

การใช้โมชันแคปเจอร์ในการ วิเคราะห์ทักษะการทุ่มของยูโด

สยาม ธนาภรณ์¹, พิษณุ คนองชัยยศ^{2*} และ ชัชพงศ์ ตังมณี³

¹ สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยี และการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

² ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

³ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

E-mail: siam.t@student.chula.ac.th¹, pizzanu@cp.eng.chula.ac.th^{2*} and
chatpong@acc.chula.ac.th³

บทคัดย่อ

วิศวกรรมการกีฬาซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยี นวัตกรรมและผลิตภัณฑ์มีส่วนช่วยในการพัฒนาโปรแกรมและการวางแผนการฝึกซ้อมในวงการกีฬา โดยเฉพาะกีฬายูโดเทคโนโลยีโมชันแคปเจอร์ได้ถูกนำมาใช้งานในการวิเคราะห์ระดับห้องปฏิบัติการเพื่อสร้างและจัดทำโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬามือสมัครเล่นตามระดับส่วนบุคคล ในงานวิจัยนี้เรานำเสนอระบบโมชันแคปเจอร์สำหรับกีฬาโยโดเพื่อใช้ปรับปรุงการวิเคราะห์ทักษะท่าทุ่มให้ดีขึ้น และเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้การสังเกตจากการซ้อมจริงและการวิเคราะห์ที่ใช้วิดีโอ เริ่มต้นด้วยการนำระบบโมชันแคปเจอร์สามมิติมาประยุกต์ใช้สำหรับบันทึกท่าทางการทุ่มโดยอาศัยตำแหน่งตัวตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ที่เราพัฒนาขึ้นใหม่ และทำการทดลองบันทึกท่าทุ่มของนักกีฬาโยโดสายดำทีมชาติไทยทั้งระดับประเทศและระดับมหาวิทยาลัยแล้ว โดยการประเมินและวิเคราะห์การทุ่มแต่ละท่าของนักกีฬาทั้งสองกลุ่มจะแบ่งทำโดยใช้ทั้งสามวิธี โดยผู้ฝึกสอนทีมชาติสามท่าน ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบโมชันแคปเจอร์สำหรับโยโดที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถพัฒนาการประเมินและวิเคราะห์การทุ่มของกีฬาโยโดได้อย่างมีนัยยะสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้ภาพวิดีโอและการสังเกตที่สนามซ้อม นอกจากนั้นผู้ฝึกสอนยังสามารถสังเกตตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของนักกีฬาที่เข้าทำการทดลองได้ชัดเจนกว่าอีกสองวิธี

คำสืบค้น

วิศวกรรมการกีฬา โมชันแคปเจอร์ กีฬาโยโด การวิเคราะห์ทักษะการทุ่ม

USING MOTION CAPTURE FOR ANALYSIS STRUGGLE OF JUDO

Siam Thanaporn¹, Pizzanu Kanongchaiyos^{2*} and Chatpong Tangmanee³

¹ Interdisciplinary Program Technopreneurship and Innovation Management, Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

² Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

³ Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

E-mail: siam.t@student.chula.ac.th¹, pizzanu@cp.eng.chula.ac.th^{2*} and chatpong@acc.chula.ac.th³

ABSTRACT

Sports engineering including technology, innovation and product contributes the development of the training programs and plans of sport. In Judo, motion capture technology has been used for the lab-based analysis in order to create and implement the training programs for individual level. In this research we propose a Judo motion capture system for improving the struggle skill analysis and comparing with two measurements using field analysis and video-based analysis. Traditional 3D motion capture system is applied for recording the struggle motion using our proposed sensor positions. The experiment is conducted by recording the struggle of Judo Black Belt Thailand National Team players training for national-level and university-level competition. The measurement and analysis of the two groups of player with the three difference methods were performed by three Thailand National instructors. The statistical analysis of the data set shows that using the proposed Judo motion capture system can significantly improve the measurement and analysis of the Judo struggle comparing to the video-based and field-based method. The instructors can also observe the positions and movements of the subject players more clearly than the other two methods.

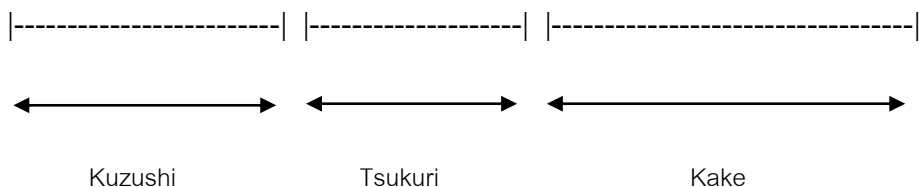
KEYWORDS

sport engineer, motion capture, judo, struggle skill analysis

I. บทนำ

ยูโดเป็นศิลปะการป้องกันตัวประเภทหนึ่งที่ถูกเล่นอาศัยการเอาชนะคู่ต่อสู้ด้วยการทุ่ม โดยผู้เล่นใช้วิธีะวะในทุกส่วนของร่างกายในการออกแรงกระทำโดยอาศัยหลักการทุ่มด้วยกันสามส่วน [1], [2] ดังนี้

- (1) Kuzushi คือ การดึงหรือจับยึดให้คู่ต่อสู้เสียหลักการทรงตัวเป็นขั้นตอนแรก
- (2) Tsukuri คือ การเข้าทุ่มตามหลักท่าทุ่มของยูโด ด้วยความเร็วและจังหวะการกลับตัว (การหมุนตัว) ที่มีความต่อเนื่อง
- (3) Kake คือ การบังคับให้คู่ต่อสู้ลงสู่พื้นเป็นขั้นตอนที่สาม



รูปที่ 1
หลักการทุ่มของกีฬายูโด

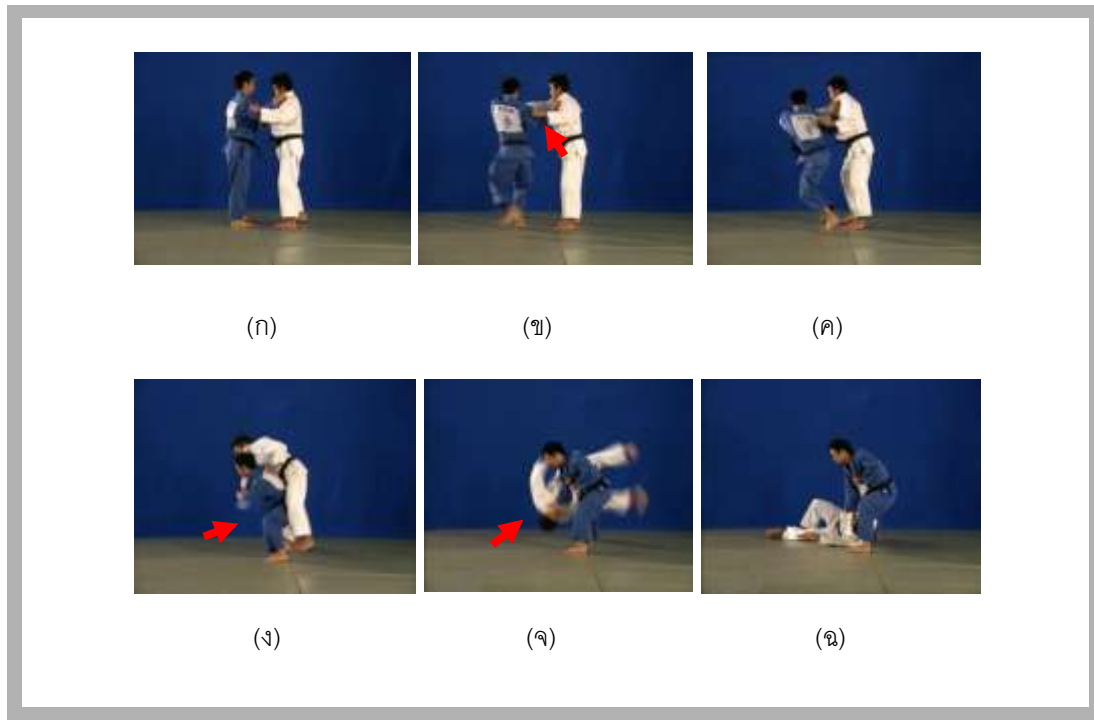
ที่มา : Gutiérrez, Prieto and Cancela (2009), Michael Gleicher (1998)

จะเห็นได้ว่าหลักการทุ่มทั้งสามส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กัน [3] ในการฝึกและการแข่งขันกีฬายูโดนั้น จะประกอบด้วยทักษะที่สำคัญคือ การทุ่ม ท่าทุ่มของยูโดได้แบ่งออกเป็น 64 ท่ามาตรฐานตามการแบ่งของสหพันธ์ยูโดนานาชาติ (International Judo Federation) โดยแบ่งออกเป็นสองประเภทตามส่วนของร่างกายที่ใช้ทุ่ม [4] คือ (1) Tachi-Waza คือ การทุ่มจากท่ายืน ประกอบด้วย การทุ่มด้วยมือ, การทุ่มด้วยสะโพก, การทุ่มด้วยขา และ (2) Sutemi-Waza คือ การทุ่มจากท่านอน ประกอบด้วย การนอนทุ่ม, การนอนตะแคงทุ่ม

ในการการแข่งขันนั้น นักกีฬายูโดต้องใช้ทักษะในการทุ่ม เพื่อเอาชนะคู่แข่งขันหรือคู่แข่งฝึกซ้อม โดยองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถในการทุ่มนั้นคือ ความเร็ว ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเร็วของนักกีฬาเพิ่มขึ้นได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อกับความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ในการเร่งความเร็วของทักษะกีฬายูโดนั้น [5] กล่าวคือตัวแปรที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพของนักกีฬามีจำนวน 13 ชนิดดังนี้คือ ทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้น (Basic Psychomotor) ความคล่องตัว (Agility) ความรู้เรื่อง (Kinesthetic Awareness) เทคนิคของกีฬายูโด (Judo Techniques) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความทนทาน (Endurance) ความแข็งแรง (Strength) ความเร็ว (Speed) พลัง (Power) สุขภาพ (Health) ทักษะทางจิตใจ (Mental Skill) กลยุทธ์ (Tactics) และสิ่งแวดล้อม (Environment) ความสำคัญของตัวแปรทั้ง 13 ชนิด ที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพของนักกีฬายูโด จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์กันและต้องพัฒนาควบคู่กันกับทักษะต่าง ๆ ดังนั้นการฝึกเป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการเรียนรู้ทักษะกีฬายูโด [6] คือต้องมีการฝึกบ่อยครั้งและฝึกซ้ำจนเกิดความชำนาญ เริ่มฝึกจากง่ายไปยากจากช้าไปเร็ว ฝึกให้เหมือนกับสภาพการแข่งขันจริง เช่น การทุ่มคู่

ฝึกในกีฬายูโด จึงต้องฝึกในท่าที่ถูกต้องและปฏิบัติซ้ำ จนเกิดความชำนาญจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพทั้งในการทุ่ม

ในส่วนของการฝึกเพื่อการแข่งขัน การฝึกซ้อมกีฬายูโดผู้ฝึกสอนมักพบข้อจำกัดในการกำหนดมุมมองเพื่อสังเกตการเคลื่อนไหวของท่าทุ่มได้ทุกส่วนและปรับตำแหน่งการเคลื่อนไหวของร่างกายให้ได้ลักษณะท่าทุ่มที่มีประสิทธิภาพ ในการสังเกตพฤติกรรมเหล่านี้ ปัจจุบันใช้วิธีการสังเกตด้วยสายตาและการจับภาพจากกล้องวิดีโอแล้วจึงนำมาใช้วิเคราะห์ปรับตำแหน่งการเคลื่อนไหวของร่างกายให้ได้ลักษณะท่าทุ่มที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีนี้ยังไม่สามารถบอกรายละเอียดการเคลื่อนไหวเช่น มุมต่างๆของร่างกาย ดังตัวอย่างในรูปที่ 2



รูปที่ 2

จากตำแหน่งดูกระดานแสดงการบังคับมุมมองของผู้ฝึกสอน

ในปัจจุบันมีการนำเอาเทคโนโลยีสามมิติมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะ การจับการเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวจากผู้แสดงและนำข้อมูลนั้นไปใส่ให้กับหุ่นจำลองสามมิติที่สร้างขึ้น การนำเอาเทคนิคการจับการเคลื่อนไหวมาใช้ตั้งแต่ด้านความบันเทิง เช่น การทำภาพยนตร์ โฆษณา การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ ด้านการศึกษา ด้านการแพทย์ รวมทั้งการศึกษากีฬานำเอาเทคโนโลยี Motion Capture หรือ Computer Vision เข้ามามีส่วนช่วยพัฒนาด้านกีฬาและการตัดสินใจทางกีฬา [7]

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเสนอการจำลองภาพเคลื่อนไหวการเข้าท่าทุ่ม โดยการใช้เทคโนโลยีการจับการเคลื่อนไหว (Motion Capture) ตระจภาพเคลื่อนไหว มาสกัดข้อมูลเพื่อ วิเคราะห์การเคลื่อนไหวของนักกีฬายูโดในการฝึกปฏิบัติทักษะในการทุ่ม เนื่องจากกีฬายูโดนั้น การทุ่ม เป็นทักษะหนึ่งที่ทำคะแนนได้มาก ผู้ทุ่มจำเป็นต้องมี ประสิทธิภาพการเข้ากระทำความเร็วและแม่นยำจะทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถป้องกันได้ ดังนั้นการนำวิธีจำลองภาพเคลื่อนไหวท่าทุ่ม มาวิเคราะห์การเข้าท่าทุ่มของนักกีฬา จะช่วยให้ผู้ฝึกสอน นักกีฬา ตลอดจนถึงผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงลักษณะผลที่เกิดขึ้นจากการเข้าท่าทุ่มแต่ละครั้งได้ค่าที่คงที่และมีประสิทธิภาพ ตลอดจนในการส่งเสริมนักกีฬาระดับเยาวชนให้มีฝีมือและเรียนรู้ประสบการณ์จากข้อมูลท่าทุ่มในอดีตมาปรับใช้เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้สู่รุ่นต่อไปอย่างต่อเนื่อง

II. การจัดการเคลื่อนไหวท่าทุ่มของนักกีฬายูโด

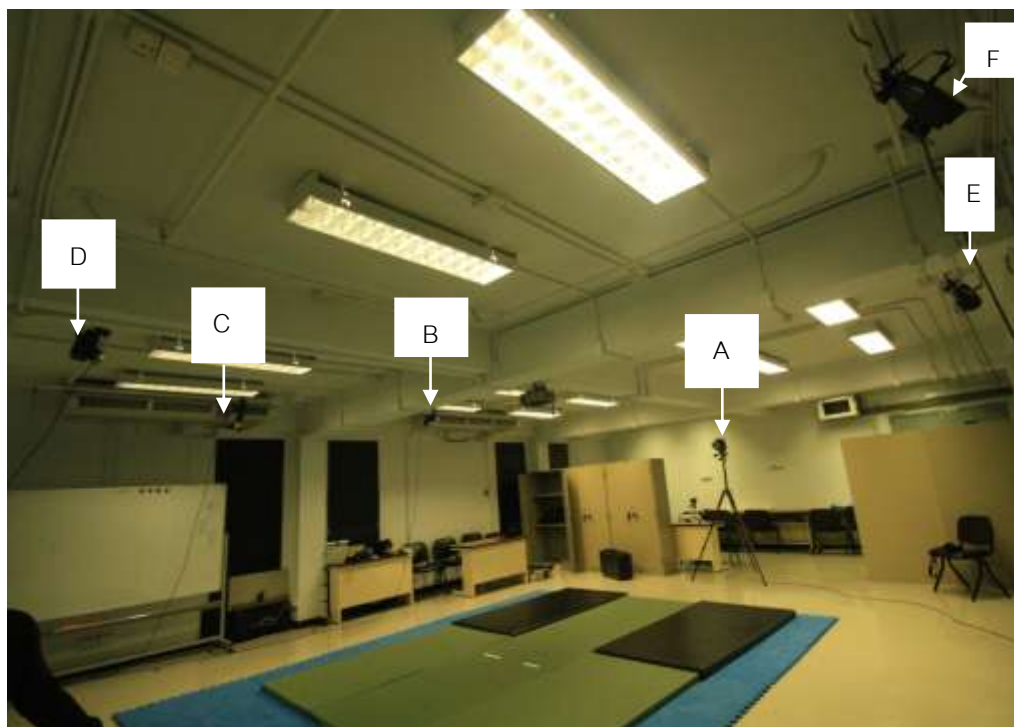
ในการทดลองโดยใช้เทคโนโลยีโมชันแคปเจอร์วิเคราะห์ทักษะการทุ่มของยูโด ประกอบด้วยอุปกรณ์การทดลองและวิธีการนำไปใช้งาน ดังนี้

2.1 กล้องตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยแสง (Optical Motion Capture)

กล้องตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยแสง (Optical Motion Capture) ยี่ห้อ Motion Analysis จำนวน 6 ตัว ประกอบด้วยรุ่น Eagle Digital 1 ตัว ดังรูปที่ 3 ตำแหน่ง (A) และรุ่น Hawk Digital จำนวน 5 ตัว ดังรูปที่ 3 ตำแหน่ง (B)-(F)

รูปที่ 3

ตำแหน่งตรวจจับการ
เคลื่อนไหว



2.2 เบาะยูโด (Judo Tatami)

เบาะยูโดจำนวน 6 เบาะ การทดลองในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยตระหนักถึงสถานที่ใช้ในห้องทดลองให้เหมือนกับสภาพการฝึกซ้อมยูโดให้มากที่สุด จึงเลือกใช้เบาะยูโดที่ใช้ในการฝึกซ้อมและแข่งขันยูโด ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสหพันธ์ยูโดนานาชาติ (International Judo Federation) แต่เนื่องด้วยการสร้างสถานที่การฝึกซ้อมและแข่งขันยูโดที่ได้มาตรฐานนั้น จะมีการติดตั้งพื้นไม้ยกสูงเพื่อรองรับแรงกระแทกจากการทุ่มต่างๆ เพื่อลดการบาดเจ็บของนักกีฬาจากแรงกระแทก โดยผู้วิจัยได้ตระหนักถึงข้อจำกัดของสถานที่ จึงเลือกใช้อุปกรณ์เบาะรองทุ่ม เพื่อรองรับแรงกระแทกของผู้ถูกทุ่ม โดยอุปกรณ์ที่ใช้ดังกล่าวมาตรฐานเดียวกับการใช้ในการฝึกซ้อมนักกีฬายูโดทีมชาติไทย ซึ่งผู้วิจัยได้จัดรูปแบบการวางเบาะยูโดและเบาะรองทุ่มสำหรับรับแรงกระแทกได้แบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังรูปที่ 4



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4

การจัดรูปแบบการวาง
เบาะยูโด

ซึ่งวิธีใช้งานดูจากการประมาณระยะ ที่ผู้ถูกห่มตกกระทบกับเบาะรองห่ม สามารถปรับเปลี่ยนได้อิสระ แล้วแต่
ลักษณะของการเคลื่อนที่ของผู้ห่ม

2.3 เครื่องหมาย (Marker)

ขนาดของตำแหน่งเครื่องหมาย (Marker) จะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะในการใช้งาน

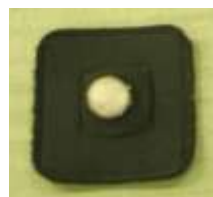
- (1) เครื่องหมาย (Marker) รูปแบบที่หนึ่ง แทนด้วยสัญลักษณ์สี ● (แดง) รูปที่ 5 (ก)
- (2) เครื่องหมาย (Marker) รูปแบบที่สอง แทนด้วยสัญลักษณ์สี ● (ฟ้า) รูปที่ 5 (ข)
- (3) เครื่องหมาย (Marker) รูปแบบที่สาม แทนด้วยสัญลักษณ์สี ● (เขียว) รูปที่ 5 (ค)



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 5

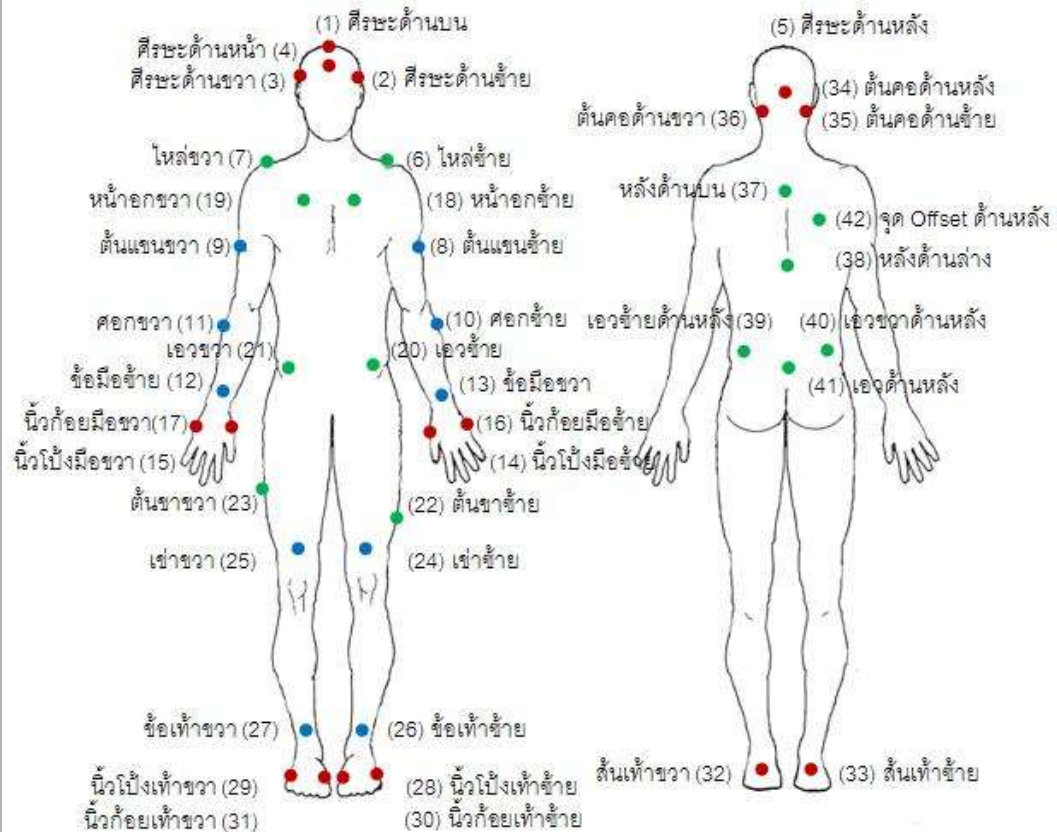
ขนาดของตำแหน่ง
เครื่องหมาย (Marker)

2.3.1 ขั้นตอนติดตั้งเครื่องหมาย (Marker)

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้จำนวนเครื่องหมายที่ใช้ในต่อนักกีฬามีจำนวน 42 ตำแหน่ง [8] โดยมี
ตำแหน่งดังรูปที่ 6

รูปที่ 6

ตำแหน่งการติด
เครื่องหมาย (Marker) ที่
ใช้นักกีฬา



ในขั้นตอนติดตั้งในตำแหน่งมือและตำแหน่งเท้า ผู้วิจัยจะยกตัวอย่างขั้นตอนติดตั้งจากรูปในตำแหน่งมือเพียงตัวอย่างเดียว เนื่องจากขั้นตอนติดตั้งต่างๆในการติดตั้งมีขั้นตอนที่เหมือนกัน

จากขั้นตอนติดตั้งเครื่องหมาย (Marker) ที่ผู้วิจัยจะกล่าวถึง ผู้ติดตั้งต้องใช้ความระมัดระวังในการตัดและติด เครื่องหมาย (Marker) เนื่องจาก Neo Tape มีความเหนียวและคุณสมบัติยึดติดแน่น หาก Neo Tape ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมีการติดหรือพันกัน ผู้ติดตั้งจะต้องเริ่มกระทำการในการติดตั้งใหม่ ข้อเสนอแนะควรให้ผู้มีประสบการณ์ในการใช้ Neo Tape อาทิเช่น นักกายภาพ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในพัน Neo Tape เพื่อยับยั้งการบาดเจ็บ หรือ ผู้ฝึกสอนนักกีฬาผู้ใดที่ผ่านการอบรมการใช้งาน Neo Tape เนื่องจากการติดตั้งในตำแหน่งดังกล่าว ถ้าติดตั้งไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการท่อม้าของนักกีฬาลดลง เพราะการจับด้วยมือและการเคลื่อนไหวด้วยเท้าที่ไม่คล่องแคล่ว

อุปกรณ์

- (1) เทปผ้า (Neo Tape) ดังรูปที่ 7
- (2) กรรไกร
- (3) ปากกาสีเขียนผ้า
- (4) เครื่องหมาย (Marker) รูปแบบที่หนึ่ง รูปที่ 5 (ก)

นำเครื่องหมาย (Marker) ที่ใช้ติด ในตำแหน่งที่ 14 นิ้วโป้งมือซ้าย, 15 นิ้วโป้งมือขวา, 16 นิ้วก้อยมือซ้าย, 17 นิ้วก้อยมือขวา, 28 นิ้วโป้งเท้าซ้าย, 29 นิ้วโป้งเท้าขวา, 30 นิ้วก้อยเท้าซ้าย, 31 นิ้วก้อยเท้าขวา จำนวนทั้งหมด 8 ชิ้น มาทำการติดด้วย Neo Tape เพื่อไม่ให้ตัวจับยึด (ตีนตุ๊กแก) ที่ใช้ติดกับชุดโมชันแคปเจอร์ ไม่ก่อให้เกิดความบาดเจ็บแก่นักกีฬา



รูปที่ 7

เทปผ้า (Neo Tape)



รูปที่ 8

เครื่องหมาย (Marker) ติด
รองด้วยวัสดุ Neo Tape

นำ Neo Tape ดึงออกมาติดไว้กับเบาะยูโด โดยขนาดความยาวที่ใช้จะต้องสามารถพันรอบมือของนักกีฬาในแต่ละบุคคลได้เกินหนึ่งรอบมือ ให้นักกีฬาทาบบมือ ไปในตำแหน่ง Neo Tape ติดกับเบาะยูโด โดยอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของ Neo Tape แล้วนำปากกาทำเครื่องหมายที่ต้องการติดเครื่องหมายลงไป ในบริเวณกึ่งกลางของ Neo Tape



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 9

ขั้นตอนการมาร์คตำแหน่ง
ที่ต้องการติดเครื่องหมาย
(Marker)

หลังจากกำหนดจุด เครื่องหมาย (Marker) ด้วยปากกาแล้ว ให้ดึงเอา Neo Tape ออกมาออกทีละข้าง หลังจากนั้นนำกรรไกรมาตัด Neo Tape ให้แยกออกให้เป็นง่ามให้ได้กึ่งกลางของ Neo Tape เพื่อให้สามารถใส่เครื่องหมาย (Marker) เข้าไปในง่ามนั้นได้

รูปที่ 10

ขั้นตอนการตัด เทปผ้า

Neo Tape



(ก)



(ข)



(ค)

นำเอาเครื่องหมาย (Marker) ที่รองด้วยวัสดุ Neo Tape สอดไปตามแยกที่ตัดด้วยกรรไกร และทำการ ล็อค เครื่องหมาย (Marker) โดยการ ติด Neo Tape ซ้อนทับในอีกด้าน

รูปที่ 11

ขั้นตอนการติดตั้ง

เครื่องหมาย (Marker) ลง

ใน เทปผ้า Neo Tape



(ก)



(ข)



(ค)

เอา Neo Tape ที่ใส่เครื่องหมาย (Marker) ที่สมบูรณ์แล้วมาติดในตำแหน่งมือหรือเท้าที่ต้องการกับ นักกีฬา โดยการพันรอบมือหรือเท้า และยึดติดให้แน่นอย่างสมบูรณ์

รูปที่ 12

การติดตั้งเครื่องหมาย

(Marker) ให้กับนักกีฬา



รูปที่ 13

การติดเครื่องหมาย

(Marker) ที่สมบูรณ์ใน

ตำแหน่งมือและเท้า



(ก)



(ข)

2.4 แบบประเมินทักษะท่าหุ้มของนักกีฬายูโด ระดับทีมชาติไทยและระดับอุดมศึกษา

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินทักษะท่าหุ้มของนักกีฬายูโด ระดับทีมชาติไทยและระดับอุดมศึกษา เพื่อวัดวิธีการที่ผู้ฝึกสอนใช้ในการวิเคราะห์ทักษะการหุ้มของยูโด โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) และนำแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปประเมินนักกีฬาหุ้มหาค่าความเป็นปรนัย (Objectivity) ด้วยการให้คะแนนของผู้ประเมินสองท่าน ในกลุ่มนักกีฬาที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำแบบประเมินไปทำการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบประเมินทักษะท่าหุ้มของนักกีฬายูโด ระดับทีมชาติไทยและระดับอุดมศึกษา แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไป ประกอบไปด้วย วันที่ทดสอบ, ประเมินครั้งที่, ชื่อและนามสกุล ผู้ประเมิน, ชื่อและนามสกุล ผู้เข้ารับการประเมิน, กลุ่มทดลอง, ระดับการแข่งขันนักกีฬายูโด และท่าหุ้มที่ใช้ในการทดลอง

ตอนที่ 2 การประเมินองค์ประกอบของหลักท่าหุ้ม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การทำให้คู่ต่อสู้เสียสมดุล (2) ความต่อเนื่องจังหวะในการหุ้ม และ (3) การบังคับให้คู่ต่อสู้ลงสู่พื้นในแต่ละองค์ประกอบจะประกอบไปด้วยตำแหน่งของร่างกายที่ใช้ในการฝึกทักษะท่าหุ้มของยูโด 12 ตำแหน่ง ได้แก่ (1) ตำแหน่งศีรษะ (2) ตำแหน่งหัวไหล่ (3) ตำแหน่งข้อศอก (4) ตำแหน่งมือและนิ้วมือ (5) ตำแหน่งข้อมือ (6) ตำแหน่งลำตัว (7) ตำแหน่งสะโพก (8) ตำแหน่งแผ่นหลัง (9) ตำแหน่งหน้าขา (10) ตำแหน่งหัวเข่า (11) ตำแหน่งสันเท้า (12) ตำแหน่งปลายเท้า

เกณฑ์การประเมินทักษะท่าหุ้มของนักกีฬายูโด ระดับทีมชาติไทยและระดับอุดมศึกษาฉบับนี้ มีวิธีการให้คะแนนดังต่อไปนี้

..... ผ่าน	หมายความว่า	ตำแหน่งที่ใช้วัดมีความถูกต้องและสังเกตได้
..... ไม่ผ่าน	หมายความว่า	ตำแหน่งที่ใช้วัดมีข้อบกพร่องและสังเกตได้
..... ไม่สามารถสังเกตได้	หมายความว่า	ตำแหน่งที่ใช้วัดไม่สามารถสังเกตได้

รูปที่ 14

แบบประเมินทักษะท่าทุ่ม
ของนักกีฬายูโด หน้าที่ 1

ตอนที่ 1 สอบถามข้อมูลทั่วไป

วันที่ทดสอบ /..... /.....

ประเมินครั้งที่

ผู้ประเมิน ชื่อ-นามสกุล

ผู้เข้ารับการประเมิน ชื่อ-นามสกุล

กลุ่มทดลอง

- ☐ การฝึกซ้อมแบบปกติ
☐ การฝึกซ้อมแบบใช้กล้องวีดีโอ
☐ การฝึกซ้อมแบบใช้โมชันแคปเจอร์

นักกีฬาผู้กระโดด

- ☐ ทีมชาติไทย
☐ มหาวิทยาลัย

หมวดท่าทุ่มที่ใช้

การใช้มือและแขน (Te-Waza)

- ☐ 1. Tai Otoshi
☐ 2. Morote gari

การใช้สะโพกและข้างลำตัว (Koshi-Waza)

- ☐ 3. Osoto Gari
☐ 4. O goshi

การใช้เท้าและขา (Ashi-Waza)

- ☐ 5. Kouchi Gari
☐ 6. De Ashi Barai

กรณารับบาดเจ็บ ☒ ลงไปช่อง

ตอนที่ 2 การประเมินองค์ประกอบของหลักการทุ่ม 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การทำให้คู่ต่อสู้เสียสมดุล (2) ความต่อเนื่องจังหวะในการทุ่ม และ (3) การบังคับให้คู่ต่อสู้ลงสู่พื้นในแต่ละองค์ประกอบจะประกอบไปด้วยตำแหน่งของร่างกายที่ใช้ในการฝึกทักษะท่าทุ่มของยูโด 12 ตำแหน่ง

หัวข้อหลักการทุ่มที่ใช้วัด	หัวข้อตำแหน่งที่ใช้วัด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ สามารถ สังเกตได้	หมายเหตุ
ก. การทำให้คู่ต่อสู้เสีย สมดุล	1. ศีรษะ	.....	.....	.....	
	2. หัวไหล่	.....	.....	.....	
	3. ข้อศอก	.....	.....	.....	
	4. มือและข้อมือ	.....	.....	.....	
	5. ข้อมือ	.....	.....	.....	
	6. ลำตัว	.....	.....	.....	
	7. สะโพก	.....	.....	.....	
	8. แขนหลัง	.....	.....	.....	
	9. เท้าขวา	.....	.....	.....	
	10. เท้าขวา	.....	.....	.....	
	11. ส้นเท้า	.....	.....	.....	
	12. ปลายเท้า	.....	.....	.....	
รวม					

รูปที่ 15

แบบประเมินทักษะท่าทุ่ม
ของนักกีฬายูโด หน้าที่ 2

หัวข้อหลักการทบทวนที่ใช้วัด	หัวข้อคำถามที่ใช้วัด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่สามารถ สังเกตได้	หมายเหตุ
ข. ความต่อเนื่องจังหวะใบ การทบทวน	1. ศีรษะ	.....	.....	.....	
	2. หัวไหล่	.....	.....	.....	
	3. ข้อศอก	.....	.....	.....	
	4. มือและข้อมือ	.....	.....	.....	
	5. ข้อมือ	.....	.....	.....	
	6. ลำตัว	.....	.....	.....	
	7. สะโพก	.....	.....	.....	
	8. แขนหลัง	.....	.....	.....	
	9. หน้าขา	.....	.....	.....	
	10. หัวเข่า	.....	.....	.....	
	11. ส้นเท้า	.....	.....	.....	
	12. ปลายเท้า	.....	.....	.....	
รวม					

รูปที่ 16

แบบประเมินทักษะท่าทမ်း
ของนักกีฬายูโด หน้าที่3

หัวข้อหลักการทบทวนที่ใช้วัด	หัวข้อคำถามที่ใช้วัด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่สามารถ สังเกตได้	หมายเหตุ
ค. การบังคับให้คู่ต่อสู้ลงสู่ พื้น	1. ศีรษะ	.....	.....	.....	
	2. หัวไหล่	.....	.....	.....	
	3. ข้อศอก	.....	.....	.....	
	4. มือและข้อมือ	.....	.....	.....	
	5. ข้อมือ	.....	.....	.....	
	6. ลำตัว	.....	.....	.....	
	7. สะโพก	.....	.....	.....	
	8. แขนหลัง	.....	.....	.....	
	9. หน้าขา	.....	.....	.....	
	10. หัวเข่า	.....	.....	.....	
	11. ส้นเท้า	.....	.....	.....	
	12. ปลายเท้า	.....	.....	.....	
รวม					

รูปที่ 17

แบบประเมินทักษะท่าทမ်း
ของนักกีฬายูโด หน้าที่4

III. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการทดลองผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) ประกอบด้วย นักกีฬายูโดทั้งหมด 8 คน โดยแบ่งตามระดับการแข่งขันได้แก่ (ก) นักกีฬายูโดระดับทีมชาติไทย ที่มีประสบการณ์การฝึกกีฬาเพื่อการแข่งขันในระดับนานาชาติ จำนวน 4 คน (ข) นักกีฬายูโดระดับอุดมศึกษา ที่มีประสบการณ์การฝึกกีฬาเพื่อการแข่งขันในระดับกีฬามหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน โดยนักกีฬาในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจะต้องมีสายคาดเอวแสดงวิทยฐานะสีดำชั้น 1 (Shodan) และทำการทดสอบสมมติฐานดังนี้

- ผลของการแสดงทักษะท่าทမ်းโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์กับ การแสดงทักษะท่าทမ်းโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์และการแสดงทักษะท่าทမ်းโดยใช้ไม้นับแคปเจอร์ในการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน

- ผลของการแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ มีผลดีกว่า การแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์
- ผลของการแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ มีผลดีกว่า การแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์ และการแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์
- ผลของการแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์กับ การแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์และการแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันระหว่างนักกีฬาญูโดระดับทีมชาติไทยกับนักกีฬาญูโดระดับอุดมศึกษา

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการทดลอง การใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ทักษะการทุ่มของยูโดนั้น กล่าวคือ กีฬาญูโดเป็นชนิดกีฬาต่อสู้ ในการแข่งขันหรือฝึกซ้อมนั้นจะประกอบไปด้วยผู้เล่นทั้งสองฝ่าย ได้แก่ ผู้กระทำด้วยท่าทุ่ม และผู้ถูกกระทำด้วยท่าทุ่ม ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัย ได้พบข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง คือ ขั้นตอนการจับการเคลื่อนไหวท่าทุ่มของนักกีฬา ที่กล่าวถึงในภาคผนวก การแสดงท่าทุ่มของนักกีฬาจากท่านอน (Sutemi-Waza) ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทักษะการทุ่มของยูโดได้ และการแสดงท่าทุ่มของนักกีฬาจากท่านยืน (Tachi-Waza) สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทักษะการทุ่มของยูโดได้ ในบางท่าทุ่มที่นักกีฬาเลือกใช้ในการทดลองเท่านั้น เนื่องมาจาก กล้องตรวจจับการเคลื่อนไหวไม่สามารถประมวลผลหาค่าตำแหน่งการเคลื่อนไหว ในบางท่าทุ่มที่มีการบิดบังของจุดมาเกอริที่ติดบนร่างกายของนักกีฬาในระหว่างการทุ่ม ดังนั้นผู้ได้คัดเลือกท่าทุ่มจำนวน 6 ท่า ที่สามารถนำมาใช้ในการทดลองนี้ได้ โดยแบ่งออกเป็นหมวดดังนี้

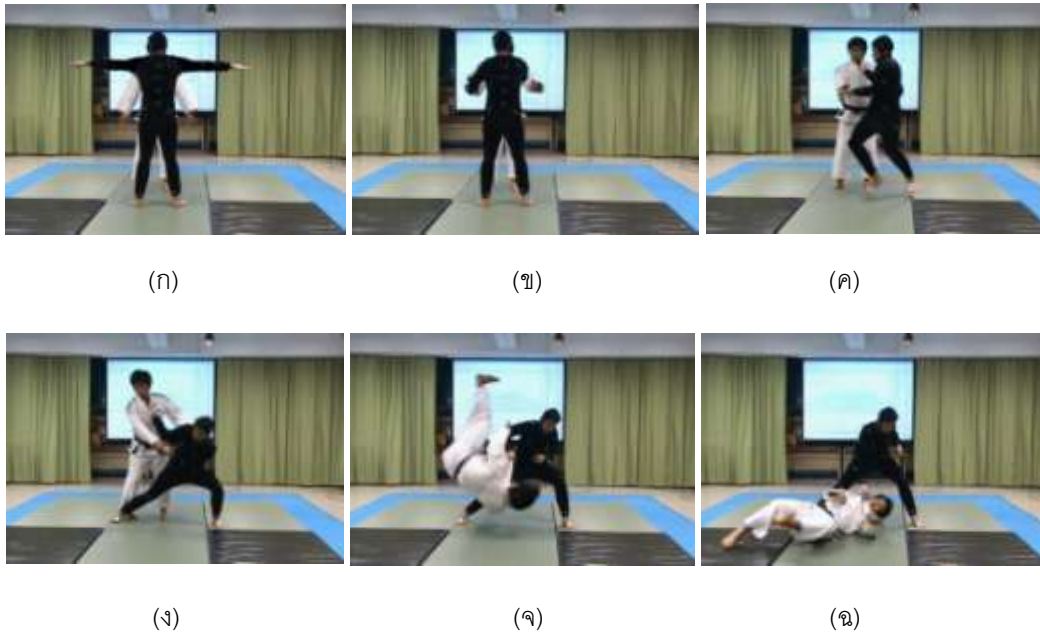
ตารางที่ 1
ท่าทุ่มที่ใช้ในการทดลอง

หมวดท่าทุ่ม	ชื่อท่าทุ่ม
การใช้มือและแขน (Te-Waza)	1. Tai Otoshi
	2. Morote gari
การใช้สะโพกและข้างลำตัว (Koshi-Waza)	3. Osoto Gari
	4. O goshi
การใช้เท้าและขา (Ashi-Waza)	5. Kouchi Gari
	6. De Ashi Barai

หลังจากได้ท่าทุ่มที่สามารถนำมาใช้ในการทดลองนี้ได้แล้วในตารางที่ 1 นักกีฬาญูโดทั้งหมด 8 คน จะเข้ารับการประเมินทักษะท่าทุ่มจากผู้ฝึกสอนนักกีฬาญูโดระดับทีมชาติไทย จำนวน 3 ท่าน ในแต่ละท่านจะประจำกลุ่มทดลองดังนี้

3.1.1 กลุ่มควบคุม ผู้ฝึกสอนท่านที่ 1 ให้นักกีฬาแสดงทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์

ให้ผู้ฝึกสอนท่านที่ 1 สังเกตท่าทุ่มของนักกีฬาในแต่ละบุคคลโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์ในบริเวณรอบๆ และใช้แบบประเมินบันทึกผล



รูปที่ 18

นักกีฬาแสดงทักษะท่าทุ่ม
โดยให้ผู้ฝึกสอนสังเกต
ด้วยสายตา

3.1.2 กลุ่มทดลอง 1 ผู้ฝึกสอนท่านที่ 2 ให้นักกีฬาแสดงทักษะท่าทุ่มโดย ใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์

นำข้อมูลไฟล์จากการทดสอบส่งให้ ผู้ฝึกสอนท่านที่ 2 สังเกตท่าทุ่มของนักกีฬาในแต่ละบุคคลโดยใช้
ข้อมูลภาพจากกล้องวิดีโอในการวิเคราะห์และใช้แบบประเมินบันทึกผล



รูปที่ 19

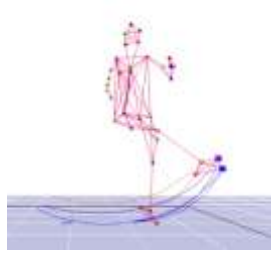
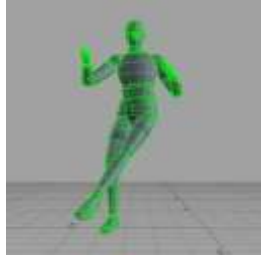
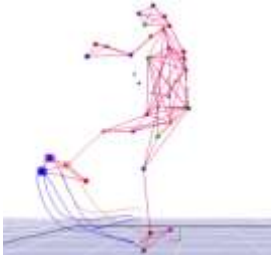
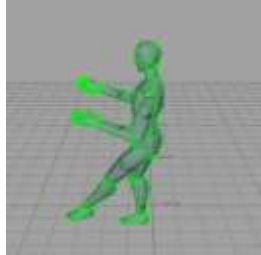
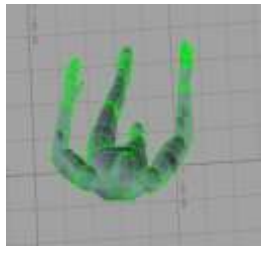
แสดงอุปกรณ์ที่ใช้จับภาพ
จากกล้องวิดีโอ

3.1.3 กลุ่มทดลอง 2 ผู้ฝึกสอนท่านที่ 3 ให้นักกีฬาแสดงทักษะท่าทุ่มโดย ใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์

นำข้อมูลไฟล์ที่ได้จากการทดสอบ ผู้ฝึกสอนท่านที่ 3 สังเกตท่าทุ่มของนักกีฬาในแต่ละบุคคลโดยใช้
ข้อมูลภาพจากโปรแกรม EVaRT 5.0 และ โปรแกรม MotionBuilder 2010 ในการวิเคราะห์และใช้แบบ
ประเมินบันทึกผล

ตารางที่ 2

โปรแกรม MotionBuilder
2010 กับ โปรแกรม
EVaRT 5.0

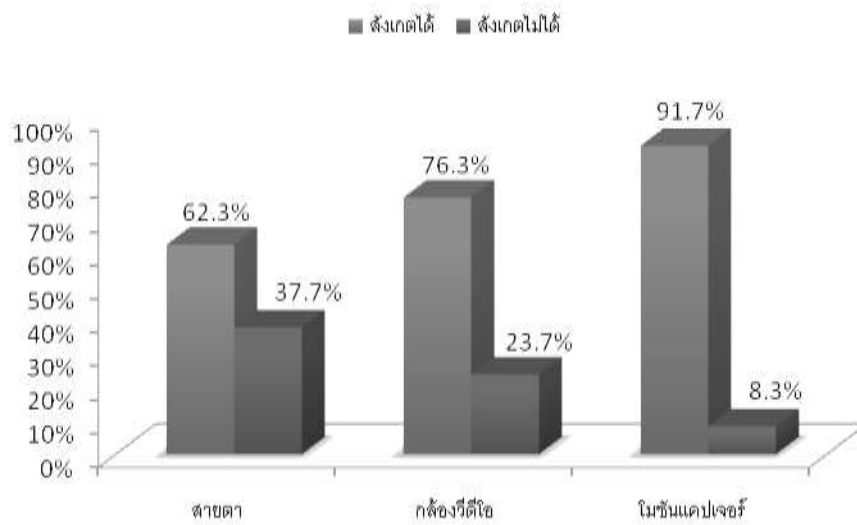
มุมมอง	โปรแกรมที่ใช้	
	EVaRT 5.0	MotionBuilder 2010
ด้านหน้า		
มุมมองด้านซ้าย		
มุมมองด้านบน		

IV. ผลการประเมิน

ในบทที่แล้ว ผู้วิจัยได้อธิบายถึงกระบวนการทดลอง และการเก็บข้อมูลที่ชี้ถึงค่าทักษะท่าทุ่มนักกีฬา ที่ได้จากการให้ผู้ฝึกสอนนักกีฬา 유도ระดับทีมชาติไทย จำนวน 3 ท่าน ที่ประจำในแต่ละกลุ่มการทดลองเป็นผู้ประเมิน ท่าทุ่มของนักกีฬาในแต่ละบุคคล โดยแบบประเมินทักษะท่าทุ่มของนักกีฬา 유도 ระดับทีมชาติไทยและระดับอุดมศึกษา ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดประการที่สำคัญดังนี้

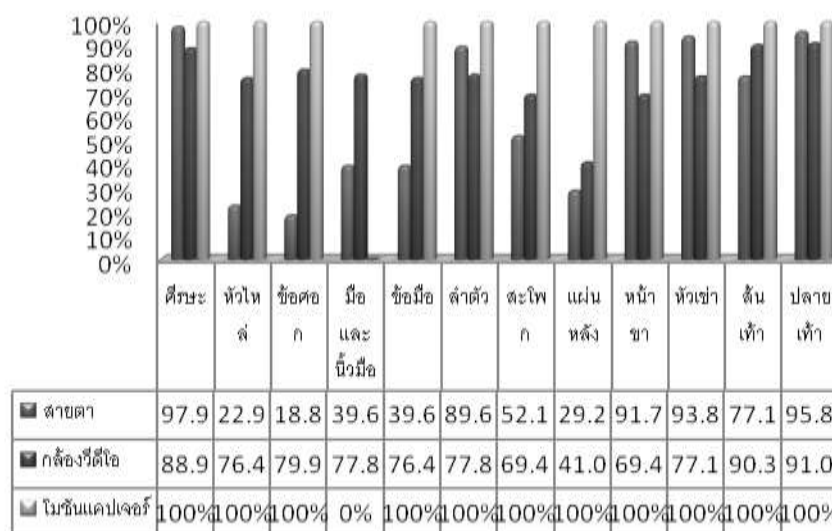
จากผลการประเมินด้วยเครื่องมือที่ผู้ฝึกสอนใช้วิเคราะห์ทักษะท่าทุ่มของนักกีฬาทั้งสามแบบ พบว่าผลของการใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ มีค่าที่สังเกตได้สูงถึงร้อยละ 91.7 และค่าที่สังเกตไม่ได้ ร้อยละ 8.3 ดังตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาจากค่าที่สังเกตไม่ได้ ของการใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์นั้น พบว่าตำแหน่งของร่างกายจาก 12 ตำแหน่ง ที่สำคัญในการวิเคราะห์ทักษะท่าทุ่มของนักกีฬานั้น ดังตารางที่ 4 ในตำแหน่งมือและนิ้วมือ ค่าที่ได้จะไม่มีข้อมูล (Not Available) เนื่องจากการทดลองนี้ผู้วิจัยไม่ได้ติดตั้งเครื่องหมาย (Marker) เพื่อจับการเคลื่อนไหวในตำแหน่งมือและนิ้วมือ

เมื่อนำผลการประเมินด้วยเครื่องมือที่ผู้ฝึกสอนใช้วิเคราะห์ทักษะท่าทุ่มของนักกีฬาทั้งสามแบบ เปรียบเทียบกับผลของค่าทักษะท่าทุ่มที่สังเกตได้ ใน 6 ท่าทุ่มดังตารางที่ 5 นั้น การใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ทักษะท่าทุ่มของนักกีฬา มีค่าร้อยละ 91.7 ในอัตราคงที่ใน 6 ท่าทุ่ม และเมื่อพิจารณาจากผลการประเมินในองค์ประกอบต่างๆของท่าทุ่มที่มีความสำคัญต่อผู้ฝึกสอนในการวิเคราะห์ มีค่าที่สังเกตได้สูงถึงร้อยละ 91.7



ตารางที่ 3

ผลของการเปรียบเทียบ
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

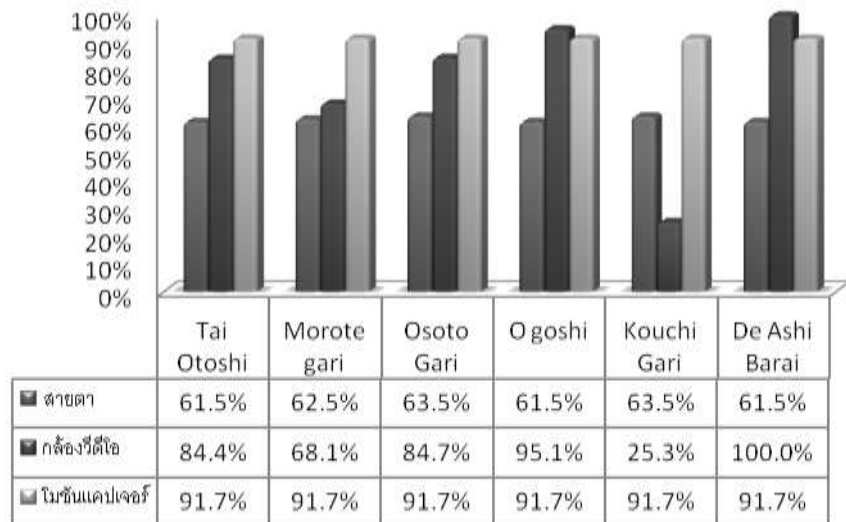


ตารางที่ 4

ผลของการเปรียบเทียบ
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบกับ
ตำแหน่งของร่างกายที่
สังเกตได้

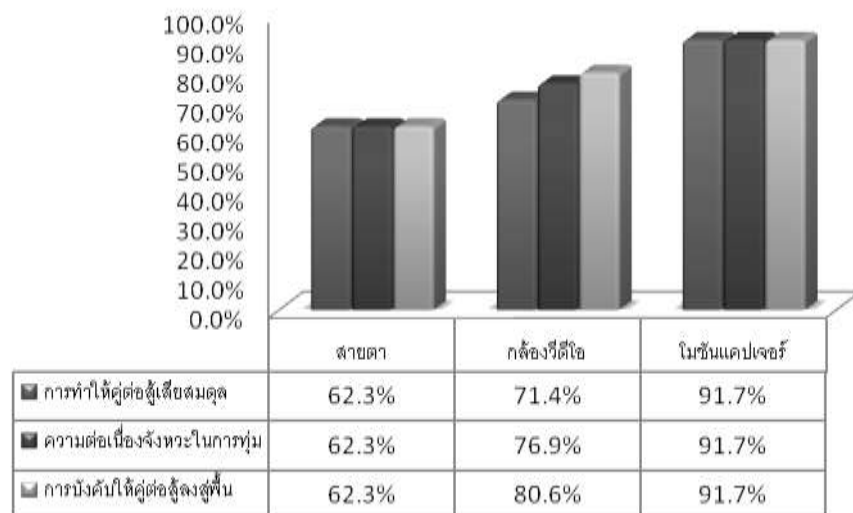
ตารางที่ 5

ผลของการเปรียบเทียบ
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบกับ
ท่าทุ่มในมุมที่สังเกตได้



ตารางที่ 6

ผลของการเปรียบเทียบ
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบกับ
องค์ประกอบจังหวะใน
การทุ่มที่สังเกตได้



ผลการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ โดยใช้เทคนิค Kruskal Wallis Test และ Mann-Whitney Test ในการทดสอบสมมติฐานและกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หลังจากการทดลองได้ข้อมูลและทำการวิเคราะห์ได้ผลการทดลองดังนี้

- (1) จากการทดสอบผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์กับ การฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวีดีโอในการวิเคราะห์และการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์พบว่าผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มทั้งสามวิธีมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

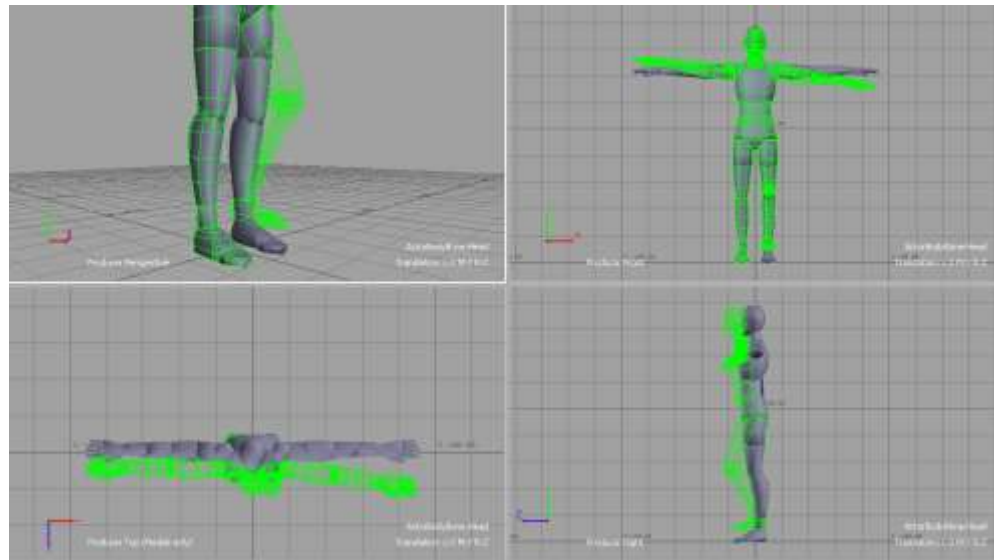
- (2) ผลของการเปรียบเทียบรายคู่ของผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างแบบสายตาในการวิเคราะห์ และแบบใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ พบ ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างสองวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นแตกต่างกัน หรือ ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์ มีผลไม่ดีกว่า การฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- (3) ผลของการเปรียบเทียบรายคู่ของผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างแบบโมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ และแบบสายตาในการวิเคราะห์ พบว่า ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างสองวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นแตกต่างกัน หรือ ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ มีผลดีกว่า การฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- (4) ผลของการเปรียบเทียบรายคู่ของผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างแบบโมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ และแบบใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ พบว่า ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มระหว่างสองวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์นั้นแตกต่างกัน หรือ ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ มีผลดีกว่า การฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
- (5) ผลของการเปรียบเทียบรายคู่ของผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้สายตาในการวิเคราะห์กับการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้กล้องวิดีโอในการวิเคราะห์และการฝึกทักษะท่าทุ่มโดยใช้โมชันแคปเจอร์ในการวิเคราะห์ ระหว่างนักกีฬาญูโดระดับทีมชาติไทยกับนักกีฬาญูโดระดับอุดมศึกษา สรุปได้ว่า ผลของการฝึกทักษะท่าทุ่มสามวิธีระหว่างนักกีฬาญูโดระดับทีมชาติไทยกับนักกีฬาญูโดระดับอุดมศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

V บทสรุป

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานแนวปฏิบัติ (Practice) ที่นำเสนอการใช้เทคโนโลยี Motion Capture เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ทักษะการทุ่มของนักกีฬาญูโด ในปกติปัญหาของการวิเคราะห์ท่าทุ่มของญูโดคือผู้ฝึกสอนไม่สามารถเห็นท่วงท่าของนักกีฬาได้ชัดเจนเนื่องจากในการทุ่มจะมีการบังสายตาจากผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามและตัวผู้เล่นเอง การใช้ Motion Capture จะช่วยให้ผู้ฝึกสอนสามารถเห็นการวางมือเท้าและท่าทุ่มจากทุกมุมมองโดยไม่มีมุมอับสายตา ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้วัดผลด้วยการทดลองให้นักกีฬาญูโดจำนวน 8 คนทำการทุ่มและประเมินทักษะด้วยวิธีการสามอย่าง (1) การสังเกตโดยผู้ฝึกสอนมองด้วยตาเปล่า (2) การสังเกตโดยผู้ฝึกสอนดูภาพที่บันทึกด้วยกล้องวิดีโอ (จากหนึ่งมุม) (3) การสังเกตโดยผู้ฝึกสอนดูจาก 3D Model ที่ได้จากการใช้ Motion Capture และทำการเปรียบเทียบว่าการใช้วิธีการให้คะแนนแต่ละแบบสามารถสังเกตถึงองค์ประกอบหลักการทุ่มของผู้เล่น (ศีรษะ, หัวไหล่, ข้อศอก, ฯลฯ) ได้มากน้อยต่างกันอย่างไร รวมทั้งสามารถนำไปพัฒนาสู่การแก้ไขจุดบกพร่องของท่าทุ่ม ในการใช้ Motion Capture เพื่อสร้างโมเดลสามมิติของผู้เล่นสามารถทำแบบ Real-Time เพื่อให้นักญูโดได้เห็นและแก้ไขท่าทุ่มของตนเองตามที่ผู้ฝึกสอนต้องการได้ ดังตัวอย่างรูปที่ 20

รูปที่ 20

แสดงข้อมูลการ
เคลื่อนไหวไฟล์เอฟบีเอ็กซ์
(FBX)



VI ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการถ่ายทอดทักษะการเคลื่อนไหวหรือการรู้จำ (Recognize) ทักษะการทำท่าเต้น จาก Motion Capture Data โดยอัตโนมัติว่ามีความเป็นไปได้หรือข้อจำกัดอย่างไร อีกทั้งควรศึกษาถึงผลกระทบจากการสวมใส่ชุด Body Suit Motion Capture ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการฝึกทักษะท่าเต้นของ นักกีฬาญูโด ในกระบวนการการจับการเคลื่อนไหว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ และอาจารย์ วีระวัฒน์ ตันติศิริวัฒน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และสถานที่ทำการทดลอง สมาคมญูโดแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ผู้ฝึกสอนนักกีฬาญูโดทีมชาติไทย นาวาอากาศตรี พัทธพงศ์ คำปิตะ, นางสาว สิทธิดา หัสสภานุกุล, นางสาว วณิดา คล้ายสุทธิ และนักกีฬาญูโดทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำการทดลองให้เสร็จสมบูรณ์

บรรณานุกรม

- [1] J. Kano, *Kodokan Judo*. Tokyo : Kodansha International, 1986.
- [2] A. Gutiérrez, I. Prieto, and J. M. Cancela, "Most frequent errors in judo Uki Goshi technique and the existing relations among them analysed through T – patterns," *Journal of Sports Science and Medicine*, vol.8, CSSI3, pp. 36-46, 2009.
- [3] L. Blais , F. Trilles , and P. Lacouture, "Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoi Nage)," *Journal of Sports Sciences*, vol. 25, no. 11, pp. 1211-1220, 2007.
- [4] T. Daigo, *Kodokan Judo Throwing Techniques*. Tokyo : Kodansha International, 2005.
- [5] L. Gerald, "Variables affecting judo performance," 2005. [Online]. Available : <http://www.judoamerica.com/coachingcorner/>, [Accessed: Oct. 2009].
- [6] วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร และ อารี ปรมัตถากร, *วิทยาศาสตร์การกีฬา*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2532.
- [7] J. Shin, S. Ozawa, " A Study on Motion Analysis of an Artistic Gymnastics by using Dynamic Image Processing - for a Development of Automatic Scoring System of Horizontal Bar- " The IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.1037–1042, 2008.
- [8] Motion Analysis, *EVaRT 5.0 User's Manual*. United States of America : Motion Analysis Corporation, 2008.