

แอปพลิเคชันฝึกฝนทักษะมวยไทยด้วยอุปกรณ์ Kinect

พงษ์พันธ์ รัตนชินาลัย, อภิวัชร โมระนิรัตน์กุล และ ดร. สุภาวรรณ อันนันหนับ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: pongpun.ra@gmail.com, s4070104@kmitl.ac.th, supawan@it.kmitl.ac.th

ABSTRACT – Kinect has been used as a game platform from sports to dance since 2010. However, it has never applied to Thai boxing. In this paper, we aim to develop an application to apply Thai kick boxing to be scanned by the Kinect. Thai kick boxing, there are 15 main body positions that the Kinect can pick up and relay the proper movements to establish correct Muay Thai boxing positions. As for beginners, the main point is on structure and form the application will go basic body position to have the best form for Thai kick boxing in each of their 15 positions. After mastering the basic, one player can advance to a level of player versus AI. This application can be used to practice Muay Thai properly without fear of injury.

KEYWORDS – Muay Thai, Kinect camera; movement detection; the art of self defense

บทคัดย่อ – Kinect ได้ถูกนำมาใช้งานเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของผู้ใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2553 โดยเฉพาะแอปพลิเคชันทางด้านเกมและการออกกำลังกาย แต่อย่างไรก็ดียังไม่มีงานวิจัยทาง Kinect ที่เกี่ยวกับมวยไทย ดังนั้นทางผู้พัฒนาจึงจัดทำแอปพลิเคชันฝึกฝนทักษะมวยไทยด้วยอุปกรณ์ Kinect ขึ้นมา โดยแอปพลิเคชันนี้แบ่งเป็นสองส่วนคือเรียนรู้ท่ามวยไทยขั้นพื้นฐาน เป็นโหมดการสอนท่าพื้นฐานเรียกว่า “แม่ไม้มวยไทย” ซึ่งมีทั้งหมด 15 ท่าการฝึกสอนประการสองคือแข่งขันมวยไทยกับหุ่นจำลองที่เสมือนกับขึ้นชกบนเวทีมวยไทยจริง โดยที่ Kinect จะทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกายตามที่แอปพลิเคชันได้กำหนดไว้ ซึ่งแอปพลิเคชันนี้สามารถฝึกให้ผู้ใช้งาน

เรียนรู้ท่ามวยไทยได้อย่างถูกต้องตามหลักการแม่ไม้มวยไทย และสามารถฝึกซ้อมมวยไทยที่ไหนก็ได้โดยมีคอมพิวเตอร์ Kinect และแอปพลิเคชันฝึกฝนทักษะมวยไทยด้วยอุปกรณ์ Kinect

คำสำคัญ – มวยไทย; กล้อง Kinect; แม่ไม้มวยไทย; การตรวจจับการเคลื่อนไหว; ศิลปะการป้องกันตัว

1. บทนำ

อุปกรณ์ Kinect มีการนำมาใช้ในงานวิจัยที่หลากหลาย เช่น การศึกษาเกี่ยวกับการจำแนกท่าทางขณะรับชมโทรทัศน์โดยใช้กล้อง Kinect โดยจะทำการวิจัยทำขึ้น ทำนั่งเก้าอี้ ทำนั่งบนพื้น ทำนอนบนพื้น และทำการหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของท่าทางที่ผู้ใช้งาน [1] หรือ [2] ได้ทำการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับการประกอบรวมโครงร่างมนุษย์จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง Kinect หลายตัว โดยทำการตรวจจับและประกอบโครงร่างที่ทำการรับค่ามาจากกล้อง Kinect หลายตัว [2]-[5] อย่างไรก็ตามการพัฒนาเกี่ยวกับแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้กีฬามวยไทยได้ถูกนำมาเสนอในงานวิจัยนี้

มวยไทยเป็นศิลปะการต่อสู้ที่มีประวัติศาสตร์ยาวนาน โดยมีการนำศิลปะมวยไทยมาใช้จริงในสงคราม[6] ประกอบกับปัจจุบันกีฬามวยไทยได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องทั้งในไทยและต่างประเทศ เพราะสามารถใช้ส่วนต่างๆของร่างกายให้เป็นอาวุธได้ [7] โดยงานวิจัย [8] ได้ทำการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับการอนุรักษ์ศิลปะการต่อสู้มวยไทยด้วยเกมเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการสร้างเกมผ่านทางอุปกรณ์ Kinect บทความนี้พัฒนาและนำเสนอสื่อการเรียนรู้ฝึกฝนท่าการชกมวยไทยขั้นพื้นฐานที่ถูกต้องตามหลัก แบ่งย่อยออกเป็น 15 ท่าเรียกว่าแม่ไม้มวยไทย เพื่อเป็นการสืบสานวัฒนธรรมของไทยได้อย่างถูกต้อง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

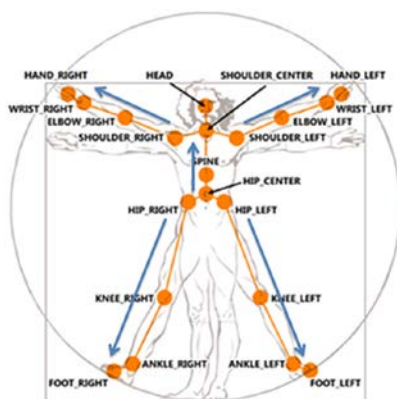
2.1 กล้อง Kinect



รูปที่ 1. กล้อง Kinect

หน้าที่การทำงานหลักของ Kinect [9] มีอยู่ 3 หน้าที่หลัก คือ 1.จดจำผู้ใช้งาน โดยรับข้อมูลจากกล้อง CMOS RGB 640*480 30fps 2. จดจำท่าทางของการเคลื่อนไหวร่างกายผู้ใช้งานเป็นแบบสามมิติ 2.1 จดจำวัตถุเป็นแบบสามมิติ ใช้หลักของการสะท้อนวัตถุของตัวส่งแสง IR ซึ่งได้ กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว 2.2 จดจำการแบ่งแยกประเภทคน โดยหลักจะแบ่งเพศ สัดส่วนความสูง และบอกช่วงอายุ โดยประมาณของผู้ที่ใช้งาน Kinect 2.3 จดจำการเคลื่อนไหวของผู้ใช้งาน โดยใช้หลักการเคลื่อนไหวตามลักษณะของกระดูกมนุษย์ เข้ามาคำนวณหาส่วนต่างๆของร่างกาย 3. จดจำเสียงของผู้ใช้งาน โดยจะจดจำเฉพาะเสียงที่ไกลจากตัวกล้องเท่านั้น จะไม่จดจำเสียงของเครื่อง Kinect เองหรือตัว Computer ซึ่งมีไมโครโฟนทั้งหมด 4 ตัวใน การจดจำ

2.2 การรับรู้การเคลื่อนไหวของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลจาก Kinect



รูปที่ 2. ข้อต่อส่วนต่างๆของร่างกายที่ Kinect สามารถตรวจจับได้

[13]

Kinect มีการนำเทคโนโลยี Ai หรือ ปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยเหลือข้อมูลที่รับเข้ามาจากตัว input โดยเมื่อผู้ใช้เคลื่อนไหวท่าทางต่างก้นออก เช่น การเดิน หรือการตีเทนนิส ตัวกล้องจะรับภาพแล้วนำมาประมวลผลเหลือแค่โครงกระดูกที่ตัวโปรแกรมได้สร้างขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อต่อต่างๆของร่างกายตามหลักการ ดังรูปที่ 2

การตรวจสอบการเคลื่อนไหวของกล้องเว็บแคมปกตินั้น ไม่มีความลึกเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ตรวจจับวัตถุได้ยาก แต่ Kinect มีการตรวจจับในความลึกนำมาประมวลผลด้วย เพราะฉะนั้นการแยกแยะวัตถุจึงง่ายกว่ากล้องปกติมาก ซึ่งจากรูป 3 จะแสดงให้เห็นถึงการแยกตัวคนออกจากพื้นหลังสีขาวซึ่งพื้นหลังสีขาวนั้นคล้ายกับสีของเสื้อมาก แต่เมื่อนำความลึกเข้ามาวิเคราะห์แล้วจะพบว่าสามารถแยกตัวคนออกมาได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 3. ภาพความลึกและระดับสีของความลึกเมื่อถูกถ่ายภาพด้วย

Kinect

2.3 กระบวนการตรวจจับหรือรับรู้การเคลื่อนไหวของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลความลึก [10]

สามารถแบ่งลำดับขั้นตอนออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. แสดงภาพรวมของการตรวจจับมนุษย์

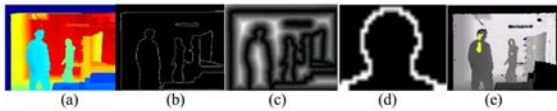
1. 2D Chamfer Distance matching จะมีขั้นตอน Input Depth Array, Pre-processing, 2D chamfer distance matching
2. 3D Model Fitting จะมีขั้นตอน calculate parameters of the head, Generate 3D model & fit, Separate human from its background
3. Extract Contours หรือการแยกรูปทรง
4. Tracking หรือการติดตามตัว

2.3.1 2D Chamfer Distance matching

2.3.1.1 Preprocessing

เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลในการประมวลผลขั้นถัดไป ซึ่งได้นำเข้าข้อมูลความลึกจากตัว Kinect ในรูปแบบของอาร์เรย์ (Depth Array) ค่าอาร์เรย์ในตำแหน่งจะถูกตั้งค่าเริ่มต้นให้เป็น 0 เมื่อในบริเวณที่ตัวรับรู้ไม่สามารถวัดค่าได้ ซึ่งถือเป็นสัญญาณรบกวนในการประมวลผลเพราะฉะนั้นต้องทำการลดสัญญาณรบกวนให้น้อยลง จึงสามารถตั้งสมมุติฐานว่า “ข้อมูลภาพมีความต่อเนื่องและ

จุดที่ไม่สามารถวัดค่าได้มีความลึกเท่ากับจุดภาพข้างเคียง” ด้วยสมมติฐานนี้จึงจะใช้กระบวนการประมาณค่าจากข้อมูลข้างเคียง (Neighbor Interpolation Algorithm) สำหรับเติมจุดที่ว่างให้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และลำดับถัดมาใช้ตัวกรองมัธยฐาน (Median filter) ขนาด 4×4 เพื่อทำการปรับค่าข้อมูลให้มีความต่อเนื่องจะได้ผลลัพธ์ในรูปที่ 5a



รูปที่ 5. ผลลัพธ์ต่างๆในขั้นตอน 2D Chamfer Distance Matching (a) แสดงถึงอาร์เรย์ความลึกหลังจากผ่านขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวน (b) แสดงภาพเส้นขอบขาวดำหลังจากใช้ Canny Edge Detector (c) แสดงแผนที่ระยะทางที่ถูกสร้างขึ้นจากภาพเส้นขอบ (d) แสดงแม่แบบขาวดำรูปหัวมนุษย์ (e) ภาพสุดท้ายแสดงผลครั้งสุดท้ายโดยจุดสีเหลืองแสดงบริเวณที่ถูกตรวจจับได้

2.3.1.2 2D Chamfer Distance Matching

เป็นขั้นตอนการจับคู่รูปร่างสองมิติของเส้นขอบสองเส้นในภาพปกติกับแม่แบบขาวดำรูปหัวมนุษย์ เพื่อบอกถึงตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นหัวมนุษย์ โดยเริ่มจากการใช้ Canny Edge Detector หาเส้นขอบของอาร์เรย์ความลึกแล้วจึงทำการลบเส้นขอบที่มีขนาดที่เล็กกว่าค่าขีดแบ่ง (Threshold) เพื่อลดการคำนวณและลดสัญญาณรบกวนลงจากภายนอกแล้วนำข้อมูลเส้นขอบมาใช้หาตำแหน่งที่เป็นไปได้ของมนุษย์ในการตรวจจับแบบคร่าวๆ (Rough Scanning) โดยให้มีอัตราเกิดความผิดพลาดที่ระบบไม่สามารถตรวจจับได้ให้น้อยที่สุดแต่ระบบอาจมีความผิดพลาดสูงในกรณีที่ตรวจจับได้

ถัดมาคือแปลงระยะทางจากเส้นขอบเป็นแผนที่ระยะทาง โดยที่จุดแต่ละจุดบนภาพในแผนที่ระยะทางเก็บค่าระยะความห่างระหว่างจุดภาพถึงเส้นขอบที่ใกล้เคียงที่สุด แสดงในรูปที่ 5c แล้วใช้แม่แบบขาวดำรูปหัวมนุษย์กำหนดตำแหน่งและเลื่อนบนพื้นที่บริเวณอื่นๆของแผนที่ระยะทางเพื่อค้นหาวัดที่สามมิติที่สามารถมีโอกาสมองหัวมนุษย์ได้ ยิ่งจุดในภาพมีค่าที่น้อยยิ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นหัวสูง

2.3.2 3D Model Fitting

เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบพื้นที่ทั้งหมดที่ถูกตรวจจับด้วยกระบวนการของขั้นตอนก่อนหน้า(2D Chamfer Distance Matching)

2.3.2.1 Compute the parameters of the head

จำเป็นต้องรู้ถึงค่าพารามิเตอร์ของหัวที่แสดงในพื้นที่ตรวจจับได้จึงสร้างโมเดลสามมิติขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับอาร์เรย์ความลึก

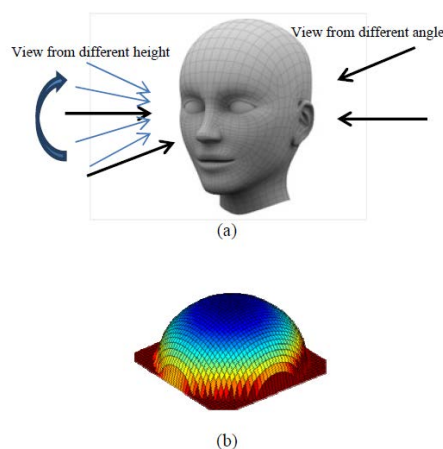
โดยค่าพารามิเตอร์สามารถหาได้จากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและความลึกของหัวมนุษย์

2.3.2.2 Generate 3D Model

การคำนวณทางคณิตศาสตร์ก่อนข้างซับซ้อนจึงควรใช้โมเดลเดี่ยวแล้วหมุนโมเดลและคำนวณหลายๆครั้ง ซึ่งโมเดลที่ดีควรนำมาใช้คือครอบคลุมลักษณะที่เด่นๆของหัวคนรอบทิศทาง

2.3.2.3 Fitting

นำโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นไปวางที่บริเวณจะตรวจสอบหรือเป็นการทดลองของหัวโมเดล จากรูปที่ 6(a) แสดงโมเดลสามมิติของหัวมนุษย์ (b) แสดงโมเดลครึ่งทรงกลมที่ใช้แทนโมเดลหัวมนุษย์



รูปที่ 6. โมเดลสามมิติของหัวมนุษย์ [14]

2.3.3 Extract Contours

เมื่อทราบตำแหน่งของหัวจะสามารถสร้างเส้นของโครงร่างมนุษย์ได้ และใช้การติดตามมือและขาแยกความแตกต่างระหว่างเท้ากับพื้นสามารถทำได้ง่ายเพราะมีความแตกต่างของระดับสี RGB ที่ชัดเจน

2.3.4 Tracking

เป็นขั้นตอนสุดท้ายคือการติดตามคนที่อยู่ในภาพสี RGB โดยถ้าเป็นภาพของความลึกจะไม่มีความลึกของสี ซึ่งมีแต่ข้อมูลวัตถุสามมิติ เพราะฉะนั้นการติดตามคนจากภาพความลึกนั้นจึงใช้พื้นฐานของการเคลื่อนที่วัตถุ โดยที่สมมติให้พิกัดและความเร็ววัตถุเดียวกันในภาพที่ติดกันจะมีความเปลี่ยนแปลงไปอย่างคงที่ เริ่มหาจุดศูนย์กลางของวัตถุที่ตรวจจับและคำนวณหาพิกัดสามมิติและความเร็วของคนในแต่ละภาพเฟรม จะสามารถรู้ถึงข้อมูลพิกัดสามมิติได้โดยตรงจากอาร์เรย์ความลึก

2.4 การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Unity 3D

Unity 3D เป็น Engine ในการพัฒนาเกมโดยเฉพาะคิดค้นและสร้างโดยบริษัท Unity Technologies โดยที่ความสามารถของเครื่องมือนี้หลากหลายมากทั้งสามารถสร้างเกมได้ทั้ง 2 และ 3 มิติ และสามารถ cross-platform ได้ซึ่งถ้านักพัฒนาได้ทำแอปพลิเคชันสำเร็จจะสามารถนำออกสู่ตลาดได้หลายช่องทางด้วยกัน โดยที่ตัว Unity การเขียนสคริปต์นั้นทำได้โดยใช้ Mono เป็น text editor ที่รวมไว้ในโปรแกรม ซึ่งจะดำเนินงานใน .NET Framework โดยที่ทางผู้พัฒนาสามารถใช้ Unity Script, C#, Boo เป็นภาษาในการพัฒนา



รูปที่ 7. Cross-Platform ของโปรแกรม Unity 3D

2.5 ทำพื้นฐานในการเรียนมวยไทย

งานวิจัยนี้เป็นแอปพลิเคชันที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวร่างกายของผู้ใช้งานเป็นหลักในการใช้งานแอปพลิเคชันทั้งหมด ซึ่งก่อนที่ทางผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาตัวแอปพลิเคชันนั้นต้องทำการศึกษาถึงท่วงท่าในการชกมวยไทยในเบื้องต้นเพื่อที่จะสามารถพัฒนาตัวแอปพลิเคชันได้ตรงกับความต้องการจริงๆ เพราะถือว่าท่าในการชกมวยเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โครงการนี้

มวยไทยนั้นมีแม่ไม้มวยไทยซึ่งถือว่าเป็นท่าของการใช้ศิลปะมวยไทยที่สำคัญที่สุด ซึ่งเป็นเหมือนพื้นฐานของการชกมวยไทย โดยภายหลังถ้าผู้ใช้งานได้ฝึกแม่ไม้มวยไทยได้ชำนาญแล้วจะเรียนรู้ลูกไม้มวยไทยอีกทีหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ขอใช้ท่ามวยไทยขั้นพื้นฐานที่มีทั้งหมด 15 ท่า [11] ดังต่อไปนี้

ท่าย่อเขาพระสุเมรุ



รูปที่ 8. ท่าย่อเขาพระสุเมรุ

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้มตัวหลบหมัด พร้อมกับก้าวเท้าขวาไปข้างหน้า ตั้งขาให้มั่นและออกหมัดขวา ไปที่ปลายคางของฝ่ายตรงข้ามทันที

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยหลบก้มหลบแล้วเสยคางฝ่ายรุกด้านหมัดขวา

ท่าสลับฟันปลา (รับด้านนอก)



ท่าสลับฟันปลา

รูปที่ 9. ท่าสลับฟันปลา

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงใช้มือซ้ายบิดหมัดตรงของฝั่งตรงข้ามที่ข้อมือและอีกมือกระแทกไปที่หัวไหล่ด้านนอกของฝ่ายรุก

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยใช้มือขวาบิดหมัดที่ฝ่ายรุกชกมาและมือซ้ายกระแทกไปที่หัวไหล่ของฝ่ายรุก

ท่าปีกเขาแหวกวัง (รับด้านใน)



ท่าปีกเขาแหวกวัง

รูปที่ 10. ท่าปีกเขาแหวกวัง

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม ส่วนอีกมือเตรียมให้พร้อมออกหมัด

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าขวาเฉียงด้านขวาสิบเท้าเข้าวงใน และวางน้ำหนักตัวลงบนเท้าขวา ใช้แขนซ้ายปิดหมัดให้พ้นใบหน้า มือขวากระแทกไปที่แขนของฝ่ายตรงข้าม

วิเคราะห์

เราจับบทเป็นฝ่ายรับ ใช้แขนซ้ายปิดหมัดขวาและมือขวากระแทกไปที่แขนของฝ่ายตรงข้าม

ท่าขาขัดหอก



รูปที่ 11. ท่าขาขัดหอก

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าซ้ายเฉียงออกวงนอก ทั้งน้ำหนักตัวบนเท้าซ้าย โดยพุ่งตัวเข้าหาคู่ต่อสู้ แขนขวายกขึ้นปิดหมัดตรงของฝั่งตรงข้ามให้เบนออกพ้นตัว ส่วนแขนซ้ายทำการยกศอกกระแทกเข้าที่ชายโครงของฝั่งตรงข้าม

วิเคราะห์

เราจับบทเป็นฝ่ายรับ โดยหลบการชกของฝ่ายรุกและใช้ข้อศอกขวากระแทกที่ชายโครงฝ่ายรุก

ท่าโอเหนาแทง

กริช



รูปที่ 12. ท่าโอเหนาแทงกริช

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าขวาแทงเข้าวงใน ทั้งน้ำหนักที่เท้าขวา ยกแขนซ้ายขึ้นปิดหมัดให้พ้นตัว แขนขวากวอดศอกและนำไปกระแทกที่ชายโครงของฝ่ายตรงข้าม

วิเคราะห์

เราจับบทเป็นฝ่ายรับ โดยยกมือซ้ายปิดการโจมตีของฝ่ายรุกและเอาศอกขวากระแทกชายโครงฝ่ายรุก

ท่าดาเถรค้ำฝัก



รูปที่ 13. ท่าดาเถรค้ำฝัก

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้าม มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าขวาไปข้างหน้าเข่าลงในฝ่ายตรง วางน้ำหนักตัวที่เท้าขวาพร้อมกับย่อแขนซ้ายยกขึ้นตรงหน้า ปิดกระแทกขึ้น ให้หมัดฝ่ายรุกฟันศีรษะไป มือขวาชกเข้าสู่ปลายคางของฝ่ายรุกทันที

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยใช้มือซ้ายปิดการชกของฝ่ายรุกและใช้มือขวาชกปลายคางฝ่ายรุก

ท่ามอญยันหลัก



รูปที่ 14. ท่ามอญยันหลัก

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้ามรับ มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงรีบยกแขนทั้งสองขึ้นป้องกันหน้า พร้อมกับยกเท้าขวาถีบเข้าที่ข้อศอกหรือท้องของฝ่ายรุก ให้กระเด็นไป

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยยกขาถีบไปที่ท้องของฝ่ายรุก

ท่าปีกลูกทอย



รูปที่ 15. ท่าปีกลูกทอย

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าเตะเหวี่ยงด้วยเท้าซ้ายเป้าหมายคือ ศีรษะ

ฝ่ายรับ มือทั้งสองตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงรีบสับเท้าเข้าหาครึ่งก้าว พร้อมกับหมุนตัว เอาเท้าขวาเป็นแกน หันหน้าเข้าหาทิศทางที่เท้าเตะมา ยกศอกขวาดังขึ้นระดับหน้าแข้ง มือซ้ายตั้งการ์ดปิดระดับคั่นคอให้มั่น เพื่อป้องกันพลาดถูกใบหน้า

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยการหมุนตัวยกศอกขวามาป้องกันใบหน้าที่โจมตีโดยแข้งของฝ่ายรุก

ท่าจะเข้ฟาดหาง



รูปที่ 16. ท่าจะเข้ฟาดหาง

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าชกด้วยหมัดขวาตรงสุดแรง จนตัวเสียหลัก ถลันเข้าไปข้างหน้า

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าซ้ายทแยงออกวงนอก เอี้ยวตัวให้หมัดผ่านทางไหล่ขวา ในระยะ ๑ คืบ แล้วใช้เท้าซ้ายเป็นหลัก หมุนให้สันเท้ากระแทกที่ศีรษะ ของฝ่ายรุก

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยหมุนตัวแล้วใช้สันเท้ากระแทกที่ศีรษะของฝ่ายรุก

ท่านาคาปิดหาง



รูปที่ 17. ท่านาคาปิดหาง

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าหา พร้อมเตะเหวี่ยงด้วยเท้าขวา มือทั้งสองตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงรีบพลิกตัวหันหน้าไปทางเท้าที่กำลังเตะมา น้ำหนักตัวทั้งบนเท้าซ้าย เท้าขวาอยู่ในหลักยืนมวย แบบสิงขราตรา มือขวาดึงฝ่ามือปะทะปลายเท้า มือซ้ายเบี่ยงขวา ตะปบสั้นเท้า แล้วใช้มือที่จับปลายเท้า พลิกบิดออกด้านนอก มือซ้ายจับสั้นเท้าฝ่ายรุก ดึงเข้าหาตัว พร้อมกับใช้เข่ากระแทกไปที่น่อง

วิเคราะห์

ทำนี้เรารับบทเป็นฝ่ายรับโดยใช้มือรับการ โจมตีจากสั้นเท้าของฝ่ายรุกและใช้เข่ากระแทกที่น่องฝ่ายรุก

ท่าหักงวงไอยรา



รูปที่ 18. ท่าหักงวงไอยรา

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าหาพร้อมยกเท้าเข้าเตะกราดบริเวณชายโครง มือทั้งสองตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าซ้ายเข้าหาฝ่ายรุกในระยะเกือบชิดตัวอย่างรวดเร็ว หันหน้าเข้าหาทิศทาง ที่ฝ่ายรุกเตะมา กระแทกศอกขวาสู่บริเวณโคนขาฝ่ายรุก พร้อมแขนซ้ายโอบจับตรงบริเวณน่อง ยกขาให้สูง เพื่อให้เสียหลัก ป้องกันฝ่ายรุกใช้ศอกถองที่ศีรษะ

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรุกโดยจับขาฝ่ายรุกที่เตะมาที่น่องแล้วใช้ศอกขวากระแทกที่ต้นขาฝ่ายรุก

ท่าวิรุพหกกกลับ



รูปที่ 19. ท่าวิรุพหกกกลับ

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าหา พร้อมทั้งยกเท้าเตะกราดตรงบริเวณชายโครง

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงรีบพลิกตัวแย่งหันหน้าสู่ทิศทางที่เท้าเตะมา ใช้เท้าซ้ายเป็นหลักยืนให้มั่น ยกเท้าขวากระแทกด้วยสั้นเท้าที่ต้นขาให้สะท้อนกลับไป มือทั้งสองตั้งให้มั่น เพื่อป้องกันพลาดถูกชายโครง

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยใช้เท้ากระแทกที่ต้นขาฝ่ายรุก

ท่าหักคอเอราวัณ



รูปที่ 20. ท่าหักคอเอราวัณ

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้ามรับ มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าซ้ายไปข้างหน้า ใช้หมัดทั้งสองจับที่คอกฝ่ายรุก จากนั้นก็กระแทกเข้าขวาไปที่หน้า ของฝ่ายรุก

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรุกโดยชกหมัดขวาไปที่หน้าฝ่ายรับ

ท่าดับขวลา



รูปที่ 21. ท่าดับขวลา

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินชกหมัดขวาตรงไปที่หน้าของฝ่ายตรงข้ามรับ มือซ้ายตั้งมั่น

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงก้าวเท้าซ้ายทแยงเฉียงออกวงนอก ทั้งน้ำหนักตัวบนเท้าซ้าย ใช้มือซ้ายกดแขนขวา ของฝ่ายรุกให้เบนและลงต่ำ รับชกด้วยหมัดขวาตรงไปที่โหนก ให้เป็นจังหวะเดียวกับมือซ้ายที่กดลงนั้นอย่างรวดเร็ว

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยใช้มือซ้ายกดมือขวาฝ่ายรุกและใช้มือขวาชกหมัดไปที่หน้า

ท่าขุนยักษ์จับลิ้ง



รูปที่ 22. ท่าขุนยักษ์จับลิ้ง

ฝ่ายรุก

กางเกงน้ำเงินเดินมวยเข้าชกหมัดซ้ายตรงเข้าที่บริเวณหน้าของฝ่ายรับ พร้อมกับเตะเท้าขวา ตรงบริเวณขาโครง ตามด้วยศอกขวาอย่างรวดเร็ว

ฝ่ายรับ

กางเกงแดงรีบก้าวเท้าซ้ายสับเข้าหาตัว ก้าวเท้าขวา ยกแขนทั้งสองข้างปิดการเตะที่แข้งขวาของฝ่ายรุก พร้อมยกแขนซ้ายป้องกันศอกขวาของฝ่ายรุก แม้ไม่เป็นการหลบหมัด หลบเตะ หลบศอก ในเวลาเดียวกัน

วิเคราะห์

รับบทเป็นฝ่ายรับโดยต้องใช้แขนปิดการเตะและศอกของฝ่ายรุก

2.6 Zigfu

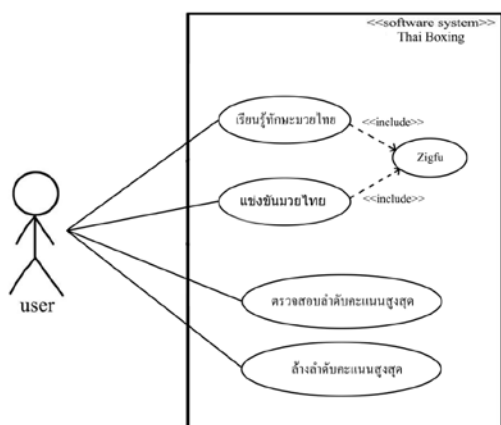
เป็นแฟ้มเกมที่มีการรวบรวม Library ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบน Unity3D โดยใช้ Microsoft Kinect เป็นอุปกรณ์รับการควบคุมโดยใช้ท่าทางของการขยับร่างกาย โดยสคริปต์ที่สำคัญในการควบคุมโมเดลในUnity มีดังนี้

1. Zig ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของ Zigfu; มีการเช็คการตรวจจับผู้ใช้งานด้วยฟังก์ชัน Zig_UserFound, Zig_UserLost, Zig_Update
2. Zig Depth Viewer ทำหน้าที่ตรวจจับความลึกของกล้อง Kinect และมีการแสดงผลออกมาทางหน้าจอการเล่น โดยสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของภาพที่แสดงออกมาได้ เช่น กำหนดสีให้กับพื้นหลัง
3. Zig Users Radar แสดงการตรวจจับของผู้ใช้ โดยการแสดงผลทางหน้าจอบอกตำแหน่งของผู้เล่นว่าอยู่ตำแหน่งไหน
4. Zig Engage Single User สคริปต์ควบคุมการใช้งานผู้เล่น 1 คน โดยสามารถเพิ่มผู้ใช้งานในหน้าต่างคุณสมบัติได้
5. Zig Skeleton สคริปต์ที่กำหนดและหาตำแหน่งต่างๆของตัวโมเดล เพื่อที่จะนำมาควบคุมได้; สคริปต์สลับตำแหน่งของข้อต่อต่างๆที่ได้กำหนดมาในสคริปต์

3. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

แอปพลิเคชันสอนมวยไทยนี้เป็นสื่อการสอนที่ให้ผู้ใช้งานได้ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายในการเรียน ซึ่งถือเป็นการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์และถือเป็นการออกกำลังกายไปในตัว โดยที่ผู้ใช้งานจะได้ทราบถึงท่าทางพื้นฐานในการชกมวยไทยที่เรียกว่าแม่ไม้มวยไทยและนำท่าเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ระบบที่ต้องการพัฒนาจะเน้นไปที่การเรียนรู้และสนับสนุนสำหรับผู้สนใจการชกมวยไทยโดยใช้เทคโนโลยีแบบใหม่เข้ามาช่วยในระบบการเรียนรู้ของผู้ที่เรียนโดยหลักการทำงานของแอปพลิเคชัน คือผู้ที่ต้องการใช้งานแอปพลิเคชันต้องยืนห่างจากตัวกล้อง Kinect อย่างน้อย 1.8 เมตร แล้วจึงเลือกโหมดที่ต้องการใช้งาน โดยในส่วนของฟังก์ชันการเรียนรู้ แอปพลิเคชันจะทำการตรวจสอบท่าทางของผู้ใช้ว่าถูกต้องตามหลักหรือไม่ โดยจะมีการแสดงผลคะแนนความถูกต้องแสดงออกมาหลังการเรียนรู้สิ้นสุดลง ทำให้ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงความถูกต้องที่ตนเองทำได้ และสามารถประเมินผลลัพธ์ของผู้ใช้งานเองได้ ในส่วนของฟังก์ชันการฝึกฝน ผู้ใช้จะได้จำลองการต่อมวยกับคอมพิวเตอร์ โดยที่ตัวละครของคอมพิวเตอร์จะทำการสู้แม่ไม้มวยไทยแต่ละท่าออกมา โดยผู้เล่นจะต้องใช้ทักษะที่ตนเรียนมาในการตอบโต้ โดยจะคิดคะแนนสูงสุดที่ได้หลังจากที่รอบจบลง เพื่อเป็นการทดลองใช้งานทักษะมวยไทยที่เรียนมา และเป็นการออกกำลังกายไปในตัวเช่นกัน



รูปที่ 23. แสดงยูสเคสโคดเกมของแอปพลิเคชันฝึกฝนทักษะมวยไทยด้วยอุปกรณ์ Kinect

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ

ในส่วนนี้จะใช้มือในการควบคุมเมนูโดยการขยับมือไปมาซ้ายขวาเพื่อทำการตรวจจับมือของผู้ใช้งาน ซึ่งเมื่อตรวจจับพบมือผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมลูกบอลสีน้ำเงินได้อย่างอิสระในแนวราบ โดยผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมการทำงานของระบบได้และใช้วิธีการขยับมือให้ลูกบอลไปอยู่บนเมนูที่ต้องการกดและรอจนประมาณ 1.5 วินาทีครั้งเพื่อการเข้าสู่เมนูที่เลือก โดยพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนผู้ใช้งานให้สามารถใช้งาน โดยที่ตนเองอยู่ในท่าพร้อมฝึกซ้อมมวย

ไทยแล้ว คือการที่ผู้ใช้งานไม่ได้นั่งอยู่หน้าจอ แต่ผู้ใช้งานยืนอยู่หน้ากล้องพร้อมใช้งานแล้ว



รูปที่ 24. เมนูเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน

การพัฒนาหน้าต่างเลือกการฝึกซ้อมจะเน้นทำการพัฒนาให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงทำการฝึกซ้อมของมวยไทยที่เรียนแม่ไม้มวยไทยได้โดยง่ายที่สุด ซึ่งจะใช้มือในการควบคุมลูกบอล การควบคุมในส่วนนี้จะใช้การควบคุมแบบอิสระในแนวราบ ซึ่งจะมีตัวชี้ว่ามือเราอยู่ตำแหน่งไหนของหน้าจอ(ลูกบอลสีน้ำเงิน) โดยการเลือกเมนูต่างๆจะใช้การเลื่อนมือไปค้างที่เมนูที่ต้องการกด และรอ 1.5 วินาทีเพื่อทำการเปลี่ยนหัวข้อ โดยหลักการเช็การเข้าสู่เมนูจะมีการพัฒนาคืออย่างแรกตัวโปรแกรม UNITY 3D จะมองทุกอย่างเป็นวัตถุ ดังนั้นจึงทำการสร้างปุ่มต่างๆโดยใช้กล่องมาคัดให้มีลักษณะของปุ่มต่างกกันเพื่อสร้างเป็นเมนูขึ้นมา และทำการเช็คว่าถ้าลูกบอลที่เราควบคุมอยู่นั้นมาชนกับกล่อง จะทำการเข้าสู่เมนูอื่นๆเป็นต้น

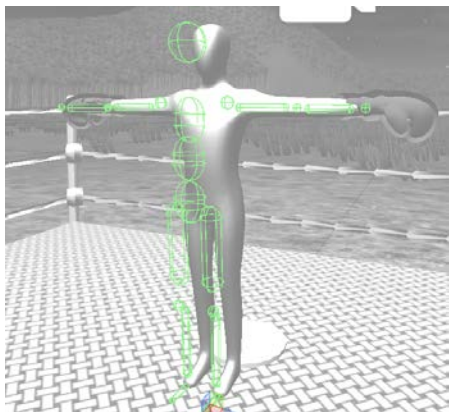


รูปที่ 25. เมนูเลือกทำฝึกซ้อม

4.2 พัฒนาส่วนการเชื่อมต่อกับโมเดล

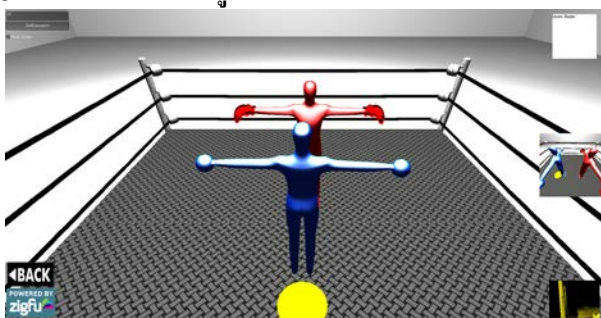
ก่อนที่จะทำการสร้างส่วนอื่นๆ จะต้องทำการสร้างโมเดลขึ้นมาก่อน ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้โมเดลที่มีบริการให้ดาวน์โหลดฟรี [12] จะใช้โมเดลดังรูปที่ 26 โดยเหตุผลหลักที่เลือกใช้โมเดลนี้คือมีความเรียบง่าย ประกอบกับสามารถสื่อได้ถึงเพศชายและหญิง และสามารถนำมาใช้งานได้ฟรี

เมื่อนำโมเดลเข้าสู่ตัวโปรแกรมแล้วต้องดูความถูกต้องของตัวโมเดลที่นำเข้ามา โดยถ้าทำการสร้างโมเดลเองจะต้องมาเช็คในส่วนต่างๆที่สร้างไว้จากโปรแกรมอื่นได้นำเข้ามาครบหรือไม่ แต่ถ้าใช้โมเดลจาก[12] โมเดลใช้ได้ไม่ผิดเพี้ยนและมีการใส่กระดูกมาให้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 26. โมเดลที่นำมาใช้ในงานวิจัยและกระดูกของโมเดลที่ทำการเพิ่มเติม

4.3 พัฒนาโมเดลการเรียนรู้ท่าแม่ไม้มวยไทย



รูปที่ 27. หน้าจอการใช้งานโมเดลการเรียนรู้ท่า

รูปที่ 27 แสดงถึงการทำงานของตัวโปรแกรมซึ่งผู้ใช้งานจะเป็นโมเดลสีน้ำเงิน ซึ่งมุมขวบนบ่งบอกถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานที่ KINECT จับได้และมุมขวาล่างคือภาพแสดงตำแหน่งของตัวผู้ใช้งานเป็นแบบความลึกคือยิ่งสว่างจะแสดงว่าอยู่ใกล้ตัว KINECT มีปุ่มที่มุมซ้ายล่างที่ไว้ย้อนกลับไปทีเมนูการเลือกท่า มุมซ้ายบนคือการปรับองศาของมุมและมุมก้มของอุปกรณ์ KINECT และมีการเช็ค READ ANGLE เพื่อหาองศาปัจจุบันของ KINECT โดยเมื่อเข้าสู่หน้าจอนี้ผู้ใช้งานจะสามารถควบคุมโมเดลสีน้ำเงินได้

การทำงาน ดังรูปที่ 27 คือโมเดลที่เราได้ทำการควบคุมคือโมเดลสีน้ำเงินจะมีกระดูกโครงร่างที่ได้ทำการเพิ่มเข้าไปในตัวโมเดล ดังรูปที่ 26 ซึ่งจะมีการเพิ่มกระดูกทั้งสองฝ่ายโดยถ้ากระดูกของผู้ใช้ไปชนกระดูกของโมเดลฝ่ายคู่ต่อสู้จะทำการเช็คว่าการชนกันของกระดูกถูกต้องตามที่ได้กำหนดหรือไม่ภายในระยะเวลา 2

นาที่โดยถ้าชนได้ถูกต้องตามหลักการจะกลับสู่หน้าการเรียนรู้ และมีสัญลักษณ์เครื่องหมายถูกสีเขียวเพื่อบ่งบอกว่าได้ผ่านท่านั้นแล้ว

4.4 พัฒนาโมเดลการฝึกฝนท่าแม่ไม้มวยไทย

ในโมเดลนี้จะมีหลักการพัฒนาคือนำแอนิเมชันของการเรียนรู้มาใส่ไว้ในคู่ต่อสู้และทำการสุ่มท่าออกมาโจมตีผู้ใช้งาน ซึ่งสปีดจะเป็นส่วนที่คะแนนมากที่สุดเป็นสองเท่าของค่าตัวทั้งโจมตีและถูกโจมตี

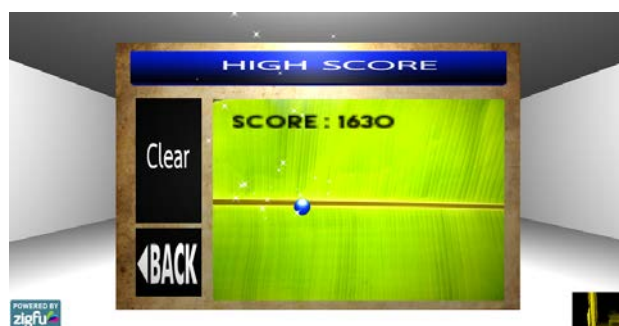


รูปที่ 28. แสดงโมเดลการฝึกฝนแม่ไม้มวยไทยกับโมเดล



รูปที่ 29. แสดงการหมดเวลาและทำคะแนนสูงสุด

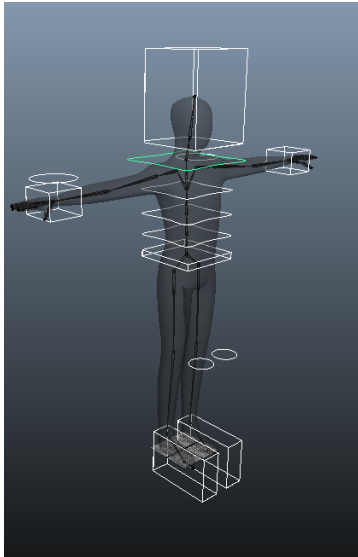
รูปที่ 29 แสดงการหมดเวลา 3 นาที ในโมเดลการฝึกฝนซึ่งถ้าสามารถทำคะแนนสูงสุดได้จะขึ้นสัญลักษณ์ NEW HIGH SCORE มุมขวบน และคะแนนจะบันทึกอยู่ในรูปแบบของ PLAYERPREFS ซึ่งจะไม่ทำการลบข้อมูลเมื่อทำการปิดโปรแกรมซึ่งจะมีการพัฒนา



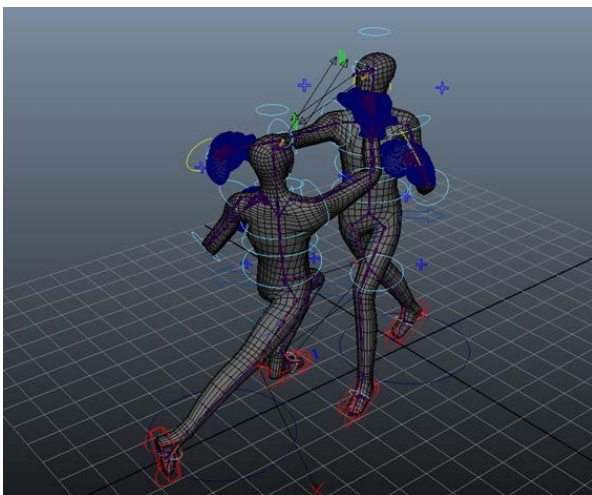
รูป 30. แสดงหน้าต่าง High Score

4.5 สร้างแอนิเมชันเพื่อนำมาใช้ในระบบ

ภายในแอปพลิเคชันมีการทำงานของคลิปแอนิเมชันที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม MAYA ซึ่งภาพที่ 31 แสดงการ RIGGING ของตัวละครเพื่อที่จะทำแอนิเมชันต่อไปโดยการขยับไปที่ข้อต่างๆ และกำหนดท่าทางของโมเดลให้เกิดท่าต่างๆและต้องถูกหลักของท่าพื้นฐานของมวยไทย



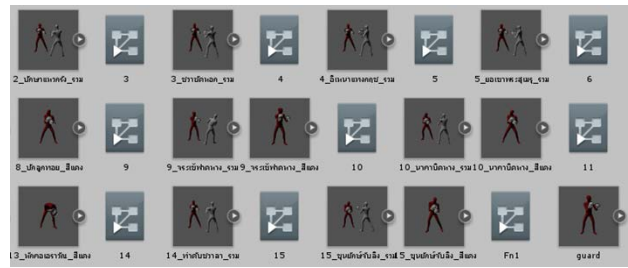
รูป 31. แสดงการสร้างหน่วยควบคุม โมเดล ด้วยโปรแกรม Maya



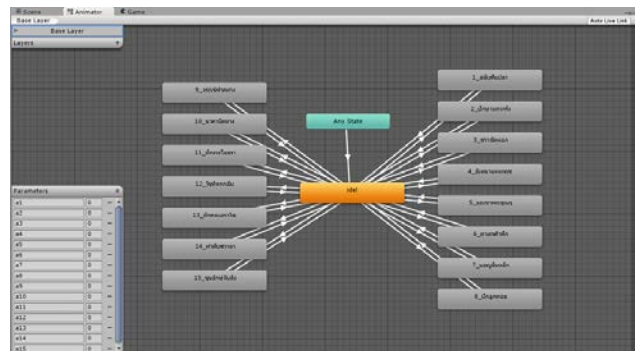
รูป 32. แสดงการสร้างการขยับตัวโมเดล

หลักการควบคุมแอนิเมชันในโปรแกรม UNITY3D คือใช้ ANIMATOR CONTROLLER โดยจะเป็นตัวที่ควบคุมแอนิเมชันที่สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม MAYA โดยจะสามารถกำหนดค่าตัวแปรที่ไว้ควบคุมการทำงานของฟังก์ชันได้ โดยรูปที่ 33 จะเป็นตัวอย่างของ ANIMATOR CONTROLLER ซึ่งจะสามารถทำการสร้างโดยการ

คลิกขวาที่ ASSETS และทำการเลือก CREATE -> ANIMATOR CONTROLLER จะได้ตัวที่ควบคุมแอนิเมชันดังรูปที่ 33

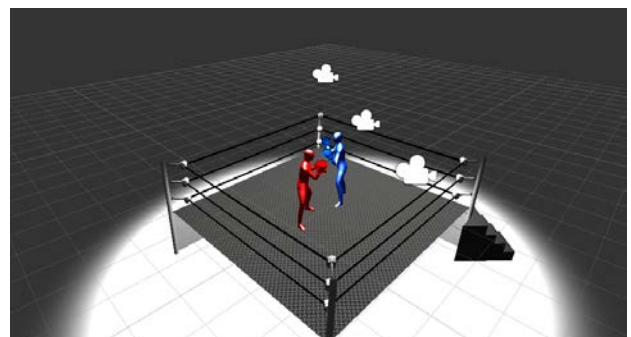


รูป 33. ตัวอย่าง Animator Controller และ ตัวอย่างของไฟล์แอนิเมชันบน Unity3D



รูป 34. ตัวอย่างการใช้งาน Animator Controller

รูปที่ 34 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของแอนิเมชันหลายๆท่าทาง โดยกล่องสี่เหลี่ยมสีเทาแต่ละกล่องจะมี 1 ท่าทาง เมื่อต้องการโมเดลเปลี่ยนให้ท่าทางจาก IDEL เปลี่ยนเป็นท่าโจมตี จะต้องกำหนดตัวแปรที่เป็นประเภท INT ที่ชื่อว่า A1-A15 ขึ้น ซึ่งจะต้องทำการเขียนสคริปควบคุมการทำงานให้เปลี่ยนจาก 1 หรือ 0 อีกทีหนึ่ง

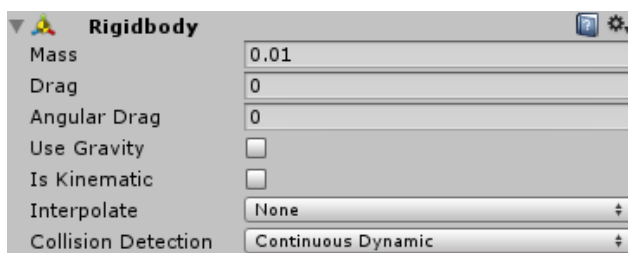


รูป 35. แสดงตัวโมเดลที่ทำการเพิ่มการควบคุม โดยใช้กล้อง 3 ตัวในการปรับเปลี่ยนมุมมองอัตโนมัติในโหมด Preview

4.6 การพัฒนาระบบฟิสิกส์

ระบบฟิสิกส์ในโปรแกรม UNITY3D จะเป็นการเพิ่ม COMPONENT ให้กับวัตถุที่ต้องการใส่ระบบฟิสิกส์ซึ่งหลักๆจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ 1.กฎแรงโน้มถ่วงของโลก 2. เช็การชนกันของวัตถุ โดยค่าทั้ง 2 จะสามารถปรับได้ดังรูปที่ 36 โดยโค้ดเช็การชนกันของวัตถุจะมีดังต่อไปนี้

1. ONCOLLISIONENTER เป็นการเช็การชนกันของวัตถุโดยเช็การครั้งแรกที่ชนกัน
2. ONCOLLISIONEXIT เป็นการเช็การเมื่อวัตถุที่ชนออกไปแล้ว
3. ONCOLLISIONSTAY เป็นการเช็การชนกันเมื่อวัตถุมาชนทำงานตลอดเวลาที่วัตถุชน



รูป 36. ตัวอย่างการใช้งาน Rigidbody

5. บทสรุป

ระบบที่พัฒนามีความสอดคล้องกับการออกแบบและสามารถตรวจจับท่าทางได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้แอปพลิเคชันเหมาะสำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือมีไว้ในหลักสูตรการศึกษา และยังช่วยลดอุบัติเหตุและการบาดเจ็บจากการเรียนมวยไทยด้วย

อย่างไรก็ตามระบบมีความคลาดเคลื่อนของตัวโมเดลเล็กน้อย ซึ่งในส่วนนี้จะได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธรรมศาสตร์ วิสุทธิธรรมณ์, พรชัย มงคลนาม, โจนาราน โฮยีนชาน. /"การจำแนกท่าทางขณะรับชมโทรทัศน์โดยใช้กล้อง Kinect. " / รายงานวิจัย / คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2557
- [2] นราวุฒิ พัฒโนทัย, พรชัย มงคลนาม, บัณฑิต วรรณภา. /"การประมวลผลโครงร่างมนุษย์จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้กล้อง Kinect หลายตัว. " / รายงานวิจัย / คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2555

[3] Naofumi KITSUNEZAKI, Eijiro ADACHI, Takashi MASUDA, Jun-ichi MIZUSAWA, "KINECT Applications for The Physical Rehabilitation", 2013.

[4] Carlo Giovannella, Andrea Losue, Fabrizia Moggio, Eleonora Rinaldi, Manuel Schiattarella, "Uesr experience of Kinect based applications for smart city scenarios integrating tourism and learning", 2013 IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies.

[5] Shengnan Gai, Eui-Jung Jung, Byung-Ju Yi, "Mobile Shopping Cart Application Using Kinect", 2013 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI).

[6] Student.nu. "มวยไทยโบราณ" [Online]

Available: <http://student.nu.ac.th/muaythaiboran/prawatmuay02.htm>, (Accessed 10 April 2015).

[7] muaythai-institute. "ศิลปะแม่ไม้มวยไทย" [Online]

Available: http://www.muaythai-institute.net/Html/Thai_Mae%20Mai.html, (Accessed 11 April 2015).

[8] พรเทพ ที่มานนท์. /"การอนุรักษ์ศิลปะการต่อสู้มวยไทยด้วยเกม. " / รายงานวิจัย / วิทยาลัยศิลปะ สื่อ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,2555

[9] Wikipedia. "Kinect" [Online] Available:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>, (Accessed 1 April 2015).

[10] Lu Xia, B.E. "Human Detection Using Depth Information by Kinect." Master of Science in Engineering. Thesis of University of Texas at Austin. 2012

[11] kanchanapisek. "แม่ไม้มวยไทย" [Online]

Available:

<http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=35&chap=3&page=t35-3-infodetail05.html>, (Accessed 20 February 2015).

[12] Mixamo. "Rig" [Online] Available: <https://www.mixamo.com>, (Accessed 20 February 2015).

[13] Skeleton Position and Tracking State [Online]

Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025.aspx>, (Accessed 20 February 2015).

[14] Human Detection Using Depth Information by Kinect [Online]

Available:

http://cvrr.ucsd.edu/ece285/spring2014/studentpresentations/paologabriel_presentation2.pdf, (Accessed 20 February 2015).