

ประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยมาตรวัดฮีริสติก
เพื่อการออกแบบ รายวิชา เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
THE EFFICIENCY OF THE 3D DIGITAL GAME PROTOTYPE
WITH HEURISTICS MEASUREMENTS FOR DESIGN IN
THE CASE OF THE COMPUTER GAME FOR EDUCATION

ปิยะนันท์ ปลื้มโชค¹

บทคัดย่อ

การวิจัยประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติด้วยมาตรวัดฮีริสติกเพื่อการออกแบบ มีวัตถุประสงค์และขอบเขตการดำเนินการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาด้านแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ที่มีรูปแบบการต่อสู้ด้วยตนเอง 2) ประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยโปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม และ 3) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยมาตรวัดฮีริสติกเพื่อการออกแบบ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชา นวัตกรรมและคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 21031302 เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 35 คน โดยใช้เครื่องมือการวิจัยแบ่งตามวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาด้านแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ได้แก่ โปรแกรม Game Guru MAX ใช้สำหรับสร้างเกม ไอเทม ฉาก จุดซ่อนตัว ศัตรู ตัวละคร เป็นต้น โปรแกรม Blender ใช้ในสร้างโมเดล 3 มิติ และ 3D Animation ในการออกแบบลักษณะหน้าตาและการเคลื่อนไหวของตัวละครหรือฉากหรือไอเทมเพิ่มเติมกับโปรแกรมหลัก โปรแกรม Adobe Illustrator CC ใช้ในการสร้างภาพฉากเพิ่มเติม ป้ายกำกับ คำอธิบาย โจทย์ภารกิจคำถาม โปรแกรม Adobe After Effects CC ใช้สำหรับใส่เอฟเฟกเพิ่มเติมในคลิปวิดีโอ โปรแกรม Adobe Premiere Pro ใช้ในการตัดต่อคลิปวิดีโอ และ Sound เสียง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ได้แก่ โปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม และการประเมินจาก นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง 3) เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยมาตรวัดฮีริสติกเพื่อการออกแบบ ได้แก่ การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเกมดิจิทัล 3 มิติ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญดำเนินการ ประเมินจากข้อคำถามตามรายการตรวจสอบการประเมินที่ผู้วิจัยวิเคราะห์เลือกจากผลการวิจัย Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist (2016) ซึ่งได้ทำการรวบรวมรายการประเมินเชิงฮีริสติกตามหลักการของ Jakob Nielsen (Jakob Nielsen's Heuristics) จำนวน 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อหา อุปกรณ์ และการเล่น พร้อมทั้งนำไปผนวกรวมกับการประยุกต์ใช้มาตรฐาน ISO/IEC 9126-3 ด้านคุณภาพ

¹อาจารย์ประจำ สาขาวิชา นวัตกรรมและคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ภายใน (Internal quality) ในบริบทของเกม ซึ่งนำไปสู่การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูลที่ตอบโจทย์การวิจัย ทั้ง 3 ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเกมต้นแบบ คุณภาพของเกมต้นแบบ และประสิทธิภาพการประเมินคุณภาพของเกมต้นแบบ

คำสำคัญ การประเมินต้นแบบเกม เกมดิจิทัล 3 มิติ ฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ

Abstract

Research on the efficiency of 3D digital game initials with heuristics measures for design, with the purpose and scope of research for 1) developing 3D digital game models with a fighting style 2) evaluating 3D games with evaluation software 3) evaluation for evaluation Heuristics for design for undergraduate students in the field of innovation and computer studies, the Faculty of Science, the University of the Crown. The first is a 3-D digital game design and development tool for the Game Guru MAX program, which uses the 3D animation to create the game Item, Scenes, and Hide-Insanitation for character or scene or item design. Additional basic program Adobe Illustrator CC uses to create more scene images, description tags, question tasks. Adobe After effects CC, which is used to insert additional effects into video clips. Adobe PremierePro, which is used to cut video clips and sound, provides a 3D digital game preview tool for game program evaluation and evaluation. The tool used to evaluate video evaluation tools is: 3) Ital 3D, heuristics for design, is evaluated by software engineering experts, digital game experts. An expert in educational technology, an expert in the evaluation of questions, based on the evaluation checklist selected by the analyst from the Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist (2016), which compiled a list of forensic assessments based on the Heil's 3 Nielsen device. Playback combined with the application of ISO/ICE 9126-3 internal quality in the game framework, which leads to analysis and summary of data that meets all three research challenges, whether it's a game development model. The quality of the game templates and the efficiency of the evaluation of the quality of the game templates that the developers present in detail.

Keyword: Game prototype assessment, 3D digital game, Design heuristics

1. บทนำ

ปัจจัยหลักของ Disruption คือ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ส่งผลให้สิ่งที่เคยเกิดขึ้นถูกแทนที่หรือเปลี่ยนแปลงไป แม้แต่การจัดการเรียนการสอนก็ได้รับผลกระทบต่อเนื่องด้วยเช่นกัน ทำให้สถานการณ์ปัจจุบันของการจัดการศึกษามีการปรับตัวเพื่อตอบโจทยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว กรอบกับสภาวะการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19) ยิ่งเป็นตัวหนุนเร่งให้ปฏิบัติการของการปรับตัวมีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การเรียนการสอนในรายวิชาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เป็นหนึ่งในการจัดกิจกรรมการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมและคอมพิวเตอร์ศึกษา หลักสูตรปรับปรุง 4 ปี (พ.ศ. 2562) ตามแผนการเรียนรู้อิงสมรรถนะ ที่ผู้เรียนจะต้องเกิดทักษะเฉพาะรายวิชาด้านวางแผนการสร้างและออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาได้ถูกต้องเหมาะสมตามกระบวนการ สามารถผลิตเกมคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะเน้นในรูปแบบการใช้งานทางการศึกษา ผู้เรียนมีทักษะในการเตรียมการวางแผน ออกแบบโครงสร้าง การผลิตเกมคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงเจตคติที่ดีและการผลิตสื่อที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม ควบคู่ไปกับการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ทั้ง 6 ด้าน

ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะดังกล่าว ผู้สอนจำเป็นต้องจัดกระบวนการให้เกิดในลักษณะ “การเรียนรู้สู่สองโลก” กล่าวคือ การจัดกิจกรรมบนโลก Cyber และโลกกายภาพ (Physical) เพื่อกระตุ้นการสร้างความรู้ (knowledge) และทักษะ (skill) โดยอาศัยแหล่งทรัพยากรเพิ่มเติมที่ผู้เรียนสามารถค้นได้จากระบบคลาวด์ รวมไปถึงการพัฒนาให้เกิดทักษะความสามารถที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติและฝึกฝนด้วยตัวของผู้เรียนเอง อันเป็นการมุ่งไปสู่ความสามารถที่สอดคล้องกับทักษะแห่งอนาคต ตามความเชื่อของผู้วิจัยที่เชื่อมั่นว่า “ความสุข คือ การเรียนรู้ที่ทรงพลัง”

การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา มีความซับซ้อนกว่าการออกแบบเกมประเภทอื่น ๆ เนื่องจาก ต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างความสนุกสนานและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ผู้ออกแบบหรือผู้พัฒนาเกมจึงควรว่าคุณลักษณะใดมีความสำคัญและควรนำมาใช้ในการออกแบบเกมที่สามารถกระตุ้นให้เกิดบรรลุลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปพร้อม ๆ กับความสนุกสนาน ดังนั้นหลักการทางปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (human-computer interaction : HCI) เพื่อช่วยในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาจึงมีความสำคัญ (Ibrahim, 2017) และการประเมินคุณภาพของเกมด้วยมาตรวัดฮิวริสติกเพื่อการออกแบบก็เป็นอีกวิธีการประเมินที่ได้รับความนิยม เนื่องจากสามารถดำเนินการประเมินได้ง่ายและค่าใช้จ่ายไม่สูงมากเมื่อเทียบกับวิธีการประเมินแบบอื่น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ที่มีรูปแบบการต่อสู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยโปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม
3. เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยมาตรวัดฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ

3. ขอบเขตการดำเนินการวิจัย

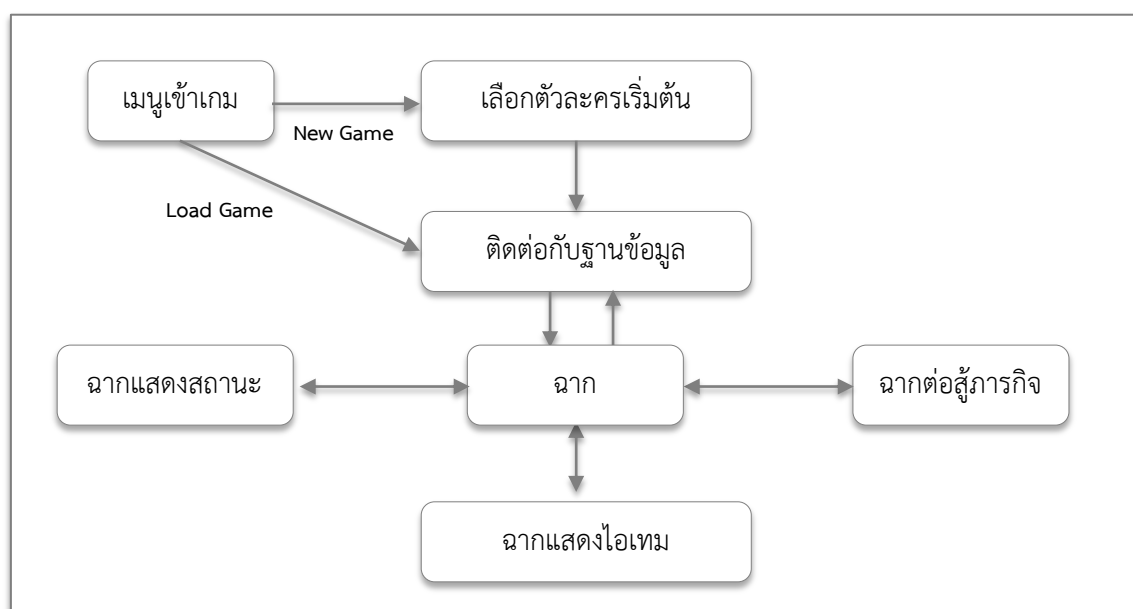
การวิจัยขั้นแรกเป็นการพัฒนาต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ที่มีรูปแบบการต่อสู้ด้วยตนเอง เป็นแนวลักษณะการเอาชีวิตรอดจากการจำลองฉากในป่ารกหรือบ้านร้าง หุบเหว ผสานกับด้านภารกิจต่าง ๆ ที่ให้ความรู้ จึงออกแบบให้ฉากประกอบด้วยเสียงเพลง สิ่งของ และวัตถุต่าง ๆ ให้มีพอเหมาะไม่รุนแรงจนเกินไป และส่วนที่เน้นหนักคือรูปแบบของภารกิจ การนำทาง รวมไปถึงการที่จะช่วยให้ผู้เล่นปฏิบัติภารกิจให้สำเร็จได้ ลักษณะของระบบการเล่นคือให้ผู้เล่นปฏิบัติภารกิจแต่ละด่าน โดยใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่อง “นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลทางการศึกษา” ซึ่งเป็นเนื้อหาที่อยู่ในรายวิชาที่กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาได้ผ่านการเรียนมาแล้ว ทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นความรู้ในการตอบคำถามให้ได้คะแนนเปิดประตูสู่ด่านถัดไป พร้อม ๆ กับการต่อสู้กับเหล่าจอมปีศาจอยู่ระหว่างทางด้วยไอเทมอาวุธต่าง ๆ ที่ผู้เล่นจะได้รับเมื่อปฏิบัติภารกิจบรรลุในแต่ละเป้า ซึ่งผู้วิจัยมีขอบเขตการดำเนินการวิจัยในขั้นนี้ ดังนี้

1. ออกแบบตัวโครงสร้างของเกมทั้งหมด
2. ศึกษาวิธีการสร้างเกม โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง และปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้
3. การออกแบบและพัฒนาเกม
4. ตรวจสอบแก้ไขและทดลองเกม

การออกแบบโครงสร้างของเกมโดยรวม โครงสร้างของเกมโดยรวมได้แบ่งออกเป็น 4 ฉาก ดังนี้

1. ฉากหน้าเมนูเข้าเกม เป็นฉากเริ่มต้นที่แสดงตอนเกม
2. ฉากหลัก เป็นฉากที่ผู้เล่นเคลื่อนไหวไปมาได้อย่างอิสระ
3. ฉากต่อสู้/ฉากปฏิบัติภารกิจ เป็นฉากที่ผู้เล่นต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของระบบปัญญาประดิษฐ์
4. ฉากแสดงสถานะและไอเทม เป็นฉากที่ผู้เล่นสามารถดูค่าสถานะ และใช้ไอเทมได้

ซึ่งแต่ละฉากมีความสัมพันธ์กัน ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ของฉากในเกม

4. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ต้นแบบเกม

การสร้างต้นแบบเกม มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดของเกมให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจน เป็นโมเดลที่สามารถจับต้องได้ อีกทั้งยังทำให้เห็นและเข้าใจในรูปแบบและหน้าตาของเกมที่ยุ่เรียนกำลังจะเล่นหรือทำการทดสอบ ซึ่งต้นแบบเกมสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

4.1.1 ต้นแบบเกมกายภาพ (Physical Prototype) เป็นต้นแบบเกมขั้นต้นของทุก ๆ เกม โดยสามารถสร้างได้จากวัสดุทำมือโดยทั่วไป เช่น กระดาษและปากกา การสร้างต้นแบบเกมกายภาพเพื่อจุดประสงค์เน้นการนำเสนอกลไกการเล่นมากกว่าหน้าตาหรือเทคโนโลยีของเกม โดยแสดงให้เห็นถึงฟังก์ชันการทำงานของเกมคร่าว ๆ เช่น วาดหน้าจอหนึ่งของเกมบนมือถือแสดงรายละเอียดของปุ่มกดว่า หากกดปุ่มนี้ แล้วจะแสดงผลต่อไปอย่างไรหรือเกิดอะไรขึ้น โดยมีการใช้กระดาษหลายแผ่นในการอธิบายการทำงาน อาจจะเป็นกระดาษหนึ่งแผ่นสำหรับหนึ่งหน้าจอการแสดงผล เป็นต้น

4.2.2 ต้นแบบเกมดิจิทัล (Digital Prototype) เป็นเกมจำลอง (Simulator) ที่ไม่จำเป็นต้องเป็นตัวเกมโดยสมบูรณ์ สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบฟังก์ชันการทำงานและการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยในแต่ละแพลตฟอร์มการพัฒนาต่างก็มีอุปกรณ์จำลองในการทดสอบต่างกันไป เช่น iOS Simulator, Android Emulator, Windows Phone Emulator เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์จำลองดังกล่าวจะจำลองเป็นมือถือในระบบปฏิบัติการนั้น ซึ่งผู้พัฒนาสามารถใช้ทดสอบเกมในสภาพแวดล้อมการใช้งานที่เสมือนจริงได้

4.2 การตรวจสอบประสิทธิภาพของการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา

Markopoulos et al. (2019) กล่าวว่า กระบวนการพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบเกมแบบมีปฏิสัมพันธ์นั้น นอกจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ความคิดเห็นของผู้เรียน ซึ่งไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญ แต่เป็นผู้ใช้โดยตรงก็มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ข้อมูลความคิดเห็นจะนำไปใช้เพื่อการศึกษา usability และ user experience ของเกม เพื่อนำไปสู่การสร้างเกมที่พวกเขาสามารถใช้งานได้ง่ายและสามารถเติมเต็มประสบการณ์ที่สนุกสนานได้มากยิ่งขึ้น Dorner (2014) ให้ข้อสังเกตไว้ว่า ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นต่อการออกแบบเทคโนโลยีที่สร้างเพื่อพวกเขาได้ Tan et al. (2011) กล่าวว่า ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในหลายบทบาท ได้แก่ ในบทบาทผู้ให้ข้อมูลความต้องการเกี่ยวกับเกม ผู้ทดสอบเกม และผู้ใช้เกม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Markopoulos et al. (2019) พบว่า ผู้เรียนสามารถทำหน้าที่เป็นผู้ประเมิน (evaluator) ต้นแบบเกม (prototype) เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาเป็นเกมสุดท้ายก่อนถูกนำไปใช้ประโยชน์จริง

เกม มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เล่นสนุกและเพลิดเพลิน แต่เมื่อบริบทโลกเปลี่ยนไป รูปแบบของเกมก็มีการปรับเปลี่ยนไปเช่นกัน จากเกมเล่นคนเดียวหรือเล่นกับเพื่อน กลายเป็นเกมที่แข่งขันกับระบบต่างที่มนุษย์สร้างขึ้นมีทั้งแบบเล่นคนเดียว เล่นกับเพื่อนไปจนถึงคนแปลกหน้า เกมดิจิทัล (Digital Game) เป็นเกมที่จะต้องใช้อุปกรณ์ในการเล่น เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต และเป็นแอปพลิเคชัน

ที่ไม่ตอบสนองความบันเทิงเพียงอย่างเดียว แต่สามารถนำไปใช้ในการศึกษา ธุรกิจ หรือวัตถุประสงค์ที่มีความเฉพาะเจาะจงโดยมีวิธีการเล่นที่ผู้เล่นจะต้องตัดสินใจเพื่อไปสู่เป้าหมายของเกมได้

จากรายงานผลการวิจัยของ กฤดาภัทร สีหารี (2561) ด้านมุมมองวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่อการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัลสำหรับการศึกษาประเทศไทย 4.0 ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ ด้านการออกแบบเกมให้เข้ากับวิธีการสอน (Pedagogical Method) เช่นการสอนที่มุ่งส่งเสริมทักษะก็จะต้องมีการออกแบบเกมให้ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมเรื่องทักษะ การสอนที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหา ก็จะต้องออกแบบเกมให้มีการจำลอง

4.3 การประเมินเชิงฮิวริสติก (Heuristic Evaluation)

การประเมินเชิงฮิวริสติก เป็นวิธีสำหรับการตรวจสอบความสามารถในการออกแบบ เพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน โดยมีวิธีการให้ผู้ประเมินกลุ่มหนึ่ง ทำการตรวจสอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ จากประสบการณ์ของผู้ประเมินว่าได้ปฏิบัติตามหลักการด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หรือไม่ ซึ่งผู้ประเมินจะสามารถถามคำถามกับทีมผู้พัฒนา เช่น ขั้นตอนการใช้งานของระบบ เป็นต้น วิธีการประเมินนี้สามารถทำซ้ำได้ในช่วงของการออกแบบตั้งแต่เริ่มทำต้นแบบ (Prototype) จนถึงผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ และตามความเป็นจริงการใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียวจะไม่สามารถทำการระบุปัญหาด้านการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้ทั้งหมด โดยผู้ประเมินแต่ละคนจะสามารถระบุปัญหาได้แตกต่างกันออกไป ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ผู้ประเมินจำนวนหลายคนสำหรับการประเมินเพื่อให้การประเมินมีประสิทธิภาพจากการทดลองเพื่อหาจำนวนคนที่เหมาะสมสำหรับการระบุปัญหาด้านการใช้งาน ผู้ประเมินควรอยู่ระหว่าง 3 ถึง 6 คน เนื่องจากตามจำนวนที่กล่าวมาจะสามารถระบุปัญหาด้านการใช้งานได้ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาทั้งหมดและมีอัตราส่วนผลลัพธ์ที่จะได้รับต่อค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุด

Jakob Nielsen (2007) ผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถในการใช้งานได้แนะนำว่าควรทำการลองใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่จะประเมินอย่างน้อยสองครั้งในครั้งแรกเพื่อที่จะรู้ภาพรวมของการทำงานของระบบและความรู้สึกของการมีปฏิสัมพันธ์ ครั้งที่สองเพื่อเน้นไปที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ ผู้ประเมินจะทำการบันทึกผลการประเมินไว้ในรายงานการประเมิน จากนั้นจึงทำการระบุระดับความรุนแรง (Defect Severity) ของข้อผิดพลาดด้านการออกแบบที่พบในแต่ละรายการ ระดับความรุนแรงของข้อผิดพลาดที่พบจะถูกแบ่งออกเป็นตัวเลข 0-4 ดังนี้

- 0: ไม่ถือว่าเป็นปัญหาด้านการใช้งาน
- 1: เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับความสวยงามของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำงานของผู้ใช้ช้าลงเล็กน้อย
- 3: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำงานของผู้ใช้ช้าลงอย่างมากหรือทำงานไม่สำเร็จในบางครั้ง
- 4: เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถทำงานจนสำเร็จตามที่ต้องการได้

อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงที่ประเมินจากผู้ประเมินเพียงคนเดียว อาจยังไม่น่าเชื่อถือเพียงพอ จึงจำเป็นต้องนำค่าระดับความรุนแรงจากผู้ประเมินหลายคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย จึงจะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5. วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มเป้าหมายการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมและคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชา 21031302 เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 35 คน

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ได้แก่

- 1) โปรแกรม Game Guru MAX ใช้สำหรับสร้างเกม ไอเทม ฉาก ฯลฯ
- 2) โปรแกรม Blender ใช้ในสร้างโมเดล 3 มิติ และ 3D Animation เพิ่มเติม
- 3) โปรแกรม Adobe Illustrator CC ใช้ในการสร้างภาพป้ายกำกับ/คำอธิบาย/ภารกิจ
- 4) โปรแกรม Adobe PremierePro ใช้ในการตัดต่อคลิปวิดีโอ/เสียง Sound

5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ

- 1) โปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม
- 2) นักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ทดลองเล่นต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ

5.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล

- 1) รายการตรวจสอบการประเมิน Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist ตามหลักการของ Jakob Nielsen (Jakob Nielsen's Heuristics)
- 2) รายการตรวจสอบการประเมินอ้างอิงมาตรฐาน ISO/ICE 9126-3 ด้านคุณภาพภายใน (Internal quality) ตามบริบทของเกม
- 3) ผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเกมดิจิทัล 3 มิติ และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

5.2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์และเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนของกระบวนการประเมินคุณภาพ ประกอบด้วย การกำหนดข้อตกลงในการประเมิน การวางแผนการประเมิน การดำเนินการประเมิน และทวนกระบวนการประเมิน ซึ่งการวัดคุณภาพของเกมดิจิทัล กำหนดองค์ประกอบค่าตัวแปรการวัดพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง ทั้ง 8 ค่า ดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์พื้นฐานของการวัดความสามารถในการทำความเข้าใจในส่วนเนื้อหา

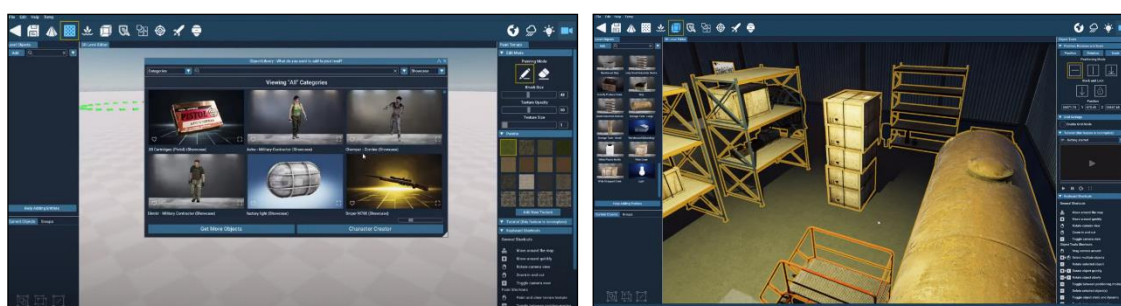
ตัวแปร	องค์ประกอบการวัดพื้นฐาน	ตัวแปร	องค์ประกอบการวัดพื้นฐาน
x_1 w_1	ค่าความสมบูรณ์ของคำอธิบายเนื้อเรื่องหลัก ค่าน้ำหนักของความสมบูรณ์ของคำอธิบายเนื้อเรื่องหลัก	x_5 w_5	ค่าความเด่นชัดของตัวละคร ค่าน้ำหนักความเด่นชัดของตัวละคร
x_2 w_2	ค่าความสมบูรณ์ของคำอธิบายเป้าหมายของเกม ค่าน้ำหนักของความสมบูรณ์ของคำอธิบายเป้าหมายของเกม	x_6 w_6	ค่าความเข้าใจง่ายของเนื้อเรื่องหลัก ค่าน้ำหนักของความเข้าใจง่ายของเนื้อเรื่องหลัก
x_3 w_3	ค่าความสมบูรณ์ของคำอธิบายเหตุการณ์ ค่าน้ำหนักของความสมบูรณ์ของคำอธิบายเหตุการณ์	x_7 w_7	ค่าความเข้าใจง่ายของเป้าหมายเกม ค่าน้ำหนักของความเข้าใจง่ายของเป้าหมายเกม
x_4 w_4	ค่าความสมบูรณ์ของคำอธิบายตัวละคร ค่าน้ำหนักของความสมบูรณ์ของคำอธิบายตัวละคร	x_8 w_8	ค่าความเข้าใจง่ายของเหตุการณ์ ค่าน้ำหนักของความเข้าใจง่ายของเหตุการณ์

การวัดและประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพของการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านเกมดิจิทัล 3 มิติ และผู้เชี่ยวชาญในศาสตร์ด้านเทคโนโลยีการศึกษา โดยกำหนดรหัสผู้ประเมินและข้อมูลรายละเอียด ดังนี้

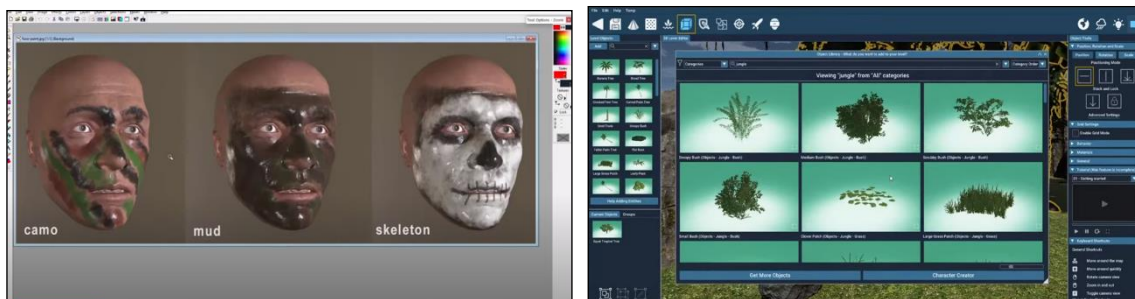
ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์	ด้านเกมดิจิทัล 3 มิติ	ด้านเทคโนโลยีการศึกษา
รหัสผู้ประเมิน <u>P1</u> ประสบการณ์ทำงาน: 9 ปี ตำแหน่ง: อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	รหัสผู้ประเมิน <u>P3</u> ประสบการณ์ทำงาน: 4 ปี ตำแหน่ง: Developer สถานที่ปฏิบัติงาน: ซิคเทค เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)	รหัสผู้ประเมิน <u>P5</u> ประสบการณ์ทำงาน: 17 ปี ตำแหน่ง: อาจารย์ สถานที่ปฏิบัติงาน: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รหัสผู้ประเมิน <u>P2</u> ประสบการณ์ทำงาน: 3 ปี ตำแหน่ง Programmer สถานที่ปฏิบัติงาน: คลาวด์ซอฟต์แวร์ (ประเทศไทย) จำกัด	รหัสผู้ประเมิน <u>P4</u> ประสบการณ์ทำงาน: 2 ปี ตำแหน่ง Senior Developer สถานที่ปฏิบัติงาน: คลาวด์ซอฟต์แวร์ (ประเทศไทย) จำกัด	รหัสผู้ประเมิน <u>P6</u> ประสบการณ์ทำงาน: 14 ปี ตำแหน่ง: อาจารย์ สถานที่ปฏิบัติงาน: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

6. ผลการวิเคราะห์ข้อและสรุปผลการวิจัย

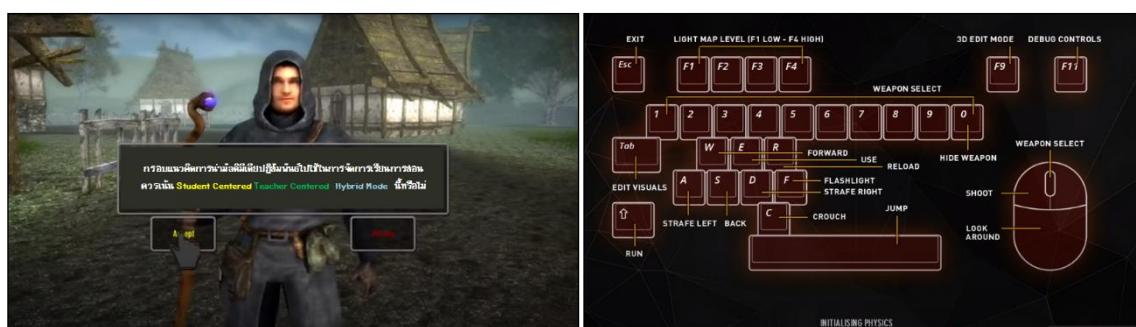
6.1 ผลการพัฒนาต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ที่มีรูปแบบการต่อสู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ผู้เล่นทำภารกิจแต่ละด่าน โดยใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่อง “นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลทางการศึกษา” เป็นความรู้ในการตอบคำถามเพื่อได้กุญแจเปิดประตูสู่ด่านถัดไป พร้อม ๆ กับการต่อสู้ฟาดฟันกับเหล่าจอมปิศาจระหว่างทางด้วยไอเทมอาวุธต่าง ๆ ที่ผู้เล่นจะได้รับเมื่อทำภารกิจบรรลุเป้า ดังนี้



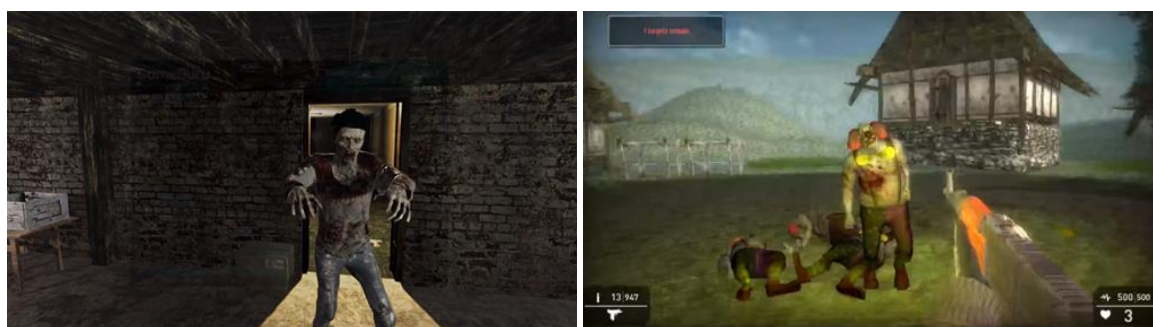
ภาพประกอบ 2 แสดงหน้าต่างการสร้างตัวละครและฉากในเกม 3 มิติ



ภาพประกอบ 3 แสดงหน้าต่างการใช้งานโปรแกรมร่วมและการดึงภาพเข้ามาเพิ่มในโปรแกรม



ภาพประกอบ 4 แสดงด่านที่ต้องใช้ความรู้เพื่อปฏิบัติการกิจ และหน้าต่างให้ความช่วยเหลือขณะเล่น



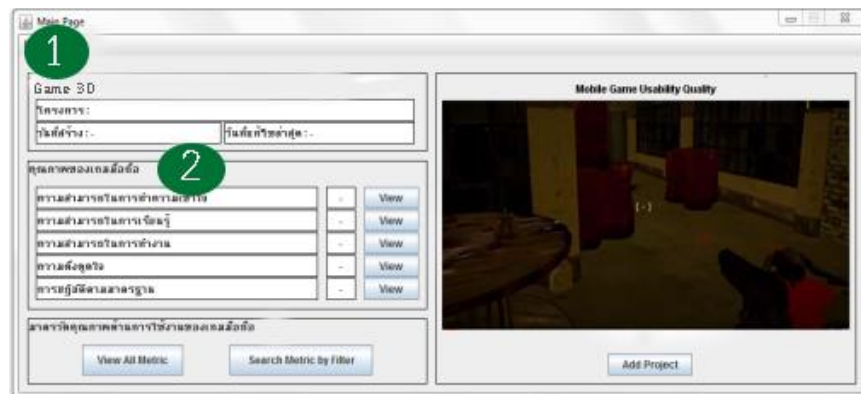
ภาพประกอบ 5 แสดงด่านระหว่างการเดินทาง ผู้เล่นต้องใช้อาวุธที่สะสมมาฆ่าเพื่อผ่าฝูงซอมบี้ (อาวุธ/พลังจะลด)

6.2 ผลการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ด้วยโปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม

งานวิจัยขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอเครื่องมือในการประเมินคุณภาพของต้นแบบเกม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยอ้างอิงคุณภาพและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือจากผลการวิจัยของ ปรียานันท์ อัครกิจ (2560) ซึ่งการใช้งานด้วยโปรแกรมนี้นี้จะสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลเป็นไฟล์ประเภท .exe และไฟล์โค้ดต้นฉบับได้ โดยการอ้างอิงตามโครงสร้างเกมสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส และโปรแกรมจะทำการประเมินตามข้อคำถามตามรายการตรวจสอบการประเมินความสามารถด้านการใช้งาน

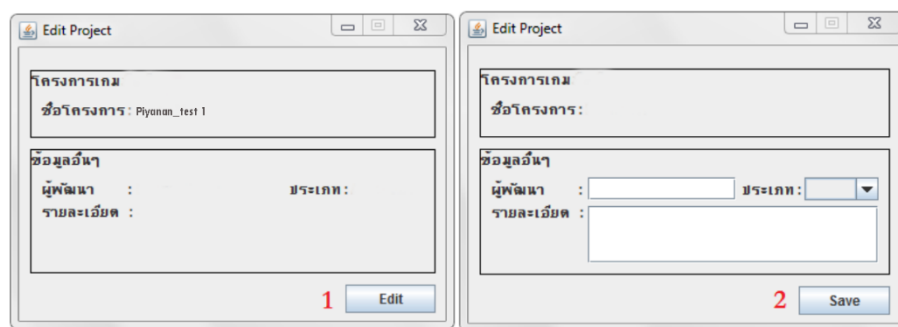
หลังจากโปรแกรมทำการประเมินเรียบร้อยแล้วจะแสดงตำแหน่งของโค้ดที่ไม่เป็นไปตามข้อคำถามรายการประเมินพร้อมทั้งคำอธิบาย และสามารถส่งข้อมูลการประเมินออกเป็นรูปแบบไฟล์เอกซ์เซลได้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือในด้านการตรวจหาข้อผิดพลาดในการออกแบบและ

ด้านเวลาที่ใช้ประเมิน โดยทดสอบกับตัวอย่างต้นแบบเกม 3 มิติ ทำให้พบว่าโปรแกรมสามารถช่วยผู้ประเมินในการประเมินความสามารถในการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดเวลาในการประเมินตามความคาดหวังของผู้วิจัย



ภาพประกอบ 6 แสดงหน้าจอโปรแกรมประยุกต์เพื่อการประเมินผลโครงการเกม

เมนูแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ไฟล์ (File) ส่วนนี้จะทำหน้าที่แสดงรายการของเมนูที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการโครงการเกม โดยประกอบไปด้วยเมนูย่อย ได้แก่ สร้างโครงการเกม (New) เปิดโครงการเกมที่บันทึกไว้ในระบบ (New Project) แก้ไขข้อมูลโครงการเกม (Edit) และปิดการทำงานของเครื่องมือ (Exit) ในส่วนของเมนูย่อยสร้างโครงการเกม ทำหน้าที่แสดงหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้กรอกและเลือกข้อมูลนำเข้าสำหรับการสร้างโครงการเกมใหม่



ภาพประกอบ 7 แสดงหน้าจอสำหรับการแก้ไขข้อมูลไฟล์เกม

No.	ID	Metric Name	Usability Quality Attributes	#Relevant Entities	Derived Measure Value	Relevant Metric	View Metric
1	U1-001	ความสามารถในการทำความเข้าใจของเกมส์	ความสามารถในการทำความเข้าใจ	3	0.0		

ภาพประกอบ 8 หน้าจอแสดงรายการมาตรวัด “ความสามารถในการทำความเข้าใจของเกมส์”

No.	ID	Metric Name	Usability Quality Attributes	#Relevant Entities	Derived Measure Value	Relevant Metric	View Metric
1	U1-001	ความสามารถในการทำความเข้าใจของผู้เล่น	ความสามารถในการทำความเข้าใจ	3	0.0	Relevant Metric	View Metric
2	U2-001	ความสามารถในการเข้าถึงของผู้เล่น	ความสามารถในการเข้าถึง	1	0.0	Relevant Metric	View Metric
3	U3-001	ความสามารถในการเข้าถึงของผู้เล่น	ความสามารถในการเข้าถึง	3	0.0	Relevant Metric	View Metric
4	U4-001	ความสามารถในการเข้าถึงของผู้เล่น	ความสามารถในการเข้าถึง	3	0.0	Relevant Metric	View Metric
5	U5-001	ความสามารถในการเข้าถึงของผู้เล่น	ความสามารถในการเข้าถึง	1	0.0	Relevant Metric	View Metric

ภาพประกอบ 9 หน้าจอแสดงรายการวัดที่เกี่ยวกับความสามารถในการทำความเข้าใจ

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Relevant Metric (แถวที่ 1) ข้อมูลก็จะแสดงรายการคอลัมน์ #Relevant Entities
เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม View Metric (แถวที่ 2) ข้อมูลก็จะแสดงรายการคอลัมน์ #Derived Measure Value

ตาราง 2 การแสดงคำอธิบายต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ

หมวดหมู่	คลาส	คำอธิบาย
Content ส่วนของเนื้อหา	Game Mechanic (1) กลไกของเกม	ประเภทของเกมเป็นสิ่งที่กำหนดกฎและวิธีการเล่น
	Theme ธีม	ธีมของเกม เช่น ป่ารก กระบือ ภูเขา แม่น้ำ บ้านร้าง
	Main Story Line (1) เนื้อเรื่องหลัก	เนื้อเรื่องหรือจุดมุ่งหมายที่ทำให้เกิดเกมขึ้น
	Goal เป้าหมายของเกม	เป้าหมายของเกมหรือเป้าหมายสำหรับเหตุการณ์นั้นๆ
	Character (-) ตัวละคร	ตัวละคร เช่น ผู้เล่นเอง, ตัวละครที่ผู้เล่นควบคุม
	Event (-) เหตุการณ์	การดำเนินเนื้อเรื่องต่อจากเนื้อเรื่องหลัก เช่น ด่านพิเศษ เป็นต้น
Gameplay ส่วนของการเล่น	Rules กฎ	ข้อบังคับที่ต้องปฏิบัติตามเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของเกม
	GameCriterion กติกา	เป็นส่วนหนึ่งของกฎกติกา ประกอบด้วยเกณฑ์การผ่านด่านและการให้คะแนน
	PassCriterion เกณฑ์การผ่านด่าน	สิ่งที่ผู้เล่นต้องทำให้จบเกมหรือเกมดำเนินต่อไป
	ScoreCriterion (-) เกณฑ์การให้คะแนน	การให้คะแนนผู้เล่นเมื่อจบเกม

ตาราง 2 (ต่อ)

หมวดหมู่	คลาส	คำอธิบาย
Gameplay ส่วนของการเล่น	ControlSystem ระบบการควบคุม	สำหรับควบคุมตัวละครและวิธีการเล่น
	Animation แอนิเมชัน	การเคลื่อนไหวของตัวละคร หรือวัตถุภายในเกม
	GameSetting (-) ระบบการตั้งค่าเกม	สำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเกมเช่นตั้งค่าระดับความง่าย ตั้งค่าตัวละคร ตั้งค่าระบบเสียง
	HelpSystem (-) ระบบการช่วยเหลือผู้เล่น	อาจประกอบไปด้วยตัวอย่างการเล่นและคำอธิบาย ในการช่วยเหลือผู้เล่น
Device ส่วนของอุปกรณ์	UI ส่วนต่อประสานผู้ใช้	ส่วนต่อประสานผู้ใช้
	Input อินพุต	การนำเข้าข้อมูลประกอบไปด้วยปุ่มต่าง ๆ ที่ใช้ในการเล่น ระบบสัมผัสและแป้นพิมพ์ (จริง/เสมือน) และอื่น ๆ
	Output เอาต์พุต	การนำออกข้อมูลประกอบไปด้วยส่วนของการแสดงผล และเสียง
	Display ส่วนของการแสดงผล	ประกอบไปด้วยส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) และการแจ้งเตือน (Notification)
	Environment สภาพแวดล้อม	ประกอบไปด้วย การใช้ข้อมูลเครือข่าย (Network), ข้อผิดพลาด (Error)

ตาราง 3 ผลความพึงพอใจของนักศึกษา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความน่าสนใจของเกมสามมิติและเนื้อเรื่องของเกม	4.52	0.56	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของเกมในแต่ละเกาะ	4.29	0.83	มาก
3. ความเหมาะสมของกราฟิกของเกม	4.23	0.79	มาก
4. ความเหมาะสมของไอเท็มของแต่ละด่าน	4.29	0.83	มาก
5. ความเหมาะสมของตัวละคร	4.23	0.79	มาก
6. ความเหมาะสมของเวลาในการเล่นเกมในแต่ละเกาะ	4.29	0.83	มาก
7. เกมง่ายต่อการใช้งาน	4.23	0.79	มาก
8. เกมให้ประโยชน์ที่ผู้เล่นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันได้	4.29	0.83	มาก

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
9. ผู้ใช้ได้ข้อคิดจากเกม ในด้านการใช้เวลาให้คุ้มค่า	4.23	0.79	มาก
10. ผู้ใช้สามารถต่อยอดเกมได้ในอนาคต	4.23	0.79	มาก
โดยรวม	4.28	0.78	มาก

จากตารางพบว่า นักศึกษาสาขาวิชานวัตกรรมการและคอมพิวเตอร์ศึกษา ที่เรียนรายวิชาเกมคอมพิวเตอร์ เพื่อการศึกษา มีความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ ร้อยละ 4.28 ที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ 0.78 และมีความพึงพอใจในทุกรายการในระดับมาก

6.3 ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ

ด้วยมาตรวัดฮีริสติกเพื่อการออกแบบ ได้แก่

ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการประเมินจากข้อคำถามตามรายการตรวจสอบการประเมินความสามารถด้านการใช้งาน ซึ่งข้อคำถาม รายการตรวจสอบผู้วิจัยวิเคราะห์เลือกจากผลการวิจัย Heuristic Evaluation on Mobile Interfaces: A New Checklist (2016) ซึ่งได้ทำการรวบรวมรายการประเมินเชิงฮีริสติกตามหลักการของ Jakob Nielsen (Jakob Neilsen's Heuristics) จำนวน 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อหา อุปกรณ์ และการเล่น พร้อมทั้งนำไปผนวก รวมกับการประยุกต์ใช้มาตรฐาน ISO/ICE 9126-3 ด้านคุณภาพภายใน (Internal quality) ในบริบทของเกม ซึ่งนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายของการวิจัยประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ ในรายวิชาเกม คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ที่ผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบการจัดกิจกรรมสอน

ตาราง 4 รายการประเมิน ส่วนเนื้อหา ส่วนอุปกรณ์ และส่วนของการเล่น

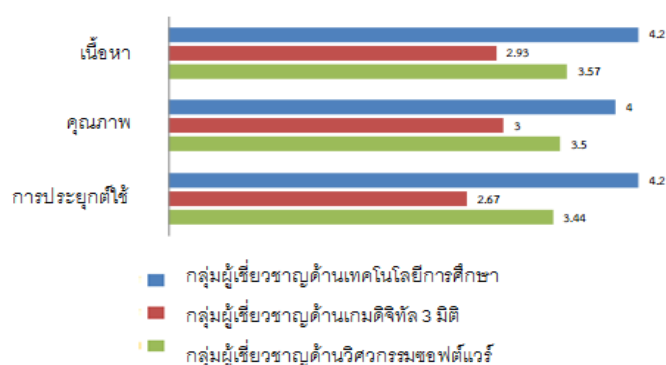
ส่วนการประเมิน	รายการประเมิน
ความสามารถในการทำ ความเข้าใจในส่วนเนื้อหาของเนื้อหา	ความครบถ้วนของคำอธิบายเนื้อเรื่องหลัก
	ความครบถ้วนของคำอธิบายเป้าหมายของเกม
	ความครบถ้วนของคำอธิบายเหตุการณ์
	ความครบถ้วนของคำอธิบายตัวละคร
	ความเด่นชัดของตัวละคร
	ความเข้าใจง่ายของเนื้อเรื่องหลัก
	ความเข้าใจง่ายของเป้าหมายของเกม
	ความเข้าใจง่ายของเหตุการณ์
ความสามารถในการทำงาน ส่วนเนื้อหาของเนื้อหา	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงและอธิบายเนื้อเรื่องหลัก
	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงและอธิบาย
	ความสามารถในการยกเลิกการอธิบายตัวละคร
	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงบทสนทนาของตัวละคร
	ความสอดคล้องของเป้าหมายของเกมต่อเนื้อเรื่องหลักและเหตุการณ์
	ความสอดคล้องของเหตุการณ์ต่อเนื้อเรื่องหลัก

ส่วนการประเมิน	รายการประเมิน
	ความสอดคล้องของเหตุการณ์ต่อเหตุการณ์ก่อนหน้า
	ความสอดคล้องของเหตุการณ์ต่ออิมของเกม
	ความสอดคล้องของตัวละครต่อเนื้อเรื่องหลักและเหตุการณ์
	ความสอดคล้องของตัวละครต่ออิมของเกม
ความสามารถในการทำงาน ส่วนของเนื้อหา	ความชัดเจนของคำอธิบายเนื้อเรื่องหลัก
	ความชัดเจนของคำอธิบายเป้าหมายของเกม
	ความชัดเจนของคำอธิบายเหตุการณ์
	ความชัดเจนของคำอธิบายตัวละคร
	ความชัดเจนของบทสนทนาของตัวละคร
ความดึงดูดใจส่วนของเนื้อหา	ความดึงดูดใจของเนื้อเรื่องหลัก
	ความดึงดูดใจของเหตุการณ์
	ความดึงดูดใจของตัวละคร
	ความดึงดูดใจของอิม
ความสามารถในการทำ ความเข้าใจส่วนของอุปกรณ์	ความครบถ้วนของคำอธิบายเมนู
	ความครบถ้วนของคำอธิบายปุ่ม
	ความครบถ้วนของคำอธิบายการแจ้งเตือน
	ความเด่นชัดของเมนู
	ความเด่นชัดของปุ่ม
	ความเข้าใจง่ายของหน้าจอแสดงผล
ความสามารถในการทำงาน ส่วนของอุปกรณ์	การตรวจสอบความถูกต้องของการนำเข้าข้อมูล
	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงผลเมนู
	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงผลแบ่นพิมพ์
	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงผลการแจ้งเตือน
	ความสอดคล้องของหน้าจอแสดงผล
	ความสอดคล้องของส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิกต่ออิมของเกม
	ความชัดเจนของคำอธิบายเมนู
	ความชัดเจนของคำอธิบายปุ่ม
	ความชัดเจนของเมนู
	ความชัดเจนของการแจ้งเตือน
ความดึงดูดใจส่วนของอุปกรณ์	ความดึงดูดใจของหน้าจอแสดงผล
	ความดึงดูดใจของเสียงและดนตรีประกอบ
	ความสามารถในการปรับแต่งส่วนต่อประสานผู้ใช้กราฟิก
ความสามารถในการทำ ความเข้าใจส่วนของการเล่น	ความครบถ้วนของคำอธิบายกฎกติกา
	ความครบถ้วนของคำอธิบายวิธีการเล่น
	ความครบถ้วนของคำอธิบายระบบการช่วยเหลือผู้เล่น

ส่วนการประเมิน	รายการประเมิน
	ความเข้าใจง่ายของกฎกติกา
	ความเข้าใจง่ายของวิธีการเล่น
	ความเข้าใจง่ายของระบบของเกม
ความสามารถในการเรียนรู้ ส่วนของการเล่น	ความครบถ้วนของคู่มือการเล่น
	ความครบถ้วนของคู่มือการตั้งค่าเกม
ความสามารถในการทำงาน ส่วนของการเล่น	ความสามารถในการยกเลิกการแสดงการสาธิตการเล่น
	ความสามารถในการตั้งค่าเกม
	ความสอดคล้องของกฎและกติกา
	ความชัดเจนของคำอธิบายกฎกติกา
	ความชัดเจนของคำอธิบายวิธีการเล่น
	ความชัดเจนของคำอธิบายระบบการช่วยเหลือผู้เล่น
ความดึงดูดใจส่วนของการเล่น	ความดึงดูดใจของวิธีการเล่น
	ความดึงดูดใจของแอนิเมชัน
การปฏิบัติตามมาตรฐานการใช้ งานส่วนของการเล่น	การปฏิบัติตามมาตรฐานของกฎ
	การปฏิบัติตามมาตรฐานของกติกา
	การปฏิบัติตามมาตรฐานของวิธีการเล่น

ตาราง 5 ผลการประเมินประสิทธิภาพการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน

หัวข้อการ ประเมิน	ผลการประเมิน โดยเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์					ผลการประเมิน โดยเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเกมดิจิทัล 3 มิติ					ผลการประเมิน โดยเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีการศึกษา				
	มาตรวัดคุณภาพที่					มาตรวัดคุณภาพที่					มาตรวัดคุณภาพที่				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.1	3.2	3.8	3.4	3.4	3.2	3.8	3.4	3.2	3.2	3.2	4.4	4.2	4.4	4.2	4.4
1.2	3	3.4	3	3.2	3	3.4	3.2	3	3	3	4.2	4	4.2	4.2	4.2
1.3	2.6	3.2	3	2.8	2.6	3.2	2.8	2.6	2.6	2.6	4	4	4	4.4	4.4
เฉลี่ย	2.93	3.47	3.13	3.13	2.93	3.47	3.13	2.93	2.93	2.93	4.2	4.07	4.2	4.27	4.33



ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญในการปรับรายการประเมินบางรายการเพื่อการเก็บข้อมูลที่เข้าใจง่ายขึ้น เช่น “หากมีตัวอย่างการเล่นจะทำให้เล่นเกมได้ง่ายขึ้น”, “ทำไมจึงต้องมีเมอนี่บนหน้าจอของเกม ถ้าซ่อนได้จะดีกว่า”, “เกมนี้ควรจะมีการตั้งค่าเสียง” เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือรายการข้อมูลสารสนเทศของสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจในการเล่นของผู้เล่น หรือกล่าวคือสิ่งที่ส่งผลต่อการใช้งานของเกม

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตัดทอนข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนออกและผนวกรวมข้อมูลที่มีความหมายใกล้เคียงกัน ยกตัวอย่างเช่น “กฎของเกมยากเกินไป” และ “ผ่านด่านง่ายเกินไปไม่ท้าทาย” ให้หมายถึง “กฎและกติกาของเกม” เป็นต้น

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

7.1 ข้อเสนอแนะด้านการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลจากผู้เล่น หรือที่เรียกว่า “Playtester” ที่ทำการเล่นต้นแบบเกมดิจิทัล 3 มิติ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลาย สามารถเพิ่มการทดสอบโดยใช้ต้นแบบเกมที่มีความแตกต่างกัน ได้แก่ เกมประเภทอาร์พีจี (Role-Playing Game) เกมวางแผน เกมผจญภัยผ่านผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือ รายการข้อมูลสารสนเทศของสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจในการเล่นของผู้เล่น

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดงานวิจัย

7.2.1 เพิ่มรูปแบบการเล่นให้สามารถเล่นได้หลายคน ผ่านระบบเครือข่าย

7.2.2 เพิ่มส่วน Option ให้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลได้ เช่น จำนวนสีในการแสดงผล หรือสามารถเลือกรูปแบบของชุดคำสั่งในการ Render เพื่อให้ผู้เล่นสามารถปรับเปลี่ยนตามความชอบ

8. เอกสารอ้างอิง

- กฤตาภรณ์ สีหารี. (2561). มุมมองวิศวกรรมซอฟต์แวร์ต่อการเรียนรู้ด้วยเกมดิจิทัลสำหรับการศึกษา
ประเทศไทย 4.0. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 28(2).
- ปริยานันท์ อัครกิจ. (2560). เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติก. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Dorner, R. and Spierling, U. (2014). *Serious Games Development as a Vehicle for Teaching Entertainment Technology and Interdisciplinary Teamwork: Perspectives and Pitfalls*, Proceedings of the 2014 ACM International Workshop on Serious Games, USA, pp. 3-8.
- Ibrahim, A. (2017). Playability Heuristics Evaluation for Educational Video Games. *International Journal of Core Engineering and Management*, 4(6), 1-12.

- Jakob Nielsen. (2007). *How to Conduct a Heuristic Evaluation*. Retrieved from <https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5261/v07/studentpros-jekter/Skattekort//heuristiskevaluering.pdf>. April 22th, 2020.
- Markopoulos, P., Read, J.M., MacFarlane, S. and Hoysniemi, J. (2019). *Evaluating Children's Interactive Products: Principles and Practices for Interaction Designers*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- Tan, J. L., Goh, D. H.-L., Ang, R. P., and Huan, V. S. (2011). Child-centered interaction in the design of a game for social skills intervention. *Computers in Entertainment (CIE)*, 9(1), 1-17.