้างอิง <https://goo.gl/Jd3wQi>)



รูปที่ 2.22 แสดงทิศทางและตำแหน่งของวัตถุต่างๆ  
(อ้างอิง <https://goo.gl/Jd3wQi>)

### ข้อดีของโปรแกรม UNITY

โปรแกรม Unity สามารถสร้างเกมได้หลายแพลตฟอร์ม windows, mac OS, Linux ,บนเว็บ, flash, android, IOS , window phone รวมถึงเกมส์ Console xbox, PS3,Wii U และมีส่วนที่สามารถช่วยให้การพัฒนาเกมง่ายขึ้นคือ Asset store ของ Unity นั่นคือเป็นเว็บไซต์ที่รวบรวม Asset สำหรับใช้ในการพัฒนาเกมภายในนั้นจะมี Asset ให้เลือกดาวน์โหลดทุกประเภท ทั้งจากทาง Unity และนักพัฒนาอื่น ที่จัดทำและสร้างขึ้นมาแล้วนำมาอัปโหลดเอาไว้ให้เลือกใช้งาน มีทั้งแบบไม่มีค่าใช้จ่าย และมีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน

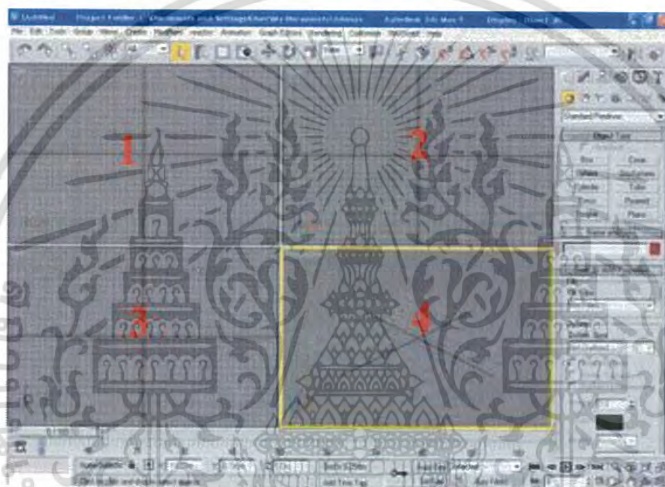
### ข้อเสียของโปรแกรม UNITY

ตัวโปรแกรมมี Tools ให้เลือกใช้หลากหลายทำให้อาจจะดูยากสำหรับคนที่ฝึกใช้งาน สคริปหรือเครื่องมือบางอย่างใน Assets ผู้ใช้งานจะต้องเสียเงินในการซื้อ ส่วนด้านกราฟฟิกใน Unity อยู่ในระดับที่ดีแต่เมื่อเทียบกับ Game Engine ตัวอื่นอย่าง Unreal Engine ยังถือว่าด้อยกว่า ถึงแม้ Unity จะใช้ภาษาพื้นฐานการเขียนเช่น JavaScript และ C# แต่ถ้าหากผู้ใช้งานไม่มีความรู้ในภาษาดังกล่าวนี้ก็จะยากที่จะสามารถเขียนเกมออกมาได้อย่างสมบูรณ์

### 2.3.3 โปรแกรม 3DsMax [13]

3ds max เป็นโปรแกรมที่มีความโดดเด่นในการสร้างงาน 3D และงานสร้าง Animation โปรแกรมมีความใช้งานง่ายในการขึ้นตัวโมเดล 3D และความสามารถของโปรแกรมก็ครอบคลุมการทำงานได้เกือบทุกเรื่องของงาน Animation เลยทำให้โปรแกรมได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ปกติส่วนมากจะใช้ในการสร้างเกมส์ สร้างหนัง รายการทีวี และยังสามารถใช้สร้างออกแบบงานสถาปัตยกรรม

ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม



รูปที่ 2.23 ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)

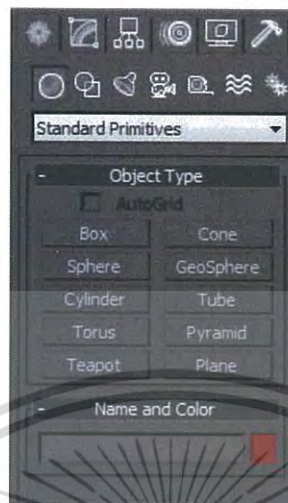


รูปที่ 2.24 แถบคำสั่งหรือ menu bar  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)



รูปที่ 2.25 แถบเครื่องมือ  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)

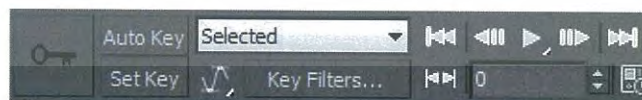
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 แถบแสดงรายละเอียดการใช้งานของเครื่องมือและคำสั่ง  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)

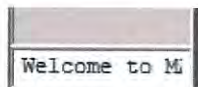


รูปที่ 2.27 พื้นที่ทำงานหลัก  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)



รูปที่ 2.28 แถบสร้าง Key Frame Animation ให้วัตถุ  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 ปุ่มแสดง Mini Curve Editor  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)



รูปที่ 2.30 แถบเลือกสำหรับเลือกตำแหน่งเฟรม (Frame) ที่ต้องการ  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)



รูปที่ 2.31 แถบกำหนดการทำงานของเครื่องมือ Transform Tool แบบใส่พิกัดเป็นตัวเลข  
(อ้างอิง <http://3dsmaxofkj.blogspot.com>)

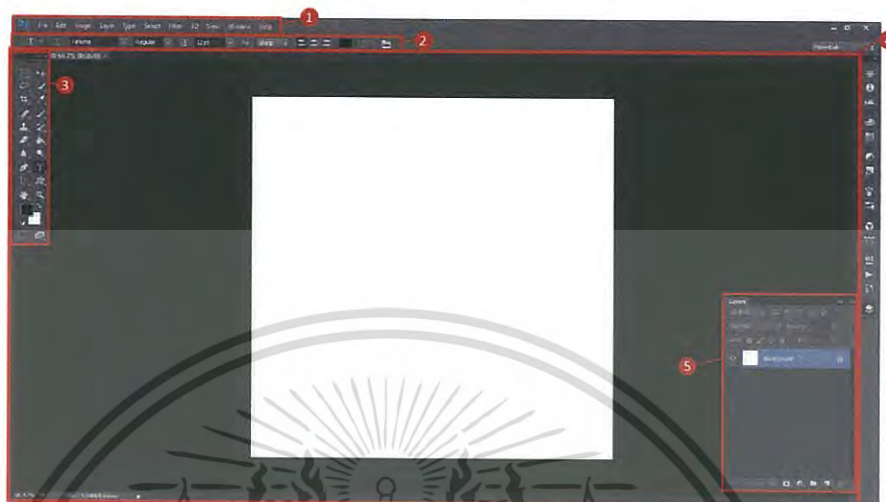
#### 2.3.4 โปรแกรม Adobe Photoshop [14-15]

โปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมที่มีเครื่องมือหลากหลายเหมาะกับการสร้างงานประเภท มัลติมีเดีย งานนำเสนอ งานประเภทสิ่งพิมพ์ งานวิทัศน์ ตลอดจนงานออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ โปรแกรมนี้ถูกใช้สร้างและแก้ไขรูปภาพอย่างมืออาชีพโดยความสามารถของโปรแกรมนี้สามารถทำได้ทั้ง ตกแต่งแก้ไขรูปภาพ การทำภาพซ้ำ การทำภาพยับ และสามารถบันทึกไฟล์ออกมาได้หลากหลายนามสกุล เช่น .png .gif .jpg

##### ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม

1. แถบคำสั่ง (Menu bar) คือส่วนที่แสดงเมนูของโปรแกรม
2. แถบควบคุมเครื่องมือ (Option bar) คือส่วนที่ใช้ปรับแต่งค่าการทำงานต่างๆ
3. เครื่องมือที่ใช้งาน (Tools box) คือกล่องเครื่องมือ
4. พื้นที่ทำงาน (Stage) คือพื้นที่ว่างสำหรับแสดงงานที่กำลังทำอยู่
5. เมนูของพื้นที่ทำงาน (Panel menu) คือหน้าต่างที่ใช้เลือกรายละเอียด หรือคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆของโปรแกรม

โดยลักษณะของโปรแกรมเมื่อเริ่มต้นการใช้งานจะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม Adobe photoshop



รูปที่ 2.33 แถบคำสั่งหรือ Menu bar

(อ้างอิง: <https://goo.gl/eS3qYB>)

หมายเลข 1 File หมายถึง รวมคำสั่งที่ใช้จัดการกับไฟล์รูปภาพทั้งหมด เช่น เปิดไฟล์ ปิดไฟล์ สร้างไฟล์ใหม่ บันทึกไฟล์ นำเข้าไฟล์ ส่งออกไฟล์ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับไฟล์

หมายเลข 2 Edit หมายถึง รวมคำสั่งที่ใช้สำหรับแก้ไขภาพ และปรับแต่งการทำงานของโปรแกรมเบื้องต้น

หมายเลข 3 Image หมายถึง รวมคำสั่งที่ใช้ปรับแต่งภาพ เช่น ขนาดของภาพ (image size) ขนาดของเอกสาร (canvas) โหมดสีของภาพ หมุนภาพ

หมายเลข 4 Layer หมายถึง รวมคำสั่งที่ใช้จัดการกับเลเยอร์ ทั้งการสร้างเลเยอร์, แปลงเลเยอร์ และการจัดการกับเลเยอร์ในด้านต่าง ๆ

หมายเลข 5 Type เกี่ยวกับคำสั่งตัวหนังสือต่างๆ เช่น ฟอนต์ตัวหนังสือ รูปแบบตัวหนังสือ

หมายเลข 6 select รวม คำสั่งเกี่ยวกับการเลือกวัตถุหรือพื้นที่บนรูปภาพ (Selection) เพื่อนำไปใช้งานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ เช่น เลือกเพื่อเปลี่ยนสี, ลบ หรือใช้เอฟเฟกต์ต่าง ๆ กับรูปภาพ

หมายเลข 7 Filter เป็นคำสั่งการเล่น Effects ต่างๆสำหรับรูปภาพและวัตถุ

หมายเลข 8 View เป็นคำสั่งเกี่ยวกับมุมมองของภาพและวัตถุในลักษณะต่างๆ เช่น การขยายภาพและย่อภาพให้ดูเล็ก

หมายเลข 9 Window เป็นส่วนคำสั่งในการเลือกใช้อุปกรณ์เสริมต่างๆที่จำเป็นในการใช้สร้าง Effects ต่างๆ

หมายเลข 10 Help เป็นคำสั่งเพื่อแนะนำเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมฯและจะมีรายละเอียดของโปรแกรมอยู่ในนั้น



กลุ่มคำสั่ง Selection เพื่อเลือกพื้นที่ในส่วนต่างๆ ของภาพ

กลุ่มคำสั่ง Edit สำหรับการปรับแต่ง รายละเอียด การลบบางส่วน

กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับการสร้างตัวอักษร วาดภาพ

คำสั่ง View ย่อขยายภาพบนหน้าจอ

คำสั่งเลือกสี Foreground หรือ Background

คำสั่ง Quick mask, คำสั่งเกี่ยวกับหน้าจอ

รูปที่ 2.34 ภาพการแบ่งกลุ่มกล่องเครื่องมือ

(อ้างอิง <https://goo.gL/MGPPgx>)

จากรูปที่ 2.34 แสดงการแบ่งกลุ่มเครื่องมือตามประเภทการใช้งานโดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่คือ

1. กลุ่มที่ใช้เลือกพื้นที่ในส่วนต่างๆของภาพ
2. กลุ่มคำสั่งสำหรับปรับแต่งรูปภาพ
3. กลุ่มคำสั่งเกี่ยวกับตัวอักษร รวมการสร้างตัวอักษรและภาพวาด
4. คำสั่งเกี่ยวกับเลือกสีของภาพ



รูปที่ 2.35 กล้องเครื่องมือของโปรแกรม photoshop

หมายเลข 1 Marquee ใช้สำหรับย้ายพื้นที่ที่เลือกไว้ของภาพ หรือย้ายภาพในเลเยอร์หรือย้ายเส้นไกด์

หมายเลข 2 Move ใช้สำหรับเลือกพื้นที่บนภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยม วงกลม วงรี

หมายเลข 3 Lasso ใช้เลือกพื้นที่บนภาพเป็นแนวเขตแบบอิสระ

หมายเลข 4 Magic Wand ใช้สำหรับเลือกตัดส่วนที่ไม่ต้องการออกเป็นพื้นที่ใหญ่

หมายเลข 5 Crop ใช้ตัดขอบภาพให้เหลือขนาดเท่าที่ต้องการ

หมายเลข 6 Eyedropper ใช้เลือกสีจากสีต่างๆจากบนภาพที่ต้องการ

หมายเลข 7 Spot Healing Brush ใช้ตกแต่งลบรอยตำหนิในภาพเป็นจุด

หมายเลข 8 Brush ใช้ระบายเส้นต่างๆลงบนภาพ

หมายเลข 9 Clone Stamp ใช้ทำสำเนาภาพ โดยก๊อปปี้ภาพจากบริเวณอื่นมาระบาย หรือระบายด้วย  
ลวดลาย

หมายเลข 10 History Brush ใช้ระบายภาพด้วยขั้นตอนเดิมของภาพที่ผ่านมา หรือขั้นตอนก่อนหน้า

หมายเลข 11 Eraser ใช้ลบภาพบางส่วนที่ไม่ต้องการ

หมายเลข 12 Paint Bucket ใช้ใส่สีลงบนส่วนที่ต้องการ

หมายเลข 13 Blur ใช้เบลอภาพหรือ ทำให้ภาพเด่นขึ้นโดยการเบลอส่วนที่ไม่ต้องการให้เด่น

หมายเลข 14 Dodge ใช้ระบายเพื่อให้ภาพสว่างขึ้น

หมายเลข 15 Pen ใช้สร้างพาร (Path)

หมายเลข 16 Horizontal Type ใช้พิมพ์ตัวอักษรหรือข้อความลงบนภาพ

หมายเลข 17 Path Selection ใช้เลือกและปรับแต่งรูปทรงของเส้นพาร (Path)

หมายเลข 18 Rectangle ใช้วาดรูปทรงสำเร็จรูปหรือรูปทรงเรขาคณิต

หมายเลข 19 Hand ใช้เลื่อนดูส่วนต่างๆของภาพที่ต้องการ

หมายเลข 20 Zoom ใช้ย่อหรือขยายมุมมองภาพ

หมายเลข 21 set Foreground Color และ Set Background Color ใช้สำหรับกำหนดสี  
Foreground Color และ Background Color

หมายเลข 22 เปิดแสดงหน้ากระดาษแบบเต็มพื้นที่หน้าจอ



รูปที่ 2.36 รูปแถบเครื่องมือ

(อ้างอิง<https://goo.gl/eS3qYB>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อดีของโปรแกรม Photoshop

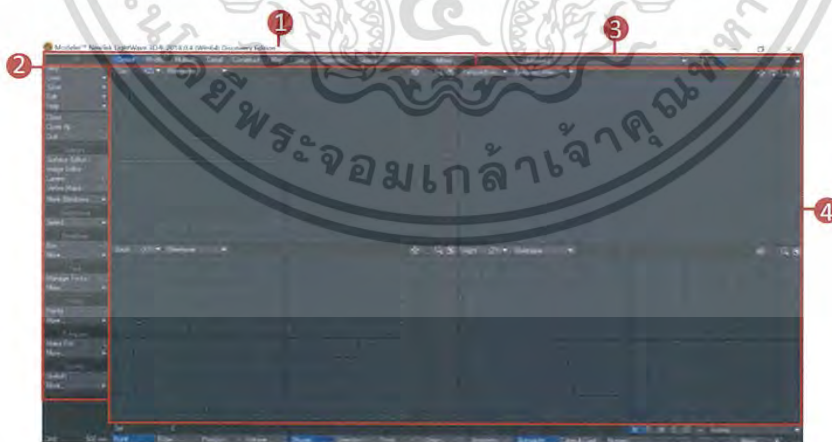
โปรแกรม Photoshop มีเครื่องมือในการทำงานหลากหลายทำให้มีความยืดหยุ่นของเครื่องมือในการทำงานรวมถึงมีฟิลเตอร์ให้เลือกใช้มาก สามารถเปิดไฟล์ Raw (Adobe Raw) ได้ซึ่งคือไฟล์ที่นักถ่ายภาพมืออาชีพใช้ และสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมอื่นในค่ายAdobeได้ รวมถึงสามารถเซฟไฟล์และเปิดภาพได้หลายนามสกุล เช่น .jpg .png .gif และการแก้ไขภาพก็เป็นเรื่องง่ายเมื่ออยู่ในโปรแกรม Photoshop เพราะสามารถตัดภาพแบ่งออกเป็นภาพย่อยๆ และเซฟเป็นเว็บได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่น รองรับภาพ WIA จากสแกนเนอร์ได้โดยตรง

### ข้อเสียของโปรแกรม Photoshop

ตัวโปรแกรมมีราคาแพง และกินทรัพยากรในเครื่องสูงและยังมีปัญหาในเรื่องฟอนต์ตัวอักษรเมื่อเจอฟอนต์ที่ไม่คุ้นเคย

### 2.3.5 โปรแกรม Lightwave 3D [16-18]

เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถเช่นเดียวกับ 3D Studio MAX แต่มีอินเตอร์เฟซ (Interface) ที่ใช้งานง่ายกว่า เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้หลากหลายระบบปฏิบัติการ ภายในโปรแกรมจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ Modeler และ Layout ในส่วน Modeler จะเป็นตัวสำหรับใช้สร้างวัตถุต่าง ๆ เป็น 3 มิติ ส่วน Scene จะเป็นตัวจัดองค์ประกอบต่าง ๆ และทำภาพเคลื่อนไหวโดยที่โปรแกรมทั้งสองนี้สามารถรันในเวลาเดียวกันได้เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาเริ่มต้นจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.37 และ 2.39



รูปที่ 2.37 ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรม Lightwave 3D ส่วน Modeler

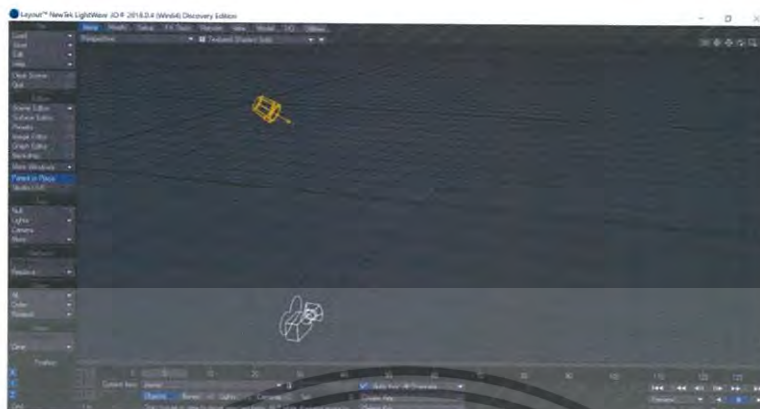
### ลักษณะโดยทั่วไปของโปรแกรม

1. Modeler Tabs แถบเมนูด้านบนจะเป็นตัวกำหนดเครื่องมือต่างๆประกอบด้วยคำสั่งแต่ละชนิดในการสร้างโมเดล
2. แถบเมนู (Toolbar) แถบเครื่องมือด้านข้างที่เกี่ยวข้องรายละเอียดของโมเดลที่สร้าง
3. Current Object แถบเลือกเปิดใช้งานวัตถุที่นำเข้ามาในโปรแกรม
4. พื้นที่การทำงาน (Workspace) จะแสดงมุมมองทั้ง 4 มุมมองของวัตถุที่สร้างพร้อมกัน ด้านบน ด้านหลัง ด้านขวา และมุมมองแบบกำหนดเอง



รูปที่ 2.38 แถบเมนูด้านบนของโปรแกรม Lightwave 3D ส่วน Modeler

- หมายเลข 1 Create ใช้สร้างรูปร่างกลม สี่เหลี่ยม หรือรูปที่ต้องการ
- หมายเลข 2 Modify ใช้เปลี่ยนแปลงรูปทรง
- หมายเลข 3 Multiply เพิ่มค่ามิติ เพิ่มจุดให้กับรูปทรงและรูปร่าง
- หมายเลข 4 Detail รายละเอียดเล็กๆ เช่น รวมจุด หรือ แยกจุด
- หมายเลข 5 Construct ก่อสร้าง ลดค่ามิติ
- หมายเลข 6 Map เกี่ยวกับการใส่รายละเอียดให้กับผิวของโมเดล
- หมายเลข 7 Setup ใส่กระดูกให้โมเดล
- หมายเลข 8 Selection เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการเลือกจุด ขอบ และรูปหลายเหลี่ยม
- หมายเลข 9 Layers ควบคุมการใช้งานและจัดการวัตถุของเลเยอร์
- หมายเลข 10 View แสดงตัวเลือกการแสดงผลและเลือกแสดงเครื่องมือ
- หมายเลข 11 I/O เครื่องมือเกี่ยวกับการนำโมเดลเข้าสู่โปรแกรมและออกจากโปรแกรม
- หมายเลข 12 Utility ไว้ใส่ plugin และอื่นๆ



รูปที่ 2.39 ภาพรวมเครื่องมือและหน้าต่างภายในโปรแกรมส่วนเลเอาท์ (Layout)



รูปที่ 2.40 แถบเมนูด้านบนของโปรแกรม Lightwave 3D ส่วนเลเอาท์ (Layout)

หมายเลข 1 Items คือสิ่งที่ต้องการเพิ่มเข้าไปในฉาก เช่น แสง หรือ เอฟเฟกต์ต่างๆ

หมายเลข 2 Modify ใช้สร้างแอนิเมชันขึ้น

หมายเลข 3 Setup การใส่โครงกระดูก

หมายเลข 4 FX Tools คือการจำลองการเคลื่อนไหว

หมายเลข 5 Render คือการตั้งค่าภาพหรือการแสดงผลเคลื่อนไหวของแอนิเมชัน

หมายเลข 6 View คือเครื่องมือสำหรับการจัดการมุมมอง

หมายเลข 7 Model ใช้สร้างเรขาคณิตในโปรแกรม

หมายเลข 8 I/O การนำเข้าไฟล์จากโปรแกรมอื่นๆมาใช้งาน หรือการนำเข้าไฟล์จากในโปรแกรมไปใช้งานในโปรแกรมอื่น

หมายเลข 9 Utilities สคริปต์หรือ Plug-in เพิ่มเติมจากตัวโปรแกรม

## บทที่ 3

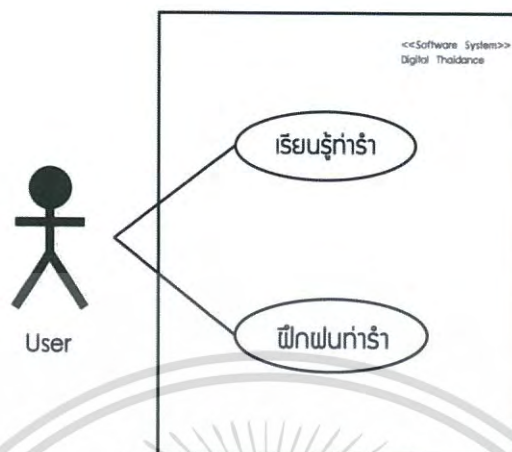
### การออกแบบและพัฒนา

#### 3.1 User requirements

1. ผู้สอนสามารถให้นักเรียนได้เรียนรู้สื่อการเรียนที่ถูกต้องได้
2. ผู้สอนจะได้รับความสะดวกสบายในการสอนมากยิ่งขึ้น
3. ผู้สอนจะสะดวกในการใช้งานสื่อการสอน
4. ผู้ใช้งานจะสามารถเข้าถึงสื่อการเรียนรู้อย่างถูกต้องได้
5. ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และเข้าใจในวิชานาฏศิลป์ได้ดียิ่งขึ้น
6. ผู้ใช้งานได้รับแหล่งข้อมูลที่ได้มาตรฐาน
7. ผู้ใช้งานสามารถเลือกเรียนรู้ในสิ่งที่ต้องการได้
8. ผู้ใช้งานจะต้องได้รับสื่อการเรียนรู้อย่างถูกต้อง
9. ผู้ใช้งานจะได้รับองค์ความรู้ในการเรียนรู้ศิลปะของไทย
10. ผู้ใช้งานสามารถนำไปสร้างสรรค์โรงละครและต่อยอดทางด้านศิลปะนาฏศิลป์ไทย
11. ผู้ใช้งานสามารถนำเสนอและถ่ายทอดศิลปะทางด้านนาฏศิลป์ไทยให้กับเยาวชนรุ่นหลังหรือผู้ที่สนใจต่อไปได้

#### 3.2 การออกแบบระบบ

แอปพลิเคชันสอนรำไทยนี้เป็นสื่อการสอนที่ให้ผู้ใช้งานได้ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายในการเรียนรู้ซึ่งถือเป็นการออกกำลังกายไปในตัวและใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์โดยผู้ใช้งานจะได้ทราบถึงท่ารำพื้นฐาน ระบบที่ต้องการพัฒนาจะเน้นไปที่การเรียนรู้และสนับสนุนสำหรับผู้สนใจเรียนรู้รำไทยโดยใช้เทคโนโลยีแบบใหม่เข้ามาช่วยในระบบการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงในส่วนฟังก์ชันต่างๆของระบบได้ ในระบบจะประกอบไปด้วย 2 ฟังก์ชัน หากผู้ใช้งานต้องการเรียนรู้ก่อนจะสามารถเข้าเรียนรู้ในโหมดเรียนรู้ท่ารำได้หลังจากนั้นหากผู้ใช้งานได้เรียนรู้ทั้งหมดแล้ว จะสามารถเข้าสู่ฟังก์ชันฝึกฝนท่ารำได้ ดังนั้นการเข้าถึงของผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเป็นไปตาม use case diagram ด้านล่างนี้เสมอไป แต่ในการเริ่มต้นระบบ (เมื่อผู้ใช้อยังไม่มีการเลือกใช้งานฟังก์ชันใดฟังก์ชันหนึ่ง) การเข้าถึงของผู้ใช้แต่ละประเภทจะเป็นไปตาม use case diagram ในรูป 3.1 ด้านล่างนี้



รูปที่ 3.1 Use case diagram

### 3.3 การออกแบบ User Interface ของโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรม ได้นำโปรแกรม Adobe Photoshop มาใช้งาน โดยเริ่มจากการจัดวางหน้า Interface การวางตำแหน่งแสดงผลหลังจากออกแบบในส่วนต่างๆ ได้ออกมาในรูปแบบไฟล์นามสกุล.jpg แล้วจึงนำไปใส่ในโปรแกรม Unity 3D



(ก)

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

(ง)



(จ)

รูปที่ 3.2 การออกแบบหน้าโปรแกรมด้วยโปรแกรม Photoshop

จากรูปที่ (ก) เป็นรูปที่แสดงการปฏิบัติท่าด้วยท่าจับคว่ำ มีรูปประกอบและปุ่มกดเพื่อกดเข้าไปดูตัวอย่างในการปฏิบัติท่า พร้อมด้วยคำอธิบายการปฏิบัติท่าด้านล่าง

จากรูปที่ (ข) เป็นรูปที่แสดงการปฏิบัติท่าด้วยท่าจับหงาย มีรูปประกอบและปุ่มกดเพื่อกดเข้าไปดูตัวอย่างในการปฏิบัติท่า พร้อมด้วยคำอธิบายการปฏิบัติท่าด้านล่าง

จากรูปที่ (ค) เป็นรูปที่แสดงการปฏิบัติท่าด้วยท่าตั้งวงบน มีรูปประกอบและปุ่มกดเพื่อกดเข้าไปดูตัวอย่างในการปฏิบัติท่า พร้อมด้วยคำอธิบายการปฏิบัติท่าด้านล่าง

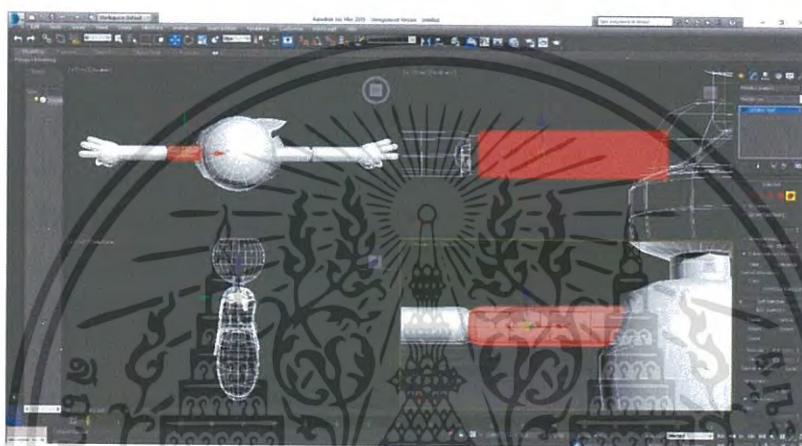
จากรูปที่ (ง) เป็นรูปที่แสดงการปฏิบัติท่าด้วยท่าตั้งวงบน มีรูปประกอบและปุ่มกดเพื่อกดเข้าไปดูตัวอย่างในการปฏิบัติท่า พร้อมด้วยคำอธิบายการปฏิบัติท่าด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ (จ) เป็นรูปที่แสดงการปฏิบัติท่าด้วยท่าตั้งวงล่าง มีรูปประกอบและปุ่มกดเพื่อกดเข้าไปดูตัวอย่างในการปฏิบัติท่า พร้อมด้วยคำอธิบายการปฏิบัติท่าด้านล่าง

### 3.4 การออกแบบ โมเดล หรือตัวละคร

ตัวละครจะต้องประกอบไปด้วยส่วนหัว ลำตัว แขน และ ขา เพื่อให้การขยับท่าทางดูสมจริง โดยกำหนดให้มีสองท่าคือ ท่าตั้งวงและท่าจีบโดยแต่ละขั้นตอนในการสร้างจะแสดงให้เห็นในภาพที่ 3.3-3.11

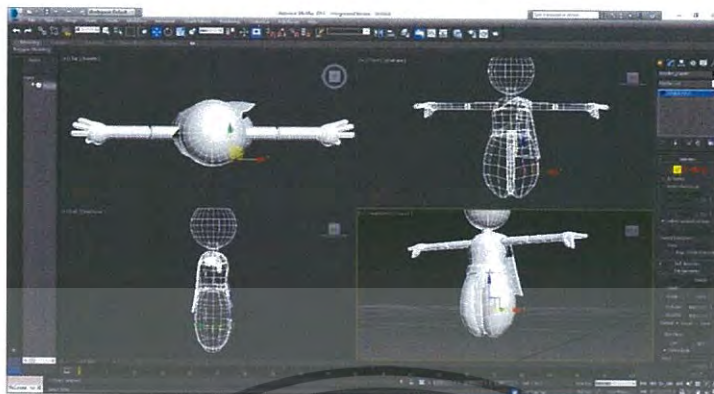


รูปที่ 3.3 การออกแบบโมเดลในส่วนแขน



รูปที่ 3.4 การออกแบบโมเดลส่วนแขนซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

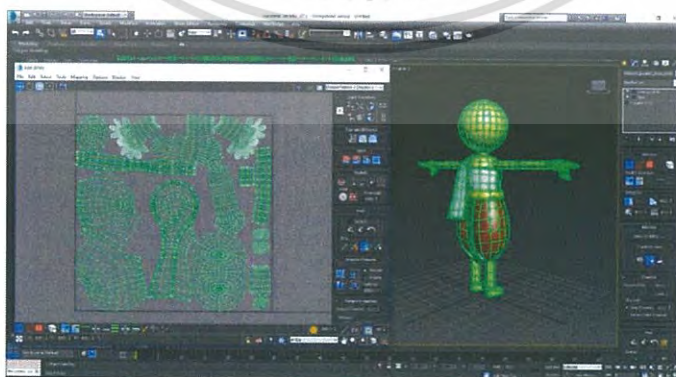


รูปที่ 3.5 การออกแบบโมเดลส่วนลำตัว



รูปที่ 3.6 การออกแบบโมเดลเต็มตัว

จากรูปที่ 3.3-3.6 แสดงถึงการสร้างโมเดลและจัดโมเดลให้อยู่ในท่ายืนและกางแขนออกทั้งสองข้างโดย  
แขนที่กางทำมุม 90 องศากับลำตัวเนื่องจากจะได้ง่ายต่อการใส่โครงกระดูกในลำดับถัดไป



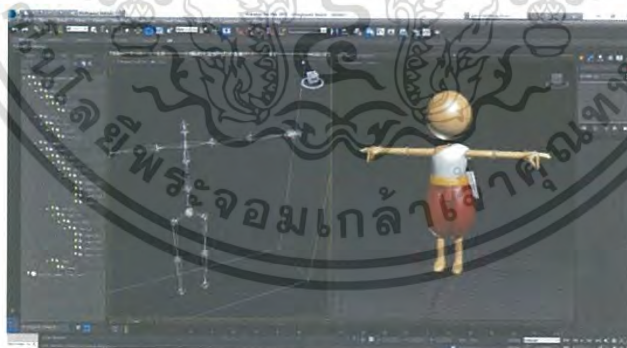
รูปที่ 3.7 การกาง UV Mapping Texture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



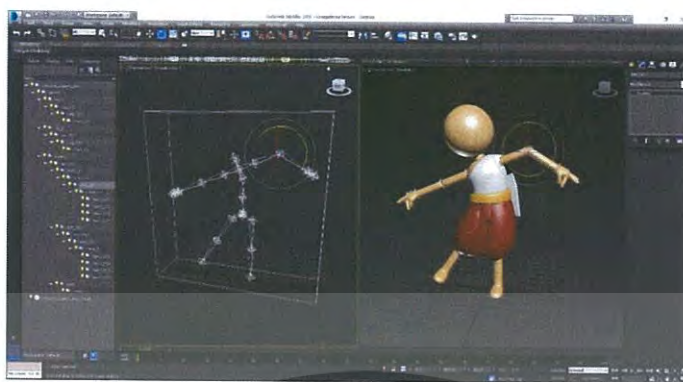
รูปที่ 3.8 การลงสี UV Mapping Texture

จากรูปที่ 3.7-3.8 แสดงให้เห็นการทำ UV Mapping โดยที่การทำขั้นตอนนี้เหมือนการตัดแยกชิ้นส่วนจากโมเดล 3D มาเป็น 2D โดยรูปที่ 3.7 แสดงถึงขั้นตอนแรกในการทำ UV Mapping เรียกว่าขั้นตอนการกาง UV โดยการทำขั้นตอนนี้จะต้องนำตารางมาคลุมแล้วตัดส่วนที่ต้องการจะใส่เทกเจอร์ออกมาในที่นี้จะเห็นได้ว่า ตัดออกมาเป็นส่วน หัว แขนท่อนบนซ้ายและขวา แขนล่างซ้ายและขวา พร้อมทั้งสปี และ โจงกระเบน เมื่อกางเสร็จต้อง export จากโปรแกรม 3ds MAX แล้วนำมาลงสีและใส่รายละเอียดในโปรแกรม Photoshop



รูปที่ 3.9 การใส่โครงกระดูกให้โมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การทดสอบการใส่โครงกระดูกให้ตัวโมเดล

จากรูปที่ 3.9-3.10 แสดงถึงการริกกิง (Rigging) โมเดล หรือเรียกว่าการใส่โครงกระดูกให้กับตัวโมเดลโดยใส่เพื่อให้ตัวโมเดลสามารถเคลื่อนไหวได้เมื่อทำการใส่เสร็จแล้วก็ต้องทำการ Paint Weight คือการตรวจสอบว่ากระดูกที่ใส่ตรงกับส่วนที่ต้องการหรือไม่โดยการย้ายส่วนกระดูกที่ผิดที่ไปยังส่วนที่ถูกต้องหลังจากนั้นจะต้องทำการทดสอบจะเห็นได้ดังรูปที่ 3.10 โดยการขยับโมเดลในท่าทางต่างๆ

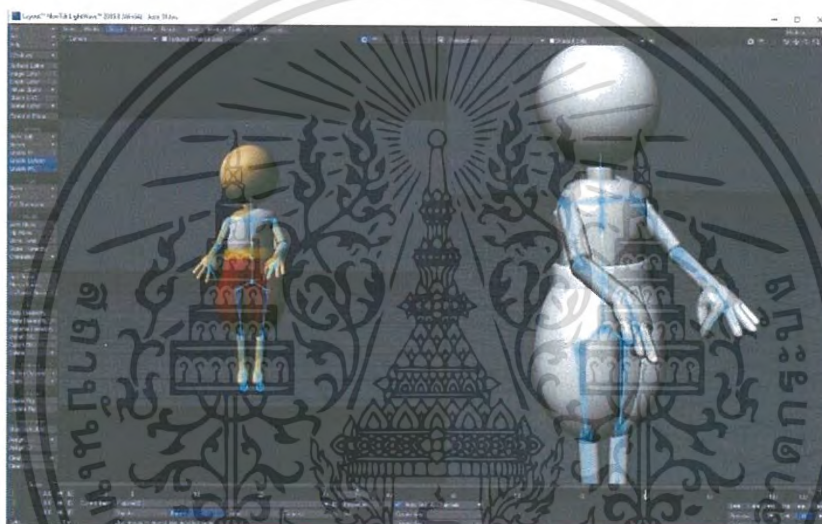


รูปที่ 3.11 โมเดลแบบเสร็จสมบูรณ์ที่อยู่ในท่าทางตั้งวงและจับคู่

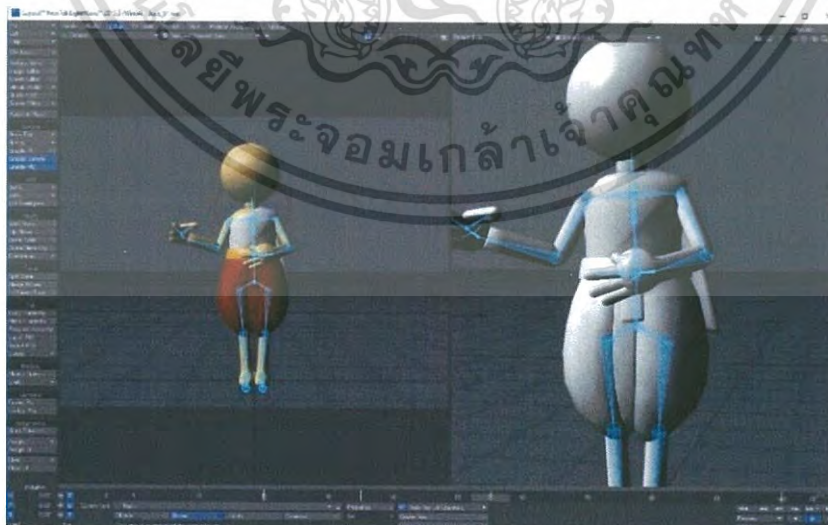
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การออกแบบแอนิเมชัน

ในการออกแบบแอนิเมชันที่นำมาใช้ในระบบมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าใจในสื่อการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วย โดยการสร้างแอนิเมชันได้อ้างอิงจากท่ารำที่ปฏิบัติสืบต่อกันมา แอนิเมชันประกอบด้วยท่ารำทั้งหมด 5 ท่าคือ จีบคว่ำ จีบหงาย ตั้งวงบน ตั้งวงกลาง ตั้งวงล่าง โดยท่ารำแต่ละท่าจะเริ่มต้นจากท่ายืนตรงมือแนบด้านข้างลำตัวแล้วจึงมาอยู่ในท่างดังกล่าวข้างต้น ซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.12

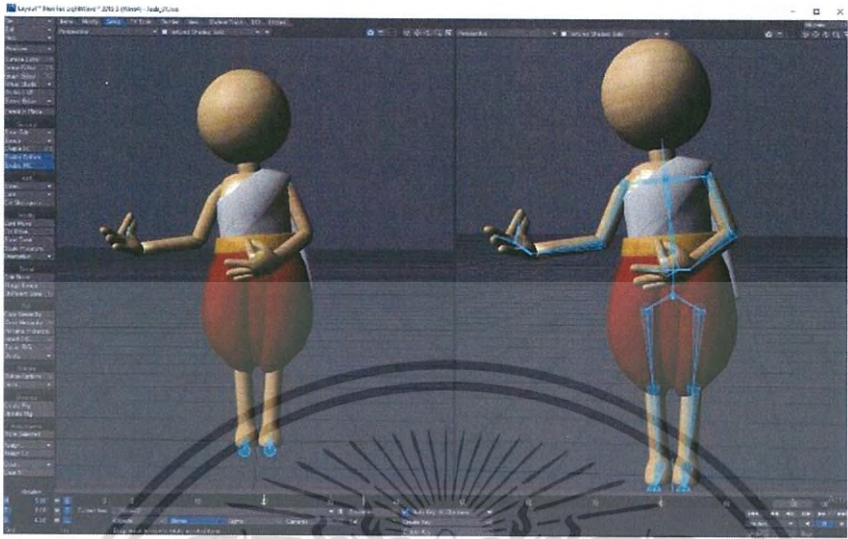


(ก)

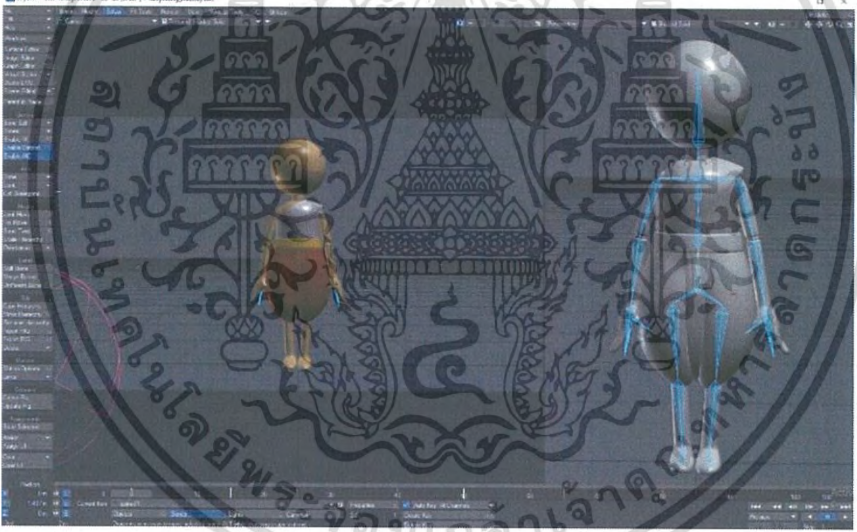


(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

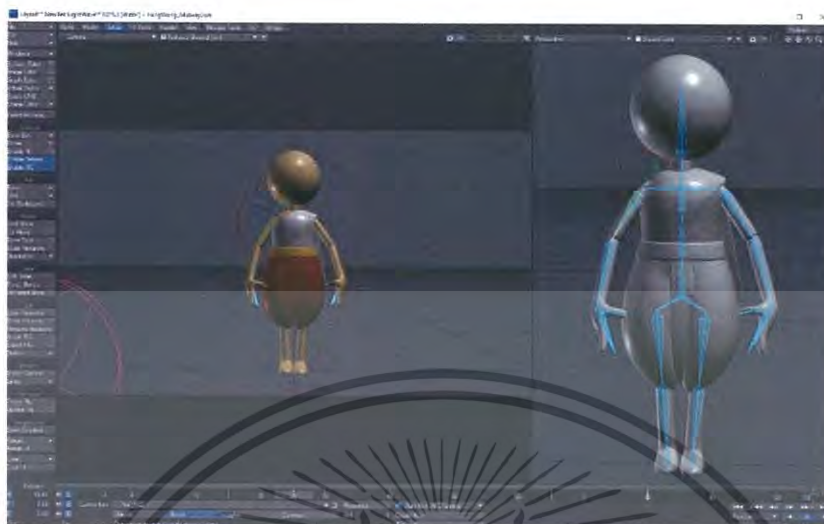


(ค)



(ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ)

รูปที่ 3.12 การสร้างแอนิเมชันท่ารำ

จากรูปที่ 3.12 แสดงการสร้างแอนิเมชันท่ารำทั้งหมดที่นำมาใช้ในระบบโดยสร้างจากโปรแกรม Lightwave 3D

จากรูปที่ 3.12 (ก) เป็นแอนิเมชันที่แสดงถึงท่าจับคว่ำโดยเริ่มต้นด้วยท่ายืนตรงมือแนบชิดด้านข้างลำตัวแล้วพลิกมือมาเป็นจับคว่ำตั้งแต่คีย์เฟรมที่ 0 - 35

จากรูปที่ 3.12 (ข) เป็นแอนิเมชันที่แสดงถึงท่าจับคว่ำโดยเริ่มต้นด้วยท่ายืนตรงมือแนบชิดด้านข้างลำตัวแล้วพลิกมือมาเป็นจับคว่ำตั้งแต่คีย์เฟรมที่ 0 - 55

จากรูปที่ 3.12 (ค) เป็นการสร้างแอนิเมชันการจัดท่าครั้งสุดท้ายของท่าจับ

จากรูปที่ 3.12 (ง) เป็นการสร้างแอนิเมชันการจัดท่าตั้งวงคีย์เฟรมเริ่มต้น

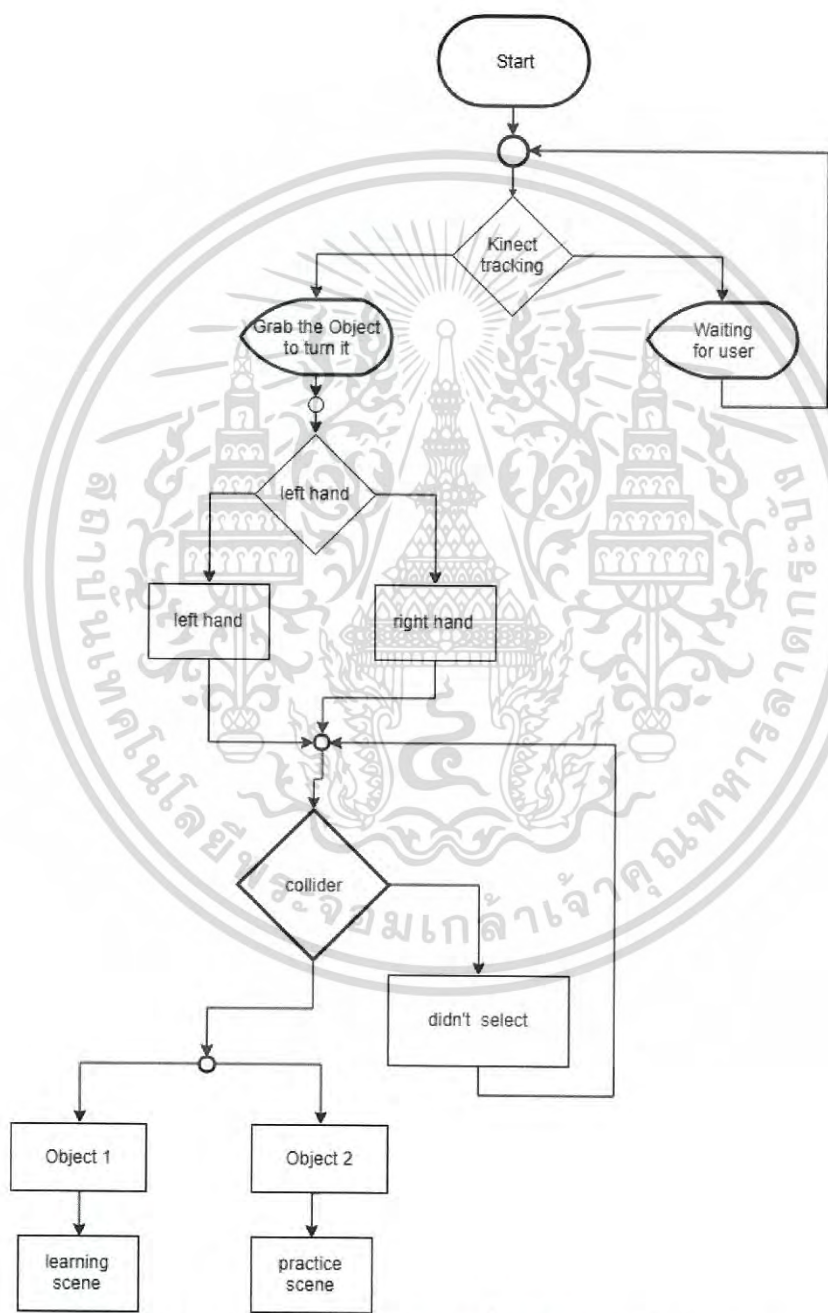
จากรูปที่ 3.12 (จ) เป็นการสร้างแอนิเมชันการจัดท่าตั้งวงคีย์เฟรมที่ 0 - 25

## 3.6 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

### 3.6.1 การออกแบบโปรแกรมเมนูเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน

เมื่อเริ่มต้นโดยการทำการตรวจสอบเงื่อนไข หากเซนเซอร์ตรวจจับผู้ใช้งานไม่ได้จะแสดงข้อความบนหน้าจอว่ารอผู้ใช้งาน แล้วจึงกลับไปตรวจสอบเงื่อนไขใหม่ เงื่อนไข ถ้าหากเซนเซอร์ตรวจจับผู้ใช้งานได้จะแสดงข้อความออกมาที่หน้าจอให้ผู้ใช้งานเลือกกระทำกับวัตถุ แล้วทำการตรวจสอบว่าเป็นมือข้างไหนที่ผู้ใช้งานใช้กระทำกับวัตถุ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้ได้ทั้งมือขวาและมือซ้าย และเมื่อ

กระทำกับวัตถุแล้วก็ต้องทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุว่าได้เกิดขึ้นหรือไม่โดยการชนกันของวัตถุจะแบ่งวัตถุออกเป็น 2 ชิ้นแทนเมนูที่อยู่ในแอปพลิเคชันแล้วทำการตรวจสอบทีละวัตถุว่ามีการชนเกิดขึ้นหรือไม่หากวัตถุใดมีก็จะถูกส่งตามชุดคำสั่งของแต่ละวัตถุ แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การออกแบบระบบรับค่าเมื่อมีผู้ใช้งานเข้ามาเลือกเมนู

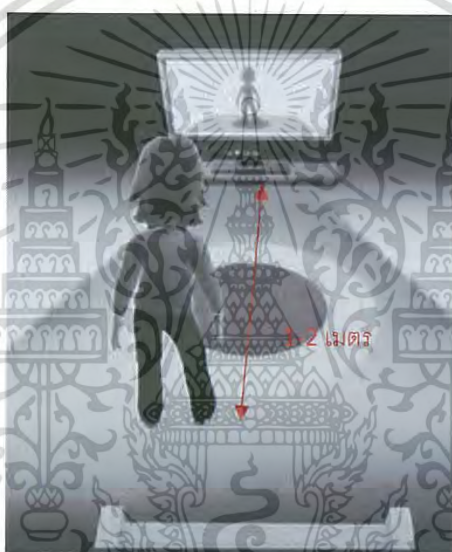
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 การจัดวางอุปกรณ์

การวางอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน หน้าจอแสดงผลจะถูกเชื่อมต่อกับกล้อง Kinect ซึ่งจะต้องวางอยู่ด้านหลังของผู้ใช้งาน ซึ่งระยะห่างของผู้ใช้กับหน้าจอแสดงผลและกล้อง Kinect ต้องมีระยะห่างประมาณ 1-2 เมตร ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การวางอุปกรณ์

(อ้างอิง <https://goo.gl/aX2RqV>)

#### 4.2 ผลการพัฒนาระบบ

ในหน้าการเลือกเมนูของแอปพลิเคชันนั้น จะใช้มือในการควบคุมหรือเลือกเมนูโดยการขยับมือไปมาซ้ายขวาเพื่อทำการตรวจจับมือของผู้ใช้งาน ซึ่งเมื่อตรวจจับพบมือผู้ใช้งานจะสามารถเลือกเมนูที่ต้องการ ผู้ใช้จะสามารถควบคุมการทำงานของระบบได้โดยใช้วิธีการขยับมือให้เคอร์เซอร์ไปอยู่บนเมนูที่ต้องการและรอประมาณ 1.7 วินาทีเพื่อการเข้าสู่เมนูที่เลือก โดยพัฒนาและสนับสนุนให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานในขณะที่ทำทางที่ยืนหรือพร้อมสำหรับการเรียนรู้ ผู้ใช้งานไม่ได้นั่งอยู่กับที่แต่ผู้ใช้งานยืนอยู่หน้าอุปกรณ์พร้อมใช้งานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เมนูเริ่มต้นของโปรแกรม

จากรูปที่ 4.2 เมนูเริ่มต้นของโปรแกรมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ฟังก์ชัน คือโหมดการเรียนรู้ท่ารำ และ โหมดฝึกฝนท่ารำ โดยการเลือกโหมดทำได้โดยการขยับมือของผู้ใช้งาน โดยตัวโปรแกรมจะมองมือของผู้ใช้งานเป็นเคอร์เซอร์ (Cursor) และใช้การกำมือแทนการคลิก จะเน้นการพัฒนาให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ท่าทางทางนาฏศิลป์ได้โดยง่ายที่สุด ซึ่งใช้มือในการควบคุมเคอร์เซอร์ (Cursor) ซึ่งเป็นตัวชี้ว่ามือของผู้ใช้งานอยู่ตำแหน่งไหนของหน้าจอโดยการเลือกเมนูต่างๆ จะทำโดยการนำตัวชี้ไปอยู่ตรงบริเวณที่ต้องการกดครอ 1.7 วินาทีเพื่อทำการเปลี่ยนหัวข้อโดยหลักการเช็คการเข้าสู่เมนูจะมีหลักการพัฒนาอย่างแรกคือโปรแกรม Unity 3D จะมองทุกอย่างเป็นวัตถุดังนั้นการสร้างปุ่มจะทำการสร้างเปลี่ยนกล่องสี่เหลี่ยมแล้วซ่อนไว้ด้านหลังปุ่มที่สร้างไว้เป็นรูปภาพและทำการเช็คว่าถ้ามีการกำมืออยู่ตรงบริเวณที่เป็นกล่องจะทำการเข้าสู่เมนูอื่นๆ เป็นต้น มุมล่างขวาแสดงถึงภาพผู้ใช้งานที่ Kinect จับได้แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.3 – 4.12



รูปที่ 4.3 หน้าต่างเรียนรู้ท่ารำทำตั้งวงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แอนิเมชันท่าตั้งวงกลาง



รูปที่ 4.5 หน้าต่างเรียนรู้ท่ารำท่าตั้งวงบน



รูปที่ 4.6 แอนิเมชันท่าตั้งวงบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 หน้าต่างเรียนรู้ท่าทำต้ววงกลาง



รูปที่ 4.8 แอนิเมชันท่าต้ววงล่าง



รูปที่ 4.9 หน้าต่างเรียนรู้ท่าจีบคว่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แอนิเมชันทำจิบคว่ำ



รูปที่ 4.11 หน้าต่างเรียนรู้ทำจิบหงาย



รูปที่ 4.12 แอนิเมชันทำจิบหงาย

จากรูปที่ 4.3 - 4.12 แสดงถึงโหมดการเรียนรู้ทำรำของโปรแกรมโดยโหมดนี้ จะแสดงให้เห็นถึงท่ารำที่ถูกต้องโดยสื่อท่ารำออกมาทางแอนิเมชัน โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกเรียนรู้ได้ว่าอยากเรียนรู้ท่ารำท่าไหนโดยสามารถไปท่ารำท่าถัดไปหรือท่ารำก่อนหน้าได้ โหมดนี้จะถูกควบคุมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยับมือ โดยขยับมือให้ไปตรงกับตำแหน่งปุ่มกดที่ต้องการ และทำการกดปุ่มด้วยการกำมือที่ตรงบริเวณนั้นแล้วคลายมือออกแทนการคลิก

### 4.3 พัฒนาส่วนการเชื่อมต่อกับโมเดล

ทำการสร้างโมเดลขึ้นมาก่อนจะสร้างส่วนอื่นๆ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โมเดลแบบสร้างขึ้นมาเองด้วยโปรแกรม 3Ds MAX โดยจะใช้โมเดลรูปที่ เหตุผลหลักที่ใช้โมเดลนี้คือเป็นโมเดลที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับนาฏศิลป์ไทยโดยตัวโมเดลได้แต่งกายด้วยเครื่องแต่งกายของไทยและมีการทำมืออยู่ในท่าจับและตั้งวงพร้อมไว้อยู่แล้ว เมื่อนำโมเดลเข้าสู่โปรแกรมแล้วต้องดูความถูกต้องของตัวโมเดลที่นำเข้ามาและต้องเป็นโมเดลที่มีการใส่กระดูกมาเรียบร้อยแล้วจึงจะเหมาะกับการใช้งาน



รูปที่ 4.13 โมเดลที่นำมาใช้ในแอปพลิเคชัน

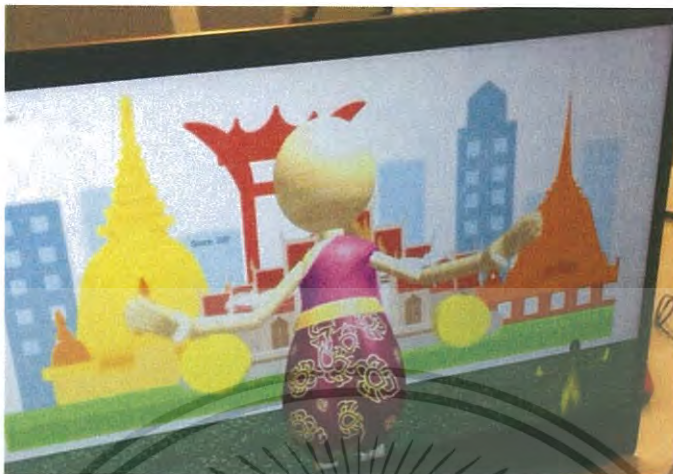
### 4.4 พัฒนาโหมดการฝึกฝนรำไทย

ในโหมดนี้จะมีหลักการพัฒนาคือให้ผู้ใช้งานเคลื่อนไหวท่าทางไปยังจุดที่ถูกต้องถึงจะได้คะแนน โดยจะมีเหรียญวางไว้ที่แต่ละตำแหน่งแตกต่างกัน



รูปที่ 4.14 โหมดการฝึกฝนท่ารำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

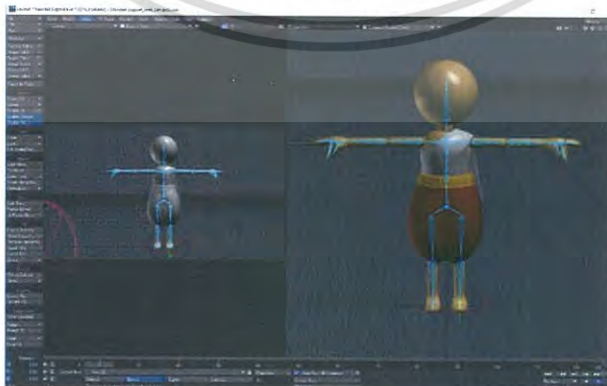


รูปที่ 4.15 โหมดฝึกฝนท่ารำเมื่อมีผู้ใช้งานเข้ามาใช้งาน

จากรูปที่ 4.14 – 4.15 แสดงถึงโหมดการฝึกฝนท่ารำ โดยการฝึกฝนท่ารำจะนำตัวโมเดลที่สร้างไว้เชื่อมโยงกับการเคลื่อนไหวของผู้ใช้งานโดยทำการกำหนดท่าทางในส่วนมือไว้แล้วให้ผู้ใช้งานเคลื่อนไหวร่างกายให้ไปสัมผัสกับเหรียญที่วางไว้ในแต่ละตำแหน่งโดยแต่ละเหรียญจะสื่อถึงหนึ่งร้อยคะแนนโดยผลลัพธ์ของการปฏิบัติท่าทางจะแสดงให้เห็นด้านข้าง การคำนวณคะแนนเกิดขึ้นจากการชนกันของวัตถุระหว่างตัวโมเดลและวัตถุเหรียญ

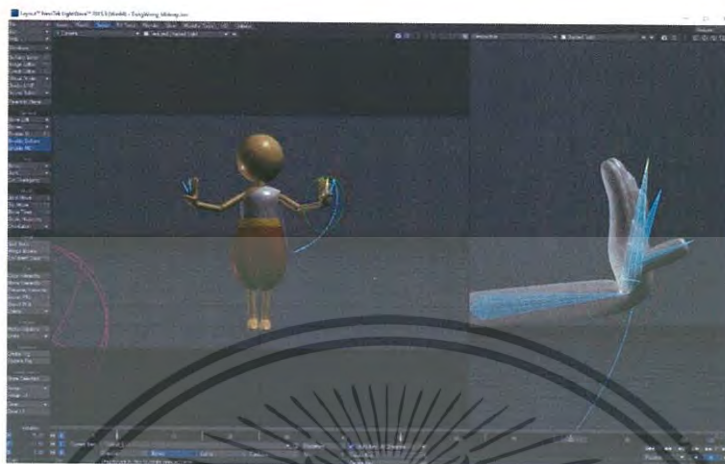
#### 4.5 สร้างแอนิเมชันเพื่อนำมาใช้ในระบบ

ภายในแอปพลิเคชันมีการทำงานของคลิปแอนิเมชันที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Lightwave 3D ซึ่งภาพที่ 4.16 แสดงการ Rigging ของตัวละครเพื่อที่จะทำแอนิเมชันต่อไปโดยการขยับไปที่ข้อต่างๆและกำหนดท่าทาง ของโมเดลให้เกิดท่าต่างๆและต้องถูกหลักของท่าพื้นฐานของรำไทยดังรูปที่ 4.17



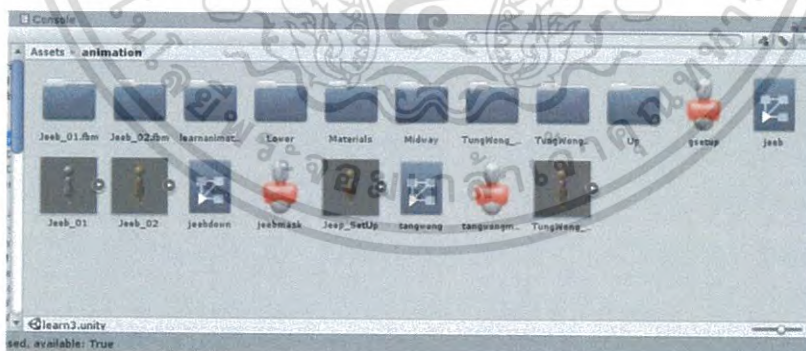
รูปที่ 4.16 การ Rigging ของตัวละคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงการสร้างแอนิเมชันด้วยโปรแกรม Lightwave 3D

หลักการควบคุมแอนิเมชันในโปรแกรม UNITY 3D คือการใช้ Animator Controller โดยจะเป็นตัวควบคุมแอนิเมชันที่สร้างมาจากโปรแกรม Lightwave 3D โดยสามารถกำหนดค่าตัวแปรที่ควบคุมการทำงานของฟังก์ชัน โดยรูปที่ จะเป็นตัวอย่างของ Animator Controller ซึ่งจะสามารถทำการสร้างโดยทำการคลิกขวาที่ Assets และทำการเลือก Create -> Animator Controller จะได้ตัวที่ควบคุมแอนิเมชันดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ตัวอย่าง Animator Controller และตัวอย่างไฟล์แอนิเมชันบน UNITY 3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างการใช้งาน Animator Controller

## 4.6 การพัฒนาระบบฟิสิกส์

ระบบฟิสิกส์ในโปรแกรม Unity 3D จะเป็นการเพิ่ม Component ให้กับวัตถุที่ต้องการใส่ระบบฟิสิกส์ซึ่งหลักๆจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ 1.กฎแรงโน้มถ่วงของโลก 2. เชื่การชนกันของวัตถุ โดยคำสั่งตรวจสอบการชนกันของวัตถุจะมีดังต่อไปนี้

1. OnCollisionEnter เป็นการเชื่การชนกันของวัตถุโดยการชนกับการกระทำ 1:1
2. OnCollisionExit ทำเมื่อวัตถุเต้งออกจากชนเป็นไม่ชน
3. OnCollisionstay ทำงานตลอดเวลาที่วัตถุชน

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 ผลที่ได้จากการทำโครงการ

1. โปรแกรมที่ได้ช่วยพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้เกิดความเข้าใจและสะดวกยิ่งขึ้น
2. ได้ฝึกทักษะในการบริหารเวลาและวางแผนการทำงาน
3. ได้ฝึกการหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น
4. ได้ความรู้ในเรื่องนาฏศิลป์มากขึ้น
5. ได้รู้จักแก้ปัญหาและมีความอดทนมากยิ่งขึ้น
6. ได้ความรู้เกี่ยวกับท่ารำที่ถูกต้อง
7. ได้ความรู้ในการสร้างโมเดลสามมิติ

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากภาษาและเทคโนโลยีที่ผู้จัดทำใช้ในการทำโครงการเป็นเรื่องที่ใหม่สำหรับผู้จัดทำจึงทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาและพัฒนาอย่างมาก เช่น ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาคือภาษา c# เป็นภาษาที่ใหม่สำหรับผู้จัดทำและไม่เคยใช้งานมาก่อน ในขั้นตอนการสร้างโมเดลผู้จัดทำไม่เคยทำหรือใช้โปรแกรมในการสร้างโมเดลมาก่อน การทำงานและการหาข้อมูลเพื่อเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนต้องใช้เวลาศึกษาพอสมควร รวมถึงแหล่งข้อมูลที่ทำการศึกษาไม่น้อยทำให้เมื่อสืบค้นต้องใช้เวลาในการค้นหามากกว่าปกติ ในช่วงแรกยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับนาฏศิลป์ทำให้ต้องใช้เวลาในการสืบค้นและหาข้อมูลมาเพื่อทำความเข้าใจ หลังจากที่ทำการศึกษาจริงค้นพบว่ายังต้องมีคุณสมบัติที่ต้องเพิ่มเติมอีกในบางส่วน และตัวโมเดลยัง

#### 5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

เนื่องจากผู้จัดทำได้ทำการพิจารณาจากความเห็นของผู้ใช้งานที่แท้จริง มีความเห็นว่าโปรแกรมสื่อการเรียนการสอนวิชานาฏศิลป์ สามารถที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นและพัฒนาความสามารถเพิ่มเติมได้ เช่น การเพิ่มบทเรียนและใส่เสียงประกอบ รวมถึงการปฏิบัติท่ารำเป็นหมู่คณะหรือเป็น ระเบียบ ท่า รำ ฟ้อน แล้วให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้อ้างอิงได้เมื่อผ่านการทดสอบจากตัวแอปพลิเคชัน ความสามารถในการประเมินคะแนนสูงสุด - ต่ำสุด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2558). **ดนตรี-นาฏศิลป์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่๑**  
คู่มือครู. กรุงเทพฯ : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- [2] โกสุม สายใจและคณะ. (2549). **สุนทรียภาพของชีวิต**. พิมพ์ครั้งที่ 10.  
กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- [3] สุดใจ ทศพร. (2546). **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ดนตรี -  
นาฏศิลป์ ม.1**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- [4] เรณู โกศินานนท์. (2546). **นาฏยศัพท์-ภาษาท่าทางนาฏศิลป์** (พิมพ์ครั้งที่ 2).  
กรุงเทพมหานคร : บริษัท โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช
- [5] อมรา กล้าเจริญ. (2531). **สุนทรียนาฏศิลป์ไทย** (พิมพ์ครั้งที่ 2).  
กรุงเทพมหานคร : โอ.เอส.พรี้นติ้ง เฮ้าส์.
- [6] “ส่วนประกอบของ และ การทำงานของKinect”. [online]  
Available : <https://goo.gl/mHarqf> (accessed December 13,2017).
- [7] “Kinect : How You Become the Controller”. [online]  
Available : <https://goo.gl/c8ERSA> (accessed December 13,2017).
- [8] Anandtech.com. “Kinect Sensor Review”. [online]  
Available : <https://goo.gl/yXcfTq> (accessed December 13,2017).
- [9] MindPHP. “Visual Studio วิวสสตูดิโอ คืออะไร”. [online]  
Available : <https://goo.gl/sdtvKY> (accessed December 13,2017).
- [10] ธนพงศ์ หมีทอง. “การเขียนโปรแกรมภาษา c# ด้วยโปรแกรม visual studio”. [online]  
Available : <https://goo.gl/smzP44> (accessed December 14,2017).
- [11] tonkung. “จุดเด่นของภาษา C#”. [online]  
Available: <https://goo.gl/M5Lv8q> (accessed December 14,2017)
- [12] Phuwach. “อยากสร้างเกมส์เป็น ทำยังไงดี?”. [online]  
Available : <https://goo.gl/Jd3wQi> (accessed January 11,2018)
- [13] Athit. “3Ds MAX คืออะไร?”. [online]  
Available : <https://goo.gl/yx4NaS> (accessed January 11,2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] นางสาว จูฑารัตน์ ชี้อธงชัย. “Photoshop คืออะไร?”. [online]

Available : <https://goo.gl/iksoUQ> (accessed January 11,2018)

[15] นายศราวุธ ปะทะโก. “ส่วนประกอบของโปรแกรม ADOBE PHOTOSHOP”[online]

Available : <https://goo.gl/8jJ4gU> (accessed February 20,2018)

[16] วิทยาลัยเทคโนโลยีการจัดการเพชรเกษม. “การใช้โปรแกรมกราฟิก”. [online]

Available : <https://goo.gl/TB9S3f> (accessed February 28,2018)

[17] Layiji. “โปรแกรม Lightwave คืออะไร”. [online]

Available : <https://goo.gl/UCpfVe> (accessed March 14,2018)

[18] Ben Vost. “Modeler User Interface Overview”. [online]

Available : <https://goo.gl/RNgJcs> (accessed March 23,2018)





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## Poster ผลงาน

Department of Computer Engineering  
(Information Engineering)



## DIGITAL THAIDANCE

**Chaleerat Phetklai**  
**Advisor: Asst. Prof. Dr. Boonchana Purahong**

### Abstract

Kinect has been used as a platform of game and physical exercise mobile application development. However, there is no research on Thai dance practices through Kinect. In this paper, we aim to develop the application incorporating with Kinect to scan the Thai classical dancing movement. The developed application has two major modes, including learning the basics of Thai classical dancing and terminology and learning of the hand postures through simulated practices with the model puppets. Kinect has the respective motion controlling sensor tracking the players' movement in order to assist the players practice Thai classical dancing accurately according to its basic principles. Also, the players have more opportunities on Thai classical dancing practice from anytime through Kinect, and the created application.

### Introduction

**Purpose**

- To learn movements of Thai Dance easily.
- To learn movements of Thai Dance accurately.
- To access The Knowledge of Thai Dance movement comfortably.
- To maintain Thai Dance be like a format.
- To use sensor technology fix the problem and increase performance of Thai dance.



### Methodology

Kinect SDK reads the values directly from Kinect's sensor. And analyzes the values sent from Kinect SDK and determines the modules such as legs, arms etc. After that Kinect SDK maps the modules with the real-time movement.

In the program written in Unity, it receives the skeleton's co-ordination. In the program written in Unity, after starting, it orders for mode selection and then the user can learn, practice dancing and they will receive the score after evaluation.

### Results



Figure A



Figure B

In Figure A, for motion detection, we control the menu/navigator by waving the hand. If the motion (hand) is detected, the system can be controlled and navigated by moving/hovering the hand above the menu and it will take around 1.7 second to enter the selected menu. This system is developed so the user can use it when he/she is in the position and ready to practice by standing in front of the camera.



Figure C

- In Figure B shows Thai dance learning mode by bringing dance animations to this part, so that users can understand the Thai dance moves and practice them.
- In Figure C shows Thai dance practice mode by using movement of user to this part, so that users can practice them. The upper left corner will tell the score, if the user performs the dance correctly.

### Conclusion

The result of the design and development system can help correct the movements. Application is suitable for education media in Thai Dance class. It can help improve and develop more ability, i.e., add more lesson and soundtrack include Thai Dance Group moreover another lesson of Thai Dance.

### References

[1] VR with Andrew. "Unity + Kinect Tutorial - Setup (Pt. 1)" (December 5,2017) [online] Available : <https://youtu.be/aHGILxh6a88> (accessed December 4,2017)

[2] Amine MEGDICHE. "Programming Kinect V2 For Windows TUTO1" (March 20,2015) [online] Available : <https://youtu.be/GPjS0SBtHwY> (accessed December 3,2017)





**ENGINEERS  
LADKRABANG**  
 วิศวกรรมบัณฑิตยสถาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: [kpboonch@kmitl.ac.th](mailto:kpboonch@kmitl.ac.th)

รูปที่ ก.1 Poster ผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

### ตัวอย่างการ Export ตัวแอปพลิเคชัน

1. เปิดโปรแกรม Unity และเปิด project ที่ต้องการ Export ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าต่างแสดง Project

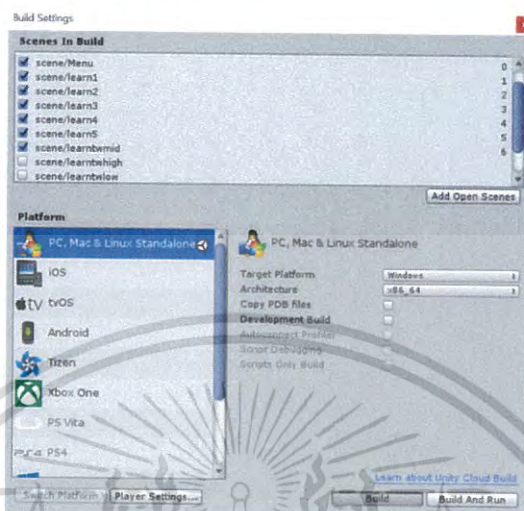
2. ไปที่เมนู File -> Build Setting



รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขั้นตอนการ Build แอปพลิเคชัน

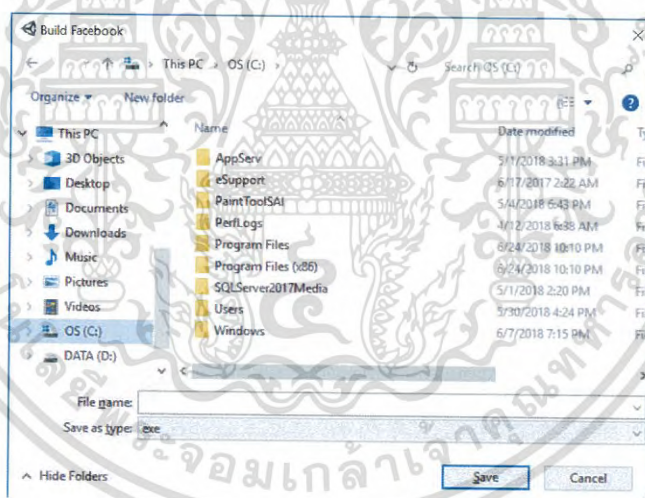
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. เลือก Platform ที่ต้องการแล้วกด Build



รูปที่ ข.3 หน้าต่างแสดงการ Build แอปพลิเคชัน

### 4. เลือกตำแหน่งที่ต้องการบันทึกแอปพลิเคชัน



รูปที่ ข.4 หน้าต่างการบันทึกแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การ Export เป็นอันเสร็จ



รูป ข.5 แอปพลิเคชันที่เสร็จสมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้