

เกมจำลองกิจกรรมการหยิบลูกบอลลงกล่องเพื่อการฟื้นฟูการเคลื่อนไหวของแขนและมือ โดยใช้กล้องตรวจรู้ความลึก

An Activity Simulation Game of the Put the Balls into the Boxes for Arm and Hand Movement Rehabilitation using Depth Sensor Camera

พงศกร บำรุงไทย^{1*} วรณช ปรีหจินดา² และ รุ่งเพชร สงวนพงษ์³

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
ต.ทุ่งสุขลา อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี 20230

²สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

³คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

*E-mail : pongsakon@eng.src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเกมเพื่อสนับสนุนกระบวนการฟื้นฟูการเคลื่อนไหวของแขนและมือสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องเข้ารับการฟื้นฟูสมรรถภาพเนื่องจากโรคหลอดเลือดสมอง เกมที่พัฒนาขึ้นเป็นการจำลองกิจกรรมการหยิบลูกบอลลงกล่อง ซึ่งเป็นการทำกิจกรรมบำบัดที่ผู้ป่วยจะต้องทำในโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพอยู่แล้ว มีการออกแบบให้อยู่ในรูปแบบเกมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มแรงจูงใจของผู้ป่วยในการทำกายภาพบำบัด ในการเล่นเกมผู้เล่นจะต้องเคลื่อนมือไปกำเพื่อหยิบลูกบอลที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาวางด้วยการแบมือที่กล่องที่อยู่บริเวณกลางหน้าจอให้ตรงกับสีของลูกบอล โดยลูกบอลและกล่องมี 2 สี ได้แก่ สีแดงและสีเหลือง ทั้งนี้ผู้เล่นต้องควบคุมการเคลื่อนไหวแขนเพื่อหลบเสาซึ่งเป็นสิ่งกีดขวางที่อยู่บนหน้าจอ หากมีการชนเกิดขึ้นจะมีการจำลองการชนด้วยการกระเด็นไปมาของลูกบอล ในการนำเข้าสู่ข้อมูลตำแหน่งและท่าทางของมือและแขนของผู้เล่นเข้าสู่คอมพิวเตอร์ได้ใช้กล้องตรวจรู้ความลึก ผลการวิจัยได้ทดลองกับผู้ทดสอบที่ไม่ใช่ผู้ป่วยและผู้ทดสอบที่เป็นผู้ป่วย โดยผลการทดลองในผู้ทดสอบที่เป็นอัมพฤกษ์ครึ่งซีกพบว่า ผู้ทดสอบสามารถเล่นเกมได้จนจบ โดยผู้ทดสอบซึ่งยังอยู่ในวัยทำงานพยายามอย่างมากที่จะเล่นให้จบเกมเนื่องจากต้องการหายเป็นปกติโดยเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแรงจูงใจในทางบวกของเกมที่มีต่อผู้ป่วย

คำสำคัญ : เกมจำลอง กิจกรรมบำบัด กล้องตรวจรู้ความลึก การฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย

Abstract

This research is the development of a game to support arm and hand movement recovery for patients who require rehabilitation due to stroke. The game is a simulation of an activity that is the "Put the balls into the boxes" activity. It is the occupational therapy activity normally performed in the rehabilitation process. In this research, it is designed as a computer game to increase motivation of the patients. To play the game, the user has to move his hand to grasp the balls that were shown on the computer screen and put them by releasing his hand at the boxes with corresponding color that are located at the center of the screen. The balls and the boxes are in two different colors that are red and yellow. The user has to control movement of his arm to keep away from the poles that are stationary obstacles on the screen. If hitting occurs, it will simulate collision by showing bounce effect of the ball. The position and state of the hand and

the arm are inputted to computer by using depth sensor camera. The experiments were performed by non-patient and patient subjects. The subject with hemiparesis could play until the end of the game. The subject that is still in working-age population tried to play until the end of the game because he wanted to recover as soon as possible. This showed the game promoted positive motivation in the patients.

Keywords : Simulation game; Occupational therapy; Depth sensor camera; Physical rehabilitation

บทนำ

โรคหลอดเลือดสมองเป็นโรคทางระบบประสาทที่เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการเสียชีวิตหรือความพิการของประชากรในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยพบว่า ในปี พ.ศ. 2558 โรคหลอดเลือดสมองทำให้ประชากรเสียชีวิตสูงถึง 43.3 คน ต่อประชากร 100,000 คน [1] ซึ่งเป็นอันดับสองรองจากมะเร็ง และจากการคาดประมาณแนวโน้มการตายด้วยโรคต่าง ๆ ของประชากรไทยใน พ.ศ. 2537-2552 โดยใช้สาเหตุการตายโดยตรงจากมรณบัตร [2] พบว่าในอีก 10 ปีข้างหน้า (จากปี พ.ศ. 2552) คือในปี พ.ศ. 2562 โรคหลอดเลือดสมองจะยังคงเป็น 1 ใน 3 ของสาเหตุการตายที่พบสูงสุดทั้งในผู้ชายและผู้หญิงไทย โดยคาดประมาณว่า โรคหลอดเลือดสมอง อุบัติเหตุจราจร และมะเร็งตับ จะเป็นสาเหตุการตายที่พบสูงสุดในผู้ชายไทย ขณะที่เบาหวาน โรคหลอดเลือดสมอง และมะเร็งตับ จะเป็นสาเหตุการตายที่พบสูงสุดในผู้หญิงไทย

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่รอดชีวิต ส่วนใหญ่มักมีความพิการหลงเหลืออยู่ และเกิดความบกพร่องด้านการเคลื่อนไหวและการทรงตัว การรับรู้และการเรียนรู้ด้านการสื่อความหมาย ด้านพฤติกรรมและอารมณ์ รวมทั้งอาจมีปัญหาด้านสังคม กระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกาย (Physical rehabilitation) สำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองประกอบด้วย การฟื้นฟูผู้ป่วยหลายขั้นตอนตามสภาพและอาการของผู้ป่วย [3] หนึ่งในขั้นตอนที่สำคัญคือ การทำกิจกรรมบำบัด ซึ่งช่วยให้ผู้ป่วยสามารถช่วยเหลือตนเองได้ในระดับหนึ่ง แต่ส่วนมากเมื่อผู้ป่วยได้รับการรักษาจากโรงพยาบาลจนพ้นขีดอันตราย มักถูกจำหน่ายให้กลับไปอยู่บ้าน เนื่องจากภาวะขาดแคลนบุคลากรด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟู ซึ่งหากผู้ป่วยละเลยการทำ

กิจกรรมบำบัด จะทำให้ขาดการฟื้นฟูอย่างต่อเนื่อง จนอาจกลายเป็นผู้ไร้สมรรถภาพในที่สุด

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสิ่งสนับสนุนการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยในรูปแบบต่าง ๆ นอกเหนือจากแนวทางดั้งเดิมโดยการใช้ความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชดเชยภาวะขาดแคลนบุคลากรและเพื่อรองรับกับสังคมผู้สูงอายุในอนาคตอันใกล้ แนวทางหนึ่งคือ การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์เข้ามาช่วยในการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย ซึ่งมีข้อดีคือ สามารถออกแรงเสริมให้แก่ผู้ป่วยในระหว่างการฟื้นฟู และสามารถเก็บข้อมูลได้สะดวกด้วยการใช้อุปกรณ์วัดที่ติดตั้งอยู่กับกลไกของหุ่นยนต์ เช่น งานวิจัยของ A. Sutapun และ V. Sangveraphunsiri [4] และงานวิจัยของ S. Phun และคณะ [5] ที่ได้ใช้แขนกลในการนำทางการเคลื่อนที่ในการฟื้นฟูการเคลื่อนไหวส่วนแขนให้กับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยพัฒนาระบบควบคุมที่สามารถสร้างแรงต้านในทิศทางที่ไม่ใช่ทิศทางเป้าหมายและสร้างแรงเสริมในทิศทางเป้าหมายของการเคลื่อนที่ใน 3 มิติที่กำหนด

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เป็นการพัฒนาอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยในการฟื้นฟูผู้ป่วย เช่น งานของ Y. Shen และคณะ [6] มีการใช้ถุงมือร่วมกับการทำความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) เพื่อให้ผู้ป่วยฝึกการทำงานประสานสัมพันธ์ระหว่างตากับมือ (Eye-hand coordination) และฝึกการเคลื่อนไหวส่วนนี้ด้วยการเล่นเปียโนเสมือนที่จำลองในคอมพิวเตอร์ รวมถึงงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาประยุกต์ในการฟื้นฟูผู้ป่วยในงานวิจัยของ J.W. Burke และคณะ [7] ได้พัฒนาเกมหลายรูปแบบ โดยใช้อุปกรณ์วัดแบบแม่เหล็ก (Magnetic-based sensor) กล้องเว็บแคม และ

เทคโนโลยีนินเทนโดวี (Nintendo Wii technology) เพื่อสร้างเกมจำลอง เช่น เกมจำลองการเก็บผลไม้จากต้น เกมตีหนู และเกมจับกระต่าย เป็นต้น ในการฟื้นฟูการเคลื่อนไหวส่วนแขนของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง อุปกรณ์ Kinect เป็นกล้องตรวจจับความลึก (Depth sensor camera) ชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์เสริมของเครื่องเล่นเกม Xbox ของบริษัท ไมโครซอฟท์ มีนักวิจัยนำมาพัฒนาเกมเพื่อใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยในรูปแบบต่าง ๆ [8-10] เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงและมีราคาถูก ซึ่งได้มีการประเมินความสามารถและข้อจำกัดของอุปกรณ์ Kinect ในแง่ของความแม่นยำ (Accuracy) และความเพียงพอของอัตราการจับภาพ (Capture rate) เพื่อใช้ในงานด้านการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย จากงานวิจัยของ D. Webster และ O. Celik [11] และงานวิจัยของ B. Galna และคณะ [12] พบว่า อุปกรณ์ Kinect มีความแม่นยำและอัตราเร็วในการทำงานที่เพียงพอต่อการใช้งานในการติดตามการเคลื่อนไหวของมนุษย์เพื่อใช้ในการประเมินการรักษาและติดตามความก้าวหน้าของการฟื้นฟูสำหรับการใช้งานทั้งในสถานพยาบาลและที่บ้านของผู้ป่วย

ในส่วนของการศึกษาและวิเคราะห์ความคิดเห็นและความคาดหวังของทั้งผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและนักกายภาพบำบัดต่อภาพรวมของการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยใช้เกมและระบบเกมในเชิงพาณิชย์ที่สามารถใช้เทียบเท่ากับการฟื้นฟูสมรรถภาพได้ โดย Y.X. Hung และคณะ [13] พบว่า ระบบฟื้นฟูสมรรถภาพในรูปแบบเกมช่วยดึงดูดความสนใจและช่วยกระตุ้นแรงจูงใจในการฟื้นฟูในผู้ป่วยได้ นอกจากนี้ผู้ป่วยยังต้องการเกมที่มีความหลากหลายและสนุกสนาน โดยระบบเกมจะต้องมีราคาเหมาะสม เพื่อการใช้งานในการฟื้นฟูสมรรถภาพที่บ้าน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นฐานของเกมที่พัฒนาขึ้น

1.1 ภาพรวม

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต่อยอดจากระบบฟื้นฟูการควบคุมแขนสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับความลึกร่วมกับเกม [14] ซึ่งเป็นการ

พัฒนาต้นแบบเกมคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนในกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ต้องการการฟื้นฟูในด้านการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนและมือ โดยเกมดังกล่าวเป็นเกมปริศนาจับคู่ ซึ่งผู้เล่นจะต้องใช้มือข้างหนึ่งหยิบชิ้นวัตถุที่มีสีต่าง ๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาวางลงในช่องเป้าหมายบริเวณกลางหน้าจอให้ตรงกับสีของชิ้นวัตถุที่หยิบมา

เพื่อเป็นการพัฒนาเกมดังกล่าวให้สอดคล้องกับความต้องการทางด้านกายภาพบำบัดมากยิ่งขึ้น จึงได้มีการรวบรวมความต้องการจากผู้เชี่ยวชาญทางกายภาพบำบัดเพิ่มเติมและพิจารณาถึงแนวทางการออกแบบเกมเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วยมากที่สุด ประเด็นหนึ่งที่ผู้เชี่ยวชาญได้กล่าวถึงคือ การพัฒนาเกมที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้ป่วยรู้สึกอยากจะทำภารกิจฟื้นฟูสมรรถภาพมากยิ่งขึ้น โดยปกติในกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพจะเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้การทำซ้ำเพื่อให้ร่างกายค่อย ๆ ฟื้นฟูสภาพตามธรรมชาติ ซึ่งจะต้องอาศัยการทำซ้ำเป็นจำนวนมากและใช้ระยะเวลาาน ซึ่งอาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายแก่ผู้ป่วยจึงได้มีแนวความคิดในการนำบางกิจกรรมมาจำลองในรูปแบบเกมคอมพิวเตอร์ โดยกิจกรรมที่เลือกพัฒนาในงานวิจัยนี้ได้แก่ กิจกรรมหยิบลูกบอลลงกล่อง ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ผู้ป่วยต้องทำในกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพอยู่แล้ว กิจกรรมดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อฟื้นฟูการใช้แขนและมือในการควบคุมการหยิบจับสิ่งของที่มือพร่งไม่ซับซ้อน เช่น ลูกบอล หรือลูกเทนนิส รวมทั้งการควบคุมการเคลื่อนไหวแขนไปยังตำแหน่งที่กำหนดด้วยการวางหรือโยนไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยผู้ป่วยต้องอาศัยการทำงานประสานสัมพันธ์ระหว่างตากับมือ เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมได้ ภาพรวมของเกมที่พัฒนาขึ้นเมื่อนำมารวมกับเกมเดิมสามารถแสดงได้ดัง Figure 1 โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนของการพัฒนาเกมหยิบลูกบอลลงกล่องเท่านั้น

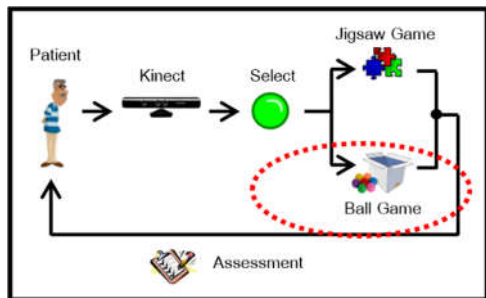


Figure 1 System Overview.

1.2 หลักการด้านการฟื้นฟูผู้ป่วย

กิจกรรมบำบัด (Occupational therapy, OT) หมายถึง การบำบัดรักษาและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ที่มีความพิการทางกาย เด็กที่มีปัญหาด้านพัฒนาการหรือการเรียนรู้ ผู้ป่วยจิตเวช ผู้สูงอายุ โดยอาศัยกิจกรรมในชีวิตประจำวันมาสร้างสรรค์เป็นสื่อในการรักษาวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ที่เข้ารับการบำบัดสามารถกลับไปใช้ชีวิตได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด สามารถดูแลตัวเองในระดับหนึ่ง มีการพึ่งพาคนรอบข้างน้อยที่สุด

ผู้หย่อนสมรรถภาพทางด้านร่างกาย หมายถึง บุคคลที่มีปัญหาทางร่างกายในด้านโครงสร้างและการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ อันเนื่องมาจากการเป็นโรค ความบกพร่องในการทำงานของระบบต่างๆ ความเสื่อมตามวัยหรืออุบัติเหตุ ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยไม่สามารถใช้ชีวิตได้ตามปกติ โดยสามารถแบ่งประเภทของผู้หย่อนสมรรถภาพทางด้านร่างกายตามสาเหตุได้ 4 ประเภท ได้แก่

- 1) ระบบประสาท
- 2) ระบบโครงสร้างของร่างกายและกล้ามเนื้อ
- 3) การได้รับบาดเจ็บที่มือและแขน และ
- 4) การมีความผิดปกติเกี่ยวกับหัวใจและ

เมแทบอลิซึมของร่างกาย

สำหรับผู้ป่วยจากโรคหลอดเลือดสมองถือเป็นผู้หย่อนสมรรถภาพทางด้านระบบประสาทซึ่งเป็นบุคคลที่มีความผิดปกติในการทำงานของตัวเซลล์ประสาทและทางเดินประสาททั้งในสมองและไขสันหลัง โดยมาจากสาเหตุความผิดปกติของระบบประสาทหรือจากสาเหตุอื่น แล้วส่งผลให้ระบบประสาทมีทำงานผิดปกติ เมื่อผู้ป่วยได้รับการรักษาจนพ้นขีดอันตรายโดยส่วนมากแพทย์จะจำหน่ายให้กลับไปฟื้นฟูร่างกาย

ด้วยการทำกิจกรรมบำบัดเอง และอาจมีการติดตามผลหลังจำหน่ายตามขั้นตอนใน Figure 2

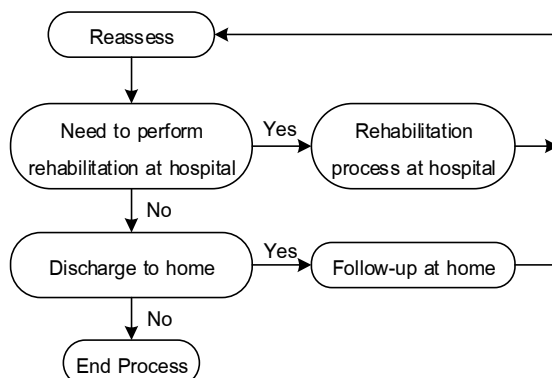


Figure 2 Post-discharge follow-up process.

1.3 กิจกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพส่วนแขนและมือ

กิจกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพสำหรับผู้ป่วยจากโรคหลอดเลือดสมองสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ โดยเน้นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน [15] เช่น

- 1) กิจกรรมที่ใช้การประสานกันทำ เป็นการส่งเสริมให้ร่างกายด้านอัมพาตได้รับการเคลื่อนไหวโดยใช้ร่างกายด้านที่ปกติช่วย
- 2) กิจกรรมลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ยับยั้งรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติและส่งเสริมการเคลื่อนไหวที่ปกติ
- 3) กิจกรรมฝึกให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวแขนและมือให้สามารถกลับมาใช้งานได้มากที่สุด
- 4) การบริหารการเคลื่อนไหวของข้อด้วยการทำซ้ำ ๆ และซ้ำ ๆ

2. การออกแบบเกม

2.1 ส่วนประกอบของเกม

เมื่อได้รูปแบบของเกมที่ต้องการ จึงได้ออกแบบเกมเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว โครงร่างของเกมหยิบลูกบอลลงกล่องแสดงดัง Figure 3 ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1) ลูกบอล 2) กล่อง 3) เส้า และ 4) ช่องแสดงเวลา ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

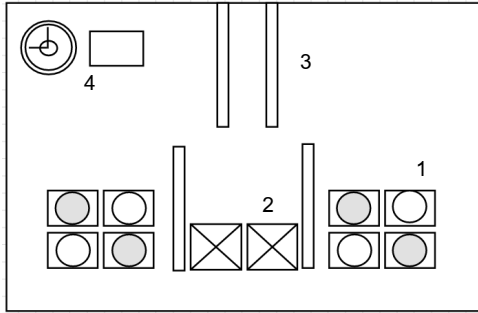


Figure 3 Outline of the put the balls into the boxes game: 1) the balls, 2) the boxes, 3) the poles, and 4) the timer.

1) ลูกบอล เป็นชิ้นส่วนในเกมที่เป็นรูปวงกลม เป็นวัตถุที่ผู้เล่นจะต้องใช้มือหยิบเพื่อนำไปวางยังกล่องที่มีสีตรงกัน ในการออกแบบได้กำหนดให้มีลูกบอล 2 สี ได้แก่ สีแดงและสีเหลือง โดยกำหนดให้มีขนาดเท่ากันทุกลูก การออกแบบให้ลูกบอลมีสีที่แตกต่างกันเพื่อใช้ในการจำแนกเป้าหมายที่จะวางในกล่องที่มีสีเดียวกัน และช่วยเพิ่มความซับซ้อนให้กับเกม

2) กล่อง เป็นส่วนประกอบที่เป็นเป้าหมายของการเคลื่อนที่แขนในการหยิบลูกบอลมาวาง มีตำแหน่งบนหน้าจอบริเวณกลางหน้าจอออกมาทางด้านล่าง โดยกำหนดขอบเขตในการวางลูกบอลได้จากด้านบนของกล่องเท่านั้น หากมีการเคลื่อนที่เข้ามาจากด้านอื่น เช่น จากด้านล่าง จะแสดงการจำลองการชนซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 2.3

3) เสา เป็นวัตถุที่อยู่หนึ่งในระหว่างการเล่นเกม มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งจะมีจำนวน ความสูง และตำแหน่งบนหน้าจอในแต่ละด้านแตกต่างกัน เป็นส่วนประกอบที่สร้างขึ้นเพิ่มเติมเพื่อใช้จำลองข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ของแขน หากผู้เล่นหยิบลูกบอลเคลื่อนที่ไปชนเสาจะแสดงการกระเด็นไปมาของลูกบอล ซึ่งเป็นการบังคับให้ผู้เล่นต้องควบคุมแขนไปในทิศทางที่กำหนดเท่านั้น

4) ช่องแสดงเวลา เป็นช่องแสดงตัวเลขของเวลา ในหน่วยนาที่และวินาที ในการออกแบบเกมได้กำหนดให้ผู้เล่นใช้เวลาในการเล่นไม่เกิน 3 นาที โดยจะแสดงตัวเลขนับถอยหลังในหน่วยวินาทีนับตั้งแต่เริ่มต้น

เกมในด้านนั้น ทั้งนี้เพื่อสร้างข้อจำกัดในการเล่นและเพื่อให้ผู้เล่นรู้สึกอยากเอาชนะเกม

2.2 กลไกการเล่นเกม

การเล่นเกมนั้น ผู้เล่นจะต้องอยู่ในท่ายืนหรือท่านั่งที่ระยะห่างจากกล้องตรวจรู้ความลึก (Depth sensor camera) ที่ใช้ในการรับข้อมูลท่าทางของผู้เล่นในระยะ 1.5 ถึง 2.5 เมตร โดยประมาณ เมื่อผู้เล่นใช้มือข้างหนึ่งกำที่บริเวณลูกบอลที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเป็นการหยิบลูกบอลเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่บนหน้าจอเกมได้ ส่วนการแบมือจะเป็นการวางลูกบอล การหยิบลูกบอลสามารถทำได้ครั้งละหนึ่งลูกเท่านั้น ในการเล่นเกมนั้นผู้เล่นจะต้องหยิบลูกบอลแล้วนำมาวางลงบนกล่องที่มีสีตรงกันกับสีของลูกบอล เมื่อผู้เล่นนำลูกบอลใส่ลงในกล่องจนครบทุกลูกจะผ่านด่าน ซึ่งเกมจะขึ้นด่านใหม่โดยอัตโนมัติซึ่งมีระดับความยากเพิ่มขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้เกมมี 2 ระดับ คือ ระดับง่าย (Easy) และระดับยาก (Hard) โดยแต่ละระดับมี 2 ด่าน เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยด่านที่ง่ายที่สุดคือ ระดับง่ายด่านที่ 1 ซึ่งไม่มีเสาเป็นสิ่งที่กีดขวางระหว่างลูกบอลและกล่อง ระดับง่าย ด่านที่ 2 มีเสานึงคู่ขวางอยู่ทางด้านล่างของหน้าจอ ระดับยาก ด่านที่ 1 มีเสาสองคู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง และระดับยาก ด่านที่ 2 มีเสาหกคู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง ภาพหน้าจอของเกมที่พัฒนาขึ้นแสดงดัง Figure 4 – 7



Figure 4 The level-1 easy mode of the ball game.

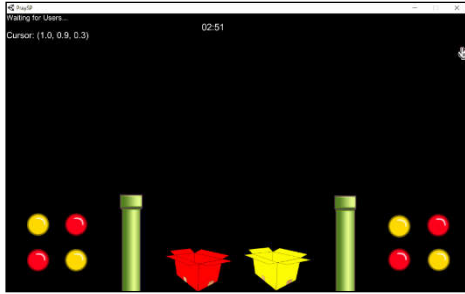


Figure 5 The level-2 easy mode of the ball game.

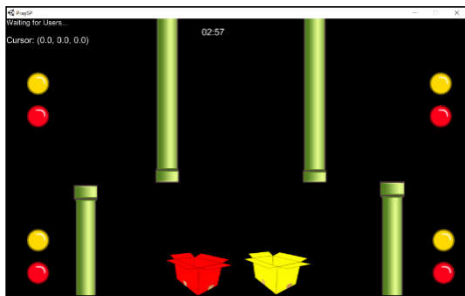


Figure 6 The level-1 hard mode of the ball game.

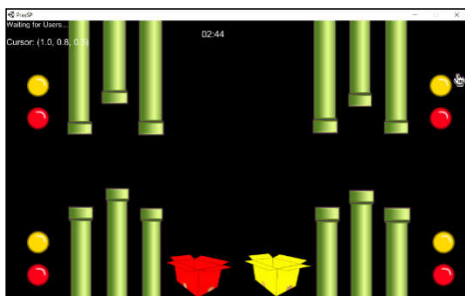


Figure 7 The level-2 hard mode of the ball game.

2.3 การจำลองการชน

กิจกรรมหยิบลูกบอลลงกล่องที่ผู้ป่วยจะต้องทำในกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพในแบบเดิมนั้น มีข้อดีคือ ผู้ป่วยสามารถรับรู้ข้อมูลป้อนกลับของการกระทำได้โดยตรง นั่นคือ ในการหยิบลูกบอลและการเคลื่อนย้ายตำแหน่งของลูกบอลจะมีความรู้สึกในการสัมผัสกับลูกบอลจริงที่มือและการที่ผู้ป่วยสามารถใช้ตามองตำแหน่งและลักษณะแขนของตนเองเทียบกับตำแหน่งของกล่องที่จะนำไปวาง เพื่อปรับการเคลื่อนที่ให้ไปยังตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง และอาศัยการกระยะในสาม

มิติได้โดยตรงเพื่อให้การประสานสัมพันธ์ระหว่างตากับมือสามารถกระทำได้อย่างสอดคล้อง

แต่เนื่องจากเกมที่พัฒนาขึ้นไม่ได้ใช้การจับลูกบอลจริง จึงต้องอาศัยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อให้ผู้เล่นสามารถใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับในการควบคุมแขนและมือในระหว่างการเล่นเกมได้ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยมีความรู้สึกเหมือนหรือคล้ายกับการทำกิจกรรมจริง รวมทั้งมีความสุขหรือรู้สึกท้าทายในการเล่น ในงานวิจัยนี้จึงออกแบบให้มีการจำลองการชนระหว่างลูกบอลและเสา ซึ่งเป็นสิ่งที่คิดวางแผนที่สร้างขึ้นใหม่ตั้งแต่ที่กล่าวถึงในหัวข้อ 2.1 เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของการเคลื่อนไหวในขณะที่เล่นเกมโดยลักษณะการจำลองการชนจะมีลักษณะการกระเด็นไปมาของลูกบอลเมื่อชนกับสิ่งกีดขวางเพื่อแสดงถึงการชน นอกจากนี้ยังได้กำหนดให้บริเวณขอบหน้าจอของเกมและบริเวณด้านข้างและด้านล่างของกล่องให้เป็นบริเวณที่ตรวจสอบการชนด้วย เพื่อให้เป็นขอบเขตของเกมและกำหนดให้ผู้เล่นสามารถใส่ลูกบอลลงกล่องได้จากทางด้านบนของกล่องเพียงทิศทางเดียวเท่านั้น

การสร้างการจำลองการชนสามารถทำได้โดยการกำหนดคุณสมบัติให้กับแต่ละวัตถุในเกมโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดขอบเขตของวัตถุในเกมที่ต้องการให้ตรวจสอบการชนของวัตถุโดยต้องกำหนดให้กับลูกบอลแต่ละลูกและเสาแต่ละต้น รวมทั้งกำหนดขอบเขตที่บริเวณขอบของหน้าจอ เพื่อให้ลูกบอลไม่ออกนอกกรอบของเกม และ

2) กำหนดคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งเป็น การกำหนดค่าคุณสมบัติของวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid body) ให้แก่ลูกบอล ซึ่งได้แก่ ค่ามวล (Mass) และค่าสัมประสิทธิ์แรงต้าน (Drag coefficient) เพื่อให้ฟิสิกส์เอนจิน (Physics engine) สามารถใช้ค่าที่กำหนดในการคำนวณลักษณะการเคลื่อนที่ของลูกบอลขณะเกิดการชนได้

3. โครงสร้างของเกม

3.1 ผังงาน (Flowchart)

ผังงานของระบบทั้งหมด เมื่อรวมส่วนของเกมหยิบลูกบอลลงกล่องที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ และเกมปริศนาจับคู่ แสดงดัง Figure 8

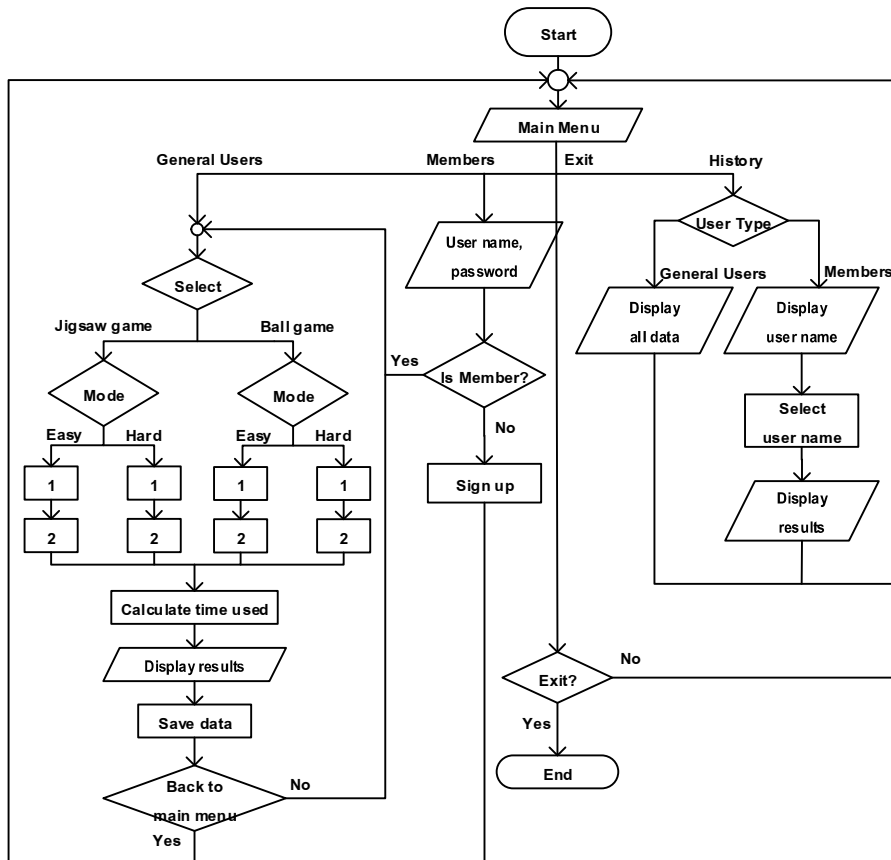


Figure 8 Flowchart of the developed games.

จาก Figure 8 การทำงานของระบบเริ่มจากระบบแสดงเมนูหลัก เพื่อให้ผู้ใช้เลือกโดยมีเมนูให้เลือก 4 เมนู ได้แก่ Guest (ผู้เล่นทั่วไป) User (ผู้เล่นสมาชิก) History (ประวัติการเล่น) และ Exit (ออกจากระบบ) โดยการเริ่มเกม เจ้าหน้าที่ซึ่งดูแลการฟื้นฟูผู้ป่วยจะดำเนินการคลิกที่หน้าจอเพื่อเลือกประเภทผู้เล่นว่าเป็นผู้เล่นทั่วไปหรือผู้เล่นสมาชิก จากนั้นเข้าสู่การเล่นเกม หีบลูกบอลลงกล่อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับง่าย และระดับยาก แต่ละระดับมี 2 ด้าน เมื่อเล่นแต่ละด้านเสร็จ ระบบจะปรับเป็นด้านต่อไปให้อัตโนมัติ และเมื่อเล่นเกมครบทุกด้าน หากเป็นผู้เล่นทั่วไป ระบบกำหนดให้เจ้าหน้าที่พิมพ์ชื่อผู้เล่น จากนั้นระบบคำนวณเวลา และบันทึกข้อมูลการเล่นลงฐานข้อมูล แต่หากเป็นผู้เล่นสมาชิก ระบบทำการคำนวณเวลาและบันทึก

ข้อมูลการเล่นของผู้เล่นลงฐานข้อมูลอัตโนมัติตามชื่อผู้เล่นที่กำหนดไว้ในตอนแรก

หากเป็นผู้เล่นใหม่และต้องการสมัครสมาชิก เจ้าหน้าที่สามารถทำการเพิ่มข้อมูลได้ก่อนการเริ่มเล่นเกม และหากเจ้าหน้าที่ต้องการดูประวัติการเล่นย้อนหลังสามารถเลือกจากเมนูประวัติการเล่น ดังนั้นเจ้าหน้าที่สามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการติดตามพัฒนาการของการเล่นแต่ละครั้งได้ชัดเจน ในขณะที่ถ้าเป็นผู้เล่นทั่วไปข้อมูลจะแสดงเป็นครั้ง ๆ และรวมกับผู้เล่นอื่น

3.2 การจัดเก็บข้อมูล

เกมที่พัฒนาขึ้นมีส่วนการจัดเก็บข้อมูลสำหรับบันทึกรายละเอียดของผู้เล่นและข้อมูลของการเล่นเกม โดยได้ปรับปรุงให้มีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ข้อมูล

ภายหลังการปรับปรุงโครงสร้างการเก็บข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูล 7 รายการ ได้แก่

- 1) ชื่อผู้เล่น
- 2) ชื่อเกม (ประเภทเกม + ระดับ)
- 3) ลำดับของด่าน
- 4) วันเดือนปีที่เล่น
- 5) เวลาที่เล่น
- 6) ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่นเกม
- 7) เล่นจบเกมหรือไม่

โดยข้อ 5) เวลาที่เล่น หมายถึง เวลาปัจจุบัน ณ ขณะที่ผู้เล่นทำการเล่นเกม ส่วนข้อ 6) ระยะเวลาที่ใช้ในการเล่น หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมด นับตั้งแต่ผู้เล่นเริ่มเล่นเกมจนสิ้นสุดการเล่นเกมนั้นๆ

ข้อมูลการเล่นทั้งหมดถูกจัดเก็บอยู่ในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database management system, RDBMS) โดยสามารถนำข้อมูลการใช้งานของผู้ป่วยมาวิเคราะห์ความสามารถในการเคลื่อนไหว และใช้วัดความก้าวหน้าในการฟื้นฟูสมรรถภาพโดยใช้แนวทางที่ใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Evidence-based practice, EBP) ได้อย่างสะดวกในอนาคต

3.3 การติดตั้งระบบ

ในการติดตั้งระบบ อุปกรณ์ Kinect และ จอคอมพิวเตอร์จะถูกติดตั้งอยู่ทางด้านหน้าของผู้เล่น โดยอุปกรณ์ Kinect จะตรวจจับท่าทางและตำแหน่งของแขนและมือของผู้เล่น และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ส่วนจอคอมพิวเตอร์ทำให้ผู้เล่นเห็นส่วนประกอบ ต่าง ๆ ของเกม รวมทั้งตำแหน่งปัจจุบันของวัตถุเป้าหมาย และสถานะของมือบนหน้าจอแสดงโดยตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) เป็นรูปกำมือหรือแบมือ ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ Kinect และผู้เล่นอยู่ในช่วงประมาณ 1.5 ถึง 2.5 เมตร โดยผู้เล่นจะต้องอยู่ห่างจากสิ่งแวดล้อมอื่นเป็นระยะทาง อย่างน้อย 0.5 เมตร เพื่อไม่รบกวนการตรวจจับของอุปกรณ์ Kinect สภาพแวดล้อมที่ทำการเล่นอยู่ในห้องซึ่งอาจมีแสงธรรมชาติหรือแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ในการส่องสว่างภายในห้องตามปกติ ลักษณะการติดตั้งระบบแสดงดัง Figure 9

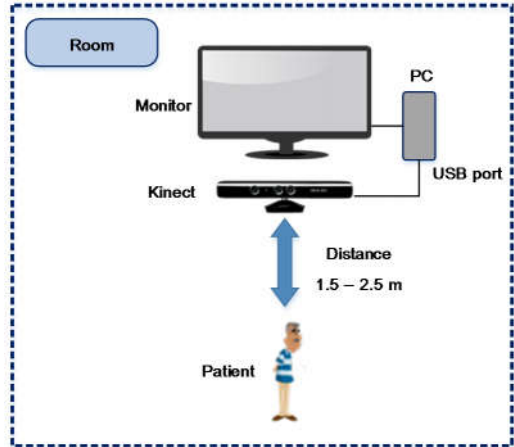


Figure 9 System Setup.

ผลการวิจัย

เกมที่พัฒนาขึ้นได้ทดลองกับผู้ทดสอบ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ทดสอบที่ไม่ใช่ผู้ป่วย และกลุ่มผู้ทดสอบที่เป็นผู้ป่วย การทดลองในกลุ่มผู้ทดสอบที่ไม่ใช่ผู้ป่วย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบโดยผู้ใช้ทั่วไป จำนวน 10 คน เพื่อหาความผิดพลาดในระหว่างการพัฒนา และปรับรูปแบบของเกมจากการคำแนะนำของผู้ทดสอบ เพื่อให้ได้รูปแบบของเกมที่เหมาะสมกับการเล่นและผู้เล่นสามารถทำความเข้าใจการเล่นได้ง่าย และ 2) การทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด จำนวน 6 คน เพื่อรับข้อมูลป้อนกลับจากผู้ชำนาญในสาขาวิชาซีกายภาพบำบัดโดยตรง ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญในการใช้งานจริงกับผู้ป่วยซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัดจะมีความคุ้นเคยกับผู้ป่วยและบริบทในการบำบัดและฟื้นฟูสมรรถภาพมากกว่าผู้ทดสอบทั่วไป ซึ่งไม่มีประสบการณ์ทางด้านวิชาชีพ

จากแบบประเมินความพึงพอใจ ได้กำหนดเกณฑ์ ประกอบด้วยมาตราส่วนประเมินค่าเชิงคุณภาพ 5 ระดับ (Rating scale) ดังนี้

4.51–5.00 มีความพึงพอใจดีมาก (Excellent)

3.51–4.50 มีความพึงพอใจดี (Good)

2.51–3.50 มีความพึงพอใจปานกลาง (Fair)

1.51–2.50 มีความพึงพอใจน้อย (Poor)

1.00–1.50 มีความพึงพอใจน้อยมาก (Very Poor)

ผลการประเมินความพึงพอใจการทดลองใช้งาน เกมที่พัฒนาขึ้นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัด พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจมีค่าเท่ากับ 4.31 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 รายละเอียดหัวข้อและ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญทางด้านกายภาพบำบัดแสดงดัง Table 1

Table 1 Evaluation results from the experts in physical therapy.

Topic	\bar{X}	SD	Results
1. Design			
1.1 The design is beautiful, modern, and interesting.	4.67	0.52	Excellent
1.2 The game is suitable for rehabilitation task.	4.33	0.52	Good
1.3 Color usage is proper.	4.17	0.75	Good
1.4 The game menu is easy to use.	4.33	0.52	Good
1.5 Size and style are suitable.	3.67	0.82	Good
1.6 Handling and placing game object are accurate.	4.17	0.41	Good
1.7 Satisfaction of the design and format of the system.	4.50	0.55	Good
2. Content			
2.1 The system is easy to use.	4.50	0.55	Good
2.2 The system is proper for occupational therapy.	4.67	0.52	Excellent
2.3 Performance/speed of the system response.	4.33	0.82	Good
2.4 The system operates correctly and is reliable for physical therapy.	4.00	0.63	Good
2.5 The levels of the game are proper for rehabilitation.	4.17	0.75	Good
2.6 The display format is proper.	4.00	0.89	Good
2.7 Satisfaction of the overall quality of the system.	4.17	0.75	Good
3. Benefit			
3.1 The system is a new tool for rehabilitation that conform to physical therapy practice.	4.50	0.55	Good

Table 1 Evaluation results from the experts in physical therapy.

Topic	\bar{X}	SD	Results
3.2 The game can add more fun to the occupational therapy.	4.67	0.52	Excellent
3.3 The game has the novelty to the occupational therapy.	4.17	0.41	Good
3.4 Satisfaction with the overall benefits and usage of the system.	4.67	0.52	Excellent
Summary	4.31	0.64	Good

ส่วนการทดลองกับผู้ทดสอบที่เป็นผู้ป่วย ได้ดำเนินการทดลองเบื้องต้นภายใต้ความดูแลของนักกายภาพบำบัดกับผู้ป่วยจำนวน 2 คน ที่โรงพยาบาลพระมงกุฎ ซึ่งผู้ทดสอบได้ดำเนินการทดสอบทั้งในท่านั่งและทำยืนในการเล่นเกมทั้งสองเกม คือ เกมหยิบลูกบอลลงกล่อง และเกมปริศนาจับคู่ โดย Figure 10 แสดงภาพการทดสอบขณะผู้ทดสอบที่เป็นอัมพฤกษ์ครึ่งซีกอยู่ในท่านั่งในการเล่นเกมหยิบลูกบอลลงกล่อง



Figure 10 Experiment with the patient subject in sitting position

สรุปและเสนอแนะ

จากการทดลองในผู้ทดสอบที่ไม่ใช่ผู้ป่วยพบว่าโดยรวมผู้ทดสอบมีความพึงพอใจในรูปแบบของเกม แต่มีข้อเสนอแนะในด้านข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการเล่นที่ได้ออกแบบให้ผู้เล่นใช้เวลาในการเล่นไม่เกินเกมละ 3 นาที ทั้งผู้ทดสอบที่เป็นผู้ใช้ทั่วไปและผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า ไม่ควรมีข้อจำกัดของเวลา แต่ควรให้ผู้เล่นสามารถเล่นต่อไปได้เรื่อย ๆ เพื่อให้สามารถรองรับกับสภาพผู้ป่วยได้หลากหลายมากขึ้น และใช้เวลาที่ใช้ใน

การเล่นเกมที่ทั้งหมดเป็นเกณฑ์ประเมินในการวัดความก้าวหน้าของการฟื้นฟูแทน ในส่วนของผลการทดลองในผู้ทดสอบที่เป็นผู้ป่วย ผู้ทดสอบสามารถเล่นได้จนจบเกม แต่ต้องมีการพักเกมเป็นบางครั้งเพื่อลดความล้าของกล้ามเนื้อ โดยผู้ทดสอบมีความพยายามเป็นอย่างมากเพื่อที่จะเล่นให้จบเกม เนื่องจากต้องการหายเป็นปกติ สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อ ผู้วิจัยจะนำระบบไปติดตั้งที่คลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ เพื่อทดลองเก็บข้อมูลกับผู้ป่วยที่ต้องมาทำกิจกรรมบำบัดอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในปัจจุบันต่าง ๆ เช่น อายุ เพศ ระยะเวลาฟื้นฟูที่เหมาะสม เพื่อลดความพิการและป้องกันภาวะแทรกซ้อน ทั้งในระยะฟื้นฟูระยะแรก (Early recovery) และระยะฟื้นฟูระยะหลัง (Late recovery) เพื่อพัฒนารูปแบบเกมให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละประเภท

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคลินิกกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ได้ให้การสนับสนุนในการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] The Bureau of Policy and Strategy, Ministry of Public Health. 2016. **Public Health Statistics A.D. 2015**. Bangkok: Samcharoen Panich. (in Thai)
- [2] Health Statistics Subcommittee. 2014. **Health Statistical Development Plan in 2014-2015**. Bangkok: National Statistical Office, Thailand. (in Thai)
- [3] Prasat Neurological Institute. 2007. **Clinical practice guidelines for stroke rehabilitation**. Bangkok: Prasat Neurological Institute, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Thailand. (in Thai)
- [4] Sutapun, A. and Sangveraphunsiri, V. 2015. "A 4-DOF upper limb exoskeleton for

stroke rehabilitation: kinematics mechanics and control". **International of Mechanical Engineering and Robotics Research**, 4(3): 269-272.

- [5] Phun, S., Lioulemes, A., Lutterodt, C., Makedon, F. and Metsis, V. 2014. "Guided Physical Therapy Through the Use of the Barrett WAM Robotic Arm". In: **2014 IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE)**, pp. 24-28.
- [6] Shen, Y., Gu, P.W., Ong, S.K. and Nee, A.Y.C. 2012. "A novel approach in rehabilitation of hand-eye coordination and finger dexterity". **Virtual Reality**. 16(2): 161-171.
- [7] Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H. and McDonough, S. M. 2009. "Serious games for upper limb rehabilitation following stroke". In: **2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications**, Coventry, UK, pp. 103-110.
- [8] Pedraza-Hueso, M., Martín-Calzón, S., Díaz-Pernas, F.J. and Martínez-Zarzuela, M. 2015. "Rehabilitation Using Kinect-based Games and Virtual Reality". **Procedia Computer Science**, 75, pp. 161-168.
- [9] Chang, C.-Y., Lange, B., Zhang, M., Koenig, S., Requejo, P., Somboon, N., Sawchuk, A.A. and Rizzo. A.A. 2012. "Towards pervasive physical rehabilitation using microsoft kinect". In: **Proc. 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies**

- for Healthcare (PervasiveHealth), pp. 159–162.
- [10] Palacios-Navarro, G., García-Magariño, I. and Ramos-Lorente, P. 2015. “A Kinect-based system for lower limb rehabilitation in Parkinson’s disease patients: A pilot study”. **Journal of Medical Systems**, 39(9), 103.
- [11] Webster, D. and Celik, O. 2014. “Experimental evaluation of microsoft Kinect’s accuracy and capture rate for stroke rehabilitation applications”. In: **Proc. IEEE HAPTICS’14**, pp. 455-460.
- [12] Galna, B., Barry, G., Jackson, D., Mhiripiri, D., Olivier, P. and Rochester, L. 2014. “Accuracy of the microsoft kinect sensor for measuring movement in people with parkinson’s disease”. **Gait Posture**, 39(4): 1062-1068.
- [13] Hung Y.X., Huang P.C., Chen K.T. and Chu W.C. 2016. “What Do Stroke Patients Look for in Game-Based Rehabilitation: A Survey Study”. **Medicine**, 95(11).
- [14] Bamrungthai, P., and Pleehachinda, W. 2015. “Recovery of arm control for stroke patients using depth sensor with a game-based approach”. **Science and Technology RMUTT Journal**, 5(2): 145-154. (*in Thai*)
- [15] The multidisciplinary team of the Supreme Patriarch Center on Aging. 2011. **Handbook of Stroke Care during the Rehabilitation Phase for Patients and Caregivers**. The Supreme Patriarch Center on Aging, Chonburi province, Department of Medical Services, Ministry of Public Health, Thailand. (*in Thai*)