การตรวจสอบประสิทธิภาพของ DEG7–9 ฮิวริสติก เพื่อการออกแบบด้วยการประเมินต้นแบบเกม

กรชุลี สังข์แก้ว* ไตรภพ วงษ์เพชร และกชมล แก้วสุขสี

สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100
*E-mail: kornchulee.sun@sru.ac.th

รับบทความ: 12 กุมภาพันธ์ 2562 แก้ไขบทความ: 22 สิงหาคม 2562 ยอมรับตีพิมพ์: 3 ตุลาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของชุดฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ ชื่อ “DEG7–9” โดยการนำ DEG7–9 ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 7–9 ปี แล้วจึงศึกษาประสิทธิภาพของเกมดิจิทัลต่อผลการเรียนรู้ของเด็กอายุ 7–9 ปี กระบวนการศึกษาวิจัยเริ่มต้นด้วยการถ่ายทอดฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 ให้แก่นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยที่ผู้วิจัยสังกัด จากนั้นนักศึกษาใช้ DEG7–9 ในการออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัล เรื่อง “การคัดแยกขยะ” โดยสื่อประกอบไปด้วย เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา แอนิเมชันอินโฟกราฟิก และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่อมานำสื่อดิจิทัลไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนอายุ 7–9 ปี โดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 72 คน จากโรงเรียนในพื้นที่ให้บริการวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังจากคัดกรองข้อมูลแล้วคงเหลือข้อมูลที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จำนวน 65 คน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนถูกตรวจสอบโดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบการเรียนรู้ก่อนและหลังเล่นเกมว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยเกมดิจิทัลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเล่นเกมสูงกว่าก่อนเล่นเกม ($p < .05$) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเล่นเกมเพิ่มจาก 4.94 คะแนน เป็น 5.18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน อาจกล่าวได้ว่า เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาเรื่อง “การคัดแยกขยะ” ซึ่งออกแบบโดยใช้ DEG7–9 เป็นแนวทาง สามารถเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกขยะให้แก่นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเล่นเกมได้ นอกจากนี้ผลการศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่า DEG7–9 สามารถนำไปใช้ออกแบบเกมดิจิทัลได้ง่าย เนื่องจากเนื้อหาของ DEG7–9 เป็นสิ่งที่ปฏิบัติตามได้ทันที และได้รับการพัฒนาขึ้นสำหรับการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กกลุ่มอายุ 7–9 ปีโดยเฉพาะ

คำสำคัญ: ฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา การตรวจสอบฮิวริสติก การออกแบบและพัฒนาเกม การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์

Validating the Effectiveness of the DEG7-9 Design Heuristics by Evaluating the Game Prototype

Kornchulee Sungkaew*, Traipop Wongphet and Kodchamon Kaewsuksi

Program in Multimedia Technology and Animation, Faculty of Science and Technology,
Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100, Thailand
*E-mail: kornchulee.sun@sru.ac.th

Received: 12 February 2019 Revised: 22 August 2019 Accepted: 3 October 2019

Abstract

The research aimed to validate the effectiveness of the Design Heuristics named "DEG7–9" by applying the heuristics as a guideline in the design and development of a digital educational game for children aged 7–9. The effectiveness of the digital educational game on learning outcomes was evaluated. The research process was started by educating the DEG7–9 to students of Multimedia Technology and Animation Program, Faculty of Science and Technology, the affiliated university of the researcher. A digital media on "Waste Separation" was designed and developed by the students. The media included a digital educational game which was designed using DEG7–9 as a guideline, an animated infographics, and a pretest/posttest. The digital media was used by a simple random sample of 72 students aged 7–9 from a network school of the university; however, the remaining of 65 records were useful for analysing. The nonparametric statistics were used to compare the average scores of the pretest and posttest. The result indicated a significant difference in the score of posttest (M = 5.18) over the score of pretest (M = 4.94) ($p < .05$). It could be inferred that the digital educational game on "Waste Separation" designed using DEG7–9 could enhance specific knowledge on waste separation of the participating children after they played. Moreover, the results showed that DEG7–9 can be applied easily for designing a digital educational game because the heuristics are practical statements. In particular, DEG7–9 is a specific set of heuristics for designing digital educational games for children aged 7–9.

Keywords: Design heuristics, Digital educational games, Heuristic validation, Game design and development, Human–computer interaction (HCI)

บทนำ

ปัจจุบันเกมดิจิทัลนิยมใช้เป็นเครื่องมือเพื่อส่งเสริมพัฒนาการการเรียนรู้ให้แก่เด็กกันมากขึ้น เนื่องจากพบว่ากิจกรรมที่ฝังอยู่ในเกมสามารถช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจให้แก่เด็กได้ง่ายขึ้น (Robertson and Howells, 2008) เกมดิจิทัลที่ได้รับการออกแบบไม่เพียงเพื่อความบันเทิงอย่างเดียวแต่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วย เรียกว่า Edutainment / Serious games / Game–based learning หรือ Persuasive games (Bouzid *et al*., 2017; Dörner and Spierling, 2014) ในปัจจุบันคำว่า "*เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา (Digital educational games: DEG)*" มักใช้เรียกเกมดิจิทัลที่มีลักษณะข้างต้นเช่นกัน (Heintz and Law, 2018)

การออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษามีความซับซ้อนกว่าการออกแบบสื่ออื่น ๆ เนื่องจากต้องมีความสมดุลระหว่างความสนุกสนานและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ นักออกแบบและพัฒนาเกมจึงควรรู้ว่าคุณลักษณะใดมีความสำคัญและควรนำมาใช้ในการออกแบบเกมที่สามารถกระตุ้นให้เด็กบรรลุผลทางการเรียนรู้ไปพร้อมกับความสนุกสนาน ดังนั้นหลักการทาง*ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์* (human–computer interaction: HCI) เพื่อช่วยในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาจึงมีความสำคัญ (Ibrahim, 2017)

"ฮิวริสติก" เป็นรูปแบบหนึ่งของกลยุทธ์การแก้ปัญหา หลักการทั่วไปของฮิวริสติกคือการให้เหตุผล การทำให้เข้าใจง่าย ๆ หรือการเดาที่ใช้พื้นฐานความรู้ เพื่อลดการค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่ยาก ฮิวริสติกแตกต่างจากโครงสร้างที่เป็นทางการ เช่น อัลกอริธึม ดังนั้นการใช้ฮิวริสติกในการตัดสินใจแก้ปัญหาจะไม่เหมือนกับการใช้เหตุผลหรือการใช้สถิติเพื่อการแก้ปัญหา เป็นเพียงการค้นหาทางแก้ปัญหาที่ยอมรับได้ หรือที่ "ดีพอ" ในสถานการณ์นั้น ๆ (Papantoniou *et al*., 2002)

ฮิวริสติกใช้กันอย่างกว้างขวางในศาสตร์ทาง HCI โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ Jacob Nielsen ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (user interface design) (Nielsen and Molich, 1990) ได้นำเสนอ*วิธีการประเมินแบบฮิวริสติก (heuristic evaluation*: *HE)* เพื่อใช้ในการประเมินหาปัญหาของผลิตภัณฑ์แบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้น ดังนั้นในบริบททาง HCI ฮิวริสติกคือหลักการที่ใช้ในการค้นหาปัญหาการใช้งานผลิตภัณฑ์ หรือ usability principles นั่นเอง

การศึกษาวิจัยที่ผ่านมา (Sungkaew, 2021) ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นว่า การประเมินแบบฮิวริสติกนอกจากจะใช้เพื่อค้นหาปัญหาการใช้งานผลิตภัณฑ์แบบปฏิสัมพันธ์แล้ว ผู้วิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับคะแนนเกมรีวิวเพื่อค้นหาคุณลักษณะของเกมที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้เด็ก (อายุ 7–9 ปี) ได้เล่นและเรียนรู้ไปพร้อมกัน จากนั้นจึงพัฒนาคุณลักษณะดังกล่าวเป็น*ฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ* (design heuristics) ชื่อว่า "*DEG7–9*" ผู้วิจัยนำเสนอ DEG7–9 ให้เป็นหนึ่งในหลักการทาง HCI ที่นักออกแบบและพัฒนาเกมควรนำไปใช้เพื่อการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กกลุ่มอายุ 7–9 ปี ต่อไป

อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวยังไม่ได้แสดงผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของฮิวริสติกเพื่อการออกแบบที่ค้นพบ ในการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา ในมุมมองของเด็กอายุ 7–9 ปี การศึกษาวิจัยนี้จึงถูกออกแบบให้มีเด็กอายุ 7–9 ปี ซึ่งเป็นผู้เล่นเกมที่แท้จริง ได้มีส่วนร่วมในการประเมินประสิทธิภาพของเกมดิจิทัลที่ได้รับการ

ออกแบบด้วย DEG7–9

การศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์และคำถามการวิจัยดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

(1) ออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในเด็กอายุ 7–9 ปี โดยนำฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนา

(2) ตรวจสอบประสิทธิภาพของ DEG 7–9 โดยการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบเกมต่อผลการเรียนรู้ของเด็กอายุ 7–9 ปี

2. คำถามการวิจัย

(1) นักออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา (ในบริบทนี้คือนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน) สามารถนำ DEG 7–9 ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาได้หรือไม่

(2) ต้นแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ได้รับการออกแบบโดยใช้ DEG7–9 มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กอายุ 7–9 ปี หรือไม่

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

"*Casual games*" เป็นเกมที่มีลักษณะเล่นง่าย ชนะเร็ว ไม่มีข้อกำหนดมากมาย วิธีการเล่นไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องการทักษะพิเศษใดในการเล่น มีกลไกการเล่นไม่ซับซ้อน หากเล่นผ่านด่านแรก ๆ ได้ ผู้เล่นสามารถเข้าใจกลไกการเล่นในด่านต่อ ๆ ไปได้โดยอัตโนมัติ ใช้เวลาเล่นให้จบเกมได้ภายในช่วงเวลาสั้น เช่น เกมที่ใช้เมาส์คลิก เกมที่ใช้เวลาเล่นเพียง 5–20 นาที (IGDA, 2008; Kuittinen *et al*., 2007) มีคำกล่าวว่า คนที่เพิ่งเริ่มเล่นเกมดิจิทัล มักเริ่มเล่นจากเกมประเภท casual games อันเนื่องจากความง่ายของกลไกในการเล่นนั่นเอง (Gerling *et al*., 2011)

สืบเนื่องจากลักษณะที่เรียบง่ายของ casual games เกมประเภทนี้จึงเป็นกิจกรรมสันทนาการที่ชื่นชอบในหมู่เด็กและวัยรุ่น เกมประเภท casual games นิยมนำไปออกแบบเป็นเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กมากขึ้น มีงานวิจัยสนับสนุนไว้ว่า เกมเพื่อการศึกษาไม่จำเป็นต้องเต็มไปด้วยกราฟิกแบบ 3 มิติ หรือมีกลไกการเล่นที่ซับซ้อนเพื่อใช้ในการดึงดูดผู้เล่น (Klopfer *et al*., 2009) อีกทั้งผู้ปกครองและครูในยุคปัจจุบันซึ่งไม่คุ้นเคยกับเกมที่เล่นยาก ยังมีความกังวลว่าจะรู้ไม่เท่าทันเกมที่บุตรหลานเล่น ดังนั้นเกมที่ได้รับการยอมรับในยุคปัจจุบันจึงมีแนวโน้มเป็นเกมประเภทที่เล่นง่าย เข้าใจทันที สามารถเล่นได้ในช่วงเวลาสั้น ทั้งที่บ้านหรือในห้องเรียน นอกจากนี้ casual games เป็นเกมที่เล่นได้บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดใด ดังนั้น เกมประเภท casual games จึงเป็นที่นิยมในตลาดเกมเพื่อการศึกษา

ผู้วิจัยมีแนวคิดสอดคล้องกับ Gerling *et al*. (2011) ที่ว่า คุณลักษณะความเป็นเกมเล่นง่ายของ casual games เหมาะที่จะเป็นเกมสำหรับเด็กเล็ก เพราะมีแนวโน้มที่จะทำให้เด็กมีความผ่อนคลายและมีความสนุกสนานมากกว่าเกมที่มีความซับซ้อนและมีข้อกำหนดมากมาย อีกทั้งเด็กในช่วงอายุ 7–9 ปี บางคนอาจยังไม่มีทักษะเชี่ยวชาญในการเล่นเกมมากนัก หากเด็กเล่นผ่านด่านแรก ๆ ของเกมได้ ก็สามารถเข้าใจกลไกการเล่นเกมในด่านต่อ ๆ ไปได้ง่าย เด็กเล็กมีช่วงเวลาแห่งการสนใจสิ่งต่าง ๆ สั้น (Markopoulos *et al*., 2008) casual games ซึ่งเป็นเกมที่สามารถ

เล่นให้จบได้ภายในช่วงเวลาสั้น ๆ จึงเหมาะกับเด็กอายุ 7–9 ปี ด้วยเหตุดังกล่าว เกมประเภท casual games จึงเหมาะสมกับเด็กกลุ่มนี้ ดังนั้นเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับการศึกษาวิจัยนี้เป็นประเภท casual games สำหรับเล่นคนเดียว (single user games) สามารถเล่นแบบออนไลน์หรือออฟไลน์ได้ เกมทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows โดยคอมพิวเตอร์ควรมี Flash Player เพื่อประมวลผล

ทฤษฎีเกสตอลท์ (Gestalt theory) เป็นทฤษฎีทางสาขาจิตวิทยาซึ่งอธิบายแนวคิดของการเรียนรู้ไว้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดภายในตัวมนุษย์ *บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย* ทฤษฎีเกสตอลท์นำไปใช้เป็นหลักการหรือแนวทางการวิจัยในหลากหลายสาขา เช่น สาขาด้านการศึกษา สาขาด้านธุรกิจ สาขานิเทศศิลป์ (Alsudani and Casey, 2009; Chang *et al*., 2002) สำหรับสาขาทาง HCI มีนักวิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกสตอลท์ในการออกแบบส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ หรือ UI design เช่น การออกแบบเว็บเพจ โดยการจัดวางองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ ในหนึ่งหน้าเพจอย่างสัมพันธ์กันในภาพรวม (Alsudani and Casey, 2009; Yang and Shi, 2009)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกสตอลท์ในการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา โดยพิจารณาว่า เกมเดียวที่รวมเอาคุณลักษณะสำคัญไว้ด้วยกัน ย่อมดีกว่าแยกเกมเป็นหลายเกมที่แต่ละเกมมีคุณลักษณะสำคัญเพียงคุณลักษณะเดี่ยว ดังนั้นจึงได้ออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 7–9 ปี จำนวน 1 เกม ซึ่งรวมเอาฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG 7–9 ไว้ด้วยกัน (ตาราง 1) (Sungkaew, 2021) อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ DEG7–9 ต่อผลการเรียนรู้ของผู้เล่น การศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของ DEG7–9 แบบมีส่วนร่วมโดยเด็ก โดยการนำไปใช้ในการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 7–9 ปี และศึกษาคุณค่าทางการเรียนรู้ต่อเด็กกลุ่มอายุดังกล่าว

การตรวจสอบประสิทธิภาพของการออกแบบเกมแบบมีส่วนร่วมโดยเด็ก: Markopoulos *et al*. (2008) กล่าวว่า ในกระบวนการพิจารณาความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์แบบปฏิสัมพันธ์สำหรับเด็กนั้น นอกเหนือจากความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ความคิดเห็นจากเด็ก ซึ่งไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญแต่เป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยตรงก็มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ข้อมูลความคิดเห็นจะนำไปใช้เพื่อศึกษา usability และ user experience ของผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ที่พวกเขาสามารถใช้งานได้ง่ายและสามารถเติมเต็มประสบการณ์ที่สนุกสนาน

Druin (1999) ให้ข้อสันนิษฐานไว้ว่า เด็กสามารถมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นต่อการออกแบบเทคโนโลยีที่สร้างเพื่อพวกเขาได้ Tan *et al*. (2011) กล่าวไว้ว่า เด็กสามารถมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นได้ในหลากหลายรูปแบบ ได้แก่ ในฐานะผู้ให้ข้อมูลความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ และผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Markopoulos *et al*. (2008) เชื่อว่าเด็กสามารถทำหน้าที่เป็นผู้ประเมิน (evaluator) ต้นแบบผลิตภัณฑ์ (prototype) เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนปล่อยออกสู่ตลาดต่อไป Mazzone *et al*. (2007) ระบุว่า การให้เด็กมีส่วนร่วมในการ

ตาราง 1 ฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG7–9

	DEG7–9
DEG7–9#1	เป้าหมายความสำเร็จในการเล่นเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาควรกำหนดเป็นเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ (learning goals) แทนเป้าหมายความสามารถ (performance goals) นอกจากนี้ เป้าหมายดังกล่าวควรชัดเจน กระชับ เรียบง่าย และนำเสนอเป้าหมายไว้ในช่วงต้น ๆ เมื่อเข้าสู่เกม
DEG7–9#2	ในเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา ควรได้จัดเตรียมคำแนะนำต่าง ๆ ไว้ให้เด็กใช้เป็นตัวช่วยระหว่างการเล่นเกม โดยคำแนะนำเหล่านั้นควรได้อธิบายวิธีการเล่นเพื่อเข้าใกล้คำตอบที่ถูกต้องหรือทำอย่างไรจะชนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำแนะนำต้องไม่เป็นข้อความเท่านั้น
DEG7–9#3	เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 7–9 ปี ควรมีลักษณะที่เล่นแล้วผ่อนคลาย เช่น ลักษณะเกมไม่ซับซ้อน หากเป็นเกมที่ใช้ความเร็วหรือเวลาที่จำกัดในการเล่น ควรให้มีความเร็วที่เหมาะสมและไม่กดดันด้านเวลา
DEG7–9#4	เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาควรมีหลายด่าน โดยด่านก่อนหน้าแฝงไปด้วยความรู้เพื่อใช้เล่นด่านต่อ ๆ ไป แต่ละด่านเพิ่มความยากขึ้นตามลำดับเพื่อเพิ่มความท้าทายให้เด็กเล่นด้วยความอยากรู้อยากเห็นไปเรื่อย ๆ การเล่นแต่ละด่านเปิดโอกาสให้เด็กได้ทบทวนความรู้ผ่านลักษณะการเล่นซ้ำ ๆ
DEG7–9#5	เพื่อสร้างจินตนาการระหว่างการเล่นและนำไปสู่การเรียนรู้ เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาควรใช้ตัวละครในลักษณะการ์ตูนภาพเคลื่อนไหวมากกว่าตัวละครที่เลียนแบบมนุษย์
DEG7–9#6	เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาควรจัดให้มี feedback เพื่อแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เด็กทราบ โดย feedback อาจอยู่ในรูปแบบการให้รางวัลเมื่อเด็กสามารถเรียนรู้อะไรบางอย่างได้

ประเมินต้นแบบผลิตภัณฑ์ก่อนปล่อยออกสู่ตลาด ถือเป็นแนวปฏิบัติที่ทำกันมาแต่ดั้งเดิม หากให้เด็กมีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นจนกระทั่งจบขั้นตอนประเมินผลิตภัณฑ์ จะเรียกกระบวนการมีส่วนร่วมแบบนี้ว่า user–centered design (UCD)

Khanana (2016) ผู้พัฒนา DEG7–11 เป็นฮิวริสติกเพื่อการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 7–11 ปี โดยประยุกต์ใช้กระบวนการแบบมีส่วนร่วมของเด็กในการประเมินประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของเกมที่ใช้ DEG 7–11 เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา จำนวน 2 เกม โดย GameA ออกแบบให้มี 8 คุณลักษณะของ DEG7–11 ขณะที่ GameB ใช้เพียง 2 คุณลักษณะของ DEG7–11 จากนั้นสุ่มอย่างง่ายนักเรียนอายุ 7–11 ปี จำนวน 182 คน จากโรงเรียนระดับประถมศึกษา 8 แห่งในประเทศอังกฤษ เพื่อเข้าร่วมทดลองเล่นเกมทั้งสองเกม เด็กถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มโดยสุ่มเด็กกลุ่มทดลอง (N = 94) ให้เล่น GameA และเด็กกลุ่มควบคุม (N = 88) ให้เล่น GameB โดยให้เด็กเล่นเกมเป็นรายบุคคลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน จากนั้นตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กแต่ละกลุ่ม (between–subjects design) เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางการเรียนรู้ของเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาทั้งสองเกมต่อเด็ก ผลการศึกษาจาก

ข้อมูลสมบูรณ์วิเคราะห์ได้เด็กเพียง 126 คน พบว่าคะแนนความแตกต่างของคะแนนทดสอบการเรียนรู้ก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กที่เล่น GameA สูงกว่าเด็กที่เล่น GameB และโดยเฉลี่ยเด็กทั้งสองกลุ่มมีคะแนนทดสอบการเรียนรู้หลังเล่นเกมเพิ่มขึ้น

สำหรับการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีแนวคิดให้เด็กมีส่วนร่วมในขั้นตอนของการประเมินต้นแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการแบบดั้งเดิมที่ควรปฏิบัติก่อนนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดจริง การประเมินประสิทธิภาพเกมในการศึกษาวิจัยนี้กระทำโดยการให้เด็กอายุ 7–9 ปี เล่นเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ออกแบบและพัฒนา ขึ้นจากนั้นศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเล่นเกมของเด็กแต่ละคน อย่างไรก็ตาม เนื่องด้วยระยะเวลาของการศึกษาวิจัยที่จำกัด ประกอบกับจำนวนนักเรียนที่ได้รับการอนุญาตให้เข้าร่วมทดลองเล่นเกมมีจำนวนเพียง 72 คน ผู้วิจัยจึงใช้เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาเพียง 1 เกม และเด็กทุกคนอยู่ในกลุ่มเดียวกันและทดสอบผลการเรียนรู้ของเด็กแต่ละคนแบบ within-subject design ผลการศึกษาวิจัยจะทำให้ทราบถึงคุณค่าของเกมต่อผลการเรียนรู้ของเด็ก หากเกมส่งผลต่อการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น อาจสรุปต่อไปได้ว่าเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพหรือมีการใช้หลักการสำหรับการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

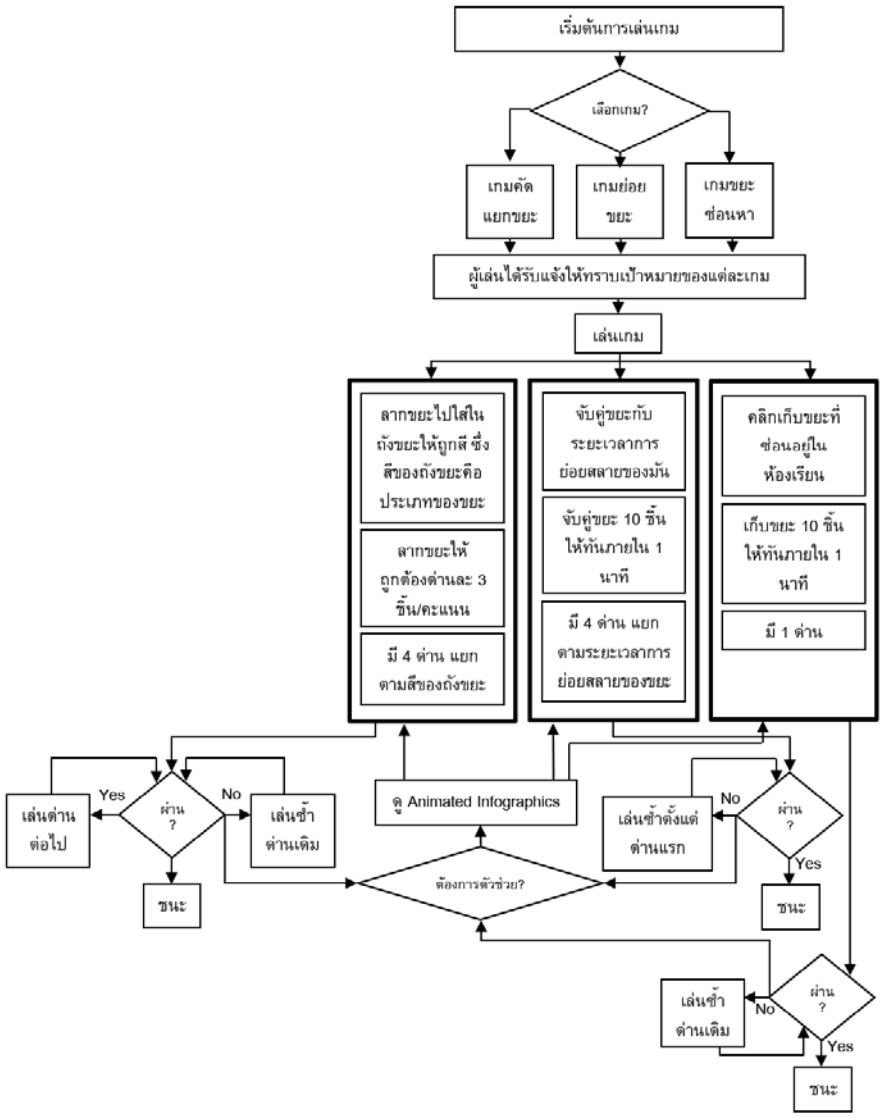
การออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัล

นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชันชั้นปีที่ 4 จำนวน 2 คน ซึ่งกำลังศึกษาในรายวิชาโครงงานทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชันร่วมกันออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัลเรื่อง การคัดแยกขยะ โดยมีโครงสร้างประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) เกมย่อยสามเกม แต่ละเกมย่อยแบ่งออกเป็นด่าน (level) 2) แบบทดสอบ 1 ชุด ใช้สำหรับทดสอบความรู้ก่อนและหลังการเล่นเกม (pretest–posttest) และ 3) animated infographics สำหรับให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะระหว่างเล่นเกมหากผู้เล่นต้องการ ทั้งหมดออกแบบด้วยกราฟิก 2 มิติ

ขั้นตอนการใช้สื่อดิจิทัล: เริ่มต้นจากผู้เล่นทำแบบทดสอบก่อนเล่นเกม (pretest) จึงจะเข้าเล่นเกมต่าง ๆ ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเล่นตามลำดับ หากผู้เล่นต้องการตัวช่วยระหว่างเล่นเกม สามารถออกจากเกมเพื่อไปดู animated infographics ที่ให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะได้ เมื่อเล่นเกมและเรียนรู้เรื่องการคัดแยกขยะเรียบร้อยแล้ว จะสามารถกลับไปทำแบบทดสอบชุดเดิมได้อีกครั้ง (posttest) ดังในภาพที่ 1–2

เนื้อหาทางด้านการคัดแยกขยะ: รวบรวมและเรียบเรียงจากเว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (Pollution Control Department, 2018)

เทคโนโลยีสำหรับการออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัล ได้แก่ 1) โปรแกรม Adobe Animate CC ใช้ในการสร้าง animated infographics 2) Action Script 3.0 ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมเกม 3) โปรแกรม Adobe Illustrator CC ใช้ในการสร้างสรรค์ภาพกราฟิกในสื่อดิจิทัล 4) โปรแกรม Adobe Photo shop CC ใช้ในการตกแต่งภาพ 5) โปรแกรม Adobe AfterEffects CC ใช้สำหรับตัดต่อและใส่เอฟเฟกในคลิปวิดีโอ และ 6) โปรแกรม Adobe Premiere Pro ใช้ในการตัดต่อคลิปวิดีโอ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเล่นเกมดิจิทัล

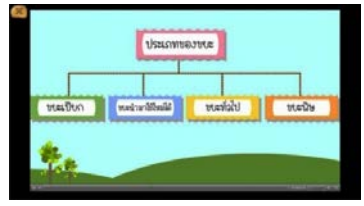
(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 2 ภาพลำดับหน้าจอในการเข้าเล่นเกม (ก) หน้าจอเริ่มต้นก่อนเข้าเล่นเกม (ข) ทำแบบทดสอบก่อนเล่นเกม และ (ค) หน้าจอเข้าเล่นเกม

การออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลโดยใช้ DEG 7–9

สำหรับเกมดิจิทัลที่นักศึกษาได้ร่วมกันออกแบบและพัฒนาขึ้นเป็นเกมประเภท casual games เล่นง่าย ไม่มีความซับซ้อน ไม่มีข้อกำหนดมากมาย เล่นแล้วผ่อนคลายและสนุกสนาน เหมาะสำหรับเด็กเล็ก (อายุ 7–9 ปี) ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเกสตอลท์ที่ว่า “บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย” และนำฮิวริสติกเพื่อออกแบบทั้ง 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 มาใช้ในการออกแบบเกมสำหรับเด็กอายุ 7–9 ปี จำนวน 1 เกม รายละเอียดการออกแบบและพัฒนาเกมแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การนำฮิวริสติกเพื่อการออกแบบทั้ง 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 ใช้ในการการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัล

	DEG7 – 9	ภาพประกอบ
DEG7–9#1	กำหนดเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ *เป้าหมายเพื่อการเรียนรู้* ที่เกมกำหนดให้ เช่น “น้อง ๆ ลากขยะมาทิ้งให้ตรงกับประเภทของถังขยะ” เกมไม่ได้กำหนดว่าต้องเล่นให้ได้คะแนนสูงที่สุดหรือกำหนดให้ทำคะแนนให้ได้ตามที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นเป้าหมายสั้น กระชับ ชัดเจน และนำเสนอก่อนเข้าสู่เกม	 เป้าหมายเพื่อการเรียนรู้
DEG7–9#2	มีตัวช่วยระหว่างการเล่นเกม ระหว่างการเล่นเกม มีตัวช่วยที่ไม่ใช่ข้อความ แต่อยู่ในรูปแบบของ animated infographics หากไม่ทราบข้อมูลสำหรับเล่นเกม ผู้เล่นสามารถสลับหน้าจอไปดู animated infographics ซึ่งมีเสียงบรรยายความรู้เรื่องการคัดแยกขยะ ผู้เล่นจะรู้คำตอบที่ถูกต้องสำหรับนำไปเล่นเกมต่อไป	 ตัวช่วยระหว่างการเล่นเกม
DEG7–9#3	เป็นเกมไม่ซับซ้อน มีลักษณะที่เล่นแล้วผ่อนคลาย เกมเป็นประเภท casual games ซึ่งเล่นง่าย เช่น ลากแล้วปล่อย คลิกเมาส์ บางด่านมีเวลาที่จำกัดแต่ไม่กดดันจนเกินไปเพียงเพื่อกระตุ้นความท้าทาย	 เกมไม่ซับซ้อน มีลักษณะเล่นแล้วผ่อนคลาย
DEG7–9#4	ควรมีหลายด่าน เกมมีหลายด่าน (level) โดยด่านก่อนหน้าแฝงกลไก/ความรู้เพื่อใช้เล่นด่านต่อ ๆ ไป การเล่นแต่ละด่านเปิดโอกาสให้ผู้เล่นได้ทบทวนความรู้ผ่านลักษณะการเล่นซ้ำ ๆ	 เกมมีหลายด่าน

ตาราง 2 การนำฮิวริสติกเพื่อการออกแบบทั้ง 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 ใช้ในการการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัล (ต่อ)

	DEG7 – 9	ภาพประกอบ
DEG7–9#5	ตัวละครอยู่ในลักษณะการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว เกมใช้ตัวละครในลักษณะการ์ตูนภาพเคลื่อนไหวที่มีลักษณะเกินจริง เพื่อสร้างจินตนาการระหว่างการเล่นและนำไปสู่การเรียนรู้	ตัวละครเป็นการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว
DEG7–9#6	มี feedbacks เพื่อแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เกมใช้คะแนนเป็น feedbacks เพื่อแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เด็กทราบ	ใช้คะแนนเป็น feedback

ขั้นตอนการเล่นเกมดิจิทัล: เกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ออกแบบโดยใช้ DEG7–9 ประกอบด้วย 3 เกมย่อย แต่ละเกมย่อยให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะในแง่มุมต่าง ๆ ได้แก่ ประเภทของขยะ ระยะเวลาการย่อยสลายของขยะแต่ละประเภท และสร้างนิสัยการเก็บขยะ แต่ละเกมย่อยมีจำนวนด่านไม่เท่ากัน มีเงื่อนไขการเล่นแตกต่างกัน ขั้นตอนการเล่นเกมแสดงในภาพที่ 1

การออกแบบและพัฒนาแบบทดสอบการเรียนรู้ก่อนและหลังเล่นเกม

แบบทดสอบมี 1 ชุด ประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อ ใช้สำหรับทดสอบก่อนและหลังเล่นเกม (ภาพที่ 3) เพื่อเปรียบเทียบว่าสามารถทำคะแนนได้เพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยคำถามต่าง ๆ สามารถหาคำตอบได้จาก animated infographics

การตรวจสอบคุณภาพของสื่อดิจิทัล

ก่อนนำสื่อดิจิทัลไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย (เด็กอายุ 7–9 ปี) ผู้วิจัย

แบบทดสอบชุดเดียวที่ใช้ทดสอบทั้งก่อนและหลังเล่นเกม

ตัวอย่างคำถามในแบบทดสอบ

สรุปคะแนนเมื่อทำแบบทดสอบแล้วเสร็จ

ภาพที่ 3 ขั้นตอนในการทำแบบทดสอบการเรียนรู้ก่อนและหลังเล่นเกม

ตรวจสอบคุณภาพของสื่อฯ โดยให้อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชันอีกจำนวน 5 คน เป็นผู้ตรวจสอบและทดลองใช้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข จำนวน 4 รอบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาวิจัย: นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น (ชั้นประถมปีที่ 1–3) ซึ่งมีอายุระหว่าง 7–9 ปี ของโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เฉพาะพื้นที่ตำบลขุนทะเล อันเนื่องมาจากข้อจำกัดทางด้านเวลา ทีมวิจัยจึงได้ติดต่อไปยังโรงเรียนนิคมสร้างตนเอง ซึ่งเป็น 1 ใน 7 โรงเรียนในพื้นที่ โดยผู้วิจัยส่งจดหมายขออนุญาตอย่างเป็นทางการเพื่อขอเข้าทำการศึกษาและเก็บข้อมูล จากนั้นโรงเรียนเป็นผู้กำหนดจำนวนห้องเรียนและช่วงเวลาที่อนุญาตให้ทีมวิจัยเข้าศึกษา โดยจำกัดเวลาเฉพาะในวันพฤหัสบดี ช่วงเวลาของคาบกิจกรรมเพียง 1 ชั่วโมงเท่านั้น

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัย: ได้จากการคัดเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย มีจำนวนทั้งสิ้น 72 คน ได้มาจาก 3 ห้องเรียน ได้แก่ ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1/1 จำนวน 26 คน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 23 คน และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 23 คน การมีส่วนร่วมในการวิจัยเกิดจากความสมัครใจของนักเรียนและการอนุญาตโดยครูประจำชั้น

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการประเมิน DEG7–9 ทำตามลำดับกิจกรรมดังนี้ 1) ทีมวิจัยพบนักเรียนเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2561 และ 10 มกราคม 2562 ในช่วงเวลา 13:50-14:50 น. 2) ทีมวิจัยอธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนของการศึกษาวิจัยแก่ผู้เล่นและครูประจำชั้น 3) ก่อนเล่นเกมผู้เล่นต้องทำแบบทดสอบ pretest ให้เสร็จสิ้นก่อน 4) จากนั้นให้ผู้เล่นเล่นเกมภายใต้การสังเกตการณ์ของทีมวิจัย และ 5) หลังเล่นเกม ผู้เล่นทำแบบทดสอบ posttest อีกครั้ง

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยนี้เพื่อพิสูจน์ว่าเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ได้รับการออกแบบโดยใช้ DEG 7–9 เป็นแนวทาง มีผลเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เล่นอายุ 7–9 ปี แต่ละคนหรือไม่ ดังนั้นแบบแผนการทดลองที่ใช้คือ within–subject design หลังจากผู้เล่นได้เล่นเกมคัดแยกขยะ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เล่นแต่ละคนจะได้รับการตรวจสอบ (within–individual comparisons) โดยสันนิษฐานว่าผู้เล่นแต่ละคนน่าจะได้คะแนนทดสอบความรู้เพิ่มขึ้นหลังการเล่นเกม

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าง (null hypothesis) (H_0): คะแนนการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการเล่นเกมของผู้เล่นแต่ละคนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 โดยนำคะแนนทดสอบก่อน (pretest) และหลังเล่นเกม (posttest) ไปทดสอบการแจกแจงปกติ (normality test) ด้วยสถิติ Kolmogorov–Smirnov test (เนื่องจากมีข้อมูลมากกว่า 50 cases) ผลการทดสอบพบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (p <.05) จึงใช้ non–parametric Wilcoxon signed ranks test (การทดสอบตัวอย่างสองกลุ่มที่สัมพันธ์กัน) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสองค่าของผู้เล่นแต่ละคนว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

ผลการวิจัย

แม้ว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กอายุ

7–9 ปี จะถูกสุ่มเลือกมาทั้งสิ้น 72 คนเพื่อมีส่วนร่วมในการเล่นเกมและให้ข้อมูล อย่างไรก็ตาม ภายใต้ระยะเวลาจำกัดเพียง 60 นาทีอันเนื่องจากตารางเรียนของโรงเรียน และด้วยข้อจำกัดของโรงเรียนที่ไม่สามารถสนับสนุนจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้นักเรียนทดลองเล่นเกมได้ครบตามจำนวนผู้เล่น นอกจากนี้ผู้เล่นระดับประถมศึกษาบางคนยังอ่านหนังสือไม่คล่อง จึงส่งผลให้ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ทันเวลาและครบถ้วน คงเหลือข้อมูลที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงเพียง 65 คนเท่านั้น ข้อมูลผู้เล่นแสดงในตาราง 3

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการเรียนรู้ก่อนและหลังการเล่นเกมของผู้เล่นแต่ละคน พบว่า มีความแตกต่างกัน (W = –2.044, p <.05) (ตาราง 4) แสดงให้เห็นว่า ผู้เล่นแต่ละคนสามารถตอบคำถามทดสอบการเรียนรู้เรื่องการคัดแยกขยะได้มากขึ้นหลังเล่นเกม จากตาราง 4 แม้ว่าผู้เล่นแต่ละคนจะสามารถตอบคำถามทดสอบการเรียนรู้ได้มากขึ้นหลังเล่นเกม แต่พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้งก่อนและหลังเล่นเกมยังอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก (~ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม) คือ pretest = 4.94 และ posttest = 5.18 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้วิจัยสังเกตว่า ระหว่างการทดสอบการเรียนรู้ ผู้เล่นบางคนไม่สามารถอ่านโจทย์คำถามได้ด้วยตนเอง ผู้ช่วยวิจัยจึงอ่านให้ฟัง ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานว่า ระดับชั้นการศึกษาของผู้เล่นอาจมีผลต่อคะแนนจากแบบทดสอบ โดยผู้เล่นระดับ ป.1 (N = 42) อาจอ่านหนังสือได้น้อยกว่าผู้เล่นระดับ ป.2 (N = 23) ส่งผลให้คะแนนการทดสอบในภาพรวมน้อย จึงได้คำนวณ*ความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเล่นเกมของผู้เล่นแต่ละคน (posttest – pretest)* จากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม คือ ความแตกต่างของคะแนนฯ ของกลุ่มผู้เล่น ป.1 และของกลุ่มผู้เล่น ป.2 และใช้แผนแบบ between–subjects design เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนฯ ของผู้เล่นสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน

ตาราง 3 ข้อมูลผู้เล่น

ระดับชั้นการศึกษา	อายุ (ปี)				จำนวน (คน)
	6	7	8	9	
ป. 1	1	35	3	3	42
ป. 2	0	4	16	3	23
จำนวน (คน)	1	39	19	6	65

หมายเหตุ ในระดับชั้น ป.1 มีนักเรียนอายุ 6 ขวบอยู่ด้วย 1 คน ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทดสอบเล่นเกม ไม่พบลักษณะแปลกแยกไปจากเพื่อนร่วมห้อง อีกทั้งเมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการเล่นเกม ไม่พบว่าคะแนนต่ำไปอย่างชัดเจนกว่าเพื่อนในระดับชั้นเดียวกัน จึงนับเป็นข้อมูลที่ใช้ประโยชน์ได้ในบริบทของการวิจัยนี้

ตาราง 4 เปรียบเทียบคะแนนทดสอบการเรียนรู้เรื่องการคัดแยกขยะของผู้เล่นก่อนและหลังการเล่นเกม

ค่าสถิติ	Pretest	Posttest
Mean	4.94	5.18
N	65	65
SD	1.784	1.413
W	–2.044	
p	.041	

จากการทดสอบ non–parametric Mann–Whitney test (การทดสอบตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน) ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนฯ ของสองกลุ่มดังกล่าว ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (U = –.660, p > .05) ระหว่างความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเล่นเกมของผู้เล่นสองกลุ่ม แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างของคะแนน posttest และ pretest ของผู้เล่น ป.2 ไม่

แตกต่างจากผู้เล่น ป.1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เล่น ป.1 และ ป.2 ยังอ่านหนังสือไม่คล่องเหมือนกัน ส่งผลให้คะแนนจากแบบทดสอบในภาพรวมมีค่าน้อย (ตาราง 5)

ตาราง 5 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเล่นเกมของผู้เล่นสองกลุ่ม

ค่าสถิติ	ป.1	ป.2
Mean	.31	.13
N	42	23
SD	1.00	.920
W	–.660	
p	.509	

อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น พบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของคะแนนทดสอบการเรียนรู้หลังเล่นเกม อาจเนื่องมาจากเกมประเภท casual games เหมาะสมในการออกแบบและพัฒนาเป็นเกมเพื่อการศึกษาสำหรับเด็กเล็กกลุ่มอายุ 7–9 ปี เนื่องจากคุณลักษณะความเป็นเกมเล่นง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่มีข้อกำหนดมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กเล็กมีช่วงเวลาแห่งการสนใจสิ่งต่าง ๆ สั้น casual games เป็นเกมที่เล่นให้จบได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว จึงเหมาะที่จะส่งข้อมูลความรู้ให้แก่เด็กได้ในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีแนวโน้มที่จะกระตุ้นการเรียนรู้ให้แก่เด็กได้ในขณะที่เด็กเล่นเกมอย่างผ่อนคลายและสนุกสนาน ดังที่ Iskander *et al*. (2010) อธิบายว่า การพัฒนาทางสติปัญญา สังคม และอารมณ์ ไม่สามารถพิจารณาแยกจากกันได้ อารมณ์ทางบวกสามารถนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ทฤษฎีเกสตอลท์สำหรับการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Gestalt theory for UI design) (Chang *et al*., 2002) ที่ว่า บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาในงานวิจัยนี้ นั่นคือ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ควรจัดสิ่งเร้าต่าง ๆ มารวมกัน โดยการนำฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG 7–9 มาประกอบกันเป็นคุณลักษณะรวมของเกม 1 เกม จึงพบว่าอาจเป็นเหตุให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กเพิ่มขึ้น

ฮิวริสติกเพื่อการออกแบบ 6 คุณลักษณะของ DEG7–9 นำมาใช้ในการออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษามีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กอายุ 7–9 ปี ในหัวข้อเรื่องการคัดแยกขยะ โดยเกมดิจิทัลเรื่องการคัดแยกขยะได้กำหนด*เป้าหมายเพื่อการเรียนรู้*ของเกมไว้ให้และแจ้งให้ผู้เล่นทราบก่อนเริ่มเล่นเกมเพื่อให้เตรียมตัวให้พร้อมในการเล่น เมื่อผู้เล่นทราบว่ากำลังจะได้เรียนรู้อะไร จึงเกิดแรงจูงใจ ตระหนักและเตรียมพร้อมในการเรียนรู้ข้อมูลบางอย่างตามที่เป้าหมายกำหนดไว้ สอดคล้องกับทฤษฎีการกำหนดเป้าหมายของ Locke (Locke's goal setting theory) (Locke and Latham, 2002) ที่ว่าเป้าหมายมีไว้เพื่อจูงใจให้ผู้คนทำตามเป้าหมายที่วางไว้ โดยเป้าหมายจะสำเร็จได้หากเป้าหมายนั้นมีความชัดเจนและเฉพาะเจาะจง เมื่อผู้เล่นตั้งใจเรียนรู้เพื่อให้เล่นเกมชนะตามเป้าหมายจึงอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นได้

Animated infographics เรื่องการคัดแยกขยะ ที่เตรียมพร้อมไว้ให้ในสื่อดิจิทัล เป็นข้อมูลตัวช่วยในการเล่นเกม ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของ Tobias and Fletcher (2011) ที่ว่า ตัวช่วยระหว่างการเล่นเกมที่ทำให้ผู้เล่นเข้าใกล้คำตอบที่ถูกต้องได้ง่ายขึ้น เป็นสิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้เกิด

การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นทั้งสิ้น รูปแบบตัวช่วยในเกมมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การอธิบายคำสำคัญ การยกตัวอย่างให้ใกล้เคียงคำตอบ การเฉลย การเทียบเคียงเหตุการณ์กับคำตอบ

เกมดิจิทัลเรื่องการคัดแยกขยะเป็นเกมประเภท casual games ซึ่งมีลักษณะเล่นง่าย ไม่ซับซ้อน และผ่อนคลาย สอดคล้องกับงานวิจัยที่ว่า เกมที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน ไม่ใช้ความเร็วในการเล่นมากเกินไป ไม่กดดันด้านเวลา มีความผ่อนคลายระหว่างเล่น สามารถลดความเครียดและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เล่นได้ (Granic *et al*., 2014; Russoniello *et al*., 2009)

เกมดิจิทัลเรื่องการคัดแยกขยะมี 3 เกมย่อย แต่ละเกมย่อยมีหลายด่าน ผู้เล่นได้เล่นซ้ำ ๆ จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการเรียนรู้และจดจำ ทำให้สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องหลังเล่นเกม Gee (2013) รายงานว่า ประโยชน์ของเกมที่มีหลายด่าน คือ ด่านก่อนหน้าแฝงไปด้วยความรู้เพื่อใช้เล่นด่านต่อ ๆ ไปเป็นลำดับ ความรู้หรือเทคนิคที่ได้จากด่านก่อนหน้า ช่วยในการไขปัญหาในด่านต่อไปได้ง่ายขึ้น

เกมดิจิทัลเรื่องการคัดแยกขยะใช้ภาพกราฟิก 2 มิติในรูปแบบการ์ตูนที่แสดงออกเกินจริง Ainsworth (2008) รายงานว่า เด็กอายุไม่เกิน 12 ปีชอบตัวละครที่เป็นการ์ตูนมากกว่าตัวละครที่มีลักษณะเหมือนมนุษย์ เพราะการ์ตูนมีลักษณะการแสดงออกที่เกินจริง ช่วยสร้างจินตนาการให้เรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

เกมดิจิทัลเรื่องการคัดแยกขยะมีรายงานคะแนนให้ทราบทุกระยะของการเล่นเกม Malone (1981) และ Wang and Sun (2011) รายงานว่า feedbacks ต่าง ๆ ที่เกมแสดงให้ทราบระหว่างเล่นเกม ช่วยให้ผู้เล่นรู้ความก้าวหน้าของตนเองว่าเข้าใกล้การชนะแล้วหรือไม่ จึงรู้สึกสนุกเพลิดเพลิน ภูมิใจ และเป็นการกระตุ้นให้เพิ่มการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่ชัยชนะได้

ผลการออกแบบและพัฒนาเกม พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการถ่ายทอด DEG7–9 จากผู้วิจัย สามารถใช้ชุดฮิวริสติกเพื่อการออกแบบดังกล่าวในการออกแบบและพัฒนาเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาได้ง่าย ซึ่งนักศึกษาให้ข้อมูลว่า ชุดฮิวริสติกดังกล่าวสามารถใช้ออกแบบเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาได้ทันที เนื่องจากเนื้อหาฮิวริสติกเป็นสิ่งที่ปฏิบัติตามได้ง่าย บอกแนวทางที่ไม่ต้องแปลความหมายอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DEG7–9 เป็นฮิวริสติกที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการออกแบบเพื่อการศึกษาสำหรับกลุ่มเป้าหมายอายุ 7–9 ปี

ข้อจำกัดของงานวิจัย

แม้ว่าข้อคำถามที่ใช้ในการทดสอบการเรียนรู้จะเป็นคำถามปลายปิดแบบตัวเลือกที่ได้มาจากเนื้อหาที่นำเสนอในสื่อ animated infographics อย่างตรงไปตรงมา และมีจำนวนเพียง 10 ข้อ แต่ข้อคำถามไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ความยากง่ายและความเที่ยงตรงตามหลักการทางการวัดประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง จึงสังเกตพบว่า ระหว่างการทดสอบการเรียนรู้ก่อนและหลังการเล่นเกม ผู้เล่นบางคนโดยเฉพาะเด็กอายุน้อยที่สุด (6–7 ปี) ตอบบางคำถามไม่ได้ หรือคำถามอาจยากเกินไปสำหรับเด็กเล็ก และอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้งก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมยังอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก คือ เพียงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า อีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทั้งก่อนและ

หลังเล่นเกมยังอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก อาจเป็นเพราะนักเรียนระดับ ป.1 และ ป.2 ยังอ่านหนังสือไม่คล่อง ดังผลลัพธ์ที่พบจากการทดลองแบบ between–subjects design เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เล่นสองกลุ่ม

อย่างไรก็ตาม บทความนี้ยังไม่ได้แสดงให้เห็นการศึกษาผลสะท้อนกลับ (reflection) เช่น ความรู้สึก ทัศนคติ อารมณ์ ของผู้เล่นเกม ผลการศึกษาดังกล่าวจะนำเสนอในบทความต่อไป โดยผู้วิจัยจะนำเสนอผลการศึกษาประสิทธิภาพของ DEG7–9 ในแง่ของความพึงพอใจต่อเกมที่ออกแบบด้วย DEG7–9 ผ่านประสบการณ์การเล่น (user experience) ของเด็ก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อ นายอโณชัย วิเศษกลิ่น ผู้อำนวยการโรงเรียนนิคมสร้างตนเอง คุณครูสุกัลยา อินทร์สมและคุณครูทศธรรม อินทปัน ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1/1 คุณครูกมลชนก คชาผลและคุณครูทิพวรรณ อมรมณีทรัพย์ ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 1/2 และ คุณครูฑิฆัมพร บุราคร ครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 ที่ยินดีและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งต่อทีมวิจัยในการเข้าศึกษาและเก็บข้อมูลจากนักเรียนในปกครอง ขอขอบคุณนักเรียนที่ให้ความสนใจในการเล่นเกมและให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Ainsworth, S. (2008). How do animations influence learning? In Robinson, D. and Schraw, G. (Eds.), **Current Perspectives on Cognition, Learning, and Instruction: Recent Innovations in Educational Technology that Facilitate Student Learning** (pp. 37–67). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Alsudani, F., and Casey, M. (2009). The effect of aesthetics on web credibility. **Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology, 1–5 September 2009** (pp. 512–519). Cambridge, United Kingdom.

Bouzid, T., Darhmaoui, H., and Kaddari, F. (2017). Promoting elementary mathematics learning through digital games: Creation, implementation and evaluation of an edutainment game to promote basic mathematical operations. **Proceedings of the 2nd International Conference on Big Data, Cloud and Applications** (pp. 1–4). Tetouan, Morocco.

Chang, D., Dooley, L., and Tuovinen, J. E. (2002). Gestalt theory in visual screen design: A new look at an old subject. **Proceedings of the Seventh World Conference on Computers in Education (WCCE'01)** (pp. 5–12). Copenhagen, Denmark.

Dörner, 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 Inter-**

national Workshop on Serious Games (pp. 3–8). Orlando, Florida, USA.

Druin, A. (1999). **The Design of Children's Technology.** San Francisco: Morgan Kaufmann.

Gee, J. P. (2013). **Good Video Games and Good Learning: Collected Essays on Video Games, Learning, and Literacy**. 2nd ed. New York: Peter Lang.

Gerling, K., Fuchslocher, A., Schmidt, R., Krämer, N., and Masuch, M. (2011). Designing and evaluating casual health games for children and teenagers with cancer. In: Anacleto, J. C., Fels, S., Graham, N., Kapralos, B., Saif El–Nasr, M., and Stanley, K. (Eds.), **Entertainment Computing–ICEC 2011, Lecture Notes in Computer Science** (Vol. 6972). New York: Springer Berlin Heidelberg.

Granic, I., Lobel, A., and Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. **American Psychologist** 69(1): 66–78.

Heintz, S., and Law, E. L.–C. (2018). Digital educational games: Methodologies for evaluating the impact of game type. **ACM Transactions on Computer–Human Interaction** 25(2): 1–47.

Ibrahim, A. (2017). Playability heuristics evaluation for educational video games. **International Journal of Core Engineering and Management** 4(6): 1–12.

IGDA. (2008). **2008–2009 Casual Games White Paper**. Retrieved from https://cdn.ymaws.com/www.igda.org/resource/collection/BCB11E9B-13E6-40D0-B390-952B5E11D35A/IGDA_Casual_Games_White_Paper_2008.pdf, September 27, 2018.

Iskander, M., Kapila, V., and Karim, M. A. (2010). **Technological Developments in Education and Automation.** Netherlands: Springer.

Khanana, K. (2016). **Development of Design Heuristics for Digital Educational Games for School Children of 7 to 11 Years Old**. Doctor of Philosophy (Computer Science). UK: University of Leicester.

Klopfer, E., Osterweil, S., and Salen, K. (2009). **Moving Learning Games Forward.** Cambridge: Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Kuittinen, J., Kultima, A., Niemelä, J., and Paavilainen, J. (2007). Casual games discussion. **Proceedings of the 2007 Conference on Future Play** (pp. 105–112). Toronto, Canada.

Locke, E. A., and Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35–year odyssey. **American Psychologist** 57(9): 705–717.

Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. **Cognitive Science** 5(4): 333–369.

Markopoulos, P., Read, J. C., MacFarlane, S., and Hoysniemi, J. (2008). **Evaluating Children's Interactive Products: Principles**

and Practices for Interaction Designers. USA: Morgan Kaufmann.

Mazzone, E., Xu, D., and Read, J. C. (2007). Design in evaluation: Reflections on designing for children's technology. **Proceedings of the 21st British HCI Group Annual Conference on People and Computers: HCI... But Not as We Know It – Volume 2** (pp. 153–156). UK: University of Lancaster.

Nielsen, J., and Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems** (pp. 249–256). Seattle, Washington, USA.

Papantoniou, B., Soegaard, M., Lupton, J. R., Goktürk, M., and Trepess, D. (2002). **The Glossary of Human Computer Interaction**. Retrieved from https://www.interaction-design.org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/heuristics-and-heuristic-evaluation#toc_0_3, August 29, 2016.

Pollution Control Department. (2018). **Waste Management**. Retrieved from http://www.pcd.go.th/info_serv/waste_garbage.html, June 30, 2018. (in Thai)

Robertson, J., and Howells, C. (2008). Computer game design: Opportunities for successful learning. **Computers & Education** 50(2): 559–578.

Russoniello, C. V., O'Brien, K., and Parks, J. M. (2009). EEG, HRV and psychological correlates while playing Bejeweled II: A randomized controlled study. **Studies in Health Technology and Informatics** 144: 189–192.

Sungkaew, K. (2021). Development of Design Heuristics for Digital Educational Games for Children Aged 7–9. **Information Technology Journal** 17(1). (in Thai)

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.

Tobias, S., and Fletcher, J. (2011). **Computer Games and Instruction.** NC: Information Age.

Wang, H., and Sun, C.–T. (2011). Game reward systems: Gaming experiences and social meanings. **Proceedings of the 2011 Di GRA International Conference: Think Design Play, 14–17 September 2011** (pp. 1–12). Hilversum, Netherlands.

Yang, X., and Shi, Y. (2009). Enhanced Gestalt theory guided web page segmentation for mobile browsing. **Proceedings of the 2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology – Volume 03, 15–18 September 2009** (pp. 46–49). Milan, Italy.